

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАСТЕНИЕВОДСТВА имени Н. И. ВАВИЛОВА (ГНЦ РФ ВИР)**

**ТРУДЫ
ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ
И СЕЛЕКЦИИ, том 165**

(основаны Р. Э. Регелем в 1908 г.)

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2009**

**BULLETIN
APPLIED BOTANY, GENETICS
AND PLANT BREEDING, vol. 165**

(founded by Robert Regel in 1908)

**ST.-PETERSBURG
2009**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАСТЕНИЕВОДСТВА имени Н.И. ВАВИЛОВА (ГНЦ РФ ВИР)

*Посвящены 105-летию со дня
рождения А. Я. Трофимовской*

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, том 165**

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РЖИ, ЯЧМЕНЯ И ОВСА



Редакционная коллегия

Д-р биол. наук, проф. *Н. И. Дзюбенко* (главный редактор), д-р биол. наук *О. П. Митрофанова* (зам. главного редактора), д-р с.-х. наук, проф. *Л. В. Сазонова*, д-р с.-х. наук, проф. *В. И. Буренин*, д-р биол. наук, проф. *А. В. Конарев*, д-р биол. наук *С. Д. Киру*, д-р биол. наук *И. Г. Лоскутов*, д-р биол. наук *Е. Е. Радченко*, д-р биол. наук *И. Н. Анисимова*, д-р биол. наук *С. М. Александян*, канд. биол. наук *Т. Н. Смекалова*, канд. с.-х. наук *Н. П. Лоскутова* (секретарь редколлегии)

Ответственный редактор тома д-р биол. *И. Г. Лоскутов*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2009

УДК 633.14:633:16:633.13:631.52

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ, ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, Т. 165) – СПБ.:
ВИР, 2009. 251 с.**

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РЖИ, ЯЧМЕНЯ И ОВСА

Отражены результаты изучения генетических ресурсов ячменя и овса для решения актуальных проблем селекции в различных регионах России.

Рекомендован исходный материал для решения основных проблем селекции ржи, ячменя и овса. Табл. – 63, рис. – 25, библиогр. – 408 назв.

**RUSSIAN ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCE
STATE SCIENTIFIC CENTRE
N. I. VAVILOV ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF PLANT INDUSTRY**

*In commemoration of the 105th birthday of
Prof. A. Ya. Trofimovskaya*

BULLETIN APPLIED BOTANY, GENETICS AND PLANT BREEDING, vol. 165

GENETIC RESOURCES OF RYE, BARLEY AND OAT

Editor-in-charge *I. G. Loskutov*, Dr. Biol. Sc.

Present here are the results of researching barley and oat to solve burning problems of plant breeding in different region of Russia.

© Государственный научный центр
Российской Федерации
Всероссийский НИИ растениеводства
имени Н. И. Вавилова (ВИР), 2009

ISSN 0202-3628

А. Я. ТРОФИМОВСКАЯ И РАЗВИТИЕ РАБОТ ОТДЕЛА СЕРЫХ ХЛЕБОВ

Профессором А. Я. Трофимовской, которая долгое время возглавляла отдел серых хлебов (современное название отд. генетических ресурсов овса, ржи, ячменя), были заложены принципы и разработаны подходы к изучению всего разнообразия ячменя и овса. В настоящее время теоретические исследования отдела посвящены разработке филогенетических подходов и методов эффективности использования выделенного генофонда с выявлением закономерностей изменчивости и наследования важнейших селекционных признаков. На основании научных разработок и исходного материала в отделе успешно решаются проблемы устойчивости к важнейшим заболеваниям, скороспелости, короткостебельности, засухоустойчивости, качества зерна и зерновой продуктивности в селекции ячменя и овса. В отделе созданы и изучаются генетические коллекции образцов с идентифицированными генами по широкому кругу хозяйственно ценных признаков. Весь выделенный и созданный в отделе материал передается в селекцентры для использования в селекционном процессе по ячменю и овсу.

Отдел серых хлебов ГНЦ РФ ВНИИР (современное название отд. генетических ресурсов овса, ржи, ячменя) обладает одной из уникальных коллекций мирового разнообразия ячменя, овса и ржи. Сотрудники отдела на протяжении длительного периода развивают идеи, сформулированные Н. И. Вавиловым, по проблемам эволюции, систематики, филогении и учения об исходном материале для селекции овса, ржи, ячменя. Результаты этих обширных исследований были обобщены в томах второго издания «Культурной флоры» «Рожь» (1989), «Ячмень» (1990), «Овес» (1994), в монографиях (А. Я. Трофимовской «Ячмень» (1972), В. Д. Кобылянского «Рожь – генетические основы селекции» (1982), «Генетика культурных растений» (коллектив авторов, Ячмень и Рожь – 1986; Овес – 1988), И. Г. Лоскутова «Овес (*Avena* L.). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность» (2007) и в многочисленных изданиях, как в России, так и за рубежом (Loskutov, 1999).

На протяжении не одного десятка лет отдел серых хлебов возглавляла профессор А. Я. Трофимовская (1903–1991), инициатор в разработке новых направлений исследований и руководитель традиционных методов изучения разнообразия мировой коллекции.

На основе проводимых в отделе исследований А. Я. Трофимовской была разработана система рода *Hordeum* L. Согласно данной классификации род *Hordeum* L. разделен на два подрода: subgen. *Hordeastrum* (Doell) Rouy emend. Trof. – куда вошли все виды ячменных трав и subgen. *Hordeum*, включающий виды зернового типа. Все культурные ячмени объединены в один вид – *H. vulgare* L., в котором выделены два подвида: subsp. *vulgare* – ячмень многорядный и subsp. *distichum* (L.) A. Trof. – ячмень двурядный [6].

Кроме того, на основе исследований, проведенных в отделе по изучению мирового генофонда для рационального использования всего полиморфизма признаков в селекции, под руководством А. Я. Трофимовской было продолжено дополнение агроэкологической классификации по ячменю, приоритет разработки которой принадлежит Н. И. Вавилову. На основе экспериментальных данных проведена географическая типизация мирового разнообразия ячменя и выделено 30 агроэкологических групп. Дальнейшими исследованиями мирового генофонда, проводимого сотрудниками ВИР и учеными других стран с использованием новых современных методов, подтвердилась правильность агроэкологической классификации и теории Н. И. Вавилова (1935) о центрах происхождения ячменя [8].

В результате многолетней работы с мировым генофондом ячменя А. Я. Трофимовской и ее коллегами собрана одна из самых больших коллекций. Коллекция насчитывает формы разного географического происхождения, относящихся к 150 ботаническим разновидностям, представляющей практически все мировое генетическое разнообразие этой культуры с широчайшим диапазоном изменчивости важнейших, в т. ч. и селекционных признаков.

Большое внимание А. Я. Трофимовская уделяла в работе с опытными станциями ВИР, с селекцентрами Российской Федерации и республик Советского Союза. Она была крупнейшим специалистом по систематике и селекции ячменя, который руководил множеством аспирантов и консультировал специалистов, приехавших из разных уголков нашей страны. Важнейшие направления исследований, которые возглавляла А. Я. Трофимовская, остаются и сейчас основными направлениями работы отдела.

При работе с коллекцией ячменя А. Я. Трофимовской и ее коллегами особое внимание уделялось комплексному изучению образцов по важным хозяйственно ценным признакам, что позволяло выявлять генотипы, отвечающие разнообразным требованиям селекции. Переданные в селекционные учреждения выделенные образцы успешно использовались при создании продуктивных сортов. За это время на базе коллекции ВИР созданы сорта ячменя: Одесский 82, Северный, Рассвет и Красноярский 80 устойчивые к пыльной головне – Белогорский, Первенец, Романтик, устойчивые к мучнистой росе – Каскад, Жодинский 5, устойчивые к полеганию Луч. В настоящее время эти работы были продолжены и с участием образцов коллекции созданы новые сорта Лука, Никита, Симон, Петр, Колизей, которые включены в Госреестр или находятся в испытании.

Продолжение работы по комплексному изучению коллекции приносят свои плоды. В результате изучения скороспелого сортимента отечественного и зарубежного происхождения выявлены источники скороспелости и слабой фотопериодической чувствительности. Это ценный материал для районов с неблагоприятными климатическими условиями. В большинстве случаев образцы со слабой фотопериодической чувствительностью являются скороспелыми и представляют ценность для многих регионов России.

В настоящее время при работе с коллекцией ячменя особое внимание уделяется комплексному изучению образцов по важным хозяйственно ценным признакам. По результатам проведенных исследований сотрудниками ВИР выделен новый исходный материал для селекции на скороспелость. По итогам исследований выделен генетический фонд с высокими количественными показателями продуктивности растений, применительно к различным регионам России.

Создание сортов ячменя, невосприимчивых к болезням и вредителям является одной из важных задач селекции. Как показывает мировая практика, выращивание таких сортов является наиболее дешевым и экологически безопасным способом борьбы с вредными организмами. По всем основным заболеваниям сотрудниками отдела выделены источники устойчивости.

В последние годы большое внимание уделяется голозерным ячменям. По сравнению с пленчатыми формами, группа голозерных ячменей содержит значительно больший процент белка. Кроме таких традиционных качественных показателей зерна, как содержания белка, масла и крахмала, наибольшую актуальность приобретает содержание различных видов полисахаридов, витаминов и антиоксидантов. К последней группе веществ относятся β -глюканы, токоферолы и некоторые другие вещества. Эти исследования являются перспективными и нами изыскиваются возможности проводить их совместно с другими учреждениями. Кроме того, внедрение голозерных форм ячменя в производство сильно ограничивается следующими неблагоприятными особенностями: полегаемость, быстрая прорастаемость зерна на корню при влажной погоде, восприимчивость к грибным болезням, относительно низкая полевая всхожесть. Выявление форм голозерного ячменя противостоящих этим факторам поможет созданию новых перспективных форм для селекции ячменя.

Как объект генетических исследований, ячмень характеризуется рядом биологических преимуществ перед другими видами. Благодаря этому, ячмень стал модельным растением в генетических исследованиях. Генетическая коллекция ячменя создается для решения основных задач селекции на современном уровне развития науки, а также для возможности идентификации и локализации вновь выявленных генов. Она включает линии с морфологическими маркерными признаками по семи хромосомам (65 образцов), линии с мужской стерильно-

стью (87 образцов), устойчивые к болезням линии, тестеры с идентифицированными генами и образцы с известными генами, представляющие интерес для селекции (400 образцов).

А. Я. Трофимовская была не только инициатором работ по изучению коллекции ячменя, но она способствовала более полному раскрытию разнообразия видов овса. По ее инициативе начинается изучение дикорастущих видов овса [7] и кроме того начинаются работы по пересмотру системы рода *Avena* L., которая вылилась в публикацию второго издания «Культурной флоры» Овес (1994).

В настоящее время в отделе проводится комплексное изучение всей коллекции культурных и дикорастущих видов овса по всему спектру направлений, связанных с уточнением систематического положения, филогенетических связей и направления эволюции видов в системе рода *Avena* L. и с поиском возможностей использования всего разнообразия рода в практической селекции овса.

Для установления филогенетических связей между видами овса было проведено изучение морфологических признаков, связанных с вегетативной и генеративной частью растений, что позволило уточнить систематическое положение видов овса. На основе анализа данных, полученных в отделе, и анализа существующих систем всего рода была предложена уточненная система видов рода *Avena* L. Весь род *Avena* L., состоит из подрода *Avenastrum* (C. Koch) Losk. comb. nov., к которому относятся многолетние овсяноподобные травы, и типового подрода *Avena*, куда относятся все однолетние виды овса. Типовой подрод *Avena* мы делим на две секции – *Aristulatae* (Malz.) Losk. comb. nova и *Avenae* (L.) Losk. Если рассматривать всю систему видов рода с эволюционной точки зрения, можно прийти к выводу, что все виды секции *Aristulatae*, по нашему мнению, являются боковыми ветвями эволюции, которые не участвовали в формировании гексаплоидных видов овса. Все диплоидные и тетраплоидные виды секции *Avenae* относятся только к дикорастущим или рудеральным растениям, то есть они не засоряют посеы культурных растений, а являются частью естественных фитоценозов некоторых стран. Эта группа видов, с сокращающимися ареалами, является промежуточными звеном в эволюции рода и, по всей видимости, принимала участие в формировании гексаплоидных видов овса [5].

Широкий интерес к генетическому изучению овса положил начало созданию в ВИРе генетической коллекции. В ней представлены сорта, линии культурных и образцы дикорастущих видов с одним и более из идентифицированных генов, контролирующими различные морфологические, агробиологические, биохимические и другие признаки. Большую часть коллекции составляют образцы с наиболее важными генами устойчивости к мучнистой росе, корончатой и стеблевой ржавчине и видам головни.

Кроме создания генетической коллекции основной работой отдела является комплексное изучение и выделение источников и доноров по хозяйственно ценным признакам для целей селекции.

Продолжительность вегетационного периода очень важный признак в селекции овса и он напрямую связан с урожаем зерна, его качеством и посевными свойствами семян. За продолжительное время изучения коллекции среди образцов посевного и византийского овса было выделено большое число скороспелых местных и селекционных форм, происходящих из различных регионов возделывания овса, кроме того, некоторые из них обладали слабой фотопериодической чувствительностью.

Проблема короткостебельности тесно связана с устойчивостью овса к полеганию, которое занимает особое место в селекции этой культуры и привлекает к себе значительное внимание в силу отличительных особенностей габитуса самого растения и большой парусности метелки. По результатам изучения последних лет, как источники, сочетающие короткостебельность с повышенной зерновой продуктивностью метелки, и хорошим качеством зерна, могут быть рекомендованы образцы из генетической коллекции, несущие аллель гена Dw-6 и Dw-8.

В результате комплексного изучения были созданы 13 доноров короткостебельности и устойчивости к полеганию овса. Все эти линии, кроме короткостебельности имеют высо-

коустойчивую к полеганию толстую прочную соломинку с продуктивной метелкой, а также характеризуются устойчивостью выше средней к стеблевой и корончатой ржавчине, к вирусу желтой карликовости ячменя и к гельминтоспориозу.

Комплексная фитопатологическая оценка всего видового разнообразия рода *Avena* способствует выделению и использованию новых источников и доноров устойчивости для расширения генетической основы создаваемых сортов овса.

Многие образцы овса обладают повышенным качеством зерна (изучение проводили совместно с отделом биохимии ВИР). Результаты показали, что были выделены образцы с высоким содержанием белка в зерне и хорошо сбалансированным аминокислотным составом, с высоким содержанием жира и хорошо сбалансированным жирнокислотным составом, а также с высоким содержанием крахмала в зерне.

Кроме изучения традиционных биохимических параметров отдел изыскивает возможности проводить изучение других качественных признаков. К важнейшим биохимическим компонентам повышающим пищевое значение овса относятся жиры, β -глюканы, токоферолы, стеролы, авенантрамиды и другие компоненты. В настоящее время это направление изучения коллекции является наиболее перспективным.

В настоящее время теоретические исследования, продолжающиеся в отделе, посвящены разработке методов использования выделенного генофонда. Наряду с комплексной полевой оценкой совместно с методическими лабораториями ВИР изучается и выделяется ценный генофонд для решения актуальных проблем селекции в различных регионах страны. На основании научных разработок и исходного материала в отделе успешно решаются основные проблемы селекции ячменя и овса. В отделе созданы и изучаются генетические коллекции образцов с идентифицированными генами по широкому кругу хозяйственно ценных признаков. Весь выделенный и созданный в отделе материал передается в более чем 30 селекционных центров Российской Федерации для использования в селекционном процессе по ячменю и овсу.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Генетика культурных растений*. Пшеница, ячмень, рожь. Ленинград. 1986. 264 с.
2. *Генетика культурных растений*. Кукуруза, крупяные, овес. Ленинград. 1988. 276 с.
3. *Культурная флора СССР*. Ячмень. 2-е изд. Т. 2. Ч. 2. Л. 1990. 421 с.
4. *Культурная флора СССР*. Овес. 2-е изд. Т. 2. Ч. 3. М. Колос. 1994. 367 с.
5. *Лоскутов И. Г.* Овес (*Avena* L.). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. СПб: ВИР. 2007. 335 с.
6. *Трофимовская А. Я.* Ячмень. (Эволюция, классификация, селекция). Л.: Колос. 1972. 296 с.
7. *Трофимовская А. Я., Пасынков В. И., Родионова Н. А., Солдатов В. Н.* Генетический потенциал секции настоящих овсов рода *Avena* и его значение для селекции // Тр. по прикл. бот., ген. и селекции. 1976. Т. 58. Вып. 2. С. 83–109.
8. *Knupffer H., Terentyeva I., Hammer K., Kovaleva O., Sato K.* Ecogeographical diversity – a Vavilovian approach. In book: Diversity in barley (*Hordeum vulgare*). Development in plant genetics and breeding. V. 7. 2003. P. 53–76
9. *Loskutov I. G.* Vavilov and his Institute. A history of the world collection of plant resources in Russia. IPGRI. Rome. Italy. 1999. 190 p.

I. G. LOSKUTOV

A. YA. TROFIMOVSKAYA AND THE DEVELOPMENT OF RESEARCH WORK AT THE CEREALS DEPARTMENT

Summary

Prof. A. Ya. Trofimovskaya has been in charge of the Cereals Department (at present, the Department of Oat, Rye and Barley Genetic Resources) for a long time and laid down principles and developed approaches for studying all the diversity of barley and oat. At present, theoretical investigations performed at the Department are aimed at developing phylogenetic approaches and methods for efficient use of the identified genetic diversity and disclosing regularities in variability and inheritance of the most important breeding traits. The results of research activities and ample initial material facilitate the solution of such problems in barley and oat breeding as resistance to main dis-

eases, earliness, short stem, drought resistance, grain quality and grain productivity. Genetic collections with the identified genes responsible for a wide range of economically important traits have been created at the Department and currently their investigation is underway. The promising screened and developed materials are handed over to breeding centers for the use in barley and oat breeding programs.

О. С. Афанасенко

**РОЛЬ А. Я. ТРОФИМОВСКОЙ В РАЗВИТИИ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПО ИММУНОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ ЯЧМЕНЯ
ИЗ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ ЭВОЛЮЦИИ**

В середине 70-х годов XX века в некоторых регионах России и, особенно в Прибалтийских республиках, было отмечено нарастание распространенности и вредоносности сетчатой пятнистости ячменя, вызываемой грибом *Pyrenophora teres* Drechs. В настоящее время сетчатая пятнистость является самым распространенным заболеванием ячменя, отмеченным повсеместно в ареале возделывания культуры. В зонах достаточного увлажнения эпифитотии сетчатой пятнистости происходят с частотой 1 раз в 3–4 года. В таких регионах особое значение приобретают сорта ячменя устойчивые к патогену.

В ВИЗР в середине 70-х годов была начата работа по изучению особенностей микроэволюционных процессов в популяциях *P. teres* и поиску источников устойчивости к болезни. Широкомасштабные исследования устойчивости к болезни образцов ячменя из генетических центров происхождения были инициированы А. Я. Трофимовской [8]. Предпосылкой к изучению устойчивости к *P. teres* ячменей из древнейших очагов эволюции явились работы Н. И. Вавилова [1, 2], в которых он впервые указал на то, что иммунитет растений к инфекционным заболеваниям исторически сложился на родине хозяина и паразита. П. М. Жуковский продолжая и развивая теорию иммунитета сформулировал концепцию сопряженной эволюции хозяина и паразита на их совместной родине [3, 4]. За период совместной работы с А. Я. Трофимовской нами было исследовано около 3000 образцов коллекции ячменя ВИР из 7 генетических центров происхождения (по Н. И. Вавилону): Абиссинского, Восточноазиатского, Переднеазиатского, Средиземноморского, Центральноазиатского, Европейско-Сибирского и Новосветского. Подбор образцов ячменя для изучения устойчивости к сетчатой пятнистости осуществлялся Александрой Яковлевной по принципу первоочередного исследования наиболее интересных по другим селекционным признакам образцов. Ранее, исследованиями ВИР из аборигенных ячменей Эфиопии были выделены доноры устойчивости к пыльной головне, желтой ржавчине и мучнистой росе, активно используемые в селекционной работе во многих странах мира [7]. В группу изучаемых были также отнесены ультраскороспелые образцы (признак характерный для некоторых образцов из Эфиопии), с повышенным содержанием белка и лизина, крупнозерные.

В своей ранней работе Н. И. Вавилов считал Эфиопию с прилегающими районами Эритреи Абиссинским первичным очагом происхождения. По мере наложения новых фактов он пришел к заключению, что эта территория, по-видимому, является вторичным центром формообразования ячменя, изолированным от главной линии его развития. Особое внимание Н. И. Вавилов уделял иммунитету ячменя Абиссинского генцентра к таким болезням как пыльная головня, желтая и стеблевая ржавчина, полосатый гельминтоспориоз. Большое количество устойчивых образцов среди ячменей из Эфиопии к *P. teres* и *Septoria passerinii* было выделено в условиях Канады [14]. Среди образцов этого генцентра нами выделено более 20 высокоустойчивых к различным популяциям возбудителя образцов (10,3% от числа изученных). Среди этих устойчивых образцов коллекции отмечено разнообразие по составу ботанических разновидностей, свойственное этому генцентру. Последние исследования [10] генетического разнообразия ячменей, возделываемых фермерами в Эритрее, с использованием

SSR маркеров показало высокую гетерогенность посевов. Только 2 колоса из 240, собранных с 24 фермерских полей были идентичны по SSR маркерам. Эти данные свидетельствуют, что район Эритреи продолжает оставаться центром интенсивных микроэволюционных процессов в популяциях как хозяина, так и паразита. Следует отметить, что устойчивость образцов из Абиссинского генцентра отличается высокой экспрессией признака. Тип реакции на инокуляцию изолятами *P. teres* устойчивых образцов чаще всего соответствовал баллу «1». Были выявлены высокоустойчивые к различным популяциям патогена образцы: к-25273 (CI 5791), к-25274 (CI 9819), к-18832, к-8727, к-21849 (с повышенным содержанием белка и лизина в зерне) и др. Образец CI 9819 в условиях Северо-Запада России [6] и Западной Сибири [5] отличался крупным зерном и повышенным содержанием белка (на уровне сорта *Niproly*), что свидетельствует о перспективности использования данного сортообразца в селекции кормового ячменя. Анализ дигаплоидов, с использованием 6 типов ДНК-маркеров, позволил выявить у этого образца один доминантный ген, эффективный против восьми изолятов из США, Великобритании, Финляндии и Канады в хромосоме 6Н и гены с более слабой экспрессией только против отдельных изолятов в хромосомах 1Н, 2Н, 3Н, 5Н и 7Н [13]. Такие же результаты, свидетельствующие о сложном генетическом контроле устойчивости, были получены с использованием нескольких изолятов гриба при традиционном генетическом анализе устойчивости и других образцов из Эфиопии (к-25275, к-8755, к-8721, к-21849, к-21914, к-8695, к-25273 и к-20921). По-видимому, эти данные демонстрируют результат коэволюции растения-хозяина и паразита на их совместной родине: популяции растений-хозяев и их патогенов находятся в состоянии сбалансированного полиморфизма, обуславливающего возможность их совместного существования. Специфичные против определенных изолятов гены относятся к числу утративших свою эффективность против большинства особей составляющих популяцию, но сохранивших ее против определенной части. Не исключено, что выявленные частично эффективные гены, могут контролировать также и горизонтальный тип устойчивости [15].

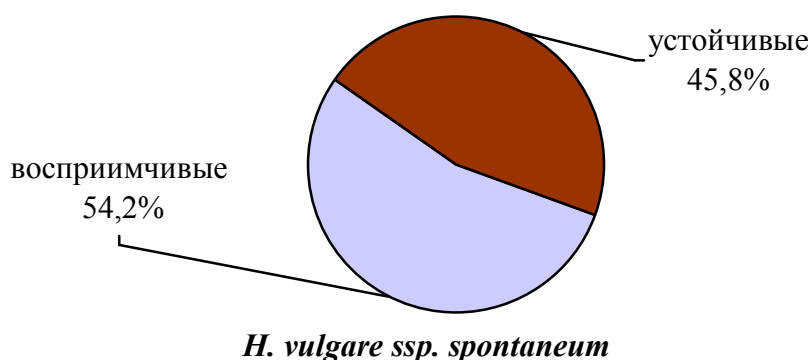
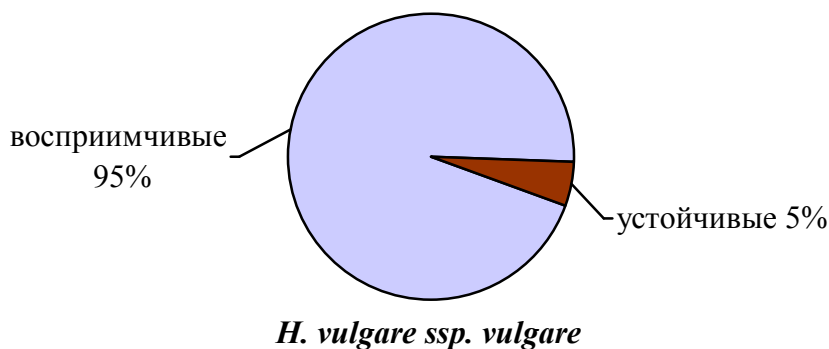
Восточноазиатский генцентр включает по Н. И. Вавилову современную территорию Китая и Японии. В своих ранних работах он объединяет их под названием Юго-Восточной Азии. Н. И. Вавилов отмечал наличие эндемичных форм ячменя, присущих только этому региону, а также ценные иммунологические свойства в отношении пыльной головни и мучнистой росы при восприимчивости к видам ржавчины. При изучении устойчивости 877 образцов из Восточноазиатского генцентра нами выделены 51 высокоустойчивых к *P. teres* образцов (8,7% от числа изученных).

В своих последних работах Н. И. Вавилов усилил значение эволюции культурного ячменя в Переднеазиатском генцентре, включая Малую Азию, Сирию, Палестину, Трансиорданию, Месопотамию, Закавказье. Вертикальная зональность и разнообразие природно-климатических факторов способствовали экологической дифференциации ячменей Передней Азии. На этой территории насчитывается 8 агроэкологических групп культурного ячменя (*sp. Hordeum vulgare* L.), 3 экотипа сорно-полевого ячменя (*H. spontaneum* Koch.) и 12 видов дикорастущего ячменя (subgenus *Hordeastrum*). В наших исследованиях среди ячменей первичного Переднеазиатского генцентра наиболее широко были представлены староместные сорта-популяции из Турции. Из 310 образцов Турции и республик Закавказья выделено 2,9% высокоустойчивых. Наши исследования согласуются с результатами других авторов о повышенной устойчивости ячменей из Турции [12]. При сравнительном изучении устойчивости к *P. teres* аборигенных и культурных ячменей из Турции и Иордании выявлено 21,8 % и 0,5 % устойчивых форм, соответственно [11].

Большое число высокоустойчивых образцов выделено также среди ячменей Средиземноморского, Центральноазиатского и Европейско-Сибирского генцентров: 5,0; 3,5 и 2,6%, соответственно.

Анализ устойчивости около 300 образцов культурного *H. vulgare* ssp. *vulgare* и 400 дикого *H. vulgare* ssp. *spontaneum* ячменей из Израиля (Средиземноморский генцентр) к возбудителю сетчатой пятнистости показал, что почти 50% образцов дикого ячменя были ус-

тойчивы к возбудителю, тогда как среди культурного ячменя выявлено только 5% устойчивых форм (рис. 1). Дикий ячмень *H. vulgare* ssp. *spontaneum* является резерватом инокулюма сетчатой пятнистости [9, 16], что имеет существенное значение в сопряженной эволюции растений-хозяев и патогена. Микроэволюционные процессы, по-видимому, наиболее интенсивно проходят при взаимоотношении дикой популяции *H. vulgare* ssp. *spontaneum* и *P. teres*. Следовательно, среди ячменей ssp. *spontaneum* следует искать новые гены устойчивости к паразиту.



Количество устойчивых к *P. teres* образцов *Hordeum vulgare* ssp. *vulgare* и *H. vulgare* ssp. *spontaneum*
The number of *P. teres* resistant accessions of *Hordeum vulgare* ssp. *vulgare* and *H. vulgare* ssp. *spontaneum*

Современный сортимент Новосветского генцентра (Северная и Южная Америка) связан с интродукцией сортов из различных стран мира и последующей целенаправленной селекцией. Обращает на себя внимание повышенная устойчивость ячменей Южной Америки и, в частности Перу, на формирование которых оказали влияние сорта Средиземноморья, особенно Испании. Четыре образца из Перу (к-30336, к-30349, к-30338, к-30328) оказались высокоустойчивыми к различным географическим популяциям паразита.

Не выявлена приуроченность устойчивости к *P. teres* к какой-либо одной или группе ботанических разновидностей культурного ячменя. Устойчивые формы обнаружены среди двурядных и шестирядных, пленчатых и голозерных ячменей.

Дальнейшая работа позволила определить эффективности специфической устойчивости, выявленных в результате совместных исследований с А. Я. Трофимовской, устойчивых образцов ячменя. Критерием эффективности устойчивости является показатель числа вирулентных изолятов в различных географических популяциях *P. teres*. Этот показатель в различные годы исследований определен нами для более чем 260 образцов ячменя к более чем

50 популяциям патогена. Для примера приведены данные изучения эффективности устойчивости 4-х образцов ячменя к различным популяциям *P. teres* (табл. 1). Данные таблицы свидетельствуют, что к образцу к-15812 в 4-х популяциях возбудителя сетчатой пятнистости не выявлены вирулентные изоляты, тогда как в семи других их было 1,9–9,5%. То же можно отметить и для других образцов.

Эффективность устойчивости к различным популяциям *P. teres* четырех образцов ячменя (2001–2003 гг.)
Efficiency of resistance to *P. teres* populations in 4 barley accessions (2001–2003)

Происхождение популяций	Всего изучено изолятов	Число вирулентных изолятов к образцам (номер по каталогу ВИР)			
		Эфиопия		Китай	
		23874	19979	15812	15811
Приморье	52	0	0	1,9	0
Фаленки (Урал)	46	4,3	6,5	8,6	4,4
Луга (Ленинградская обл.)	31	3,2	3,2	9,5	0
Рождествено (Ленинградская обл.)	58	0	1,72	8,6	0
Выборг (Ленинградская обл.)	30	0	0	0	0
Псков	34	0	8,8	8,8	0
Кромержиж (Чехия)	34	5,8	0	5,8	0
Йокиоинен (Финляндия)	74	0	2,7	0	4,05
Ашерслебен (Германия)	32	0	0	0	0
Дания (район неизвестен)	32	0	0	6,25	0
Свалев (Швеция)	12	0	0	0	0

Высокоэффективная устойчивость к различным популяциям *P. teres* является косвенным показателем потенциальной способности сорта длительно сохранять устойчивость.

Таким образом, благодаря совместной работе с А. Я. Трофимовской нам удалось впервые охарактеризовать по устойчивости к сетчатой пятнистости образцы ячменя из генетических центров происхождения культуры. Выявлен разнообразный по географическому происхождению и ботаническому составу генофонд устойчивости к *P. teres*. Эти работы послужили основой для последующего цикла работ по определению генетической детерминации устойчивости ячменя к возбудителю сетчатой пятнистости и созданию коллекции доноров устойчивости. Тесное сотрудничество лаборатории иммунитета растений к болезням ВИЗР и отдела генетических ресурсов ячменя и овса ВИР, основанное Александрой Яковлевной в середине 70-х годов 20 века продолжает развиваться и в настоящее время. Я благодарна судьбе за то, что мне удалось учиться и работать с выдающимся ученым, главным «ячменником» страны профессором Александрой Яковлевной Трофимовской.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вавилов Н. И.* Законы иммунитета растений к инфекционным заболеваниям // В кн.: Избр. произв. т. 2. Л., "Наука". 1967. 430 с.
2. *Вавилов Н. И.* Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям// М.-Л., "Сельхозгиз". 1935. 500 с.
3. *Жуковский П. М.* Взаимоотношения между хозяином и грибным паразитом на их родине и вне ее// Вестник с.-х. науки. 1959. № 6 С. 25–34.
4. *Жуковский П. М.* Теория физиологического иммунитета Н.И. Вавилова и ее современное развитие// В кн.: Вопросы географии культурных растений и Н. И. Вавилов. М.-Л., "Наука". 1966. С. 32–35.
5. *Заушишница А. В.* Селекция ярового ячменя в условиях Кузнецкой котловины Западной Сибири. СПб. 2001 г.
6. *Радюкевич Т. Н., Иванова Н. В., Афанасенко О. С.* Селекционная ценность образцов ярового ячменя – источников устойчивости к сетчатой пятнистости в условиях Северо-Западного региона России // Вестник защиты растений. № 2. 2002. С. 63–66.
7. *Трофимовская А. Я.* Ячмень. Л., 1972. С. 20–36.
8. *Трофимовская А. Я., Афанасенко О. С.* Источники устойчивости ячменя к возбудителю сетчатой пятнистости (*Drechslera teres*)// Доклады ВАСХНИЛ. 1983. № 3. С. 19–21.
9. *Brown M. P., Steffenson B. J., Webster R. K.* Host range of *Pyrenophora teres* f. *teres* isolates from California // Plant Dis. 1993. V. 77. N 9. P. 942–947.
10. *Jahoor A., Orabi J., Wolday A., Yahyaoui A., Backes G.* Genetic diversity in barley collected from farmers fields in Eritrea//Proceedings of the 3rd International Workshop on Barley Leaf Blights. Edited by T. K. Turkington, D. D. Orr, and K. Xi. July 23–27. University of Alberta Conference Centre, Edmonton, Alberta, Canada. 2006. P. 46.
11. *Jana S., Bailey K. L.* Responses of wild and cultivated barley from West Asia to net blotch and spot blotch// Crop Science. 1995. V. 35. N1 . P. 242–246.
12. *Khan T. N., Boyd W. J.* Genetics of host resistance to net blotch in barley// in: Barley Genetics. II. R.A. Nilan, ed. Washington State University Press, Pullman, 1971. P. 484–492.
13. *Manninen O., Jalli M., Kalendar R., Schulman A., Afanasenko O., Robinson J.* Genetic mapping of major and minor resistance genes in barley against an array of *Pyrenophora teres* f. *teres* isolates// Abstracts of Symposium "Durable Disease Resistance" Wageningen, The Netherlands, November 28-December 1. 2000. P. 83.
14. *Metcalf D. K., Chiko A. W., Martens J. W., Tekauz A.* Reaction of Ethiopian barleys to Canadian barley pathogens// Can. J. of Pl. Sci., 1978. V. 58. N 3. P. 885–890.
15. *Sidhu G. S.* Concept of major and minor genes in plant parasitic systems// XV Int. Cong. Genet. New Delhi, Dec. 12–21. 1983. P. 75–77.
16. *Singh S.* Biotic factors affecting barley net blotch epidemiology// Indian Phytopathol. 1962. V. 15. N 3/4. P. 195–202.

O. S. AFANASENKO

THE ROLE OF A. YA. TROFIMOVSKAYA IN THE DEVELOPMENT OF RESEARCH ON IMMUNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF BARLEY FROM THE CENTRES OF GENETIC EVOLUTION

Summary

The paper considers the role of A. Ya. Trofimovskaya in the development of research on net blotch resistance in barleys from the centers of origin. As a result of joint activities, about 3000 accessions from the VIR barley collection originating from 7 centers of origin have been studied. Material had been selected by A. Ya. Trofimovskaya according to the principle of studying the accessions with other interesting breeding traits in the first place. As a result, geographically and botanically different germplasm with resistance to *P. teres* has been identified. These works have laid grounds for investigating genetic determination of resistance to the net blotch causative agent and creating a collection of donors of resistance.

Н. Б. Тюпа,
Е. С. Ким,
И. Г. Лоскутов,
А. В. Родионов

К ПРОИСХОЖДЕНИЮ ПОЛИПЛОИДОВ В РОДЕ *AVENA* L.: МОЛЕКУЛЯРНО-ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Чтобы выяснить какой из диплоидных видов мог стать потенциальным донором Генома С у полиплоидных видов рода *Avena* L. (овёс), мы секвенировали последовательности ITS1 и ITS2 ядерных генов 45S рРНК тетраплоидных, *A. magna* (syn. *A. maroccana*) (ААСС или ССDD), *A. murphyi* (ААСС или ССDD), *A. insularis* (ААСС или ССDD), *A. vaviloviana* (ААВВ), *A. barbata* (ААВВ), *A. agadiriana* (ААВВ), гексаплоидных, *A. fatua* (ААССDD), *A. sativa* (ААССDD), *A. occidentalis* (ААССDD), а также ITS диплоидных видов овса *A. strigosa* (АsАs), *A. prostrata* (АpАp). Методом SCAR-анализа с использованием оригинальных, разработанных нами праймеров, специфичных для ITS С-геномов, показано, что наиболее вероятным предком, передавшим тетраплоидам *A. magna*, и *A. murphyi* и гексаплоидам *A. sativa* и *A. occidentalis* субгеном С был вид *A. ventricosa*.

Ключевые слова: *Poaceae*, *Aveneae*, кариотип, геном, эволюция хромосом, внутренние транскрибируемые спейсеры, nrRNA

ВВЕДЕНИЕ

Детальный сравнительный анализ кариотипов различных представителей рода *Avena*, показал, что у диплоидных и полиплоидных видов хромосомные наборы полиморфны. У диплоидов встречаются несколько вариантов генома А и два типа генома С (*A. ventricosa* и *A. bruhsiana* имеют кариотип Сv, *A. pilosa* и *A. clauda* – Ср [4, 27, 29, 33]. Варианты геномов А (табл. 1.) различаются по числу акроцентрических хромосом. Геномы Ср и Сv имеют различное количество спутничных хромосом: в геномах Ср – две пары спутничных хромосом, в Сv – одна. Для С-геномов диплоидов характерны ярко выраженная асимметричность хромосом, особый «диффузный тип» С-окрашивания, придающий хромосомам С-генома более темную, в сравнении с хромосомами А-геномов окраску, преимущественно интерстициальное положение С-блоков, особое положение генов 45S и 5S рРНК [8, 16, 33], специфичные, характерные только для С-геномов повторяющиеся последовательности ДНК [14, 16, 27], со специфичными паттернами AFLP и RAPD- маркеров [2, 13, 17] и спектром запасных белков-авенинов [8]. Диплоиды с С-геномами и А-геномами различаются по набору мутаций в ITS и ETS [3, 31, 32].

Тетраплоиды *A. barbata*, *A. vaviloviana* и *A. abyssinica* имеют кариотип АВ. К этой группе видов относится и *A. agadiriana*, однако кариотип этого вида своеобразен, вид, по видимому, имеет особое происхождение [4, 8, 27]. Есть все основания считать, что геном В является модификацией генома А [27, 29], поэтому он иногда обозначается как А'. Геномы А и В могут быть разделены по особым геномспецифичным повторам [21, 23]. Обычно считают, что *A. magna* и *A. murphyi* несут геномы А и С [1, 9], а тетраплоид *A. insularis*, возможно, имеет особую геномную конституцию – CD [1, 25, 29]. Геном D является видоизменённым геномом А, и его иногда обозначают А" [28, 29]. Недавно Шелухина и соавт. (2007, 2008) убедительно показали, что геномы *A. insularis*, *A. magna* и *A. murphyi* не различаются ни по особенностям дифференциального окрашивания, ни по локализации генов рРНК и предложили считать эти виды тетраплоидами с геномами типа CD. Еще один тетраплоид *A. macrostachya* является автотетраплоидом с геномом Cm [3, 26, 31].

Кариотипы гексаплоидных видов *A. fatua*, *A. sterilis*, *A. ludoviciana*, *A. sativa*, *A. byzantina* и *A. occidentalis* состоят из трех типов геномов – их конституция ААССDD [1, 9,

29]. При проведении геномной *in situ* гибридизации (GISH) геномы А и D гексаплоидов не различаются, в то время как геном С определенно иного происхождения [11, 27].

Таким образом, геном В представлен только на тетраплоидном уровне, геном D – на гексаплоидном и на тетраплоидном уровнях, а геномы А и С представлены на всех уровнях пloidности.

Отличия кариотипов на гексаплоидном уровне мало по сравнению с разнообразием кариотипов на диплоидном и тетраплоидном уровнях, все гексаплоиды, по-видимому, возникли в результате межвидовой гибридизации между видами с геномом CD из круга родства *A. insularis*, *A. magna* и *A. murphyi* и неизвестным видом с геномом типа А [8]. Геномное секвенирование ITS последовательностей диплоидных и полиплоидных видов *Avena* показывает, что по ITS геномы А, В и D не отличимы друг от друга, но определенно отличаются от геномов типа С. При этом у полиплоидов обнаруживались только ITS геномы типа А(В, D) [3, 32], что согласуется с результатами цитогенетических исследований – FISH показывает, что С-субгеномы полиплоидов потеряли большую часть рДНК, на них удается выявить только слабые 45S рДНК-позитивные сигналы [7, 8, 11, 18, 22]. Для того, чтобы секвенировать последовательности ITS С-субгеномов полиплоидов, и тем самым определить от какого из диплоидных видов с геномами типа С произошли полиплоидные виды рода *Avena* мы, отталкиваясь от результатов нашего предыдущего исследования (Родионов и др., 2005), сконструировали праймеры, специфичные для геномов типа С, амплифицировали и секвенировали последовательности ITS1 и ITS2 ядерных генов 45S рРНК С-субгеномов тетраплоидных видов *A. magna*, *A. murphyi*, *A. insularis* и гексаплоидных видов *A. fatua*, *A. sativa*, *A. occidentalis*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Список исследованных видов представлен в табл. 1.

Выделение геномной ДНК производилось по методу [12] с модификациями [3]. Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили с использованием праймеров ITS1F cttggcatttagaggaagtaa [19] и ITS4 tcctccgctattgatatgc [36]. Протокол реакции амплификации: 10' 97°C; 35 циклов: 1' 94; 1' 48; 1' 72; 10' 72°C. На основе результатов нашего предыдущего исследования [3] мы сконструировали праймеры M13R-сAvenaITS1F и M13R-сAvenaITS2R, комплементарные участкам ITS1 и ITS2, по которым С-геномы отличались от А-геномов. Эти олигонуклеотиды были соединены с универсальными праймерами вектора M13 [30]: M13R-сAvenaITS1F (gtaaacgacggccagt (M13F)-cgacgcgttatctatccg) и M13R-сAvenaITS2R (aggaaacagctatgaccat (M13R)-caccgttcaaagggtctacg). Протокол реакции амплификации: 10' 94°C; 30 циклов: 30" 94°C; 30" 62°C; 30" 72°C; 10' 72°C. Секвенирование по Сэнжеру и соавт. (1977) производилось на базе фирмы ООО «Омникс» (Санкт-Петербург). Последовательности депонированы в ГенБанк (www.ncbi.nlm.nih.gov) (табл. 1). Сравнительный анализ нуклеотидных последовательностей проводили с использованием пакета программ MEGA v. 4 [35]. В анализ были также включены полученные нами ранее последовательности: *A. clauda*–AY522432, *A. macrostachya*–AY522433, *A. pilosa*–AY530162, *A. sativa*–AY520821, *A. sterilis*–DQ364236, *A. ventricosa*–AY522437 [3] и *A. abyssinica*–DQ092754, *A. byzantina*–DQ092755, *A. damascena*–AY881171, *A. fatua*–DQ092756 и *A. ludoviciana*–DQ406585 [5], *Arrhenatherum elatius*–AEL96883 [20].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Секвенированные последовательности включали ~18S рДНК– ITS1–5.8S рДНК–ITS2–26S рДНК~ (с праймеров ITS1F и ITS4), ~ITS1–5.8S рДНК–ITS2~ (с праймеров M13F-сAvenaITS1F и M13R-сAvenaITS2R). Последовательность 5.8S рДНК во всех случаях имела длину 164 п.н. Длина ITS1 составила 219–220 п.н., ITS2 – 213–215 п.н. При сравнении последовательностей ITS1 с 60 н. по 219 н. было выявлено 23 значимых позиций (табл. 2). Независимо от пloidности все 5 исследованных видов, содержащих в кариотипе геном С, показали

сходную картину нуклеотидных замен, характерную для диплоидных видов с геномом С (далее «виды с геномом С») и тетраплоида *A. macrostachya*. В положениях 64, 68, 73, 79, 105, 114, 133, 138, 167, 170, 173, 174, 177, 195 и 199 нуклеотиды были гомологичные нуклеотидам, характерным для видов с геномом С. В положениях 101 и 204 выявлены специфические для С генома трансверсии (С?А и G?Т), а в 188 положении – транзиция (G?А) у *A. fatua* или наличие двойных пиков R=G/А и K=G/Т, за исключением *A. murphyi*. В позициях 112 и 187 на хроматограммах обнаружен внутригеномный полиморфизм, характерный для *A. sativa*, *A. murphyi* и *A. occidentalis*. В положении 116 у *A. murphyi* и в положении 188 у *A. fatua* имеются видоспецифические замены. 187 и 190 позиции сближают С-геном полиплоидов с *A. ventricosa*. Позиции 104 и 190 у исследованных полиплоидов несут замены, характерные для геномов А. В позиции 105 однозначного разделения между геномами не наблюдается.

Т а б л и ц а 1. Список секвенированных последовательностей ITS1–5.8S–ITS2 *Avena*, депонированных в базе данных NCBI

Table 1. List of the sequenced *Avena* ITS1–5.8S–ITS2 sequences deposited in the NCBI database

Вид	Геномный состав, число хромосом	Номер образца по каталогу ВИР, страна происхождения	Индекс в базе GeneBank
<i>A. strigosa</i> Schreb.	A _s A _s 2n=2x=14	к-9888 (Великобритания)	DQ435067
<i>A. prostrata</i> Ladiz.	A _p A _p 2n=2x=14	к-2055 (Испания)	AY881173
<i>A. agadiriana</i> Baum et Fedak	AABB? 2n=4x=28	к-2074 (Марокко)	DQ341306
<i>A. vaviloviana</i> (Malz.) Mordv.	AABB 2n=4x=28	к-12 (Эфиопия)	AY881170
<i>A. barbata</i> Pott	AABB 2n=4x=28	к-237 (Азербайджан)	AY881169
<i>A. magna</i> Murphy et Ter.	AACC 2n=4x=28	к-144 (Марокко)	AY881168
		к-1786 Марокко	*FJ794721
<i>A. murphyi</i> Ladiz.	AACC 2n=4x=28	к-1897 Марокко	DQ364235
		к-1986 Испания	*FJ794722
<i>A. insularis</i> Ladiz.	CCDD? 2n=4x=28	к-2067 Италия	FJ794723
<i>A. occidentalis</i> Dur.	AACCCDD 2n=6x=42	к-1785 Канарские о-ва (Испания)	AY881167
			*FJ794720
<i>A. sativa</i> L.	AACCCDD 2n=6x=42	к-11480 Болгария	*FJ794718
<i>A. fatua</i> L.	AACCCDD 2n=6x=42	к-30 Россия	*FJ794719

В последовательности ITS2 (участок 1-158) были выявлены изменения в 21 позиции, в 15 из которых нуклеотиды С-генома полиплоидов совпадают с нуклеотидами, характерными для геномов диплоидных видов с геномом С (табл. 2). Позиции 20, 71, 102 и 125 сближают С-геном полиплоидов с видами *A. ventricosa* и *A. macrostachya*. 18-я позиция имеет видоспецифическую замену, характерную только для *A. ventricosa* и С-генома полиплоидов, за исключением *A. murphyi*. Интересна позиция 158: нуклеотид в этом положении в последовательностях ITS, амплифицированных с помощью С-геном-специфичных праймеров был таким же, как в ITS диплоидов с С-геномом, а в последовательностях ITS полиплоидных ви-

дов, амплифицированных методом геномного секвенирования с универсальных праймеров ITS1F и ITS4, этот сайт был полиморфным – в этом случае выявлялись варианты замен, характерные как для А-, так и для С-геномов. Недавно открытые виды *A. insularis* и *A. agadiriana* имеют в своем кариотипе геномы А-типа.

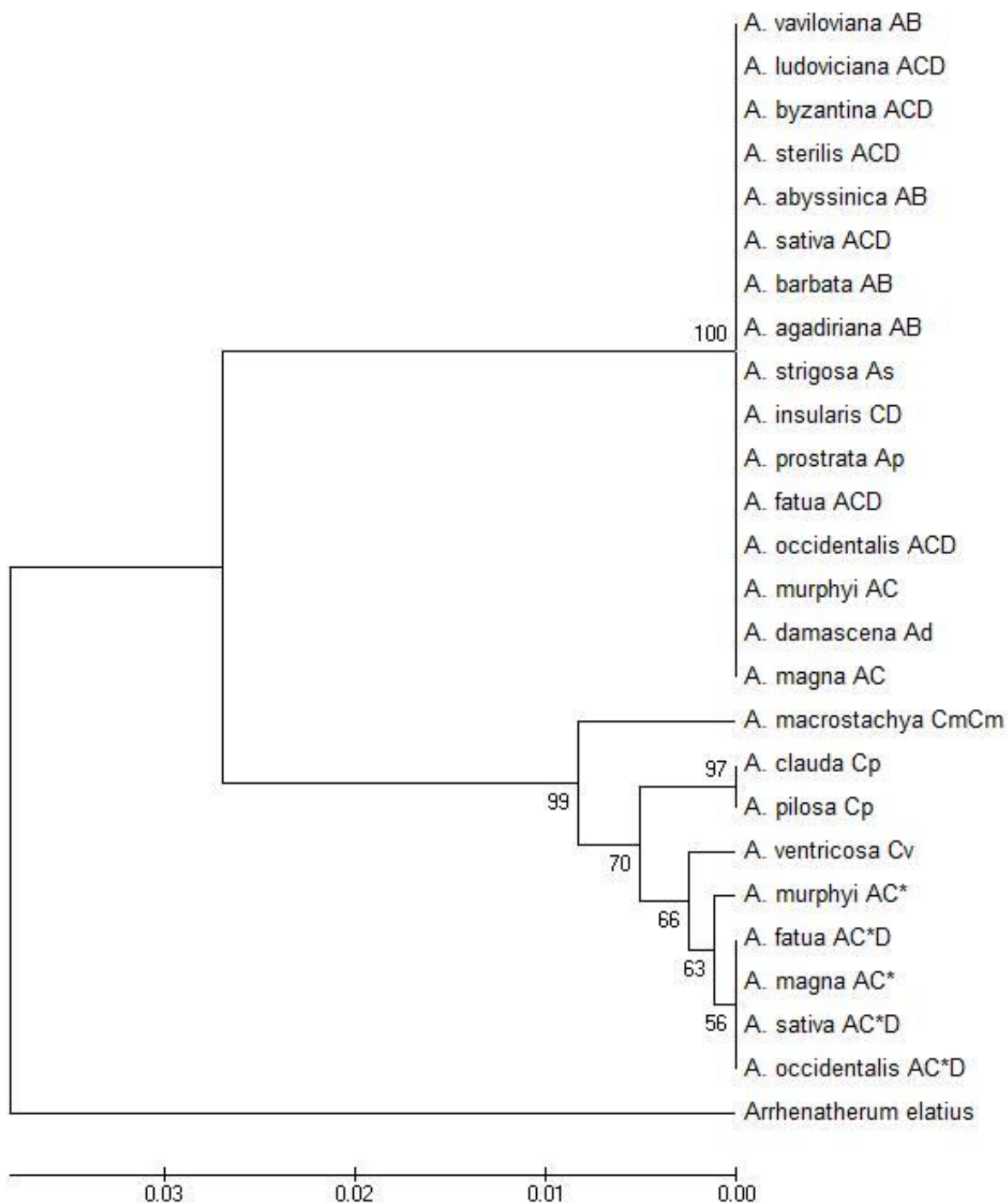
Результаты прямого секвенирования ITS-последовательностей диплоидных видов рода *Avena* с А-геномами и с С-геномами показали, что эти геномы различаются по многим позициям. Можно было бы ожидать, что у полиплоидных видов с кариотипами АС и АСD на хроматограммах будут наблюдаться полиморфные сайты, отражающие одновременное присутствие в этой позиции 2-х разных нуклеотидов в позициях, по которым геномы А и С различаются. Однако в большинстве случаев на хроматограммах обнаруживаются только нуклеотиды, характерные для геномов А-типа.

Это говорит о присутствии в полиплоидных геномах *Avena* преимущественно генов 45S рРНК геномов типа А. Гены 45S рРНК типа С у полиплоидов представлена лишь в минорных количествах, что хорошо совпадает с результатами экспериментов, где авторы картируя, гены 45S рРНК в кариотипах полиплоидов методом FISH, показали, что у полиплоидов с кариотипами ААСС и ААССD наиболее сильные сигналы гибридизации обнаружены на хромосомах А и D-субгеномов, а на хромосомах С-субгеномов сигналы не обнаруживаются, в то время, как хромосомы С-субгеномов утратили все или почти все гены 45S рРНК – на них располагаются только минорные сайты гибридизации или гибридизационных сигналов нет [7, 8, 16, 22]. Такого рода явления характерны для генов рРНК полиплоидов [10, 24].

На основании рассчитанных р-расстояний между видами по результатам секвенирования последовательностей ITS1 и ITS2, с использованием методов ближайшего соседа, метода максимальной парсимонии и метода UPMGA, были построены филогенетические деревья, отражающие наиболее вероятные топологии филогенетического древа всех исследованных нами видов рода *Avena*. Все они имели одинаковую топологию. Одно из них представлено на рисунке.

Как показано нами и другими исследователями ранее, виды с геномами А (включая полиплоиды, вне зависимости от наличия других геномов) и диплоидные виды с геномами С формируют отдельные клады в пределах рода *Avena* (bootstrap = 100), т.е. диплоидные виды с геномами С составляют сестринскую группу *Avena* с геномами А, АВ, АС, АСD [3, 32]. Эти данные хорошо совпадают с результатами сравнительного анализа RAPD и AFLP – паттернов диплоидных видов овсов с геномами А и С, где они также формируют две отдельные клады [2, 13]. Нам и, независимо, N. Nikolaudakis и A. Katsiotis [31], используя два разных набора праймеров, специфичных для ITS С-геномов, удалось выявить в составе геномов полиплоидов наряду с ITS-последовательностями А-типа минорные и неидентифицируемые обычным способом ITS-последовательности С-типа. На основании наших данных и данных греческой группы исследователей [31] можно заключить, что донором С-субгенома тетраплоидов и гексаплоидов являлся диплоидный вид *A. ventricosa*.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 09-04-01469-а и Программы «Динамика генофондов».



Филогенетические взаимоотношения между последовательностями ITS видов рода *Avena*, рассчитанные на основании сравнения индексов генетических р-расстояний между последовательностями ITS1-5.8S-ITS2 методом UPGMA, 1000 итераций бутстрэп
Phylogenetic relations between ITS sequences in the genus *Avena* calculated on the basis of comparing the genetic distance indices for ITS1-5.8S-ITS2 by the UPGMA method, 1000 bootstrap iterations

C* - последовательности ITS C-субгеномов полиплоидов, амплифицированные и секвенированные с помощью разработанных нами праймеров M13R-cAvenaITS1F (gtaaacgacggccagt(M13F)-cgcacgcgttatctatccg) и M13R-cAvenaITS2R (aggaaacagctatgacat(M13R)-cacggtcaagggtctacg)

ЛИТЕРАТУРА

1. Лоскутов И. Г. Межвидовые скрещивания в роде *Avena* L. // Генетика. 2001. Т. 37. № 5. С. 581–590.
2. Перчук И. Н., Лоскутов И. Г., Окуно К. Изучение видового разнообразия овса с использованием RAPD-анализа // Аграрная Россия. 2002. № 3. С. 41–44.
3. Родионов А. В., Тюна Н. Б., Ким Е. С., Мачс Э. М., Лоскутов И. Г. Геномная конституция автотетраплоидного овса *Avena macrostachya*, выявленная путем сравнительного анализа последовательностей ITS1 и ITS2: к вопросу об эволюции кариотипов овсов и овсюгов на ранних этапах дивергенции видов рода *Avena* // Генетика. 2005. Т. 41. №5. С. 646–656.
4. Родионова Н. Г., Солдатов В. Н., Мережко В. Е. и др. Овес // Культурная флора. 1994. Т. II, ч. 3. – 368 с.
5. Тюна Н. Б. Кариосистематическое и молекулярно-филогенетическое исследование дикорастущих представителей рода *Avena* L. Автореф. \Дисс... уч. степени канд. биол. наук. СПб. 2006. 152 с.
6. Шелухина О. Ю. Хромосомное и молекулярное маркирование видов рода *Avena* L. Дисс. ... канд. биол. наук. Москва. 2008, 195 с.
7. Шелухина О. Ю., Бадаева Е. Д., Лоскутов И. Г. и др. Сравнительное цитогенетическое исследование тетраплоидных видов овса с АС-геномным составом: *A. insularis*, *A. magna* и *A. murphyi* // Генетика. 2007. Т. 43. № 6. С. 747-761.
8. Шелухина О. Ю., Бадаева Е. Д., Брежнева Т. А. и др. Сравнительное исследование диплоидных видов рода *Avena* L. с использованием цитогенетических и биохимических маркеров: *A. pilosa* М.В. и *A. clauda* Dur. // Генетика. 2008. Т. 44. № 9. С. 1246-1251.
9. Baum B. R., Rajhathy T. A study of *Avena macrostachya* // Can. J. Bot. 1976. Vol. 54. P. 2434–2439.
10. Blattner P.R. Phylogenetic analysis of *Hordeum* (*Poaceae*) as inferred by nuclear rDNA ITS sequences // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2004. Vol. 33. P. 289-299.
11. Chen Q., Armstrong, K. Genomic in situ hybridization in *Avena sativa* // Genome. 1994. Vol. 37. P. 607–612.
12. Doyle J. J., Doyle J. L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue // Phytochem. Bull. 1987. V. 19. P. 11–15.
13. Drossou A., Katsiotis A., Leggett J. M. et al. Genome and species relationships in genus *Avena* based on RAPD and AFLP molecular markers // Theor. Appl. Genet. 2004. Vol. 109. P. 48-54.
14. Fabjanski S., Fedak G., Armstrong K., Altosaar I. A repeated sequence probe for the C-genome in *Avena* (oats) // Theor. Appl. Genet. 1990. Vol. 79. P. 1–7.
15. Fominaya A., Vega C., Ferrer E. Giemsa C-banded karyotypes of *Avena* species // Genome. 1988. Vol. 30. P.627-632.
16. Fominaya A., Hueros G., Loarce Y. et al. Chromosomal distribution of repeated DNA sequence from C-genome heterochromatin and the identification of a new ribosomal DNA locus in the *Avena* genus // Genome. 1995. Vol. 38. P. 548-557.
17. Fu Y.-B., Williams D. J. AFLP variation in 25 *Avena* species // Theor. Appl. Genet. 2008. Vol. 117. P. 333-342.
18. Fominaya A., Hueros G., Loarce Y. et al. Chromosomal distribution of a repeated DNA sequence from C-genome heterochromatin and the identification of a new ribosomal DNA locus in the *Avena* genus // Genome. 1995. Vol. 38. P. 548-557.
19. Gardes M., Brunes T. D. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes-application to the identification of mycorrhizae and rusts // Mol. Ecol. 1993. V. 2. P. 130–138.
20. Grebenstein B., Roser M., Sauer W., Hemleben V. Molecular phylogenetic relationships in *Aveneae* (*Poaceae*) species and other grasses as inferred from ITS1 and ITS2 rDNA sequences // Plant Syst. Evol. 1998. V. 213. P. 233-250.
21. Irigoyen M. L., Loarce Y., Linares C. et al. Discrimination of the closely related A and B genomes in AABB tetraploid species of *Avena* // Theor. Appl. Genet. 2001. Vol. 103. P. 1160–1166.
22. Jellen E. N., Gill B. S., Cox T. S. Genomic in situ hybridization differentiates between A/D- and C-genome chromatin and detects intergenomic translocation in polyploidy oat species (genus *Avena*) // Genome. 1994. Vol. 37. P. 613-618.
23. Katsiotis A., Hagidimitriou M., Heslop-Harrison J. S. The close relationship between the A and B genomes in *Avena* L. (*Poaceae*) determined by molecular cytogenetic analysis of total genomic, tandemly and dispersed repetitive DNA sequences // Ann. Bot. 1997. Vol. 79. P. 103–109.

24. Kovarik A., Pires J. C., Leitch A. R. et al. Rapid concerted evolution of nuclear ribosomal DNA in two Tragopogon allopolyploids of recent and recurrent origin // Genetics. 2005. Vol. 169. P. 931–944.
25. Ladizinsky G. A new species of *Avena* from Sicily, possibly the tetraploid progenitor of hexaploid oats // Genet. Resour. Crop Evol. 1998. Vol. 45. P. 263–269.
26. Leggett J. M. A new triploid between *Avena eriantha* and *A. macrostachya* // Cereal Res. Commun. 1990. Vol. 18. P. 97–101.
27. Leggett J. M., Markhand G. S. The genomic structure of *Avena* revealed by GISH // Kew Chromosome Conference IV. 1995. P. 133–139.
28. Linares C., Ferrer E., Fominaya A. Discrimination of the closely related A and D genomes of the hexaploid *Avena sativa* L. // Pros. Natl. Acad. Sci. USA. 1998. Vol. 95. P. 12450 – 12455.
29. Loskutov I. G. On evolutionary pathways of *Avena* species // Gen. et Resour. Crop Evol. 2008. Vol. 55. P. 211–220.
30. Messing J. M13 cloning vehicles. Their contribution to DNA sequencing // Methods Mol. Biol. 1993. Vol. 23. P. 9–22.
31. Nikoloudakis N., Katsiotis A. The origin of the C-genome and cytoplasm of *Avena* polyploids // Theor. Appl. Genet. 2008. Vol. 117. P. 273–281.
32. Nikoloudakis N., Skaracis G., Katsiotis A. Evolutionary insights inferred by molecular analysis of the ITS1-5.8S-ITS2 and IGS *Avena* sp. sequences // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2008. Vol. 46. P. 102–115.
33. Rajhathy T., Thomas H. Cytogenetics of Oats (*Avena* L.) // Ottawa: Genet. Soc. Can. Misc. Publ. 1974. No. 2. P. 1–90.
34. Sanger F., Niclein S., Coulson A. R. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors // Proc. Natl Acad. Sci. USA. 1977. V. 74. P. 5463–5467.
35. Tamura K., Dudley J., Nei M., Kumar S. MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0 // Molecular Biology and Evolution. 2007. Vol. 24. P. 1596–1599.
36. White T.J., Bruns T., Lee S., Taylor J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics // PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications / Eds Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J., White T.J. San Diego: Acad. Press, 1990. P. 315–322.

N. B. TYUPA,
E. S. KIM,
I. G. LOSKUTOV,
A. V. RODIONOV

ON THE ORIGIN POLYPLOIDS IN THE *AVENA* L. GENUS: A MOLECULAR-PHYLOGENETIC INVESTIGATION

Summary

In order to identify diploid species that could serve as a potential donor of the C genome for the polyploid species of *Avena* L. (oat), the ITS1 and ITS2 sequences of nuclear 45S RNA genes from the tetraploid *A. magna* (syn. *A. maroccana*) (AACC or CCDD), *A. murphyi* (AACC or CCDD), *A. insularis* (AACC or CCDD), *A. vaviloviana* (AABB), *A. barbata* (AABB), *A. agadiriana* (AABB), hexaploid *A. fatua* (AACCCDD), *A. sativa* (AACCCDD), *A. occidentalis* (AACCCDD), as well as ITS from the diploid oat species *A. strigosa* (AsAs) and *A. prostrata* (ApAp) have been sequenced. The SCAR analysis employing original C genome ITS-specific primers (constructed by the authors) has shown that the most possible ancestor that had passed the C subgenome to the tetraploids *A. magna*, and *A. murphyi* and hexaploids *A. sativa* and *A. occidentalis*, was the species *A. ventricosa*.

ФОТОПЕРИОДИЧЕСКАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА СКОРОСПЕЛОСТЬ

Введение. Известно 7 типов фотопериодических реакций: длиннодневные, короткодневные, нейтральные, амфифотопериодические, стенофотопериодические, коротко-длиннодневные и длинно-дневные [1]. Но наибольшее распространение на земном шаре получили длиннодневные, короткодневные и нейтральные растения [2]. Так, по данным Г. А. Самыгина из 636 видов растений 50% относится к длиннодневным, 26% – к короткодневным и 20% – к нейтральным [3]. Зерновые – пшеница, ячмень, овес, тритикале относятся к длиннодневным растениям. Наблюдается устойчивая передача того или иного типа фотопериодической реакции в ряду поколений, что свидетельствует о ее наследственной обусловленности, определяемой генотипом. Однако виды и сорта, принадлежащие к этим культурам, имеют различную фотопериодическую чувствительность (ФПЧ), которая контролируется генами *Ppd* [4], Слабая ФПЧ контролируется доминантными генами *Ppd*, сильная – рецессивными аллелями генов *ppd* [5]. Слабая ФПЧ считается важным свойством современных широко адаптированных сортов со стабильно высокой продуктивностью. В большинстве случаев сорта со слабой ФПЧ – скороспелые. Для регионов России с коротким периодом вегетации необходимы скороспелые сорта, обладающие слабой ФПЧ.

Методика. Исследования проводили по одной и той же методике, на которую нами получен патент: «Способ отбора форм растений различной скороспелости и ФПЧ» [6]. Способ основан на выращивании растений в условиях короткого дня до появления колоса (метелки) из влагалища флагового листа и последующего отбора ранно- и поздно-выколосившихся растений, которые дифференцируют соответственно как скороспелые слабочувствительные и позднеспелые сильночувствительные к фотопериоду формы. Короткий 12-часовой день создавали, закатывая вагонетки с вегетационными сосудами в светонепроницаемый павильон, в котором они находились с 21 до 9 ч утра. Растения длинного дня закатывали на этот период времени в вегетационный стеклянный павильон.

Для оценки коллекционных образцов на ФПЧ предложен показатель [8] – коэффициент фотопериодической чувствительности ($K_{ФПЧ}$): для длиннодневных растений $K_{ФПЧ} = T_2 / T_1$; для короткодневных – $K_{ФПЧ} = T_1 / T_2$, где T_1 и T_2 – продолжительность периода всходы-колошение (цветение) у растений, выращенных соответственно в условиях длинного и короткого дня. Этот коэффициент позволяет ранжировать генотипы по ФПЧ. Он мало изменяется по годам по сравнению с задержкой колошения (цветения) на неблагоприятном дне, так как в нем паратипическая дисперсия попадает в числитель и в знаменатель и таким образом сокращается. Образцы, задерживающие колошение на коротком дне по сравнению с длинным днем, в пределах 1–10 суток, и имеющие $K_{ФПЧ} = 1,00–1,20$, классифицировали как слабочувствительные. Метод не требует больших затрат, так как выращивание растений в вегетационном опыте производится в условиях естественного освещения.

Результаты исследований. Совместно с проф. Мережко А. Ф. завершена работа по созданию и изучению изогенных линий, различающихся по генам *Ppd*. Каждая линия несет только один ген *Ppd*.

Генотипы этих линий представлены на схеме.

1. $Ppd^s Ppd^s ppd^m ppd^m ppd^w ppd^w$ – носитель сильного гена *Ppd*
2. $ppd^s ppd^s ppd^m ppd^m ppd^w ppd^w$ – РС носителя сильного гена *Ppd*
3. $ppd^s ppd^s Ppd^m Ppd^m ppd^w ppd^w$ – носитель умеренного гена *Ppd*
4. $ppd^s ppd^s ppd^m ppd^m ppd^w ppd^w$ – РС носителя умеренного гена *Ppd*
5. $ppd^s ppd^s ppd^m ppd^m Ppd^w Ppd^w$ – носитель слабого гена *Ppd*
6. $ppd^s ppd^s ppd^m ppd^m ppd^w ppd^w$ – РС носителя слабого гена *Ppd*
7. $ppd^s ppd^s ppd^m ppd^m ppd^w ppd^w$ – рекуррентный родитель ФЧЛ 2 (контроль)

Это линии с сильным, умеренным и слабым геном соответственно, три их рецессивных сибса и рекуррентный родитель – рецессивная линия ФЧЛ 2. Доминантные аллели генов *Ppd* ускоряли в среднем за три года (2001–2003 гг.) колошение на коротком 12 ч. дне: *Ppd-s* – на 42 сут, *Ppd-m* – на 32 сут и *Ppd-w* – на 31 сут.

Четыре изогенных линии прошли Государственное сортоиспытание, и на них выданы патенты [8–11]. Эти линии рекомендуются к использованию во всех регионах РФ, возделывающих пшеницу. Наиболее значимые результаты могут быть получены в районах, расположенных южнее 50-й параллели. Эффективность использования данной серии в селекцентрах страны определяется тем, что при изучении всего семи линий можно быстро и объективно установить оптимальные параметры создаваемых сортов в отношении генов, контролирующих фотопериодическую чувствительность растений.

Изучено воздействие определенных доминантных и рецессивных аллелей генов *Ppd* на физиологический механизм ФПЧ, который осуществляется через фитохромную пигментную систему [12, 13]. Такая возможность появилась после создания нами изогенных линий пшеницы, различающихся по генам *Ppd*, и разработки способа определения у длиннодневных злаковых растений форм различной скороспелости и фотопериодической чувствительности [14].

Исследовали шесть беккросных изогенных линий пшеницы и их родительские формы – сортов Фотон, Sonoга 64 и линии ФЧЛ 2. У этих линий на спектрофотометрическом устройстве СПЕФОТ в диапазоне длин волн 730–740 нм у полностью сформировавшихся листьев 4–8 ярусов одновременно на каждой длине волны регистрировали оптический коэффициент поглощения падающего монохроматического излучения. Существенные различия в величине коэффициента поглощения получены нами у изученных изогенных линий с доминантными генами *Ppd* и рецессивной линии ФЧЛ 2 при длине волны 730 нм. В области этой длины волны находится максимум поглощения активной формы фитохрома P_{730} , которая действует цветению длиннодневных растений. Таким образом, можно считать установленным, что гены *Ppd* осуществляют генную регуляцию процессов роста и развития растений пшеницы, через фитохромную пигментную систему.

С участием генетиков (Ригин Б. В.) установлено, что скороспелость и продуктивность пшеницы контролируются разными генетическими системами. Это позволило создать ультраскороспелые продуктивные линии со слабой фотопериодической чувствительностью [15].

Проведена оценка коллекции зерновых культур на ФПЧ и скороспелость. Результаты этих исследований по ФПЧ опубликованы в пяти каталогах, в которых представлены изученные образцы по озимой мягкой пшенице, яровой мягкой и твердой пшенице, тритикале, ячменю и овсу.

В 1995–2006 гг. изучено 329 образцов яровой мягкой пшеницы, происходящих из различных стран [16, 17]. $K_{фпч}$ у них варьировал в пределах от 1,00 до 2,64. Выделено 94 источника слабой ФПЧ и скороспелости. Источники слабой ФПЧ яровой мягкой пшеницы имеют низкий $K_{фпч}$ [16, 17]. Большинство из них происходят из субтропических и тропических стран Средиземноморского региона, Ближнего Востока, Средней Азии, Юго-Восточной Азии, Центральной и Южной Америки. Однако нами выделены источники слабой ФПЧ и скороспелости яровой мягкой пшеницы, происходящие из северных стран: Канада и США. То же самое мы наблюдаем у образцов твердой пшеницы и тритикале [18]. Источники слабой ФПЧ и скороспелости озимой пшеницы имеют низкий $K_{фпч}$ и происходят из южных регионов [18]. В России, это Краснодарский край и Ростовская область. Следует отметить, что большинство высоко морозостойких сортов озимой пшеницы оказались сильночувствительными к фотопериоду. Таким образом, гены *Ppd* влияют не только на продолжительность вегетации, но и на другие ценные хозяйственные признаки, в том числе и продуктивность.

В 1996–2006 гг. изучено 226 образцов ярового ячменя, происходящих из различных стран [19]. $K_{фпч}$ у них варьировал в пределах от 1,00 до 2,44. Выделено 32 источника ярового ячменя со слабой ФПЧ и скороспелостью. Большинство из них происходят из тропических стран: Испания, Алжир, Египет, Австралия, Япония и Мексика. Однако нами выделены ис-

точники слабой ФПЧ и скороспелости, происходящие из северных стран: Германии, Норвегии, Швеции, Финляндии, России. Отобранная из гибридной популяции (Курьер × Centinela) форма ячменя послужила родоначальником скороспелого сорта Кузнецкий, созданного в Кемеровском НИИСХ [20]. В разных экологических точках Сибири вегетационный период сорта Кузнецкий варьировал всего в пределах 7 дней. Таким образом доказана возможность отбора из гетерогенных популяций скороспелых слабочувствительных форм ячменя. Это свидетельствует о том, что доминантные гены ФПЧ селекционеры могут вводить в культуру ячменя.

В 2003–2007 гг. изучено 155 образцов овса, происходящих из разных стран [21]. Большинство из них оказались чувствительными к короткому дню. $K_{фпч}$ у них варьировал в пределах от 1,04 до 2,62. Среди изученных образцов овса обнаружен 21 источник скороспелости и слабой ФПЧ. Большая часть их происходит из субтропических и тропических стран. Однако нами выявлены скороспелые и слабочувствительные к короткому фотопериоду сорта, происходящие из северных стран (Канада, США). Это свидетельствует о том, что доминантные гены ФПЧ селекционеры этих стран уже ввели в культуру овса. Из гетерогенной популяции овса нами выделены: скороспелая слабо-чувствительная (СЛ) и позднеспелая сильночувствительная (ПЛ) линии. Таким образом, показана возможность отбора этих форм из гетерогенных по ФПЧ популяций овса.

Впервые выделены новые источники скороспелости и слабой ФПЧ зерновых культур, которые представляют значительную ценность для создания новых скороспелых продуктивных сортов и должны найти широкое использование в селекции. Их можно использовать в селекционном процессе в различных регионах России.

При выборе материала для селекционных работ на скороспелость и продуктивность необходимо учитывать воздействие генов Rpd на изменение морфологических признаков, элементов продуктивности и продолжительность вегетации [22].

Таким образом, проведенные исследования по определению ФПЧ большого количества образцов различных зерновых культур позволяют сделать вывод: физиолого-генетический механизм ФПЧ один и тот же у всех длиннодневных растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенова Н. П., Баврина Т. В., Константинова Т. Н. Цветение и его фотопериодическая регуляция // М.: Наука. М. 1973.
2. Разумов В. И. Среда и развитие растений // Гос. изд. с-х. лит., журн. и плакатов. М.-Л. 1961.
3. Самыгин Г. А. Фотопериодизм растений // Тр. Ин-та физиологии растений. 1946. Т. 3. Вып. 2. С. 129–262.
4. Keim D. L., Welsh J. R., Mc Connel R. L. Inheritance of Photoperiodic heading response in winter and spring cultivars of bread wheat // Can. J. Plant Sci. 1973. Vol. 53. N 2. P. 247–250.
5. Стельмах А. Ф., Авсенин В. И., Кучеров В. А., Воронин А. И. Изучение роли генетических систем Vrn и Rpd у мягкой пшеницы // Вопросы генетики и селекции зерновых культур. КОЦ СЭВ. Одесса (СССР). НИИР Прага-Рузыне (ЧССР). 1987. Вып.3. С.125–132.
6. Кошкин В.А., Матвиенко И. И. Способ отбора форм пшеницы различной скороспелости и фотопериодической чувствительности // Патент РФ № 2065697. 1996. 7 с.
7. Кошкин В. А., Кошкина А. А., Матвиенко И. И., Прядехина А. К. Использование исходных форм яровой пшеницы со слабой фотопериодической чувствительностью для создания скороспелых продуктивных линий // Доклады РАСХН. 1994. № 2. С. 8–10.
8. Пшеница мягкая яровая Вировская 1 (Rpd^S)//Авт. св. РФ № 41562.
9. Пшеница мягкая яровая Вировская 2 (Rpd^M)// Авт. св. РФ № 41563.
10. Пшеница мягкая яровая Вировская 3 (Rpd^W)// Авт. св. РФ № 41564.
11. Пшеница мягкая яровая Вировская 4 (Rpd^0)// Авт. св. РФ № 41509.
12. Кошкин В. А., Косарева И. А., Драгавцев В. А., Матвиенко И. И. Влияние генов Rpd на хлорофилл-белковый комплекс сортов пшеницы с различной фотопериодической чувствительностью // Доклады РАСХН. 1999. № 4. С. 6.
13. Кошкин В. А., Лискер И. С., Мережко А. Ф., Косарева И. А., Драгавцев В. А. Влияние генов Rpd на фитохром, фотопериодическую чувствительность, рост и развитие изогенных линий пшеницы

// Доклады РАСХН. 2004. № 1. С.3–4.

14. Кошкин В. А., Лискер И. С., Мережко А. Ф., Драгавцев В. А., Косарева И. А. Способ определения у длиннодневных злаковых растений форм различной скороспелости и фотопериодической чувствительности // Патент РФ № .2007.
15. Кошкин В. А., Ригин Б. В., Матвиенко И. И. Исследование ультраскороспелости и создание скороспелых продуктивных линий мягкой пшеницы со слабой фотопериодической чувствительностью// Доклады РАСХН. 2003. № 2.С. 3–5.
16. Кошкин В. А., Митрофанова О. П., Мережко А. Ф., Матвиенко И. И., Зуев Е. В., Ляпунова О. А., Лоскутова Н. П., Брыкова А. Н. Пшеница и тритикале (Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности). Каталог ВИР. 2006. Вып. 773. 34 с.
17. Кошкин В. А., Матвиенко И. И., Брыкова А. Н., Филатенко А. А., Анфилова Н. Л., Шайдуко Н. Т. Яровая пшеница (Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности). Каталог ВИР. 1995. Вып. 673. 27 с.
18. Кошкин В. А., Матвиенко И. И., Зуев Е. В., Ляпунова О. А., Брыкова А. Н., Асеева Л. А. Яровая пшеница (Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности). Каталог ВИР. 2000. Вып. 715. 17 с.
19. Кошкин В. А., Матвиенко И. И., Терентьева И. А. Яровой ячмень (Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности). Каталог ВИР. 2002. Вып. 730. 16 с.
20. Ганичев Б. Л., Заушинцева А. В., Кошкин В. А., Лукьянова М. В., Никитина Н. Д., Овчаренко М. В., Пакуль В. Н., Сазонова Л. Н. Ячмень яровой Кузнецкий. Авторское свидетельство № 29116. 1999.
21. Кошкин В. А., Лоскутов И. Г., Солдатов В. Н., Матвиенко И. И. Овес. (Характеристика образцов по фотопериодической чувствительности). Каталог ВИР. 2003. Вып. 739. 19 с.
22. Кошкин В. А., Лоскутов И. Г., Смирнова Л. О., Матвиенко И. И. Исследование ФПЧ овса и отбор скороспелых слабочувствительных и позднеспелых сильночувствительных к фотопериоду форм//Доклады РАСХН. 2009. № 2. С. 9–12.

V. A. KOSHKIN

PHOTOPERIODIC SENSITIVITY AND ITS SIGNIFICANCE FOR BREEDING CEREAL CROPS FOR EARLINESS

Summary

The long-term investigations of cereal crops have resulted in the identification of new sources of earliness and weak photoperiodic sensitivity. Their geographic origin has been analyzed. These sources are of significant importance for the creation of new early and highly productive cultivars and should be widely used in breeding programs in different regions of Russia. The results of studies of cereal crops photoperiodic sensitivity and earliness have been published in five catalogues. It has been concluded that the physiological and genetic mechanism of photoperiodic sensitivity is the same in all the long-day plants.

Е. Е. Радченко

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЯЧМЕНЯ И ОВСА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ТЛЯМ

Интенсификация производства, приводящая к генетической однородности возделываемых сортов, неизбежно ломает популяционные механизмы защиты и приводит к вспышкам размножения насекомых. Так, потери урожая пшеницы и ячменя в результате размножения ячменной (русской пшеничной) тли *Diuraphis noxia* (Mordvilko) только на западе США с 1986 г (первое обнаружение вредителя) за 20 лет превысили 1 миллиард долларов [42].

Приемлемость кормовых растений – один из основных факторов, определяющих микроэволюционные процессы в популяциях тлей. Преодоление устойчивости растений в результате распространения новых вирулентных биотипов насекомых показано практически для всех экономически важных видов злаковых тлей. Следовательно, рациональная страте-

гия селекции зерновых культур на устойчивость к тлям должна предусматривать, прежде всего, расширение генетического разнообразия возделываемых сортов.

Взаимодействие тлей с растениями подчиняется отношениям «ген для гена»: каждому гену устойчивости хозяина соответствует специфичный ему ген вирулентности паразита [24]. У ячменя изолирован один из генов устойчивости к кукурузной тле *Rhopalosiphum maidis* Fitch. и показано, что он принадлежит к группе NBS-LRR генов, которые участвуют во взаимодействии «ген для гена» [73]. По общепринятой классификации Р. Пайнтера [3] выделяют 3 типа (категории, «механизма») устойчивости: неpreferredность = антиксеноз (отвергание растения при возможности выбора), антибиоз (неблагоприятное воздействие на жизнеспособность фитофага при питании) и толерантность (выносливость).

Наиболее масштабные исследования в настоящее время связаны с поиском и созданием доноров устойчивости ячменя к *D. noxia* в США. В результате изучения 524 образцов ячменя из регионов, для которых насекомое является эндемичным видом, у девяти образцов из Афганистана, Ирана и Испании выявили антибиоз и толерантность [78]. Последующая оценка всей коллекции ячменя (USDA National Small Grains Collection – 23070 образцов) позволила выделить 109 в различной степени устойчивых к насекомому форм [56, 58]. В работе J.M. Vonman [13] приводятся несколько иные результаты оценки коллекции USDA-NSGC: изучено 24800 образцов, выделено 39 высоко устойчивых форм и 181 – умеренно устойчивых (преимущественно из Афганистана и Ирана).

Две линии, STARS-9301B (PI 573080, отбор из афганского образца PI 366450) и STARS-9577B (PI 591617, отбор из образца *Ciho* 4165, собранного Н.И. Вавиловым в Афганистане), были вскоре рекомендованы для селекции [54, 57]. У линии STARS-9301B идентифицированы неполностью доминантный ген устойчивости *Rdn1* (впервые обозначен как *Dnb1*) и доминантный – *Rdn2* (= *Dnb2*). Выявлен рецессивный эпистаз *Rdn2* по отношению к *Rdn1* [55]. Два общих или тесно сцепленных гена устойчивости к тле имеют линии ячменя из Афганистана PI 366444 и PI 366453. Показано сцепление одного из генов устойчивости с STS-маркером В-гордеина, локализованным в коротком плече хромосомы 5 [59]. Полагают, что гены устойчивости у этих образцов и STARS-9301B тождественны [55]. С помощью молекулярных маркеров идентифицировали локусы количественных признаков (quantitative trait loci – QTL) у образца STARS-9301B: 2 QTL с сильным эффектом в хромосомах 1Н и 3Н, а также минорный QTL в хромосоме 2Н [42]. Линия STARS-9577B защищена 2 доминантными генами, причем один из них контролирует высокий уровень устойчивости, аллели во втором локусе обуславливают умеренную устойчивость в том случае, если аллели в первом локусе находятся в рецессивном состоянии [58]. Полевые опыты показали, что выявленная у образца STARS-9301B в фазе всходов устойчивость отчетливо проявляется и у взрослых растений. Отобрали линии BC₁ от скрещивания STARS-9301B с двумя сортами, которые лишь незначительно уступали по ряду хозяйственно ценных признаков рекуррентным формам [16]. Получены коммерческие сорта Burton (донор устойчивости STARS 9301B) и RWA 1758 с устойчивостью от STARS 9577B [15, 17]. Оба донора устойчивости эффективны против пяти биотипов тли в США [63].

В широкомасштабные скрещивания вовлечены не только эти 2 формы, но и остальные 107 образцов. Так, с использованием семи образцов из Ирана и Афганистана на основе сорта Schuyler отобраны озимые беккроссные линии [51]. В 2007 г. получены яровые линии: 17 двурядных (17 источников устойчивости, 4 рекуррентных сорта), 19 шестирядных (19 источников устойчивости, 4 рекуррентных сорта), всего – 43 линии с использованием 36-ти различных (преимущественно из Афганистана и Ирана) источников устойчивости [48, 49]. В 2008 г. [50] селекционерам предложено еще 7 яровых двурядных линий (5 источников устойчивости, 3 рекуррентных сорта). В условиях высокой численности тли урожай зерна наиболее устойчивых линий не снижался а, в ряде случаев, повышался на 5%, тогда как средние потери урожая восприимчивых сортов составляли 58% [53].

В Мексике, на фоне искусственного заселения растений в поле *D. noxia*, выделили 15 устойчивых яровых форм [18]. Лабораторная оценка лучших образцов, ASE/2CM//B76BB и

Gloria/Come, выявила антибиоз, толерантность [71] и антиксеноз [69] к фитофагу. Линии защищены общим доминантным геном устойчивости к тле [70].

В результате оценки поврежденности *D. noxia* ячменя из Ирана выделили 17 образцов и у двух наиболее устойчивых форм в лабораторных условиях изучили генетический контроль признака. Образец Schz.B-108 имеет доминантный ген устойчивости к тле, а слабая поврежденность Shz.B-106 обусловлена неполностью доминантным геном [10].

Исследования по генетике устойчивости ячменя к обыкновенной злаковой тле *Schizaphis graminum* Rond. проводятся в США с 50-х годов прошлого века, однако к настоящему времени известно лишь 2 гена устойчивости. I.M. Atkins, R.G. Dahms [11] выделили 2 корейских сорта озимого ячменя Omugi и Dobaku, показав высокую наследуемость устойчивости. С использованием Omugi выведен сорт Kerg [76]. В результате отбора из Composite Cross III (CI 5530) получен устойчивый сорт Kearney [34]. Анализ наследования устойчивости к тле у этих и ряда других форм показал, что образцы Omugi, Dobaku, Derbent, Kearney, CI 5087 имеют общий доминантный ген устойчивости, впоследствии обозначенный символом *Rsg1a* [26-28, 75]. В результате отбора из комбинации скрещивания Rogers × Kearney получены сорта Will [33] и Nebar [74]. Согласно результатам трисомного анализа ген устойчивости сорта Will локализован в центромерном сегменте хромосомы 1 [28]. Путем индивидуального отбора из гибридной популяции Harrison × Will отселектирован сорт Post [23]. Гетерогенность этого сорта по устойчивости к тле обусловила необходимость отбора сорта Post 90 [52]. Считается, что все упомянутые выше образцы защищены геном *Rsg1a*, который контролирует устойчивость к биотипам тли В – G, I – K, CWR, WWG, но не к H [9, 31, 64, 79].

Второй доминантный ген *Rsg2b*, обуславливающий устойчивость к тем же биотипам тли, что и *Rsg1a*, идентифицирован у образца из Пакистана PI 426756 [9, 41, 79]. Экспрессия гена *Rsg2b* несколько ниже по сравнению с *Rsg1a* [60]. Однако, в последующих экспериментах [62], PI 426756 был несколько более устойчив к биотипу E по сравнению с сортом Post 90. Кроме того, ген *Rsg2b*, в отличие от *Rsg1a*, был эффективен против изолята тли TX1, т. е. наблюдали дифференциальное взаимодействие насекомого и растения-хозяина. На этом основании предложены новые символы генов – *Rsg1* и *Rsg2*.

Слабо повреждается биотипами G и J сорт Wintermalt, который восприимчив ко всем остальным внутривидовым формам насекомого [9, 64]. Устойчивостью к биотипу G обладают также сорта Colter и Bancroft, которые рекомендованы для селекции [61]. Затем было показано, что Wintermalt и Colter сильно повреждаются биотипом тли TX1 [62].

Мы изучили 490 образцов ячменя из Китая и выделили 93 гетерогенных по устойчивости к *S. graminum* форм. Встречаемость устойчивых форм наиболее высока среди материала из провинций Шаньси и Шэньси. Для 9 образцов – источников высокой устойчивости к *S. graminum* (кк-12175, 16111, 16118, 16175, 16179, 16219, 16220, 18991, 18996) – характерна высокая однородность по изученному признаку. Клоном тли, вирулентным к сорту Post с геном устойчивости *Rsg1*, заселили устойчивые образцы кк-16111, 16118, 16175, 16179, 16190, 16219, 16220, 16222, 18455. Все 9 образцов слабо повреждались этим клоном, т. е. они имеют аллели генов устойчивости, отличающиеся от аллелей *Rsg1* [5]. Выявили также 10 устойчивых местных образцов ячменя из Индии, КНДР и Непала [6].

Японские исследователи использовали дигапloidные линии для картирования QTL устойчивости к тлям у линии TR306. В течение двух лет оценивали заселенность растений в поле насекомыми (преобладали *R. maidis* и обыкновенная черемуховая тля *Rhopalosiphum padi* L., отдельные колонии – *S. graminum* и *Sitobion akebiae* Shinji). В коротком плече хромосомы 1 идентифицировали QTL с сильным эффектом, который сцеплен с QTL, контролирующим дату выколашивания. Минорный QTL локализован в хромосоме 5 [45].

Устойчивы к *R. padi* сорта Трумпф, Эльгина и Омуги [2]. Показано, что образцы ячменя CI 5401 и CI 3906-1 обладают антибиозом и толерантностью к насекомому [32]. В наших опытах антибиоз к *R. padi* выявлен у сортов Norma и Ludo [7]. Образцы Омский 13709, Заларинец, Казанский 6/4, Червонец, Рупал и Офир обладают антибиозом к *R. padi* и большой злаковой тле *Sitobion avenae* F., а сорта Эльгина и Хадмерслебенер 46459/68 сочетают

антибиоз и выносливость [1]. Устойчивостью к *S. avenae* характеризуется образец CI 16145 [40], антибиозом к *S. avenae* и розанно-злаковой тле *Metopolophium dirhodum* Walk. обладают образцы ярового ячменя из Индии EB921 и DL107 [39].

Сведения об устойчивости овса к тлям скудны. J.H. Gardenhire [25] нашел, что устойчивость образца Russian 77 (CI 2898) к биотипу А *S. graminum* контролируется доминантным геном, впоследствии обозначенным символом *Tg1*. Затем R.L. Wilson с соавторами [85] выявили 4 устойчивых образца: PI 186270 (Аргентина), CI 1579 (Южная Африка), CI 1580 (Шотландия) и CI 4888 (Италия). Анализ наследования устойчивости трех образцов к двум биотипам *S. graminum* показал, что PI 186270 и CI 1580 имеют по одному доминантному гену (*Grb1* и *Grb2* соответственно), которые контролируют устойчивость к биотипу С; линия CI 4888 защищена доминантным геном *Grb3*, эффективным против биотипа В. Показано присутствие малых генов устойчивости к обоим биотипам у трех образцов [14]. Ген устойчивости *Grb2* эффективен также к биотипам Е [77], I [31] и, лишь отчасти, к F – H [36, 64]. Среди 277 образцов овса из Приморского края, Монголии, Китая и Японии выделили 85 гетерогенных по устойчивости к *S. graminum* форм. Предполагается, что устойчивые компоненты у этих образцов защищены генами, отличающимися от идентифицированных ранее [67].

Антибиотической устойчивостью к трем видам тлей – *R. padi*, *S. avenae* и *M. dirhodum* – обладают сорта овса Selma и Flamingsstern [38]. В Бразилии слабо заселялся *R. padi* в полевых условиях образец UPF 86081 [72]. Устойчивостью к *D. noxia* характеризуются сорта Colorado 37 [65], Paramo [71] и Border [66]. У сорта Noga выявлены антибиоз, антиксеноз и толерантность к ячменной тле [80].

В настоящее время широкое распространение получила интрогрессия генов устойчивости. Основное достоинство этого способа расширения генетического разнообразия – уверенность, что источник данного гена еще не использовался в селекции.

Изучение устойчивости дикого ячменя к *D. noxia* позволило выявить слабо повреждаемые формы среди образцов, относящихся к видам *H. bulbosum*, *H. bogdanii*, *H. chilense*, *H. brevisubulatum* subsp. *violaceum*, *H. marinum*. Большинство устойчивых форм происходит из стран, для которых фитофаг является эндемичным видом – юг СССР, Турция, Иран, Афганистан [21, 37]. Последующее изучение продемонстрировало, что лишь один вид – *H. bogdanii* – высокоустойчив к тле [35]. Показано, что устойчивость гибридов ячменя и *Elymus trachycaulus* к *D. noxia* имеет доминантный характер [12].

С помощью пшенично-ячменных дополненных линий в пяти хромосомах локализовали несколько генов антиксеноза, антибиоза и толерантности *H. chilense* к *S. graminum* [19, 20].

Японские ученые оценивали степень заселения в поле тлями (преимущественно *R. maidis*) F₂ от скрещивания двух образцов *H. vulgare* ssp. *spontaneum*, характеризующихся зеленой окраской листьев (контролируется геном *F₉*) и наличием воскового налета (ген *Gl₃*), с образцом *H. vulgare* OUL 117 (желтые листья без воскового налета, *gl₃gl₃ f₉f₉*). Доминантные аллели *Gl₃* и *F₉* обеспечивали наиболее высокий уровень устойчивости, присутствие гомозигот *gl₃gl₃* либо *f₉f₉* обуславливало промежуточную устойчивость, растения с желтыми листьями без воскового налета сильно заселялись тлями [44].

Исследование антибиоза 27 образцов различных видов ячменя к *R. padi* показало, что наиболее устойчивы диплоидные виды и, прежде всего, *H. bogdanii* [82, 83]. K. Geissler с соавторами [29] по устойчивости к этому вредителю выделили также образцы *H. brevisubulatum*, *H. violaceum*, *H. jubatum*, *H. bulbosum*, *H. chilense*. У образцов GRA 876 (*H. turkestanicum*) и GRA 647 (*H. bogdanii*) обнаружена устойчивость и к *S. avenae*. J. Weibull [84] сравнивал массу особей *R. padi*, питавшихся на гибридах от скрещивания двух линий *Hordeum vulgare* subsp. *spontaneum* с неустойчивым сортом Golf. Популяции F₂, полученные от разных растений F₁, различались по устойчивости между собой, а в ряде случаев были более восприимчивы, чем неустойчивый родитель. Полученные данные интерпретируются как присутствие нескольких генов устойчивости с аддитивным эффектом.

Известно токсическое действие присутствующих в растениях злаковых культур гидроксамовых кислот (ДИМБОА, ДИБОА) на злаковых тлей. В растениях *H. brachyantherum*, *H. flexuosum*, *H. lechleri* и *H. roshevitzii* выявили ДИБОА, причем у *H. lechleri* (наиболее высокое содержание ДИБОА) идентифицировали контролирующие синтез этого соединения гены *HlBx1 – HlBx5* – ортологи генов *Bx1 – Bx5*, идентифицированных ранее у кукурузы. Образцы *H. vulgare* и *H. spontaneum* не содержат ДИБОА [30].

Интересно, что биосинтез ДИБОА исключает синтез в растениях грамина [30] – индольного алкалоида, афицидное и детеррентное воздействие которого на *S. graminum*, *R. padi* и *R. maidis* обсуждается в многочисленной литературе [22, 43]. Присутствие грамина у взрослых растений *H. vulgare* subsp. *spontaneum* контролируют 1-2 гена, а содержание грамина могут обуславливать и малые гены [47]. Анализ 150 дигаплоидных линий ячменя, полученных от скрещивания Steptoe (высокое содержание грамина) и Mogen (следы грамина), показал, что ген *grm*, контролирующий синтез грамина в фазе проростков, локализован в хромосоме 5 и не сцеплен с QTL устойчивости к тлям (видимо, к *R. maidis* и *R. padi*) в хромосомах 2 и 5 [46, 86]. В опытах шведских ученых [8] повышенное содержание грамина и опущенность листьев ячменя не обуславливали антибиоз и антиксеноз к *R. padi* дигаплоидных линий, гибридных популяций и родительских форм (образцы *H. vulgare* ssp. *spontaneum* – высокое содержание грамина, сорт Lina – среднее).

Оценка устойчивости 21 вида *Avena* к *R. padi* позволила выявить высокий уровень антибиотической устойчивости у образцов *A. barbata* и *A. macrostachya* [81, 83].

Запас эффективных генов устойчивости может пополняться за счет мутантных форм. Исследовали антиксеноз и антибиоз соматических мутантов ячменя к *S. graminum*. Среди 1500 линий регенерантов сорта Golden Promise выявили 3 линии R₃, меньше повреждаемые насекомым. Линии расщеплялись по устойчивости, однако значительно превышали по степени антиксеноза и антибиоза к тле исходный сорт [68].

Таким образом, генетическое разнообразие возделываемых сортов ячменя и овса по устойчивости к тлям можно расширить разными способами, однако наиболее эффективный в настоящее время путь – изучение мировой коллекции культурных растений. Процесс адаптации фитофага к устойчивым сортам можно замедлить также за счет целесообразного территориального размещения доноров с различными генами устойчивости в популяционных ареалах насекомого. Показано, что европейские популяции *S. graminum* относительно изолированы от азиатских популяций [4]. Исследования последних лет продемонстрировали также существенную сезонную вариабельность генетической структуры краснодарской популяции тли, в том числе и по вирулентности к образцам ячменя. Наши данные свидетельствуют о важной роли абиотических факторов: изменение условий среды может обуславливать дифференциальный отбор в популяции *S. graminum*. Необходимо длительное изучение структуры популяций тли по вирулентности к растениям-хозяевам для того, чтобы предложить обоснованную схему размещения сортов с разными генами устойчивости. Тем не менее, создание «нерегулярной», т. е. не регламентированной мозаики сортов, вполне возможно в настоящее время.

Работа частично финансировалась РФФИ (гранты № 06-04-49039 и № 09-04-00786).

ЛИТЕРАТУРА

1. Гендрик Ю. Н. Доноры устойчивости ячменя к злаковым тлям. В кн.: VII Всесоюзное совещание по иммунитету с.-х. растений к болезням и вредителям. Тезисы докладов. Новосибирск. 1981. С. 98.
2. Манькова Г. С. Изучение устойчивости сортов ячменя к тле *Rhopalosiphum padi* L. В кн.: VII Всесоюзное совещание по иммунитету с.-х. растений к болезням и вредителям. Тезисы докладов. Новосибирск. 1981. С. 148.
3. Пайнтер Р. Устойчивость растений к насекомым. М.: Изд-во иностр. лит. 1953. 442 с.
4. Радченко Е. Е. Генетика устойчивости зерновых культур к тлям и проблемы селекции // Генетика. 1994. Т. 30. № 10. С. 1374–1380.

5. Радченко Е. Е., Звейнек И. А. Наследственное разнообразие коллекции ячменя из Китая по устойчивости к обыкновенной злаковой тле // Генетические ресурсы культурных растений. Тез. докл. междунар. научно-практ. конф. 13-16 ноября 2001 г. СПб. 2001. С. 392–394.
6. Радченко Е. Е., Звейнек И. А., Тырышкин Л. Г., Коновалова Г. С., Семенова А. Г., Хохлова А. П. Ячмень. Устойчивость образцов из Юго-Восточной Азии к вредителям и болезням. Каталог мировой коллекции ВИР, вып. 751. СПб: ВИР. 2004. 43 с.
7. Радченко Е. Е., Перов А. А. Устойчивость сортов ячменя к обыкновенной черемуховой тле // Материалы конф., посвященной 100-летию научной селекции в России. М., 9–11 декабря 2003 г. М. 2003. С. 143–144.
8. Åhman I., Tuveesson, S., Johansson M. Does indole alkaloid gramine confer resistance in barley to aphid *Rhopalosiphum padi*? // J. Chem. Ecol. 2000. V. 26. № 1. P. 233–255.
9. Anstead J. A., Burd J. D., Shufran K. A. Over-summering and biotypic diversity of *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae) populations on noncultivated grass hosts // Environ. Entomol. 2003. V. 32. № 3. P. 662–667.
10. Assad M. T., Ravary Z., Pourhadji A., Ahmadi A. A., Emam Y. Evaluation and inheritance of resistance to Russian wheat aphid in barley // J. Agric. Sci. 1999. V. 133. № 3. P. 297–301.
11. Atkins I. M., Dahms R. G. Reaction of small-grain varieties to green bug attack // USDA. 1945. Techn. bull. № 901. 30 p.
12. Aung T. Intergeneric hybrids between *Hordeum vulgare* and *Elymus trachycaulus* resistant to Russian wheat aphid // Genome. 1991. V. 34. № 6. P. 954–960.
13. Bonman J. M., Bockelman H. E., Jackson L. F., Sreffenson B. J. Disease and insect resistance in cultivated barley accessions from the USA National small grains collection // Crop Sci. 2005. V. 45. № 4. P. 1271–1280.
14. Boozaya-Angoon D., Starks K. J., Edwards L. H., Pass H. Inheritance of resistance in oats to two biotypes of the greenbug // Environm. Entomol. 1981. V. 10. № 4. P. 557–559.
15. Bregitzer P., Mornhinweg D. W., Hammon R., Stack M., Baltensperger D. D., Hein G. L., O'Neill M. K., Whitmore J. C., Fiedler D. J. Registration of “Burton” barley // Crop Sci. 2005. V. 45. № 3. P. 1166.
16. Bregitzer P., Mornhinweg D. W., Jones B. L. Resistance to Russian wheat aphid damage derived from STARS 9301B protects agronomic performance and malting quality when transferred to adapted barley germplasm // Crop Sci. 2003. V. 43. № 6. P. 2050–2057.
17. Bregitzer P., Mornhinweg D. W., Obert D. E., Windes J. Registration of “RWA 1758” wheat aphid-resistant spring barley // J. Plant Registr. 2008. V. 2. № 1. P. 5–9.
18. Calhoun D. S., Burnett P. A., Robinson J., Vivar H. E. Field resistance to Russian wheat aphid in barley: I. Symptom expression // Crop Sci. 1991. V. 31. № 6. P. 1464–1467.
19. Castro A. M., Martin L. M., Dixon A. F. G. Genetic variability in antibiotic resistance to the greenbug *Schizaphis graminum* in *Hordeum chilense* // Plant Breed. 1995. V. 114. № 6. P. 510–514.
20. Castro A. M., Martin A., Martin L. M. Location of genes controlling resistance to greenbug (*Schizaphis graminum*) in *Hordeum chilense* // Plant Breed. 1996. V. 115. № 5. P. 335–338.
21. Clement S. L., Lester D. G. Screening wild *Hordeum* species for resistance to Russian wheat aphid // Cereal Res. Commun. 1990. V. 18. № 3. P. 173–177.
22. Corcuera L. J. Effects of indole alkaloids from Gramineae on aphids // Phytochemistry. 1984. V. 23. № 3. P. 539–541.
23. Edwards L. H., Smith E. L., Pass H., Morgan G. H. Registration of Post barley // Crop Sci. 1985. V. 25. № 2. P. 363.
24. Flor H. H. The complementary genic systems in flax and flax rust // Adv. Gen. 1956. V. 8. P. 29–54.
25. Gardenhire J. H. Inheritance of greenbug resistance in oats // Crop Sci. 1964. V. 4. № 4. P. 443.
26. Gardenhire J. H. Inheritance and linkage studies on greenbug resistance in barley (*Hordeum vulgare* L.) // Crop Sci. 1965. V. 5. № 1. P. 28–29.
27. Gardenhire J. H., Chada H. L. Inheritance of greenbug resistance in barley // Crop Sci. 1961. V. 1. P. 349–352.
28. Gardenhire J. H., Tuleen N. A., Stewart K. W. Trisomic analysis of greenbug resistance in barley, *Hordeum vulgare* L. // Crop Sci. 1973. V. 13. № 6. P. 684–685.
29. Geissler K., Proeseler G., Lehmann C. O. Resistenzeigenschaften im Gersten- und Weizensortiment Gatersleben. 28. Prüfung von Gersten auf ihr Verhalten gegenüber den Blattlausarten *Rhopalosiphum padi* (L.) und *Macrosiphum (Sitobion) avenae* (F.) // Kulturpflanze. 1989. V. 37. P. 155–161.

30. Grün S., Frey M., Gierl A. Evolution of the indole alkaloid biosynthesis in the genus *Hordeum*. Distribution of gramine and DIBOA and isolation of the benzoxazinoid biosynthesis genes from *Hordeum lechleri* // *Phytochemistry*. 2005. V. 66. № 11. P. 1264–1272.
31. Harvey T. L., Kofoid K. D., Martin T. J., Sloderbeck P. E. A new greenbug virulent to E-biotype resistant sorghum // *Crop Sci.* 1991. V. 31. № 6. P. 1689–1691.
32. Hsu S.-J., Robinson A. G. Resistance of barley varieties to the aphid *Rhopalosiphum padi* (L.) // *Can. J. Plant Sci.* 1962. V. 42. № 2. P. 247–251.
33. Jackson B. R., Schlehner A. M. Will barley // *Crop Sci.* 1965. V. 5. № 2. P. 195.
34. Johnson I. J. Registration of barley varieties // *Agronomy J.* 1953. V. 45. № 7. P. 320–322.
35. Kindler S. D., Jensen K. B., Springer T. L. An overview: resistance to the Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) within the perennial *Triticeae* // *J. Econ. Entomol.* 1993. V. 86. № 5. P. 1609–1618.
36. Kindler S. D., Spomer S. M. Biotypic status of six greenbug (Homoptera: Aphididae) isolates // *Environ. Entomol.* 1986. V. 15. № 3. P. 567–572.
37. Kindler S. D., Springer T. L. Resistance to Russian wheat aphid in wild *Hordeum* species // *Crop Sci.* 1991. V. 31. № 1. P. 94–97.
38. Kuo-Sell H.-L. Resistance of wheats, triticales and oats to the aphids *Metopolophium dirhodum*, *Sitobion avenae* and *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) // *Meded. Fac. landbouwwetensch/Univ. Gent.* 1994. V. 59. № 2B. P. 505–514.
39. Lowe H. J. B. Detection of resistance to aphids in cereals // *Ann. Appl. Biol.* 1978. V. 88. № 3. P. 401–406.
40. Lowe H. J. B. Resistance to aphids in immature wheat and barley // *Ann. Appl. Biol.* 1980. V. 95. № 1. P. 129–135.
41. Merkle O. G., Webster J. A., Morgan G. H. Inheritance of a second source of greenbug resistance in barley // *Crop Sci.* 1987. V. 27. № 2. P. 241–243.
42. Mittal S., Lynn S., Dahleen L.S., Mornhinweg D. Locations of quantitative trait loci conferring Russian wheat aphid resistance in barley germplasm STARS-9301B // *Crop Sci.* 2008. V. 48. № 4. P. 1452–1458.
43. Moharramipour S., Murata S., Kanehisa K., Tsumuki H. Relationship between gramine concentration and cereal aphid populations in seedling and maturation stages in barley lines // *Bull. Res. Inst. Bioresour./Okayama Univ.* 1996. V. 4. № 1. P. 49–58.
44. Moharramipour S., Tsumuki H., Sato K., Murata S., Kanehisa K. Effects of leaf color, epicuticular wax amount and gramine content in barley hybrids on cereal aphid populations // *Appl. Entomol. Zool.* 1997. V. 32. № 1. P. 1–8.
45. Moharramipour S., Tsumuki H., Sato K., Yoshida H. Mapping resistance to cereal aphids in barley // *Theor. Appl. Genet.* 1997. V. 94. № 5. P. 592–596.
46. Moharramipour S., Yoshida H., Sato K., Takeda K., Iida T., Tsumuki H. Mapping cereal aphid resistance in Steptoe/Morex doubled haploid population // *Barley Gen. Newsl.* 1997. V. 27. P. 48–50.
47. Moharramipour S., Takeda K., Sato K., Yoshida H., Tsumuki H. Inheritance of gramine content in barley // *Euphytica.* 1999. V. 106. № 2. P. 181–185.
48. Mornhinweg D. W., Bregitzer P., Porter D. R. Registration of seventeen spring two-rowed barley germplasm lines resistant to Russian wheat aphid // *J. Plant Registr.* 2007. V. 1. № 2. P. 135–136.
49. Mornhinweg D. W., Bregitzer P., Porter D. R. Registration of nineteen spring six-rowed barley germplasm lines resistant to Russian wheat aphid // *J. Plant Registr.* 2007. V. 1. № 2. P. 137–138.
50. Mornhinweg D. W., Bregitzer P., Porter D. R. Registration of seven spring two-rowed barley germplasm lines resistant to Russian wheat aphid // *J. Plant Registr.* 2008. V. 2. № 3. P. 230–234.
51. Mornhinweg D. W., Brewer M. J., Porter D. R. Effect of Russian wheat aphid on yield components of field grown susceptible and resistant spring barley // *Crop Sci.* 2006. V. 46. № 1. P. 36–42.
52. Mornhinweg D. W., Edwards L. H., Smith E. L., Morgan G. H., Webster J. A., Porter D. R., Carver B. F. Registration of “Post 90” barley // *Crop Sci.* 2004. V. 44. № 6. P. 2263.
53. Mornhinweg D. W., Obert D. E., Wesenberg D. M., Erickson C. A., Porter D. R. Registration of seven winter feed barley germplasms resistant to Russian wheat aphid // *Crop Sci.* 2006. V. 46. № 4. P. 1826–1827.
54. Mornhinweg D. W., Porter D. R., Webster J. A. Registration of STARS-9301B Russian wheat aphid resistant barley germplasm // *Crop Sci.* 1995. V. 35. № 2. P. 603.
55. Mornhinweg D. W., Porter D. R., Webster J. A. Inheritance of Russian wheat aphid resistance in spring barley germplasm // *Crop Sci.* 1995. V. 35. № 5. P. 1368–1371.

56. Mornhinweg D. W., Porter D. R., Webster J. A. Genetic diversity for Russian wheat aphid resistance in USDA-ARS barley germplasm lines // Barley Genet. Newsl. 1997. V. 27. P. 7.
57. Mornhinweg D. W., Porter D. R., Webster J. A. Registration of STARS-9577B Russian wheat aphid resistant barley germplasm // Crop Sci. 1999. V. 39. № 3. P. 882–883.
58. Mornhinweg D. W., Porter D. R., Webster J. A. Inheritance of Russian wheat aphid resistance in spring barley germplasm line STARS-9577B // Crop Sci. 2002. V. 42. № 6. P. 1891–1893.
59. Nieto-Lopez R. M., Blake T. K. Russian wheat aphid resistance in barley: inheritance and linked molecular markers // Crop Sci. 1994. V. 34. № 3. P. 655–659.
60. Porter D. R., Mornhinweg D. W. Characterization of greenbug resistance in barley // Plant Breed. 2004. V. 123. № 5. P. 493–494.
61. Porter D. R., Mornhinweg D. W. New sources of resistance to greenbug in barley // Crop Sci. 2004. V. 44. № 4. P. 1245–1247.
62. Porter D. R., Burd J. D., Mornhinweg D. W. Differentiating greenbug resistance genes in barley // Euphytica. 2007. V. 153. № 1-2. P. 11–14.
63. Puterka G. J., Burd J. D., Mornhinweg D. W., Haley S. D., Peairs F. B. Response of resistant and susceptible barley to infestations of five *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae) biotypes // J. Econ. Entomol. 2006. V. 99. № 6. P. 2151–2155.
64. Puterka G. J., Peters D. C., Kerns D. L., Slosser J. E., Bush L., Worrall D. W., McNew R. W. Designation of two new greenbug (Homoptera: Aphididae) biotypes G and H // J. Econ. Entomol. 1988. V. 81. № 6. P. 1754–1759.
65. Quick J. S., Nkongolo K. K., Meyer W., Peairs F. B., Weaver B. Russian wheat aphid reaction and agronomic and quality traits of a resistant wheat // Crop Sci. 1991. V. 31. № 1. P. 50–53.
66. Quisenberry S. S., Schotzko D. J. Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) population development and plant damage on resistant and susceptible wheat // J. Econ. Entomol. 1994. V. 87. № 6. P. 1761–1768.
67. Radchenko E. E. Greenbug resistance in local oat samples from East Asia // Agrifood research reports 51. Proc. 7-th International oat conference. MTT Agrifood research, Finland. 2004. P. 188.
68. Radchenko E. E., Tyryshkin L. G. Components of the greenbug (*Schizaphis graminum* Rond.) resistance in wheat and barley somaclonal variants // Cereal Res. Commun. 2004. V. 32. № 2. P. 255–258.
69. Robinson J. Modes of resistance in barley seedlings to six aphid (Homoptera: Aphididae) species // J. Econ. Entomol. 1992. V. 85. № 6. P. 2510–2515.
70. Robinson J., Delgado F., Vivar H. E., Burnett P. A. Inheritance of resistance to Russian wheat aphid in barley // Euphytica. 1992. V. 62. № 3. P. 213–217.
71. Robinson J., Vivar H. E., Burnett P. A., Calhoun D. S. Resistance to Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) in barley genotypes // J. Econ. Entomol. 1991. V. 84. № 2. P. 674–679.
72. Ronquim J. C., Pacheco J. M., Ronquim C. C. Occurrence and parasitism of aphids (Hemiptera: Aphididae) on cultivars of irrigated oat (*Avena* spp.) in São Carlos, Brazil // Braz. Arch. Biol. Technol. 2004. V. 47. № 2. P. 163–169.
73. Sciah S., Sivasithamparam K., Karakousis A., Lagudah E. S. Cloning and characterization of a family of disease resistance gene analogs from wheat and barley // Theor. Appl. Genet. 1998. V. 97. № 5-6. P. 937–945.
74. Schmidt J. W., Dreier A. F. Registration of Nebar barley // Crop Sci. 1976. V. 16. № 3. P. 444.
75. Smith O. D., Schlehuber A. M., Curtis B. C. Inheritance studies of greenbug (*Toxoptera graminum* Rond.) resistance in four varieties of winter barley // Crop Sci. 1962. V. 2. P. 489–491.
76. Starks K. J., Burton R. L. Greenbugs: determining biotypes, culturing, and screening for plant resistance with notes on rearing parasitoids // USDA. 1977. Techn.bull. № 1556. 12 p.
77. Starks K.J., Burton R.L., Merkle O.G. Greenbugs (Homoptera: Aphididae) plant resistance in small grains and sorghum to biotype E // J. Econ. Entomol. 1983. V. 76. № 4. P. 877–880.
78. Webster J. A., Baker C. A., Porter D. R. Detection and mechanisms of Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) resistance in barley // J. Econ. Entomol. 1991. V. 84. № 2. P. 669–673.
79. Webster J. A., Starks K. J. Sources of resistance in barley to two biotypes of the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani), Homoptera: Aphididae // Protection Ecology. 1984. V. 6. № 1. P. 51–55.
80. Webster J. A., Starks K. J., Burton R. L. Plant resistance studies with *Diuraphis noxia* (Homoptera: Aphididae) – a new United States wheat pest // J. Econ. Entomol. 1987. V. 80. № 4. P. 944–949.
81. Weibull J. Screening for resistance against *Rhopalosiphum padi* (L.). 1. *Avena* species and breeding lines // Euphytica. 1986. V. 35. № 3. P. 993–999.

82. Weibull J. Screening for resistance against *Rhopalosiphum padi* (L.). 2. *Hordeum* species and interspecific hybrids // *Euphytica*. 1987. V. 36. № 2. P. 571-576.
83. Weibull J. Resistance in the wild crop relatives *Avena macrostachya* and *Hordeum bogdani* to the aphid *Rhopalosiphum padi* // *Entomol. exp. et appl.* 1988. V. 48. № 3. P. 225-232.
84. Weibull J. Resistance to *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) in *Hordeum vulgare* subsp. *spon-taneum* and in hybrids with *H. vulgare* subsp. *vulgare* // *Euphytica*. 1994. V. 78. № 1-2. P. 97-101.
85. Wilson R. L., Starks K. J., Pass H., Wood E. A. Jr. Resistance in four oat lines to two biotypes of the greenhug // *J. Econ. Entomol.* 1978. V. 71. № 6. P. 886-887.
86. Yoshida H., Iida T., Sato K., Moharramipour S., Tsumuki H. Mapping a gene for gramine synthesis in barley // *Barley Genet. Newsl.* 1997. V. 27. P. 22-24.

E. E. RADCHENKO

GENETIC RESOURCES OF BARLEY AND OAT FOR BREEDING FOR APHID RESISTANCE

Summary

The paper discusses the available knowledge about resistance to cereal aphids in barley and oat genetic resources. Such possibilities of broadening the range of effective resistance genes as cultivated plants collections screening, introgression and mutant forms creation are discussed. Ample material concerning inheritance of aphid resistance in barley and oat, as well as the use of sources of resistance in breeding is presented.

А. А. Поморцев,

Е. В. Лялина,

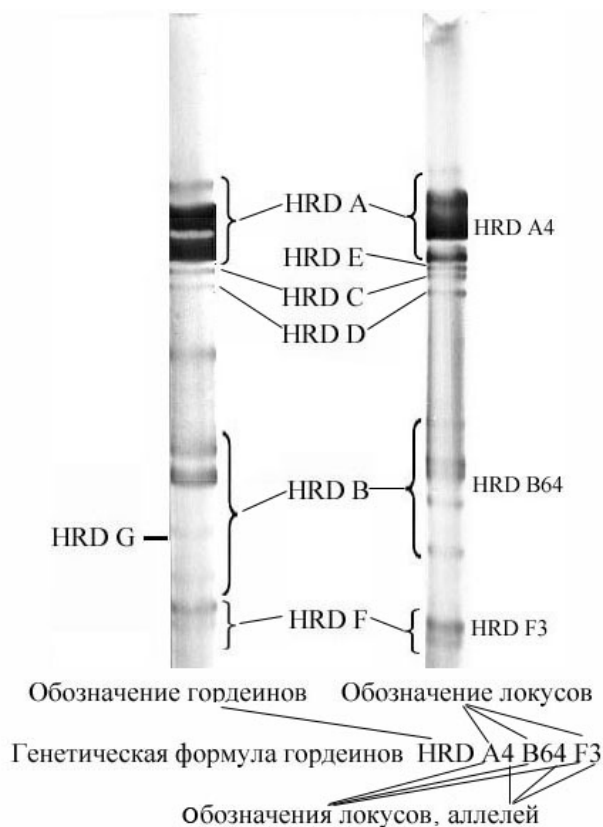
Б. А. Калабушкин

ГОРДЕИН-КОДИРУЮЩИЕ ЛОКУСЫ КАК ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ У ЯЧМЕНЯ

Открытие качественных биохимических признаков организмов, наследуемых по законам Менделя, позволило начать работу по выяснению селекционной и адаптивной ценности генов (аллелей), до сих пор неизвестных. Гены и локусы, контролирующие полиморфные белки, выявляемые методами электрофореза, также широко используются в исследованиях, направленных на выяснение центра происхождения ячменя. К числу наиболее полиморфных и генетически хорошо изученных у ячменя относятся спирторастворимые белки зерна (гордеины). Вместе с тем для электрофореза гордеинов в мире применяются более двадцати различных методов и их модификаций (Cook, 1992). Используются также различные подходы к интерпретации и регистрации электрофореграмм гордеинов (Конарев и др., 1979; Созинов, 1985; Shewry, 1985; Cook, 1992). Нет единой системы и в обозначении аллелей гордеин-кодирующих локусов (Созинов и др., 1978; Kapala, 1981; Marchylo and Laberge, 1981; Nevo, Beiles and Storch, 1983; Nielsen and Johansen, 1985). Это не позволяет сопоставить результаты различных исследований, оценить и систематизировать полиморфизм гордеинов, контролируемых аллелями разных локусов.

Наиболее полная информация о генетическом контроле гордеинов получена при их анализе методом электрофореза в крахмальном геле. Установлено, что электрофоретические компоненты гордеина контролируются семью сцепленно наследуемыми локусами – *Hrd A*, *Hrd B*, *Hrd C*, *Hrd D*, *Hrd E*, *Hrd F* и *Hrd G*, локализованными в коротком плече хромосомы 5 ячменя (Созинов и др., 1978; Поморцев и др., 1983; Netsvetaev and Sozinov, 1984). Локусы *Hrd A*, *Hrd B* и *Hrd F*, представляющие собой мультигенные семейства, контролируют группы совместно наследуемых компонентов гордеинов (блоки компонентов), по которым наблюдается высокий полиморфизм. На основе этого А. А. Созиновым и др. (1978) предложен способ регистрации электрофореграмм гордеинов в виде генетических формул (рис. 1). Ло-

кусы *Hrd C*, *Hrd D*, *Hrd E* и *Hrd G* контролируют отдельные минорные компоненты, которые на электрофореграммах гордеина многих сортов ячменя не обнаружены.

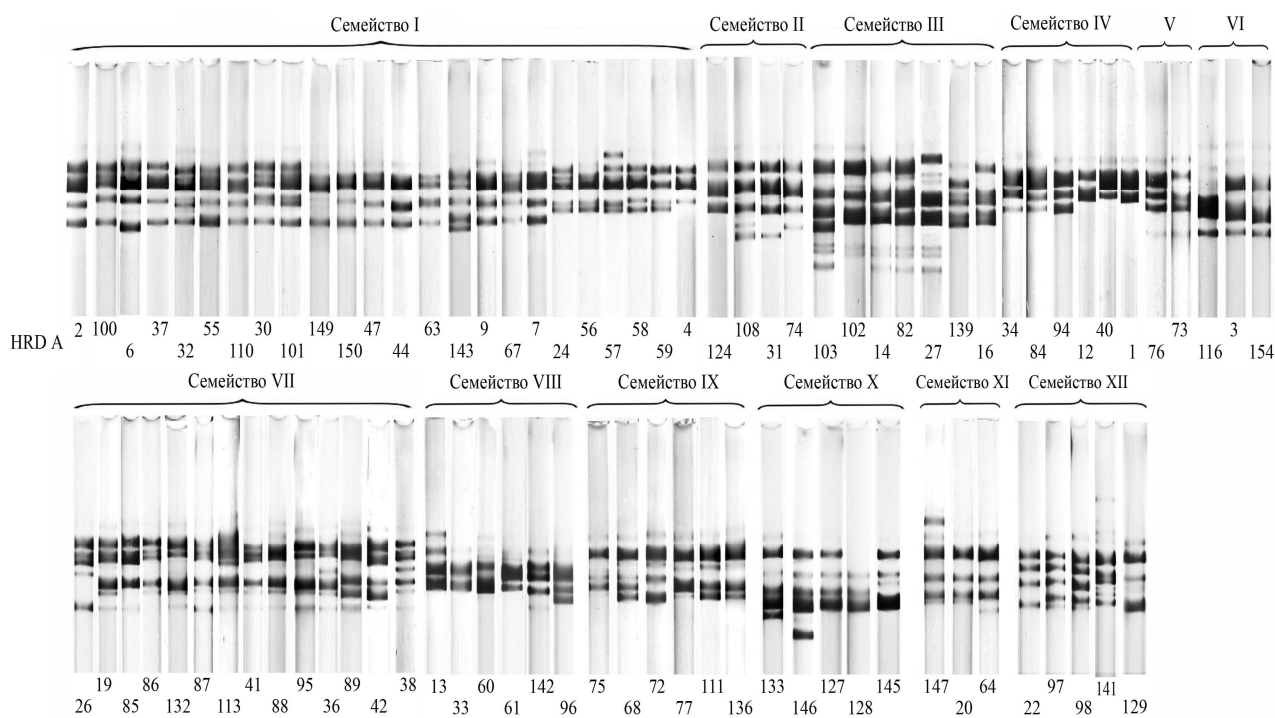


Р и с. 1. Электрофореграммы гордеина ячменя и способ их регистрации в виде генетических формул

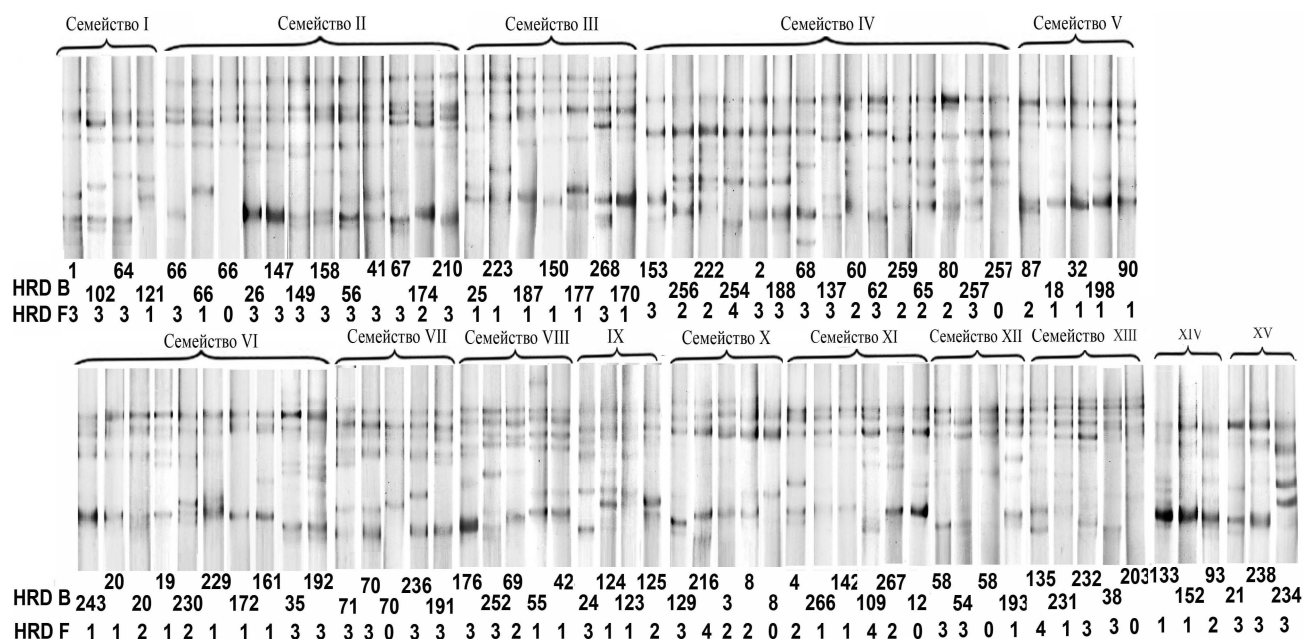
Fig. 1. Barley hordein electrophoregrams and their recording in the form of genetic formulas

В результате анализа гордеина у 1667 образцов ячменя из 25 стран Африки, Южной Аравии, Юго-Западной, Центральной и Восточной Азии, СССР и России было выявлено по локусу *Hrd A* 150 аллелей, по локусу *Hrd B* – 259 и по локусу *Hrd F* – 5 аллелей. Частично обнаруженные варианты блоков компонентов гордеинов А и В приведены на рисунке 2. Оказалось, что полиморфизм гордеинов А и В имеет определенную структуру, выражающуюся в существовании групп фенотипически сходных блоков компонентов, различающихся по подвижности, интенсивности или присутствию / отсутствию отдельных белковых полос. Такие группы блоков компонентов мы называем семействами блоков компонентов гордеинов. По гордеину А у культурного ячменя обнаружено 12 семейств, а по гордеину В – 15 семейств вариантов блоков компонентов. Семейства различаются по числу входящих в них блоков компонентов. Для А-гордеина число блоков компонентов, входящих в различные семейства варьирует от 3 (семейство XI) до 60 (семейство I), а для В-гордеина – от 3 (семейство XIV) до 39 (семейство IV). В настоящее время показано, что наблюдаемый полиморфизм гордеинов ячменя определяется не посттрансляционными изменениями белков, а различиями между генотипами на уровне ДНК (Shewry et al., 1985). К числу последних относятся различия длин кодирующих последовательностей ДНК, делеции/инсерции отдельных триплетов или их блоков, крупные делеции кодирующих последовательностей, изменение числа тандемных повторов в повторяющихся доменах в результате неравного кроссинговера и проскальзывания нити ДНК (DNA-slippage) во время репликации (Kreis et al., 1985; Kreis and Shewry, 1989; Sayanova et al., 1992; Kanazin et al., 1993; Shewry, Napier, Tatham, 1995). Учитывая, что накопление мутаций в генах гордеиновых локусов происходит постепенно, можно предположить,

что семейства, включающие наибольшее число вариантов блоков компонентов являются и наиболее древними у культурного ячменя.



а



б

Р и с. 2. Некоторые варианты гордеина А (а) и гордеина В (б), обнаруженные при анализе коллекции и группировка их в семейства
 Fig. 2. Some hordein A (a) and hordein B (b) variants discovered by the collection analysis and their grouping into families

Однако возникает вопрос – каким образом возникают собственно семейства у культурного ячменя? Это может быть следствием крупных мутаций в генах гордеиновых локусов или ин-

трогрессия от дикого родича ячменя – *H. spontaneum* в результате его спонтанной гибридизации с культурным ячменем. При анализе 172 образцов *H. spontaneum* из 11 стран его ареала нами были выявлены десятки вариантов А- и В- гордеинов, которые у культурного ячменя не встречались. Вместе с тем, у дикого ячменя были обнаружены блоки компонентов, идентичные некоторым вариантам, присутствующим у культурного ячменя и относящимся к малочисленным семействам (Поморцев, 2008). Ряд образцов *H. spontaneum*, у которых были найдены блоки компонентов, относящиеся к многочисленным семействам, на самом деле не являлись образцами дикого ячменя и представляли собой или гибриды с культурным ячменем, или являлись просто образцами культурного ячменя. Таким образом, полиморфизм гордеинов у культурного ячменя формируется двумя путями – вследствие мутаций в генах гордеиновых локусов и интрогрессии от дикого ячменя. На наш взгляд, это объясняет существование целого ряда гипотез о центре происхождения культурного ячменя от Марокко до Тибета, основанных на анализе молекулярных маркеров у образцов культурного и дикого ячменя (Molino-Cano et al., 1987, 1999; Lev-Yadum, Gipher, Abbo, 2000; Yin et al., 2003; Killian et al., 2006; Orabi et al., 2007), поскольку те или иные выводы о центре происхождения культурного ячменя могут определяться конкретными наборами образцов *H. vulgare* и *H. spontaneum*, исследованных различными авторами.

Гордеин-кодирующие локусы сцеплены с некоторыми генами устойчивости растений ячменя к мучнистой росе – *Ml-a*, *Ml-at*, *Ml-ra*, *Ml-ak*, *Ml-m*, *Ml-nn* (Solari, Favret, 1971; Ogram et al., 1975; Jensen, 1994). Кроме того, имея локусы *Hrd A* и *Hrd B* в качестве фланговых маркеров гена устойчивости к мучнистой росе *Ml-a*, можно контролировать присутствие гена резистентности (его аллеля, эффективного с точки зрения устойчивости) в генотипе ячменя по наличию соответствующих вариантов гордеинов. Это также позволяет значительно упростить контроль присутствия в генотипе другого (неаллельного) локуса, контролирующего устойчивость к этому заболеванию и создавать гомозиготные линии, объединяющие два неаллельных доминантных гена устойчивости (Нецветаев, Поморцев, 1989, 1990).

Поскольку ячмень является одной из основных кормовых культур, представляют интерес результаты изучения сопряженности аллельных вариантов гордеиновых локусов с некоторыми показателями кормовых качеств зерна. Показано, что некоторые варианты гордеина В и (или) F сопряжены с количеством ингибитора трипсина и, соответственно, с переваримостью белка зерна *in vitro* (Поморцев и др., 1988). Кроме этого, установлена связь аллелей гордеин-кодирующих локусов и отдельных электрофоретических компонентов гордеина с пивоваренными качествами зерна ячменя (Marchylo and Laberge, 1981; Нецветаев, Шмидер, Демина, 1984; Нецветаев, 2000; Echart-Almeida and Cavalli-Molina, 2001).

Проведенные исследования закономерностей географического распространения аллелей гордеин-кодирующих локусов у селекционных сортов, возделывавшихся в различных агро-климатических зонах показали, что распространение аллелей этих локусов связано с распределением ряда климатических факторов – среднегодового количества осадков, суммы эффективных температур, средней температуры июля и континентальности климата, а также зависит от высоты выращивания над уровнем моря (Поморцев и др., 1994; 1996, 2001).

Существующий высокий уровень полиморфизма гордеиновых локусов определяет их высокую эффективность при их использовании в качестве генетических маркеров в лабораторном сортовом контроле семенных и товарных партий зерна ячменя (Конарев и др., 1979; G. Nielsen and H.V. Johansen, 1985; Sašek et al., 1990; Поморцев и др., 2004, 2005).

Таким образом, результаты изучения генетического контроля и полиморфизма Гордеинов позволяют использовать гордеин-кодирующие локусы как эффективные генетические маркеры в исследованиях, направленных на установление центра происхождения культурного ячменя, в селекции на устойчивость к мучнистой росе, кормовые и пивоваренные качества зерна, в лабораторном сортовом контроле, а также для оптимизации размещения сортов ячменя в различных природно-климатических зонах.

Работа выполнена в рамках программы: Генофонды и генетическое разнообразие, проекта «Генетическое разнообразие культурных злаков, представителей трибы Triticeae:

возникновение и формирование в процессе доместикации и распространения видов в агрокультуре".

A. A. POMORTSEV,
E. V. LYALINA,
B. A. KALABUSHKIN

HORDEIN CODING LOCI AS BARLEY GENETIC MARKERS

Summary

The starch-gel electrophoresis of hordeins from 1667 barley accessions from 25 countries of Africa, Southern Arabia, Southwestern, Central and Eastern Asia, USSR and Russia has revealed 150 alleles of the *Hrd A* locus, 259 of the *Hrd B* locus and 5 of the *Hrd F* locus. Distribution of alleles has been demonstrated to depend on the climatic factors distribution. Alleles of these loci relate to some characteristics of grain fodder qualities and may be used as convenient markers of a number of genes of resistance to barley powdery mildew. Also, they may be efficiently used for the laboratory control of grains purity.

Е. К. Потокينا

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ В СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ

Обсуждая возможности практического использования молекулярных маркеров в селекции ячменя, уместно вспомнить, в чем заключается принцип методов молекулярного маркирования, и чем вызвана необходимость их применения. Генетическое разнообразие растений является следствием полиморфизма нуклеотидной последовательности молекул ДНК. Сравнивая кодирующие последовательности ДНК у двух любых растений ячменя, можно обнаружить по крайней мере одну нуклеотидную замену на каждые 100–200 нуклеотидных пар [5]. Анализ элитного генофонда кукурузы в США выявил примерно одну нуклеотидную замену на 48 нуклеотидных пар в некодирующих участках генома, и на 131 пару в кодирующих локусах [7]. В сложных геномах растений, таких, например как кукуруза, примерно 150 миллионов нуклеотидных сайтов являются полиморфными [2]. Для того, чтобы получить доступ к анализу резерва изменчивости на уровне ДНК были разработаны многочисленные технологии молекулярного маркирования. Какими бы разнообразными эти технологии не были, суть их сводится к одному – выявить, визуализировать полиморфизм последовательности ДНК в лабораторных условиях, сделав его, таким образом, доступным для анализа.

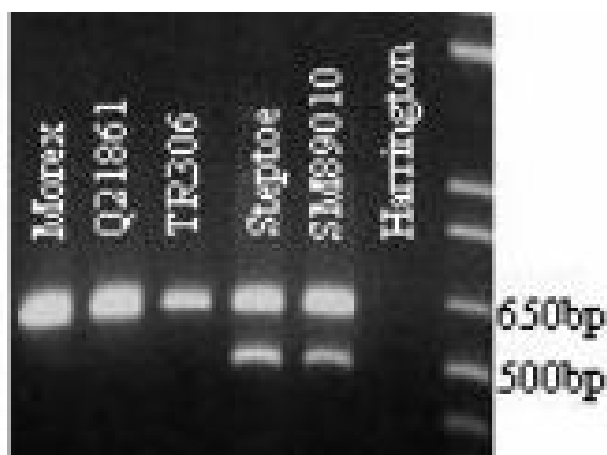
Подавляющая доля нуклеотидного полиморфизма ДНК не отражается на фенотипе, то есть, не имеет никаких морфологических или физиологических проявлений. Однако определенная часть нуклеотидных замен может иметь отношение к изменчивости фенотипических признаков, представляющей интерес для селекции. В настоящее время накоплен обширный фактический материал, свидетельствующий о том, что методы молекулярного маркирования могут оказать неоценимую помощь практической селекции, значительно сократив сроки создания новых сортов.

В качестве примера можно упомянуть ген Photoperiod-H1 (Ppd-H1), контролирующей фотопериодическую чувствительность у ячменя. Нуклеотидные замены в последовательности этого гена непосредственно отражаются на фотопериодической реакции растения [10]. При сравнении последовательности Ppd-H1 у сортов, различающихся по фотопериодической чувствительности, было выявлено 23 нуклеотидные замены. Одна из них ведет к тому, что в кодируемом белке заменяется одна аминокислота: вместо глицина – триптофан. Транскрибируемый белок (pseudo-response regulator) является регуляторным; он определяет активность целого каскада генов, включающих фотопериодическую реакцию. Аминокислотные замены в полипептидной цепи нарушают его структуру и функцию, что ведет к изменению фотопериодической чувствительности. Нуклеотидную замену с таким впечатляющим фено-

типическим эффектом можно выявить в лабораторных условиях с помощью CAPS (Cleavage Amplified Polymorphic Segments) маркера.

Маркерная помощь отбору (MAS, marker-assisted selection) наиболее эффективно используется в селекции на устойчивость к болезням. В частности, у ячменя разработан микросателлитный (SSR) маркер, сцепленный с генами устойчивости к вирусу желтой мозаики *gum4* и *gum5* [4], позволяющий с помощью полимеразно-цепной реакции (ПЦР) распознать устойчивые и поражаемые вирусом генотипы ячменя. Молекулярный скрининг более 100 образцов ячменя с известной фенотипической реакцией на вирус показал 100-процентную достоверность маркерного метода диагностики [8].

Клонирование другого гена *Rpg1*, определяющего устойчивость ячменя к стеблевой ржавчине (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*), показало, что восприимчивые к заболеванию генотипы ячменя характеризуются трехнуклеотидной вставкой (GTT) в последовательности гена *Rpg1*, которая отсутствует у 95% генотипов устойчивых к стеблевой ржавчине [1]. На основе этой вставки/делеции трех нуклеотидов Eckstein et al. (2003) разработали аллель-специфичный SCAR-маркер (Sequence Characterized Amplified Region), позволяющий различить устойчивые и неустойчивые генотипы ячменя с помощью ПЦР-реакции. Анализ 41 образца ячменя с известной фенотипической реакцией на заражение возбудителем показал, что только в одном случае из 41 диагностика устойчивости с помощью аллель-специфичного SCAR-маркера оказалась ошибочной. Таким образом, стало возможным различать устойчивые и неустойчивые к стеблевой ржавчине генотипы ячменя в лабораторных условиях, минуя полевые испытания на инфекционном фоне (рис.).



Молекулярная диагностика поражаемых и устойчивых к стеблевой ржавчине генотипов ячменя с помощью аллель-специфичного SCAR маркера. Генотипы Morex, Q21861, и TR306 (устойчивые); Steptoe, SM89010 и Harrington (поражаемые) (по Eckstein et al., 2003)

Molecular diagnostics of barley genotypes susceptible or resistant to stem rust applying the allele specific SCAR marker. Resistant genotypes: Morex, Q21861, and TR306; susceptible genotypes: Steptoe, SM89010 and Harrington (according to Eckstein et al., 2003)

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что в случае нуклеотидных замен с ярко выраженным фенотипическим эффектом, молекулярные маркеры могут упростить скрининг генетического материала, с которым работает селекционер. Другой важный аспект маркерной помощи отбору заключается в возможности контролируемого переноса ценных Генов из генотипов дикорастущих предковых форм или местных популяций в селекционные сорта. До появления молекулярных маркеров этот процесс осуществлялся с помощью отбора по фенотипу в серии возвратных скрещиваний, проводимых после скрещивания селекционного сорта с предполагаемым донором ценных аллелей. Трудности возникали в случае, если внедряемая аллель была рецессивной, или изучаемый признак сильно варьировал в зависи-

мости от экспериментальных условий, то есть обладал низким коэффициентом наследуемости. При наличии молекулярного маркера, сцепленного с интрогрессируемым геном (или QTL), высокоэффективный отбор может проводиться на основе присутствия определенной аллели такого маркера в изучаемых генотипах. Это позволяет анализировать потомство возвратного скрещивания на самых ранних стадиях онтогенеза, в связи с чем отпадает необходимость в трудоемких полевых испытаниях.

В качестве примера Toojinda et al. (1998) использовали RFLP маркеры для отбора линий, полученных в результате возвратного скрещивания, проведенного с целью интрогрессии QTL устойчивости к вирусу штриховатой мозаики в генотип элитного североамериканского сорта ячменя Steptoe. Линии бэккросса от скрещивания донора устойчивости с сортом Steptoe были проанализированы маркерами RFLP и AFLP, чтобы выявить среди них генотипы, несущие интрогрессированный от донора локус устойчивости, но сохраняющие во всех остальных локусах генома аллели Steptoe. Из растений потомства, максимально удовлетворяющих такому критерию, были получены двойные гаплоиды, и на их основе создан новый сорт Танго. Новый сорт сочетал все элитные качества североамериканского сорта-стандарта Steptoe, но дополнительно отличался устойчивостью к вирусу штриховатой мозаики, которой Steptoe не обладал.

Методы молекулярного маркирования не могут полностью заменить полевую оценку, однако, имеются опубликованные данные о том, что привлечение молекулярных маркеров повышает эффективность селекционного процесса как минимум вдвое, прежде всего сокращая количество необходимых беккроссов. В отчете о достижениях австралийских селекционеров ячменя за 2003 г. опубликовано сообщение о том, что благодаря молекулярным технологиям стало возможным контролировать в скрещиваниях перенос генов, определяющих качество, устойчивость к болезням и абиотическим стрессам. С помощью этих технологий австралийские селекционеры впервые запустили в производство новый сорт Sloop SA, полученный в результате всего трех беккроссов элитного сорта Chebec и донора устойчивости к галловой нематоды – сорта Sloop [6]. Становится очевидным, что с развитием ДНК-фингерпринтинга, основанного на выявлении набора аллелей специфичного для определенного генотипа, появилась реальная возможность свести к минимуму риск неконтролируемого переопыления или неправильной идентификации селекционных генотипов. Рутинный анализ селекционного материала с помощью молекулярных маркеров обеспечивает качественный генетический контроль и позволяет избежать дорогостоящих ошибок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brueggeman R., Rostoks N., Kudrna D., Kilian A., Han F., Chen J., Druka A., Steffenson B., Kleinhofs A. The barley stem rust-resistance gene Rpg1 is a novel disease-resistance gene with homology to receptor kinases // Proc Natl Acad Sci USA. 2002. V. 9. №1 4. P. 9328–9333.
2. Buckler E. S. Thornsberry J. M. Plant molecular diversity and applications to genomics // Current Opinion in Plant Biology. 2002 V.5. P. 107–111.
3. Eckstein P., Rosnagel B., Scoles G. Allele-Specific Markers within the Barley Stem Rust Resistance Gene (Rpg1) // Barley Genetics Newsletter. 2003. V. 33. P. 7–12.
4. Graner A., Streng S., Kellermann A., Schiemann A., Bauer E., Waugh R., Pellio B., Ordon F. Molecular mapping and genetic fine-structure of the rym5 locus encoding resistance to different strains of the Barley Yellow Mosaic Virus Complex // Theor. Appl. Genet. 1999. V. 98. P. 285–290.
5. Kota R, Wolf M., Michalek W., Graner A. Application of denaturing high-performance liquid chromatography for mapping of single nucleotide polymorphisms in barley (*Hordeum vulgare* L.) // Genome. 2001. V. 44. P. 1–6.
6. Langridge P., Barr A. Barley in Australia. Preface // Australian Journal of Agricultural Research. 2003. V. 54. P. 1–4.
7. Rafalski A. J. Novel genetic mapping tools in plants: SNPs and LD-based approaches // Plant Science. 2002. V. 162. P. 329–333.
8. Thomas W. T. B. Prospects for molecular breeding of barley // Annals of Applied Biology. – 2003. V. 142. P. 1–12.

9. Toojinda T., Baird E., Booth A., Broers L., Hayes P., Powell W., Thomas W., Vivar H., Young G. Introgression of quantitative trait loci (QTLs) determining stripe rust resistance in barley: an example of marker-assisted line development // *Theor Appl Genet.* – 1998. – V.96. P. 123–131.
10. Turner A., Beales J., Faure S., Dunford R., Laurie D. The Pseudo-Response Regulator Ppd-H1 provides adaptation to photoperiod in barley // *Science.* 2005. V. 310. P. 1031–1034.

E. K. POTOKINA

THE USE OF MOLECULAR MARKERS IN BARLEY BREEDING

Numerous molecular marker techniques are now available for tracing variability at the DNA level. The paper describes different molecular research methods, namely CAPS markers (Cleavage Amplified Polymorphic Segments), MAS (marker-assisted selection), microsatellite markers (SSR), SCAR markers (Sequence Characterized Amplified Region) and RFLP markers, which facilitate genetic material screening, raise efficiency of the breeding process at the expense of cutting down the number of backcrosses.

Т. Ю. Гагкаева,
О. П. Гаврилова

ФУЗАРИОЗ КОЛОСА И ЗЕРНА ЯЧМЕНЯ

Грибы рода *Fusarium* являются опасными патогенами многих сельскохозяйственных растений. Урожай инфицированных растений снижается, что приводит к значительным экономическим потерям. Особую опасность представляет зараженное зерно, в котором, в процессе жизнедеятельности грибов рода *Fusarium*, накапливаются вторичные метаболиты грибов – микотоксины. Факторами, определяющими загрязнение зерна микотоксинами, являются степень заражения и видовой состав развивающихся на зерне грибов. Известно, что разные виды продуцируют различные по химической природе токсичные метаболиты [3, 10, 17]. Знание отличий между представителями различных видов рода *Fusarium* и их точная идентификация, имеют важное значение для прогноза присутствия микотоксинов в зерне. Благоприятствуют развитию заболевания наличие влаги (осадки, росы) в период образования и налива зерна.

Генотип растения-хозяина также значительным образом оказывает влияние на накопление микотоксинов. Установлено, что иммунных к заражению фузариозными грибами сортов зерновых культур нет, однако наблюдаются различия по устойчивости. В настоящее время выделяют несколько типов устойчивости зерновых к фузариозу колоса (ФК): 1) устойчивость к проникновению патогена; 2) устойчивость к распространению по колосу; 3) устойчивость семян к заражению; 4) толерантность и 5) способность к аккумуляции или деградации токсинов [11–14]. Так называемый "5 тип устойчивости" (к аккумуляции/деградации токсинов) влияет на конечное содержание токсинов и позволяет получать относительно "чистое" зерно, даже на фоне достаточно высокого уровня инфицированности зерна. Отмечено, что типы устойчивости зерновых варьируют и наследуются независимо.

Устойчивость растений к ФК не видоспецифична [7, 11], т.е. устойчивость к одному виду патогена, вызывающему ФК, проявляется и к другим видам *Fusarium*. Устойчивый к определенному виду патогена сорт будет сохранять устойчивость при его возделывании в другом регионе, на фоне другого состава патогенного комплекса грибов рода *Fusarium*.

Фузариоз колоса и зерна широко распространен во всем мире, и значительные усилия исследователей направлены на предотвращение развития этого заболевания и получение высококачественного зерна. В последние годы стало отчетливо ясно, что наиболее перспективным путем снижения зараженности зерна является возделывание устойчивых сортов.

В России существует сеть государственных сортоучастков (ГСУ) (<http://www.gossort.com>), служащих ареной для оценки перспективных и включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, сортов с/х культур. Начиная с 2003 г., на Волосовском ГСУ (Гатчинский р-н, Ленинградская обл.) нами проводится анализ зерновых культур на устойчивость к фузариозу зерна. Поскольку признак устойчивости – показатель относительный и в значительной мере зависит от условий окружающей среды, то устойчивость конкретного сорта должна оцениваться относительно стандарта. В условиях ГСУ, где ежегодно высеваются различные сорта, оценку устойчивости проводят относительно средней зараженности зерна всей анализируемой выборки сортов, возделываемых на данном участке в год наблюдения. От каждого сорта отбирали 100 грамм образца зерна. В лабораторных условиях зерно дезинфицировали и раскладывали на поверхность агаризованной питательной среды. На 5–7 сутки учитывали зараженность семян грибами рода *Fusarium* (%) и определяли видовую принадлежность грибов [9].

Результаты анализа зараженности зерна из Волосовского ГСУ показали наличие высокого естественного инфекционного фона грибов рода *Fusarium*, несмотря на отсутствие типичных симптомов на колосе. В 2003 г. анализ 7 сортов ярового ячменя (Thuringia, Криничный, Inagi, Суздалец, Эльф, Лель, Зевс) выявил высокую зараженность зерна – в среднем 22,6% (варьирование 10–45%). В комплексе патогенов зерна обнаружен вид *F. graminearum* с частотой встречаемости 22,8%. Также с высокой частотой выявлены виды *F. avenaceum* (28,5%) и *F. poae* (22,8%).

В 2004 году зараженность зерна 11 сортов ячменя (Криничный, Inagi, Суздалец, Эльф, Зевс, Thuringia, Тандем, Виват, Селлар, Annabel, Нур) также была значительной, в среднем она составила 23,6% (варьирование 7–38%) инфицированных зерен. Доминирующими видами в этом году были *F. graminearum* (41,2%) и *F. avenaceum* (37,7%).

В 2005 г. наблюдалась высокая зараженность зерна восьми сортов ячменя (Криничный, Inagi, Суздалец, Эльф, Зевс, Тандем, Виват, Горец), в среднем 38,2% (варьирование 27–51%). Частота встречаемости вида *F. graminearum* составила 24,2%, уступая только типичному для этой территории виду *F. avenaceum* – 33,7%. Следующими по частоте встречаемости являлись виды *F. sporotrichioides* (15,4 %) и *F. poae* (11,1 %).

В 2006 г. вегетационный период отличился засушливыми и относительно прохладными условиями, что привело к низкой зараженности зерна – в среднем 0,7% (варьирование 0–4%) зараженных зерен. С наибольшей частотой повсеместно отмечены виды *F. avenaceum* (37,5%) и *F. poae* (25%).

В 2007 г. зараженность зерна ячменя семнадцати сортов (Криничный, Inagi, Суздалец, Эльф, Тандем, Агат, Бином, Фермер, Северянин, Ленинградский, Арбалет, Annabel, Ксанаду, Пересвет, Максим, Велес, Слободской) составила в среднем 5,8% (варьирование от 1,4 до 15,7%). С наибольшей частотой регистрировались три вида – *F. avenaceum* (27,5%), *F. sporotrichioides* (26,1%) и *F. poae* (18,8%). За ними следовали *F. equiseti* (10,1%), *F. graminearum* (8,7%) и *F. culmorum* (4,3%).

Оценка устойчивости сортов ячменя, проводимая на естественном инфекционном фоне в условиях Волосовского ГСУ, показала, что сорта Зевс, Ксанаду и Бином являются восприимчивыми к фузариозу. Относительно устойчивые по нашим данным сорта Лель, Селлар, Турингия и Слободской.

Несмотря на широкое распространение фузариоза в нашей стране, селекцией ячменя на устойчивость к этому опасному заболеванию практически не занимаются. По нашим данным, только в Приморском НИИСХ (г. Уссурийск) проводится селекция на устойчивость к ФК. В то же время количество зарубежных публикаций по этой проблеме постоянно растет, демонстрируя острый интерес к селекции новых высокоустойчивых и высокопродуктивных сортов ячменя [15, 16].

Эколого-географическое распределение форм растений с полевой устойчивостью к болезни напрямую связано с центрами сопряженной эволюции хозяина и патогена в географических областях, условия которых способствуют формированию напряженного инфекци-

онного фона [1]. На территории Дальнего Востока России, которая характеризуется влажным климатом и высокими летними температурами, фузариоз колоса является постоянной проблемой уже более 100 лет [2, 4, 5, 6]. По нашему мнению, в результате многолетнего прессинга фузариозных грибов на растения, мог быть осуществлен отбор генотипов с полевой устойчивостью к этому заболеванию.

В коллекции Всероссийского института растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР) хранятся староместные образцы ячменя собранные в начале XX века на восточноазиатской территории России и представляющие, на наш взгляд, несомненный интерес с точки зрения устойчивости к фузариозу. До настоящего времени изучение устойчивости этих образцов к заболеванию не проводилось.

Целью нашего исследования было провести оценку устойчивости к ФК местных образцов ячменя, находящихся в коллекции ВИР, а также современных коммерческих сортов. Оценка образцов из ВИР проводили в поле ГОС ВИЗР (Тосненский район, Ленинградская область) на искусственном инфекционном фоне в 2001–2004 гг. Для инокуляции использовалась смесь изолятов *F. culmorum*. Обработка суспензией спор гриба производилась в вечернее время в фазу массового цветения образца в концентрации 10^5 спор в мл с расходом рабочей жидкости 50 мл на кв.м. Полевая оценка устойчивости образцов была проведена по внешним признакам на колосе через 21 сутки после инокуляции. Количество пораженных колосьев оценивалось по проценту проявления видимых симптомов заболевания на колосьях. После ручного обмолота колосьев, зараженность поверхностно стерилизованного зерна определялась в лабораторных условиях.

Всего проанализировано 88 образцов ярового ячменя из коллекции ВИР. Из них оценили устойчивость 60 местных и культурных сортов и селекционных линий ячменя с Дальнего Востока и Сибири (23 – собранных и помещенных в коллекцию до 1917 г. и 37 – в 30 гг. XX века), 15 сортов и селекционных линий ячменя современной селекции из Красноярского и Приморского краев (Красноярский 1, Красноярский 80, Агул 2, Соболек, Приморский 39, Приморский 44, Приморский 60, Приморский 98, Приморский 89, Приморский 3906, Русь) и 11 сортов районированных на северо-западе РФ (Белогорский, Криничный (Белоруссия), Inagi (Финляндия), Суздалец, Thuringia (Германия), Зевс, Лель, Эльф, Мураш, Вулкан, Балтика). Устойчивость образцов сравнивали со стандартами устойчивости: среднеустойчивым сортом Уссурийский 8 (2-рядный, Приморский край) и высоко устойчивыми сортами – Victor (2-рядный, Чехия) и Chevignon (6-рядный, Канада).

Поскольку искусственное заражение проводили высокоагрессивными штаммами гриба *F. culmorum*, то в поле на колосе были хорошо заметны признаки фузариоза (спороношение гриба розового цвета) по которым проводили учет заболевания. В среднем за годы изучения распространенность ФК по ячменям из Дальнего Востока составила 34,5%, из Красноярска – 38,3%, а современных районированных сортов – 63,1%. соответственно. Процент зараженности зерен, выявленный при лабораторной оценке, в среднем для этих же групп ячменей составил 12,7; 4,9; 33,7 соответственно. Анализ видового состава комплекса патогенов зерна выявил 72–95% встречаемости гриба *F. culmorum*.

Сорта ячменя Приморского НИИСХ (Приморский 39, Приморский 44, Приморский 60, Приморский 98, Приморский 89) характеризовались как среднеустойчивые к ФК, вероятно, поскольку в процессе селекции оценивались по этому признаку. Селекционные линии из Приморского НИИСХ (к-27282–27286) – двурядные ячмени, имеющие крупный колос, но средневосприимчивые к ФК – получены при скрещивании сортов Уссурийский 8 и Приморский 3755. Линия к-27287, выявленная в результате скрещивания сортов эколого- и географически отдаленного происхождения Приморский 20 и Винницкий 3 (Украина), высокопродуктивная, устойчива к полеганию и высоко устойчива к ФК.

Зараженность зерна оцениваемых коммерческих сортов значительно выше по сравнению со стандартами (табл. 1). В 2004 г. варьирование зараженности зерна ячменей в пределах опыта составила 2,3–52%. Сорта Зевс, Вулкан, Мураш, Эльф, Агул 2 показали высокую

восприимчивость к фузариозу. Группу среднеустойчивых сортов составили Приморский 44, Thuringia, Inari, Белогорский.

Т а б л и ц а 1. Фузариоз колоса и зерна сортов ячменя на искусственном инфекционном фоне (инокуляция *F. culmorum*, ТОС ВИЗР, 2004 г.)

Table 1. Fusarial head blight in barley cultivars against the artificial infectious background (*F. culmorum* inoculant; Tosno Exp.St. VIZR, 2002–2004)

№ п/п	Сорт	Разновидность	Фузариоз колоса, %	Зараженность зерна, %
1	Криничный	<i>v. nutans</i>	62	28,6
2	Белогорский	<i>v. pallidum</i> , <i>v. ricotense</i>	52	21
3	Суздалец	<i>v. nutans</i>	63	30,6
4	Inari	" "	67	19,6
5	Thuringia	" "	38	18,1
6	Зевс	<i>v. pallidum</i>	72	52
7	Лель	" "	67	36,5
8	Эльф	<i>v. nutans</i>	62	38,5
9	Мураш	<i>v. pallidum</i>	54	45,8
10	Вулкан	<i>v. nutans</i>	94	41,5
11	Приморский 89	" "	71	26,5
12	Приморский 44	" "	10	17
13	Уссурийский 8	" "	30	24,2
14	Chevron	<i>v. pallidum</i>	27	4,0
15	Victor	<i>v. nutans</i>	33	6,2
Варьирование зараженности образцов ячменя в пределах опыта			2–100	2,3–52

По результатам многолетней оценки из всех анализированных местных образцов ячменя выделено 14 высоко устойчивых к фузариозу зерна, 10 из них поступили в коллекцию до 30 гг. прошлого века (табл. 2). Пять образцов относятся к голозерным формам (к-2946, к-11070, к-11073, к-11076, к-11082), имеют крупное зерно, но склонны к полеганию и восприимчивы к мучнистой росе. Наряду с высокоустойчивыми три шестирядных ячменя (к-5006, к-11077, к-15107) отличались высокой восприимчивостью к заболеванию.

Проведенные исследования показывают, что в коллекции ВИР находятся уникальный генетический материал, характеризующийся высокой устойчивостью к фузариозу зерна. Эта устойчивость вполне сопоставима, а в некоторых случаях даже лучше, чем широко используемые в мире доноры устойчивости ячменя.

Признак устойчивости к фузариозу обязательно должен учитываться при селекции новых сортов ячменя. В отличие от других заболеваний зерновых культур, оценка устойчивости к фузариозу значительно сложнее. Признак устойчивости количественный, относительный и, в значительной степени, зависит от условий окружающей среды. Как следствие, оценка должна проводиться с использованием инфекционного фона (искусственная инокуляция) на специально выделенных изолированных участках или в условиях высокого фона естественной инфекции в течение нескольких лет.

Видимые симптомы заболевания на колосе проявляются, в основном, в случае доминирования видов *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum* и не всегда связаны с истинной зараженностью зерна. Существование пяти типов устойчивости, контролируемых различными генами, предполагает использование нескольких методов оценки признака устойчивости.

Т а б л и ц а 2. Наиболее устойчивые к фузариозу зерна образцы ячменя из коллекции ВИР (искусственный инфекционный фон *F. culmorum*, ТОС ВИЗР, 2002–2004 гг.)

Table 2. Barley accessions from the VIR collection with the highest degree of fusarial head blight resistance (artificial infectious background, *F. culmorum* inoculant; Tosno Exp.St.

№ п/п	№ кат. ВИР	Образец, происхождение	Рядность	Зараженность зерна (%) по годам		
				2002	2003	2004
1	к-2925	Местный, Приморский край	v. pallidum	-	-	7,5
2	к-2946	" " "	v. nudum	-	-	4,5
3	к-2948	" " "	v. pallidum	-	-	2,3
4	к-4995	" " "	" "	35,0	22,2	6,2
5	к-5000	" " "	" "	38,3	13,3	4,2
6	к-5001	" " "	" "	-	5,8	4,0
7	к-5002	" " "	" "	11,7	23,3	4,8
8	к-11070	" " "	v. coeleste	-	3,1	4,7
9	к-11073	Местный, Приморский край, №995	" "	8,3	4,3	4,7
10	к-11076	Местный, Камчатка	v. nudum	19,2	3,8	19,9
11	к-11082	" "	" "	23,3	8,3	20,7
12	к-15116	Местный, Приморский край	v. pallidum	6,7	15,7	4,5
13	к-15130	" "	" "	8,8	22,3	7,5
14	к-27287	Л -4452, Приморский НИИСХ	v. nutans	-	-	5,0
15	к-18334	Уссурийский 8	" "	23,8	21,5	24,2
16	к-30738	Victor	" "	-	9,3	6,2
17	к-18686	Chevron	v. pallidum	-	3,5	4,0
Варьирование зараженности образцов ячменя в пределах опыта				6,7–68,3	3,1–62,6	2,3–52

ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов Н. И. Законы иммунитета растений к инфекционным заболеваниям. Л., 1967. 480 с.
2. Воронин Н. С. О «пьяном» хлебе в Южно-Уссурийском крае // Ботанические записки, издаваемые при Ботаническом саде. С-Пб. 1890–92. В. 3. С. 13–21.
3. Кононенко Г. П., Буркин А. А., Соболева Н. А. Потенциал токсинообразования основных возбудителей фузариоза колоса // Матер. Всеросс. конгр. по медиц. микологии. 2004. Т. 3. С. 266 – 269.
4. Наумов Н. А. Пьяный хлеб. Наблюдения над несколькими видами рода *Fusarium*. труды бюро по микологии и фитопатологии ученого комитета. Петроград, 1916. 216 с.
5. Пальчевский А. Болезни культурных злаков Южно-Уссурийского края. СПб., 1981. 40 с.
6. Ячевский А.А. О пьяном хлебе. Бюллетень о заболевании. 1904. № 11. С. 89–92.
7. Balkandzhieva Yu., Karadzhova J. Genetic sources of resistance to *Fusarium* on the barley ears // Plant Science. 1994. V.31. P. 79–82.
8. Gagkaeva T. Yu., Levitin M. M., Zuev E. V., Terentjeva I. A. Evaluation of genetic resources of wheat and barley from Far East of Russia for resistance to *Fusarium* head blight // J. Applied Genetics. 2002. V. 43A. P. 229–236.
9. Gerlach W., Nirenberg H. The genus *Fusarium* –a Pictorial Atlas. Mitt. Biol. Bundesanst. Ld. Berlin. 1982. 406 p.

10. Marasas W. F. O., Nelson P. E., Toussoun T. A. Toxigenic *Fusarium* species. Identity and mycotoxicology. The Pennsylvania State Univ. Press, London, 1984. 328 p.
11. Mesterhazy A. Types and components resistance to *Fusarium* head blight of wheat // Plant Breed. 1995. V. 114. P. 377–86.
12. Miller J. D., Young J. C., Sampson R. D. Deoxynivalenol and *Fusarium* head blight resistance in spring cereals // Phytopath. Z. 1985. V.113. P. 359–367.
13. Schroeder H. W., Christensen J. J. Factors affecting of wheat to scab caused by *Gibberella zeae* // Phytopathology. 1963. V. 53. P. 831–838.
14. Snjders C. A. Genetic variation for resistance to *Fusarium* head blight in bread wheat // Euphytica. 1990. V. 50. P. 171–179.
15. Steffenson B. J. *Fusarium* Head Blight of Barley: Impact, Epidemics, Management, and Strategies for Identifying and Utilizing Genetic Resistance. In book: *Fusarium* Head Blight of Wheat and Barley. Edit. by Leonard K.J., Bushnell W.R. APS PRESS. 2003. P. 241–295.
16. Tekauz A., McCallum B., Gilbert J. *Fusarium* head blight of barley in western Canada // Can. Plant Pathol. 2000. V. 22. P. 9–16.
17. Thrane U. Developments in the taxonomy of *Fusarium* species based on secondary metabolites. *Fusarium*. APS PRESS. 2001. P. 29–49.

T. YU. GAGKAYEVA,
O. P. GAVRILOVA

FUSARIAL HEAD BLIGHT OF BARLEY EAR AND GRAIN

Summary

Fusarium resistance should always be taken into consideration when breeding new barley cultivars. The trait is quantitative and to a significant degree relative, and to a significant degree depends on the environmental conditions. The paper offers the results of fusarium resistance evaluation in modern commercial barley cultivars and local barleys from the VIR collection. The highest degree of susceptibility to fusarial head blight was characteristic of cvs. Zevs, Xanadu and Binom, and relative resistance was discovered in cvs. Lel', Sellar, Thuringia and Slobodskoy. The VIR collection was found to contain unique material characterized by a high degree of resistance to fusarial head blight.

**Н. К. Губарева,
А. В. Конарев**

СОВРЕМЕННЫЕ СОРТА ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ И ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ИХ СОРТОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ И ЧИСТОТЫ

Для получения пива хорошего качества зерно, идущее на пивоварение, должно иметь соответствующую сортовую принадлежность и чистоту. Это позволяет обеспечить одновременное прораствание зерна, необходимое для получения качественного солода.

Для сортовой идентификации злаков, в том числе и ячменя, успешно используется метод электрофореза запасных белков зерна – проламинов. В 2000 г. Госсеминаспекцией РФ были утверждены стандартные методики электрофореза. В 2002 году испытательная лаборатория по оценке сортовой принадлежности и сортовой чистоты семян методом электрофореза белков при ГНЦ РФ ВНИИ Растениеводства на базе отдела биохимии и молекулярной биологии была аккредитована в системе сертификации семян.

С 2004 г. по настоящее время в этой лаборатории проанализировано 209 партий товарного и семенного зерна пивоваренного ячменя. Образцы зерна поступают от ОАО «Пивоваренная компания Балтика» и производящих солод ЗАО «Солодовенный завод Суффле» и ЗАО «Невский берег». На электрофоретический анализ из каждого образца берется случайная выборка из 100 зерен. Электрофорез проламинов ячменя – гордеинов проводится в вертикальных пластинах полиакриламидного геля в кислом (рН 3,1) буфере.

Чтобы определить подлинность и сортовую чистоту поступающих на анализ партий зерна новых сортов, необходимо знать характерные для них типы электрофоретических спектров гордеина. Для этого предварительно проводится анализ семян этих сортов, полученных от оригинатора или из коллекции ячменя ВИР.

Как видно из таблицы 1, в пивоварении наиболее широко используется сорт Скарлетт из Германии.

Т а б л и ц а 1. Число партий пивоваренного ячменя, проанализированных в 2004–2009 гг.

Table 1 Malting barley consignments analyzed in 2004 – 2009

Сорт	2004–2005 гг.	2006 г.	2007 г.	2008–2009 гг.
Скарлетт	27	31	68	19
Гонар	4	10		
Аннабель	1	3	3	
Ксанаду		2	15	5
Астория			1	
Пасадена			7	1
Жозефин			4	6
Марни			1	
Беатрис				1

Популярный ранее белорусский сорт Гонар, в настоящее время не возделывается. С 2007 г. в производство вводятся новые современные сорта западно-европейского происхождения (Германия и Франция). Кроме перечисленных в таблице, начинают привлекаться к использованию сорта Тюрингия и Филадельфия.

Среди изученных сортов есть как однородные по электрофоретическим спектрам гордеина, так и полиморфные, имеющие два или три типа спектра. На рисунке 1 представлены типы спектров гордеина, характерные для однородных сортов и преобладающие у полиморфных. Большинство сортов четко отличаются друг от друга по компонентному составу гордеина. Исключение составляют идентичные по спектрам гордеина сорта Ксанаду и Скарлетт, а также сорта Беатрис и Пасадена. Это связано с тем, что в происхождении сорта Ксанаду участвовал сорт Скарлетт, а сорта Беатрис – сорт Пасадена. Для выявления взаимного засорения у таких сортов в комплексе с гордеинами в электрофоретическом анализе используются другие полиморфные белки.

На рисунке 2 представлены типы спектров гордеина полиморфных сортов. У всех этих сортов цифрой 1 обозначен преобладающий тип спектра, составляющий не менее 80%. У сортов Астория, Беатрис и Филадельфия имеется по одному дополнительному типу спектра, у сорта Скарлетт – 2 типа.

Охарактеризованная выше степень различия между сортами по типам спектров гордеина достаточна для оценки подлинности и сортовой чистоты партий зерна и семян.

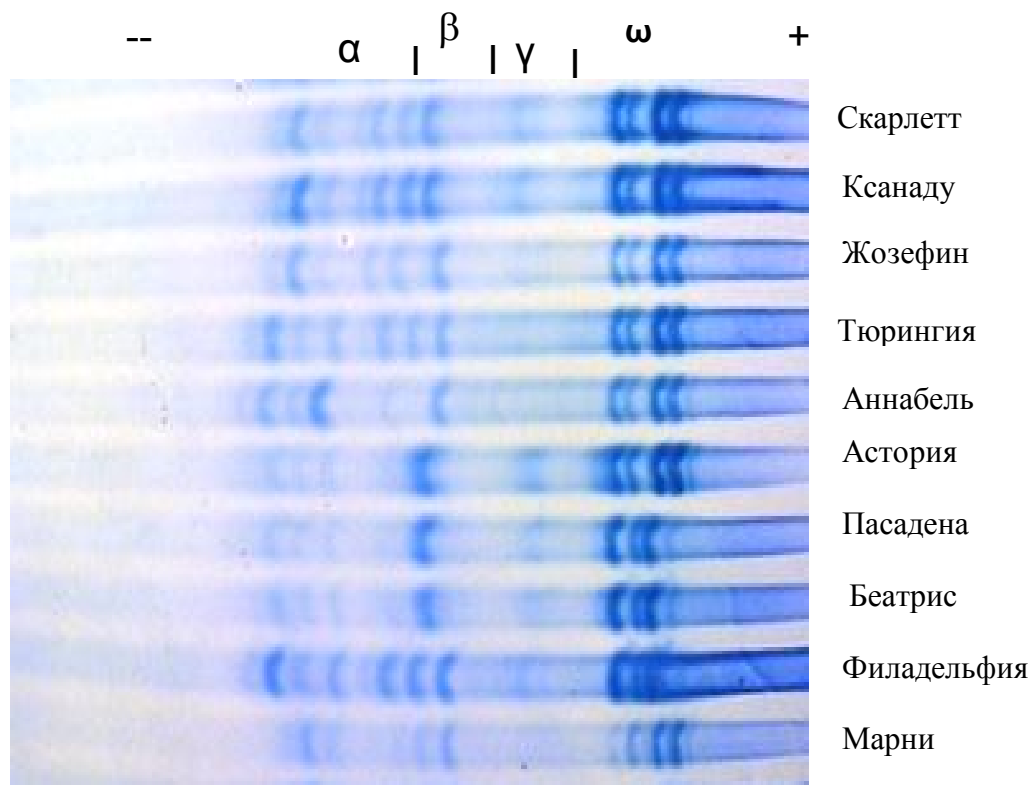
Из 209 исследованных партий 108 соответствовали сорту и имели чистоту от 95 до 100%.

В 11-ти партиях обнаружено свыше 50% примеси, в том числе у 5-ти партий примесь превышала 90%. Из 14-ти партий сорта Гонар в 7-ми примесь была более 50%.

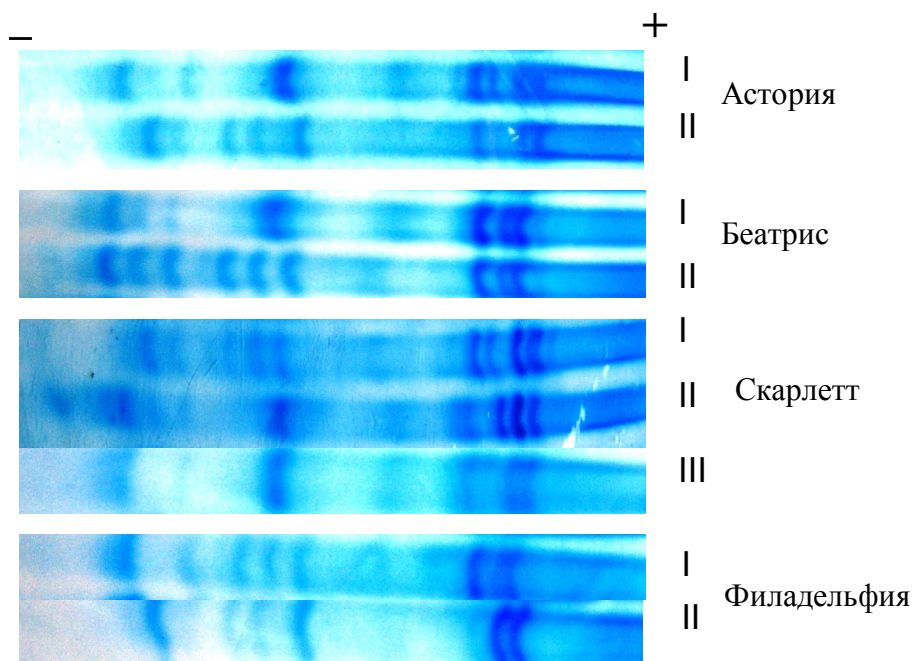
На примере сорта Скарлетт проанализирована степень и характер засорения (табл. 2).

Полученные данные свидетельствуют об актуальности электрофоретического контроля сортовой чистоты партий товарного зерна сортов пивоваренного ячменя.

В целом, электрофорез гордеина является надежным и доступным методом контроля подлинности и сортовой чистоты как однородных, так и полиморфных современных сортов пивоваренного ячменя.



Р и с. 1. Основные типы электрофоретических спектров гордеина сортов пивоваренного ячменя
 Fig. 1. Main types of hordein electrophoretic spectra in malting barley cultivars



Р и с. 2. Типы электрофоретических спектров гордеина у полиморфных сортов пивоваренного ячменя

Fig. 2. Types of hordein electrophoretic spectra in polymorphous malting barley cultivars

Т а б л и ц а 2. Оценка сортовой чистоты зерна ячменя сорта Скарлетт методом электрофореза гордеина

Evaluation of cv. Scarlett grain varietal purity by means of hordein electrophoresis

№ п/п	Урожай		Примесь	
	Область	Год	%	Сорт
1	Липецкая	2007	0	
2	Воронежская	2007	0	
3	Тамбовская	2007	2	Гонар
4	Воронежская	2008	5	Аннабель
5	Курская	2007	10	Пасадена
			3	Гонар
6	Курская	2007	40	Гонар
			10	Аннабель
7	Курская	2008	44	Гонар
			14	Астория
			4	Аннабель
			6	неидентифицированная примесь
8	Курская	2007	64	Аннабель
			23	Гонар
9	Липецкая	2007	96	Аннабель

N. K. GUBAREVA,
A. V. KONAREV

MODERN MALTING BARLEY CULTIVARS AND ELECTROPHORETIC CONTROL OF THEIR IDENTITY AND PURITY

Summary

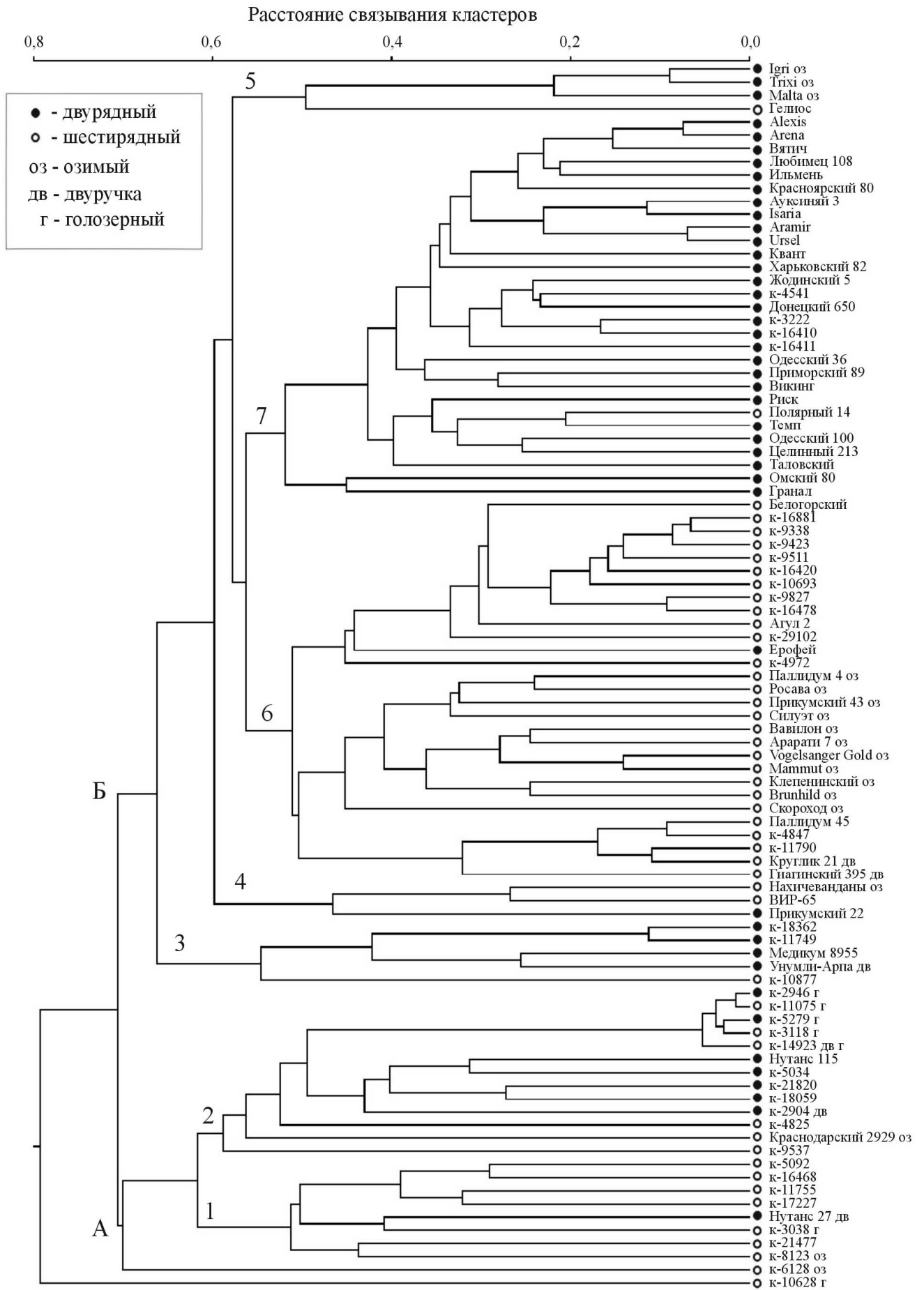
Hordein electrophoresis was used to analyze original seeds of modern malting barley cultivars, as well as consignments of commercial grain and seed of the same cultivars. The results of consignments examination have confirmed usefulness of the applied method for controlling identity and purity of malting barley cultivars.

**П. П. Стрельченко,
О. Н. Ковалева**

КЛАССИФИКАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ КУЛЬТУРНОГО ЯЧМЕНЯ КОЛЛЕКЦИИ ВИР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПДРФ-МАРКЕРОВ

Введение. Познание структуры генетического разнообразия культурного ячменя представляет большой интерес для повышения эффективности управления коллекциями *ex situ* этой культуры и подбора исходного материала для ее селекции. Изучению ботанического и агро-экологического разнообразия ячменя А. Я. Трофимовская в своей работе уделяла первостепенное внимание. Подробно эти классификации описаны в ее монографии [2]. В последние два десятилетия появились возможности для оценки генетического разнообразия ячменя непосредственно по структуре ДНК. В литературе имеются сведения об использовании полиморфизма рестриционных фрагментов ДНК по их длине (ПДРФ-маркеров), а также методов, основанных на анализе продуктов полимеразной цепной реакции (ПЦР). Одна-

ко, в этих работах изучены главным образом селекционные сорта, полученные в странах западной Европы и северной Америки (см. для обзора статью Стрельченко и др., 2002).



В настоящем исследовании с использованием ПДРФ-маркеров мы попытались оценить генетическое сходство 93 местных и селекционных сортов ячменя, происходящих из различных регионов Азии и Европы.

Основными задачами были:

- из коллекции ВИР отобрать выборку сортов, происходящих из различных регионов России и соседних с ней стран;
- из набора картированных в геноме клонов ДНК отобрать клоны, охватывающие все хромосомы ячменя и дающие полиморфные ПДРФ-спектры;
- провести сравнительный анализ этих спектров для всех изученных сортов и оценить их генетические взаимосвязи методами многомерной статистики.

Материал и методы. Среди отобранных из коллекции ВИР 93 сортов 54 являлись селекционными сортами с известными родословными. Из них 11 происходили из стран западной Европы, остальные – из России и других стран СНГ. Набор местных сортов содержал 39 образцов преимущественно из России и стран центральной Азии. В целом изученная выборка сортов имела широкий спектр разнообразия по происхождению, типу развития (яровые, озимые и двуручки), а также по морфологии (дву- и шестирядные, пленчатые и голозерные).

ДНК каждого образца выделяли из 20–25 двухнедельных проростков. Методы выделения ДНК, ее рестрикции ферментами *Eco* RI и *Hind* III, электрофореза рестрикционных фрагментов ДНК в агарозных гелях, Саузерн-блоттинга на нейлоновые мембраны, гибридизации с ³²P-мечеными ДНК-пробами и последующей автордиографии подробно описаны [3]. Наличие или отсутствие соответствующего компонента в спектрах автордиограмм кодировали как 1 или 0, соответственно. На основе полученной таким путем бинарной матрицы исходных данных строили матрицу коэффициентов сходства сортов [4]. Последнюю использовали для кластерного анализа (UPGMA-метод) и анализа методом главных осей. Все математические расчеты и графические построения проводили с помощью пакета компьютерных программ NTSYS версии 2.0.

Результаты и обсуждение. В результате скрининга клонированных последовательностей ДНК было отобрано 35 анонимных геномных и шесть кДНК-клонов. Все клоны были относительно равномерно распределены в геноме: по пять или шесть клонов в каждой из семи хромосом ячменя. Для статистического анализа были отобраны результаты 70 комбинаций клон-фермент, которые позволили выявить в сумме 335 полиморфных фрагментов ДНК. По этим данным все изученные сорта отличались друг от друга. Кластерный анализ выявил сложную структуру взаимосвязей сортов. За исключением шестирядного голозерного местного сорта из Таджикистана (к-10628) все сорта объединились в два крупных кластера: А и Б (рис.). Кластер А включил 19 местных сортов и три селекционных сорта, полученных отбором из местных. Сорта преимущественно происходили из регионов центральной Азии, Сибири и Кавказа. Этот кластер представлен как двурядными, так и шестирядными формами, однако, кроме указанного выше сорта в него вошли все изученные голозерные формы. За исключением одного сорта из Туркмении (к-6128) образцы кластера А объединились в два субкластера. Первый из них включил образцы из центральной Азии, а второй – из разных регионов.

Кластер Б оказался более крупным и включил пять субкластеров (3–7). Субкластеры 6 и 7 оказались наиболее многочисленными, а сорта входящие в них различались в первую очередь по морфологии колоса. Субкластер 7 объединил преимущественно двурядные яровые сорта из стран западной Европы (Alexis, Arena, Isaria, Aramir и Ursel), а также селекционные сорта из различных регионов России. Последние, как правило, имели в своих родословных сорта из стран западной и восточной Европы, а также Канады. Субкластер 6 включил преимущественно шестирядные сорта, которые можно разделить на три группы сортов, имеющих тенденцию к совместной кластеризации. Одна группа содержала 13 местных и селекционных из североевропейской части России и Сибири. Присутствующие в этой группе селекционные сорта Белогорский, Агул 2 и Ерофей (двурядный) имели в своих родословных канадский сорт Keystone. Вторая группа включила озимые сорта из Германии (Vogelsanger

Gold, Mammut и Brunhild) и ряд, по-видимому, родственных им озимых сортов из России. Третья группа объединила пять селекционных и местных сортов из южных регионов России и Украины. Субкластер 5 включил двурядные озимые сорта Trixi и Malta из Германии, а также сорт Igrі из Голландии. По своим родословным эти сорта принципиально отличались от озимых шестирядных сортов субкластера 6.

Субкластер 3 объединил пять яровых сортов из центральной Азии: четыре двурядных и один – шестирядный. Субкластер 4 объединил всего три селекционных сорта из стран СНГ.

Характер взаимосвязей сортов, выявленный методом главных осей был весьма похож на описанный выше по результатам кластерного анализа. На полученном графе распределения сортов (результаты не приведены) последние четко разделились по первой главной оси на две основные группы: А и Б, которые по составу сортов полностью соответствуют кластерам А и Б на фенограмме, соответственно. По второй оси группа Б разделилась на двурядные и шестирядные сорта даже более четко, чем в кластере Б.

Таким образом, результаты изучения выборки сортов ячменя из коллекции ВИР показали, что ПДРФ-маркеры являются эффективными инструментами для выяснения генетической структуры генофонда культуры, более точной классификации сортов с неизвестной (местные сорта) или неполной их родословной, а также для идентификации групп генофонда, обладающих определенными эколого-географическими особенностями. ПДРФ-анализ местных и селекционных сортов позволил выявить наличие двух основных тенденций в эволюции культурного ячменя, которые связаны с длительной историей его независимого возделывания в определенных почвенно-климатических условиях в Азии и Европе, соответственно. В свою очередь ячмень из Европы более четко дифференцирован на двурядные и шестирядные сорта, среди которых могут выделяться группы сортов с близким происхождением по их родословным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стрельченко П. П., Ковалева О. Н., Окуно К. Молекулярно-генетический подход к анализу дифференциации и географического распространения ячменя. С.-х. биология. 2002. № 3. С. 41–56.
2. Трофимовская А. Я. Ячмень. (Эволюция, классификация, селекция). Л.: Колос. 1972. 296 с.
3. Graner A. H., Seidler H., Jahoor H., Hermann R.G., Wenzel G. Assessment of the degree of restriction length polymorphism in barley (*Hordeum vulgare*). Theor. Appl. Genet., 80: 826–832.
4. Nei M. Genetic distance between populations. Am. Nat. 1972, 106: 283–292.

P. P. STRELCHENKO,
O. N. KOVALEVA

CLASSIFICATION OF GENETIC DIVERSITY OF CULTIVATED BARLEY FROM THE VIR COLLECTION USING RFLP MARKERS

Summary

A set of 41 RFLP markers has been used to characterize polymorphism in a selection of 93 barley accessions representing local varieties and bred cultivars. The obtained data show that each of them is unique. In order to classify the studied materials on the basis of their similarity, the cluster analysis and PAF have been applied. The obtained results indicate genetic differentiation in barley.

УСТОЙЧИВОСТЬ КУЛЬТУРНОГО И ДИКОГО ЯЧМЕНЯ К ДЕЙСТВИЮ ТОКСИЧНЫХ ИОНОВ АЛЮМИНИЯ

Ячмень – универсальная культура, как по широте распространения, так и по ее использованию. Разнообразие эколого-географических типов и комплекс биологических свойств обусловили его широкое распространение в мире. Однако в последнее время одним из основных факторов, сдерживающих повышение урожайности ячменя, является высокая почвенная кислотность, обусловленная присутствием подвижных ионов алюминия.

Рост потребления зерна в мире, в том числе ячменя, ставит перед селекцией задачу создания урожайных, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам среды сортов

Проблема приспособления возделываемых растений к стрессовым факторам среды особенно актуальна для Нечерноземной зоны России. Снижение почвенного плодородия, увеличение площадей с кислыми почвами, неблагоприятные климатические условия предполагают использование сортов с высокой адаптивностью к неблагоприятным эдафическим факторам.

Для дальнейшего повышения эффективности селекции необходим поиск новых селекционно-ценных генотипов с высокой устойчивостью к абиотическому стрессу.

Расширение спектра доступной генетической изменчивости ячменя *Hordeum vulgare* L. по устойчивости к подвижным ионам алюминия возможно за счет вовлечения в скрещивания диких видов. Эта важная для селекции и хорошо изученная генетически проблема практически не решена в отношении признака алюмоустойчивости ячменя и других эдафических стрессов.

Дикие виды ячменя характеризуются высокой устойчивостью к абиотическим стрессам и, особенно, к высокой засоленности почвы, засухе. Однако, гибридизация таких видов с культивируемыми *H. vulgare* L. довольно сложна из-за высокой прогамной несовместимости. В связи с этим, одной из задач нашей работы явилось исследование диких видов ячменя на предмет поиска высокоустойчивых к ионной токсичности генотипов.

Среди диких видов известны формы, произрастающие на кислых и засоленных почвах, где рост культурных растений может быть затруднен. Так, дикий ячмень (*Hordeum spontaneum* C. Koch.) на засоленных почвах способен синтезировать больше органического вещества на единицу поглощаемых азота, фосфора и калия, чем культурные формы [2]. Поэтому многие дикие виды ячменя представляют интерес для селекции как возможный источник чужеродных генов, обуславливающих устойчивость к экстремальным почвенным факторам.

Материалом для исследований служили образцы культивируемого вида ячменя *Hordeum vulgare* L. (515 образцов) и дикорастущего вида *Hordeum spontaneum* C. Koch. (72 образца). Образцы *H. vulgare* были подобраны по географическому происхождению и относятся к Северному, Северо-Западному, Центральному, Волго-Вятскому, Западно-Сибирскому и Восточно-Сибирскому регионам России. Кроме того, в состав рабочей коллекции входят образцы из Европы, Средней Азии, Китая и Японии. Преимущественно отбирали местные формы, наиболее адаптированные к почвенно-климатическим условиям конкретных районов.

Вид дикого ячменя *H. spontaneum* C. Koch. относится к Старосветскому генцентру, расположенному на территории современных Передней, Средней Азии и Средиземноморья [3] По одной из гипотез культурный ячмень произошел от дикого полиморфного вида *Hordeum spontaneum*. В нашей работе вид *H. spontaneum* был представлен образцами из Азербайджана, Армении, Дагестана, Израиля, Ирака, Сирии, Туркмении, Турции, Узбекистана.

Диагностику алюмоустойчивости образцов ячменя проводили на ранних этапах развития растений с использованием корневого теста [4]. Длину зародышевых корней семидневных проростков, выращенных в растворе с содержанием 185 мкМ ионов алюминия (рН=4,0), соотносили с длиной зародышевых корней растений, выращенных в растворе без добавления солей алюминия (рН=6,5). В качестве дополнительного тестового признака использовали длину ростка изучаемых растений. В каждую растительную закладку закладывали сорта-тестеры с известным уровнем устойчивости: Полярный 14 (к-15619, ИДК – 0,71), Московский 121 (к-19417, ИДК – 0,63), Омский 13709 (к-17843, ИДК – 0,39) [1].

Среди 515 представителей разных эколого-географических групп культивируемого вида ячменя выявлен разнообразный сортимент по устойчивости к ионам алюминия с большим диапазоном изменчивости признака (ИДК находился в пределах 0,21–0,98) (таб. 1).

В изученной выборке обнаружено 15 форм неустойчивых к стрессу (ИДК 0,21–0,30), что составляет 2,9±0,89%. Выделено 63 образца устойчивых к ионам алюминия (ИДК >0,81), из них только 14 (2,7±1,95%) образцов практически не реагировали на концентрацию 185 мкМ ионов алюминия. К ним относятся следующие образцы: к-4364 (местный, Россия), к-5824 (местный, Россия), к-1067 (местный, Россия), к-16376 (местный, Россия), к-11682 (местный, Казахстан), к-16538 (местный, Грузия), к-10872 (местный, Туркмения), к-16468 (местный, Туркмения), к-21080 (местный, Туркмения), к-30971 (Беркут, Россия), к-30983 (Вакула, Россия), к-30987 (Сибиряк, Россия), к-30931 (Prestige, Чехия).

Вид *H. spontaneum* С. Koch. имел достаточно высокую устойчивость к действию ионов алюминия по реакции длины корня (таб. 1). У изученных образцов отмечено широкое варьирование по алюмоустойчивости (ИДК от 0,31 до 0,98). Среди представленных образцов не выделено форм с низким уровнем устойчивости. Только один образец w-770 из Узбекистана показал самый низкий уровень устойчивости – ИДК 0,31. Около 39% образцов оказались высоко устойчивы к действию токсичных ионов алюминия.

В целом у исследованных образцов культурного ячменя отмечено больше, чем у дикого форм, характеризующихся слабой устойчивостью к стрессу по реакции корня (2,9% и 0% соответственно) и меньше форм с высокой устойчивостью (12,2 с ИДК>0,81), чем в выборке дикого ячменя (38,9% с ИДК>0,81).

При изучении растений ячменя по реакции ростка (185 мкМ Al³⁺, рН 4,0) также отмечен широкий диапазон наследственной изменчивости по устойчивости к ионам алюминия (таб. 2). 77 образцов (35, 1 ± 2,71%) культурного ячменя представлено высоко устойчивыми формами. Развитие ростка у этих растений на стрессовом фоне, не отличалось от развития в контрольном варианте без токсичных ионов алюминия. К ним относятся: к-9736 (местный, Россия), к-4395 (местный, Россия), к-4737 (местный, Россия), к-6662 (местный, Армения), к-30985 (Биом, Россия) и другие. Низкую устойчивость по длине ростка показал только один образец – к-4276 (местный, Россия)

Т а б л и ц а 1. Распределение образцов различных видов ячменя по индексу длины корня

Table 1. Distribution of barley species accessions according to the root length index

Вид	Количество образцов	Индекс длины корня								Кол-во образцов (%) с ИДК>0,81
		0,21–0,30	0,31–0,40	0,41–0,50	0,51–0,60	0,61–0,70	0,71–0,80	0,81–0,90	>0,91	
<i>H. vulgare</i>	515	15	38	86	130	101	82	49	14	12,2±1,95
<i>H. spontaneum</i>	72	-	3	2	14	9	16	16	12	38,9±5,96

Реакция ростка на ионы алюминия растений дикого вида ячменя представлена в таблице 2. Из 72 изученных образцов не выделено форм с низким уровнем устойчивости. 52 об-

разца ($72,2 \pm 3,51\%$) отнесены к группе высокоустойчивых. Наиболее высокий индекс длины ростка отмечен у w-39 (Азербайджан), w-498 (Таджикистан), w-470 (Ирак) и других. Нами не найдены формы с наиболее низким уровнем устойчивости по реакции ростка.

Т а б л и ц а 2. Распределение образцов различных видов ячменя по индексу длины ростка

Table 2. Distribution of barley species accessions according to the shoot length index

Вид	Количество образцов	Индекс длины ростка								Кол-во образцов (%) с ИДР>0,81
		0,21-0,30	0,31-0,40	0,41-0,50	0,51-0,60	0,61-0,70	0,71-0,80	0,81-0,90	>0,91	
<i>H. vulgare</i>	515	1	5	28	63	103	134	104	77	35,1±2,71
<i>H. spontaneum</i>	72	-	-	1	2	4	13	22	30	72,2±3,51

По результатам совместного тестирования реакции корня и ростка среди изученного наследственного разнообразия ячменя можно выделить формы высокоустойчивые к стрессу. У вида *H. vulgare* L. это образцы к-1067 (местный, Дагестан), к-21080 (местный, Туркмения), к-11048 (Shirohadaka, Япония), к-30971 (Беркут, Россия), к-30983 (Вакула, Россия), к-30987 (Сибиряк, Россия). Для вида *H. spontaneum* С. Koch. характерно большее количество образцов с высокой устойчивостью: w-150 (Азербайджан); w-325, w-326, w-328, w-460 (Ирак); w-330, w-332 (Сирия); w -334, w-336, w-337, w-338, w-410 (Турция); w-610 (Дагестан). Такие образцы представляют наибольшее значение для селекции на эдафическую устойчивость.

Исходя из полученных данных, виды ячменя широко дифференцированы по признакам устойчивости (реакции корней и ростка): от чувствительных до высокоустойчивых форм. В целом вид *H. spontaneum* С. Koch. был более устойчив к действию токсичных ионов алюминия, чем вид *H. vulgare* L. Выделенные устойчивые формы культурного и дикого ячменя могут служить источником эффективных генов в селекции ячменя на адаптивность к экстремальным факторам среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Груздева Е.В., Яковлева О.В., Косарева И.А., Капешинский А.М., Терентьева И.А., Ковалёва О.Н. Каталог мировой коллекции ВИР. Ячмень. Лабораторная оценка образцов ячменя на кислотоустойчивость (Al^{3+} , Mn^{2+}). СПб, ВИР. 1999. Вып. 701. 28 с.
2. Климашевский Э.Л. Генетический аспект минерального питания растений. М.: Агропромиздат, 1991. 415 с.
3. Трофимовская А.Я. Ячмень. М.: Колос, 1972. 296 с.
4. Яковлева О.В., Капешинский А.М. Сравнение методов тестирования устойчивости растений ячменя к токсичным ионам алюминия. Мат. Междунар. научно-практической конференции «Генетические ресурсы культурных растений» (13–16 ноября 2001). СПб, 2001. С. 485–486.

O. V. YAKOVLEVA,
A. M. KAPESHINSKY,
O. N. KOVALEVA

ALUMINIUM TOXIC IONS TOLERANCE IN CULTIVATED AND WILD BARLEY

Summary

Tolerance to Al^{3+} ions has been studied in 515 accessions of cultivated barley and 72 accessions of wild *H. spontaneum* using the root test at early stages of plant development. The length of shoot was used as an additional indicator. 515 spring barley accessions from different ecogeographic groups showed different degrees of aluminium tolerance with a wide variation range. 45 forms were found to be practically insensitive to the concentration of 185 μM . 39% of *H. spontaneum* ac-

cessions were highly tolerant to aluminium ions. Similar results have been obtained for the shoot length.

The joint testing has resulted in identifying forms with high tolerance to the stress, which may be used as sources in barley breeding for adaptation to extreme environmental factors.

В. М. Шевцов

ИДЕИ ВИР ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА В СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ

Отмечая 105-летие со дня рождения А. Я. Трофимовской, ученицы великого биолога академика Н.И. Вавилова, хотелось бы привести несколько примеров плодотворного применения идей ВИРа в селекционной практике. Велика заслуга Н. И. Вавилова в организации ВИРа и обосновании его основных задач. С точки зрения селекционера-практика, они включают сбор исходного растительного материала со всего мира, его изучение, сохранение и использование. Мне по роду деятельности приходилось помногу раз бывать на Кубанской опытной станции ВИРа в пос. Ботаника, Гулькевического района, Краснодарского края, где находится современное Национальное хранилище растительных ресурсов РФ. Здесь плодотворно вел селекцию кукурузы академик Г. С. Галеев, соратник академика М. И. Хаджинова, по ячменю работали сотрудники Э. С. Цехановская, В. Е. Мережко и другие скромные труженики, верные помощники селекционеров. Приходилось также посещать Майкопскую опытную станцию ВИР, где доктор сельскохозяйственных наук Г. Н. Гудкова с сотрудниками отобрала оригинальные формы озимого двурядного ячменя, на базе которых были созданы перспективные по отдельным признакам линии. В течение трех лет мне пришлось регулярно доставлять семена нового селекционного материала из Международного центра ИКАРДА в Узбекский НИИ селекции и генетики, бывший Ташкентский филиал ВИРа, основанный при личном участии Н. И. Вавилова в пос. Ботаника Кибрайского района Ташкентской области республики Узбекистан. Все это разные по географии и набору специалистов учреждения, но их объединяет неизменно хороший вкус в выборе места их расположения (научные корпуса утопают в тени высоких лип и платанов, а рядом начинаются опытные делянки), поражает верность идеям и духу ВИРа в изучении исходного материала, примерная преданность вавиловской методике, заложенной еще в прошлом веке, что мы отмечали всякий раз, когда приходилось оценивать исходный материал в поле и беседовать с научными сотрудниками на Кубани и в Узбекистане.

Конечно, время неизбежно отложило отпечаток на каждый компонент научного исследования. В Национальном хранилище используется самое современное холодильное оборудование для сохранения ценнейшего исходного материала, собранного и легендарными экспедициями Н. И. Вавилова, и его современниками. Ставится вопрос о хранении его коллекций на молекулярном уровне. Совершенствуются методы и технические средства изучения отдельных источников с помощью генетических маркеров, на основании спектров гордеинов ячменя.

В рыночных условиях, когда необходимо соблюдение авторских прав и других юридических норм, меняются формы взаимоотношений между ВИРОм и отдельными опытными учреждениями, между самими учреждениями, а также между разными селекционерами и преподавателями учебных заведений. Не по вине ВИРа, оставшегося без достаточного бюджетного финансирования в переходный экономический период, в последнее время наряду с традиционными научными контактами с ВИРОм большое значение приобрели личные контакты и обмен исходным материалом между селекционерами. Этой форме обмена уделяли много внимания известные селекционеры П. Ф. Гаркавый, Э. Д. Неттевич, Н. А. Родина, Н. А. Сурин, В. В. Глуховцев, Е. В. Лызлов. По подсчетам крупного американского биолога профессора Дона Расмуссона именно путём обмена исходным материалом между авторами

селекционеры обязаны до 50% успеха в селекции ячменя в последнее время. Но это скорее негативный отпечаток времени и свидетельство равнодушия со стороны сельскохозяйственного руководства к научному наследию наших великих предшественников. А во всем лежат идеи, заложенные Н. И. Вавиловым в задачах ВИРа – иметь всегда под рукой коллекционный материал экспедиционных сборов, и селекционный материал научных учреждений, чтобы удовлетворить любые заявки многоплановой селекции. Всё ещё остаётся незыблемым правилом, что в момент передачи сорта для регистрации в Госкомиссии по сортоиспытанию селекционеры обязаны предоставить ВИРу 0,5 кг семян и 15 оригинальных колосьев нового сорта. На частых совещаниях и конференциях, в которых пришлось принимать участие, ставился вопрос о предоставлении ВИРу не только семян новых сортов, но и семян новых линий конкурсного испытания от таких селекционеров, как академики П. П. Лукьяненко, Н. В. Ремесло, И. Г. Калинин, Э. Д. Неттевич. Отмечалось, что при скрещиваниях в новой генетической среде поведение новых линий может отличаться резко в положительную сторону, обеспечивая интересными трансгрессиями по многим хозяйственно ценным признакам. На это явление в селекции и генетике первым обратил внимание Н. И. Вавилов. О первой яркой трансгрессии в селекции озимого ячменя сорта Циклон уже говорилось. Можно еще раз упомянуть этот случай, поскольку к нему имеет прямое отношение А. Я. Трофимовская, и в нем нашла реализацию идея ВИРа об использовании исходного материала по методологии Н. И. Вавилова, скрещивание экологически и географически отдаленных форм. Семена немецкой линии **Фогель зангер гольд**, которые лично передала Александра Яковлевна Трофимовская, видевшая в новом образце большие перспективы, послужили одним из родительских компонентов при скрещивании с сортом местной селекции – Поиск. В результате создали сорт Циклон, который служит примером яркой трансгрессии по многим признакам (таблица). Сорт Циклон был самым распространенным в Советском Союзе.

Другой пример эффективного обмена исходным материалом между селекционерами, связан с селекцией ярового ячменя. Несколько лет назад в Европе доминировал сорт ярового пивоваренного ячменя Диаманд, созданный на базе чешского устойчивого к полеганию мутанта. Будучи в командировке в ГДР, академик РАСХН Ю. М. Пучков привез по обмену несколько зерен новой линии Трумпф. Скрестив наугад эту линию с местным индуцированным скороспелым мутантным сортом Темп по принципу эколого-географической контрастности, мы отобрали комбинацию 10/75, из которой в дальнейшем получили районированные сорта Каскад и Корнет. Это примеры, показывающие необходимость бережного отношения к научному наследию наших предшественников, актуальность развития их подходов и методов в работе с исходным материалом.

**Характеристика озимого ячменя сорта Циклон и его родительских форм, (КНИИСХ)
Characteristics of winter barley cv. Cyclone and its parental forms
(Krasnodar Agricultural Research Institute)**

Сорт	Морозостойкость, %	Устойчивость, балл		Дата колошения, май	Урожайность, ц/га
		к полеганию	к мучнистой росе		
Завет - стандарт	50,2	5	3	5	61,7
Фогель	38,7	7	9	7	58,4
Поиск	67,4	7	4	7	62,2
Циклон	54,3	9	8	9	73,6
НСР	8 - 11				3 - 5

* Устойчивость, балл: 1 – низкая, 5 – средняя, 9 – очень высокая

Несомненно, наши молодые последователи опирались на оставленную научную базу, используя исходный материал ВИРа по ячменю и овсу, претворяя в жизнь идеи Н. И. Вавилова, А. Я. Трофимовской, Э. Д. Неттевича, Е. В. Лызлова, пойдут дальше, добьются большего. Основания для такого оптимизма есть. Они не только в девизе селекции «у хорошего

есть враг лучшее, а лучшему нет конца» и в словах известного селекционера – генетика Славко Бороевича «Сколько бы селекционер ни сделал, он всегда только в начале пути», но этот оптимизм основывается на тех прекрасных сортах ячменя и овса, которые нам пришлось видеть в 2008 году на демонстрационном участке Ульяновского НИИСХ. В них отмечалась и мощь ожидаемой высокой продуктивности, и эстетическое удовлетворение от их морфобиологического совершенства. Это сорта и линии озимого ячменя – Волжский первый (Ульяновск), Садко, Параллелум 1620 (Зерноград), ярового ячменя – Лель, Тандем (Киров), Приазовский 9, Сокол (Зерноград), Владимир (Немчиновка), овса – Аргамак (Киров), Стерелец (Беларусь).

Отмечая день рождения Александры Яковлевны Трофимовской, уверен, что лучшей памятью о нашем заботливом учителе будет верность методологии ВИРа по использованию исходного материала в селекции и создание на этой основе новых сортов более продуктивных и более надежных.

V. M. SHEVTSOV

VIR METHODOLOGY CONCERNING THE USE OF INITIAL MATERIAL IN BARLEY BREEDING

Summary

In the paper an author describes his experience accumulated during many years of collaboration with VIR and with one of its outstanding scientists, Prof. A. Ya. Trofimovskaya. The governing idea of VIR has been and still is to collect, study and conserve plant genetic diversity for its further use in breeding. Some examples of fruitful application of the VIR collection in barley breeding have been shown. The results of Vavilov's methodology of crossing germplasm of ecologically and geographically distant origin, using winter barley cv. Cyclone and spring barley cv. Cascade as examples, have been demonstrated. Some proposals and recommendations to young breeders and scientists concerning the future cooperation with VIR are discussed.

**Н. А. Сурин,
Н. Е. Ляхова**

СЕЛЕКЦИЯ ЯЧМЕНЯ НА АДАПТИВНОСТЬ В ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

В своих работах А. Я. Трофимовская [7, 9–11] неоднократно указывала на необходимость использования мирового генофонда ячменя из коллекции ВИР для решения многоплановых проблем селекции. Основываясь на учение Н. И. Вавилова [1], она уделяла особое внимание местному исходному материалу Восточной Сибири как носителю признаков устойчивости к экстремальным условиям возделывания [9]. Одновременно А. Я. Трофимовская (1966) отмечала ценность ячменей Канады, учитывая достижения канадской селекции по созданию новых сортов этой культуры. Развивая учение А. Я. Трофимовской, с привлечением местного исходного материала (Червонец, к-17021, к-5819) и сортов Маньчжурской экологической группы (Канада, США) – Gateway, Keystone, Fort, Fox, Conquest, Moor 515 в Красноярском НИИСХ созданы высокопродуктивные сорта шестирядного ячменя раннеспелого типа – Агул, Рассвет, Агул 2, Енисей, Соболек, которые до сравнительно недавнего времени занимали основные площади посева в Восточной Сибири. Указанные сорта обладают способностью формировать урожай 65–90 ц/га при сравнительно непродолжительном вегетационном периоде. Приспособленность к местным условиям обеспечивало стабильность получения урожая в разные годы. С созданием указанных сортов получило развитие работ, направленных на повышение адаптивности новых сортов с помощью селекции. Исследование компонентного состава гордеинов шестирядных сортов показало наличие аллелей *A12* у сортов Рассвет, Баджей и Соболек и *A2* у сортов Агул и Агул 2. К числу наиболее распространенных аллелей *Hrd B* является аллель *B13* (Агул, Рассвет, Агул 2, Соболек) и аллель *B1*

у сорта Енисей. Можно предположить, что наличие аллелей *A2*, *A12* и *B13* связано с повышенной продуктивностью шестирядных ячменей и в какой-то степени с их адаптивностью.

Среди многофакторных проблем селекции А. А. Жученко [2] отмечает, что главной практической целью адаптивной системы селекции является обеспечение сорту ведущей роли в формировании величины и качества урожая как за счет наиболее эффективного использования благоприятных условий внешней среды, так и способности противостоять действию абиотических и биотических факторов.

Разработанная нами методика повышения адаптивности двурядных сортов ячменя с помощью селекции довольно подробно изложена в работах Н.А. Сурина и др. [3, 4] и положена в основу селекционных программ до 2030 г. [5].

Основная суть данной программы заключается в объединении в одном генотипе плазмы стародавних сортов, получивших широкое распространение в разные годы их возделывания в России и ближнем зарубежье. Во всех скрещиваниях в качестве материнской исходной формы использовали стародавний пластичный, выносливый к экстремальным условиям возделывания сорт Винер, в качестве отцовских были привлечены сорта Донецкий 650, Целинный 5, Омский 13709 и Красноуфимский 95. С использованием конвергентных скрещиваний была создана гибридная популяция с участием лучших, ранее отобранных линий. На каждом этапе скрещиваний на жестком засушливом фоне со слабой обеспеченностью питательными веществами проводили отбор лучших линий, которые затем оценивали в разных агроклиматических зонах Красноярского края и по разным предшественникам.

Испытание 49 таких линий в 1992–1994 гг. показало, что как по паровому, так и зерновому предшественникам (3-я культура после пара), преобладающее число линий превысили по урожаю интенсивный сорт ячменя Красноярский 80, используемый в качестве стандарта, однако уровень превышения был разным. При посеве по пару средняя урожайность по 49 линиям составила 684,6 г/м², или 106,6% к стандарту, а по зерновому предшественнику – соответственно 358,1 г/м² – 119,8% (табл. 1).

В 1997–1999 гг. 23 наиболее перспективных линий испытывали в центральной и южной лесостепи края также по пару и зерновому предшественнику, что позволило ранжировать их по продуктивности и выделить наиболее ценные линии (табл. 2).

В результате повышенную полевую устойчивость и стрессовым факторам показали образцы У-20-704, У-20-706 и Ф-24-1483, полученные от сложного скрещивания (Винер × Омский 13709) × (Винер × Донецкий 650). Испытание указанных линий по двум фонам выявило их способность формировать урожай, превышающий уровень интенсивного сорта Красноярский 80 при посеве по непаровому предшественнику (табл. 3). Одновременно выявлена перспективность их использования на пивоваренные цели.

Полагаем, что внедрение сортов такого типа в хозяйства с невысоким уровнем урожая, позволит поднять его на 3–4 ц/га в сравнении с сортом Красноярский 80. В 2002 г. во время проявления сильной эпифитании адаптивные линии проявили повышенную толерантность к ним, что позволило им сформировать более высокую урожайность по сравнению со стандартным сортом Красноярский 80 (табл. 4).

Генетический анализ выделенных линий ячменя с помощью аллельных вариантов гордеинов показал, что наиболее продуктивные линии со стабильной урожайностью по годам имеют в своем составе два биотипа – 2.17.3(У-20-704) и 2.25.1 (У-20-706 и Ф-24-1483). Установлено (Зобова и др., 2008), что аллель *B17* является самым распространенным среди перспективных адаптивных форм Красноярского НИИСХ. Редкая аллель *B25* чаще всего присутствует среди высокопродуктивных форм. Наличие этих аллелей указывает на то, что именно они имеют адаптивную значимость для агроэкологических условий Восточной Сибири. В частности, линия У-96-1050 с аллелью *B25* послужила исходным материалом для создания сорта Бахус, занесенного в Госреестр РФ в 2003 г. по 11 региону.

**Т а б л и ц а 1. Продуктивность адаптивных линий ячменя
(средние данные за 1992–1994 гг., Красноярский НИИСХ)**
**Table 1. Productivity of adaptable barley lines (average data for 1992–1994, Krasnoyarsk
Agricultural Research Institute)**

№ пп	Происхождение линий	Число линий, шт.	Продуктивность				Отклонение от парового пред- шественника, ±%
			г/м ²		в % к стандарту		
			пар	зерновые	пар	зерновые	
1	Красноярский 80, ст.	1	641,7	299,0	100,0	100,0	0
2	(Винер × Омский 13709) × × (Винер × Донецкий 650)	18	675,4	353,8	105,2	118,3	+ 13,1
3	(Винер × Донецкий 650) × × (Винер × Омский 13709)	3	745	349,2	116,0	117,7	+ 1,7
4	(Винер × Омский 13709) × × (Винер × Целинный 5)	3	702,6	379,0	109,5	126,8	+ 17,3
5	(Винер × Целинный 5) × × (Винер × Омский 13709)	2	674,9	382,4	105,2	127,9	+ 22,7
6	(Винер × Омский 13709) × × (Винер × Красноуфимский 95)	6	692,2	357,2	107,9	119,0	+ 11,1
7	(Винер × Красноуфимский 95) × × (Винер × Донецкий 650)	4	691,1	369,6	107,7	123,6	+ 15,9
8	(Винер × Донецкий 650) × × (Винер × Красноуфимский 95)	6	641,0	296,8	99,9	99,3	- 0,6
9	(Винер × Красноуфимский 95) × × (Винер × Донецкий 650)	3	672,0	358,7	104,7	120,0	+ 15,3
10	(Винер × Донецкий 650) × × (Винер × Целинный 5)	4	667,2	376,0	104,0	125,8	+ 21,8
	Среднее		684,6	358,1	106,6	119,8	

**Т а б л и ц а 2. Группа лучших линий по ранговому критерию по итогам полевых
испытаний 23 адаптивных линий в двух зонах по двум фонам
(среднее за 1997–1999 гг. Красноярский НИИСХ)**

**Table 2. The best lines (based on the rank test) according to the results of field trials
involving 23 adaptable lines in two zones against two backgrounds (average data for 1997–
1999, Krasnoyarsk Agricultural Research Institute)**

Суммарно по двум фонам и двум зонам	По пару в двух зонах	По зерновым в двух зонах	Центральная лесостепь два фона	Южная лесостепь два фона
Ф-24-1483	В-3-4388	У-20-704	У-20-706	У-97-1066
В-3-4408	Б-57-4849	Ф-24-1483	Ф-24-1483	У-97-1041
Б-57-4849	В-3-4408	У-20-706	У-20-704	В-3-4398
У-95-1041	В-3-4408	У-95-1041	Б-57-4849	Б-56-3876
У-20-706	У-99-1091	В-3-4408	В-3-4408	Ф-24-1483
В-3-4398	Б-56-3876	Б-57-3888	У-99-1095	В-3-4408
У-97-1066	У-95-1041	У-97-1066	В-88-5023	Б-57-4849

Стабильно высокие показатели продуктивности за последние 5 лет показывают линии с формулой 2.1.3.

Предположительно данная аллель выполняет стабилизирующую роль, особенно в засушливые годы.

Результаты проведенных исследований показывают, что созданный в институте адаптивный селекционный материал обладает способностью более эффективно использовать биоклиматические ресурсы по сравнению с существующими сортами и устойчивостью к комплексу экстремальных факторов, обусловленный наличием адаптивных аллелей запасных белков.

Т а б л и ц а 3. Урожайность и качество зерна адаптивных линий при посеве по различным фонам (Средние данные за 1997–2001 гг., Красноярский НИИСХ)
Table 3. Yield and grain quality of adaptable lines grown against different backgrounds (average data for 1997–2001, Krasnoyarsk Agricultural Research Institute)

№ п/п	Сорт, линия	Урожайность, ц/га				Содержание белка, % (к=6,25)	
		пар		зерновые		пар	зерновые
		ц/га	в % к стандарту	ц/га	в % к стандарту		
1	Красноярский 80	40,9	100,0	19,4	100,0	12,22	11,20
2	У-20-704	39,3	95,4	24,3	125,3	12,06	10,14
3	У-20-706	39,0	95,3	23,9	123,1	12,3	10,97
4	Ф-24-1483	40,4	98,7	22,3	115,0	11,94	10,41

В последние годы лучшие адаптивные линии широко вовлекаются в скрещивания с высокопродуктивными, приспособленными к местным условиям, сортами и линиями сибирской селекции. На их основе получены высокоурожайные образцы, показавшие значительное преимущество перед районированными сортами (табл. 5).

С участием сорта Кедр и адаптивной линии У-101-1112 созданы две перспективные линии – Е-65-683 и Л-11-38. Первая из них в экологическом сортоиспытании на Тулунской ГСС в 2008 г. сформировала урожай по пару с внесением 30 кг д.в. азота – 84 ц/га и была передана в Государственное испытание под сортовым названием Буян, и вторая линия – 81 ц/га, превысив стандартный сорт Неван на 16,2 ц/га и 14,0 ц/га соответственно.

Т а б л и ц а 4. Урожайность адаптивных линий ячменя в конкурсном сортоиспытании во время проявления сильной эпифитотии (Красноярский НИИСХ, 2002 г.)
Table 4. Yield of adaptable barley lines in competitive trials under conditions of a strong epiphytoty (Krasnoyarsk Agricultural Research Institute, 2002)

№ п/п	Сорт, линия	Урожай	
		ц/га	в % к стандарту
1	Красноярский 80	19,8	100,0
2	Бахус	25,6	129,3
3	У-20-704	24,3	123,0
4	У-20-706	26,2	132,2
5	Ф-24-1483	27,7	140,0
6	Д-28-5980	26,2	132,3
7	Е-19-6515	27,8	140,5
8	Е-19-6411	31,4	158,6
9	Ж-18-7197	24,8	125,1
10	Ж-18-7199	24,6	124,1

Полученные результаты являются убедительным подтверждением о целесообразности широкого использования местного и селекционного материала Сибири в селекции на адаптивность. Повышенная устойчивость новых сортов к экстремальным условиям возделывания

предопределяет дальнейшее развитие работ, направленных на динамичное повышение урожайности ячменя.

Т а б л и ц а 5. **Высокопродуктивные образцы, созданные с участием адаптивных сортов и образцов Сибири (КСИ, Красноярский НИИСХ)**
 Table 5. **Highly productive materials created involving adaptable Siberian cultivars and accessions (КСИ, Krasnoyarsk Agricultural Research Institute)**

№ п/п	Сорт, линия	Происхождение	Урожайность			
			2007 г.		2008 г.	
			ц/га	в % к стандарту	ц/га	в % к стандарту
1	Красноярский 80 (стандарт)	С-80 × Una	38,3	100,0	37,2	100,0
2	Р-70-2481	Бахус × Ача	49,3	128,7	47,5	127,8
3	Р-71-2491	Ача × Бахус	45,0	117,6	46,2	124,2
4	Р-71-2495	Ача × Бахус	45,1	117,8	46,5	124,9
5	Р-72-25.08	Приазовский × У-20-706	44,2	115,4	45,4	122,0

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вавилов Н. И.* Мировые ресурсы сортовых хлебных злаков зерновых, зернобобовых, льна и их использование в селекции / Н.И. Вавилов // Опыт агроэкологических обзоров важнейших полевых культур. АН СССР. М.:Л. 1957. Т.1. 462 с.
2. *Жученко А. А.* Экологическая генетика культурных растений / А. А. Жученко. Кишинев, 1980. С. 515–557.
3. *Сурин Н. А.* Селекция на адаптивность в условиях Сибири / Н. А. Сурин, М. А. Тимина, Н. Е. Ляхова // Селекция сельскохозяйственных культур на адаптивность и особенности семеноводства в Сибири. Новосибирск, 1995. С. 91–93.
4. *Сурин Н. А.* Теоретические и практические основы селекции ячменя на адаптивность / Н. А. Сурин, М. А. Тимина, Н. Е. Ляхова // Земледелие и селекция в Приенисейской Сибири. Красноярск, 1996. С. 28–36.
5. *Сурин Н. А.* Селекция ячменя в Сибири / Н. А. Сурин // Результаты и перспективы селекции сельскохозяйственных культур в селекционных центрах Сибирского отделения Россельхозакадемии и их сети. Новосибирск, 2007. С.101–113.
6. *Сурин Н. А.* Результаты и перспективы селекции сельскохозяйственных культур в селекционном центре Красноярского НИИСХ / Н. А. Сурин, Н. В. Зобова // Результаты и перспективы селекции сельскохозяйственных культур в селекционных СО Россельхозакадемии и их сети. Новосибирск, 2007. С. 71–91.
7. *Трофимовская А. Я.* Ячмень /А. Я. Трофимовская, К. В. Архангельская // Зерновые культуры. М.: Л. 1954. С. 244–334.
8. *Трофимовская А. Я.* Биологические особенности и селекционное значение ячменей Канады в условиях СССР / А. Я. Трофимовская, М. В. Лукьянова, М. В. Старченкова // Агробиология, 1964. № 4. С. 889–895.
9. *Трофимовская А. Я.* Селекционные признаки ячменя в генцентрах, открытых Н.И. Вавиловым / А. Я. Трофимовская // Н. И. Вавилов и сельскохозяйственная наука.- М.; Колос, 1969. С. 287–308.
10. *Трофимовская А. Я.* Ячмень /А. Я. Трофимовская // Л.: Колос, 1972. 295 с.
11. *Трофимовская А. Я.* Мировые ресурсы ячменя на службе селекции /А. Я. Трофимовская, М. В. Лукьянова // Тр.по прикл.бот.,ген. и селекции. ВИР.Л.,1977. Т.60, вып. 1. С. 51–57

N. A. SURIN,
N. E. LYAKHOVA

BARLEY BREEDING FOR ADAPTABILITY IN EASTERN SIBERIA

Summary

Testing of 49 (1992–1994) and 23 (1997–1999) lines have resulted in selecting the ones with an increased field resistance to stress factors. The obtained results prove reasonability of wide application of local and breeding Siberian materials in breeding for adaptability. The higher degree of resistance to extreme conditions in these new lines determines the further development of activities aimed at increasing barley yields.

**Т. Е. Кузнецова,
Н. В. Серкин,
С. А. Левштанов,
Н. А. Задириева**

МИРОВОЙ ГЕНОФОНД И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

Увеличение урожайности благодаря средствам химизации, подъему общей культуры земледелия и внедрению в производство высокопродуктивных сортов позволило озимому ячменю занять основные площади ячменя в Краснодарском крае. В настоящее время площади под озимым ячменем в крае стабилизировались на уровне 270–330 тыс. га, а на Северном Кавказе – 450–550 тыс. га. Ареал этой культуры ограничен недостаточной ее морозостойкостью. По устойчивости к морозу озимый ячмень значительно уступает ржи и пшенице. Сложность создания высокоморозостойких генотипов связана с биологическими особенностями рода *Hordeum* L. При всем этом очень важно найти удачное сочетание зимоморозостойкости с другими хозяйственно-ценными признаками, и в первую очередь, с устойчивостью к полеганию и болезням. До 80-х годов прошлого столетия основное внимание уделялось морозостойкости и устойчивости к полеганию. В последующие годы, с изменением технологии выращивания ячменя и климатических условий, значительно возросла значимость устойчивого к болезням сорта в получении стабильно высоких урожаев. Устойчивость сорта к патогену, в отличие от других фиксируемых признаков, изменчива во времени и пространстве. Это связано с особенностями и коэффициентом размножения паразитов, высокой их мутабельностью, чему в значительной мере способствует чрезмерное, часто совсем необоснованное применение фунгицидов. По данным японских исследователей, у мучнистой росы в естественных условиях на гектаре в одном локусе за сутки происходит до 10 000 мутаций. Это свидетельствует о высоком потенциале патосистемы. Поэтому процесс селекции на устойчивость к болезням имеет непрерывный характер. Мировая коллекция ВИР является биологическим фундаментом в этом направлении. В поисках источников устойчивости учеными прорабатываются тысячи образцов мировой коллекции. Для более быстрого достижения успехов большое значение представляют районированные в различных регионах мира сорта, концентрирующие последние достижения не только селекции, но и других смежных наук. П.П. Лукьяненко (1966) отмечал, что в селекционном сорте наиболее полно аккумулируются положительные качества, и он, как правило, имеет наименьшее количество отрицательных признаков.

При изучении коллекции озимого ячменя нами ставились три цели: выявить источники устойчивости к одному патогену, группе возбудителей заболеваний и образцы, благоприятно сочетающие устойчивость к болезням с другими хозяйственно-ценными признаками. За 28 лет из генетических ресурсов всего изучено 12 375 сортов и линий озимого ячменя из 39 стран мира. Из них 83,8% от изучаемого набора составляет селекционный материал из ICADRA. Коллекционный материал также широко был представлен образцами западноевропей-

ской экологической группы из Германии, Чехии, Франции, Болгарии, Англии, Польши, Дании и североамериканской – из США и Канады.

Озимый ячмень, в отличие от ярового более уязвим к мучнистой росе, особенно в фазе кущения. Это связано с физиологическими особенностями культуры и нарушениями агротехники ее выращивания. Всесторонне оценивая материал на устойчивость к патогену, образцы разделили на три группы. К высокоустойчивым отнесены 1226 образцов, 4313 форм показали среднюю устойчивость, 6835 (55,2%) сортов и линий были сильно восприимчивы к мучнистой росе. Высокой устойчивостью к патогену обладают образцы селекции Германии, Канады, Чехии, Сирии и местные сорта из Эфиопии. Озимый ячмень, возделываемый по предшественникам пшеница, кукуруза на силос и подсолнечник, с осени практически не поражается мучнистой росой, при выращивании его по гороху на зерно поражение растений патогеном обычно составляет 15–20%, а иногда 50–60% (1998). Несбалансированное применение минеральных удобрений, особенно завышенных доз азотных туков, способствуют большему развитию и распространению паразита, как в ранние фазы развития растений, так и в поздние. Поэтому, при оценке коллекционного материала отбирались образцы, устойчивые к патогену в течение всего органогенеза растений. Выявлено 18 образцов, имеющих распецифическую и специфическую устойчивость.

Наши результаты подтвердили отмеченный другими исследователями факт, что большинство сортов озимого ячменя имеют возрастную устойчивость. К этой группе отнесены 7% изучаемого материала. Устойчивость к возбудителю заболевания у сортов: Донор (Россия), Эрфа, Фриберга, Борвина, HVW 527/72, HVW 705/74, HVW 743/74, HVW 0024/78, HVW 738/75 (Германия), Actor, Halton (Канада); Н-5602 (Болгария) в фазе колошения выражена высокой и средней сверхчувствительностью. В данном случае селекционная ценность сорта определяется по степени развития некротических пятен на листьях растений. Так, большая часть эфиопских образцов на заражение ответила слабой реакцией сверхчувствительности, в результате некротические пятна занимали до 30–50% поверхности листа. Колонии возбудителя болезни и ответная реакция растения-хозяина на его проникновение в виде некрозов и хлорозов, занимая активную часть листовой поверхности, равнозначно снижают продуктивность растений.

Сорта озимого ячменя, созданные в последние годы мировой селекцией, в период изучения имели высокую продуктивность и устойчивость к мучнистой росе в течение всей вегетации растений, к этой группе можно отнести такие сорта как Вавилон, Метеор, Полет, Платон, Романс (Россия), Соната, Циндерелла (Германия), Эбодант, Нибелия, Сумо, Фламенсо, 18513, Voreal, (Франция), Cartel, Corola (Чехия), Визор (Канада), VA 84-44 (США).

Наблюдалась тесная отрицательная связь ($r=-0,74$) между поражением сортов патогеном и продуктивностью растений. Наиболее урожайные образцы располагались в интервале поражаемости от 3 до 6 баллов.

Лимитирующими факторами повышения урожайности озимого ячменя в регионе Северного Кавказа, как отмечалось выше, является зимоморозостойкость, устойчивость к полеганию и болезням. Сочетание в одном генотипе ряда положительных признаков и свойств с групповой устойчивостью к болезням – очень сложная задача. Эту проблему селекционеры в настоящее время решают с успехом. Интенсивно ведется работа в этом направлении во всех странах, где возбудители заболеваний ячменя приносят ощутимый ущерб сельскому хозяйству. В процессе изучения нами выявлены иммунные формы к двум и более патогенам. Обычно абсолютно устойчивый сорт к карликовой ржавчине сильно поражается сетчатой пятнистостью и наоборот. Большинство из них имеют непрочную соломину и склонны к сильному полеганию. Большим недостатком иммунных к мучнистой росе и карликовой ржавчине сортов является образование некротических и хлорозных пятен в ответ на проникновение патогена в ткани растения. Особый интерес представляют образцы, имеющие общую групповую среднюю и выше средней устойчивость к возбудителям заболеваний в годы эпифитотий.

В результате оценки коллекционного материала озимого ячменя на жестком инфекционном фоне мучнистой росы (1981, 1982, 1984, 1988, 1991, 1996, 1998, 1999, 2003, 2008 гг.), карликовой ржавчины (1988, 1991, 1992, 1993, 1996, 1997, 1998, 2004 гг.), сетчатой пятнистости (1984, 1987, 1988, 1993, 1995, 1996, 1997, 2007 гг.), пыльной головни (1986, 1993, 1995, 1996, 2000 гг.) выделено 546 образцов. Если отнести к устойчивым слабо- и среднепоражаемые, то резистентных образцов, к мучнистой росе в течение всей вегетации растений нами выявлено 1,5% к общему объему, к карликовой ржавчине 1,0%, сетчатой пятнистости 0,8%, пыльной головне 0,21%. Образцов, устойчивых к нескольким патогенам было значительно меньше, чем к отдельным. Ценные образцы озимого ячменя для селекции на продуктивность и устойчивость к группе болезней представлены в таблицах 1 и 2.

Наибольший интерес представляют образцы из Германии, Франции, Англии и Дании. Они обладают интенсивным темпом начального роста, некоторые и высоким темпом весеннего отрастания, повышенной устойчивостью к полеганию и продуктивностью. Однако, немецкие сорта более склонны к поражению сетчатой пятнистостью и образованию некротических пятен средней величины в ответ на поражение растения мучнистой росой. Образцы североамериканской экологической группы, кроме устойчивости к двум болезням, имели высокую морозостойкость. Недостатком этих образцов является слабая устойчивость к карликовой ржавчине. Большая часть линий из Сирии отнесены в группу скороспелых сортов. Обладая интенсивным темпом начального роста и весеннего отрастания, они хорошо конкурируют с сорной растительностью. Однако, в условиях продолжительной теплой осени они из третьей вегетативной фазы органогенеза переходят в четвертую – генеративную и когда случались небольшие морозы (1989, 1998, 2001), то наблюдалось значительное изреживание их посевов и резкое снижение урожая. Сирийские образцы генетически обладают слабой морозостойкостью, так как они в основном полуозимые.

Выделенные источники широко включены в селекционную программу для улучшения отдельных признаков и свойств сортов и линий озимого ячменя. В результате созданы сорта, которые успешно прошли государственное испытание и допущены к использованию в производстве по шестому Северо-Кавказскому региону России.

T. E. KUZNETSOVA,
N. V. SERKIN,
S. A. LEVSHTANOV,
N. A. ZADIRIYEVA

THE GLOBAL GENETIC DIVERSITY OF BARLEY AND ITS IMPORTANCE FOR WINTER BARLEY BREEDING

Summary

Resistance to various pathogens and a complex of economically important traits of 12375 winter barley cultivars and lines from 39 countries of the world have been studied for 28 years in the North Caucasus. As a result of screening the collection material against a hard infectious background of powdery mildew, leaf rust, net blotch and loose smut, 546 accessions have been selected. Of special interest in terms of productivity, lodging resistance and initial growth intensity are the accessions from Germany, France, Britain and Denmark. The work has resulted in releasing winter barley cultivars which have been accepted for cultivation in the North Caucasian Region

**Н. П. Чиганцев,
Л. П. Чиганцева,
Г. В. Козубовская,
С. В. Рассказова**

ФАКТОРЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

В начале 20-го века в Волгоградской области высевались местные сорта, разновидности нутанс и паллидум. Позднее на смену им пришли селекционные сорта: Нутанс – 187 и Паллидум – 45.

За последние годы количество сортов, допущенных к посеву в Волгоградской области, значительно увеличилось. В тоже время если мы сравним продуктивность местных Волгоградских сортов и сортов районированных в первой половине 20-го века с сортами, допущенными к посеву в настоящее время, то мы обнаружим что современные сорта имеют более высокий потенциал продуктивности, но в засушливые годы они практически не имеют заметного превышения по урожаю зерна даже с местными сортами.

В настоящее время в области большую часть посева ячменя занимает сорт Донецкий 8, как наиболее пластичный и дающий стабильный урожай. Меньшие площади занимают сорта Прерия и Медикум 135. Пивоваренные сорта Ергенинский 2, Ергенинский 3 занимают еще меньшую площадь.

Как правило, в Нижнем Поволжье наиболее часто экстремальные по гидротермическому режиму условия для формирования зерна ячменя складываются в фазы образования, налива и созревания зерна. Практически во все годы во второй половине июня, когда наступает фаза колошения ячменя, содержание влаги во всех горизонтах метрового слоя почвы бывает близким к мёртвому запасу, а температуры воздуха очень часто поднимаются выше границы 25 градусов, что резко снижает крупность зерна.

В 1993–2008 годы нами было изучено около пяти тысяч образцов ярового ячменя из мировой коллекции ВНИИР. Гидротермические условия в период вегетации ячменя в эти годы были чрезвычайно разнообразны: от острозасушливых 1996 и 2007 годов, когда изучавшиеся сорта ячменя практически не сформировали урожая, до лет с достаточным увлажнением и умеренными температурами в 1993 и 2008 годы, когда отдельные сорта интенсивного типа сформировали урожай 600, 800 и даже до 1000 г/м². За 15 лет проведения исследований два года были острозасушливыми, одиннадцать засушливых и лишь два года можно отнести к годам с достаточным увлажнением. В таких условиях вероятность получения высоких стабильных урожаев в значительной степени связана с продолжительностью периода всходы-колошение. В большинство лет изучения высокую продуктивность зерна показывали образцы с периодом всходы-колошение 38–46 дней. Уклонение от оптимальной продолжительности в ту или иную сторону ведет к снижению урожайности.

В пределах одного года высокую продуктивность чаще показывают сорта с продолжительностью периода всходы – колошение близкой к оптимальной, но встречаются высокопродуктивные сорта, хотя и редко, в группах скороспелых и позднеспелых.

Среди высокопродуктивных пластичных сортов встречались как образцы со значительной вариабельностью продолжительности периода всходы-колошение (к-29898, Харьков, к-29949, Самара), так и слабо реагирующие изменением продолжительности периода до колошения на разные условия выращивания (к-29330, Харьков, к-30149, Казахстан).

Недостаток влаги в период набухания и прорастания зерна практически все сорта переносят одинаково. Недостаток влаги в фазу кущения лучше переносят средне- и слабо кустящиеся сорта. Они обычно имеют не очень густой стеблестой, и могут обеспечить его влагой и питательными веществами за счёт зародышевых корней, которые проникают в глубокие горизонты, где влага сохраняется до фазы колошения. Сорта с высокими показателями кустистости, формирующие густой стеблестой и сильно разветвлённую корневую систему,

ощущают большее отрицательное влияние недостатка влаги в почве при формировании вторичной корневой системы. Такие сорта не имеют возможности обеспечить большую биомассу необходимыми жизненными ресурсами, поэтому у них часть стеблей засыхает, а оставшиеся стебли образуют мелкое зерно. Если же эти сорта не смогут образовать большое количество побегов кущения и будут иметь редкий стеблестой, то они смогут налить полноценное зерно, но, тем не менее, уровень урожайности их будет низкий.

В период роста стебля и образования генеративных органов, верхние 30–40 см почвы обычно бывают уже сухими, и если не выпадают в это время дожди, то такую ситуацию лучше переносят высокорослые сорта, средних и ранних сроков колошения с мощной глубоко проникающей корневой системой. Низкорослые, а также поздно колосящиеся сорта, с развитой поверхностной корневой системой сильнее реагируют снижением продуктивности на недостаток влаги в почве в это время.

Основной задачей в селекции ячменя для засушливых условий Нижнего Поволжья является создание пластичных сортов, со стабильно высокой урожайностью зерна при недостатке влаги в почве на протяжении всего периода роста и развития растений.

Исходный материал для создания таких сортов можно найти в коллекции ВНИИР, где сосредоточены сорта с самыми разнообразными признаками

Для решения этой задачи необходимо определить примерные значения признаков, оказывающие наибольшее влияние на продуктивность растений в условиях засухи или на способность растений избегать вредного влияния засухи.

Почти во все годы проведения исследований, в период налива – созревания ячменя ощущался дефицит влаги, а температура воздуха была выше критического порога. Поэтому высокую продуктивность зерна могли давать только сорта с высокой засухоустойчивостью и жаростойкостью на поздних этапах развития растений.

При благоприятных условиях роста и развития ячменя на ранних этапах органогенеза растения развивали мощную вегетативную массу. Дефицит влаги в почве и воздухе и высокая температура воздуха в период созревания оказывали отрицательное влияние на налив зерна.

В засушливые годы сорта с густотой продуктивного стеблестоя более 600 колосьев на 1 м² имели щуплое зерно. Они не могли обеспечить потребности растения во влаге для нормального протекания процесса налива зерна. Колосья второго порядка были короткие, и зерно у них было щуплое. А в колосьях последующих порядков зерно практически не образовывалось. Для условий Волгоградской области нужны сорта, имеющие общую кустистость три, а продуктивную два побега на растение, формирующие 400–600 колосьев на 1 м². Для южных районов и хозяйств с низкой технологической дисциплиной нужны сорта с густотой стеблестоя 300–500 колосьев на 1 м². Для хозяйств, способных проводить дополнительные мероприятия по повышению плодородия и сохранению влаги в почве можно применять сорта с густотой стеблестоя 500–700 колосьев на 1 м².

В связи с тем, что ко времени созревания ячменя продуктивная влага сохраняется в почве только в горизонтах ниже 80–90 см, нужны сорта с глубоко проникающей корневой системой, способные использовать влагу нижних горизонтов для налива зерна.

Сорт Донецкий 8 в большинстве лет изучения имел продолжительность периода всходы – колошение 40–43 дня. В засушливые годы высокую продуктивность и крупное зерно формировали только сорта, колосящиеся немного раньше или одновременно со стандартом. Позднеспелые сорта почти всегда имели щуплое зерно и урожай ниже стандарта.

Еще одним важным признаком, способствующим повышению продуктивности растений в условиях засухи, является способность растений трансформировать питательные вещества из вегетативных органов в генеративные. Все засухоустойчивые продуктивные сорта имели соотношение зерна к соломе 1:0,8–1:1,3, а незасухоустойчивые, влаголюбивые сорта в условиях засухи имеют соотношение зерна к соломе 1:1,5 и более. У них в условиях засухи нарушается процесс оттока питательных веществ и влаги из листьев и стеблей к колосьям. У таких сортов большая часть затрат питательных веществ, влаги и энергии идет на формиро-

вание соломы, а не зерна. Сорты с большей долей соломы в общей массе надземной части растений были в основном высокорослые из северных и обеспеченных влагой районов.

На основании всего вышеизложенного можно констатировать, что сорта, устойчивые к засухе в период налива и созревания зерна должны иметь глубоко проникающую корневую систему, густоту продуктивного стеблестоя 400–600 колосьев на 1 м². Сорта должны обладать способностью в период налива и созревания зерна перекачивать питательные вещества из соломы в зерно. Период всходы – колошение засухоустойчивых сортов должен быть от 38 до 46 дней.

Сравнивая условия выращивания ячменя в Нижнем Поволжье, с требованиями сортов различных экотипов к условиям роста и развития растений, полученных в результате многолетних наблюдений и с литературными данными по влиянию высоких температур и недостатка влаги на продуктивность растений, мы можем выделить сорта, устойчивые к засухе на разных этапах органогенеза: к-29830 Оренбургский 15, к-30596 Оренбургский 17, к-30829 Анна, к-30894 Адамовский, к-30895 Первоцелинный (Оренбургская обл.), к-29831 Волгарь (Самарская обл.), к-29002 Медикум 85, к-29341 Карабалыкский 1, к-30149 Карабалыкский 150 (Казахстан), к-29898 Харьковский 101 (Харьковская обл.), к--30451 Зерноградский 770 (Ростовская обл.), которые могут быть использованы как источники засухоустойчивости в селекции ячменя.

N. P. CHIGANTSEV,
L. P. CHIGANTSEVA,
G. V. KOZUBOVSKAYA,
S. V. RASSKAZOVA

FACTORS INFLUENCING INCREASE IN BARLEY YIELDS IN THE LOWER VOLGA REGION

Summary

About 5000 spring barley accessions from the VIR collection have been studied under conditions of the Lower Volga Region. It has been established that the possibility of obtaining high stable yields in the Volgograd Region depends on the sprout-to-heading stage duration, which should not exceed 38-46 days. Yielding ability of cultivars stays high with two productive tillers per plant. Droughty regions require cultivars with deeply penetrating roots and short stem. Sources of drought resistance have been identified.

С. Н. Шевченко

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Создание генетически разнообразного селекционного пула для эффективного отбора может состояться лишь на основе тщательного подбора компонентов для скрещивания после их испытания в конкретных почвенно-климатических условиях. Поэтому в самом начале селекционной работы с культурой ярового ячменя в Самарском НИИСХ была поставлена задача второстепенного изучения коллекционных образцов ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова в степной зоне Среднего Поволжья.

За два трехлетних периода испытания было изучено 439 образцов ярового ячменя. В результате исследований выделены образцы с высоким проявлением отдельных хозяйственно-биологических признаков.

Высокой продуктивностью в остро засушливые годы обладали: Ранний 1 (Краснодарский край); Маныч 459 (Ростовская обл.); Новосибирский 80 (Новосибирская обл.); Одесский 115, Прерия (Украина).

Стабильно высокой массой 1000 зерен характеризовались: Волгарь, Безенчукский 2 (Самарская обл.); Донецкий 8, Прерия (Украина); Гонар (Беларусь); Целинный 91, Карабальский 1 (Казахстан); Defra, Jaha (Германия).

Наибольшее количество зерна в колосе образовали: Биос 1 (Московская обл.); Медикум 341/95 (Саратовская обл.); У-67243 (Краснодарский край); Гонар (Беларусь); WW 6162 (Швеция).

Продуктивная кустистость была очень изменчивым признаком, однако наиболее стабильно высокий коэффициент кущения имели сорта: Прерия, Харьковский 101 (Украина); Нутанс 553, Нутанс 187 (Саратовская обл.).

Повышенный Кхоз. растения во все годы изучения был у сортов: Дина (Кировская обл.); Медикум 341/95, Нутанс 553, Нутанс 187 (Саратовская обл.); Гелиос, Донецкий 8, Новосовский 9 (Украина); Са 70953 (Дания); ЕН 12/13 (Эфиопия). У сортов У-67243 (Краснодарский край) и Escort (Великобритания) был высоким Кхоз. колоса.

Укороченным периодом «всходы-колошение» характеризовались сорта: Дина (Кировская обл.); Максим (Краснодарский край); Адапт (Украина); Nebi (Германия); ЕН 12/13 (Эфиопия).

Высокой устойчивостью к полеганию отличались сорта: Эльф, Биос 1 (Московская обл.); Рахат, Раушан (Татарстан); Белгородец, Хаджибей (Белгородская обл.); Задонский 8, Зерноградский 313 (Ростовская обл.); Уреньга (Челябинская обл.); Гонар (Беларусь); Вестник, Паллидум 107, Эней (Украина); Belissima, Eunova, Frank (Германия); Pyramid, CF 7952 (Франция).

На основе выполненной работы была сформирована рабочая коллекция из 37 наиболее продуктивных генотипов, обладающих кроме этого комплексом положительных признаков и свойств.

Кроме этого у 20 лучших сортообразцов, выращиваемых в течение трех лет по двум (разным по интенсивности) технологиям, изучены проявления полигенных систем адаптивности, аттракции и микрораспределения пластических веществ в колосе.

Для идентификации генотипов растений по фенотипу воспользовались методикой В.А. Драгавцева (1993, 2003).

Оценку полигенных систем адаптивности и аттракции проводили в двухмерной системе «масса колоса» (селекционный признак) – «масса соломины» (фоновый признак). Полигенные системы микрораспределения пластических веществ оценивали в системе «масса зерна с колоса» (селекционный признак) – «масса мякины» (фоновый признак).

В полученных системах координат анализировали распределение генотипических значений признаков сортов. Ортогональный анализ разделяет сорта на четыре группы с различным сочетанием положительных и отрицательных сдвигов по генетикофизио-логическим системам.

Распределение изучаемых сортов на группы ортогонального анализа показало, что принадлежность их к той или иной группе могла меняться по годам и фонам возделывания. Тем не менее, выделены образцы, обнаруживающие одинаковые проявления полигенных систем в четырех и более опытах из шести.

Анализ полученных результатов показывает, что положительные сдвиги по полигенным системам аттракции и микрораспределения пластических веществ в колосе отмечены, в основном, для сортов западно-европейского экотипа, а положительные сдвиги по системе адаптивности встречаются чаще у образцов степного экотипа. Это отображает направления селекции в регионах выведения сортов. В условиях Западной Европы, Нечерноземной зоны РФ селекция ориентирована на реализацию потенциальной продуктивности колоса, что находит отражение в усилении систем аттракции и микрораспределения, а в жестких условиях степи Поволжья и других сходных регионах важно развитие полигенной системы адаптивности.

Вероятных доноров полигенных систем среди образцов определяли по величине и частоте положительных сдвигов. Величину сдвига оценивали по расстоянию от показателя

точки сорта до положительной линии регрессии (мера «работы» генов аттракции или микрораспределения) и до отрицательной линии регрессии (мера «работы» генов адаптивности). Значительным считали сдвиг 0,05 и более. Сорт считали возможным донором, если значимые сдвиги наблюдались более чем в половине выполненных экспериментов.

Сорта, выделившиеся по адаптивности, имели, как правило, отрицательные сдвиги по системе микрораспределения пластических веществ в колосе, и наоборот, сорта с положительными сдвигами по микрораспределению лишь иногда имели положительные сдвиги по адаптивности.

В результате проведенных исследований из изученного набора сортов ячменя выделены вероятные доноры полигенных систем: адаптивности – Нутанс 187, Нутанс 553 (Саратовская обл.), Прерия (Украина); аттракции – Биос 1, Рахат (Московская обл.), Гонар (Беларусь), Нутанс 778, Харьковский 99 (Украина); микрораспределения пластики в колосе и аттракции – Биос 1 (Московская обл.) и Гонар (Беларусь).

Для условий Среднего Поволжья с его разнообразием лимитирующих факторов актуальна, скорее всего, ориентация на системы адаптивности. Однако представляет несомненный интерес объединение их в одном генотипе с эффективными системами аттракции и микрораспределения, что будет очевидно новым шагом в создании генетического материала, приспособленного к специфическим условиям региона.

Данные, полученные в результате изучения коллекции ярового ячменя, послужили основой для осуществления вначале парных, а затем и ступенчатых скрещиваний. В 1997 г. получены первые гибридные популяции. Из 439 изученных образцов мировой коллекции в скрещиваниях использованы 81 (18%), с их участием было получено 395 гибридных популяций.

В создании гибридных популяций интенсивнее всего использовались сорта Украины (20% от общего количества вовлеченных в скрещивания образцов), Северного Кавказа и Европы (по 18%), Северной Америки (9%). Сорта с наиболее низкой адаптивностью к условиям степной зоны Среднего Поволжья для создания нового селекционного материала нами не использовались.

С 2001 г. из гибридных популяций начали проводить индивидуальные отборы. Всего за 7 лет было создано и изучено в селекционных питомниках разного уровня 13610 линий.

Представляет интерес анализ генеалогий линий, дошедших до заключительных этапов селекции – питомников предварительного и конкурсного испытания. Ценность родительских форм, участвующих в гибридизации, можно косвенно оценить по частоте встречаемости их в качестве родительских форм в линиях, доведенных до последних этапов селекционного процесса.

В гибридных популяциях, созданных с участием образцов из Центрально-Черноземного региона, Казахстана и Австралии, выход селекционных линий был невысоким, и все они были выбракованы по результатам испытаний в питомниках ранних уровней. Практически не изменилась доля украинских образцов (большая часть это сорта селекционно-генетического института г. Одесса). В создании гибридных популяций их вклад был наибольшим и составлял 20%, а в перспективных линиях – 21%. Высокой осталась и доля североамериканских сортов (12%). Наибольшие изменения наблюдаются при использовании сортов Поволжья. В скрещиваниях вовлекали 2 средневожских и 3 нижневожских образцов, т.е. 3 и 4% от общего количества, а среди родительских форм лучших линий их доля возросла до 25 и 17% соответственно.

Таким образом, селекционная практика подтвердила предположения о том, что использование сортов степного экотипа перспективно для селекции на увеличение продуктивности и адаптивности ярового ячменя в засушливой зоне Среднего Поволжья. Суммарная доля таких образцов в перспективных линиях составила 75%. В генеалогии линий чаще присутствуют сорта Нутанс 642, Нутанс 553 (Саратовская обл.), Безенчукский 2 (Самарская обл.), Пластун (Краснодарский край), Одесский 10, Прерия (Украина) и некоторые другие.

S. N. SHEVCHENKO

INITIAL MATERIAL AND METHODS OF ITS STUDY FOR SPRING BARLEY
BREEDING IN THE MIDDLE VOLGA REGION

Summary

439 spring barley accessions have been studied during two three-year cycles and the ones with high values for individual economic and biological traits selected. Polygenic systems that govern adaptation, attraction and microdistribution of plastic substances in the ear have been studied in the best 20 accessions. As a result of these investigations, the possible donors of polygenic systems governing adaptability and attraction have been identified. It has been proved that under conditions of the Middle Volga Region the breeders should concentrate more on the adaptability systems. Finally, the breeding practice has confirmed the supposition that the use of cultivars of the steppe ecotype in breeding for the droughty zone in the Middle Volga Region is quite promising.

**А. В. Анисимова,
А. Yahyaoui**

**ХАРАКТЕРИСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ
К ПОПУЛЯЦИЯМ ВОЗБУДИТЕЛЯ СЕТЧАТОЙ ПЯТНИСТОСТИ
ИЗ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА РОССИИ И СИРИИ**

Известно, что значительный иммунологический генофонд устойчивых к возбудителям форм находится в древнейших очагах эволюции культурных растений [6]. Согласно законам естественного иммунитета растений к инфекционным заболеваниям, выдвинутым Н. И. Вавиловым [6, 7], иммунные виды растений к болезням исторически сложились на совместной родине растения-хозяина и паразита, где встречается наибольшее разнообразие форм растений. Это и явилось предпосылкой к поиску устойчивых форм к возбудителю сетчатой пятнистости среди ячменей из различных генетических центров происхождения культуры, позднее развитое П. М. Жуковским [8] в концепции о сопряженной эволюции растений-хозяев и паразитов на их общей родине.

Для российских исследователей основным источником при создании и пополнении коллекции устойчивых к возбудителю сетчатой пятнистости сортообразцов ячменя являлась мировая коллекция Всероссийского НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова, представленная образцами из семи генетических центров происхождения культуры: Абиссинского, Восточноазиатского, Переднеазиатского, Средиземноморского, Центральноазиатского, Европейско-Сибирского и Новосветского [11].

В России уже более 30 лет ведутся поиски эффективных источников устойчивости ячменя к возбудителю сетчатой пятнистости в лаборатории иммунитета растений к болезням ВИЗР, совместно с отделом генетических ресурсов ячменя, ржи и овса ВИР. За этот период в лабораторных экспериментах и в полевых условиях, на естественных и искусственных инфекционных фонах изучено более 10000 сортов и образцов ячменя из различных генетических центров происхождения культуры, районированных и перспективных для районирования сортов и образцов из новейших поступлений в коллекцию ВИР [2-4, 13, 14] (Каталоги ВИР, 1996, 1997). В результате многолетних исследований были выявлены источники устойчивости, эффективные против различных популяций возбудителя, и рекомендованы для практической селекции.

Целью нашего исследования являлось изучение эффективности устойчивости образцов ячменя к популяциям возбудителя сетчатой пятнистости из Северо-Западного региона РФ и центра коэволюции растения-хозяина и патогена – Сирии. Работа проведена в условиях лаборатории иммунитета растений к болезням ВИЗР и отдела защиты растений Международного центра сельскохозяйственных исследований в аридных зонах (ИКАРДА). В исследовании

довании были использованы сорта и образцы ячменя, предварительно охарактеризованные как устойчивые к большинству изученных изолятов возбудителя из различных географических популяций [3]: два образца ячменя (СІ 5791 к-25273 и СІ 9819 к-25274) из Эфиопии, сорт Tifang к-18760 из США и два сорта (Beecher к-19264 и Prior к-19393) из Австралии. Тестирование образцов к популяциям гриба *P. teres* проводили моноспоровыми изолятами, выделенными в чистую культуру из инфекционного материала, собранного на территории Северо-западного региона России (Ленинградской, Псковской и Новгородской областей) в 2008 г. и Сирийской Арабской Республики (в районе населенных пунктов Хама и Идлеб) в 2006 г. Инокуляцию отрезков листьев проростков проводили по методике О. С. Афанасенко [1], с применением бензимидазольной техники. Тип реакции определяли на 4-5-е сутки после инокуляции растений по 5-ти бальной шкале [1]. В качестве контроля (восприимчивый сорт) использовали сорт Pirkka к-18530. Всего изучено 120 моноспоровых изолятов гриба *P. teres*.

В результате исследований показано разнообразие по вирулентности изолятов к изучаемой группе образцов (таблица). Из таблицы видно, что эфиопские образцы, СІ 5791 и СІ 9819, а также сорта Tifang и Beecher проявили высокую устойчивость к изолятам гриба *P. teres* из Северо-западных областей России. К отдельным образцам из этой группы выявлены единичные вирулентные клоны гриба. Например, к образцу СІ 5791 были обнаружены вирулентные клоны (6,9 %) в ленинградской популяции и не выявлено ни одного вирулентного клона в псковской и новгородской популяциях.

**Характеристика эффективности устойчивости образцов ячменя
к популяциям гриба *P. teres*
Efficiency of resistance to *P. teres* populations in barley accessions**

Образец	Происхождение	% вирулентных клонов в изученных популяциях				
		Ленинградская (Россия)	Псковская (Россия)	Новгородская (Россия)	Хама (Сирия)	Идлеб (Сирия)
С.І. 5791 к-25273	Эфиопия	6,9	0	0	33,3	31,3
С.І. 9819 к-25274	Эфиопия	0	0	0	33,3	0
Prior к-19393	Австралия	17,2	6,9	17,9	5,6	12,5
Beecher к-18760	Австралия	0	0	3,6	61,1	37,5
Tifang к-18760	США	0	0	7,1	27,8	12,5
Pirkka (контроль) к-18530	Финляндия	100	100	100	100	100
Всего изучено клонов		29	29	28	18	16

В тоже время эфиопский образец СІ 5791 был восприимчив к обеим популяциям из Сирии (31,3– 33,3%). К сортам Beecher и Tifang не встречались вирулентные клоны в ленинградской и псковской популяциях, однако, в новгородской популяции гриба их частота составляла 3,6% и 7,1%. В отличие от северо-западных популяций патогена значительное количество вирулентных клонов было выявлено к сорту Beecher в популяциях из Сирии (37,5% и 61,1%). К сорту Tifang обнаружено от 12,5% до 27,8% вирулентных клонов гриба в сирийских популяциях. Сорт Prior оказался более восприимчив к популяциям гриба из Северо-западного региона России. Частота встречаемости вирулентных клонов к этому сорту была одинакова в ленинградской и новгородской популяциях (17,2% и 17,9%). Незначительное количество вирулентных клонов (6,9%) к сорту Prior отмечено в псковской популяции. Однако, данный сорт был более устойчив среди всех изученных образцов к популяциям из Сирии (5,6 % и 12,5% вирулентных клонов от общего числа изученных изолятов).

Среди изученных сортов и образцов ячменя только к одному образцу, СІ 9819 (Эфиопия), не выявлено ни одного вирулентного клона во всех исследованных популяциях из России. Также к этому образцу отмечено отсутствие вирулентных клонов в одной из сирийских

популяций (Идлеб) возбудителя. Данный образец CI 9819 с известным генотипом устойчивости к грибу *P. teres* широко изучен во многих странах мира и рекомендован как эффективный донор устойчивости к болезни [5, 15–22]. В нашей работе этот образец подтвердил свою высокую устойчивость к популяциям гриба из Северо-западных областей РФ. Поскольку образец CI 9819 поражен значительным количеством клонов (33,3%) одной из сирийских популяций гриба (Хама), мы считаем, что устойчивость данного образца не эффективна в условиях Сирии.

Таким образом, в годы исследований наибольшей вирулентностью отличались популяции *P. teres* f. *teres* из Сирии. Устойчивость всех изученных образцов ячменя была не эффективна к части клонов из сирийских популяций паразита. Образцы CI 5791, CI 9819, сорта Tifang и Beecher могут быть использованы как источники устойчивости к возбудителю сетчатой пятнистости в условиях Северо-западного региона России.

Исследования поддержаны грантом РФФИ № 08-04-00303-а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасенко О. С. Лабораторный метод оценки устойчивости сортообразцов ячменя к возбудителю сетчатого гельминтоспориоза / О. С. Афанасенко // С.-х. биология. 1977. Т. 12. № 2. С. 297–299.
2. Афанасенко О. С. Характеристика устойчивости некоторых сортообразцов ячменя к различным популяциям возбудителя сетчатой пятнистости *Pyrenophora teres* (Died.) Drechsler f. sp. *teres* / О. С. Афанасенко // Миколог. и фитопатол. 1995. Т. 29. вып. 4. С. 27–32.
3. Афанасенко О. С. Изменчивость популяций гельминтоспориозных пятнистостей ячменя и генетический контроль устойчивости к *Pyrenophora teres* Drechs. / О. С. Афанасенко // Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра биол. наук. / СПб., 1996. 41 с.
4. Афанасенко О. С. Современное состояние и перспективы исследований по генетике иммунитета ячменя к болезням / О. С. Афанасенко // Науч. проблемы создания новых сортов с.-х. культур, адаптированных к современным условиям переработки; РАСХН, ВИЗР, СПб., 1998. С. 29–32.
5. Афанасенко О. С. Число генов у ячменя, детерминирующих устойчивость к штаммам *Pyrenophora teres* Drechs. / О. С. Афанасенко, И. Г. Макарова, А. А. Зубкович // Генетика. 1999. Т. 35. № 3. С. 341–351.
6. Вавилов Н. И. Законы естественного иммунитета растений к инфекционным заболеваниям. (Ключи к нахождению иммунных форм) / Н. И. Вавилов // Изв. АН СССР, сер. биол. 1961. Т. 1. С. 117–157.
7. Вавилов, Н. И. Законы иммунитета растений к инфекционным заболеваниям / Н.И. Вавилов // В кн.: Избр. произв. Т. 2. М., “Наука”. 1967. 430 с.
8. Жуковский П. М. Сопряженная эволюция растения-хозяина и паразита / П. М. Жуковский // Генетические основы селекции растений на иммунитет. М., “Наука”. 1973. С. 120–134.
9. Лукьянова М. В. Источники устойчивости к сетчатому гельминтоспориозу, видам головни, карликовой ржавчине / М. В. Лукьянова, А. П. Хохлова, О. С. Афанасенко, И. А. Терентьева, Л. Р. Тюлина, Г. М. Богданова, И. Г. Макарова // Каталог мировой коллекции ВИР. Ячмень. СПб. 1996. Вып. 684. 45 с.
10. Лукьянова М. В. Генетическая коллекция ячменя с идентифицированными генами устойчивости к мучнистой росе / М. В. Лукьянова, И. А. Терентьева // Каталог мировой коллекции ВИР. Ячмень. СПб. 1997. Вып. 685. 76 с.
11. Трофимовская А. Я. Источники устойчивости ячменя к возбудителю сетчатой пятнистости (*Drechslera teres*) / А. Я. Трофимовская, О. С. Афанасенко // Докл. ВАСХНИЛ. 1983. № 3. С. 19–21.
12. Филатова, О.А. Доноры устойчивости ячменя к возбудителю сетчатой пятнистости и генетический контроль взаимоотношений в системе растение-патоген / О. А. Филатова // Автореф. канд. дис. СПб. 2005. 22 с.
13. Afanasenko O. Inheritance of resistance to different *Pyrenophora teres* Drechs. strains in barley accession CI 5791 / O. Afanasenko, I. Makarova, A. Zubkovich // Proc. of the 8th International Barley Genetics Symposium (22–27 October). 2000 a. P. 73–74.
14. Afanasenko O. Landraces from Peru new sources of resistance to net blotch of barley / O. Afanasenko, I. Terentieva, I. Makarova // Proc. of the 8th International Barley Genetics Symposium (22–27 October). – 2000 b. P. 71–73.

15. Bjarko M. E. Sources and genetic action of resistance in barley to different virulent types of *Pyrenophora teres*, the causal organism of net blotch / M. E. Bjarko // Thesis: Montana State University. 1979. 97 p.
16. Bockelman H. E. Trisomic analysis of genes for resistance to scald and net blotch in several barley cultivars / H. E. Bockelman, E. L. Sharp, R. F. Eslick // Can. J. Bot. – 1977. - Vol. 55. № 15. P. 2142–2148.
17. Gacek E. Studies on the resistance of barley to net blotch caused by *Pyrenophora teres* (Died.) Drechs. / E. Gacek // Hodowla Rosl. Aklim. Nasienn. 1979. Vol. 23. P. 73–83.
18. Khan T. N. Inheritance of resistance to net blotch in barley. II. Genes conditioning resistance against race WA-2 / T. N. Khan, W.J. Boyd // Canad. J. Genet. and Cytol. 1969. Vol. 11. P. 592–597.
19. Kolapudi D. M. Epidemiological studies in relation to the breeding for resistance to net blotch (*Drechslera teres* (Sacc.) Shoem.) of barley (*Hordeum vulgare* L.) / D.M. Kolapudi // Ph. Thesis. Nedlands: University of Western Australia. 1985. 88 p.
20. Manninen O. Application of BARE-1 retrotransposon markers to the mapping of a major resistance gene for net blotch in barley / O. Manninen, R. Kalendar, J. Robinson, A.H. Schulman // Mol. Gen. Genet.- 2000. Vol. 264. P. 325–334.
21. Minarikova V. An analysis of *Pyrenophora teres* (Died.) Drechs. population in the Czech republic and its use for barley resistance breeding / V. Minarikova // Ochr. Rostl. – 1995. Vol. 31. P. 1–10.
22. Steffenson B. J. Investigations on *Pyrenophora teres* f. *teres*, the cause of net blotch of barley: pathotypes, host resistance, yield loss, and comparative epidemiology to *Rhynchosporium secalis* by time series analysis / B. J. Steffenson // Ph. D. Thesis. University of California Davis. 1988. P. 211.

A. V. ANISIMOVA,
A. YAHYAOU

RESISTANCE OF SBARLEY ACCESSIONS TO POPULATION OF BARLEY NET BLOTCH CAUSAL AGENTS FROM THE RUSSIAN NORTHWEST AND SYRIA

Summary

The search for effective sources of barley net blotch resistance has been jointly carried out in Russia by the Institute of Plant Protection and VIR for more than 30 years. The screening of over 10000 varietal samples of barley has resulted in the identification of sources which are effective against different populations of the causal agent and can be used in breeding programs. These are the Ethiopian accessions C.I. (k-25273) and C.I. 9819 (k-25274), cv. Tifang (k-18760) from the USA, and cv. Beecher (k-19264) from Australia.

И. А. Звейнек

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТИПА РАЗВИТИЯ У НЕКОТОРЫХ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ

Основные успехи мировой селекции ячменя связаны с экологической пластичностью этой культуры и ее высокой адаптивностью к местным условиям. В реализации этих факторов важную роль играет скороспелость ячменя. Время колошения у ячменя в основном определяется тремя факторами: прежде всего это гены типа развития, нечувствительности к фотопериоду и собственно скороспелости [1] В данной работе основное внимание мы уделим первому фактору, так как он является одним из ведущих в контроле скорости колошения ячменя.

Тип развития ячменя детерминируется тремя парами генов: sh, Sh2 и Sh3, любое сочетание этих генов ответственно за яровой тип развития. Озимый тип развития может быть при генотипе ShShsh2sh2sh3sh3, так как гены Sh2 и Sh3 эпистатичны доминантному аллелю Sh, а аллель sh имеет аналогичное влияние на рецессивные аллели озимого типа sh2 и sh3. Рецессив по трем локусам генов Sh обуславливает развитие растений – двуручек. В Sh2 локусе существует серия аллелей: Sh2^I, Sh2^{II}, Sh2^{III}, Sh2^{IV}, Sh2^V, Sh2^{VI}, которая контролирует различные градации ярового типа развития от типично ярового до крайне озимого, в отсутствие

генов *sh* и *Sh3*, последние имеют более слабый эффект на длину вегетации. Гены *Sh*, *Sh2* и *Sh3* локализованы на хромосомах 4, 7 и 5 соответственно [2, 3]. В мировой коллекции ячменя обнаружено только пять генотипов, контролирующих яровой тип развития из семи возможных: *ShShSh2Sh2Sh3Sh3*, *ShShSh2Sh2sh3sh3*, *shshSh2Sh2Sh3Sh3*, *shshSh2Sh2sh3sh3*, *shshsh2sh2sh3sh3*, остальные два генотипа: *ShShsh2sh2Sh3Sh3* и *shshsh2sh2Sh3Sh3* не выявлены [4].

Важность генетического изучения коллекции ячменя по генам типа развития очевидна. Эта генетическая система играет важную роль в определении скороспелости ячменя и его адаптационных механизмов. Для каждого эколого-географического региона необходим подбор сортов с оптимальной скоростью развития, так как в определенных зонах потенциально более позднеспелые генотипы не всегда определяют наибольший урожай. Скороспелые сорта в таких случаях полнее реализуют свои возможности, что приводит к получению гарантированных урожаев. Изучение генетического разнообразия по скорости развития ячменя может позволить существенно снизить роль неконтролируемых температурно-световых факторов, повысить адаптивность сортов и в конечном итоге получение высоких стабильных урожаев.

Целью данной работы является изучение генетического контроля типа развития у контрастных по скорости развития сортов ячменя из различных эколого-географических районов, для выявления роли генов *Sh*: а) в детерминацию признака скороспелость ячменя, б) в адаптационных механизмах этой культуры.

Проведен анализ расщепления F_2 по типу развития, который позволил установить генотипы у изучаемых по этому признаку сортов (табл.). С генотипом *shSh2Sh3* оказалось 9 сортов (Ingrid к-19010, Bussel к-20262, Multum к-22324, Rita к-21644, Азык к-27399, Неван к-29102, Мамлюк к-29632, С-226 к-30849, Д1 36А И - 533709), так как они показали отсутствие расщепления во всех скрещиваниях с тестерными линиями. Генотип *shSh2sh3* удалось установить у 9 сортов ячменя (Soyor к-18554, Austral к-23335, Polon к-25904, Ритм к-27359, Egmont к-27963, Янус к-29702, Темур к-29887, Crark к-29190 и Panaeche и-572487) вследствие того, что было выявлено расщепление в F_2 61 яровых к 3 озимым при скрещивании данных образцов с изогенной линией по гену *Sh3*. В остальных скрещиваниях с изогенными линиями по гену *sh* и *Sh2* все потомство F_2 было яровым. Генотип *ShSh2sh3* установлен у 2 сортов ячменя (Rondo к-25153 и С.І.10979 к-30006), так как было выявлено расщепление в F_2 13 яровых к 3 озимым при скрещивании данных образцов с изогенной линией по гену *sh*, а также 15:1 при скрещивании их с изогенной линией по гену *Sh3*. При скрещивании этих сортов с тестерной линией по гену *Sh2* все потомство в F_2 было яровым. У сорта Chile к-30400 определен генотип *Shsh2Sh3*, так как было выявлено расщепление в F_2 13 яровых к 3 озимым при скрещивании данного образца с изогенной линией по гену *sh*, а также 15:1 при скрещивании его с изогенной линией по гену *Sh2*.

При скрещивании 21 сорта ячменя с тремя яровыми тестерами выявлены их генотипы по генам типа развития. С генотипом *shSh2Sh3* оказалось 9 сортов. Генотип *shSh2sh3* обнаружен у 9 форм, а генотип *ShSh2sh3* у 2 образцов ячменя. Выявлен генотип *Shsh2Sh3* у одного образца, а также ранее нами выявлено 2 образца с генотипом *shsh2Sh3*, которых не было обнаружено в исследованиях других авторов [4, 5]. Как было отмечено выше, в нашу работу были включены сорта ячменя с различной скоростью колошения. Основная часть из них вошла в группы скороспелых и среднеспелых образцов. В позднеспелую группу с идентифицированным генотипом вошло только 4 сорта (Chile, Rondo, С.І.10979, Panaeche). Следует отметить, что сорта, входящие в скороспелые и среднеспелые группы имеют генотипы *shSh2Sh3* и *shSh2sh3*, т.е. генотипы скороспелых образцов ячменя выделяются отсутствием доминантной аллели гена *Sh* и всегда присутствием доминантной аллели гена *Sh2*. В генотипах позднеспелой группы сортов присутствует доминантная аллель гена *Sh* и или рецессивная аллель гена *Sh2*. При этом следует добавить, что доминантная аллель гена *Sh* в сочетании с рецессивными аллелями генов *Sh2* и *Sh3* обеспечивает озимый генотип у ячменя. Данную тенденцию нарушает позднеспелый сорт Panaeche, имеющий генотип *shSh2sh3*. Вероятно, позднес-

пелость данного образца обусловлена множественным аллелизмом гена Sh2. Наличие в генотипе ярового ячменя доминантного гена Sh2, имеющего серию множественных аллелей обеспечивает широкий спектр изменчивости по скорости колошения по всем трем группам генотипов в состав которых он входит, и также большой набор сортов, входящих в них.

**Перечень сортов ярового ячменя по генотипам системы локусов генов Sh.
List of spring barley cultivars according to genotypes at the Sh loci system**

№ п.п	№ каталога ВИР	Сорт	Происхождение	Расщепление (яров.: оз.) в F ₂ с тестером		
				shsh2sh3	ShSh2sh3	Shsh2Sh3
<i>Генотип shSh2Sh3</i>						
1	19010	Ingrid	Швеция	138:0	143:0	186:0
2	20262	Bussel	Австралия	172:0	181:0	287:0
3	21644	Rita	Эквадор	172:0	180:0	108:0
4	22324	Multum	Германия	180:0	187:0	191:0
5	27399	Азык	Кыргызстан	143:0	172:0	176:0
6	29102	Неван	Иркутская обл.	190:0	189:0	192:0
7	29632	Мамлюк	Краснодарский край	183:0	160:0	187:0
8	30849	C-226	Китай	183:0	264:0	273:0
9	и- 533709	DI 36A	Индия	178:0	185:0	154:0
<i>Генотип sh Sh2 sh3</i>						
10	18554	Soyor	Австралия	176:0	278:0	258:18*
11	23335	Austral	Германия	185:0	105:0	105:3
12	25904	Polon	Польша	108:0	168:0	87:5
13	27359	Ритм	Украина	101:0	112:0	67:5
14	27963	Egmont	Бельгия	115:0	189:0	108:4
15	29702	Янус	Краснодарский край	104:0	118:0	90:5
16	29887	Темур	Самарская обл.	182:0	163:0	133:8
17	29190	Crark	США	136:0	164:0	211:7
18	и-572487	Panaehe	Франция	163:0	131:0	53:3
*/ хи-квадрат 61:3 меньше 3,84						
<i>Генотип ShSh2sh3</i>						
19	25153	Rondo	Италия	109:21*	158:0	122:5**
20	30006	C.I.10979	США	152:21	93:0	34:4
* / хи-квадрат 13:3 меньше 3,84 **/ хи-квадрат 15:1 меньше 3,84						
<i>Генотип Shsh2Sh3</i>						
21	30400	Chile	Канада	124:22*	129:5**	176:0
* / хи-квадрат 13:3 меньше 3,84 **/ хи-квадрат 15:1 меньше 3,84						

Вероятно, данный факт обусловлен тем, что ген Sh2 обеспечивает широкую адаптационную способность ярового ячменя. Наличие или отсутствие в генотипе доминантных генов Sh или Sh3 также, наш взгляд, играют существенную роль в адаптационных механизмах этой культуры, определяя позднеспелость ячменя, но не слишком большая выборка сортов по конкретным генотипам, затрудняет дать точный ответ на этот вопрос.

Среди проанализированного набора сортов особый интерес представляют двуручки (Янус, Темур, Азык и Ритм), которые по литературным сведениям должны иметь полный ре-

цессив по генам типа развития [6]. По нашим данным они имеют генотипы shSh2sh3 и shSh2Sh3 типичные для большинства яровых сортов ячменя. Как отмечено выше, ген Sh2, видимо, в наибольшей мере ответственен за адаптационную способность ячменя. На наш взгляд, двуручкам в большей степени характерна высокая адаптационная способность. Вероятно, поэтому доминантный ген Sh2 контролирует тип развития у двуручных сортов ячменя. На основе исследований проведенных ранее и данных фактов мы считаем, что двуручками ячменя являются яровые сорта в генотип которых обязательно входит доминантный ген Sh2, имеющие высокую чувствительность к фотопериоду и достаточную морозостойкость.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Takahashi R., Yasuda S.* Genetics of earliness and growth habit in barley. *Barley Genet.*, 1970, 2: 388–408.
2. *Вавилов Н. И., Кузнецова Е.* О генетической природе озимых и яровых растений. *Изв. агр. фак. Саратов. Ун-та.* 1921, 1: 1–26.
3. *Takahashi R., Yasuda S.* Genetic studies of spring and winter habit of growth in barley. *Ber. Ohara Inst.*, 1956, 10: 245–308
4. *Гаркавий П. Ф., Линчевский А. А., Ходжакулов Т.* Изучение типа развития узбекских ячменей в целях селекции. *Докл. ВАСХНИЛ*, 1980, 8: 3–5.
5. *Звейнек И. А.* Идентификация генов типа развития ячменя. *С.-х. биология*, № 3, 2001.
6. *Авакян А. А.* О биологической природе так называемых двуручек (О группе злаковых растений). *Изв. АН СССР. Серия биол.* 1956. № 2 С. 50–61.

I. A. ZVEYNEK

GENETIC CONTROL OF THE TYPE OF DEVELOPMENT IN SOME BARLEY CULTIVARS

Summary

Genetic control of the type of development has been studied in 21 spring and intermediate barley cultivars differing in earliness and originating from a range of ecogeographic regions. 9 cultivars had the shSh2Sh3 genotype; 9 forms were found to have the shSh2sh3 genotype, while in 2 barley accessions it was ShSh2sh3. The Shsh2Sh3 genotype was found in 1 cultivar. The early and medium-early cultivars have the shSh2Sh3 and shSh2sh3 genotypes, while the late ones contain either the dominant allele at locus Sh or the recessive allele at locus Sh2. The presence of the Sh2 gene in the genotype ensures a wide range of variability concerning the sprouting-to-heading stage duration and the highest degree of adaptability in barley. The intermediate barleys had the shSh2sh3 and shSh2Sh3 genotypes which are typical of most spring barley cultivars

**С. В. Тяглый,
О. Н. Ковалева,
И. Г. Лоскутов**

ИСТОЧНИКИ ПРОДУКТИВНОСТИ ГОЛОЗЕРНОГО ЯЧМЕНЯ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР ДЛЯ УСЛОВИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Ячмень уникальная сельскохозяйственная культура, так как его посевы производятся практически во всех странах мира. Зерно ячменя используется не только на корм скоту и в пивоварении, но и на пищевые цели. Из ячменя производят перловую и ячневую крупу, ячменную муку, которую без ущерба для качества добавляют к пшеничной при выпечке хлеба, а в некоторых районах мира хлеб пекут только из ячменя. В зерне ячменя достаточно высоко содержание белка и других биохимических компонентов [3]. Но среди культурного ячменя выделяется группа голозёрных ячменей, которые по ряду качественных показателей заметно превосходят плёнчатые. Такие формы ячменя отличаются повышенным содержанием белка, незаменимых аминокислот и β-глюканов в зерне [5–7, 11], по сравнению с плёнча-

тым ячменем. Использование зерна голозёрных форм на кормовые цели не требует добавки дополнительных питательных компонентов, что повышает его кормовое достоинство [1, 8, 9, 12, 13]. Отсутствие плёнок облегчает обработку и переработку такого зерна ячменя, делая его экономически выгодным, что также имеет большое производственное значение [2, 4, 10, 14]. В связи с этим возрастает интерес к голозёрному ячменю у селекционеров, производителей и животноводов. К сожалению, такие формы ячменя обладают некоторыми отрицательными особенностями: слабой устойчивостью к полеганию, прорастанием зерна на корню при повышенной влажности, восприимчивостью к грибным болезням, относительно низкой полевой всхожестью из-за особенности строения зародыша [7], что препятствует их широкому внедрению в производство. В связи с этим углубленное изучение и подбор исходного материала для селекции голозёрного ячменя в настоящее время является актуальным.

Коллекция ВНИИР им. Н.И.Вавилова насчитывается более 1000 образцов голозерных форм ячменя, состоящая из местных и селекционных сортов различного эколого-географического происхождения, которые, в последнее время, все шире используются в селекции ячменя.

В связи с этим было проведено изучение 300 образцов голозёрных форм ярового ячменя *Hordeum vulgare* L. генофонда ВИР из 40 государств мира: России, стран СНГ, Балтии, Западной и Восточной Европы, Ближнего и Среднего Востока, Азии, Северной и Южной Америки, Африки и Австралии. В изучаемом наборе представлены 100 образцов двурядного голозёрного ячменя, относящихся к сорвар. *nudum* и 200 образцов шестирядного – сорвар. *coeleste*. Большинство образцов относятся к наиболее типичным разновидностям *H. vulgare* var. *nudum* L. и *H. vulgare* var. *coeleste* L.

Сортимент России представлен местными формами, сортами и селекционными линиями, Европейские и Американские образцы – сортами и селекционными линиями, сортимент Азиатских стран (Таджикистан, Афганистан, Пакистан, Монголия) – местными формами и староместными сортами из Китая, КНДР и Японии.

Изучение и наблюдения проводились на полях Пушкинского филиала ВИР в 2005–2007 гг., согласно методике ВИР по изучению мировых коллекций зерновых культур [3]. В качестве стандартов для двурядных образцов были выбраны голозёрные сорта ячменя – районированный Омский голозёрный (Омская обл.) и бывший в районировании Белорусский 76 (Беларусь), а так же плёнчатый сорт Криничный (Беларусь) В связи с отсутствием районированных сортов для использования в качестве стандарта для шестирядных голозёрных ячменей был выбран плёнчатый сорт Белогорский (Ленинградская обл.). Посев проводился механизированной сеялкой по 300 зёрен на 1 м², в семипольном коллекционном севообороте после картофеля.

Метеорологические условия, в годы проведения исследования, характеризовались превышением температур над среднеголетними показателями и малым количеством выпавших осадков по отношению к среднеголетним данным. Во все годы изучения начало мая было прохладным, с ночными заморозками. В 2005 г. в конце июля выпала двойная норма осадков, сопровождаемая ветром, что привело к сильному полеганию посевов и значительному снижению урожая и качества зерна. В 2006 г. в середине лета стояла сухая и жаркая погода, что не способствовало получению максимального урожая. Наиболее благоприятные условия для растений были в 2007 г., урожай большинства образцов был больше, чем в предыдущие годы.

Одним из важнейших комплексных показателей сорта является зерновая продуктивность, которая складывается из различных элементов структуры урожая. Урожайность сорта зависит как от генетических особенностей, так и от абиотических факторов. В первые два года изучения только несколько образцов превзошли стандарты по продуктивности. В 2007 году ситуация изменилась в связи со снижением показателя урожайности у стандартных сортов, в результате чего несколько десятков образцов имели уровень продуктивности выше стандартов. В течение всех лет изучения урожайностью выше средней отличались преимущественно образцы России, Европы, Средней Азии, у шестирядных образцов так же выдели-

лись формы из Восточной Азии. Колебание зерновой продуктивности по годам изучения было значительным: у двурядных образцов амплитуда изменчивости массы зерна с единицы площади (1 м^2) составила 105–740 г/м², при среднем значении за три года изучения – 635 г/м²; а у шестирядных образцов – 100–795 г/м², при среднем значении – 695 г/м². Это можно объяснить контрастными погодными условиями в годы проведения исследования и реакцией на них отдельных сортов.

По результатам трёхлетних наблюдений по средним значениям продуктивности были выделены голозерные образцы двурядных и шестирядных ячменей, превышающие стандартные сорта на 10% и более. Следует отметить, что стандартный сорт Белорусский 76 превзошёл по средней урожайности все другие стандарты для двурядных образцов, в том числе и пленчатые. За три года изучения по зерновой продуктивности выделены двурядные образцы: Колхозный 7 из Ленинградской обл., Линия А-98-3514 и Линия Ц-99-2838 из Красноярского края, Линия N 16 из Белоруссии, Голый гималайский из Украины, Westendorf/Tirol из Австрии, Линия 1218-524, Линия 1252-1280, Линия 1252-1280/79-4 из Чехии, Scout из Канады и S-257 из Мексики. Среди шестирядных образцов выделились следующие: Линия 24 из Псковской обл., Krehls Nacktgeste из Германии, St. Lakoba Arlberg/Tirol из Австрии, Mlochowski Nagi, Korona Laschego и Nagiz Padhalla 33 из Польши. По результатам наблюдения выделены образцы голозёрного ячменя, имеющие стабильно-высокую урожайность в течение всех трёх лет, что говорит об их высокой адаптивности, принимая во внимание различие погодных условий в годы изучения (табл.). Кроме того, все выделенные голозерные формы по зерновой продуктивности превосходили пленчатые стандарты, что придает им еще большую селекционную ценность.

Зерновая продуктивность сорта комплексный признак и она определяется следующими интегральными показателями: продуктивной кустистостью, длиной главного колоса, числом зёрен в главном колосе, массой зерна с главного колоса и массой 1000 зёрен.

Изучение отдельных показателей продуктивности данного набора сортов показало, что максимальная длина главного колоса по годам изучения у двурядных образцов варьировала от 10 до 13,5 см, у шестирядных образцов это значение было меньше и изменялось от 9 до 11,5 см. Среди двурядных голозерных форм были выделены 4 образца со средней длиной главного колоса не менее 9,7 см (относительно стандартного сорта Белорусский 76). Из них только один местный сорт из Дагестана (9,8 см) обладает стабильными по годам изучения показателями данного признака. Среди шестирядных форм были выделены 22 образца, со средней длиной главного колоса более 7,1 см (относительно стандартного сорта Белогорский). Все они происходили главным образом из России, Украины, Таджикистана, Польши, Германии, и США. Наиболее интересны для селекции образцы, обладающие стабильными показателями признака, среди выделенных образцов этому критерию соответствовали: Неведомый из Кировской обл. (8,3 см), местный сорт из Ленинградской (7,8 см) обл., Таджикистана (8,0 см), Weizengerste из Германии (8 см) и Arimote из США (9 см).

Максимальное число зёрен в главном колосе по годам изучения у двурядных образцов варьировало от 29 до 31 шт., у шестирядных образцов это значение было выше и изменялось от 65 до 82 шт. Среди двурядных форм были выделены 7 образцов, со средним числом зёрен в главном колосе не менее 25 (относительно стандартного сорта Криничный). Среди выделенных образцов со стабильными показателями данного признака были только: CF-113 из Франции (25 шт.) и Линия 1057-1924 из Чехии (25 шт.). Среди шестирядных голозёрных форм были выделены 28 образцов, со средним числом зёрен в главном колосе не менее 48 штук (относительно стандартного сорта Белогорский), происходящих главным образом из России, Польши, Германии, Латвии и Монголии.

**Образцы голозёрного ячменя, имеющие стабильно высокую урожайность за годы исследования Пушкин 2005–2007 гг.
Naked barley accessions with a stable high yield during the years of study (Pushkin, 2005–2007)**

№ по каталогу ВИР	Название образца, разновидность	Происхождение	Масса зерна с 1м ²		Продуктивная кустистость, шт	Длина главного колоса, см	Число зёрен в главном колосе, шт	Масса зерна с главного колоса, шт	Масса 1000 зёрен, г
			граммы	% к стандарту					
Д в у р я д н ы е я ч м е н и									
27080	Белорусский 76 (St.) var. <i>nudum</i>	Беларусь	425	100	2	9,5	24	1,3	49,1
27605	Криничный (St.) var. <i>nutans</i>	"	403	95	2	8,5	25	1,3	49,8
30919	Омский голозёрный (St.) var. <i>nudum</i>	Омская обл.	368	87	3	8,0	22	1,2	50,4
16448	Колхозный 7 var. <i>nudum</i>	Ленинградская обл.	580	136	3	7,7	16	1,0	52,8
пр.7776	Ц-99-2838 var. <i>nudum</i>	Красноярский край	528	124	3	8,0	23	1,1	44,4
пр.7778	А-98-3514 var. <i>nudum</i>	" "	553	130	2	8,3	27	1,4	45,9
15014	Местный var. <i>nudum</i>	Дагестан	570	134	2	9,3	22	1,4	53,9
18465	" "	"	555	131	2	8,8	19	1,3	45,5
21748	" "	"	553	130	2	9,5	22	1,4	52,9
28017	S-257 var. <i>nudum</i>	Мексика	565	133	2	6,5	20	0,7	45,3
		НСР₀₅	171		1	2,2	6	0,5	7,6
Ш е с т и р я д н ы е я ч м е н и									
22089	Белогорский (St.) var. <i>pallidum, rikotense</i>	Ленинградская обл.	508	100	3	6,5	42	2,0	42,8
17948	Местный var. <i>coeleste</i>	" "	563	111	2	6,8	52	1,6	33,7
16623	24 var. <i>coeleste</i>	Псковская обл.	533	105	3	6,8	47	1,7	32,1
27471	Korona Laschego var. <i>coeleste</i>	Польша	688	135	3	7,5	53	2,4	35,8
		НСР₀₅	177		1	1,7	15	0,8	7,6

(St.) – стандарт

Среди выделенных образцов стабильным показателем числа зёрен в главном колосе обладают: Kleine Teutshenthal из Германии (53 шт.), SB 27834 из Канады (52 шт.), Arimote из США (53 шт.).

Максимальная масса зерна с главного колоса по годам изучения у двурядных образцов варьировала от 1,4 до 1,8 г, у шестирядных образцов это значение было в два раза выше и изменялось от 2,6 до 3,4 г. Среди двурядных голозёрных форм были выделены 16 образцов, со средней массой зерна с главного колоса не менее 1,3 г (относительно стандартных сортов

Белорусский 76 и Криничный), происходящих из России, Белоруссии, Дании, Чехии, Бельгии, Франции и Мексики. У выделенных образцов стабильными по годам показателями массы зерна с главного колоса обладают: местные сорта из Дагестана (1,5 г), Линия А-98-3514 (1,4 г), Линия Ц-99-2837 (1,4 г) из Красноярского края и CF-113 из Франции (1,5 г). Среди шестирядных форм были выделены 9 образцов, со средней массой зерна с главного колоса не менее 2,1 г (относительно пленчатого стандартного сорта Белогорский), происходящих из России, Польши, Пакистана, Монголии, Эфиопии и Эквадора. У выделенных образцов стабильными показателями массы зерна с главного колоса обладают: местные сорта из Алтайского края (2,4 г), Ленинградской обл. (2,3 г) и Эквадора (2,3 г). В тоже время, все выделенные образцы были продуктивнее пленчатого стандартного сорта.

Максимальная масса 1000 зёрен по годам изучения у двурядных образцов варьировала от 60,8 до 62,8 г, у шестирядных образцов это значение было меньше и изменялось от 54,4 до 60,8 г. Среди двурядных голозёрных форм были выделены 45 образцов, со средней массой 1000 зёрен не менее 50,4 г (относительно стандартного сорта Омский голозерный), происходящих главным образом из России, Украины, Армении, Узбекистана, Сербии, Италии, Ирана, Афганистана, Монголии, Японии, Эфиопии США и Мексики. У выделенных образцов стабильным по годам показателем массы 1000 зёрен обладают: местные сорта из Дагестана (60,1 г), Афганистана (57,4 г), Японии (55,0–56,3 г) и США (56,9 г), Nijohodaka из Японии (58,5 г) и Hirgoly из Эфиопии (57,8 г). Среди шестирядных форм были выделены 15 образцов, со средней массой 1000 зёрен более 42,8 (относительно пленчатого стандартного сорта Белогорский), из Таджикистана, КНДР, Эфиопии, Канады, Мексики, Боливии и Эквадора. У выделенных образцов стабильными показателями массы 1000 зёрен обладают: Кэкорн 3 из КНДР (44,8 г), Abisihnian 1105 из Эфиопии (44,7 г) и Olga из Мексики (44,9 г). Следует отметить, что все выделенные сорта превышают показатели пленчатого сорта, что говорит об их селекционной перспективности.

По результатам трехлетнего полевого изучения был проведён корреляционный анализ, который выявил ряд зависимостей между зерновой продуктивностью образцов и элементами структуры урожая. Для двурядных голозерных образцов отмечалась достоверная средняя зависимость урожайности от массы зерна с главного колоса ($r = 0,36 \pm 0,09 - 0,40 \pm 0,09$) и массы 1000 зёрен ($r = 0,32 \pm 0,1 - 0,53 \pm 0,09$). Показатели длины колоса и числа зёрен в нём, у двурядных образцов изменялись крайне мало, и не оказывали заметного влияния на конечный урожай зерна. У шестирядных образцов выявлена достоверная зависимость зерновой продуктивности от длины главного колоса ($r = 0,38 \pm 0,07 - 0,49 \pm 0,07$), числа зёрен в главном колосе ($r = 0,37 \pm 0,07 - 0,56 \pm 0,06$), массы зерна с главного колоса ($r = 0,43 \pm 0,07 - 0,54 \pm 0,06$) и массы 1000 зёрен ($r = 0,22 \pm 0,08 - 0,58 \pm 0,06$).

На формирование конечной зерновой продуктивности и ее отдельных компонентов влияют погодные условия, в которых произрастает данный сорт. Соотношение данных по отдельным элементам структуры урожая и зерновой продуктивности с метеорологическими данными вегетационного периода в годы изучения коллекции показало наличие зависимости между ними. В результате изучения было установлено, что влияние массы 1000 зёрен на конечный урожай двурядных голозерных образцов наиболее проявляется при следующих метеорологических условиях: начале лета температура в близка к среднемноголетней, количество осадков уступает среднемноголетним показателям в два раза, в период созревания зерна температура несколько выше среднемноголетней, количество осадков превосходит среднемноголетние показатели в полтора раза. У шестирядных образцов влияние на продуктивность длины главного колоса и числа зёрен в нём проявляется при очень жарком и сухом начале лета, температура в период созревания зерна близка к среднемноголетней, количество осадков на треть меньше нормы. Влияние массы зерна с главного колоса и массы 1000 зёрен на зерновую продуктивность шестирядных голозёрных образцов особенно заметно при летних температурах близких к среднемноголетним значениям и количестве осадков примерно две трети от среднемноголетней нормы за летний период.

В ходе проведенной работы, среди наиболее продуктивных образцов, были выявлены источники по отдельным элементам структуры урожая. Среди наиболее урожайных двурядных голозерных ячменей выделены образцы с комплексом признаков структуры урожая. Стабильные показатели массы зерна с главного колоса имели местные сорта из Тульской обл. (к-4539), из Дагестана (к-14891, к-15008, к-18371 и к-18376), из Таджикистана (к-3115), Линия А-98-3514 из Красноярского края (пр-7778), Westendorf/Tirol из Австрии (к-28292), Линии 1252-1280 из Чехии (к-27457) и Scout из Канады (к-28965). Стабильные показатели массы 1000 зёрен, превосходящие стандартные сорта, показали местные сорта из Тульской обл. (к-4539), Дагестана (к-15008, к-15014), Таджикистана (к-3115) и Афганистана (к-6497).

Среди наиболее продуктивных шестирядных ячменей также выделены образцы с комплексом признаков структуры урожая. Стабильные показатели длины главного колоса, превосходящие стандартный сорт, имели местный сорт из Алтайского края (к-10199), Korona Laschego из Польши (к-27471) и Lakoba Arlberg/Tirol из Австрии (к-28291). Стабильный показатель длины главного колоса показал местный сорт из Красноярского края (к-18071), а стабильный показатель массы зерна с главного колоса, превосходящий стандарт, имел местный сорт из Алтайского края (к-10199).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В результате проведенного трехлетнего полевого изучения выделены источники для селекции голозерного ячменя в Северо-Западном регионе РФ. Для условий Ленинградский области из двурядных ячменей представляют интерес местные сорта Дагестана, селекционные линии из Красноярского края, Чехии, Австрии и Мексики. Из шестирядных ячменей заслуживают внимания местные сорта Северо-Запада РФ и Западной Сибири, селекционные линии Польши и Германии. Большинство выделенных сортов двурядного и шестирядного голозерного ячменя, как по конечной зерновой урожайности, так и по отдельным элементам продуктивности (масса зерна с главного колоса, масса 1000 зерен) превосходили пленчатые стандарты, что делает их ценным материалом для селекции ячменя.

При подборе исходного материала для селекции двурядных голозерных ячменей следует обращать внимание на показатели массы зерна с главного колоса и массы 1000 зёрен, как оказывающие существенное влияние на конечную зерновую продуктивность образцов, а у шестирядных форм – это длина главного колоса, число зёрен в нём, масса зерна с главного колоса и масса 1000 зёрен.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аниськов Н. И., Козлова Г.Я., Мирюк С. С.* Результаты селекции голозерного ячменя в условиях Западной Сибири. // Научное обеспечение АПК Сибири, Монголии, Казахстана, Белоруссии и Башкортостана. – Новосибирск. 2002. С. 186–187.
2. *Быковец А. Г.* Голозерный ячмень. Его разнообразие и пути селекции. – М., Госиздат с-х. лит-ры. 1949. 87 с.
3. *Лукьянова М. В., Родионова Н. А., Трофимовская А. Я.* Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса. Л. ВНИИР им. Н.И. Вавилова. 1973. 30 с.
4. *Орлов А. А.* Ячмень. // Культурная флора СССР. 1936. Т. 2. С. 97–332.
5. *Рего Р.* Сортной лабораторный анализ ячменя. М., Изд-во: Сельхозгиз, 1931. 25 с.
6. *Сверкунов В.К.* Голозерные овёс и ячмень в Иркутской области. Иркутск. 1950. 58 с.
7. *Ходьков Л. Е.* Голозерные и безостые ячмени. // Под ред. д.б.н. М.Г. Агаева // Л. Из-во: Ленинградского университета. 1985. 135 с.
8. *Цандекова О. Л., Неверова О. Л., Заушинцева А. В.* Сравнительная характеристика некоторых показателей питательной ценности зерна скороспелых ячменей. // Зерн. хоз-во. 2002. № 7. С. 18–19.
9. *Якунина Н., Давыдов В., Мальцев А.* Голозерный ячмень в кормлении цыплят-бройлеров. // Комбикорма. 2003. № 8. С. 50.
10. *Agu R. S., Devonny D. J., Tillet J. L., Palmer G. H.* Malting performance of normal huskless and acid-denuded barley samples. // J. Hist. Brewing. 2002. Vol. 108. № 2. P. 215–220.

11. *Hijikuro S., Takemasa M., Ymasaki M.* Nutritive value of a new variety of high – protein nakzol barley and its improvement by cellulose supplementation. // *Japan. Poultry Sc.* 1986. Т. 23. № 6. P. 326–333.
12. *Newman C. W., Newman R. K.* Hull-less barley a new perspective for an ancient + grain. // *Cereals for human health and preventive nutrition.* Brno, Prague, 1998. P. 48–53.
13. *Rossnagel B., Harvey B., Bhatti R.* Jupper hulls barley. // *Canad. J.Plant Sc.*, 1985. Т. 65. № 2. P. 453–454.
14. *Yeung J., Vasanthan T.* Pearling of hull-less barley: product composition and gel color of pearled barley flours as affected by the degree of pearling. // *J. Agr. Food Chem.* 2001. Vol. 49. № 1. P. 331–335.

S. V. TYAGLY,
O. N. KOVALEVA,
I. G. LOSKUTOV

SOURCES OF PRODUCTIVITY FOR THE RUSSIAN NORTHWEST AMONG NAKED BARLEYS FROM THE VIR COLLECTION

Summary

300 accessions of naked barley from the VIR collection have been studied under conditions of the Russian Northwest and sources of commercially important traits selected for the further use in naked barleys breeding.

Л. Г. Тырышкин,
И. А. Звейнек

ЮВЕНИЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ СТАРОМЕСТНЫХ ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ ИЗ ТУРЦИИ К ТЕМНО-БУРОЙ ЛИСТОВОЙ ПЯТНИСТОСТИ

Темно-бурая листовая пятнистость (возбудитель *Bipolaris sorokiniana* (Sacc in Sorok) Shoem, телеоморфа *Cochliobolus sativus* (Ito et Curib.)) – вредоносная болезнь ячменя во всех регионах возделывания культуры. Наиболее экономичным и экологически безопасным методом борьбы с заболеванием является возделывание устойчивых сортов. Первый этап селекции такого рода сортов – поиск либо создание источников резистентности. К настоящему времени выделены многочисленные источники устойчивости [1–3, 6, 7, 9–11], однако, по нашим данным, подавляющее большинство из них восприимчивы к листовой пятнистости как в ювенильной стадии, так и стадии флаг-листа [4]. Таким образом, весьма актуальна задача поиска высокоустойчивых к болезни форм ячменя; потенциально перспективными для решения этой задачи могут быть староместные сорта *Hordeum vulgare* L. Цель настоящей работы – изучить ювенильную устойчивость староместных образцов ячменя из Турции к темно-булой листовой пятнистости.

Материалом исследований служили 98 образцов ячменя мировой коллекции ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, представляющих староместные сорта из Турции. Семена высевали в кюветы на вату, смоченную водой, которые помещали в лабораторную светостановку (2500 Лк, 22–25°C). Отрезки листьев растений в стадии 1–2 листа раскладывали в кюветы на вату, смоченную водой, либо водным раствором бензимидазола (40 мг/л) и опрыскивали водной суспензией конидий высокоагрессивного штамма *B. sorokiniana* (концентрация 30 и 50 тыс. конидий в 1 мл суспензии); кюветы заворачивали в полиэтилен и накрывали стеклами. При заражении интактных растений кюветы с проростками после инокуляции помещали в прозрачные герметично закрытые коробки для поддержания условий высокой влажности. В качестве восприимчивого контроля использовали сорт Пиркка, а устойчивого – линию ND-B 112. Учет развития болезни проводили через 3 и 5 суток после инокуляции по шкале 0–6, где 0 – отсутствие симптомов поражения, 1, 2, 3, 4 – поражено 10, 20, 30, 40% листовой поверхности, 5 – поражено более 50% листовой поверхности, 6 – гибель листа [5]. Образцы, пораженные на балл 5–6, считали восприимчивыми, 3–4 средне устойчивыми, 0–2

высоко устойчивыми. Оценку каждого образца провели в 3-х независимых экспериментах; данные приведены по максимальным баллам поражения.

Восемьдесят образцов были классифицированы как восприимчивые к темно-бурой листовой пятнистости уже при учете на 3-й день после инокуляции возбудителем при всех методах заражения. При этом 7 образцов проявили устойчивую реакцию при инокуляции интактных растений суспензией патогена с низкой концентрацией конидий, и только два – кк-6819 и 6828 – при высокой концентрации спор *B. sorokiniana* (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Баллы поражения ювенильных растений образцов ячменя темно-бурой листовой пятнистостью на 3-й день после инокуляции *B. sorokiniana*
Table 1. Barley juvenile plants affection (points) by dark-brown spot blotch on the 3rd day after inoculation with *B. sorokiniana*

Образец (№ по каталогу ВИР)	Балл поражения						
	отрезков листьев в				интактных растений, конц. конидий <i>B. sorokiniana</i>		
	бензимидазоле, конц. конидий <i>B. sorokiniana</i>		воде, конц. конидий <i>B. sorokiniana</i>				
	3×10^3	5×10^3	3×10^3	5×10^3	3×10^3	5×10^3	
3302	2	6	6	6	6	6	
6819	1	1	2	3	2	3	
6828	2	3	2	3	2	3	
6839	3	5	5	6	5	5	
6913	3	6	3	6	3	6	
13022	3	6	4	6	4	6	
13027	3	6	5	6	5	6	
13241	2	4	4	6	4	6	
13272	3	4	5	6	5	6	
17726	1	6	5	6	5	6	
17730	3	4	5	6	5	6	
17734	1	1	4	5	4	5	
17737	3	4	5	6	5	6	
17746	4	5	5	6	5	6	
17757	1	6	5	5	5	6	
17805	2	6	6	6	6	6	
18002	3	5	5	6	5	6	
18007	3	5	3	6	3	6	
			<i>К о н т р о л ь</i>				
ND-B 112	1	2	2	3	2	3	
Пиркка	3	4	4	6	4	6	

Для 11 образцов наблюдается индукция устойчивости под действием бензимидазола: отрезки листьев, помещенные на вату, смоченную раствором химиката, проявили разную степень устойчивости, в то время как интактные растения были восприимчивы к болезни. Выделенные формы, слабо поражаемые пятнистостью при инокуляции суспензией спор патогена с концентрацией 3×10^3 , вряд ли могут рассматриваться как перспективные для использования в селекции на устойчивость, поскольку при этом наблюдали реакцию среднего уровня устойчивости и на листьях высоко восприимчивого сорта Пиркка. Кроме того, отмечено полное совпадение реакции на инокуляцию возбудителем интактных растений и отрезков листьев в воде.

Ни один из изучавшихся образцов не был устойчив к болезни при учете на 5-й день после инокуляции возбудителем интактных растений, при этом для 6 форм наблюдали индукция резистентности под действием бензимидазола (табл. 2).

Таким образом, из 98 изученных образцов только два – кк-6819 и 6828 – могут рассматриваться как относительно устойчивые к темно-бурой листовой пятнистости. Очевидно, что они защищены геном (ами) устойчивости к болезни, не идентичными гену Rcs 5 линии ND-B 112 [10], т.к. они восприимчивы к болезни на 5-й день после инокуляции возбудителем, а растения линии проявляют устойчивую реакцию. Целесообразность вовлечения данных форм в селекцию ячменя на резистентность к листовой пятнистости будет уточнена после изучения реакции взрослых растений на инокуляцию *B. sorokiniana*.

Т а б л и ц а 2. Баллы поражения ювенильных растений образцов ячменя темно-бурой листовой пятнистостью на 5-й день после инокуляции *B. sorokiniana*

Table 2. Barley juvenile plants affection (points) by dark-brown spot blotch on the 5th day after inoculation with *B. sorokiniana*

Образец (№ по каталогу ВИР)	Балл поражения					
	отрезков листьев в				интактных растений, конц. конидий <i>B. sorokiniana</i>	
	бензимидазоле, конц. конидий <i>B. sorokiniana</i>		воде, конц. конидий <i>B. sorokiniana</i>			
	3×10^3	5×10^3	3×10^3	5×10^3	3×10^3	5×10^3
3302	2	6	6	6	6	6
6819	3	3	6	6	6	6
6828	6	6	6	6	6	6
6839	6	6	6	6	6	6
6913	5	6	6	6	6	6
13022	4	6	6	6	6	6
13022	6	6	6	6	6	6
13027	5	6	6	6	6	6
13241	3	4	6	6	6	6
13272	5	6	6	6	6	6
17726	4	6	6	6	6	6
17730	6	6	6	6	6	6
17734	5	6	6	6	6	6
17737	6	6	6	6	6	6
17746	6	6	6	6	6	6
17757	5	6	6	6	6	6
17805	4	6	6	6	6	6
18007	6	6	6	6	6	6
<i>К о н т р о л ь</i>						
ND-B 112	2	2	3	4	3	4
Пиркка	5	6	6	6	6	6

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Бензимидазол вызывает индукцию ювенильной устойчивости ячменя к темно-бурой листовой пятнистости;
2. При использовании для инокуляции растений ячменя конидий *B. sorokiniana* в концентрации 30 тыс./мл суспензии учет поражения темно-бурой листовой пятнистостью должен проводиться не ранее чем через 5 дней после заражения патогеном;

3. Наблюдается совпадение реакции на заражение *B. sorokiniana* интактных проростков ячменя и отрезков листьев в воде;
4. Образцы ячменя кк-6819 и 6828 из Турции обладают средним уровнем ювенильной устойчивости к темно-бурой листовой пятнистости; ген (ы) резистентности этих форм неидентичны гену *Rcs* 5 линии ND-B 112.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Анисимова А. В.* Групповая устойчивость ячменя к возбудителям сетчатой и темно-бурой листовым пятнистостям // Мат. II всероссийского съезда по защите растений «Фитосанитарное оздоровление экосистем» С.-Петербург, 5–10 декабря 2005. С.-Петербург – 2005. Т.1. С. 390–391.
2. *Петрова А. Н.* Вирулентность популяций возбудителей темно-бурой и сетчатой пятнистости и принципы создания инфекционных фонов. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. – Л. – 1984. – 16с.
3. *Рочев М. В.* Биоэкологические особенности *Bipolaris sorokiniana* (Sacc. in Sorok.) Shoem и исходный материал для селекции болезнеустойчивых сортов ячменя на Среднем Урале. Автореф. дис. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. Л. 1986. 17 с.
4. *Тырышкин Л. Г.* Генетическое разнообразие пшеницы и ячменя по эффективной устойчивости к болезням и возможности его расширения Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. докт. биол. наук. СПб. 2007. 40 с.
5. *Тырышкин Л. Г.* Темно-бурая листовая пятнистость. Устойчивость генетических ресурсов зерновых культур к вредным организмам. Методическое пособие. М.: РАСХН, 2008. С. 112–120.
6. *Brown A. R., Morey D. P., Johnson J. W., Cunfer B. M.* Registration of "Dawn" barley // Crop science. 1983. V.23. P. 597.
7. *Foster A. E., Franckowiak J. D., Pederson V. D., Pyle R. E.* Registration of "Azure" barley // Crop science. 1982. V. 22. P.1 083
8. *Price A. M., Griffey C. A., Sisson W. L., Brann D. E.* Registration of "Callao" barley // Crop science. 1996. V. 36. P. 1077.
9. *Price A. M., Griffey C. A., Sisson W. L., Brann D. E.* Registration of "Pamunkey" barley // Crop science. 1996. V. 36. P. 1078.
10. *Steffenson B., Hayes P. M., Kleinhofs A.* Genetics of seedling and adult plant resistance to net blotch (*Pyrenophora teres* f. *teres*) and spot blotch (*Cochliobolus sativus*) in barley // Theor. Appl. Genet. 1996. V. 92. P. 552–558.
11. *Wilcoxson R. D., Rasmuson D. C., Milles R. D.* Development of barley resistance to spot blotch and genetics of resistance // Plant Dis. 1990 V. 74. P. 207–210.

L. G. TYRYSHKIN,
I. A. ZVEYNEK

JUVENILE RESISTANCE OF TURKISH BARLEY LANDRACES TO DARK-BROWN SPOT BLOTCH

Summary

Resistance to dark-brown spot blotch has been studied in 98 landraces from Turkey. Evaluation was done on the 3rd and 5th days in three independent tests involving infestation of leaf pieces on benzimidazole or water, as well as of intact plants at a concentration of *Bipolaris sorokiniana* conidia of 30 and 50 000. Stable response of intact plants at low concentration of conidia was displayed by 7 accessions, and only by 2 landraces (k-6819 and k-6828) at high concentration of spores. Not a single accession showed resistance during a check-up made on the 5th day. Two accessions (k-6819 and k-6828) may be regarded as relatively resistant to dark-brown spot blotch.

МЕСТНЫЕ ФОРМЫ ЯЧМЕНЯ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ ВИР КАК ИСТОЧНИКИ УСТОЙЧИВОСТИ К РИНХОСПОРИОЗУ

Ринхоспориоз (окаймленная пятнистость листьев) – повсеместно распространенное вредоносное заболевание ячменя. Возбудителем ринхоспориоза является гемибиотрофный гриб *Rhynchosporium secalis* (Oud.). Потери урожая ячменя в период эпифитотий могут достигать 40% [9, 12]. При раннем поражении растений грибом уменьшаются не только длина колоса, его озерненность, масса семян, но и количество продуктивных стеблей [10].

В России возбудитель заболевания особенно вредоносен в зонах достаточного увлажнения – на Северо-Западе, в некоторых районах Краснодарского края, Центральном, Волго-Вятском, Уральском и Северо-Кавказском регионах [2]. При благоприятных условиях для развития болезни ее распространенность на отдельных восприимчивых сортах в Северо-Западном регионе РФ составляет 80% [3].

Характерной особенностью *R. secalis* является высокий уровень патогенной изменчивости, наблюдаемый в естественных популяциях в различных регионах возделывания ячменя [8, 11]. Хотя у *R. secalis* половая стадия не обнаружена, высокая вариабельность достигается за счет соматической рекомбинации [7]), высокого уровня мутабельности [9] и постоянного чередования культурных и диких растений-хозяев, что приводит к отбору и накоплению новых патотипов, способных преодолевать гены устойчивости ячменя. Известно, что *R. secalis* способен заражать культурный и дикий ячмень, различные виды пшеницы, овес, тритикале и дикие травы (пырей, осот, костер и др.). Данные о наличии или отсутствии у гриба специализированных форм настолько противоречивы, что до сих пор нет четкого представления на этот счет.

По литературным данным практически у 70% районированных на Северо-западе России сортов ячменя наблюдалась средняя и сильная степень поражения ринхоспориозом [1]. Возделывание устойчивых сортов является наиболее экономически выгодным и экологически безопасным способом борьбы с этим заболеванием. В связи с этим необходим поиск новых источников резистентности, представляющих интерес для селекции. Среди местных форм различных сельскохозяйственных культур зачастую находят источники адаптивно ценных признаков, в том числе и доноры новых генов устойчивости к заболеваниям. Цель работы – оценка местных образцов ячменя мировой коллекции ВИР из различных регионов мира на устойчивость к *R. secalis* в лабораторных и полевых условиях.

Для поиска эффективных источников устойчивости к ринхоспориозу в полевых и лабораторных условиях проанализировали 305 образцов ячменя, представляющих собой местные формы из стран Западной и Восточной Европы, Центральной, Юго-Восточной и Передней Азии, Северной Африки и Южной Америки. Среди исследуемых форм 94 образца изучались по устойчивости к ринхоспориозу в течение 2-х – 7-ми лет.

Для инокуляции растений использовали споровую суспензию патогена, представляющую собой смесь изолятов и моноспоровых культур гриба из 4-х природных популяций: две из Ленинградской области (ГСУ «Рождествено» и коллекционные посевы ГНЦ РФ ВИР в г. Пушкине), Краснодарского края и Канады. Изоляцию, клонирование и культивирование гриба проводили по оригинальной методике (Коновалова, 2003) на картофельно-глюкозном агаре (КГА). Для каждой инокуляции растений применяли смесь из 30-40 клонов и изолятов патогена.

При оценке ювенильной устойчивости использовали лабораторный метод инокуляции отрезков листьев ячменя [6], помещенных на поверхность агара (1%), содержащего бензимидазол (50 мг/л). На поверхность листьев наносили капли (объем 20 мкл) споровой суспензии гриба с концентрацией 500–700 тысяч конидий в 1 мл. В качестве восприимчивого контроля использовали сорт *Cambrinus*. Типы реакции растений учитывали через 21 день после иноку-

ляции по 5-ти балльной шкале: 0 – отсутствие симптомов болезни, 2 – некроз с хлорозом или без него, ограниченный диаметром инфекционной капли; 3 – некроз с хлорозом, распространяющийся по отрезку листа; 4 – окаймленный некроз, занимающий всю поверхность отрезка листа. Баллы 0, 1, 2 относили к реакции устойчивости, 3 и 4 – к реакции восприимчивости.

В полевых условиях растения в фазу кущения – начала выхода в трубку опрыскивали споровой суспензией патогена и накрывали полиэтиленовой пленкой на 12 часов для создания влажной камеры. Для инокуляции использовали смешанную споровую суспензию гриба (500 тыс./мл) из изолятов и моноклоновых культур разных популяций *R. secalis*. Первый учет типов реакций растений проводили через 15 дней, второй – через месяц после заражения. Развитие болезни оценивали по 5-ти балльной шкале: 0–2 – реакция устойчивости (поражено до 30% поверхности листьев нижнего яруса), 3–5 – реакция восприимчивости (поражено от 50 до 100% поверхности листьев нижнего яруса).

Большинство образцов восприимчивы к ринхоспориозу при оценке как в лаборатории, так и в полевых условиях. В результате исследования отобрали 48 устойчивых форм. В их число входят образцы новейших поступлений мировой коллекции Всероссийского Института Растениеводства им. Н. И. Вавилова, оцененные в течение одного сезона вегетации ячменя. Среди стран, представленных наибольшим количеством сортов (Турция, Израиль, Алжир, Тунис, Египет), наибольшая доля устойчивых форм характерна для образцов из Алжира (38,5 %) (табл.). Высокую устойчивость в течение 3-х – 7-ми лет исследований проявили следующие образцы: к-27768 (0 баллов, Индия), к-15868 (1), к-3307 (0), к-18982 (1), к-18986 (0), к-18989 (0), к-16233 (1) (Китай), к-26507 (1, Юж. Корея), и-605634 (0, Непал). У образца к-22299 (Эквадор) симптомы заболевания отсутствовали в течение 7-ми лет изучения (0 баллов).

Выделенные образцы могут быть рекомендованы для дальнейшего использования в селекции на устойчивость к возбудителю ринхоспориоза.

Характеристика образцов ячменя по устойчивости к *R. secalis*, исследуемых в течение одного вегетационного периода (Пушкин, 2008 г).
Characteristic of barley accessions investigated for scald resistance during one vegetation period (Pushkin, 2008).

Происхождение	Изучено образцов	Количество устойчивых образцов	Тип реакции на заражение	% устойчивых образцов
Алжир	26	10	1;2	38,5
АРЕ	16	2	1;2	12,5
Израиль	18	3	1;2	16,6
Испания	7	2	1;2	28,1
Италия	5	1	1	20,0
Кипр	5	1	2	20,0
Ливия	9	1	1	11,1
Сирия	2	1	2	50,0
Тунис	22	5	1;2	22,7
Турция	98	8	1;2	8,2

ЛИТЕРАТУРА

1. Брискина О. С., Терентьева И. А. Скрининг коллекции ячменя на устойчивость к ринхоспориозу // Вестник защиты растений. 2000. № 1. С. 105–106.
2. Захаренко В. А., Овсянкина А. В., Санин С. С. и др. Карты распространения вредных организмов, патотипов, генов вирулентности возбудителей болезней, фитофагов, энтомопатогенов на территории Российской Федерации. М.: Россельхозакадемия, 2003. 64 с.
3. Ишкова Т. И., Берестецкая Л. И., Гасич Е. Л., Левитин М. М., Власов. Диагностика основных грибных болезней хлебных злаков. СПб, 2002. 76 с.

4. Коновалова Г. С. Изменчивость морфолого-культуральных, биохимических и патогенных свойств у *Rhynchosporium secalis* при соматической гибридизации. I. Индукция мутантов и гетерокарионов // Микология и фитопатология. 2001. Т.35., вып. 5. С.80-88.
5. Коновалова Г. С. Изменчивость морфолого-культуральных, биохимических и патогенных свойств у *Rhynchosporium secalis* при соматической гибридизации. II/ Патогенные свойства индуцированных мутантов и гетерокарионов // Микология и фитопатология. 2001. Т.35., вып. 6. С.58-65.
6. Коновалова Г. С., Макарова И. Г., Брискина О. С., Афанасенко О. С. Лабораторный метод скрининга устойчивых к ринхоспориозу сортов ячменя // В кн. «Научные проблемы создания новых сортов с.-х. культур, адаптированных к современным условиям производства и переработки». СПб. 1998. С. 32–35.
7. Коновалова Г. С. Изменчивость возбудителя ринхоспориоза ячменя при бесполом размножении. Методические указания. ГНЦ РФ ВИР. 2003. 29 с.
8. Jørgensen H. J. L., Smededergaard-Petersen V. Pathogenic variation of *Rhynchosporium secalis* in Denmark and sources of resistance in barley // Plant disease. 1995. Vol.79. P. 297-301.
9. McDonald B., Zhan J., Burdon J. Genetic structure of *Rhynchosporium secalis* in Australia // Phytopath. Ecol. and Popul. Biology. 1999. Vol. 89, № 8. P. 639–645.
10. Robbertse B., Lennox C. L., van Jaarsveld A.B., Crows P. W., van der Rijst M. Pathogenicity of the *Rhynchosporium secalis* (Oudem.) J.J. Davis populations in the Western Cape province of South Africa // Euphytica. 2000. Vol. 115. P. 75-82.
11. Tekauz A. Pathogenic variation in *Rhynchosporium secalis* on barley in Canada // Can. J. Plant Pathology. 1991. Vol. 13. P. 298–304.
12. Xi K., Burnett P. A., Tewari J. P., Chen M. H., Turkingron T. K., Helm J. H. Histopathological study of barley cultivars resistant and susceptible to *Rhynchosporium secalis* // Phytopathology. 2000. Vol. 90. № 1. P. 94–02.

O. N. PRUDNIKOVA,
G. S. KONOVALOVA

LOCAL FORMS OF BARLEY FROM THE VIR COLLECTION AS A SOURCE OF SCALD RESISTANCE

Summary

Local forms of barley (305 accessions) from Eastern and Western Europe, Southeastern and Western Asia and North Africa were analyzed for scald resistance under field and laboratory conditions. Out of these, 94 accessions were studied for 2 to 7 years. Most accessions showed susceptibility to scald under both field and laboratory conditions. As a result, 48 resistant forms have been selected and may be recommended for the use in breeding for scald resistance.

**К. М. Булатова,
Б. С. Сариев**

РАЗНООБРАЗИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ЯЧМЕНЯ КАЗНИИЗИР ПО СОСТАВУ ЗАПАСНЫХ БЕЛКОВ

Чрезвычайная полиморфность локусов, контролирующих биосинтез запасных белков зерновых, позволяет идентифицировать и документировать образцы генофонда, регистрировать и оценивать селекционные линии, определять подлинность сортов в семеноводстве на основе белкового спектра. К настоящему времени существует ряд методических указаний по сортовой идентификации ячменя: на основе эталонных спектров проламинов [2], на основе составляющих сорт проламиновых биотипов [3], на основе блоков компонентов, контролируемых определенными аллелями гордеин-кодирующих локусов [4], опубликованы каталоги белковых формул сортов ячменя, составленных по позициям и интенсивности компонентов в пределах α -, β -, γ - и ω - зон, по ОЭП (относительной электрофоретической подвижности) и интенсивности компонентов в геле, по генетическим формулам.

Блочная номенклатура более трудоемка на начальных стадиях обработки, но более оперативна в идентификации, регистрации и дифференциации значительного числа образцов генофонда, большого объема селекционных линий. В то же время форма записи белковой формулы на основе характеристики каждого компонента в пределах зон (ОЭП, интенсивность) необходима при сравнении генетически измененных путем биотехнологии, мутагенезом форм с контрольными образцами с целью выяснения и указания деталей изменчивости, изучении характера количественных изменений в накоплении тех или иных компонентов и т.д.

Нами разработан каталог блоков гордеина ячменя, в котором блоки кроме цифровой идеентификации охарактеризованы по относительной электрофоретической подвижности (ОЭП) в Геле составляющих их компонентов [1].

На его основе проведена идентификация 757 образцов генофонда КазНИИЗиР.

Целью данной работы являлось изучение степени генетического разнообразия генофонда ячменя по составу запасных белков эндосперма – гордеинов.

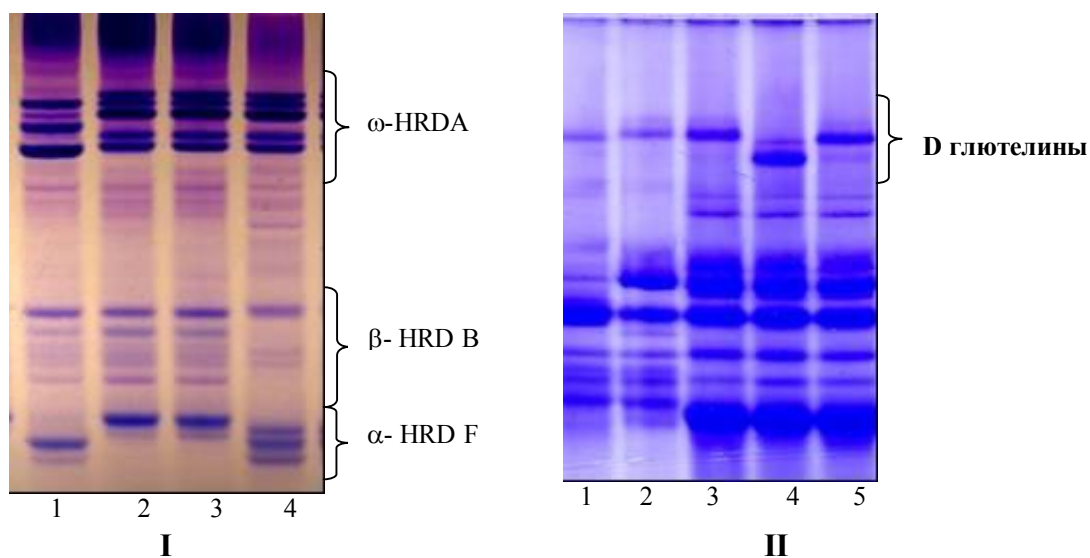
Объекты и методы исследования: Объектами исследования служили сорта селекции КазНИИЗиР, (№1 далее), перспективные селекционные линии питомников конкурсного сортоиспытания (КСИ) института 1993 и 2005 гг. урожая (№2 и №3, соответственно), номера мировой коллекции ВИР (№4), линии ИКАРДА, представленные 5 наборами линий в соответствии с адаптированностью к определенным условиям выращивания, включавшими как двурядные, так и многорядные формы, а также голозерные образцы для зон: с низким уровнем осадков (BYLM, далее под №5); с низким уровнем осадков и холодной зимой (BYLC, далее под №6); с умеренным уровнем осадков (BYM, далее под №7); голозерные шестирядные формы (далее под №8);BCB, далее под №9, линии Иранского происхождения (№10).

Гордеин выделяли из размолотой 1/3 части или целой зерновки 70% этанолом, подготовку белковой пробы и электрофорез проводили согласно прописи Попереля Ф. А. и др. (1989). Оценку генетического разнообразия коллекций определяли согласно способу Nei в модификации Hintum & Elings (1991).

Результаты и их обсуждение.

По результатам электрофореза запасных белков и анализа полученных спектров выявлено 29 вариантов блоков компонентов гордеина ω -зоны (HRDA), 33 варианта β -зоны (HRDB) и 12 вариантов α -зоны белкового спектра (HRDF).

В целом в генофонде процентное содержание генотипов с определенным типом спектра в пределах конкретной белковой зоны значительно варьирует и колеблется от 36,9% до 0,1% для ω -зоны, от 22,2% до 0,1% для β -зоны и от 20,9% до 0,1% для α -зоны. Наиболее часто встречаемые типы спектра компонентов ω -зоны (HRDA блоки) – это №1, 2, 3, 6, 9 – наиболее часто встречаемые в коллекциях HRDB блоки компонентов – β - зона: №2, 1, 3, 4, 5, 7, 6, 24; №3, 1, 2, 5, 4, 7 – HRDF блоки компонентов (α -зона), наиболее характерные для генофонда КазНИИЗиР. Частота встречаемости наиболее распространенных блоков компонентов гордеина, контролируемых локусами HrdA, HrdB и HrdF в пределах конкретной коллекции, значительно варьирует. Так блок HRDA1 составляет более 75% в наборе линий КСИ 1993 г. (рис. 1, I, дорожки №2, 3, 4), высока его доля и среди сортов селекции института, у сортообразцов мировой коллекции, голозерных линий и номеров ИКАРДА для зоны с низким и умеренным уровнями осадков, тогда как среди линий ИКАРДА, создаваемых для регионов с низким уровнем осадков и холодной зимой, частота его встречаемости самая низкая (13%). HRDA2 и HRDA3 обычны для сортов и селекционных линий КазНИИЗиР и образцов из мировой коллекции ВИР, имеющих в КазНИИЗиР, однако не все наборы селекционных линий ИКАРДА содержат эти варианты. Напротив, блоки HRDA9 и 10, встречаются исключительно у линий ИКАРДА и Ирана, а также среди образцов мировой коллекции ВИР Сирийского происхождения. Следует отметить, что в линиях КСИ 2005 г. имеется носитель блока HRDA 10, что свидетельствует о вовлечении в последние годы генетического материала ИКАРДА в селекционный процесс КазНИИЗиР.



Р и с. 1. – Белковые спектры проламинов (I) и глютелинов ячменя (II).
 Fig. 1. – Prolamin (I) and glutelin (II) spectra in barley

Селекционные линии ИКАРДА являются источниками вариантов №12, 17, 18, 19, 23, частота встречаемости которых высока у отдельных наборов. В отношении блоков компонентов, контролируемых аллелями локуса *HrdB*, отмечено полное отсутствие носителей блока HRDB1 у образцов ИКАРДА, предназначенных для зон с низким и умеренным уровнями осадков, низким уровнем осадков и холодной зимой, низок его уровень у голозерных ячменной ИКАРДА и линий Иранского происхождения. Напротив, блоки №5, 6, 7, 24 в большей степени характерны для образцов из ИКАРДА и Иранского происхождения. По-видимому, под их влиянием в последние годы в КСИ отдела селекции и семеноводства зернофуражных культур КазНИИЗиР появились линии, а также сорта, носители этих типов спектров.

Блоки компонентов HRDF1, HRDF2, HRDF3, HRDF4, HRDF5, контролируемые локусом *Hrd F*, характерны для всех коллекционных групп генофонда (за исключением наборов коллекций №5 и 8), различие между которыми состоит лишь в частоте их встречаемости.

Анализ состава гордеинов образцов мировой коллекции ВИР показал её значительное разнообразие по всем гордеин-кодирующим локусам, однако, численная представленность по отдельным аллелям каждого локуса была неравномерной. Так, по локусу *HrdA* более 40% коллекции являлись носителями блока HRDA1 (характерным для известных сортов Донецкий 9 к-26967; Байшешек к-25187), источники блоков HRDA 2, 3, 5, 6 составляют 10,3; 7,9; 5,4 и 6,0% соответственно. Доля носителей остальных вариантов блоков гордеина, кодируемых локусом *HrdA*, составляет менее 5% и варьирует от 4,8% до 0,3%. Представленность блоков компонентов β -зоны также неравномерна: наиболее многочисленны в коллекции носители блоков HRDB 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, доля остальных вариантов составляет менее 5%.

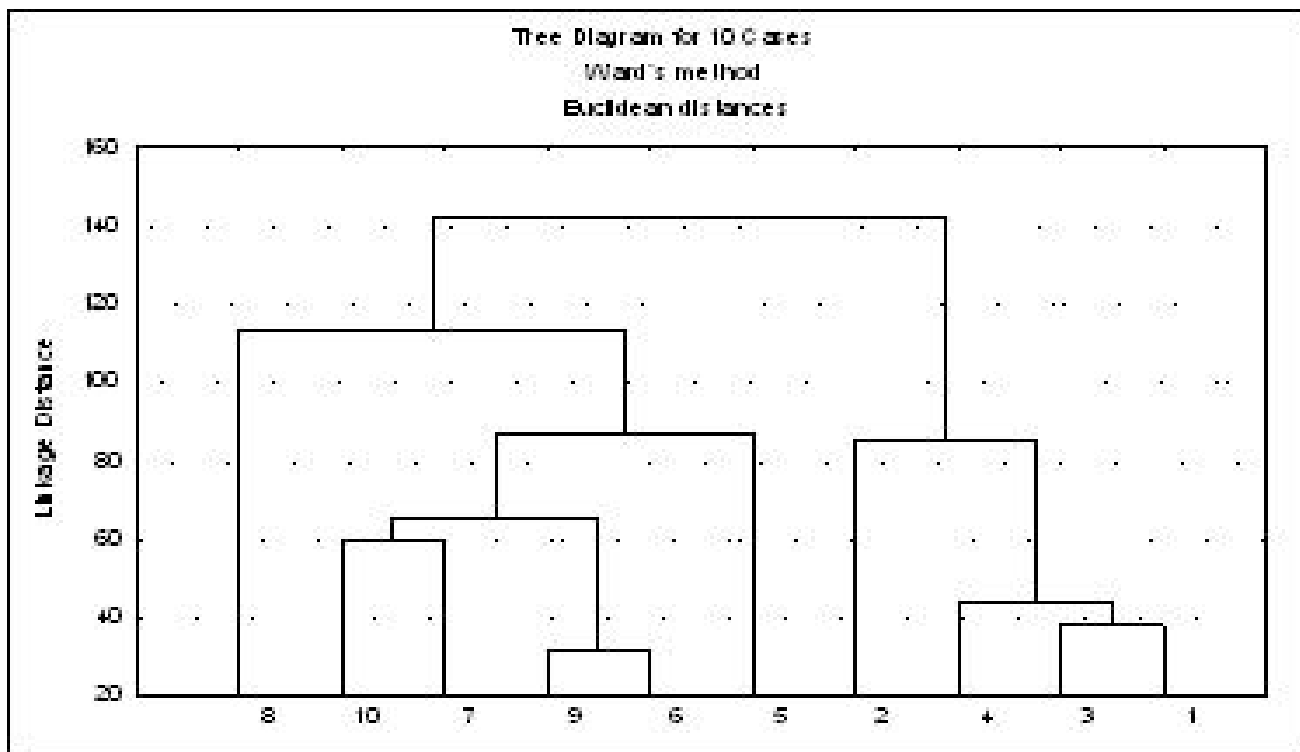
В разрезе происхождения коллекция МК была представлена из таких стран как: Англия, Германия, Египет, Ливия, Эфиопия, Испания, Иран, Эквадор, Швеция, Австрия, Франция, Нидерланды, Афганистан, Чехия, Канада, США, Дания, Финляндия, Польша, Сирия, Турция, а также из стран СНГ. Коллекции из Чехии, Сирии, Турции и СНГ были наиболее многочисленны, в связи с чем, нами был проведен более детальный анализ их генетического разнообразия по составу гордеинов. Коллекции образцов из стран СНГ и Сирийского происхождения оказались наиболее полиморфными по всем гордеин-кодирующим локусам, причем, ряд образцов ячменя из Турции, Дании и Чехии характеризовался специфичностью аллельных вариантов и составом соответствующих белков. Так среди образцов Дании выявлены носители редких типов спектра ω -зоны- блоки HRDA22 и 23, Турции – носители HRD A 12 и 26, Чехии: HRDB 29 и 34. Вместе с тем, для коллекций характерно отсутствие носителей довольно распространённых блоков компонентов. К примеру, в коллекции образцов, проис-

ходящих из Турции, нет носителей блоков HRDA 3 (аналогичный блок имеет сорт пивоваренного направления Арна, Казахстанской селекции), среди образцов из Чехии нет носителей блока HRDF2, в наибольшей степени представленного в генофонде в целом (22,2%).

Значительная часть образцов коллекции генофонда ячменя (24,1%) оказалась полиморфной по состоянию гордеинкодирующих локусов, в том числе 12,9% по всем 3 гордеинкодирующим локусам, 7,0% – по 2^{YM} и 4,2% – по 1 локусу. Полиморфность локусов и, следовательно, гетерогенность образцов коллекций следует учитывать в ходе их репродукции для закладки на хранение, а также при подборе пар для гибридизации в селекционном процессе.

Оценка генетического разнообразия изученных коллекций генофонда показала, что высоким его уровнем выделяются коллекционные наборы МК ВИР, Икарда (№6, №7, №9), Иранского происхождения (№10), наименьшим генетическим разнообразием характеризуются коллекции: КСИ 1993 (№3) и ИКАРДА (№ 8).

По результатам кластерного анализа коллекции, представляющие конкурсные питомники 1993 и 2005 гг., мировую коллекцию и сорта селекции КазНИИЗиР (коллекции №2, 3, 4 и 1, соответственно) объединились в один кластер (рис. 2), что свидетельствует о длительном использовании зародышевой плазмы ВИР в селекционных исследованиях ячменя в КазНИИЗиР. Коллекционные наборы ИКАРДА и Иранского происхождения сгруппировались в другом кластере, в котором коллекция шестирядных голозерных форм в наибольшей степени дистанцирована от остальных. Этот набор коллекционных образцов характеризуется очень высокой частотой блоков HRDA9, HRDB30 и HRDF3, доля носителей которых не столь значительна в других коллекциях.



Р и с. 2. Кластерное распределение коллекций генофонда ячменя по генетическому разнообразию аллелей гордеин-кодирующих локусов

Fig. 2. Cluster distribution of barley genetic diversity collections according to the diversity of alleles at the hordein-coding loci

Специфичность горденина – глютелинового белка эндосперма ячменя использовалась нами в распознавании генотипов с идентичной гордеиновой формулой.

Анализ глютелинов коллекционных образцов, проведенный модифицированным ме-

тодом Laemmli (1970), выявил 3 варианта высокомолекулярных глютеинов, обозначенных нами D1, D2 и D3 (рисунок 1, II, дорожки №2, 3; 1, 5; 4 соответственно). Субъединицы D1 и D2 наиболее распространены у сортов, биотипов и коллекционных форм, тогда как субъединица D3 была выявлена лишь у единичных образцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булатова К. М., Сариев Б. С. Каталог генофонда ячменя по спектру гордеина, выпуск 3. Алматы: АО «Баспалар Үйі». 2007. 48 с.
2. Гаврилюк И. П., Дягилева Г. Е., Лукьянова М. В., Гудкова П. И., Трофимовская А. Я. Сортная идентификация ячменя по электрофоретическим спектрам гордеина: Методические указания. Л. ВИР, 1975. 34 с.
3. Перуанский Ю. В., Надиров Б. Т., Абуғалиева А. И., Духнов С. Н., Савин В. Н. Методические указания по идентификации сортов пшеницы и ячменя на основе составляющих их проламиновых биотипов // Алма-Ата, 1985. ВО ВАСХНИЛ. 14 с.
4. Поморцев А. А., Нецветаев В. П., Ладогина М. П., Калабушкин Б. А. Полиморфизм гордеинов у сортов ярового ячменя // Генетика. 1994. № 5, Т. 30. С. 604–614.
5. Попереля Ф. А., Асыка Ю. А. Определение гибридности семян кукурузы по электрофоретическим спектрам зерна // Доклады ВАСХНИЛ. 1989. № 3. С.2–4.
6. Hintum T. J. L. & Elings A. 1991. Assesment of glutenin and phenotypic diversity of Syrian durum wheat landraces in relation to their geographical origin.//Euphytica. № 55. P. 209–215.

K. M. BULATOVA,
B. S. SARIYEV

DIVERSITY OF STORAGE PROTEIN COMPOSITION IN BARLEY GENETIC RESOURCES FROM THE KAZAKH RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE AND PLANT INDUSTRY

Summary

The work was aimed at determining the degree of barley genetic diversity by the endosperm storage proteins – hordeins – composition. Electrophoresis has identified 29 variants of protein components of hordein from the ω -zone, 33 variants from the β -zone and 12 variants from the α -zone of the protein spectrum.

The analysis of hordeins in accessions of the VIR global collection has demonstrated its significant diversity in terms of all the hordein-coding loci.

**С. В. Валяйкин,
М. В. Валяйкина,
Н. В. Тупицын**

ОЗИМЫЙ ЯЧМЕНЬ ВОЛЖСКИЙ ПЕРВЫЙ

Сорт озимого ячменя Волжский Первый получен методом индивидуального отбора из селекционного образца 18.

Авторы сорта: С. В. Валяйкин, М. В. Валяйкина, А. Н. Тупицын, В. Н. Тупицын, Н. В. Тупицын.

Элитное растение выделено после массовой гибели озимых в 1993/94 гг., когда посе-вы уже отселектированных 13 селекционных образцов ячменя практически полностью погибли (пшеница сорта Мироновская 808 погибла на 90%). У образца № 18 сохранилось одно растение. Оно имело следующие характеристики после уборки: общая кустистость – 52 стебля, продуктивная – 24 стебля, высота – 95,0 см, длина главного колоса – 13,0 см, количество зёрен с растения – 980 шт., масса 1000 зёрен – 51,6 г, масса зерна с растения – 50,6 г.

В 2005 г., селекционный образец 18/1 был передан в систему государственного испытания в качестве сорта, под названием Волжский Первый, по Центрально-Черноземному, Се-

веро-Кавказскому, Средневолжскому, Нижневолжскому, Северо-Западному и Волго-Вятскому регионам.

Волжский Первый – многорядный ячмень (*Hordeum vulgare* L.), разновидность pallidum. Тип куста промежуточный, время колошения среднее, растение длинное или средней длины. Колос желтый, остистый, цилиндрической формы, рыхлый, восковой налет слабый, положение колоса горизонтальное, количество рядов зерна в колосе больше двух, ости длинные, (длиннее колоса в 1,5–2 раза), грубые, зазубрены по всей длине, нерасходящиеся. Зерно желтое, пленчатое, средних размеров, эллиптической формы, щетинка у основания зерна короткая, окраска алейронового слоя зерновки белая (рис. 1).

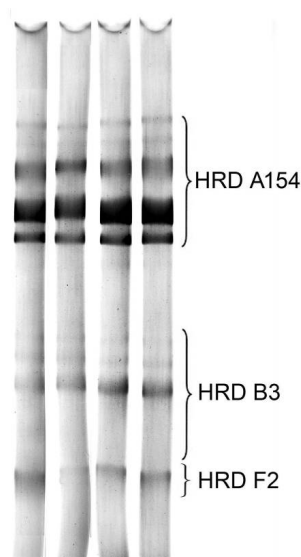
В 2008 г. в лаборатории генетики растений Института общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН ведущим научным сотрудником А. А. Поморцевым был проведен электрофорез запасных белков зерна (гордеинов) сорта озимого ячменя Волжский Первый, в результате которого было установлено, что в локусе А присутствует аллель, которая до сих пор не встречалась у ячменей на территории России и Советского Союза (рис. 2).

По итогам трех лет испытания на Советском сортоучастке Кировской области (57°с.ш. и 44°в.д.) Волжский Первый рекомендован на 2009 г. для включения в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по южной зоне области [1].



Р и с. 1. Колосья и зерно сорта озимого ячменя Волжский Первый
Fig. 1. Ears and grain of a winter barley cv. Volzhsky Pervy

При одинаковой урожайности, основным преимуществом Волжского Первого над яровым ячменем, является срок созревания (в среднем созревает на 14 дней раньше). Во время уборки урожая, для Кировской области (северное земледелие) это преимущество имеет чрезвычайно важное значение.



Р и с. 2. Электрофореграммы гордеинов сорта Волжский Первый
Fig. 2. Hordein electrophoregram for cv. Volzhsky Pervy

ЛИТЕРАТУРА

1. *Результаты* сортоиспытания сельскохозяйственных культур на госсортоучастках Кировской области за 2008 г. (рекомендации специалистам сельскохозяйственного производства) / Инспектура по Кировской области – филиал ФГУ "Госкомиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений"; под ред. Гиревой В. М. Киров, 2008. – 94 с.

S. V. VALYAIKIN,
M. V. VALYAIKINA,
N. V. TUPITSYN

VOLZHISKY PERVY, A WINTER BARLEY CULTIVAR

Summary

The winter cultivar Ozimy Pervy has been produced by means of individual selection. Its major advantage in comparison with spring barley is that it ripens 14 days earlier on the average, it being of special importance for the regions of northern agriculture. According to the results of 3 years of trials, cv. Volzhsky Pervy was included in the Register of Breeding Achievements in 2009.

Т. Г. Голова

РЕАКЦИЯ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

В практике растениеводства достоинства того или иного сорта оцениваются по полученному урожаю. Однако, для вскрытия причин, определяющих его величину, необходимо изучить особенности формирования урожая в процессе роста и развития растений, т.к. конечная продуктивность и урожайность являются результатом многих процессов жизнедеятельности растений.

Изучение видовых и сортовых особенностей реакции растений на условия внешней среды, установление нормы реакции генотипа на внешние факторы очень важны как с селекционной, так и с агроэкологической точки зрения. В ходе этих исследований выявляется, при каком сочетании физиолого-экологических признаков почвенно-климатические ресурсы в зоне возделывания сорта могут быть использованы с наибольшей эффективностью.

Исследования проводились в условиях юго-восточной части ЦЧР (ГНУ НИИСХ ЦЧП) в период 2001–2006 гг. на районированных сортах и перспективных линиях ярового ячменя.

Образцы для изучения отбирались из посева плотностью 5,5 млн. всхожих зерен на гектар по фазам развития: кущение, трубкование, цветение, молочная спелость. Математическая обработка данных проведена по методике Доспехова Б. А. (1985 г.), расчет пластичности и стабильности – Пакудина В. З. (1973 г.).

Погодные условия в этот период по данным Каменно-Степной метеостанции характеризовались: 2001 г. – благоприятный для роста и развития растений ячменя, 2004 г. – избыточно влажный, остальные – среднезасушливые, с проявлением острой засухи и ростиингибирующих температур в разные периоды онтогенеза: в 2002 г. – в конце вегетации (молочно-восковая спелость), в 2003 и 2005 гг. – в начале вегетации (кущение – выход в трубку), в 2006 г. – в середине вегетации (цветение-колошение).

В 2006 г. посев был произведен по весенней поверхностной обработке почвы, что негативно отразилось на росте и развитии ячменя.

Результаты изучения.

Средняя урожайность изученных сортов за период 2001–2006 гг. представлена в таблице 1. Индекс условий среды, рассчитанный по методике В. З. Пакудина указывает на благоприятные условия произрастания ячменя в 2001, 2002, 2004 гг., наиболее неблагоприятные – в 2005 и 2006 гг., когда ростиингибирующие температуры и недостаток влаги пришлись на критические этапы онтогенеза ячменя.

Т а б л и ц а 1. Характеристика хозяйственных показателей ярового ячменя: НИИСХ ЦЧП, 2001–2006 гг.

Table 1. Economically important traits of spring barley: Research Institute of Agriculture of the Central Black-Soil Belt, 2001 – 2006

Показатели	Наименование	Средние значения по годам					
		2001	2002	2003	2004	2005	2006
Урожай зерна	ц/га	42,0	39,7	29,4	37,0	20,5	18,3
	индекс среды	+10,9	+8,6	-1,8	+5,8	-10,7	-12,9
Масса 1000 зерен	г	41,9	44,5	41,2	46,5	41,9	42,5
	индекс среды	-1,19	+1,43	-1,85	+3,45	-1,22	-0,62

Индекс пластичности, определяемый по числовому значению коэффициента регрессии (r_i), отражает реакцию сорта на изменение условий среды, чем выше значение индекса, тем сильнее сорт реагирует на изменение внешних условий. Варианса стабильности (S_i^2), высоким числовым значением указывает на низкую стабильность признака.

Таким образом, исходя из анализа данных таблицы 2, видно, что урожайный сорт Гоннар наиболее сильно реагирует на условия выращивания и наименее стабилен из всех представленных сортов. Наименее урожайный сорт Алмаз в условиях Каменной Степи проявил себя как низкопластичный, высокостабильный по показателю урожая зерна. Наиболее перспективны в условиях недостаточного увлажнения образцы высоко- и среднепластичные, среднестабильные: Нутанс 553, Таловский 9 и Д-16/01.

Показатель массы 1000 зерен наиболее генетически обусловленный признак, о чем говорят и низкие значения вариансы стабильности (0,19-2,11). Лучшие условия для реализации этого показателя сложились в 2002 и 2004 гг. когда осадки были распределены равномерно по протяженности вегетационного периода. Отрицательный индекс условий среды в благоприятном 2001 г. показывает, что в результате полегания зерно было сформировано с недостаточной массой.

Т а б л и ц а 2. Показатели пластичности и стабильности сортов ячменя
(НИИСХ ЦЧП, 2001–2006 гг.)

Table 2. Plasticity and stability traits of barley cultivars (Research Institute of Agriculture of the Central Black-Soil Belt, 2001 – 2006)

Показатели Названия сортов, линий	Урожай зерна		Масса 1000 зерен	
	g_i^*	Si^{2*}	g_i^*	Si^{2*}
Гонар	1,11	11,13	1,24	0,19
Нутанс 553	1,06	5,8	0,76	1,13
Таловский 9	0,97	7,38	1,10	1,47
Алмаз	0,84	3,65	0,91	0,62
11/00	1,01	2,45	0,85	2,11
16/01	1,01	6,58	1,13	2,46

* Здесь и далее: g_i – коэффициент регрессии,
 Si^2 – варианса стабильности

Наиболее крупное зерно формируется у сортов Гонар и Таловский 9 (ср. 46,9 г). Этот показатель по годам у сорта Гонар высокопластичен ($g_i = 1,24$) и высокостабилен ($Si^2 = 0,19$), что является важным условием для производства пивоваренного зерна. У сорта Таловский 9 этот показатель высокопластичен, по менее стабилен ($Si^2 = 1,47$), низкая стабильность отмечена у мелкосемянных образцов Д-11/00 и 16/01.

Показатель сухой биомассы с высокой достоверностью характеризует продуктивность растения и определяет его потенциальные возможности в формировании урожая. За период исследований 2001–2003 гг. (табл. 3) до фазы трубкования положительный индекс среды получен в 2002 г., когда отсутствовала ранняя засуха, и в период до колошения во влагообеспеченном 2001 г. (+3,9), в 2003 г. индексы отрицательные.

Т а б л и ц а 3. Характеристика физиологических показателей ярового ячменя
(НИИСХ ЦЧП, 2001–2003 гг.)

Table 3. Spring barley physiological traits (Research Institute of Agriculture of the Central Black-Soil Belt, 2001 – 2003)

Показатели		Годы изучения					
		2001		2002		2003	
		Ф а з ы р а з в и т и я					
		трубко- вание	колоше- ние	трубко- вание	колоше- ние	трубко- вание	колоше- ние
Сухая биомасса	г/раст.	3,5	18,6	4,4	14,9	3,0	13,4
	индекс среды	-3,0	+3,9	+0,8	-0,2	-0,6	-3,7
Содержание хлорофилла	г/раст.	10,4	8,6	10,1	9,1	7,2	9,4
	индекс среды	+1,13	-0,3	+0,77	-0,12	-1,9	0,42

Наиболее сильно реагируют на условия выращивания растения сорта Гонар, формируя высокую биомассу до фазы колошения во влагообеспеченные годы, снижая ее величину в засушливые годы до 2,8 раз, соответственно и урожай зерна снижается в 2,9 раза, по сравнению с оптимальными условиями. Коэффициент регрессии к фазе колошения составляет – 1,8, стабильность очень низкая – 29,6 (табл. 4).

Стандартный сорт Нутанс 553, более скороспелый и засухоустойчивый, показывает высокую пластичность (3,5) до фазы трубкования по накоплению сухой биомассы, но не высокую стабильность (2,1), снижая оба индекса к фазе колошения: 0,8 и 19,4.

Сорт Таловский 9 по накоплению сухой биомассы к фазе выхода в трубку показывает высокую пластичность (+1,6) и очень стабилен по годам (0,02), к колошению пластичность и стабильность снижаются (1,0; 20,4 соответственно).

Сорт Алмаз, более позднего срока созревания, как показывают индексы, слабо реагирует на условия выращивания до фазы колошения, улучшает пластичность к молочной спелости. Линия 11/00 по индексам показателей биомассы за вегетационный период низкопластична и высокостабильна, что свидетельствует об экстенсивности биотипа.

Содержание хлорофилла – показатель, очень чутко реагирующий на изменение условий выращивания: недостаток света, тепла, влаги и т.д., что впоследствии сказывается на конечной продуктивности растений. Так, период до трубкования 2001 и 2002 гг. был благоприятным и индекс среды положителен: +1,3 + 0,77 (табл. 3), а в мае 2003 г. недостаток влаги (42% к среднемноголетним значениям) негативно отразился на показателе содержания хлорофилла, индекс среды отрицательный: – 1,9, затем при улучшении условий содержание хлорофилла повысилось. Снижено более чем в 2 раза содержание хлорофилла по всем фазам развития при выращивании растений по поверхностной обработке почвы в 2006 г., урожай зерна также был получен ниже в 2,3 раза по сравнению с оптимальными условиями.

Наиболее высокое содержание хлорофилла отмечено у сортов степного типа Таловский 9 и Нутанс 553 – 9,9 и 9,6 мг/г сухого вещества, у них отмечены высокие коэффициенты регрессии (1,0-3,42), и высокая вариация стабильности (табл. 4). Содержание хлорофилла у сортов западноевропейского типа Гонар и Алмаз ниже – 8,0 мг/г сухого вещества, показатель высокостабилен по годам (0,06–0,84), пластичность низкая или средняя.

Т а б л и ц а 4. Показатели пластичности и стабильности сортов ячменя (НИИСХ ЦЧП, 2001–2003 гг.)

Table 4. Plasticity and stability traits of barley cultivars (Research Institute of Agriculture of the Central Black-Soil Belt, 2001 – 2003)

Показатели Название сортов, линий	Сухая биомасса				Содержание хлорофилла			
	трубкование		колошение		трубкование		колошение	
	г ₁	Si ²	г ₁	Si ²	г ₁	Si ²	г ₁	Si ²
Гонар	0,6	0,4	1,8	29,6	0,68	0,06	1,77	0,32
Нутанс 553	3,5	2,1	0,8	19,4	1,5	1,36	3,42	1,44
Таловский 9	1,6	0,02	1,0	20,4	1,0	1,23	2,91	1,58
Алмаз	0,9	0,2	0,8	6,6	0,58	0,84	2,48	0,22
11/00	0,4	0,4	1,0	0,8	1,24	1,22	0,62	0,78

Выводы

Выявлено, что районированный урожайный сорт ячменя Гонар в условиях юго-востока ЦЧР (Каменная Степь), показывает высокую пластичность и низкую стабильность по признакам: урожай зерна, сухая биомасса; высокая стабильность отмечена по показателям: содержание хлорофилла и масса 1000 зерен.

Перспективные для выращивания в зоне недостаточного увлажнения сорта Нутанс 553, Таловский 9, показывают: средние значения индексов пластичности и стабильности по показателям урожая зерна, сухой биомассы и массы 1000 зерен, повышенное содержание хлорофилла и высокий коэффициент регрессии с низкой стабильностью по этому показателю.

Для условий юго-востока ЦЧР по признакам, формирующим урожайность: накопление сухой биомассы, содержание хлорофилла – предпочтительны у сортов ячменя высокие

или средние коэффициенты регрессии и низкая стабильность, чтобы организм быстро реагировал на изменение ситуации и включал компенсационные механизмы.

По конечным биологическим параметрам: урожайность, масса 1000 зерен – предпочтительны высокие или средние индексы пластичности и стабильности.

T. G. GOLOVA

RESPONSE IN SPRING BARLEY CULTIVARS TO THE CHANGED CULTIVATION CONDITIONS

Summary

The traits of plasticity and stability have been evaluated in 6 barley cultivars (Gonar, Nutans 553, Talovsky 9, Almaz, D 11/00 and D16/01 within a 6-year period. A high value of plasticity index indicates a strong response of a cultivar to the changing environmental conditions. By its high value, the stability variance suggests low stability of the trait. Cv. Gonar is characterized by high plasticity and low stability of grain yield, dry biomass, as well as by high stability of chlorophyll content and 1000 seeds weight. For the conditions of the Southeastern Central Black-Soil Belt, it is preferable to have barley cultivars with high and medium plasticity indices and low stability of such yield formation traits as dry biomass accumulation and chlorophyll content. Plasticity and stability indices should be high or medium for such ultimate biological parameters as yield and 1000 seeds weight.

**М. К. Драчева,
Р. А. Андреева,
Л. А. Выприцкая,
Л. В. Бакунова**

ИСТОЧНИКИ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Среди возделываемых культур ячмень занимает одно из ведущих мест в зерновом балансе Тамбовской области. Ежегодно посевы ячменя занимают 280–360 тыс. га, что составляет 38% зернового клина, а урожайность этой культуры за последние годы резко колеблется от 5,4 до 28,2 ц/га.

Одним из эффективных средств повышения и стабилизации величины урожая является селекция. Но успех любых селекционных программ невозможен без привлечения коллекционного материала. Николай Иванович Вавилов, одним из первых поставил учение об исходном материале в основу селекции.

Огромное генетическое разнообразие разновидностей и сортов ячменя позволяет подбирать для скрещивания компоненты с нужными свойствами и признаками. У сортов ячменя высота растений, размер зерна, число зерен в колосе, продуктивная куститость и др., как правило, сильно модифицируют. Отсюда подбор исходных образцов для скрещивания должен базироваться на знании их генетических особенностей. Необходимо глубокое изучение исходного материала по комплексу биологических признаков и их комбинационной способности [1].

Поэтому селекционный процесс в отделе селекции начинается с изучения родительских форм в коллекционном питомнике, который представлен сортами украинской, белорусской, литовской, германской, шведской, американской, канадской и отечественной селекции. Методика изучения коллекционных образцов была одинакова во все годы. Площадь делянки 2 м². Посев в оптимальные для каждого года сроки, сеялочный, норма высева 500 всхожих зерен на 1 м². Сравнение вели со стандартным сортом – Гонар. Стандарты размещали в каждом блоке из 10 образцов.

Годы изучения сортов в коллекционном питомнике (2006–2008 гг.) характеризовались различными погодными условиями, что способствовало объективной оценке по комплексу

хозяйственно ценных признаков. Изучение сортообразцов ячменя по комплексу признаков позволило выявить наиболее ценные образцы, представляющие практический интерес в качестве исходного материала для селекции.

Устойчивость растений к полеганию является важным фактором для получения качественной продукции. Но резкое снижение высоты для нашей зоны не желательно, так как засухи различной интенсивности наблюдаются достаточно часто, и это приводит к резкому снижению высоты растений. Поэтому выделенный и используемый в работе устойчивый к полеганию исходный материал отечественной и зарубежной селекции, в основном относится к группе среднерослых сортов с высокой и стабильной урожайностью: Pasadena (Германия), Ultra (Германия), Са 34733 (Дания), Zadik (Чехия), 896/80 (Чехия), Рахат (Татарстан), Айдас (Литва), Гц-179 (Московская обл.), Union (ФРГ), Denso (Дания), Kinnan (Швеция).

В селекционном процессе большое значение уделяется сортам, способным осуществлять хороший налив зерна особенно в засушливых условиях и формировать полноценное зерно. Выравненное, полновесное зерно в лучшей степени отвечает требованиям пивоваренной и пищевой промышленности. Масса 1000 зерен коллекционных образцов в наших исследованиях составила 38,7–48,6 г и колебалась по годам. Сортообразцы, сохранившие высокую массу 1000 зерен при различных погодных условиях, использованы в качестве исходного материала для селекции. Большой интерес среди них представляют двурядные сорта: Margret (Германия), Заветный (Ростовская обл.), Рахат (Татарстан), Danuta (Германия), Токада, Белгородец (Белгородская обл.).

Ячмень в Тамбовской области поражается многими грибными болезнями, из которых наиболее существенный ущерб урожаю наносит сетчатая и темно-бурая пятнистости, твердая и пыльная головня. Надежным способом контроля болезней является создание устойчивых сортов. В результате выполненных исследований были выделены сортообразцы имеющие комплексную устойчивость к нескольким патогенам и обладающие хозяйственно ценными признаками: сорта с комплексной устойчивостью к сетчатой и темно-бурой пятнистостям Княжич, Виталий (Белгородская обл.), Kredit (Чехия), Curra (Германия), Milu (Германия), Imeg (Швеция), Себесо 6852 (Нидерланды) и сорт устойчивый к пятнистостям и пыльной головне Владимир (Московская обл.).

Характеристика сортов ярового ячменя по хозяйственно ценным признакам (в среднем за 2006–2008 гг.)
Economically important traits characterization in spring barley cultivars (average for 2006 – 2008)

Сорт	Происхождение	Урожайность, г/м ²	Прибавка к стандарту сорту Гонар, г/м ²	Масса 1000 зерен, г	Дата колошения
Виталий	Белгородская обл.	347	24	43,3	24.06
Рахат	Татарстан	373	50	45,7	01.07
Заветный	Ростовская обл.	373	50	44,7	29.06
Вакула	Ставропольский кр.	357	34	44,2	29.06
Ясный	Ростовская обл.	351	28	41,5	29.06
Kredit	Чехия	340	17	43,1	29.06
Данута	Германия	360	7	47,6	30.06
Contra	ФРГ	310	10	41,1	04.07
Aspano	ФРГ, Франция	313	13	41,3	02.07
В 274/77	Чехия	363	13	41,6	01.07
Чакинский 221	Тамбовская обл.	362	21	42,8	29.06

В ходе изучения были выделены образцы по урожаю зерна с единицы площади, превышающие за годы изучения стандартный сорт Гонар. Лучшие сорта, представлены в таблице – Рахат (Татарстан), Заветный (Ростовская обл.), Вакула (Ставропольский край), Ясный (Ростовская обл.), Kredit (Чехия).

Таким образом, изучение сортов ярового ячменя в отделе селекции позволило выделить высокопродуктивные образцы, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков и использовать их в селекционном процессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Неттевич Э. Д.* Рождение жизни сорта 2-е изд. М.: Моск. рабочий, 1983. 174 с.

M. K. DRACHEVA,
R. A. ANDREYEVA,
L. A. VYPRITSKAYA,
L. V. BAKUNOVA

SOURCES OF ECONOMICALLY IMPORTANT TRAITS FOR BREEDING SPRING BARLEY IN THE TAMBOV REGION

Summary

Economically important traits of national and foreign barley cultivars have been studied in the Tambov Region. As the result, a group of medium-tall lodging-resistant cultivars was identified, some varietal samples were found to have high 1000 seeds weight in different years, and some samples were found to combine complex resistance to several pathogens with economically important traits. Said cultivars are used in breeding programs.

А. В. Заушинцева

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИСТОЧНИКИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ В СИБИРИ

Разнообразие природно-климатических условий Западной Сибири с нестабильным гидротермическим режимом обусловило развитие сельского хозяйства, ориентированного на стабилизацию отрасли растениеводства за счет совершенствования системы севооборотов, структуры посевных площадей, внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий, оптимизации системы защиты растений от болезней вредных насекомых, внедрения продуктивных сортов полевых культур, в том числе ячменя. В регионе сосредоточено 67% посевных площадей России, а дальнейшее расширение зависит от многих факторов, в том числе от адаптивных свойств и потенциала продуктивности сортов.

Анализ развития биотических и абиотических факторов природных ландшафтов предопределил основные направления селекции ячменя: скороспелость, засухоустойчивость, холодостойкость, устойчивость к полеганию, иммунитет к распространенным болезням, повышение урожая и качества зерна.

За 20 лет развития селекции ячменя в Кемеровской области изучено более 1500 сортообразцов разного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВНИИР им. Н. И. Вавилова. Это позволило выделить ряд генетических источников, пригодных для реализации перечисленных направлений.

Продолжительность вегетационного периода. Проблема скороспелости в числе первоочередных задач, так как это одно из условий получения гарантированных урожаев. В условиях частого возврата холодов и проявления весенне-летних и летних засух скороспелые сорта имеют явное преимущество по сравнению со среднеспелыми и среднепоздними как по урожаю зерна так и по качеству семян, что экономически важно в ходе организационных мероприятий по возделыванию культуры. Вместе с тем наличие сортов разных групп спелости

позволяет за счет их взаимодополнения стабилизировать общий уровень урожайности, как по зонам возделывания, так и по годам.

В результате многолетних исследований (1987–2008 гг.) уникальными источниками скороспелости и адаптивной значимости признаны местные и селекционные сорта Сибири (к-4210, Г-18–1929, Баган, Агул и др.), Северо-Западной зоны России (Белогорский, Пират и др.), Украины (Корсар), стран Скандинавии (Sold, Мојг и др.), Венгрии (Bankuti korai), Америки (Bedford, S-351, S-368).

Ячмень, являясь культурой длинного дня, сильно реагирует на уровень освещенности в разные периоды развития (особенно в начальные) и с продвижением в другие географические точки [4]. Фотопериодическая реакция является физиологической основой адаптации растений к меняющимся условиям среды. Это нашло отражение во многих научных трудах по ячменю [1, 2]. Следовательно, использование в гибридизации скороспелых сортов с нейтральным фотопериодом не исключает в перспективе возможность отбора рекомбинантов, сочетающих короткий вегетационный период с высокой урожайностью.

Нами проведены реципрокные скрещивания крупнозерного сорта из Венгрии Bankuti korai, обладающего нейтральным фотопериодом с высокопродуктивными образцами разных групп спелости: 1) скороспелыми (Корсар, Dolly); 2) среднеспелыми (Эльф, Мие, Bridge); 3) среднепоздними (Суздалец, линия 53 HVS^{91/76}).

При скрещивании скороспелых форм наблюдалось сверхдоминирование и неполное доминирование раннеспелости. При скрещивании со среднеспелыми и среднепоздними сортами зафиксированы неполное доминирование, сверхдоминирование как раннеспелого, так и более позднего по срокам созревания компонента, что свидетельствует о разных системах генетического контроля.

Высокий уровень наследуемости признака у полученных гибридов (64,7–90,9%) позволил отобрать от 10 до 60% скороспелых элитных растений в комбинациях F₂. Расчет эффективности отборов показал, что наибольший генетический сдвиг в сторону скороспелости (от 7 до 17 суток) можно ожидать при скрещивании скороспелых сортов со среднеспелыми (табл. 1), а в отдельных комбинациях при других схемах скрещиваний. Из гибридного фонда отобрано и изучается ряд скороспелых образцов (65–72 суток), с урожаем зерна – 490–760 г/м².

Т а б л и ц а 1. Эффективность отбора скороспелых элитных растений в F₂
Table 1. Efficiency of early elite plants selection in F₂

Комбинация скрещивания	Год	Вегетационный период, сутки		h ²	Селекционный дифференциал (S), сутки	Генетический сдвиг (R), сутки
		P	F ₂			
		X _V	X _S			
<i>скороспелые × скороспелые</i>						
Bankuti Korai × Dolly	1999	80	88	0,79	-8	-6,3
Bankuti Korai × Dolly	2000	65	83	0,84	-18	-15,1
Dolly × Bankuti Korai	1999	88	80	0,79	-8	-6,3
Dolly × Bankuti Korai	2000	83	65	0,69	-18	-12,4
<i>скороспелые × среднеспелые</i>						
Bankuti Korai × Bridge	1999	80	89	0,83	-9	-7,5
Bankuti Korai × Bridge	2000	64	83	0,79	-19	-15,0
Bridge × Bankuti Korai	1999	89	80	0,80	-9	-7,2
Bridge × Bankuti Korai	2000	83	64	0,90	-19	-17,1

Засухоустойчивость. За последние 48 лет наблюдалось 27,5% из них засушливых. В научных трудах А. Я. Трофимовской (1972) отмечено, что в Сибири необходимы сорта, устойчивые к засухе на протяжении всего вегетационного периода, особенно к периодически

повторяющимся весенне-летним. Засухоустойчивость определяется комплексом морфологических, физиолого-биохимических защитных механизмов, позволяющих избегать периоды водного дефицита или обеспечивающих толерантность к нему. В исследованиях подтверждена высокая эффективность использования принципов подбора родительских пар для скрещивания и отбора элитных растений в гибридных популяциях по мощности и числу зародышевых корней [3]. В лабораторном опыте с использованием растворов-осмотиков обнаружено сильное снижение всхожести, интенсивности развития зародышевых корней, выражающейся в их укорачивании на 48–86% и количества – на 20–24%. Меньшей депрессией признаков обладают к-4210 (местный) и Нарымчанин из Томской области.

По меньшему уровню снижения продуктивности в засушливые годы селекционную значимость представляют: Ранний1, Г-9668 (Новосибирская обл.), Зерноградский 107, Зерноградский 492 (Ростовская обл.), Донецкий 8 (Украина), Медикум 85, Медикум98 (Казахстан), к-6265, к-18142 (Турция).

Иммунитет к фитопатогенам. Стратегия сельского хозяйства направлена на переход к сбалансированному (биологическому) земледелию. Предполагается максимально использовать природные возможности растений, в том числе устойчивость к заболеваниям. В числе вредоносных болезней в Сибири учитываются головневые грибы и корневые гнили. Оценка исходного материала на провокационном фоне показала высокий размах варьирования по восприимчивости к первым видам заболевания (0–73%). Наряду с этим выделены высокоиммунные генетические источники с комплексом других положительных свойств и признаков: Баган (Новосибирская обл.), линия 1899 (Кемеровская обл.), Московский 3/125, Суздалец, Рамос (Московская обл.), Казер (Ростовская обл.), линия3 КМ1192, линия 53 HVS^{91/76} (Беларусь), Кумир Одесский (Украина), Guardian (Канада). Они формируют 365–452 продуктивных стеблей на 1м², 18–27 зерен в колосе, 42,4–52,2 г массу 1000 зерен, урожай зерна в засушливые годы на уровне и выше стандартных сортов (300–462 г/м²). Все они включены в гибридизацию, а у сортообразцов Баган, линии 1899 и линия53 HVS^{91/76} изучены донорские способности передавать иммунитет к пыльной головне по наследству. Использование их в гибридизации позволило получить ряд иммунных линий, способных в полной мере реализовать хорошую продуктивность и качество зерна. По толерантности к корневым гнилям выделены сорта: Белогорский, Вымпел (Россия), Roland (Швеция), Tamara (Нидерланды)

Устойчивость растений к полеганию. Полегание посевов ячменя является причиной, снижающей эффективность агротехнических мероприятий, направленных на получение высоких и стабильных урожаев зерна, на своевременную механизированную уборку. В странах Западной Европы проблема решена созданием короткостебельных сортов: Pallas, Rupal (Швеция), КМ1192, Diamant (Чехия), Trumpf, HVS 48222 (Германия) и другие [4]. В Западной Сибири решающее значение имеет не укорачивание стебля, а усиление его прочности. Из 1500 изученных сортов выделено 8% высокоустойчивых к полеганию, в том числе из Сибири, Московской области, Эстонии, Чехии, Германии (табл.2).

Генетические источники вовлечены в гибридизацию и некоторые из них явились основой для создания перспективных линий, устойчивых к полеганию.

Качество зерна. Зерно ячменя используется на корм свиней, крупного рогатого скота, птицы, служит для переработки на пищевые цели. При откорме животных дает более высокий эффект, чем другие злаки, так как на 1 кг привеса животных расходуется 4,0–4,5 кг зерна ячменя, в то время как 6,0–8,0 кг пшеницы.

В качестве источников высокого содержания белка в зерне выделены образцы из Эфиопии: к-28328 (18,8%), к-25274 (17,7%). Часть образцов из Турции (к-6863), (к-6836), (к-7769), (к-18142) в обычные годы накапливают по 15,8–16,7% белка, а в засушливые– 16,3–17,9%. Перспективен Приморский 4290, который созревает за 77–82 суток, устойчив к полеганию (9 баллов), имеет крупное зерно с массой 1000 семян – 51,7 г, а содержание белка в зерне независимо от условий года – 15,0–16,6%.

Т а б л и ц а 2. Агробиологическая характеристика источников устойчивости к полеганию
Table 2. Agrobiological characteristic of sources of lodging resistance

№ по каталогу ВИР	Сорт, линия	Происхождение	Вегетационный период, сутки	Устойчивость к полеганию, балл	Количество продуктивных стеблей на 1 м ²	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна, г/м ²
–	Ц-105-270	Красноярский край	79	8,3	538	50,6	450
30244	Камышинский	Волгоградская обл.	82	8,5	420	50,7	438
30174	Эльф	Московская обл.	83	9,0	347	49,5	389
30315	Рамос	" "	84	9,0	416	43,8	497
30316	Кумир Одесский	Украина	82	9,0	354	52,9	370
30463	Brenda	Германия	83	9,0	412	44,6	458
30376	Cork	Эстония	82	9,0	387	46,9	309
30405	Trebon	"	80	9,0	349	42,8	380
30455	Forum	Чехия	81	9,0	407	46,1	382
		НСР ₀₅	2,1		21,9	2,3	37,8

Урожай зерна. Основным критерием оценки сорта является его зерновая продуктивность, которая зависит от уровня развития элементов продуктивности. Изучение сортов в разных по погоде условиях показало взаимосвязь элементов продуктивности с урожаем зерна. В группе скороспелых двурядных сортов ведущим элементом продуктивности является число зерен в колосе ($r=0,73-0,84$) не зависимо от условий года. В группе среднеспелых двурядных сортов – число продуктивных стеблей на единице площади ($r=0,63-0,93$), а в группе многорядных – число продуктивных стеблей на единице площади ($r=0,61-0,89$) и число зерен в колосе ($r=0,60-0,82$). В числе перспективных генетических источников выделены: Г-18619 (Новосибирская обл.), Зерноградский 492 (Ростовская обл.), Медикум 12/81 (Казахстан) и другие.

Таким образом, многолетнее изучение коллекции позволило выделить генетические источники для реализации основных направлений селекции. На их основе выведено 6 новых сортов: Кузнецкий, Симон, Никита, Лука, Петр, Сибиряк. Три первых успешно возделываются в производстве, а последний проходит государственное испытание.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванова, О. А.* Комплексная характеристика образцов ярового ячменя Мексики –источников слабой фотопериодической чувствительности/ О. А. Иванова, Н. С. Иванова, М. В. Лукьянова //Сб. научн. тр.по прикл. Ботанике, генетике и селекции. ВНИИР. Л.,1989. Т. 121. С. 78–92.
2. *Кошкин, В. А.* Влияние длины дня на морфо-физиологические признаки сортов пшеницы и ячменя различной фотопериодической чувствительности / В. А. Кошкин, О. А. Иванова, И. И. Матвиенко, Е. Д. Костина // Сб. научн. тр.по прикл. Ботанике, генетике и селекции. ВНИИР. Л., 1993. Т. 149. С. 107–113.
3. *Сурин Н. А., Ляхова Н. Е.* Селекция ячменя в Сибири / Н. А.Сурин, Н. Е. Ляхова Новосибирск, 1993. 292 с.
4. *Трофимовская А. Я.* Ячмень (эволюция, классификация, селекция) /А. Я. Трофимовская Л., 1972. 294 с.

A. V. ZAUSHINTSENA

GENETIC SOURCES FOR THE REALIZATION OF MAIN TRENDS IN BARLEY
BREEDING IN SIBERIA

Summary

Earliness, resistance to drought, cold and lodging, immunity to harmful diseases, higher yield and grain quality are the main trends in barley breeding in Siberia. 1500 varietal samples of different ecogeographic origin from the VIR global collection have been tested in the Kemerovo Region. The study resulted in selecting a number of sources that can be used for the realization of the main breeding trends.

Э. А. Гончарова

**ОНТОГЕНЕЗ ЯЧМЕНЯ И ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ
КАК РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ НА ДЕФИЦИТ ПОЧВЕННОГО ПИТАНИЯ**

Анализ широты нормы реакции и эколого-генетических (в т.ч. и физиологических) параметров растительных систем должен основываться на проведении серии многофакторных экспериментов по выращиванию растений в широко варьируемых условиях произрастания [8].

Адаптационные возможности растения определяются богатством и разнообразием заложенной генетической информации, позволяющей в широком диапазоне варьирования условий обеспечить его сохранность. Поскольку поведение растения представляет итог активного контакта внутренней его организации с внешней средой, для оценки его поведения нужны разносторонние характеристики реакций на факторы воздушной и почвенной среды (от оптимальной до стрессовой степени их напряжения).

Так, представления об отношении растения к переменным условиям температуры и влажности опираются на показатели хода регуляции водного режима – величины поглотительной и выделительной способности корня, транспирации, регуляции барьерной системы для свободного передвижения воды и ионов, процессов, обуславливающих проявление этих свойств.

В природной обстановке культивируемые растения зачастую испытывают и недостаток основных элементов почвенного питания – это лимит-факторы водообеспечения и минерального обеспечения. Особо чувствительны к этим факторам однолетние растения, в том числе и злаки.

В течение ряда лет (1997–2007 гг.) проведены исследования с набором сортов яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя (из генетической коллекции растительных ресурсов ВИР), различающимся по своим хозяйственно-ценным свойствам в вегетационных и факторостатных опытах в почвенной культуре при различных дозах минеральных удобрений и разных терморегимах.

Экспериментальное моделирование системы «генотип-среда» с использованием фитотроники и биофизической аппаратуры, позволяющих регулировать и контролировать эту систему, дали возможность разработать и сконструировать комплекс средовых факторов (оптимальных и экстремальных) и выявить динамику многих параметров и процессов, отражающих функционирование основных генетико-физиологических полигенных систем генотипа [2, 3, 4].

В факторостатных опытах достоверно показано, что растения реагируют вначале на температурные условия вегетации, позднее – на условия водоснабжения, и еще позднее – на действие удобрений. Повышение уровня минерального питания (в оптимальных границах) увеличивает приток пластических веществ к формирующимся зерновкам, а интенсивность этих процессов зависит от терморегима среды в периоды роста и налива зерна [7].

Такой подход позволяет ускоренно выявлять особенности генетической детерминации формирования разных компонентов продуктивности у большой группы сельскохозяйственных растений, общие закономерности формирования в онтогенезе продуктивности, адаптивного и аттрактивного потенциалов в зависимости от генотипа, возраста, условий почвенного питания, степени загущения и т.д., а также от периода воздействия стресса в онтогенезе [3, 4, 5].

Часть экспериментов этого плана была продолжена на разных генотипах ярового ячменя. Известно, что ячмень – наиболее скороспелая культура (период вегетации 70–100 дней), к теплу ячмень очень малотребователен, корневая система ячменя и ее усваиваемая способность относительно слабые. Слабая усваивающая способность корней, быстрое прохождение фаз развития и вследствие этого ограниченный период поступления питательных веществ обуславливают повышенную требовательность к условиям почвенного питания. Особенно велика потребность ячменя в усвояемых элементах питания в первый период вегетации, когда корневая система развита еще слабо.

В связи с вышеизложенным, актуальным, на наш взгляд, является изучение особенностей онтогенеза и адаптивного потенциала растений ярового ячменя в градиенте эдафических условий Северо-запада [4]. С этой целью были проведены факторостатные, вегетационные и полевые опыты (частичные эксперименты этого плана приводим ниже).

Водосберегающая способность растений и физиологический эффект

Экспериментально установлена различная сортовая реакция ярового ячменя на оптимальные и неблагоприятные условия водообеспечения в онтогенезе. При этом показано, что в фазу «выход в трубку» в условиях засухи у растений возрастает водный дефицит (табл. 1), что происходит при снижении оводненности и увеличении водоудерживающей способности листьев.

Т а б л и ц а 1. Водный дефицит (%) у растений ячменя в разных условиях водообеспечения (вегетационный опыт, 1998 г.)

Table 1. Barley plant water deficiency (%) under different conditions of water supply (vegetation test, 1998)

№ по каталогу ВИР	Сорт	Вариант	Водный дефицит, %			
			«Выход в трубку»		«Колошение-цветение»	
			$x \pm m$	t-критерий	$x \pm m$	t-критерий
30244	Камышинский 23	контроль засуха	12,1 ± 0,6 20,5 ± 2,2	3,68	28,0 ± 3,8 30,2 ± 2,5	0,48
29438	Прерия	контроль засуха	9,2 ± 2,3 16,6 ± 2,5	2,18	24,0 ± 8,0 31,3 ± 2,8	1,86
25187	Байшешек	контроль засуха	7,1 ± 2,8 21,0 ± 1,4	4,44	28,1 ± 1,3 36,6 ± 1,6	4,12
7771	Местный	контроль засуха	8,3 ± 2,4 24,4 ± 0,8	6,36	35,1 ± 4,8 37,3 ± 2,6	0,40
29417	Эколог	контроль засуха	8,8 ± 0,7 21,3 ± 2,2	5,41	33,9 ± 1,6 38,9 ± 4,0	1,16
22089	Белогорский	контроль засуха	5,1 ± 1,1 24,1 ± 2,0	8,32	35,1 ± 3,2 46,7 ± 3,5	2,45

* Варианты опыта: контроль – влажность почвы 60% ПВ; засуха – влажность почвы 30% ПВ, различия достоверны при $0,95 < P < 0,99$; ** – при $0,99 < P < 0,999$; *** – при $0,999 < P$

В фазу «колошение-цветение» отмечена более заметная разница оводненности тканей листьев у растений на засушливом фоне (1,6–7,4%). В этих условиях растения испытывали водный дефицит уже на ранних этапах онтогенеза: в фазу «выход в трубку» разница между величинами водного дефицита у контрольных и опытных растений составляла в зависимости от условий эксперимента по годам (в 1999 г. 0,8–9,3%, в 2000 г. 14,4–36,3%).

Отрицательное влияние почвенной засухи отмечено и на закладку и дальнейшее формирование генеративных органов растений, и, как следствие, на снижение продуктивности по сравнению с растениями, выращенными в оптимальных условиях (табл. 2). Так как на фоне засухи (в сравнении с оптимальным фоном) достоверно снижается зерновая продуктивность с главного побега (от 32 до 73,6%), а с одного растения от 45,4 до 68,4%. При этом общее число колосков снижается от 18,9 до 39,3%; формируется более мелкое и шуплое зерно; масса 1000 зерен снижается от 21,9 до 31,2%. У растений сорта Местный к-7771 число зерен снижается незначительно (всего на 4,6%), но зерно практически на половину формируется легковесным (масса 1000 зерен снижается на 46,5%), а к концу вегетации депрессия накопления биомассы растения составляет приблизительно 50% [1].

При жесткой постоянной почвенной засухе (30% ПВ) к концу вегетации сортовая специфика не проявляется: у всех сортов отмечена значительная депрессия как ростовых процессов, так и формирования хозяйственно ценной продукции – зерна.

Формирование элементов продуктивности и структуры урожая в зависимости от уровня минерального питания.

Одним из главных факторов высокой продуктивности растений является оптимизация условий минерального питания, при которых полностью реализуются потенциальные возможности генотипа [6]. Однако различные генотипы существенно отличаются по скорости поглощения питательных веществ, интенсивности и направленности метаболизма и конечной продуктивности растений. И хотя отзывчивость сортов на минеральные удобрения существенно зависит от внешних условий вегетации растений (конкретных почвенных и погодно-климатических факторов среды), однако генетически детерминированное, наследуемое свойство генотипа по характеру реакции на увеличение уровня обеспеченности элементами минерального питания является важным сортовым признаком.

Т а б л и ц а 2. Влияние засухи на формирование элементов структуры урожая (степень депрессии в % от контроля). Вегетационный опыт, 1998 г.

Table 2. The influence of drought on the yield structure element formation (degree of depression, % of the control). Vegetation test, 1998

№ по каталогу ВИР	Сорт	Масса колоса, г	Число колосков, шт.	Число зерен, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожай зерна с одного растения, г
30244	Камышинский 23	65,3	23,8	64,9	59,5	68,4
29438	Прерия	64,9	18,9	63	56,4	57,3
25187	Байшешек	47,6	22,3	32	51,3	51,3
7771	Местный	49,6	15,4	4,6	44,1	45,4
29417	Эколог	76,7	39,3	73,6	66,4	66,4
22089	Белогорский	67,7	28,4	58,7	64,5	65,2

В связи с этим изучение формирования элементов продуктивности (и общего урожая) ячменя проводили в вегетационных и полевых условиях, анализируя следующие элементы структуры урожая: массу колоса, число колосков в колосе, число и массу зерен в колосе, массу 1000 зерен и урожай зерна с одного растения (табл. 3).

Результаты проведенных опытов в контролируемых условиях [4, 5, 9] показывают существенное влияние удобрений на изменение элементов продуктивности растения: число колосков и зерен, массу зерен в колосе и урожай зерна с одного растения (увеличение от 50

до 200%); в меньшей степени изменяется признак «масса 1000 зерен». У сортов Прерия, Байшешек, Эколог и Белогорский увеличение этого признака на 10–20% отмечается при внесении «двукратной дозы» удобрения, число колосков изменяется на 15–20% у растений сортов Местный, Эколог и Белогорский. При анализе реакции растений на повышение уровня минерального питания выделяются сорта Эколог (интенсивного типа) и Местный (экстенсивного типа), у которых отмечено значительное увеличение числа и массы зерен, а также увеличение урожая с одного растения (от 110 до 200%).

Т а б л и ц а 3. Изменение элементов продуктивности (% от контроля) главного побега растений в градиенте эдафических условий (вегетационный опыт, 1999 г.)
Table 3. Changes in the main stem productivity elements (% of the control) vs. edaphic gradient. (Vegetation test, 1999)

№ по каталогу ВИР	Сорт	Число колосков, шт.		Число зерен, шт.		Масса 1000 зерен, г		Урожай зерна с одного растения	
		1 доза	2 дозы	1 доза	2 дозы	1 доза	2 дозы	1 доза	2 дозы
25187	Байшешек	9	7	2	83,5	29,2	59,8	62,3	64,9
22089	Белогорский	18,3	19,6	67,6	50,9	77,2	70,1	81,7	61,7
30244	Камышинский 23	6,8	8,5	45,8	41,3	49,2	40,2	36,6	21,2
7771	Местный	13,8	15,2	196,6	147,8	180,5	131,5	168,8	139,7
29438	Прерия	0,01	3,5	130	184	82,7	136,3	62,6	70,9
29417	Эколог	15,2	22,8	124,4	111,7	118	112	123	203,3

Варианты опыта: контроль – без удобрений; «1 доза» – 50 г/м², «2 дозы» – 100 г/м².

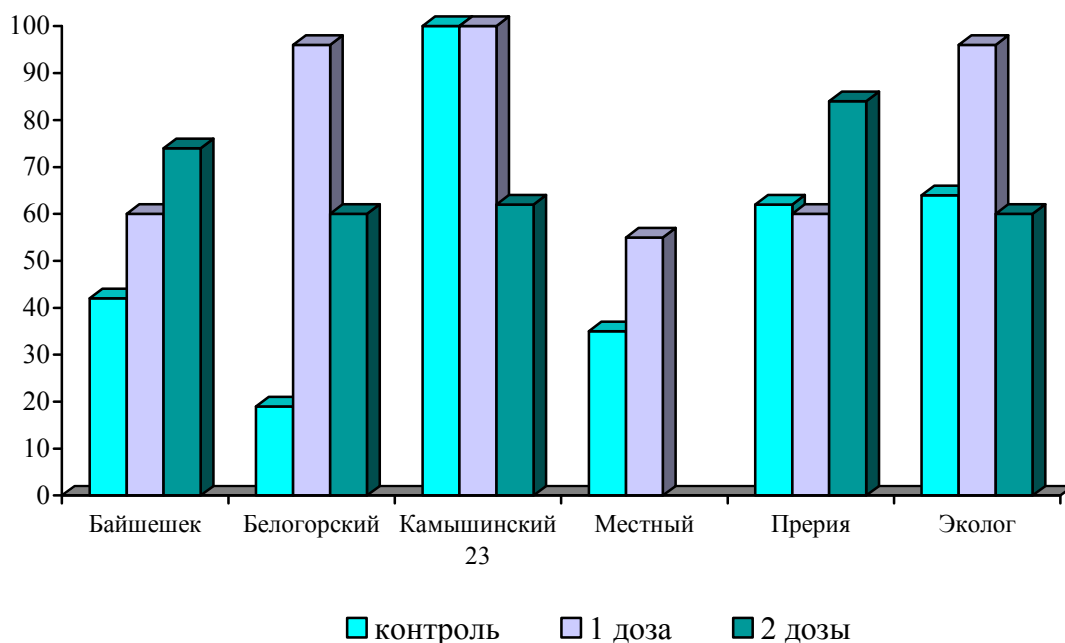
*– различия достоверны при 0,95<P<0,99; ** – при 0,99<P<0,999; *** – при 0,999<P

Аттрагирующая способность растений

Именно от уровня аттракции зависит такой хозяйственно важный для культивируемых растений признак как крупность зерна (биомасса) созревшего плода или зерна. Изучение аттрагирующей способности зерна у разных генотипов ячменя в зависимости от условий минерального питания проводили по методике Г. В. Удовенко [7], при этом определяли: коэффициент аттракции колоса, общую и удельную (на одну зерновку) аттрагирующую способность, а также долевого вклад разных источников пластических веществ в налив зерна.

Расчет удельной аттрагирующей способности зерна дает представление об аттрагирующей способности одной зерновки [4, 10]. Установлено, что условия питания влияют на величину этого признака однотипно. Так, у сортов Байшешек, Белогорский, Камышинский 23 и Местный она уменьшается на обеих дозах удобрения, так как его внесение увеличивает число зерен в колосе и повышает конкуренцию между зерновками за ассимилянты. У растений сорта Эколог уменьшение наблюдалось лишь на «двукратной дозе» удобрения, у Прерии – достоверных различий не отмечено. Доля фотосинтеза в источниках аттракции при повышении уровня минерального питания возрастает (рис.). Эта зависимость наблюдалась почти у всех генотипов ячменя, кроме сорта Камышинский 23.

Согласно данным Г. В. Удовенко [7], кроме фотосинтеза существует еще два источника аттрагируемых растущим зерном веществ – это реутилизация органических веществ («старых» ассимилянтов) из незерновых элементов спелого колоса (колосовые чешуи, стержень колоса и другие) и временно депонированных в вегетативных органах (особенно в стеблевой паренхиме).



Долевой вклад фотосинтеза в налив зерна в зависимости от уровня минерального питания растений ячменя (вегетационный опыт, 1999 г.)
The contribution of photosynthesis to grain filling vs. mineral nutrition of barley plants (vegetation test, 1999)

Результаты наших экспериментов показали, что долевой вклад этих источников по сравнению с фотосинтезом ниже, особенно у растений на удобренных вариантах опыта. На не удобренном фоне у растений пяти сортов доля реутилизации запасных веществ из стебля превышает вклад колоса: у растений сорта Местный – в 3 раза, у других – она незначительна. Однако, при внесении удобрений значение колоса как источника «старых» ассимилянтов повышается. Полученные данные на ячмене согласуются с ранее полученными результатами при изучении функционирования системы аттракции у другого объекта – пшеницы [5, 7, 8], что позволяет использовать такой подход при оценке аттрактивного потенциала и у иных сельскохозяйственных растений.

Как показывают наши эксперименты, внесение удобрений, как правило, увеличивает коэффициент аттракции колоса, но снижает удельную аттрагирующую способность одной зерновки. Вклад фотосинтеза в аттракцию зерна пластических веществ на удобренных вариантах увеличивается, а доля реутилизации ранее депонированных ассимилянтов уменьшается [3–5].

Далее, нами показано влияние минеральных удобрений на функционирование системы аттракции у ячменя; как правило, отмечено увеличение коэффициента аттракции колоса. На удобренных вариантах опыта у растений значение фотосинтеза как источника ассимилянтов снижается, а доля реутилизации «старых» ассимилянтов с повышением дозы удобрений – увеличивается; при увеличении дозы удобрений у большинства растений доля стеблевой паренхимы, как источника ассимилянтов, превышает долю незерновых частей колоса.

Таким образом, апробированные нами подходы и методы оценки аттрактивного и адаптивного потенциалов позволяют количественно оценить изменчивость ценных признаков у зерновых растений при разных взаимодействиях «генотип-среда».

Результаты проведенных исследований дают основание для дальнейшего поиска возможностей применения физиолого-генетических параметров при выявлении ценных генотипов с целью их использования в селекции новых сортов и рационального размещения в соответствующих погодно-климатических регионах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончарова Э. А., Драгавцев В. А., Шелест А. А. Оптимизация водообмена ярового ячменя в градиенте эдафических условий // Матер. Междунар. науч.-практич. конф. «Проблемы сельскохозяйственного производства в меняющихся экономических и экологических условиях в XXI веке». Пенза, 2000. С. 177–178.
2. Гончарова Э. А., Драгавцев В. А. Экспериментальные разработки и регуляция системы «генотип-среда» с целью ускоренного создания ценного генотипа для селекции, V Международный симпозиум «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования» Пушкино, 2003.
3. Гончарова Э. А., Щедрина З. А., Почення Н. В. Эколого-генетический анализ количественных признаков в разработке наукоемких технологий создания исходного материала для селекции // Матер. Междунар. конф.: «Производство растениеводческой продукции: резервы снижения затрат и повышения качества» Жодино, 2008, Т. II. с. 139.
4. Драгавцев В. А., Гончарова Э. А., Демьянчук А. М., Шелест А. А. Анализ генетико-физиологической системы аттракции ячменя в градиенте эдафических условий // Тр. IV Междунар. симп. «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». М.: Изд-во РУДН, 2001. Т. II. С. 83–85.
5. Драгавцев В. А., Удовенко Г. В., Гончарова Э. А., Шелест А. А. Моделирование комплекса средовых факторов для выявления важнейших эколого-генетических систем у генофонда сельскохозяйственных растений // Тез. докл. II съезда ВОГиС. СПб., 2000. С. 179.
6. Климашевский Э. Л. Физиолого-генетические основы агрохимической эффективности растений // Физиологические основы селекции растений, СПб. ВИР, 1995. Т. I. С. 97–152.
7. Удовенко Г. В. Определение аттрагирующей способности зерна и ее компонентов у колосовых злаков. // Методич. указания ВИР, СПб.: 1992. 9 с.
8. Удовенко Г. В., Гончарова Э. А. Влияние экстремальных условий среды на структуру урожая сельскохозяйственных растений, Л.: Гидрометеиздат, 1982, 137 с.
9. Шелест А. А. Адаптивный потенциал ярового ячменя при разных взаимодействиях «генотип-среда» и его практическое использование // Тез. докл. Всеросс. молод. науч. конф. «Растение и почва». СПб., 1999. С. 250–251.
10. Шелест А. А. Формирование продуктивности и адаптивности ярового ячменя в онтогенезе путем регуляции питания растений // Матер. межвуз. конф. Молодых ученых «Растение, микроорганизмы и среда». СПб.: Гидрометеиздат, 2000. С. 70–71.

E. A. GONCHAROVA

ONTOGENESIS OF BARLEY AND FORMATION OF ITS PRODUCTIVITY AS A RESPONS OF PLANTS TO THE DEFICIENT SOIL NUTRITION

Summary

The paper presents the results of long-standing experiments (1997 – 2007) performed at the Pushkin Branch of VIR with a set of spring barleys (from the genetic collection of VIR) differing by their economically important traits in vegetation and factorial experiments in soil culture with different amounts of mineral fertilizers, water supply and thermal regimes, and in field experiments.

The water-saving capacity and formation of the elements of productivity and yield structure have been studied in relation to the level of mineral nutrition. Peculiarities of the attraction process in plants and the physiological and genetic mechanisms determining their adaptation to unfavourable factors of growth have been revealed.

Thanks to the latter findings, it is possible to seek other possibilities for applying physiological and genetic parameters when identifying valuable genotypes for their further use in breeding new cultivars which will be rationally utilized in the region with appropriate climate and weather conditions.

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ

Увеличение доли зерновых культур в структуре посевных площадей до 80% и потепление климата значительно ухудшили фитосанитарную обстановку. В Центрально-Черноземном районе отмечено нарастание заражения посевов ярового ячменя пыльной головней, увеличение вредоносности черной, пыльной и каменной головни, корневых гнилей. Устойчивые или выносливые сорта по-прежнему остаются наиболее экономичным и экологически чистым методом решения проблемы.

Для выявления источников и доноров устойчивости к патогенам в НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева в 2001–2008 гг. было продолжено изучение генофонда ярового ячменя мировой коллекции ВИР.

За годы изучения в популяции пыльной головни преобладали вирулентные и высоко-вирулентные расы 1, 3, 4, 17. Популяция каменной головни представлена в основном средне-вирулентными расами 3 и 5, высоковирулентная раса 12 проявилась за отмеченный период один раз в 2004 году. Оценку устойчивости к 2 видам головни проводили по общепринятой методике ВИР.

Возбудителем корневых гнилей в ЦЧЗ является гриб *Helminthosporium sativum*. В местных условиях проявление болезни ограничивается поражением подземного междоузлия, реже – узла кущения и нижней части первого надземного междоузлия. Наибольшее распространение и развитие корневых гнилей наблюдалось в 2002, 2004, 2005 и 2008 гг. Учет болезни проводили в наиболее уязвимые для растения фазы: кущение – выход в трубку и налив зерна. Иммунологическую характеристику образец получал по сумме результатов изучения на провокационном фоне, косвенным показателям, тесно коррелирующим с признаком выносливости, и сравнительной оценке урожайности пораженных и непораженных растений.

Массовое проявление шведской мухи в условиях Каменной Степи отмечалось в 2002, 2004 и 2005 гг. Устойчивость к скрытостебельным вредителям изучали на усиленном провокационном фоне по разработанному в лаборатории иммунитета растений способу отбора образцов с высокой регенерационной способностью, позволяющей даже при высокой повреждаемости формировать 2–3 продуктивных стебля, сводя тем самым потери урожая до минимума.

Индекс экологической пластичности рассчитан по Грязнову А. А. (1996), показатель Пусс – по Неттевичу Э. Д. (1985).

Результаты изучения 110 сортообразцов показали, что по отношению к пыльной головне, корневым гнилям и шведской мухе большая часть сортов является средне – и высоко-восприимчивыми.

По устойчивости к местной популяции пыльной головни выделились сорта Margret, Anna, Таловский 9, Philadelphia, Святогор, отличающиеся слабой восприимчивостью к патогену, а также Жозефин, Нур, Ursa, Приазовский 9, Партнер, Annabel, Scarlett, Astoria, Вулкан, Ратник, Новичок, Стимул, характеризующиеся средней устойчивостью.

По отношению к возбудителю каменной головни слабой восприимчивостью к вирулентной расе характеризуются сорта Вереск, Носовский 21, Ратник, Danuta, остальные сорта были устойчивы.

Слабовосприимчивыми к гельминтоспориозным корневым гнилям являются сорта Нутанс 278, Сокол, Лель, Новичок, Партнер, Феникс, Носовский 21, Margret, Danuta, Таловский 9.

Высокую устойчивость к шведской мухе проявили сорта Нутанс 278, Сокол, Нутанс 553, Анна, Партнер, Стимул. Слабой восприимчивостью обладают сорта Вулкан, Феникс,

Вереск, Симон, Носовский 21. Не устойчивы к вредителю сорта Пролисок, Auriga, Pasadena, Arcadia.

Полученная иммунологическая характеристика учитывается нами при подборе пар скрещивания.

Для селекционной работы наибольший интерес представляют сорта с комплексной устойчивостью к болезням и вредителям Анна, Партнер, Феникс, Лотос, Святогор, Стимул, Нутанс 278, Margret, Pasadena, Philadelphia, Arcadia. Эти сорта составляют группу источников устойчивости, но их донорские свойства по признаку устойчивости к пыльной головне не изучены.

Вторую группу источников резистентности составляют сорта с групповой и комплексной устойчивостью к болезням и вредителям с изученными донорскими свойствами по признаку устойчивости к пыльной головне, эти сорта пополнили банк доноров устойчивости к данному патогену. Высокой устойчивостью к вирулентным расам двух видов головни и корневым гнилям обладают сорта Corniche (к-29589), С.І. 10982 (к-30442), Desconocida (к-26344), ОВ 160-3 (к-26247), Омский 89 (к-30720), Зерноградский 492 (к-29903); поражение сортов и образцов Mink (к-21836), Tirana (к-26220), Roland/л-16 (к-30118), WW 7542 (к-30093), Calci INTA (к-23632), Arimont (к-25510), Ca 111430 (к-30441), CI 11003 (к -30443), CI 10974 (к-30328) не превышало 20%.

**Характеристика источников устойчивости
(НИИСХ ЦЧП, 2001–2008 гг.)
Characteristics of resistance sources (Research Institute of Agriculture of the Central
Black-Soil Belt, 2001–2008)**

Сорт, линия	Устойчивость (в баллах)					Средняя урожайность в % к стандарту	ИЭП	Пусс в % к стандарту
	пыльная головня	каменная головня	корневая гниль	шведская муха				
Зерноградский 492 (к-29903, Ростовская обл.)	7	7	5	3	105,08	1,12	1,20	
Roland/л-16 к-30118, Беларусь)	5	9	7	5	79,32	0,76	0,54	
Айдас (к-29636, Литва)	5	7	7	5	108,75	1,11	1,22	
Ingve (к-30023, Швеция)	7	7	7	3	89,23	0,86	0,73	
Уреньга (к-29806, Челябинская обл.)	7	7	3	3	125,42	1,10	1,16	
КМ-1192/л-2 (к-30420, Беларусь)	7	7	3	5	90,45	0,88	0,66	
Баган (к-29040, Беларусь)	9	9	5	5	103,62	1,08	1,28	
Рахат (к-30591, Московская обл., Татарстан)	7	5	7	3	96,33	0,87	0,66	
Раушан (к-30592, Московская обл., Татарстан)	5	9	3	3	111,0	1,09	1,11	
Tirana(к-26620, Германия)	5	7	7	5	99,92	1,05	0,53	
Суздалец (к-30314, Московская обл.)	7	7	7	5	102,6	0,95	0,73	
Corniche (к-29589, Великобритания)	9	9	7	5	86,82	0,83	0,70	
Омский 89 (к-30720, Омская обл.)	9	9	7	7	115,38	1,11	1,29	
С.І. 10982 (к-30442, Перу)	7	9	3	5	103,53	1,12	1,23	
Олимпиец × Dorsett	7	7	5	5	98,53	1,02	1,04	
[(Космос × Дворан) × Keystone] ВС ₁	7	7	5	5	103,22	1,15	1,37	
(Ci 13664 × Од.36) ВС ₂	5	9	5	5	112,83	1,08	1,21	

Наряду с донорами устойчивости, выделенными из коллекции ВИР, в планах гибридизации нами широко используются продуктивные высокоустойчивые линии Олимпиец ×

Dorsett, [(Космос × Дворан) × Keystone] BC₁, (Ci 13664 × Од. 36) BC₂, Зерноградский 385 × Казер, Казер × Уреньга. В настоящее время в питомниках КСИ и ПСИ проходят изучение 9 линий, полученных с их участием. Перспективна в качестве донора устойчивости линия из гибридной комбинации Местный (к-2710) × Margret.

Характеристика наиболее часто используемых в схемах скрещивания источников устойчивости дана в таблице.

Данные источники оценены на адаптированность к местным условиям по продуктивности, комплексному показателю, учитывающему уровень урожайности и стабильность сорта Пусс и индексу экологической пластичности (ИЭП). Для засушливых условий юго-востока ЦЧП наиболее подходят сорта Зерноградский 492, Баган, Раушан, Омский 89, Уреньга, формирующие высокий урожай независимо от климатических факторов. Остро реагируют на изменение условий вегетации сорта западноевропейского типа Corniche, Roland, КМ 1192. Сорта Суздалец, Tigana среднепластичны. Эти данные подтверждает и показатель Пусс.

Наиболее результативными в условиях НИИСХ ЦЧП в селекционном плане являются доноры Суздалец, Раушан, Омский 89 и КМ-1192/л-2. Количество продуктивных устойчивых линий из гибридных комбинаций с их участием, изучаемое в питомниках начиная с селекционного питомника 2 года до предварительного сортоиспытания было максимальным. При этом в паре с донором КМ-1192/л-2 второй исходной формой чаще оказывалась продуктивная селекционная линия, адаптированная к местным условиям.

L. A. YERSHOVA,
E. I. VELIBEKOVA

INITIAL MATERIAL FOR SPRING BARLEY BREEDING FOR DISEASE RESISTANCE

Summary

In order to identify sources and donors of resistance to pathogens, studies of spring barley genetic diversity from the VIR global collection was continued at the V.V. Dokuchayev Research Institute of Agriculture of the Central Black-Soil Belt. The results of studies have shown that out of 110 accessions, most manifest medium and high susceptibility to loose smut, root rots and frit fly.

Of special interest for breeding are such sources of complex resistance as Anna, Partner, Fenix, Lotos, Svyatogor, Stimul, Nutans 278, Margret, Pasadena, Philadelphia and Arcadia

**Н. В. Иванова,
М. В. Иванов,
Т. Н. Радюкевич,
Л. М. Бондарева**

СОЗДАНИЕ СКОРОСПЕЛЫХ СОРТОВ ЗЕРНОФУРАЖНОГО ЯЧМЕНЯ

Необходимость создания скороспелых сортов ячменя для регионов с коротким периодом вегетации является важнейшей задачей, стоящей перед селекционерами [3, 6, 7, 10].

Создание скороспелых продуктивных сортов позволяет на Севере и Северо-Западе РФ решить ряд важнейших задач: создать сырьевой конвейер для заготовки качественного зерносенажа и плющеного зерна на осеннее-зимний период, снизить напряженность уборочных работ, убрать ячмень в оптимальные агротехнические сроки, обеспечить более эффективную работу сушильно-сортировального комплекса на с.-х. предприятиях, получить семена ячменя с высокими посевными качествами. Сорта ярового ячменя, районированные в Северо-Западном регионе, в основном среднеспелые (Суздалец, Инари, Криничный, Зазерский 85, Биос 1, Эльф, Аннабель, Гонар, Михайловский, Нур, Зевс, Выбор) и даже относятся к среднепоздней группе созревания (Philadelphia и Сонет). В регионе возделываются только два

раннеспелых сорта ярового ячменя – Дина (селекция НИИСХ Северо-Востока) районирован с 1990 г., и финский сорт Отра (2). Этот сорт выращивается в Вологодской области с 1971 г. Следует отметить, что большинство возделываемых в Северо-Западном регионе сортов ячменя входят в список пивоваренных сортов, т.е. отличаются низким кормовым достоинством зерна и, прежде всего, пониженным содержанием белка [1].

Актуальность внедрения в с.-х. производство скороспелых сортов ячменя кормового направления использования резко возросла в связи с реализацией национального проекта «Развитие агропромышленного комплекса», одним из важнейших направлений которого является ускоренное развитие животноводства и птицеводства. Поднятие этих отраслей сельского хозяйства невозможно без укрепления и развития кормовой базы, основа которой на Севере и Северо-Западе России помимо многолетних трав – зернофуражные культуры и, прежде всего, яровой ячмень.

Создание раннеспелых сортов ярового ячменя кормового направления, максимально адаптированных почвенно-климатическим условиям региона, всегда являлось приоритетным направлением селекционной работы в Ленинградском НИИСХ (СЗНИИСХ). Был создан ряд сортов зернофуражного ячменя: Белогорский, Гатчинский, Белогорский 85, Северный, Мураш.

Сорт Белогорский с 1981 г. находится в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию. Он характеризуется скороспелостью, засухоустойчивостью, устойчивостью к патогену пыльной головки, вынослив к вирусу желтой карликовости ячменя [4, 5]. Скороспелостью, высокой адаптивностью отличались и сорта Северный, Гатчинский, Белогорский 85. Однако, сорта имели ряд недостатков, к ним относятся недостаточно высокая урожайность, высокорослость, склонность к полеганию, поражение патогеном пыльной головки (сорт Северный).

Основными задачами селекционной работы по яровому ячменю в ЛНИИСХ является создание сортов кормового направления, сочетающих высокую урожайность со скороспелостью, устойчивых к полеганию, прорастанию зерна на корню, толерантных к наиболее вредоносным болезням (листовые пятнистости, пыльная головня), устойчивых к кислотности почв, холодостойких на первом этапе развития, имеющих хороший стартовый рост, высокое кормовое достоинство зерна, максимально адаптированных к почвенно-климатическим условиям Северо-Запада России, пригодных к современной технологии выращивания, уборки и доработки зерна, способных стабильно давать урожай.

Главным методом создания исходного селекционного материала ячменя является внутривидовая гибридизация с последующим индивидуальным отбором, при этом используется принцип эколого-географической отдаленности родительских сортов, подбора для скрещивания сортов, дополняющих друг друга по хозяйственно-ценным признакам, при гибридизации учитывается и устойчивость сортов к наиболее вредоносным болезням, скороспелость. Кроме того, при создании исходного материала использованы и методы прикладной биотехнологии (получение дигаплоидов, регенерантов), использование селективных сред, имитирующих засуху, повышенную кислотность почв.

Для проведения гибридизации используются районированные сорта ячменя, сорта и лучшие линии селекции ЛНИИСХ. Главным источником получения сортообразцов для селекционной работы является ГНЦ РФ ВНИИР им. Н. И. Вавилова, ежегодно лаборатория получает из отдела серых хлебов от 15 до 25 новых сортов ярового ячменя для изучения и использования выделившихся сортов в скрещиваниях. В гибридизацию активно привлекаются доноры и источники хозяйственно-полезных признаков из России, Украины, Белоруссии, Литвы, Латвии, Эстонии, Германии, Чехии, Польши, Финляндии, Дании, Швеции, США, Канады, Норвегии и т.д. из мировой коллекции ГНЦ РФ ВНИИР.

С учетом приоритетности создания скороспелых сортов в скрещиваниях используются источники скороспелости и ведутся отборы по этому признаку на всех этапах селекционной работы. В качестве источников скороспелости привлекаются сорта: Белогорский, Мураш, Вулкан, Первоцелинный, Симон, Тарский 3, Стимул, Омский 91, Омский 89, Омский

96, Ранний 1 (Россия); Kaisa, Karin (Швеция), Jdunuja, Druvis (Латвия), Seva (Дания), Repsum (Норвегия).

Основной проблемой создания скороспелых и урожайных сортов ячменя является то, что между этими важнейшими признаками существует отрицательная корреляция, что очень осложняет селекционную работу по этому направлению.

В 2006 г. на Государственное сортоиспытание передано два сорта ярового ячменя кормового направления использования: Ленинградский (pallidum) и Северянин (nutans), которые в течение 3-х лет испытывались на сортоучастках Северо-Западного и Северного регионов России.

При создании сорта Ленинградский использовались источник скороспелости шведский сорт Kaisa и донор комплексной устойчивости к сетчатой пятнистости, мучнистой росе, карликовой ржавчине сорт из Чехии Т 2146 (4), методы прикладной биотехнологии. Главным достоинством сорта Ленинградский является сочетание скороспелости с хорошей продуктивностью и высоким кормовым достоинством зерна (табл.).

**Агробиологическая характеристика новых сортов ярового ячменя
селекции ГНУ ЛНИИСХ (д. Белогорка, средние данные за 2003–2005 гг.)
Agrobiological characteristic of new spring barley cultivars bred at the Leningrad Agri-
cultural Research Institute (Byelogorka village, averaged data for 2003–2005)**

Сорт	Урожай- ность, ц/га	Вегета- ционный период, дни	Высота стебля, см	Устойчивость к полеганию, балл	Продуктивная кустистость, шт.	Масса 1000 зерен, г	Сырой протеин (2005-2006 гг.), %
Суздавец (стандарт)	30,5	78	71,5	5,0	2,6	44,5	11,8
Ленинградский	31,4	68	71,8	5,0	2,6	36,7	14,5
Северянин	34,2	72	77,1	4,8	2,9	44,2	13,5

Так, по данным Ленинградской инспектуры Государственной комиссии по испытанию и охране селекционных достижений по Ленинградской области (8, 9) по 3-м годам испытания 2006–2008 гг. сорт Ленинградский на 6–10 дней скороспелее стандартного сорта Суздавец, его вегетационный период был от 58 до 79 дней, за все годы испытания сорт Ленинградский был самым раннеспелым из испытываемых сортов. При этом Ленинградский – урожайный сорт, максимальный урожай получен в 2006 г. на Волосовском сортоучастке – 52,4 ц/га. Сорт отличается повышенной белковостью зерна, по средним данным за 2005 и 2006 гг. содержание сырого протеина у Ленинградского было 14,5%, у сорта Суздавец 11,8%, у сорта Криничный – 13,2%. Сорт Ленинградский превосходит стандартный сорт Суздавец по содержанию таких незаменимых аминокислот как лизин, лейцин, треонин, триптофан. Ленинградский хорошо себя зарекомендовал и на сортоучастках в Вологодской области. Так в 2007 г. средняя урожайность стандартного сорта Выбор по всем сортоучасткам, была 31,0 ц/га, у Ленинградского – 34,6 ц/га, при этом Ленинградский был скороспелее на 4 дня. На Кичгородецком сортоучастке Вологодской области Ленинградский по урожайности превысил Выбор на 12,9 ц/га (урожайность Выбора 26,3 ц/га, Ленинградского – 39,2 ц/га). Сорт толерантен к пыльной головне, сетчатой и темно-бурой пятнистостям листьев, отличается дружным созревaniem зерна, устойчив к осыпанию и прорастанию на корню, имеет выравненный стеблестой, хорошо обмолачивается, устойчив к полеганию.

С 2009 г. сорт Ленинградский включен в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Северо-Западному региону.

Сорт Северянин создан совместно с Котласской СОС (Архангельская обл.). При гибридизации был использован чешский сорт КМ 1192 – донор высокой продуктивности, ус-

тойчивости к пыльной головне и мучнистой росе (4). При создании сорта также использовалась прикладная биотехнология.

Сорт Северянин отличается скороспелостью и хорошей урожайностью. Vegetационный период его на 5–7 дней короче, чем у Суздальца (Ленинградская обл.), на уровне сорта Дины в условиях Архангельской области. Максимальный урожай получен на Волосовском сортоучастке в 2006 г. 54,8 ц/га (урожайность дана в пересчете на стандартную влажность). Сорт имеет длинный, хорошо озерненный колос, длина колоса 8–12 см, крупное выравненное зерно, масса 1000 зерен до 50 г. В полевых условиях устойчив к возбудителю пыльной головни, по устойчивости к листовым пятнистостям на уровне сорта Суздалец. Характеризуется повышенным содержанием белка, в среднем за 2 года испытания 2005 и 2006 гг. содержание сырого протеина у него было на 1,7% выше, чем у стандартного сорта Суздалец. Северянин превосходит Суздалец по содержанию триптофана и лейцина. На среднем агрофоне устойчив к полеганию, технологичен, отличается экологической пластичностью.

Таким образом, используя в селекционной работе источники скороспелости, проводя целенаправленный отбор по этому показателю с учетом наличия у линий комплекса других хозяйственно-полезных признаков, можно создать скороспелые сорта ячменя с достаточно высокой урожайностью и хорошим кормовым качеством зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию*. Москва, 2004.
2. *Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию*. Т.1. Сорта растений. Москва, 2008.
3. *Иванов М. В., Иванова Н. В.* Сорта ярового ячменя для Северо-Запада России. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, Т. 162, 2006.
4. *Лукьянова М. В., Трофимовская А. Я., Гудкова Г. Н.* Ячмень, Л., Агропромиздат, 1990.
5. *Лукьянова М. В., Мережко В. Е.* Генофонд зернофуражных культур для целей селекции в России. Труды ВИР. Т.151, 1997.
6. *Лоскутов И. Г., Кобылянский В. Д., Ковалева О. Н.* Итоги и перспективы исследований мировой коллекции овса, ржи и ячменя. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Т.164. СПб, 2007.
7. *Медведев А. М.* Первый съезд селекционеров России. Ж.Селекция и семеноводство, № 1-2. 2001.
8. *Результаты сортоиспытания сельскохозяйственных культур на госсортоучастках Ленинградской области за 2006 г.* СПб, 2007.
9. *Результаты сортоиспытания сельскохозяйственных культур на госсортоучастках Ленинградской области за 2007 г.* СПб, 2008.
10. *Шмаль В. В.* Итоги и состояние сортоиспытания в России. Журнал Селекция и семеноводство, №1 . 2001.

N. V. IVANOVA,
M. V. IVANOV,
T. N. RADYUKEVICH,
L. M. BONDAREVA

CREATION OF EARLY CULTIVARS OF FODDER GRAIN BARLEY

Summary

The paper presents the results of breeding activities at the Leningrad Agricultural Research Institute aimed at creating productive cultivars of fodder barley for the conditions of the Russian Northwest and North. Two new cultivars are described: cv. Leningradsky has been bred at said institute, and cv. Severyanin has been produced jointly with the Kotlas Breeding Experiment Station (Arkhangelsk Region). In 2009, cv. Leningradsky was introduced for commercial cultivation in the Russian Northwest. The cultivar is characterized by earliness, good yield, high nutritional quality of grain and plasticity.

В. В. Иеронова

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗЦОВ ЯЧМЕНЯ
ПО ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Урожай является результатом фотосинтезирующей деятельности растений, которая зависит от площади ассимилирующей поверхности, продолжительности и интенсивности ее работы. Важная слагаемая фотосинтетической активности – площадь листовой поверхности [2]. Возрастание ассимиляционной поверхности листьев имеет положительное влияние на урожай зерна культурных растений [1]. В связи с чем, для селекции ячменя, очень важен поиск источников ценных признаков обеспечивающих увеличение фотосинтезирующей поверхности растений.

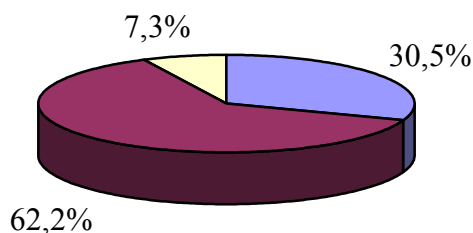
Исследования проводились в 2004–2005 гг. на кафедре ботаники и биотехнологии растений ТюмГУ (Тюменский опорный пункт ВНИИР). Материалом исследований послужили 80 образцов ярового ячменя различного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВНИИР им. Н. И. Вавилова. В качестве стандарта взяты сорта Ача и Кедр, районированные в Тюменской области. Полевой эксперимент проводился по методическим указаниям ВИР (1973). Описание морфологических признаков и биологических свойств изученных образцов проведено в соответствии с Международным классификатором СЭВ рода *Hordeum* L (1983).

В 2004 г. самые высокие значения по площади листовой поверхности на 1 м² зарегистрированы у следующих образцов: Московский 3/125 (к-29977; 72807,1 см²), Loubi (к-30251; 72360,4 см²), Sjak (к-30049; 71569,1 см²), Виконт (к-30301; 61127,6 см²), Pyramid (к-30564; 60334,8 см²), Magda (к-29761; 55833,3 см²), Гонар (Честь) (к-29914; 54942,7 см²), Ерофей (к-29221; 53280,3 см²), Гелиос (к-28936; 52922,4 см²), Скиф (Кинельский) (к-30242; 50932,3 см²) (рис.). В 2005 г. по данному признаку выделились Efron (к-29274; 77514,6 см²), Карабалыкский 1 (к-29341; 76872,8 см²), Челябинский 95 (к-30450; 75473,0 см²), Белгородец (к-30623; 71842,5 см²), Славянский 93 (к-30155; 71504,1 см²) и КМ-150 (к-29138; 70970,2 см²). Из вышеперечисленных образцов сорта Московский 3/125 (к-29977), Sjak (к-30049), Гонар (Честь) (к-29914), Гелиос (к-28936), Челябинский 95 (к-30450) и КМ-150 (к-29138) были среди самых лучших образцов по результатам баллового ранжирования по комплексу признаков продуктивности (количество семян и масса зерна с главного колоса и с растения).

Выявлена значительная положительная зависимость урожайности зерна ячменя на 1 м² от площади листовой поверхности на 1 м² как в 2004 г. ($r=0,70$), так и в 2005 г ($r=0,78$). Поверхность листьев на 1 м² в значительной степени определялась площадью листовой поверхности с растения, которая, в свою очередь, в среднем за два года исследования в наибольшей степени зависела от количества листьев с растения ($r=0,67$) и площади второго листа ($r=0,59$).

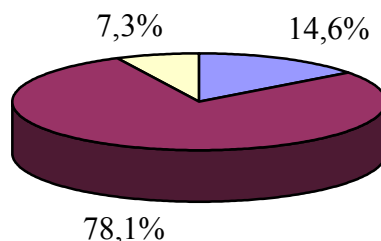
В наших исследованиях (2004–2005 гг.) наибольшая облиственность растений отмечена у образцов: Sebeco 7322 (к-29235; 16,4 шт.), Vanley (к-30170; 15,2 шт.), Донецкий 8 (к-23682; 14,9 шт.), Тетно (к-29890; 14,8 шт.), Белгородец (к-30623; 13,3 шт.) и Московский 3/125 (к-29977; 12,3 шт.).

Изучаемый сортимент имел значительные различия по площади второго листа. В среднем за два года исследования (2004–2005 гг.) по рассматриваемому признаку нами выделено семь образцов: Sjak (к-30049; 31,4 см²), Polar (к-30048; 27,1 см²), Соболек (к-30245; 26,2 см²), Гелиос (к-28936; 24,5 см²), Московский 3/125 (к-29977; 23,7 см²), Г-13272-Баган (к-29040; 23,6 см²), Челябинский 95 (к-30450; 23,3 см²) и Зерноградец 7 (к-30451; 21,1 см²), которые значительно превосходили лучший стандарт Кедр (19,6 см²) и среднее по образцам (17,8 см²). Самая маленькая площадь второго листа составила 11,2 см² (Polo, к-30255). Площадь листьев второго яруса в среднем по образцам увеличилась в 2005 г. (18,7 см²), в сравнении с 2004 г. (16,8 см²).



■ 1 ■ 2 ■ 3

- а)** 1 – средний (15,1–20,0 см);
 2 – длинный (20,1–25,0 см);
 3 – очень длинный (>25 см)



■ 1 ■ 2 ■ 3

- б)** 1 – средний (0,8–1,0 см);
 2 – широкий (1,5–2,0 см);
 3 – очень широкий (>2,0 см)

Распределение образцов ячменя по а) длине и б) ширине второго листа Barley accessions according to the second leaf a) length and b) width

Установлено, что площадь второго листа в большей степени коррелирует с его длиной ($r=0,78$), чем с шириной ($r=0,65$).

Сорта ячменя изучаемой коллекции по длине и ширине второго листа были разделены на группы согласно Международному классификатору СЭВ рода *Hordeum* L (1983).

По усредненным данным за два года исследования (2004–2005 гг.) установлено, что среди сортов изучаемой коллекции преобладали образцы, растения которых формировали длинные листовые пластинки (20,1–25,0 см). Среднее значение данного признака отмечено у 30,5 % образцов. Растения шести сортов обладали очень длинными листьями: Московский 3/125 (к-29977; 28,1 см), Сонет (к-30448; 27,6 см), Sjak (к-30049; 26,7 см), Loubi (к-30251; 26,2 см), Magda (к-29761; 25,8 см) и Виконт (к-30301; 25,3 см).

По ширине второго листа наибольшее количество образцов (78,1%) насчитывалось в группе со средними значениями (1,1–1,4 см) данного признака. Узкие листья (0,8–1,0 см) имели 14,6 % образцов изученного сортимента. Самые высокие показатели рассматриваемого параметра отмечены у следующих сортов: Sjak (к-30049; 1,7 см), Polar (к-30048; 1,6 см); Соболек (к-30245; 1,5 см), Омский 85 (к-27927; 1,5 см), Гелиос (к-28936; 1,5 см), Jo-1465 (к-29425; 1,5 см). В условиях большего увлажнения и более равномерного распределения осадков 2005 г. растения, в среднем по образцам, формировали более длинные листовые пластинки (22,3 см) в сравнении с 2004 г. (20,6 см). В то время как ширина второго листа осталась на одном уровне и составила 1,2 см.

Таким образом, установлены существенные различия в сортименте изучаемой коллекции по признакам ассимиляционной поверхности. Выделены группы лучших образцов по количеству листьев с растения, площади, длине и ширине второго листа, которые могут служить источниками данных признаков. Установлены довольно высокие положительные корреляции между площадью листовой поверхности и урожайностью на 1 м², а также между площадью листовой поверхности с растения и второго листа и количеством листьев с растения. Образцы Московский 3/125 (к-29977), Челябинский 95 (к-30450), Sjak (к-30049) характеризовались высокими значениями по комплексу признаков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Керемов К. Н. Биологические основы растениеводства. Учеб. пособие для ун-тов и пед. ин-тов. – 2-е изд-е, перераб. и доп. / К. Н. Керемов. – М.: «Высшая школа», 1982. 408 с.

2. Семенова Л. В. Связь листовой поверхности с продуктивностью в условиях Северного Кавказа / Л. В. Семенова, В. И. Зинченко // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Л.: ВИР, 1987. Т. 111. С. 45–50.
3. Методические указания по изучению мировой коллекции ячменя и овса / под ред. А.Я. Трофимовской. Л.: Изд-во ВИР, 1973. 29 с.
4. Международный классификатор СЭВ рода *Hordeum* L. (подрод *Hordeum*). Л.: Изд-во ВИР, 1983. 53 с.

V. V. IYERONOVA

COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF BARLEY ACCESSIONS BY LEAF SURFACE AREA

Summary

Yield is a result of a plant's photosynthetic activity which depends on the assimilation surface area an important component of which is the leaf surface area. This trait was studied in 80 accessions from the VIR collection and significant differences within the tested material with relevance to the assimilation surface characters have been found. The best accessions in terms of number of leaves per plant; second leaf area, length and width have been identified and grouped accordingly, and high positive correlations between the leaf surface area and the yield per 1 m² established. Sufficiently high positive correlations have been found to exist between the leaf surface area and the yield per 1 m².

А. В. Ильин,
Т. И. Степанова

**ЗНАЧЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ КОЛЛЕКЦИИ ВНИИР
В СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ПОВЫШЕНИЕ
ПЛАСТИЧНОСТИ И ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ
В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО ЗАВОЛЖЬЯ**

В период второй половины семидесятых годов XX столетия перед селекционерами, работающими на Краснокутской селекционно-опытной станции на первое место встали вопросы повышения экологической пластичности и потенциальной продуктивности селекционного материала. Дело в том, что селекционные формы, созданные к этому времени на станции, отличались повышенной засухоустойчивостью, крупнозёрнностью и скороспелостью, но слабо реагировали на улучшение условий и в средние и влажные годы отставали по урожаю от сортов других учреждений.

Выявление пластичных форм особенно важно в зонах с резкими колебаниями погодных условий, к таким зонам нужно, несомненно, отнести регионы Среднего и Нижнего Поволжья, в которые распространяются сорта нашей станции.

Селекция на повышение потенциала продуктивности в нашем засушливом регионе, на первый взгляд, не является остро необходимым направлением. Однако, и у нас встречаются годы (около 25% лет), когда условия в период вегетации позволяют получать урожаи зерна 5,0 и более тонн зерна с гектара. Такое положение вещей, а также и возможность распространения сортов в районы с несколько более благоприятным климатом, подтверждают важность и этого направления.

Многие исследователи рекомендуют с целью выделения пластичных форм прибегать к испытанию сортов в разных почвенно-климатических зонах. Преследуя цель выделения пластичного материала уже на начальных этапах селекции, мы стали проводить опыт по отбору и оценке номеров селекционных питомников на разных по влагообеспеченности фонах (использовались посевы при орошении, обычные – на богарном фоне и загущенные). В самом начале работы, когда в опыт был включён местный малоинтенсивный материал, ощутимого результата мы не получили. И только после включения в работу форм от скрещиваний

с очень пластичными образцами к-22022 Целинный5, к-19935 Донецкий 4 и к-23682 Донецкий 8 – были выделены удачные линии.

Первым сортом с несколько улучшенной экологической пластичностью и потенциальной продуктивностью стал Нутанс 108 (допущен к использованию с 1991 г. в регионе Нижнего Поволжья). Сорт получен от скрещивания Целинного 5 с местной формой Медикум 119. Он отличается также повышенной засухоустойчивостью и солевыносливостью. Затем последовал пивоваренный сорт Нутанс 642 (допущен к использованию с 1994 г. в Нижневолжском и с 1999 в Средневолжском регионах). Нутанс 642 получен от скрещивания – Одесский 111//Донецкий 4/Донецкий 8. Сорт отличается устойчивыми пивоваренными качествами зерна, засухоустойчивостью в сочетании с пластичностью и довольно высоким потенциалом урожая (табл.).

**Показатели продуктивности сортов ячменя в разные
по влагообеспеченности годы (1997–2008 гг.)
Productivity of barley cultivars in years with different water supply (1997–2008)**

Сорт	Урожай зерна по годам, т/га				Коэффициент вариации, %	Коэффициент пластичности	Устойчивость к полеганию, балл
	средние	влажные	благоприятные	сухие			
Паллидум 45	2,38	3,44	4,51	0,78	30,1	0,588255	3,0
Донецкий 8	2,83	4,01	5,21	1,11	30,5	1,083577	4,9
Нутанс 108	3,07	4,25	5,35	1,38	21,3	0,792566	4,8
Нутанс 642	3,34	4,51	5,67	1,36	24,9	1,122881	5,0
Нутанс 553	3,43	4,51	5,63	1,39	23,1	1,127048	5,0
Нутанс 278	3,63	4,83	6,19	1,46	24,4	1,041977	5,0
Беркут	3,64	4,73	5,65	1,54	22,0	0,942424	5,0
ЯК 401	3,74	4,90	6,06	1,59	24,8	1,087713	5,0
НСР ₀₅	0,19	0,25	0,31	0,10		0,109556	

Далее был передан сорт Нутанс 553, полученный от скрещивания – Целинный 5/ медикум 119/3/Донецкий 8// медикум 24. Сорт допущен к использованию с 1997 г. в Центральночернозёмном, Средневолжском, Нижневолжском и Уральском регионах. Сорт отличается высокой пластичностью, засухоустойчивостью, достаточно высоким потенциалом урожая, хорошей устойчивостью к полеганию и высокими пищевыми качествами зерна.

Следующий сорт – Нутанс 278 допущен к использованию в Нижневолжском регионе с 2004 г. Нутанс 278 получен от скрещивания – Донецкий 10 /4/Донецкий 4// Донецкий 8/3/Целинный 5/медикум 119. Сорт отличается высоким потенциалом продуктивности, пластичностью, достаточно высокой засухоустойчивостью и устойчивостью к полеганию.

Затем последовал сорт Беркут (Медикум 314). Сорт передан совместно с Самарским НИИСХ и допущен к использованию с 2007 г. в Средневолжском регионе. Медикум 314 получен от скрещивания – Целинный 5/ Донецкий 4/3/ Донецкий 4// Донецкий 8. Сорт отличается высокой и устойчивой урожайностью, засухоустойчивостью, устойчивостью к полеганию.

Следующий сорт ЯК 401 (Нутанс 401) допущен к использованию в Средневолжском и Нижневолжском регионах с 2007 года. Нутанс 401 получен от скрещивания – Целинный 5 /медикум 119/4/Донецкий 8//медикум 24/5/ Fliksa/3/Нутанс 558. Сорт отличается высокой урожайностью, пластичностью, засухоустойчивостью, стабильно крупным зерном, устойчивостью к полеганию.

По сравнению с сортом Паллидум 45, бывшим очень долгое время стандартным сортом на станции, у новых сортов значительно возросла как средняя, так и потенциальная продуктивность. Урожайность в экстремально сухие годы также была увеличена (табл.). Улучшились показатели коэффициента пластичности (по Эберхарту/Расселу, 1966) и снизились показатели коэффициента вариации урожаев, возросла устойчивость к полеганию.

По сравнению с очень пластичным сортом Донецкий 8 имеющим наибольшее распространение в СССР (также бывшим стандартным сортом в опытах станции продолжительное время) у новых сортов выросли общая и потенциальная урожайность, а также и продуктивность в условиях засухи. Коэффициенты пластичности у новых сортов достигли высокого уровня сорта Донецкий 8. Вместе с тем за счёт повышения продуктивности в сухие годы коэффициенты вариации урожаев несколько понизились.

Таких результатов удалось достигнуть, в том числе, и благодаря включению в скрещивания с местными сортами высокопластичных и высокопродуктивных образцов коллекции ВНИИР, как к-22022 Целинный 5, к-23682 Донецкий 8, к-19935 Донецкий 4, к-29612 Донецкий 10, к-27506 Одесский 111, к-29174 Фликса. За последние 30 лет селекции в гибридизацию ячменя на станции было привлечено 412 сортообразцов коллекции ВНИИР. В настоящее время в происхождении перспективных форм сортоиспытаний участвуют, кроме названных выше, и образцы – к-27880 Оренбургский 11, к-29830 Оренбургский 15, к-29266 Целинный 30, к-26337 Первенец, к-25936 Черноградский 86, к-27693 Черноградский 385, к-29629 Дивный, к-29828 Тогузак, к-29049 Медикум135, к-29832 Степной дар, к-29576 Вовман, к-22018 Докучаевский 1, а также сорта Гонар, Омский 86 и Омский 87.

Благодаря использованию в скрещиваниях образцов коллекции ВНИИР у материала станции удалось повысить потенциал продуктивности, пластичность, улучшить качество зерна, устойчивость к полеганию и некоторым листостебельным и головнёвым болезням.

A. V. ILYIN,
T. I. STEPANOVA

THE USE OF ACCESSIONS FROM THE VIR COLLECTION IN BREEDING SPRING BARLEY FOR HIGHER PLASTICITY AND POTENTIAL PRODUCTIVITY IN THE TRANS-VOLGA STEPPE CONDITIONS

Summary

In the second half of the 20th century breeders of the Krasny Kut Breeding Experiment Station faced the problem of raising ecological plasticity and potential productivity of breeding material. The inclusion of cultivars of high plasticity and productivity from the VIR collection into breeding programs resulted in releasing new cultivars which are now commercially cultivated in the Middle and Lower Volga regions. New initial breeding material has been selected and made it possible to increase potential productivity, plasticity, grain quality, resistance to lodging and some leaf and stem diseases and smuts.

**М. Н. Кишка,
Л. И. Ставэр**

ВЛИЯНИЕ ГЕНОФОНДА НА СОРТОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ОЗИМОГО ЯЧМЕНЯ

Создание высокопродуктивных, хорошо приспособленных к местным условиям сортов озимого ячменя – это актуальная проблема и на современном этапе селекции. Характерной чертой производства зерна этой культуры на протяжении многих лет является нестабильность урожаев и валовых сборов. Их изменчивость по годам довольно высокая. Поэтому проблемы роста и стабилизации урожаев всегда были в центре внимания селекционных программ. В связи с этим все наши работы направлены на совершенствование основных количе-

ственных признаков, таких как устойчивость к перезимовкам, устойчивость к засухам, устойчивость к болезням и др.

Но результативность селекционной работы в большой степени определяется наличием разнообразного генофонда [1–3]. Основным методом создания новых сортов является гибридизация отдаленных форм с последующим отбором и тщательной оценкой исходного материала в конкретных условиях среды.

Материалы и методика исследований

Материалом для исследований служили сорта местной селекции, а также генотипы, полученные из различных стран. За последние 10 лет мы получили образцы озимого ячменя из России (Санкт-Петербург, ВИР), Франции, Болгарии, Венгрии, Канады, Украины, Сирии, Румынии, США. Полученный материал мы тщательно изучили и дополнили рабочую коллекцию. Перспективные сорта вовлекали в скрещивание.

Методика изучения сортов общепринятая. Опыты по изучению сортов местной и зарубежной селекции высевались по предшественнику горох на зерно, в четырех повторениях с площадью делянок 10 м². В период вегетации проводились все необходимые оценки, подсчеты и измерения в соответствии с методиками. Математическая обработка полученных результатов проводилась по Доспехову.

Результаты исследований

Поступивший из других селекционных регионов коллекционный материал был очень богат генетическим разнообразием количественных признаков.

У изученных нами сортов различия по продолжительности вегетационного периода были в пределах 7–22 дней.

Эти различия у большинства сортов обуславливались, прежде всего, разницей периода от всходов до колошения. Однако выяснилось, что различия в периоде вегетации одного и того же сорта в различные годы в зависимости от погодных условий больше были обусловлены изменением второй фазы развития – цветение-созревание. Не жаростойкие формы просто горели (высыхали).

Очень большая вариация наблюдалась по высоте растений до 60 см. Изменчивость в пределах одного генотипа так же, как и по вегетационному периоду, очень зависела от погодных условий.

Изучаемые образцы имели высокую изменчивость и по продуктивности растений. По данному признаку выделились сорта венгерской, болгарской, румынской и украинской селекции. Продуктивные сорта вышеуказанных учреждений уступали местным сортам по морозо-зимостойкости. Это очень хорошо было видно в суровые зимы 1993–1994 и 2003–2004 сельскохозяйственных годов. Поэтому иностранные генотипы использовали только в качестве отцовских форм для скрещиваний с последующей жесткой браковкой в гибридном потомстве. За последние 10 лет мы провели 10400 гибридных комбинаций, 40% от этого количества были скрещены с генотипами иностранной селекции. Это позволило в большой степени увеличить изменчивость количественных признаков.

Изменчивость растений по их высоте в изучаемых опытах за последние годы увеличилась на 30 см. Изменчивость по вегетационному периоду увеличилась до 10–12 дней. Увеличение пределов изменчивости количественных признаков повысило возможности отбора. На данный момент по этой культуре получено много самых разнообразных сортов.

Согласно данным, представленным в таблице 1, новые сорта нашей селекции очень разнообразны по высоте растений, вегетационному периоду и имеют довольно хорошую и стабильную по годам урожайность. Из 10-ти сортов, представленных в таблице, пять первых районированы в Республике Молдова. Три первых (Молдавский-18, Тигина, Мугурел) районированы также в Республике Беларусь. Остальные пять сортов находятся в Государственном сортоиспытании. Новые, последние сорта нашей селекции, такие как Бц-14/2002, Стрэ-

лучитор, Сперанца также выделяются и по устойчивости к засухе. Они существенно превышают стандарты по обоим предшественникам (горох/зерно, кукуруза/силос).

**Результаты изучения районированных и перспективных
сортов озимого ячменя (2005–2007 гг.)**

The results of studies of commercial and perspective winter barley cultivars (2005–2007)

Сорт	Урожайность, ц/га		Высота растений, см	Вегетационный период, дни
	предшественник			
	горох/зерно	кукуруза/силос		
Молдавский 18	47,0	33,4	112	254
Тигина	42,2	33,9	112	254
Мугурел	47,8	34,3	112	250
Чулук	47,5	34,5	106	254
Бц-14/2002	49,5	37,3	92	247
Андриеш	45,2	35,0	111	254
Стрэллучитор	49,5	35,0	95	247
Спумос	49,9	34,0	104	250
Сперанца	51,5	36,6	105	254
Скынтея	51,6	36,0	95	247

Выводы

Сорта озимого ячменя селекции Научно-исследовательского института полевых культур имеют довольно высокий уровень конкурентоспособности. Они выделяются довольно высокой и стабильной урожайностью. Хорошо переносят суровые зимы. Обладают достаточно хорошей устойчивостью к засухам и болезням.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самсонов В. П. Коллекция мировых растительных ресурсов на службе селекции в Белорусском НИИЗ. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, Ленинград, 1978. Т.63. Вып. 2.
2. Новикова М. В. и др. Оценка образцов озимой пшеницы различного географического происхождения в условиях Молдавии // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, Ленинград, 1978. Т.63. Вып. 2.
3. Гаркавий П. Ф. Результаты и основные направления селекции ярового ячменя – ячмень в условиях интенсивного земледелия // Сборник научных трудов. Одесса, 1982.
4. Кишка М. Н., Унтила И. П. Новый сорт озимого ячменя Тигина // Информационный листок. 1997.
5. Кишка М. Н. и др. Новый перспективный сорт озимого ячменя Мугурел // Информационный листок. 1997.

M. N. CHIȘCA,
L. I. STAVĂR

**THE INFLUENCE OF COLLECTION MATERIAL ON THE DIVERSITY OF WINTER
BARLEY CULTIVARS**

Summary

The present work stresses the importance of collection material for the success of breeding activities. It is demonstrated that the inclusion of accessions with different quantitative traits into breeding has increased the limits of these traits variation and broadened possibilities of selection and new cultivars creation.

РОЛЬ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ В СОЗДАНИИ НОВЫХ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В МОЛДОВЕ

Занимая в Республике Молдова незначительные площади (чуть более 30 тыс. га), яровой ячмень широко используется в производстве фуража. Из его зерна изготавливают крупы, но главное, что зерно ярового ячменя используется в виде сырья для приготовления пива. Велико его значение как страховой культуры, для пересева в годы с неблагоприятными условиями для перезимовки озимых культур.

Селекция ярового ячменя в Молдове уходит своими корнями в далекий 1945 год и велась в направлении создания сортов фуражного использования. В 1954 году началась исследовательская работа по созданию пивоваренных сортов.

Первыми районированными сортами были Ганна Лоосдорфская (Австрия) и Паллидум 32 (Одесса). Обладая недостаточной устойчивостью к полеганию, засухе и поражению болезнями, они много лет занимали в производстве большие площади [5].

Усилия молдавских селекционеров были направлены на создание сортов, которые характеризовались бы высоким потенциалом урожайности, устойчивостью к неблагоприятным условиям внешней среды (полегание, засуха, болезни) с соответствующим качеством зерна в зависимости от его использования (на корм или приготовление пива) [6].

Вопрос Мальцева Т. С.: «Какой сорт нам нужен?» и его ответ: «Такой, который бы соответствовал климатическим и почвенным условиям, был бы удобен для механизированной обработки, был бы засухоустойчивым и в то же время скороспелым» – остается актуальным и в настоящее время [2].

Основным методом создания исходного материала является гибридизация с последующим индивидуальным отбором элитных растений. Успех селекции связан с привлечением научно обоснованного, хорошо изученного исходного материала [4].

Источником такого исходного материала является мировая коллекция ВИР, агробиологическое изучение которой на протяжении многих лет велось в условиях Молдовы (Молдавский опорный пункт ВИР). При изучении коллекции большое внимание уделялось особенностям роста, развития и плодоношения образцов в разные по метеорологическим условиям годы (длина вегетационного периода, устойчивость к полеганию, засухе и болезням, продуктивность и составляющие ее элементы – число продуктивных стеблей на единицу площади, число и масса зерна с колоса, масса 1000 зерен и масса зерна с 1м²).

Изучение мировой коллекции ВИР в условиях Молдовы включало в себя все разнообразие сортов ярового ячменя. Все это позволило выделить образцы как отечественной, так и зарубежной селекции, отличающихся комплексом или одним каким-либо хозяйственно-ценным признаком. Хорошо ведут себя в наших почвенно-климатических условиях сорта одесской селекции (Одесский 100, Одесский 115, Прерия, Адапт и др.), Донецка (Донецкий 8, Донецкий 9), Keiti (Дания), Therese (Франция) и др.

Привлечение в скрещивание выделенных лучших сортов мировой коллекции ВИР, позволило создать богатый исходный материал, отбором из которого были созданы сорта Примэвара, Бельцкий 10, Виола, Букурос, Кодру, Кымпия, Фрэция, Униря и в последние годы селекции Ауриу, Сонор, Ионел. Не все сорта, переданные в Госкомиссию, были районированы. [7, 5].

Наиболее удачный сорт Сонор создан методом индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной в результате скрещивания (Nutans 76-2349 × Донецкий 9). Разновидность – *nutans*.

Сорт отличается высокой продуктивной кустистостью. Растения средней высоты (71,2 см), с варьированием в пределах 54–85 см. Обладая эластичной, сравнительно толстой соломиной, сорт устойчив к полеганию. Колос длиной до 9 см, желтого цвета, с антоциановым

окрасом в фазе молочной спелости, с длинными (до 17,0 см) остями. Зерно крупное. Масса 1000 зерен в пределах 48,0–58,0 г. Сорт устойчив к осыпанию, болезням (особенно к гельминтоспориозу), а также к засухе.

Сорт отличается своей экологической пластичностью. Содержание белка варьирует в зависимости от складывающихся погодных условий, в пределах 10,1–12,9%, крахмала – 40,4–52,2%. Натура зерна более 600 г/л.

Соносор обладает высокой и сравнительно стабильной урожайностью. Максимальная урожайность 6480 кг/га была получена в 1993 году.

Данный сорт районирован по I (северной) и II (центральной) зонам Республики Молдова.

Сорт Ионел получен методом индивидуального отбора из гибридной популяции (Hadmars Lebener 70249/70 × Mazurka). Разновидность – *nutans*. Высота растений до 70 см. Соломина не очень толстая эластичная, желтого цвета. Ости длинные, зубчатые, тонкие, эластичные, желтого цвета, легко обламываются при обмолоте.

Зерно желтого цвета, удлинённой формы. Масса 1000 зерен – 45,0–50,0 г.

Сорт среднеспелый (длина вегетационного периода 92 дня). Устойчив к засухе, осыпанию, полеганию и болезням.

Урожайность в годы испытания составляла 2,85 т/га по северной зоне республики, 2,69 т/га в центре и 2,05 т/га в южной зоне.

Оба сорта рекомендуются для использования в кормопроизводстве и в пивоварении.

Сроки сева и нормы высева обычные для ярового ячменя: рано весной, при первой возможности выхода агрегатов в поле, при норме высева 4,5–5,0 млн. всхожих зерен на гектар.

К сожалению, в нынешней экономической ситуации объёмы селекционной работы по яровому ячменю не только не увеличиваются, а, наоборот, в некоторых зонах данная тема закрывается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Латченко В. Н., Нищий И. А., Ковальский И. Д., Литовченко И. Ф. «Селекция ячменя в Молдавской ССР» // научные труды «Селекция ячменя и овса», 1971. С.79–93.
2. Мальцева Л. Т., Поликарпов С. А. «Селекция в жизни и деятельности Т. С. Мальцева» // журнал «Селекция и семеноводство» №3. 2005. С.20–23.
3. Манзюк В. Т. Создание высокопродуктивных сортов пивоваренного и кормового ячменя. Сб. научных трудов «Селекция ячменя и овса», 1971г., с.30-35.
4. Stavăr Lidia Ameliorarea soiurilor de orz de primăvară pentru condițiile Moldovei. Tezele conferinței științifice ICCS consacrate celor 50 ani de activitate a Academiei de Științe a Republicii Moldova // Bălți, 1996 P.44–46.
5. Трофимовская А. Я. Ячмень. Л.: Колос, 1972. 294 с.
6. Untila I. P., Postolatii A. A., Găina L. V., Covalischi I. D., Litovcenco I. F., Chișca M. N., Stavăr L. I. „Unele totaluri și perspectiva ale ameliorării cerealelor spicoase în Republica Moldova” Totalurile și perspectiva cercetărilor științifice la 50 ani de activitate (1944–1994) // Volum Jubiliar. Bălți, 1994. P.9–19.
7. Untila I.P., Covalischi I.D., Lidia Stavăr „Orientarea ameliorării orzului de primăvară pentru furaj și fabricarea berei în Moldova” // Tezele conferinței jubiliare consacrate celor 50 ani de activitate a ICCS. Bălți, 1994. P.12.

L. I. STAVĂR,
M. N. CHIȘCA

THE ROLE OF GLOBAL COLLECTION IN DEVELOPMENT OF NEW CULTIVARS OF SPRING BARLEY IN MOLDOVA

Summary

Profound study of the VIR global collection in Moldova has resulted in selecting accessions with either one or a complex of economically important traits. The use of the best of them in crossings has yielded rich initial material. Individual selections from hybrid population have resulted in

identifying the best lines and testing them in different nurseries. Named Kymnya, Frecie, Auriu, Sonor and Ionel, these lines have been submitted to the State Commission for Cultivar Trials. The latter two have been registered and recommended for forage production and beer brewing.

С. П. Халецкий

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В СЕЛЕКЦИИ ОВСА В БЕЛАРУСИ

Овес в Республике Беларусь возделывается на площади 200 тыс. га. Удельный вес сортов собственной селекции в посевах овса составляет 55%. В среднем по республике, в 2008 г. урожайность овса составила 33,6 ц/га, в лучших сельскохозяйственных предприятиях 60–70 ц/га.

Использование генетических ресурсов мировой коллекции Всероссийского института растениеводства им. Н. И. Вавилова является основой широкомасштабного и успешного селекционного процесса по любой сельскохозяйственной культуре. Селекционные работы по овсу в Беларуси были возобновлены в 1966 г. небольшой группой специалистов. На первом этапе шло накопление и изучение исходного материала, осваивались селекционно-генетические методы, создавался и испытывался новый селекционный материал. В сельскохозяйственных предприятиях республики возделывались преимущественно сорта зарубежной селекции.

Значительное углубление селекционных работ обеспечило открытие в 1972 г. опорного пункта ВИР по изучению мировой коллекции ячменя и овса в Белорусском НИИ земледелия. За время его функционирования заведующей опорным пунктом кандидатом сельскохозяйственных наук Н. С. Ивановой, под руководством А. Я. Трофимовской, было изучено более 5 тысяч сортообразцов овса.

В 70–80-е годы в Белорусском НИИ земледелия по овсу велись целенаправленные селекционно-генетические исследования, подготовка квалифицированных кадров. Основой для выполнения этих работ стал лучший генофонд коллекции ВИРа.

В 1970–1982 гг. М. П. Шишловым были проведены исследования по индуцированному мутагенезу и рекомбиногенезу овса и ячменя. В 1980–1994 гг. А. М. Шишлова проводила оценку комбинационной способности сортов овса в сетевых пробных скрещиваниях и ассоциативный отбор в гибридных популяциях. В дальнейшем ею были организованы исследования по межвидовой гибридизации овса в лаборатории генетики и биотехнологии. Результаты научных исследований данного направления представлены в отдельном сообщении.

В 1983–1989 гг. С. П. Халецким изучались биологические особенности и селекционное значение византийского и голозерного посевного овса в селекции на продуктивность в условиях Белорусской ССР, которые сформировали основу для создания в последующем высокоурожайных сортов голозерного овса. Телешиной А. Д. в период с 1989 г. по 1994 г. была изучена эффективность методов и приемов селекции овса. Авторы вышеназванных работ успешно защитили кандидатские диссертации и сформировали коллектив квалифицированных специалистов по генетике и селекции овса. В целях повышения эффективности научных исследований в марте 1990 г. в Белорусском НИИ земледелия и кормов в составе отдела селекции, первичного семеноводства и технологии возделывания ячменя, овса и тритикале была создана лаборатория овса. За это время коллективом селекционеров было создано 20 высокоурожайных сортов овса различного целевого использования, 10 из них включено в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород, допущенных к использованию в производстве на территории Республики Беларусь (табл.). Половина из них включена в список наиболее ценных по качеству сортов зерновых крупяных и зернобобовых культур. В Российской Федерации сорт Юбиляр включен в Госреестр, сорта Золак и Владыка (голозерный) проходят государственное сортоиспытание. Сорт Стралец включен в Госреестр Кыр-

гызстана, Белорусский голозерный – в Госреестр Литвы. Организовано государственное испытание белорусских сортов на Украине.

Большинство сортов было получено различными селекционным методами при активном использовании генетических ресурсов мировой коллекции. Родословная сорта Асилак включает более 10 сортообразцов, в том числе с участием вида *A. byzantina* (рис 1). Сорта голозерного овса Белорусский голозерный и Гоша были получены методом беккроссов при создании голозерных аналогов пленчатого сорта Saturn c.s. (ЧССР). В качестве донора голозерности привлекался сорт Цезарь (ФРГ) (рис. 2). Сорт Крепыш был создан методом межсортной гибридизации с участием 4-х сортообразцов в том числе зимующего сорта овса и мутантного сортообразца.



Р и с. 1. Родословная сорта овса Асилак
F i g. 1. Pedigry of oat cv. Asilak

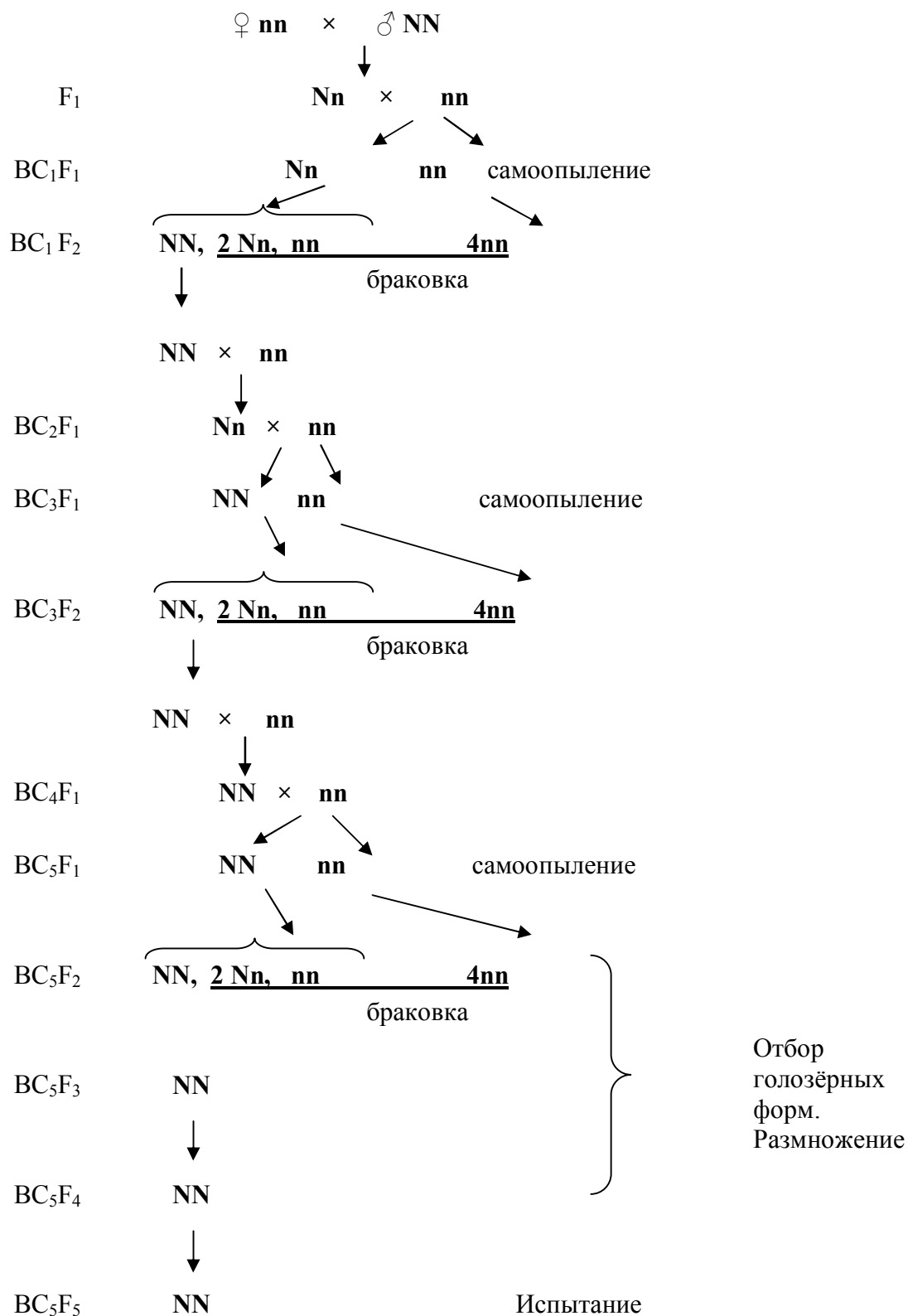
При использовании простых парных скрещиваний получены новые низкопленчатые сорта Запавет (Fabian × STH-110) и Золак (Brendan × Gramena), сорта Факс (Alf × Monar), Лидия (Ramira × Presta) успешно проходят государственное сортоиспытание. Урожайность новых сортов овса в испытаниях достигает 90–100 центнеров зерна с гектара (табл.).

При проведении селекционных работ в лаборатории овса основное внимание уделяется повышению урожайности новых сортов и ее стабильности в производственных условиях, улучшению качества зерновой продукции, формированию устойчивости растений к грибным болезням и полеганию. Селекционный материал с содержанием пленок в зерне более 25% жестко бракуется. Собрана и изучается коллекция короткостебельных сортообразцов, начаты работы по передаче этого признака высокоурожайным сортам, адаптированным к условиям республики.

Для усиления разнообразия исходного материала ведется активный обмен селекционным материалом с научными учреждениями Великобритании, Германии, Латвии, Польши, Российской Федерации, Украины, Эстонии. Наиболее плодотворным было сотрудничество с фирмой Стшельце (Польша), совместно с которой созданы высокоурожайные сорта Буг, Полонез, Стрелец.

С 2000 г. в Республике Беларусь реализуется государственная программа “Создание национального генетического фонда хозяйственно-полезных растений”. В результате её выполнения создано хранилище национального генетического фонда, в котором сделана первая закладка 112 образцов овса из 14 стран мира.

Использование генетических ресурсов позволило развернуть в Республике Беларусь эффективный селекционный процесс, создать и внедрить в сельскохозяйственное производство высокоурожайные сорта овса.



BC₁F₁ - BC₅F₅ – потомство беккроссов
 N – доминантный, n – рецессивный гены голозёрности

Р и с. 2. Схема создания голозёрных аналогов плёнчатого овса
 Fig. 2. Diagram of creating naked oats analogs to hulled oats

THE USE OF OAT GENETIC RESOURCES IN BREEDING IN BYELORUSSIA

Summary

Oat is one of the most important agricultural crops. The use of genetic resources from the VIR global collection has ensured successful oat breeding on a wide-scale basis in the Republic of Belarus. The results of research carried out at the Byelorussian Research Institute of Agriculture in the spheres of breeding and genetics are presented.

А. М. Шишлова

СОЗДАНИЕ РЕЦИПРОКНЫХ ГЕТЕРОПЛОИДНЫХ ГИБРИДОВ ОВСА

Актуальным методом повышения адаптивности, продуктивности, устойчивости к болезням, улучшения качества зерна являются межвидовые скрещивания овса, проводимые с целью интрогрессии зародышевой плазмы диплоидных видов овса в овес посевной.

Целью исследований являлось выявление генетико-биотехнологических особенностей, возникающих в процессе создания реципрокных гетероплоидных гибридов овса при скрещивании образцов видов *A. sativa* L. и *A. strigosa* Schreb.

Всего за период с 1986 по 2004 гг. в гибридизацию было привлечено 192 образца гексаплоидного вида *A. sativa* L. ($2n=42$, AACDD) и 65 образцов диплоидного вида *A. strigosa* Schreb. ($2n=14$, AsAs).

При скрещивании *A. sativa* × *A. strigosa* наблюдалась прогамная несовместимость, вследствие чего гибридные зерна завязывались с очень низкой частотой. В эксперименте предусматривалось определение генотипической специфичности родительских форм, выявление совместимых генотипов и разработка приемов, повышающих успех межвидовой гибридизации. В каждом из 23 вариантов, различных обработок родительских образцов, определяли процент завязавшихся гибридных зерен отдельно для каждой родительской формы, независимо от вида обработки ее партнера. В качестве контроля служил классический метод гибридизации без экспериментальных воздействий.

В ходе эксперимента было опылено 21534 цветка и получено 142 гибридных зерна. Из 23 вариантов обработок в 14 получен положительный результат (табл. 1). Из всего разнообразия вариантов экспериментальных воздействий наиболее эффективным в преодолении прогамной несовместимости оказалось совместное использование химических и физических мутагенов с перекисью водорода и биологически активными соединениями. Завязываемость в опытных вариантах зависела как от влияния генотипа родительских форм и влияния воздействий, так и от их совместного действия. Геномный состав полученных гибридов F_1 представлен как $2n = 28$, AAsCD. Возможность получения фертильного потомства F_1 между видами *A. sativa* и *A. strigosa* теоретически базируется на основе гомологии отдельных геномов этих видов. Межвидовой полиморфизм хромосом в геноме А затрагивает пару самых коротких неравноплечих хромосом набора или пару спутничных неравноплечих хромосом. Геном А филогенетически считается более древним по сравнению с геномами С и D, и вероятно, гены, ответственные за репродуктивные функции у гексаплоидных видов, не дивергировали из генома А. Фертильность гибридов F_1 будет обеспечиваться конъюгацией гомологов в геномах А и As или же их взаимозамещением. Избыток генетического материала в виде геномов С и D, которые произошли от генома А, что подтверждено разными учеными, будет также стохастически участвовать в этом процессе.

Гибриды F_1 поколения были нормальной фертильности, а по отдельным комбинациям наблюдался гетерозис по количественным признакам. При оценке более 400 линий на инфекционном фоне с искусственным заражением *Puccinia coronata* было установлено, что коэффициент парной корреляции между продуктивностью и устойчивостью линий к этой бо-

лезни, был высокодостоверным и отрицательным: $r = -0,82$. Это указывает на необходимость воздействия рекомбиногенными факторами на растения F_1 .

Т а б л и ц а 1. Влияние различных видов воздействий на завязываемость гибридных зерен при гетероплоидных ($6x \times 2x$) скрещиваниях овса
Table 1. Influence of different factors on hybrid seed setting
in oat heteroploid ($6x \times 2x$) crosses

№ п/п, вид воздействия	Объект воздействия (родительская форма)	Опылено цветков, шт.	Получено зерен	
			шт.	%
1. Контроль		9930	65	0,52
2. Иммунодепрессанты (ИД)	материнская	684	2	0,29
3. Борная и янтарная кислоты	"	147	3	2,04**
4. Экстракт пестиков	"	605	6	0,99*
5. ИД + экстракт пестиков	"	263	3	1,14**
6. Химические мутагены (ХМ)	"	1809	6	0,33
7. Химические мутагены	отцовская	3509	23	0,66
8. Физические мутагены (ФМ)	"	1544	14	0,91*
9. ФМ + H_2O_2	"	274	1	0,36
10. ФМ + H_2O_2	отцовская	1236	21	1,70**
11. ФМ + $t=120^\circ C$	материнская	316	2	0,63
12. ХМ + ФМ + H_2O_2	"	258	7	2,71**
13. ФМ + ИД	"	513	1	0,19
14. ФМ + ИД + H_2O_2	"	135	1	0,74
15. ФМ + ИД + H_2O_2	отцовская	409	2	0,49

Примечания: 1. * – достоверно при $P_{0,05}$;
 2. ** – достоверно при $P_{0,01}$

Проведенные исследования показали, что преодоление прогамной несовместимости у овса можно частично осуществлять на уровне мутационных изменений генов скрещиваемости, при ослаблении иммунологических реакций материнского организма с учетом генотипической специфичности родительских форм.

При реципрокных гетероплоидных скрещиваниях овса, когда в качестве материнских форм использовали образцы диплоидного, а в качестве отцовских – образцы гексаплоидного вида, наблюдалась постгамная несовместимость, т.к. завязываемость была достаточно высокой, но зерновки погибали через 14–19 дней после опыления.

Особый интерес при таких скрещиваниях представляла оценка генотипической специфичности совместимости образцов ди- и гексаплоидных видов овса, эффективность преодоления постгамной несовместимости и стерильности растений F_1 , а также стабилизация гибридов в ряду поколений. Для индукции мутаций генов совместимости использовали обработку семян родительских форм физическими и химическими мутагенами: ультразвуком, перекисью водорода, азотнокислым свинцом. К показателям, которые более полно оценивают роль генотипа исходных форм в создании межвидовых гибридов отнесли завязываемость гибридных зерен, степень дифференциации зародышей, эффективность регенерации растений F_1 в условиях *in vitro* и фертильность растений F_1 поколения.

За время исследований проведено 835 комбинаций скрещиваний. С участием пленчатых отцовских форм проведено 395 комбинации скрещиваний, голозерных – 193, гибридов –

100. Всего было опылено 65203 цветка, получено 21636 зерновок, при средней завязываемости по всему блоку скрещиваний – 35,8%. В 63 (9,1%) комбинациях скрещиваний гибридные зерна не получены. Различные образцы овса, в силу своих генетических особенностей будут по разному влиять как на завязываемость гибридных зерен, так и на степень дифференциации зародышей. Определение генотипической специфичности, отдельных этапов создания отдаленных гибридов овса, позволит выявить генотипы, обладающие максимальной эффективностью на каждом из них. На базе этих генотипов необходимо создавать внутривидовые гибриды F_1 материнских и отцовских форм с целью дальнейшего их использования в отдаленной гибридизации. Это позволит сделать процесс создания межвидовых гибридов овса менее ген-специфичным и более эффективным.

Было установлено, что воздействие проникающей радиации и ингибиторов репарационных процессов на отцовские формы, а также использование макромутантов овса, как опылителей, может являться достаточно надежным приемом повышения скрещиваемости при межвидовой гибридизации овса.

Для преодоления постгамной несовместимости использовали эмбриокультуру *in vitro* молодых 14–19-дневных зародышей. Всего было высажено 7622 зародыша овса по 558 комбинациям скрещиваний, что составило 36,7% от числа полученных зерновок. Использование брассиностероидов до опыления более чем в два раза увеличивало выход дифференцированных зародышей. В процессе роста и развития зародышей в условиях *in vitro* были получены амфилоидные регенеранты $F_1 - 2n = 28$, AsACD. Растения F_1 поколения не давали потомства вследствие стерильности мужского гаметофита, что подтвердил цитологический анализ фертильности пыльцы. Регенеранты, выращенные в разные годы в различных условиях (теплица, климатическая камера, вегетационные сосуды, поле), характеризовались фенотипическим сходством с отцовскими гексаплоидными формами, что отмечено и другими авторами на межвидовых гибридах овса. Используя различные среды и фитогормоны, мы также пытались повлиять на процесс развития и роста зародышей в условиях *in vitro* с целью увеличения выхода регенерантов. Наиболее существенное действие, из изученных биологически активных соединений, на регенерацию растений в *in vitro* из незрелых зародышей оказал пиклорам, потом абсцизовая кислота и 2,4Д. Из 7622 высаженных зародышей было получено 625 (7,3%) растений по 198 комбинациям. В результате проведенных исследований установлена генотипическая специфичность родительских форм по завязываемости, степени дифференцированности гибридных зародышей и выходу гибридных растений F_1 (табл. 2). Разработаны методы, повышающие завязываемость гибридных зерен, дифференциацию зародышей и регенерацию растений.

Исходя из полученных данных, можно заключить, что при межвидовых гетероплоидных скрещиваниях овса (42×14) наблюдается прогамная несовместимость (низкая завязываемость – 0,52% и средняя жизнеспособность зерновок), а в реципрокных комбинациях – постгамная несовместимость (относительно высокая завязываемость – 35,8% и полная гибель зерновок). Это указывает на реципрокные различия при межвидовых гетероплоидных скрещиваниях овса. Различные воздействия на родительские формы, а также извлечение зародыша из гибридной зерновки и дальнейшее его развитие в условиях *in vitro*, позволяют получить гибридные растения.

Если реципрокные различия рассматривать только с генетической точки зрения, то в прямых и обратных скрещиваниях участвуют одни и те же ядерные, но различные цитоплазматические гены. Причем, в первом случае, когда плазмоген гексаплоидный, образовавшаяся зигота развивается нормально, чего не наблюдается в реципрокных скрещиваниях, где материнский плазмоген диплоидный. Вероятно, гибридный геном не может полностью функционировать в таком плазмоне, хотя последний функционирует нормально. Материнский эффект – это результат активной деятельности среды материнского растения, в которой идет развитие гибридного организма, и влияние этой среды оказывается определяющим на жизнеспособность гибридных зерновок.

PRODUCTION OF RECIPROCAL HETEROPLOID OAT HYBRIDS

Summary

Interspecific hybridization is a promising way of increasing adaptability, productivity, disease resistance and grain quality. The research performed from 1986 through 2004 has resulted in revealing genetic and biochemical peculiarities occurring in the process of reciprocal heteroploid oat hybrids creation by crossing accessions of *A. sativa* L. and *A. strigosa* Schreb.

М. Н. Фомина

**РАЗВИТИЕ СЕЛЕКЦИИ ОВСА В СЕВЕРНОМ ЗАУРАЛЬЕ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНОФОНДА МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ ВИР**

Северное Зауралье – обширный регион с разнообразным почвенно-климатическим потенциалом. Существенное различие сельскохозяйственных зон по природно-климатическим условиям требуют соответствующего подхода при подборе и создании сортов для каждой зоны.

Для успешного решения задач, поставленных перед селекцией, необходимо наличие разнообразного исходного материала. В качестве, которого, могут быть использованы местные и дикорастущие образцы, сорта инорайонной селекции, гибридные и мутантные формы, созданные человеком.

Подбором и выведением сортов овса в Северном Зауралье до начала XX века практически не занимались. Селекционные работы были начаты в 1913 г. первым агрономом Тобольской губернии Н. Л. Скалзубовым в частном селекционно-семеноводческом хозяйстве Л. Д. Смолина [1, 2]. Им заложены первые селекционные питомники и начато сортоиспытание зерновых культур, в том числе и овса.

Геоботанические исследования Западной Сибири и непосредственно Северного Зауралья позволили собрать, изучить и описать единичные образцы овса. Методом массового отбора из местных популяций получены линии и сорта, из которых в производство были переданы «Краузей р. 117» и «Мутика р. 145» [3]. В последствии они были вытеснены из производственных посевов более крупнозерными сортами шведской селекции Победа и Золотой дождь.

С установлением советской власти селекционные работы в Северном Зауралье длительный период времени не велись. Они были возобновлены в конце 70-х годов прошлого столетия на опорном пункте СибНИИСХ, а с 1981 г. ведутся в НИИСХ Северного Зауралья [4, 5]. Работы по созданию новых сортов овса выполняются в тесном сотрудничестве с другими научно-исследовательскими учреждениями РФ (ВНИИР им. Н.И. Вавилова, СибНИИСХ, СибНИИРС, Нарымская ГСС и др.).

Большинство созданных в условиях Северного Зауралья сортов и перспективных линий берут начало из генетического банка ВНИИР им. Н. И. Вавилова, в том числе Мегион и Талисман, находящихся в государственном реестре селекционных достижений (табл.).

Благодаря коллекции ВИР, в условиях Северного Зауралья изучено более 1500 образцов овса из 35 стран мира. В результате исследований были выделены источники хозяйственно-ценных признаков, необходимые для селекционной работы в данном регионе. Лучшие образцы после детального изучения вовлекались в скрещивания и использовались для формирования рабочей коллекции.

Изучение мировой коллекции ВИР позволило выявить основные закономерности формирования хозяйственно-ценных признаков у сортов разных групп спелости, связь их между собой и урожайностью, а в соответствии с этим определить перспективы селекции овса в зоне Северного Зауралья.

Происхождение сортов, созданных в НИИСХ Северного Зауралья
Origin of cultivars created at the Agricultural Research Institute for the Northern Transurals

Сорт	Происхождение	Год	
		гос. сорто-испытания	гос. регистрации в госреестре сел. достижений
Тюменский 82	Risto × Forward	1982–1984	
Вагай	И.о. Forward	1985–1987	
Мегион	Нарымский 943 × Пшебуй II	1990–1993	1993
Сезаир	Toral × Nerva	1995–1997	
Талисман	Flamingsnova × Метис	1999–2002	2002
Малыш	(Омск. 85-3170 × Иртыш 13) × (Иртыш 10 × Перона)	2001–2003	
Журавленок	Алтайский 85-1130 × Вагай	2002–2004	
Шансон	Blendohavre × Elgin	2004–2006	

Анализ полученных данных свидетельствует о влиянии метеоусловий на рост и развитие овса. Особенно четко различия между сортами разных групп спелости проявлялись при недоборе суммы эффективных температур и избыточном увлажнении. В результате проведенных исследований установлена зависимость между продолжительностью вегетационного периода, среднесуточной температурой воздуха и количеством выпавших за этот период осадков.

Продолжительность вегетационного периода в целом (всходы-восковая спелость) у сортов овса сильно зависела от среднесуточной температуры воздуха ($r = -0,84-0,94$). В первый межфазный период (всходы-выметывание) овес менее требователен к теплу ($r = -0,68-0,78$), чем во второй (выметывание-восковая спелость) ($r = -0,80-0,95$).

Большое влияние на продолжительность вегетационного периода сортов овса оказывали осадки, выпадающие в течение весеннее – летнего периода ($r = 0,46-0,65$). При этом раннеспелые и среднеранние сорта более чувствительны к недостатку влаги в первый период вегетации. Летние же осадки (период выметывание-восковая спелость) полнее использовали среднеспелые и среднепоздние сорта.

Анализ взаимосвязи урожайности с продолжительностью всего периода вегетации и межфазных периодов показал, что она неоднозначна для сортов разных групп спелости и в большой степени зависит от условий выращивания.

Урожайность и элементы, формирующие ее, зависят не столько от продолжительности вегетационного периода в целом, сколько от длины межфазных периодов. Скороспелые сорта при удлинении периода всходы-выметывание, как правило, увеличивали урожайность. Продуктивность при этом росла за счет высокой озерненности метелки ($r = 0,36-0,50$). Урожайность среднеспелых сортов менее тесно связана с продолжительностью первого межфазного периода ($r = 0,18-0,34$), а в экстремальных условиях (низкие температуры, высокая влажность) наблюдалась отрицательная корреляция ($r = -0,11-0,18$). У среднепоздних сортов в большинстве случаев при удлинении первого периода наблюдалась тенденция к снижению урожая. Увеличение продолжительности второго межфазного периода (выметывание-восковая спелость) в благоприятные годы снижало урожайность ($r = -0,11-0,42$). В условиях жесткой весенне-летней засухи удлинение периода выметывание-восковая спелость способствовало увеличению урожая за счет эффективного использования осадков второй половины лета, способствующих формированию выполненного зерна ($r = 0,10-0,39$).

В результате изучения исходного материала выделена группа сортов, которые могут быть использованы в селекции на скороспелость. К ним относятся: Скороспелый, Кировский, Дэнс (Кировская область); Таежник (Томская область); Журавленок (Тюменская об-

ласть); ряд образцов из Финляндии, Швеции и Германии. Часть из них уже включены в селекционный процесс.

Большую ценность для селекции представляют сорта устойчивые к полеганию, так как потери от него в отдельные годы могут достигать 25 и более процентов.

Полегание зависит от ряда метеорологических и агротехнических условий. Генетически обусловленными свойствами растений, обеспечивающих устойчивость, являются морфологические, анатомические и механические свойства стебля и корневой системы [6].

Один из основных морфологических признаков – высота растения. Наиболее устойчивыми к полеганию являются короткостебельные сорта, поскольку между высотой растения и признаком устойчивости наблюдается обратная корреляция ($r=-0,32-0,71$). В тоже время больший диаметр междоузлий, мощная корневая система и прочность соломины на излом обеспечивают высокорослым растениям достаточную устойчивость к полеганию [7].

Изучение набора коллекционных образцов показало их широкое разнообразие по устойчивости к полеганию. В результате изучения исходного материала выделена группа сортов, сочетающих устойчивость к полеганию с высокой урожайностью. Они имели упругую прочную соломину высотой 83–95 см. Это сорта местной селекции Мегион, Талисман, Журавленок; Астор (Нидерланды), Ariban (Голландия), Consel (Австрия), Carlote (Франция) и другие.

Из болезней овса в Северном Зауралье широко распространены пыльная и покрытая головня. Поражение головневыми заболеваниями за последние 10 лет (1998–2008 гг.) в естественных условиях было отмечено у многих коллекционных и селекционных номеров. Особенно сильно покрытая головня проявилась в 1998 г. Поражение ряда сортов (Сезаир, Универсал 1, Астор и др.) и селекционных линий (ТМ 89 – 44 - 4, ТМ 89 -26 - 2, ТМ 89 – 14 - 4, ТМ 91 – 101 - 4) составило 0,8–8,8% на естественном фоне. В 2001–2003 гг. сильное поражение покрытой головней было отмечено у голозерных образцов. Оно составило 0,07–30,5%.

Оценка перспективных образцов овса на инфекционном фоне выявила их высокую дифференциацию по степени поражения головневыми заболеваниями. Наибольшее количество устойчивых форм выделено из стран Северной Америки. Практической устойчивостью (поражение до 5%) отличались сорта Северный 209 (Россия), Kallot (Швеция), Sirene (Франция), Тагга (Австрия). Из голозерных образцов не поражались Nos Nacht (ФРГ) и Penline 9010 (США). Устойчивостью к патогенам отличались также некоторые селекционные формы (Журавленок, ТМ 95 – 20-2, ТМ 96 – 51 - 4, ТМ 95 – 67 – 14 и др.), созданные на основе выделенных ранее иммунных источников.

На основании полученных экспериментальных данных нами были определены основные параметры моделей сортов овса раннеспелого и среднеспелого типа для природно-климатических зон Тюменской области и выделены источники для реализации селекционной программы по созданию сортов овса нового поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сацыперов Ф. Начало селекционной работы в Сибири // Оттиск из трудов Бюро по прикладной ботанике. 1915. Т. VIII. № 7. С. 868–870.
2. Иваненко А. С. У истоков научной селекции полевых культур в Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1984. № 6. С. 37–40.
3. Скалозубов Н. Л. Сельское хозяйство в Тобольской губернии.- СПб., 1895. 29 с.
4. Фомина М. Н. Исходный материал для селекции сортов овса интенсивного типа в условиях Северного Зауралья: Дисс. канд. с.-х. наук / М. Н. Фомина. Тюмень, 1998. 205 с.
5. Фомина М. Н. Овес в северном Зауралье (история культуры и селекции) // Мат. междунар. науч.-практ. конф.: «Селекция, семеноводство и технология возделывания зернофуражных культур» льяновск: льяновский НИИСХ, 2008. Ульяновск . 2008. С.195–99.
6. Солдатов В. Н., Лоскутов И. Г. Изучение полегания овса прямыми и косвенными методами в условиях Северо-Запада РСФСР // Научно-технический бюллетень ВИР. № 169 «Генетика и селекция ржи и зернофуражных культур» Л. 1987. Вып. 169. С. 75–77.
7. Петров Г. Л. Биологическая и селекционная ценность скороспелых сортов овса в условиях Северного Зауралья: Атореф. дисс. на соиск. учён. степ. канд. с.-х. наук Л.: ВИР. 1988. 17 с.

DEVELOPMENT OF OAT BREEDING IN THE NORTHERN TRANSURALS USING
OAT GENETIC RESOURCES FROM THE VIR GLOBAL COLLECTION

Summary

The Agricultural Research Institute for the Northern Transurals started its breeding activities in 1981. The majority of cultivars have been bred on the basis of the VIR collection (see included pedigrees). Over 1500 oat accessions from 35 countries of the world have been studied. Regularities in formation of the economically important traits in cultivars belonging to different maturity groups, interrelation of these traits and their relation with the yielding ability have been established. Perspective plans with respect to breeding activities in the Northern Transurals have been outlined and sources to be used in breeding programs aimed at developing advanced oat cultivars selected.

Л. В. Козленко

КОЛЛЕКЦИЯ ЯЧМЕНЯ В МОСКОВСКОМ ОТДЕЛЕНИИ ВИР

Со дня организации Московского отделения ВИР в 1958 г. здесь были начаты работы по поддержанию всхожести и изучению коллекции ячменя сначала в составе лаборатории зерновых культур, а затем в выделенной в отдельное подразделение лаборатории зернофуражных культур. До 1991 г. эти работы возглавлял к.б.н. Эммерих Э. Д.

В 1971 г. по постановлению Ученого Совета ВИР в Московском отделении была высеяна вся мировая коллекция ярового ячменя, 11300 образцов из более, чем 60 стран мира. Идейным вдохновителем и организатором этой работы была Трофимовская А. Я. Проведенный впервые такой посев позволил оценить все разнообразие ячменей, определить особенности каждой экологической группы, генцентра, средоточие отдельных хозяйственно ценных признаков. Кроме того, был дан толчок к более широкому использованию образцов мировой коллекции в селекции. Семинар селекционеров, проведенный на основе этих посевов, способствовал расширению сотрудничества ВИР, МОБИР с селекцентрами, интенсивному пополнению коллекции ВИР новым исходным материалом, созданным селекционерами страны.

Работами лаборатории показано, что ультраскороспелые и скороспелые формы ячменя сосредоточены главным образом в Центральных, Северо-Западных районах и Сибири, странах Прибалтики, Турции, Эфиопии.

Местом средоточения генетического фонда устойчивости к полеганию является Западная Европа и Япония.

Источники продуктивности находятся среди образцов стран Западной Европы, Северной и Южной Америки. Из регионов России это Волго-Вятский, Центральный Нечерноземный и Центральный Черноземный экономические районы.

Крупнозерность характерна для образцов Переднеазиатского, Абиссинского, Европейско-Сибирского и Средиземноморского генцентров. Ячмени Восточно-Азиатского генцентра являются преимущественно мелкозерными.

Для более полной характеристики коллекционного материала и эффективного его использования в селекции у больших групп сортов различного происхождения, разных генцентров (Япония, Китай, Индия, США и Канада) изучены корреляционные связи между признаками продуктивности, высоты растений, продолжительности вегетационного периода.

Несомненную ценность в работе лаборатории с коллекционным материалом представляет монографичность (по крупным регионам мира) и комплексность (совместно с лабораториями биохимии, иммунитета, генетики) изучения коллекционных образцов ячменя и овса.

Большое внимание в изучении ячменя было уделено Эфиопии как основному географическому центру сосредоточения наибольшего разнообразия ячменей. В Московском отде-

лении ВИР изучено 1340 образцов и показано, что ячмени Эфиопии представляют интерес как источники ценных селекционных признаков: скороспелость, высокая масса 1000 зерен, высокая продуктивная кустистость, озерненность колоса, урожайность. Образцы Эфиопии отличаются высоким содержанием белка (более 18%), выделены также образцы с высоким содержанием лизина (свыше 3%). На основе выделенных перспективных образцов Абиссинского, Переднеазиатского и Средиземноморского генцентров происхождения ячменя создан ценный исходный материал, получены продуктивные линии с высоким содержанием белка и лизина, изучен характер наследования признаков продуктивности и качества зерна. Указано (Эммерих Э. Д., Лукина Н. И.) на несомненную ценность образцов DZ 02-530(к-22981) DZ 02-547 (к-21849) как доноров высокого содержания белка в зерне и лизина в белке, наряду с эталонами Хайпроли и Ризо 1508.

В изучении образцов стран Европы отмечено, что ценные селекционные признаки локализованы: скороспелость – среди ячменей Скандинавских стран и южной части Европы; устойчивость к полеганию – среди образцов Швеции; большая масса 1000 зерен – в сортах Центральной и южной части Европы; высокая продуктивная кустистость – в сортименте Швеции, Дании (табл. 1).

За период с 2000 по 2008 г.г. лабораторией зернофуражных культур МОВИР было изучено в полевых условиях по хозяйственно ценным признакам 143 образца ячменя.

Сравнение вели со стандартным сортом Зазерский 85 (26965, Беларусь).

Погодные условия в годы изучения (2000–2008 гг.) были разнообразны: от засушливых и жарких (2002, 2007 гг.) до чрезвычайно переувлажненных и холодных (2005 г.). Для 2000, 2006 гг. характерны засушливая первая половина вегетации и дождливая – вторая, для 2001, 2003 гг. – наоборот, переувлажненная и прохладная первая и чрезвычайно засушливая – вторая половина вегетации.

Судя по урожаям стандартного сорта Зазерский 85, наиболее благоприятными для ячменя были 2000 г. - масса зерна с 1м² составила 415 г, 2003 г. – 519 г, 2004 г. – 476 г, 2008 г. – 470 г, менее благоприятными – 2005 и 2002 гг., неблагоприятными были 2001, 2006 и 2007 гг.

Т а б л и ц а 1. Локализация хозяйственно ценных признаков в различных регионах мира

Table 1. Localization of economically important traits in regions of the world

Признак	Регион сосредоточения
Ультраскороспелость, скороспелость	Центральный, Северо-Западный районы, Сибирь, Прибалтика, Турция, Эфиопия, Индия.
Устойчивость к полеганию	Западная Европа, Япония
Продуктивность	Западная Европа, Северная и Южная Америка. Волго-Вятский, Центральный Нечерноземный и Центральный Черноземный экономические районы.
Крупнозерность	Переднеазиатский, Абиссинский, Европейско-Сибирский, Средиземноморский генцентры.
Мелкозерность	Восточно-Азиатский генцентр

Лимитирующим признаком в Нечерноземной зоне является скороспелость. Обычно ультраскороспелые сорта в нашей зоне не показывают хорошей продуктивности, в связи с чем в качестве источников скороспелости мы выделяем образцы, скороспелее стандартов на 5–7 дней, но продуктивные. Продолжительность вегетационного периода стандартного сорта Зазерский 85 в годы изучения составила 81–92 дня. Источниками скороспелости среди изученных образцов являются: к-30452 Задонский 8 Ростовская обл., к-30574 Filippa Швеция, к-30601 Kasota Канада, к-30774 Кара-

балыкский 5 Челябинская обл., к-30826 Вулкан Красноярский кр., к-30827 Сокол Ростовская обл., к-30842 Колизей Архангельская обл., к-30886 Нутанс 290 Саратовская обл., к-30913 ГЦ 188, к-30915 ГЦ 210 Московская обл. Они на 5–6 дней скороспелее стандарта при хорошей продуктивности растений и урожайности с единицы площади.

Другой лимитирующий признак в селекции ячменя для Нечерноземной зоны – устойчивость к полеганию и часто связанный с этим признак высоты растений. В селекции на короткостебельность ценными могут быть образцы: к-30578 Margit Швеция, к-30467 Jarke, к-30468 Ortega Германия, к-30595 Приазовский 9 Ростовская обл., к-30601 Kasota Канада, к-30749 Импульс 90 Свердловская обл., к-30847 Ясный Ростовская обл., и-577002 Forum Чехия. Соломина у них на 9–15 см короче, чем у стандарта Зазерский 85. И даже в годы сильного переувлажнения, при массовом полегании всей коллекции ячменя, они сохраняли устойчивость.

Одним из основных признаков, составляющих урожайность сорта, является крупность зерна. Стандарт Зазерский 85 формирует зерно средней крупности, масса 1000 зерен у него за годы исследований колебалась в пределах 36–42 г. Источниками повышенной крупности зерна могут служить образцы: к-30448 Сонет Свердловская обл., к-30721 Омский 90 Омская обл., к-30779 ГЦ 179 Московская обл., к-30800 Азов Ростовская обл., к-30801 Горинский Белгородская обл., к-30802 Асуагио Чили, к-30825 Луоке Литва, к-30830 Партнер Тюменская обл., к-30847 Ясный Ростовская обл., к-30851 Переможец Украина, к-30887 Нутанс 401 Саратовская обл., к-30910 ГЦ 14 Московская обл., к-30933 Jersey Чехия, к-30958 Тонус Ростовская обл., к-30960 Медикум 110 Самарская обл., с массой 1000 зерен даже в неблагоприятные годы 46–57 г.

Высокой продуктивностью растения и метелки в разные годы в условиях Московской области отличались: к-30448 Сонет Свердловская обл., к-30598 Дыгин Якутия, к-30779 ГЦ 179 Московская обл., к-30780 ГЦ 254 Московская обл., к-30847 Ясный Ростовская обл., к-30933 Jersey Чехия, к-30801 Горинский Белгородская обл., к-30851 Переможец Украина, к-30934 Atribut Чехия.

Хорошим урожаем зерна с единицы площади обычно отличались образцы, не показывающие максимальную выраженность того или иного хозяйственно ценного признака, однако, в группе высокопродуктивных находятся и многие выделенные выше образцы (табл. 2).

Была проведена полевая оценка поражения образцов фузариозно-гельминтоспориозными корневыми гнилями (Григорьев М. Ф.)

Учет проявления болезни дифференцирован по поражаемым частям и органам растений позволил выявить более устойчивые в сравнении со стандартом образцы к-30460 Челябинский 96 Челябинская обл., к-30122 Андрей Кировская обл., к-30161 Актон Франция, к-30578 Margit Швеция, к-30362 Сталкер, к-30363 Эдем Украина, к-30846 Сигнал Новосибирская обл., к-30804 Адамовский 1 и к-30957 Натали Оренбургской обл., к-30819 Челябинский 1 Челябинская обл., к-30850 Planton Германия. Два образца были устойчивы как к фузариозно-гельминтоспориозной корневой гнили, так и к семенной инфекции, проявляющейся в виде «черного зародыша»: к-30460 Челябинский 96 и и-579158 Tankard Канада.

Используя разработанную В. А. Драгавцевым методику генетической инвентаризации исходных форм и селекционного материала, коллекция ячменя исследована на наличие источников адаптивности, аттракции и микрораспределения пластики в колосе. Для анализа полигенных систем на 20 растениях каждого изучаемого образца снимали показатели: масса растений, масса колосьев, масса зерна; далее пересчетом определяли массу соломы и массу мякоти. Расчет вели на 1 растение и 1 стебель. При выделении носителей полигенных систем принимали во внимание принадлежность образцов к группам с различным сочетанием полигенных систем (I–IV), направление сдвига (+, -), его величину и стабильность при различных условиях выращивания и анализа.

Таким образом, по результатам трех- или четырехлетнего изучения полигенных систем адаптивности, аттракции и микрораспределения пластики у коллекционных образцов ячменя, учитывая положительные характеристики образцов по хозяйственно ценным признакам выделены доноры каждой из указанных систем и комплексные, т.е. образцы, являющиеся донорами по трем полигенным системам (табл. 3).

Т а б л и ц а 2. Характеристика образцов ячменя по хозяйственно ценным признакам, среднее за годы изучения (2000–2008 гг.)

Table 2. Characterization of economically important traits in barley accessions; average for 2000 - 2008

№ по каталогу ВИР	Образец	Происхождение	Масса зерна, г			Число зерен с 1 колоса, шт.	Продуктивная кустистость, шт.	Вегетационный период, дни	Высота растений, см
			с 1 м ²	1000 зерен	с 1 растения				
30460	Saanna	Финляндия	376	39,3	1,75	17	2,5	83	67
30463	Belussima	Германия	306	41,0	1,54	18	2,0	88	68
30574	Filippa	Швеция	361	43,5	1,58	16	2,3	82	64
30577	Svani	"	326	34,8	1,49	17	2,2	85	62
30724	Gate	Латвия	389	37,8	1,62	19	2,0	87	67
30727	Sencis	"	367	38,9	1,67	17	2,5	85	70
30780	ГЦ 254	Московская обл.	379	39,4	1,96	16	2,8	86	75
30799	Безенчукский 2	Самарская обл.	347	42,5	1,63	13	2,9	84	83
30800	Азов	Ростовская обл.	315	47,5	1,77	13	2,7	84	77
30819	Челябинец 1	Челябинская обл.	320	40,8	1,5	17	2,0	88	67
30846	Сигнал	Новосибирская обл., Алтайский край	383	38,1	1,18	15	1,8	85	80
30847	Ясный	Ростовская обл.	405	45,9	1,60	16	2,2	85	65
30852	Лебедь	Кировская обл.	330	40,0	1,23	17	1,9	90	79
30856	Корона	Украина	330	47,5	1,66	16	2,1	91	67
30857	Astoria	Франция	335	42,2	1,55	17	2,1	88	67
30885	Roosi	Эстония	348	42,4	1,45	16	2,1	88	78
30886	Нутанс 290	Саратовская обл.	338	42,6	1,19	12	2,3	81	74
30889	Данута	Германия	312	49,3	1,54	19	1,8	88	69
30916	Пасадена	"	335	46,5	1,21	15	1,7	88	72
30917	Philadelphie	"	310	44,2	1,37	18	1,7	90	69
30926	Казьминский	Приморский край	325	37,8	2,05	30	1,7	86	60
30927	Rejas	Чехия	315	44,9	1,45	16	2,0	89	58
30932	Olbram	"	342	44,4	1,33	15	2,1	88	65
30940	Madonna	"	367	44,3	1,10	18	1,3	90	64
30946	Pongo	Швеция	381	39,1	1,24	15	2,0	90	63
30947	Prefect	"	305	42,4	1,21	19	1,6	90	69
30950	Челябинец 2	Челябинская обл.	325	43,1	0,90	15	1,4	91	65
30958	Тонус	Ростовская обл.	330	50,5	1,24	15	1,6	89	61
30960	Медикум 110	Самарская обл.	320	51,3	1,32	14	1,8	88	75
26965	Зазерский 85	Белоруссия	335	40,2	1,52	18	2,0	87	72

Для стандарта Зазерский 85 были характерны как положительные, так и отрицательные сдвиги по полигенным системам адаптивности, аттракции и микрораспределения пластики в колосе в зависимости от года изучения и набора образцов в анализе.

Комплексными донорами трех анализированных полигенных систем, отличающимися стабильно высокими положительными сдвигами в течение ряда лет, можно считать к-30776 Убаган Челябинская обл., к-30801 Горинский Белгородская обл.

Т а б л и ц а 3. **Образцы ячменя - доноры полигенных систем адаптивности, аттракции и микрораспределения пластики в колосе**

Table 3. **Barley accessions as donors of polygenic systems governing adaptation, attraction and microdistribution of plastic substances in the ear**

Адаптивность	Аттракция	Микрораспределение пластики
Сонет к-30448	Сонет к-30448	Зерноградец 770 к-30451
Дыгин к-30598	Зерноградский 813 к-30453	Зерноградский 813 к-30453
Омский 89 к-30720	Viiivi к-30461	Ortega к-30468
ГЦ 179 к-30779	Filippa к-30574	Viking к-30471
Убаган к-30776	Карабалыкский 5 к-30774	Dominique к-30163
Меркурий к-30805	Убаган к-30776	Filippa к-30574
Ясный к-30847	Kasota к-30601	Балтика к-30589
Первоцелинник к-30895	Дыгин к-30598	Карабалыкский 5 к-30774
Казьминский к-30926	Меркурий к-30805	Убаган к-30776
Данута к-30889	Зевс к-30843	Челябинский 99 к-30777
Belussima к-30463	Хаджибей к-30844	Импульс 90 к-30749
Медикум 110 к-30960	Казьминский к-30926	Святогор к-30807
Натали к-30957	Данута к-30889	Нутанс 290 к-30886
ГЦ 14 к-30910	Maridol	Золотник к-30845
Atribut к-30934	Ditta к-30938	Linda
Горинский к-30801	Nordus к-30941	Первоцелинник к-30895
	Barke к-30920	Омский 91 к-30918
	Hiris	Медикум 336 к-30962
	Astoria к-30857	Prosa к-30928
	Горинский к-30801	Hiris
		Tolar к-30929
		Горинский к-30801

L. V. KOZLENKO

THE BARLEY COLLECTION AT THE MOSCOW BRANCH OF VIR

Summary

The works of the Grain Fodder Crops Laboratory of the Moscow Branch of VIR have shown that forms of early barley are accumulated in the Central and Northwestern regions of Russia, in Siberia, Baltic Region, Turkey and Ethiopia. Sources of lodging resistance may be found in Western Europe and Japan, while sources of productivity should be sought for in the Volga-Vyatka, Central Non-Black Soil and Central Black Soil regions of Russia, as well as in West European countries, North and South Americas. Large grain is characteristic of the accessions from the West Asian, Abyssinian, European-Siberian and Mediterranean Genetic Centers.

Correlations between the productivity traits, plant height and vegetative period duration have been studied at the Laboratory.

The Laboratory works in cooperation with the Biochemistry, Immunity and Genetics laboratories, thus facilitating studies of the barley collection.

М. Р. Козаченко,
Н. В. Иванова,
Н. И. Васько

ГЕНЕТИКО-СЕЛЕКЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕЛЕКЦИИ НА ПРИЗНАКИ БЕЗОСТОСТИ И КОРОТКООСТОСТИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

В селекции ярового ячменя недостаточно изучены и использованы формы с различным развитием остей. На Украине в производстве нет безостых сортов ячменя [1], тогда как они выращиваются в Китае и Японии [2], США и Канаде [3].

Совсем не исследованы в этом отношении новые безостые сорта и индуцированные в Институте растениеводства им. В. Я. Юрьева УААН оригинальные короткоостые мутанты. Не установлена их генетическая природа, развитие остей, закономерности фенотипической и генотипической изменчивости, наследования, наследуемости, корреляций признаков и ценность для селекционного использования таких форм.

Необходимость решения этих актуальных задач и создания на этой основе нового селекционного материала ярового ячменя и стало целью настоящих исследований.

Исходным материалом для исследований были безостые формы Гранал (к-29342), Гранал 447, Sicarpi 7 (к-19466), короткоостые мутанты 83-47-6 (индуцирован из сорта Харьковский 84), 92-18-3 (из Стрункого пр.-7795) и 87-30-6 (из Харьковского 91 к-27380), а также длинноостые (обычные) сорта.

Исследовали морфо-биологические особенности форм, фенотипическое и генотипическое проявление признаков в F_1 и F_2 гибридов от диаллельных и простых скрещиваний, уровень и соотношение общей (ОКС) и специфической (СКС) комбинационной способности, компоненты генетической дисперсии, наследуемость, корреляция признаков.

В результате проведенных исследований установлены закономерности в генетико-селекционном использовании форм с признаками безостости и короткоостости.

В отличие от длинноостистых исходных сортов Харьковский 84, Стрункий, Харьковский 91 (12,8; 15,1 и 12,5 см соответственно), безостых коллекционных форм Sicarpi 7, Гранал и Гранал 447 (в благоприятных условиях развития могут иметь рудименты остей длиной 1,8, 2,1 и 2,8 см соответственно) и известных 218 разновидностей вида культурного ячменя *H. vulgare* L. sensu lato и в роду ячменя *Hordeum* L. с грубыми щетиноподобными остями или их рудиментами, в разные по погодным условиям 2004–2005 гг. установлены морфо-биологические и разновидностные особенности мутантов 83-47-6 (из сорта Харьковский 84), 92-18-3 (из Стрункого), 87-30-6 (из Харьковского 91) с волосоподобными очень короткими (2,1, 3,4 и 4,3 см соответственно) остями.

Впервые определено сравнительное фенотипическое проявление признаков короткоостости индуцированных двурядных мутантов, короткоостости коллекционной многорядной формы, безостости двурядных коллекционных форм и длинноостости сортов ярового ячменя в F_1 гибридов от диаллельных и парных скрещиваний этих форм: рецессивность короткоостости мутантов 83-47-6, 87-30-6, 92-18-3 и „трехостости” мутанта; аллельность короткоостости мутантных форм; неполное доминирование короткоостости многорядного образца IR 35664 в F_1 его гибридов с короткоостыми двурядными мутантными формами, при этом рецессивность по отношению к безостости; полное, как правило, доминирование безостости по отношению к короткоостости и длинноостости, при этом в некоторых комбинациях скрещивания безостых форм с остистыми сортами проявилось неполное доминирование со значительным отклонением к доминирующему типу в зависимости от года выращивания; рецессивность длинноостости (или близость к этому) по отношению к безостости, при этом доминирование относительно короткоостости мутантов.

Установлена генетическая природа наследования разного проявления остистости по расщеплению в F_2 гибридов диаллельных и парных скрещиваний.

Рецессивной природе наследования признака короткоостости отвечает закономерность расщепления F_2 гибридов с остистыми сортами на остистые и короткоостые биотипы в соотношении 3,13:1 в 2004 г. и 2,98:1 в 2005 г., а с другими сортами – 3,04:1.

Мутационное изменение аллельных генов короткоостости подтверждено расщеплением F_2 гибридов от прямых и рецiproкных скрещиваний только на короткоостые растения при рекомбинации по другим альтернативным признакам, что показывает возможность создания короткоостых форм с улучшенными другими признаками.

Доминирование безостости соответствует расщеплению F_2 гибридов от скрещивания безостых форм с остистыми в соотношении безостых и остистых биотипов в среднем 3,01:1 по фенотипу и 1:2,02:1 по генотипу, что необходимо учитывать в комбинационной селекции.

Установлена дигенная природа наследования признаков короткоостости, остистости и безостости вследствие дигибридного расщепления этих признаков в F_2 гибридов.

Дигибридное расщепление F_2 прямых и рецiproкных гибридов между безостой формой и короткоостыми мутантами было в соотношении 12,02:2,98:1 в 2004 г. и 12,18:2,97:1 в 2005 г. (12 частей составляют растения с константным и гетерозиготным безостым генотипом при доминировании этого признака).

Определено неодинаковое расщепление F_2 гибридов между многорядными сортами (Залик, Паллидум 107) и двурядными короткоостыми или безостыми формами. В F_2 гибридов между 6-рядными и короткоостыми формами расщепление с учетом остистых двурядных, остистых многорядных, короткоостых двурядных и короткоостых многорядных соответствовало 9:3:3:1, то есть с рекомбинацией признаков, гены которых находятся в разных группах сцепления (хромосомах).

В F_2 же гибридов прямых и рецiproкных скрещиваний безостого 2-рядного сорта Гранал 3 остистыми 6-рядными сортами Залик и Паллидум 107 было выщепление только 2-рядных безостых и 6-рядных остистых биотипов в соотношении 3,06:1 и 3,04:1 соответственно в 2004 и 2005 гг., что показывает на расположение генов этих признаков в одной хромосоме, а генов короткоостости совсем в другой, что следует учитывать в комбинационной селекции ярового ячменя.

На основании расчета слияния гамет, рекомбинации и расщепления F_2 по фенотипу и генотипу у дигетерозиготных гибридов согласно дигенной природе наследования проявления остей показано, что длина остей у исследуемых длинноостых и очень короткоостых форм или их отсутствие у безостых форм определяется сочетанием доминантных, особенно эпистатических, и рецессивных аллелей двух неаллельных генов, вследствие чего установлен генотип безостости как $LrLr\ AgiAgi$ на основании доминантного гена Lr (эпистатический к гену Agi), генотип длинноостистости – как $lrlr\ AgiAgi$ (доминантный ген Agi подавляет действие рецессивного гена lr), а генотип короткоостости исследуемых мутантов – как $lrlr\ ariari$ (комбинация рецессивных неаллельных генов lr и ari).

На основании диаллельного анализа установлены сравнительные селекционно-генетические особенности признаков безостых, короткоостых и длинноостых форм ярового ячменя в F_1 гибридных комбинаций, что считается важным для прогноза селекционной ценности генотипов.

Показано, что за средней ценностью форм, определяемой по ОКС в F_1 гибридов, наибольшее количество аллелей, отрицательно влияющих на длину остей, могут иметь безостые формы Sicarpi 7, Гранал и Гранал 447 при низкой ОКС (-2,67, -3,77 и -4,10), что действительно проявилось в F_2 с учетом большинства биотипов с признаком безостости (иногда с рудиментарностью остючков) с доминантным типом наследования.

Установлено, что коротковолосовидноостистые мутанты 83-47-6 из сорта Харьковский 84, 87-30-6 из Харьковского 91 и 92-18-3 из Стрункого, в отличие от их исходных сортов, имеют сравнительно незначительное количество генов, определяющих длину ости при средней, в основном, ОКС (-0,28, 0,18 и -0,48 у мутантов, а также 3,13, 2,51 и 2,93 у сортов соответственно), а также массу 1000 семян (-4,32, -1,11 и -2,19, а также 1,52, 1,52 и 1,27 соответственно), что проявляется в количестве соответствующих форм в F_2 с учетом рецессивно-

сти короткоостости и доминантности длинноостости.

Безостые формы Sicarpi 7, Гранал и Гранал 447 могут быть с успехом использованы для рекомбинации признаков: рудиментарная длина или отсутствие ости, а также кустистость при низкой ОКС и высота растений при высокой ОКС с учетом средней СКС; короткоостые – наоборот, только в скрещиваниях с отдельными формами.

Установлены особенности генетической обусловленности признаков исследуемых форм по компонентам генетической дисперсии в системе диаллельных скрещиваний:

– почти все признаки детерминируются доминантными генами, так как компоненты H_1 и H_2 доминантных эффектов генов значительно больше компоненты D суммарного аддитивного эффекта генов, кроме признака длина ости, который может определяться и рецессивными генами;

– это подтверждается и средним степенем доминирования (H_1 / D), который значительно больше единицы, а также его мерой $\sqrt{H_1 / D}$, что указывает на сверхдоминирование и неполное доминирование;

– у безостых форм за параметрами константы относительной частоты распределения доминантных и рецессивных аллелей у родительских форм (F) существенно значительное преимущество эффектов доминантных генов безостости образцов Sicarpi 7, Гранал 447 и Гранал ($F=26,1, 43,2$ и $30,4$ соответственно, что >0), а у короткоостых мутантов 83-47-6, 87-30-6 и 92-18-3 – наоборот, рецессивных ($F= -34,6, -32,2$ и $-43,9$ соответственно, что <0). Все это прогнозировано подтверждает закономерности расщепления F_2 и фенотипического проявления доминантных у безостых форм и рецессивных признаков у короткоостых мутантов.

Установлена стабильная норма реакции генотипов на условия выращивания при близких значениях коэффициентов наследуемости в широком (H^2 – генотипическая обусловленность изменчивости) и в узком понимании (h^2 – аддитивный эффект генов) в 2004 и 2005 гг. по высоте растений ($H^2= 0,73$ и $0,73$; $h^2= 0,32$ и $0,44$ соответственно), по длине ($0,70$ и $0,72$; $0,36$ и $0,35$), количеству колосков ($0,76$ и $0,73$; $0,43$ и $0,39$), продуктивности ($0,69$ и $0,73$; $0,41$ и $0,40$) колоса и др., что указывает на возможность достоверных оценок и отборов по ним.

Генотипическая изменчивость почти всех признаков обусловлена, главным образом, неаддитивными эффектами генов, так как показатели наследуемости H^2 у них значительно выше, чем h^2 . Это обуславливает значительный объем популяций для отбора.

Напротив, по признаку длина ости разница между величинами H^2 ($0,98$) и h^2 ($0,76$) была меньше, что может указывать на значительный и аддитивный (рецессивный) эффект генов, особенно генов короткоостости, когда отбор рецессивных форм по фенотипу будет эффективным, что и подтверждается в F_2 .

Отбор же по признаку продуктивной кустистости будет малоэффективным с учетом низких значений H^2 ($0,29$) и h^2 ($0,13$), так как его изменчивость может быть обусловлена, в основном, не генетическими, а средовыми факторами.

В F_1 гибридов от прямых диаллельных скрещиваний установлены особенности корреляции признаков без-, коротко- и длинноостых исходных форм ярового ячменя:

– положительной в среднем была взаимосвязь длины остей с продуктивностью растений ($r = 0,39$), что обуславливается как низкой продуктивностью безостых и короткоостых исходных форм, так и доминированием длинноостости и безостости, а также с общей ($r = 0,43$) и продуктивной ($r = 0,44$) кустистостью, но отрицательной – с высотой растений ($r = -0,44$), длиной последнего междоузлия ($r = -0,42$) и плотностью колоса ($r = -0,35$), неоднозначным – с другими признаками, что предусматривает необходимость рекомбинации ценных признаков у без- и короткоостых форм;

– продуктивность растений имела положительную корреляцию почти со всеми другими признаками: значительную с массой соломы ($r = 0,76$ и $0,83$ соответственно в 2004 и 2005 гг.), с общей ($r = 0,63$ и $0,68$) и продуктивной ($r = 0,67$ и $0,72$) кустистостью.

Показаны эффективность использования в селекции и создание нового оригинального исходного материала ярового ячменя с признаками безостости и короткоостости.

В сортоиспытании 2006–2007 гг. безостые линии 02-58/99-7 и 02-58/99-9 (Гама / Гра-

нал), 02-77/99-4 (Гранал / Феникс), 02-64/99-4, 02-64/99-6 и 02-64/99-11 (Бадьорый / Гранал) превысили стандарт Галактик по урожайности зерна на 5-15% при высокой устойчивости к полеганию (8,3-8,8 баллов при 7,5-8,0 баллов у стандарта), а новые линии 04-476 и 05-393 (Звершения / Гранал), 03-56/99-1 (Феникс / Гранал), 03-119/00-20 (Эффект / Гранал), 03-135/00-1 (Бадьорый / Гранал), 03-63/00-13 (Джерело / Гранал) – на 10–18 % в 2007 г.

Таким образом, показаны генетико-селекционные особенности создания исходного материала в селекции ярового ячменя на безостость и короткоостость.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні (витяг станом на 2008 рік)*. К.: „Альфа”. 2008. С. 26–29.
2. *Орлов А. А. Ячмень / А. А. Орлов // Культурная флора СССР. Хлебные злаки. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1936. С. 97–332.*
3. *Ходьков Л. Е. Голозерные и безостые ячмени / Л. Е. Ходьков // Л.: Изд. Ленгосуниверситета, 1985. 135 с.*

M. R. KOZACHENKO,
N. V. IVANOVA,
N. I. VASKO

GENETIC AND BREEDING PECULIARITIES OF DEVELOPING AWNLESS AND SHORT-AWNED SPRING BARLEYS

Summary

New awnless cultivars and short-awned mutants have not been sufficiently studied and used in spring barley breeding. The authors have established regularities in the genetic and breeding use of awnless and short-awned forms.

The efficiency of using awnless and short-awned material in breeding and creating new initial material with these traits is demonstrated. In varietal trials, the yield of awnless lines was 5 to 15% higher than that of the standard.

Л. Н. Ковригина

СТРОЕНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ С РАЗЛИЧНЫМ ЧИСЛОМ МЕЖДОУЗЛИЙ

Метамерная изменчивость у ячменя привлекает внимание исследователей в связи с решением проблем селекции на урожайность и устойчивость к абиотическим факторам в различных агроклиматических районах зоны его возделывания. Варьирование размеров и строения очередных междоузлий, наряду с другими признаками, влияет на полегаемость, а длина колосножки коррелирует с продуктивностью и высотой растений. Требования к соотношению различных частей стебля ячменя определяет специфика условий выращивания [1, 3, 4]. Кроме того, актуальным остается вопрос о сопоставимости данных, полученных при анализе растений с различным числом метамеров.

Цель исследований: определить особенности строения и продуктивности растений с различным числом междоузлий.

Методика исследований

Объектом изучения служил сорт ярового двурядного ячменя Баган к-29040, Новосибирская обл.).

Полевые опыты заложены и проведены на опытном поле Кемеровского научно-исследовательского института сельского хозяйства (п. Новостройка) в 1999–2000 гг. Годы исследований отличались повышенными в сравнении со среднемноголетними данными температурами воздуха в мае-августе. Во время кущения, когда на конусе нарастания закладываются зачатки листьев, в 1999 г. отмечали избыток осадков и повышенные температуры

воздуха, а в 2000 г. повышенное количество осадков сочеталось с недостатком тепла. Образцы выращивали на делянках площадью 1 м², нормы посева, агротехника возделывания – принятые в регионе.

После уборки на кафедре ботаники Кемеровского госуниверситета проводили анализ строения и продуктивности 30–40 растений. При этом в соответствии с рекомендациями Ламана Н. А. и др. (1984), 4 нижних междоузлия (считая от зерновки) относили к базальной, а последующие – к префлоральной зоне побега. У каждого растения измеряли длину и диаметр всех междоузлий, изучали анатомическое строение первого префлорального междоузлия (число слоев, толщину и площадь склеренхимы и паренхимы, число и площадь проводящих пучков, диаметр и площадь междоузлия, стенки соломины и полости), определяли общую и продуктивную кустистость, массу зерна с растения, длину главного колоса, число и массу зерен в нем. Полученные данные позволили вычислить длину всего стебля (от зерновки до колоса), отдельно префлоральной и базальной зон, отношение базальной зоны к общей длине побега (в %%), соотношение различных тканей (в%%), а также степень выполненности стебля.

Статистическую обработку результатов проводили в среде Statistica 5.5. (модули базовая статистика и однофакторный дисперсионный анализ). Достоверность различий между вариантами оценивали с помощью коэффициента Тьюки.

Результаты исследований

Длина стебля у Багана по годам исследований, несмотря на различия по числу междоузлий, изменялась незначительно (1999 г – 70,9; 2000 г. – 67,1 см). Изменчивость признака также была невысокой: 7,8% (2000 г.) – 11,9% (1999 г.), хотя в популяциях сорта были растения с разным числом метамеров. В 1999 г. формировались формы с восемью (83,7%) и девятью (16,4%) междоузлиями. В 2000 г. доля первых уменьшилась до 33,3%, у остальных (67,7%) растений было только по 7 метамеров.

Длина междоузлий у разных форм увеличивалась от зерновки до колоса, независимо от условий года. Верхнее междоузлие – самое длинное (18,9–24,5 см). Диаметр возрастал от базальных к средним префлоральным и резко уменьшался у последнего. Максимальная толщина характерна для предпоследнего междоузлия средней части префлоральной зоны (2,8–2,6 мм). При усреднении данных без учета числа метамеров выявленные закономерности не прослеживались: колосоносное междоузлие не отличалось или было короче предыдущего, диаметр предпоследнего префлорального междоузлия сильно занижался (2,0–2,1 мм).

В связи с этим, сравнение форм с разным числом метамеров проводили по следующей схеме: в базальной зоне определяли суммарную длину и средний диаметр первых трех междоузлий (нижняя часть базальной зоны), а также длину и диаметр верхнего (4-го). Префлоральную зону разделяли на 3 части: нижнюю (1-ое междоузлие), верхнюю (последнее междоузлие) и также среднюю (второе и последующие междоузлия, кроме верхнего). Первое и верхнее междоузлия сравнивали по длине и диаметру, а средние – по общей длине и средней длине и диаметру одного междоузлия.

В 1999 г. сравниваемые формы не отличались по длине стебля, длине базальной и префлоральной зон и их соотношению, длине колосоносного междоузлия, диаметру верхнего и средних междоузлий префлоральной зоны, нижней части базальной зоны. Не было обнаружено отличий по анатомическому строению междоузлия и по продуктивности растений, за исключением длины колоса.

В то же время у форм с 9 метамерами формировалась более вытянутая средняя часть префлоральной зоны за счет увеличения числа междоузлий, укороченных по сравнению с растениями с 8 метамерами (табл. 1). Разрастание данного участка стебля сопровождалось уменьшением длины нижнего междоузлия, поэтому общая длина стебля у разных форм была одинаковой. Приземная часть соломины у характеризуемой группы была легче, хотя толщина междоузлий (верхнего базального и нижнего префлорального), по которым определялся признак, была больше.

Т а б л и ц а 1. Особенности строения растений с различным числом междоузлий (1999 г.)

Table 1. Structural peculiarities of plants with different number of internodes, 1999

Признак			Число междоузлий		Доля влияния фактора - число междоузлий, %
			8 шт.	9 шт.	
Масса 1 см соломины, мг			9,7±0,18	8,1±0,10	12,84
Длина, см	префлоральных междоузлий	нижнего	9,1±0,18	6,6±0,34	39,55
		среднего	13,6±0,14	11,7±0,54	32,01
	средней части префлоральной зоны		27,2±0,29	35,2±1,63	59,74
	главного колоса		7,5±0,06	8,0±0,19	17,85
Диаметр междоузлий, мм	верхнего базального		1,9±0,03	1,6±0,16	19,69
	нижнего префлорального		2,6±0,04	2,2±0,22	17,63

Степень влияния изучаемого фактора на длину междоузлий, и особенно на Суммарную длину средней части префлоральной зоны, была в 2–3,5 раза выше, чем на диаметр.

В 2000 г. у форм с разным числом метамеров была одинаковой толщина стебля на всем его протяжении и продуктивность растения. Не отличаясь по длине стебля и префлоральной зоны, они характеризовались различными пропорциями в их развитии (табл. 2).

У растений с 8 междоузлиями формировалась укороченная базальная зона (в целом и отдельные ее части). Префлоральная зона отличалась короткими междоузлиями и разросшейся (за счет увеличения числа метамеров) средней частью. В стенке междоузлия сильнее разрасталась паренхима, повышалась выполненность стебля и масса 1 см соломины.

Т а б л и ц а 2. Особенности строения растений с различным числом междоузлий (2000 г.)

Table 2. Structural peculiarities of plants with different number of internodes, 2000

Признак			Число междоузлий		Доля влияния фактора - число междоузлий, %
			8 шт.	9 шт.	
Масса 1 см соломины, мг			9,0±0,45	11,2±0,83	19,04
Длина, см	междоузлия	верхнего базального	9,3±0,21	7,7±0,39	35,52
		нижнего префлорального	10,5±0,19	8,9±0,60	34,94
		среднего префлорального	15,1±0,45	12,1±0,32	41,59
		верхнего префлорального	23,4±1,00	18,9±0,95	17,32
	нижней части базальной зоны		9,3±0,42	6,7±0,46	34,26
	базальной зоны		18,5±0,55	14,3±0,73	73,03
	средней части префлоральной зоны		27,6±0,96	21,6±1,08	34,26
Доля базальной зоны, %			27,6±0,96	21,6±1,08	34,26
Радиус, мм	стенки междоузлия		0,33±0,012	0,37±0,019	14,22
	паренхимы		0,27±0,011	0,31±0,017	13,66
Число слоев паренхимы, шт.			5,8±0,21	6,8±0,37	27,26
Выполненность междоузлия, %			30,3±0,42	32,3±0,55	22,27

Максимальное влияние фактор «число междоузлий» оказывал на длину базальной и средней части префлоральной зон стебля (73,03 и 82,83%, соответственно), а также на длину отдельных междоузлий (34,94–41,59%), кроме верхнего (17,32%)

Сопоставление данных за 2 года исследований показало, что у форм с большим числом междоузлий формируются укороченные первое и средние междоузлия и более длинная средняя часть префлоральной зоны. Отличаются они и по массе 1 см соломины, но характер этих различий варьирует по годам в зависимости от развития тканей в стенке соломины.

Выводы

1. В популяциях сорта ярового ячменя Баган формируются растения с различным числом метамеров, их число и соотношение различных форм зависят от условий года.
2. Закономерности внутривидовой изменчивости размеров междоузлий не зависят от их числа.
3. Число метамеров не влияет на продуктивность, высоту растений и длину префлоральной зоны. Стабильность длины стебля связана с изменением пропорций в развитии отдельных зон и междоузлий.
4. Проявление особенностей строения форм с разным числом междоузлий зависит от условий выращивания.
5. Для сравнения сортового и гибридного материала, характеризующегося разнообразием растений по числу метамеров, можно использовать модифицированную схему строения ячменя, предложенную Н. А. Ламаном и др. (1984).

ЛИТЕРАТУРА

1. Горшкова В. А. Селекция ярового ячменя на устойчивость к полеганию//Вестник РАСХН. 1992, № 6, С. 25–27.
2. Ламан Н. А., Стасенко Н. Н., Каллер С. А. Биологический потенциал ячменя: Устойчивость к полеганию и продуктивность. Минск, Наука и техника, 1984. 216 с.
3. Пасечнюк А. Д. Погода и полегание зерновых культур. Л., Гидрометеиздат, 1990. 211 с.
4. Трофимовская А. Я. Ячмень. Л., Колос, 1972. 295 с.

L. N. KOVRIGINA

STRUCTURE AND PRODUCTIVITY OF BARLEY PLANTS WITH DIFFERENT NUMBER OF INTERNODES SUMMARY

A two-row spring barley cv. Bagan has been studied in order to determine peculiarities of structure and productivity of plants with different number of internodes. It has been established that cv. Bagan populations produce plants with varying number of metamers. This number does not influence productivity and plant height. Structural peculiarities in forms with different number of internodes depend on the cultivation conditions.

Ю. С. Лебедин,
А. В. Грачев

ИММУНОАНАЛИЗ В СОРТОВОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЯЧМЕНЯ

Одной из актуальных проблем пивоварения является определение сортовой принадлежности и сортовой чистоты партий ячменя, используемого в производстве солода. Существуют различные подходы к решению данной проблемы, но все они основаны на поиске и идентификации сорт-специфических маркеров. Основным требованием к таким маркерам является, с одной стороны, значительная степень вариабельности от сорта к сорту, с другой, наименьшая подверженность влиянию условий среды – в основном почвенных и климатических условий. Сегодня определение сортовой принадлежности и сортовой чистоты ячменя

проводят, анализируя генетически обусловленный полиморфизм гордеинов – запасных белков эндосперма, принадлежащих к семейству проламинов злаковых: ржи, пшеницы, ячменя, овса, кукурузы. Основным методом анализа гордеинов различных сортов ячменя является электрофорез в крахмальном или полиакриламидном геле в денатурирующих условиях, позволяющий получать воспроизводимые электрофореграммы с набором полос, характерных для каждого сорта. При этом для достоверности результатов определения сортовой принадлежности и чистоты необходимо проанализировать около 100 зерен из каждой партии.

Кроме электрофоретического метода для определения сортовой чистоты могут быть также использованы методы иммуноанализа, такие как иммуноферментный анализ и иммуноблоттинг. В связи с большой трудоемкостью электрофоретического анализа наиболее перспективным для определения сортовой чистоты можно считать анализ иммунохимических свойств гордеинов с использованием моноклональных антител мыши с различной специфичностью по отношению к разным сортам.

Методы

Получение моноклональных антител. Мыши линии BALB/c подкожно иммунизировались глиадином по 100 мкг на 1 мышь, экстрагированным из смеси пшениц различных сортов. Иммунизация проводилась в 3 стадии с интервалом в 2 недели между иммунизациями.

Экстракция гордеинов из зерен ячменя. Порции зерен измельчались в блендере до состояния муки. Для экстракции гордеинов к 1 г измельченных зерен добавляли 10 мл 60 % этанола и инкубировали при встряхивании в течение 60 минут при комнатной температуре. Полученный экстракт центрифугировали при 3000 g в течение 10 минут, супернатант использовали в анализе. При экстракции гордеинов из индивидуальных зерен зерна раздавливали с помощью пассатижей, помещали в лунки полистирольного микропланшета, добавляли 200 мкл 60 % этанола в лунку и инкубировали 60 минут при комнатной температуре. Экстракты переносились в новую плашку для адсорбции гордеинов в разведении 1:20 на 60% этаноле.

Определение иммунореактивности иммобилизованных гордеинов. Спиртовой экстракт из зерен ячменя вносился в микропланшет с максимальной сорбционной емкостью в различных разведениях на 60% этаноле, адсорбция проводилась в течение 30 минут при комнатной температуре. Избыток не связавшихся гордеинов удалялся 3-х кратной отмывкой 10 мМ фосфатным буфером, содержащим: 150 мМ NaCl, 0.1 % Tween 20, при этом в лунки вносилось по 300 мкл отмывочного раствора. Иммунореактивность иммобилизованных гордеинов проявлялась с использованием конъюгатов моноклональных антител с пероксидазой хрена. Для этого в лунки вносили по 100 мкл раствора предварительно подобранного разведения конъюгата, содержащего 5 мМ фосфатно-солевой буфер, 0,1% Tween 20, 1 г/л кислотного гидролизата казеина, и инкубировали 30 минут при 37°C с последующей 5-кратной отмывкой не связавшегося конъюгата. Активность пероксидазы проявляли в готовом к использованию растворе 3,3',5,5'-тетраметилбензидина с перекисью водорода (номер по каталогу R055 производства ООО “Хема”) в течение 15 минут в темноте при температуре 20°C, в лунки вносилось по 100 мкл. Реакцию останавливали добавлением 100 мкл 5% серной кислоты, оптическая плотность определялась на спектрофотометре при длине волны 450 нм.

Определение концентрации белка. Концентрация белка в спиртовых экстрактах из зерен ячменя определялась ВСА-методом (набор реагентов компании Pierce), с использованием бычьего сывороточного альбумина в качестве стандарта.

Результаты

Нами было получено и охарактеризовано 20 (XGY1-20) моноклональных антител мыши к глиадинам. Некоторые из них перекрестно реагировали с другими проламинами – секалинами, гордеинами и зеинами (табл.).

Таким образом, моноклональные антитела, полученные при иммунизации глиадином узнают родственные эпитопы на других проламинах с различной степенью кроссреактивности. Этот факт позволил предположить, что некоторые антитела могут отличаться по степени кроссреактивности не только по отношению к проламинам разных видов, но и сортов.

Иммунореактивность проламинов с моноклональными антителами к глиадину **Immunoreactivity of prolamins**

Проламины	Антитела	Иммунореактивность
Глиадины	XGY1-20	+++
Секалины	XGY1,4,6,10,18,19,20	+++
	XGY3,8,9,13,14,15,16,17	+
	XGY2,5,7,11,12	-
Гордеины	XGY1,4,6,10,15,17,18,19	+++
	XGY7,9,16,	++
	XGY13,14	+
	XGY2,3,5,8,11,12,20	-
Зеины	XGY13	+
	XGY1-12,14-20	-

Для анализа возможности выявления межсортовых отличий с помощью моноклональных антител были проанализированы экстракты из 1 г зерен 3-х сортов пивоваренного ячменя: Жозефин, Ксанату, Пасадена, любезно предоставленные компанией “Балтика”. Сортовая чистота данных образцов была предварительно определена с помощью электрофоретических методов и составила не менее 90 %.

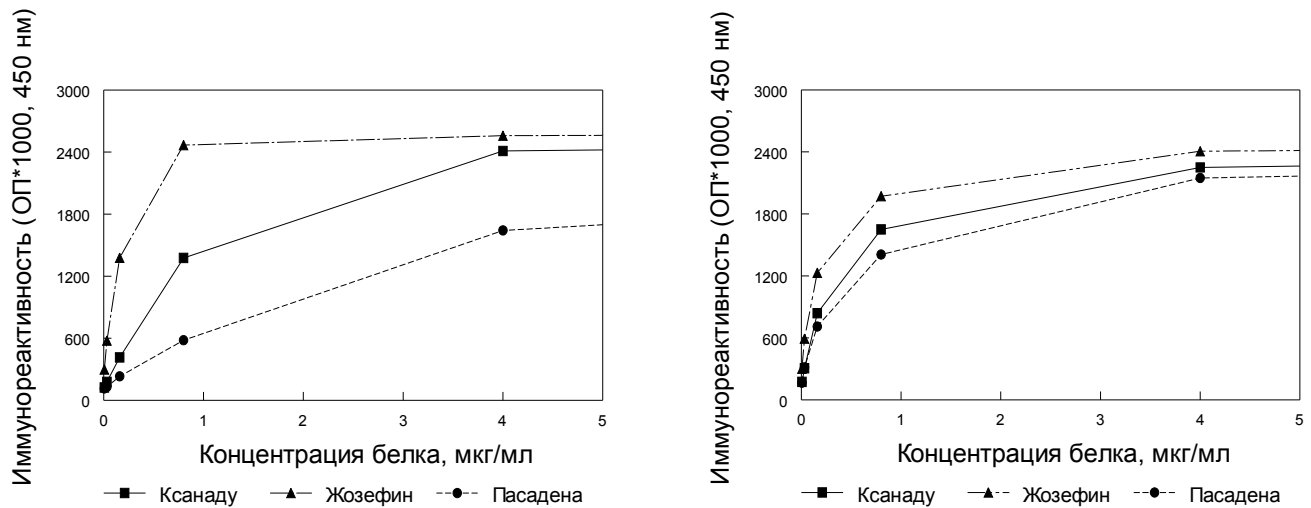
Максимально дифференцирующим гордеины различных сортов оказалось антитело XGY7 (рис. 1), при этом его общая иммунореактивность к гордеинам оказалась одной из самых низких по сравнению с другими антителами, например, с антителом XGY 15. Гордеины сорта Жозефин характеризуются примерно в 5 раз большей иммунореактивностью, чем гордеины сорта Пасадена и в 2 раза, чем сорта Ксанату к антителу XGY 7. При этом максимальные отличия наблюдаются при концентрациях белка от 0,032 до 0,8 мкг/мл и затем снижаются, что может быть связано с различным сродством гордеинов к твердой фазе, что является дополнительным фактором, позволяющим амплифицировать межсортовые отличия гордеинов.

Таким образом, выявление межсортовых отличий с использованием моноклональных антител к гордеинам представляется возможным.

С помощью антитела XGY7 нами было проанализировано 11 сортов (рис. 2) пивоваренного ячменя, любезно предоставленных Челябинским НИИСХ, для определения их сортовой чистоты, возможностей идентификации и оценки амплитуды выявляемых межсортовых отличий. При этом экстракция гордеинов проводилась из каждого зерна отдельно, иммобилизация на поверхность лунок микропланшета проводилась при избыточной концентрации.

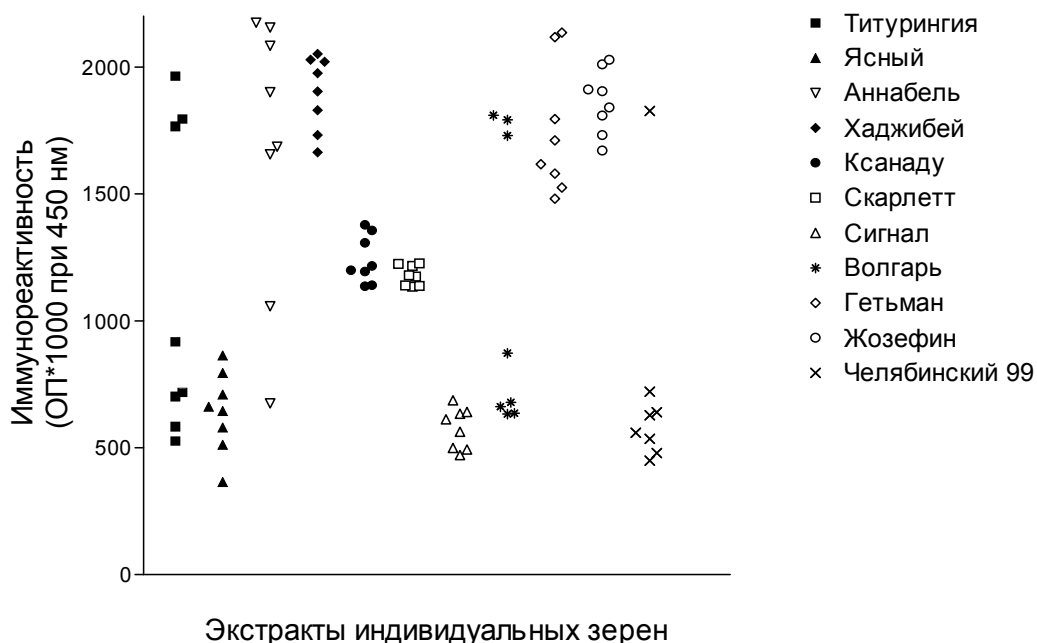
Таким образом, выявление межсортовых отличий с использованием моноклональных антител к гордеинам представляется возможным.

С помощью антитела XGY7 нами было проанализировано 11 сортов (рис. 2) пивоваренного ячменя, любезно предоставленных Челябинским НИИСХ, для определения их сортовой чистоты, возможностей идентификации и оценки амплитуды выявляемых межсортовых отличий. При этом экстракция гордеинов проводилась из каждого зерна отдельно, иммобилизация на поверхность лунок микропланшета проводилась при избыточной концентрации.



Р и с. 1. Иммунореактивность гордеинов, иммобилизованных при различной концентрации, из разных сортов ячменя с антителом XGY 7 (слева) и XGY 15 (справа)
 Fig. 1. Immunoreactive hordeins immobilized at different concentrations from different barley cultivars, with XGY 7 antibody (left) and XGY 15 antibody (right)

По иммунореактивности гордеинов к антителу XGY7 сорта можно разделить на 3 группы: высоко, средне и низкорективные. Высоко реактивные – Аннабель, Хаджибей, Гетьман и Жозефин, средней иммунореактивности – Ксанаду и Скарлетт, низкой – Ясный, Сигнал, Челябинский 99. Большинство сортов формировали достаточно компактные по иммунореактивности группы, хотя некоторые были гетерогенны.



Р и с. 2. Иммунореактивность гордеинов из индивидуальных зерен различных сортов ячменя с антителом XGY 7
 Fig. 2. Immunoreactive hordeins from individual grains of barley cultivars with XGY 7 antibody

Близкими по иммунореактивности оказались гордеины сортов Ксанаду и Скарлетт, идентификация которых с помощью электрофоретических методов часто бывает затруднена. При попытке выявления различий в иммунореактивности с использованием различных пар моноклональных антител, конкурирующих за связывание с иммобилизованными гордеинами в случае близко расположенных эпитопов, отличия в иммунореактивности гордеинов сортов Ксанаду и Скарлетт также были слабо выражены (данные не приведены).

Таким образом, на основании анализа иммунореактивности иммобилизованных в лунках микропланшета гордеинов возможно проводить сортовую идентификацию и определять сортовую чистоту отдельных зерен ячменя. С полученными моноклональными антителами XGY возможна идентификация группы сортов, но не отдельного сорта. Сортоточность также может определяться лишь очень грубым образом и примеси не всех сортов будут одинаково заметны. Однако, получение и отбор моноклональных антител, специфичных к эпитопам гордеинов только одного сорта позволит использовать иммуноферментный анализ в проведении сортовой идентификации и определении сортовой чистоты зерен ячменя.

YU. S. LEBEDIN,
A. V. GRACHEV

IMMUNOANALYSIS FOR BARLEY CULTIVARS IDENTIFICATION

Summary

A possibility of using monoclonal mouse antibodies and wheat storage proteins (gliadins) for determining the cultivar identity of barley grains is considered. Since some of the obtained antibodies interact with the gliadin-related hordeins immobilized from 60% ethanol in polystyrene microplate pits, identification of immunoreactive hordeins extracted from grains of different barley cultivars has been undertaken. Hordeins of different barley cultivars are shown to differ significantly in terms of immunoreactivity. The obtained results make it possible to use immunoenzyme analysis for determining identity and purity of barley grains.

И. Н. Маркова

СЕЛЕКЦИЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ДЛЯ СТЕПНОЙ ЗОНЫ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Длительное время, несмотря на значительные посевные площади под яровым ячменем в Волгоградской области (до 1,5–1,9 млн. га в 80–90-х гг. XX века) использовались сорта инорайонной селекции зачастую плохо приспособленные к местным условиям и как следствие низкоурожайные (Паллидум 43, Персикум 64, Южный, Донецкий 4, Первенец, Донецкий 8, Прерия).

По природно-климатическим условиям Волгоградская область относится к зоне рискованного земледелия, где урожай яровых культур, в том числе и ячменя сильно зависит от складывающегося водного режима в период вегетации. Тем не менее, каждый третий год по влагообеспеченности в области является благоприятным для яровых культур, что позволяет получать порядка 3–4 т/га зерна ячменя.

Первым этапом при развертывании селекционной работы по ячменю в Нижне-Волжском НИИСХ (1982 г.) было изучение коллекционных образцов степной экологической группы для разработки местных моделей сортов. Номера коллекционного питомника (54 сорта) высевались оптимальной и пониженной нормами посева (3,5 и 2,0 млн. всхожих зерен на гектар) для определения степени кущения. Хорошо кустящиеся образцы при пониженной норме посева, по сравнению с оптимальной не снижали свою продуктивность, тогда как у плохо кустящихся снижение урожайности было достоверным. В благоприятные годы более продуктивными являлись хорошо кустящиеся сорта (Одесский 100, Одесский 111,

Зерноградский 73, Мироновский 140, Донецкий 8), в сухие – образцы обладающие высокой продуктивностью колоса (Первенец, Горынь, Символ, Донецкий 9).

Аналогичная методика применяется для определения степени кущения у селективируемых форм. По нашим данным количество образцов обладающих высокой кустистостью равнялось 20–25% от общего числа, изучаемого в селекционных питомниках материала. Результаты этих исследований учитывались в нашей работе при подборе пар для скрещиваний, определении степени кущения селективируемых сортов, разработки сортовой агротехники. Районированный в 1997 г. по 3 регионам сорт ярового ячменя Камышинский 23 был выведен с применением вышеперечисленных разработок, в его родословную вошли такие высоко кустящиеся сорта как Зерноградский 73 и Донецкий 8. Высокая продуктивность позволила сорту Камышинский 23 стать основным стандартом на сортоучастках Волгоградской области.

В связи с разработкой дополнительных направлений в селекции ячменя на крупяные и пивоваренные цели с 1993 г. началось изучение коллекционных образцов других экологических групп из генофонда ВИРа (Среднеазиатская и Западно-Европейская экологические группы). Гибридизация сортов ячменя степной экологической группы с образцами из Средней Азии показала наличие значительного гетерозиса, особенно по продуктивности колоса. Районированный в 2008 г. сорт Медикум 139 был получен от скрещивания сортов Южно-Казахстанского 43 (озимый), Нутанс 799 (двуручка) и яровых Одесский 100 и Харьковский 90-562. Сорт полуинтенсивного типа, по таким показателям продуктивности как число зерен в колосе и массе 1000 зерен он значительно превышает Камышинский 23 (и большинство районированных сортов области), но уступает по продуктивной кустистости.

Номера коллекционного питомника (сорта и образцы ВИРа) высеваются в наших опытах ежегодно для изучения и оценки их продуктивных параметров и использования в качестве родительских форм при гибридизации. Образцы ВИРа представляющие смесь местных сортов, и, как правило, неоднородные по разновидности или морфологическим признакам, мы разделяли на линии и изучали в качестве отдельных образцов. При использовании коллекционных образцов в качестве родительских форм определяли их комбинационную способность. Известно, что при экологически отдаленной гибридизации возможно получение наибольшей рекомбинации генов у селективируемых гибридов. Поэтому в наших условиях при скрещивании Северо-Казахстанского безостого сорта ячменя Гранул с местными образцами наблюдалась значительная рекомбинация генов, что проявилось в получении более мощных гибридных растений по сравнению с исходными родительскими формами. Проводимые в этом направлении работы, прежде всего, нацелены на увеличение зерновой продуктивности полученных гибридов и устойчивости их к головневым заболеваниям. В перспективе планируется передача безостого сорта ячменя укусного назначения.

Таким образом, использование в исследованиях коллекционных сортов и образцов позволило нам за сравнительно короткое время не только развернуть работу по селекции ячменя в Нижне-Волжском НИИСХ, но и получить высокоурожайные, конкурентоспособные сорта для своего и ближайших регионов.

I. N. MARKOVA

SPRING BARLEY BREEDING FOR THE STEPPE ZONE OF THE LOWER VOLGA REGION

Summary

Barley accessions from the steppe ecological group have been studied for the use in local cultivar models development. As the result, barley cv. Zernogradsky 23 has been bred and is currently used as the main standard cultivar at State Cultivar Testing Areas in the Volgograd Region. Studies of accessions from other ecological groups in the VIR collection had resulted in the creation of cv. Medicum 139 which was introduced into commercial cultivation in 2008.

УСТОЙЧИВОСТЬ ЯЧМЕНЯ К ГРИБНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЯМ В ОМСКОМ ПРИИРТЫШЬЕ

Обширный ареал распространения ячменя в мировом земледелии и древность его происхождения обуславливают и большое количество болезней, поражающих его [1]. В Омской области, по данным А. И. Широкова [9], на ячмене наиболее распространены и вредоносны головневые болезни, вызываемые тремя видами возбудителей: *Ustilago nuda*, *Ustilago hordei*, *Ustilago nigra*. По результатам Омской областной станции защиты растений распространение пыльной головни на зерновых культурах в 2005 г. в области увеличилось в 2,1 раза к уровню 2004 г., а в 2006 г. наибольшее распространение пыльной головни отмечалось на ячмене – 15,1% [6, 7].

В последние годы также отмечено проявление стеблевой ржавчины, вызываемое грибом *Puccinia graminis*. При сильном развитии болезни уменьшается засухоустойчивость растений и формируется щуплое зерно. Недобор урожая может достигать 50% и более.

Для защиты растений от болезней используют различные методы. Но самый эффективный и надёжный способ – это создание и выращивание устойчивых сортов. В работе «Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям» Н. И. Вавилов ещё в 1935 г. указывал что, «Среди мер защиты растений от разнообразных заболеваний, вызываемых паразитическими грибами, наиболее радикальным средством борьбы является введение в культуру иммунных сортов или создание таковых путём скрещивания» [2]. Это высказывание актуально и сегодня, так как большинство сортов ячменя, выращиваемых на полях Омской области, поражаются в значительной степени грибными болезнями. Только два сорта плёнчатого ячменя Омский 85 и Омский 89 устойчивы к головнёвым заболеваниям, но они занимают всего около 4% площади посевов ячменя в области. Из голозёрных не поражается головнёй Омский голозёрный 2 включенный в Государственный реестр по 10 региону (Западная Сибирь) с 2008 г.

Известно, что селекционная работа начинается с подбора исходного материала. Н. И. Вавилов отметил, что успех селекционной работы определяется в значительной мере исходным материалом [1]. Это в полной мере относится и к созданию устойчивых сортов.

Исходя из этого, цель нашего исследования – в исходном материале выявить образцы ячменя с комплексной устойчивостью к грибным заболеваниям и рекомендовать их селекционерам для включения в скрещивания при создании резистентных сортов.

Материал и методика исследования

Поиск устойчивых образцов к местным популяциям головнёвых патогенов среди плёнчатых и голозерных форм коллекции ВИР осуществляли на искусственном инфекционном фоне в поле, а к стеблевой ржавчине на стадии проростков в лабораторных условиях.

Стандарт восприимчивости при оценке плёнчатого ячменя сорт Омский 87, стандарт устойчивости – Омский 85. Среди голозёрных сортов – стандарт восприимчивости Омский голозёрный 1, а стандарт устойчивости – Омский голозёрный 2.

Инокуляцию семян плёнчатого ячменя спорами чёрной и каменной головни проводили на приборе РТ-1, согласно методике, предложенной В. И. Кривченко [3]. Семена голозёрных форм перед посевом опудривали телиоспорами чёрной и каменной головни. Пыльной головнёй инфицировали растения во время цветения шприц – методом.

Зараженные головнёй семена высевали в 2-х кратной повторности гнездовой сеялкой во второй декаде мая, так как в это время складываются благоприятные условия для прорастания спор головни и заражения ими растений ячменя.

Учитывали больные и здоровые колосья в период максимального проявления заболеваний в каждом гнезде, затем выводили средний процент поражения и распределяли образцы по классам восприимчивости [5].

Исходя из того, что на поражение растений оказывают влияние не только генотип растения – хозяйина, но и погодные условия при проведении эксперимента (температура и влажность), то оценка образцов ячменя была проведена в течение трёх лет. В таблицах приведены данные максимального поражения за годы изучения.

С целью быстрого выявления устойчивости растений к ржавчинным заболеваниям использовали бензимидазольный метод Л. А. Михайловой и Л. В. Квитко [4]. Учёт поражения осуществляли по шкале Стекмана и Левина [10].

Результаты исследований

Из имеющегося набора коллекционных образцов было отобрано 52 образца плёнчатого и 9 форм голозёрного ячменя, ранее не изучавшихся по устойчивости на искусственном инфекционном фоне к местным популяциям головнёвых патогенов. В целом, в 2005–2007 гг. погодные условия второй декады мая способствовали быстрому и дружному прорастанию семян ячменя, особенно голозёрных форм, что способствовало слабому поражению стандарта восприимчивости Омского голозёрного 1 черной и каменной головней. Степень поражения соответственно составила всего 10,6% и 9,5%, поражение пыльной головнёй было 23,4%. Что касается плёнчатых форм, то стандарт восприимчивости поразился на 71,5% каменной головнёй, на 70,1% черной головней и на 61,3% пыльной, это соответствует высокой степени поражения.

В результате проведённых исследований было установлено, что большинство изученных плёнчатых образцов проявили среднюю и высокую степень восприимчивости ко всем видам головни, распространённым на полях Омской области. Не поразилось чёрной головнёй всего 8 образцов. Из них 7 из России – это Омский 85, пять линий, полученных в Красноярском НИИСХ, одна линия Тулунской опытной станции (2553h5) и один образец из Казахстана (1869-13-79), каменной головней не поразилась те же образцы, что и черной, а также Криничный Л-5 из Беларуси (табл. 1).

Высокая (поражение отсутствует – 0%) и практическая устойчивость (поражение до 5 %) отмечена у 22 образцов ячменя по черной и пыльной головне и у 23 номеров по каменной.

Практически устойчивы к чёрной головне Эколог из Саратовской обл., Km-1192 Л-2 и Криничный Л-5 из Беларуси и Mg-41569 из Чехословакии.

Иммунитет к пыльной головне выявлен у 11 образцов. Из них шесть из России, два из Беларуси, по одному из Казахстана, Мексики и Чехословакии. Отдельные образцы проявили практическую устойчивость (табл. 1).

Из форм голозёрного ячменя не поразилась чёрной головнёй два образца из Мексики (и-533757, и-475700) и два номера из Омской области: Целесте 4697 и Омский голозёрный 2. Эти же образцы показали высокую устойчивость и к пыльной головне (табл. 2).

Среди голозёрных форм, только 3 номера по чёрной и каменной головне и 4 по пыльной отнесены к восприимчивым. Остальные либо не поразилась, либо проявили практическую устойчивость.

Из листостебельных заболеваний, поражающих ячмень, в последние годы привлекает внимание стеблевая ржавчина. Поэтому мы расширили свои исследования, так как для селекционеров большой интерес представляют источники с комплексной устойчивостью. Образцы ячменя с высокой или практической устойчивостью к головнёвым заболеваниям были заражены стеблевой ржавчиной. Инфекционный материал стеблевой ржавчины был собран в летний период с посевов ячменя в южной лесостепи Омской области. Результаты учёта типа реакций растений по поражению стеблевой ржавчиной отражены в таблицах 1 и 2.

Т а б л и ц а 1. Устойчивость образцов плёнчатого ячменя к грибным заболеваниям
 T a b l e 1 Resistance of hulled barley accessions to fungous diseases

№ п/п	Название	Происхождение	Поражение головней, %			Поражение стеблевой ржавчиной, балл
			черной	пыльной	каменной	
1	Омский 87 стандарт восприимчивости	Омская обл.	70,1	61,3	71,5	4
2	Омский 85 стандарт устойчивости	" "	0	0	0	2
3	К-8-2	Красноярский НИИСХ	0	0	0	4
4	К-7- 4	" "	0	1,4	0	2–3
5	Ц-1	" "	0	0	0	2–3
6	К-6-4	" "	0	0	0	4
7	К-6-2	" "	0	0	0	3–4
8	Эколог	Саратовская обл.	4,0	5,1	3,2	-
9	2553h5	Тулунская оп. станция	0	0	0	-
10	Кт-1192 Л-2	Беларусь	3,0	0	2,5	4
11	Криничный Л-5	"	3,2	0	0	4
12	1869-13-79	Казахстан	0	0	0	-
13	к-28824	Мексика	1,1	0	0,9	4
14	Mg-41564	Чехословакия	2,8	0	2,0	4

Большинство форм плёнчатого ячменя проявило умеренно и весьма восприимчивый тип, два образца К-7-4 и Ц-1 из Красноярска заняли промежуточное положение между умеренно устойчивым и весьма восприимчивым. Сорт Омский 85, стандарт устойчивости к головнёвым заболеваниям, показал весьма устойчивый тип реакции. Более высокая устойчивость к стеблевой ржавчине была выявлена в целом у образцов голозёрного ячменя. Три – Омский голозёрный 1, Омский голозёрный 2, Целесте 4697 – оценены как весьма и умеренно устойчивые. Следует отметить, что в целом образцы из Западной и Восточной Сибири, оказались более устойчивыми, чем из Мексики и стран Европы.

Т а б л и ц а 2. Устойчивость образцов голозёрного ячменя к грибным заболеваниям
 T a b l e 2. Resistance of naked barley accessions to fungous diseases

№ п/п	Название	Происхождение	Поражение головней, %			Поражение стеблевой ржавчиной, балл
			черной	пыльной	каменной	
1	Омский 87 стандарт восприимчивости	Омская обл.	10,8	23,4	9,5	2
2	Омский 85 стандарт устойчивости	" "	0	0	0	2
3	Целесте 4697	" "	0	0	0	1–2
4	и-533757	Мексика	0	0	0	3–4
5	и-475700	"	0	0	0	4

Выводы

В результате проведённых исследований (2005–2007 гг.), было выявлено 8 плёнчатых и 4 голозёрных сорта, не пораженных чёрной и каменной головнёй, включая стандарты Омский 85 и Омский голозёрный 2. Среди плёнчатых – это линии из Красноярска (Ц-1, К-6-2, К-6-4, К-7-4, К-8-2), образец из Тулуна (2553h5) и линия Казахстана (1869-13-79). Голозёрные формы Омска (Целесте 4697) и Мексики (и-533757 и и-475700).

Анализ поражаемости этих же образцов пыльной головнёй показал наличие резистентных форм среди плёнчатых (К-8-2, Ц-1, К-6-4, К-6-2 из Красноярска, 2353h5 из Тулуна, Km-1192 Л-2, Криничный Л-5 из Беларуси, 1869-13-79 из Казахстана, Mg-41564 из Чехословакии), и голозёрных форм (Целесте 4697 из Омска, к-28824, и-533757, и-475700 из Мексики). Выявлены образцы, сочетающие устойчивость к чёрной, каменной и к пыльной головне. Они рекомендованы селекционерам для включения в скрещивания с целью получения иммунных сортов.

Оценка по поражению стеблевой ржавчиной образцов ячменя с высокой и практической устойчивостью к головнёвым заболеваниям показала отсутствие среди них иммунных форм. Сорта Омский 85, Омский голозёрный 1, Омский голозёрный 2 и Целесте 4697, проявили устойчивый тип реакции и к стеблевой ржавчине (1–2 балла), рекомендованы селекционерам как формы с комплексной резистентностью к грибным заболеваниям.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вавилов Н. И.* Основные задачи советской селекции растений и пути их осуществления. Проблема исходного материала / Н. И. Вавилов // *Избранные сочинения. Генетика и селекция.* М.: Колос, 1966. С. 20–122.
2. *Вавилов Н. И.* Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям (Применительно к запросам селекции). / Н. И. Вавилов // *Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям.* М.: Наука, 1986. С. 915–395.
3. *Методы изучения устойчивости зерновых культур к возбудителям головневых заболеваний.* Л., 1971. 60 с.
4. *Михайлова Л. А.* Лабораторные методы культивирования возбудителя бурой ржавчины пшеницы. / Л. А. Михайлова, Л. В. Квитко // *Микология и фитопатология.* 1970. Т. 4. № 3. С. 269–270.
5. *Оценка сельскохозяйственных культур на устойчивость к болезням в Сибири: метод рекомендации* / СО ВАСХНИЛ. Новосибирск, 1981. 45 с.
6. *Прогноз распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур: рекомендации по борьбе с ними в Омской области на 2006 год.* Омск, 2006. С. 10.
7. *Прогноз распространения вредителей, болезней и сорняков сельскохозяйственных культур: рекомендации по борьбе с ними в Омской области на 2007 год.* Омск, 2007. С. 11.
8. *Трофимовская А. Я.* Ячмень. / А. Я. Трофимовская. – М.: Колос, 1972. 296 с.
9. *Широков А. И.* Чёрная головня ячменя в Омской области. / А. И. Широков // *Защита растений.* 1979. № 9. С. 18.
10. *Методы селекции и оценки устойчивости пшеницы и ячменя к болезням в странах-членах СЭВ.* Прага, 1988. 322 с.

L. V. MESHKOVA,
O. B. SABAYEVA

RESISTANCE TO FUNGOUS DISEASES IN BARLEY IN THE IRTYSH RIVER AREA OF THE OMSK REGION

Summary

Eight hulled and 4 naked barley cultivars, including standard cvs. Omsky 85 and Omsky Golozerny 2, have been identified as resistant ones to false loose smut and covered smut. Among the hulled barleys resistance was demonstrated by several lines from Krasnoyarsk (C-1, K-6-2, K-6-4, K-7-4, K-8-2), an accession from Tulun (2553h5) and by a line from Kazakhstan (1869-13-79). The resistant naked barleys included forms from Omsk (Celeste 4697) and Mexico (i-533757 and i-475700). Resistance to loose smut has been discovered in such forms of barley as K-8-2, C-1, K-6-4, K-6-2 from Krasnoyarsk, 2353h5 from Tulun, Km-1192 L-2, Krinichny L-5 from Byelorussia,

1869-13-79 from Kazakhstan, Mg-41564 from Czechoslovakia), as well as in such naked barleys as Celeste 4697 (from Omsk) and k-28824, i-533757 and i-475700 (from Mexico). The cultivars Omsky 85, Omsky Golozerny 1, Omsky Golozerny 2 and Celeste 4697 had demonstrated stable response to stem rust and were recommended to breeders as materials possessing complex resistance to fungous diseases.

В. М. Россеев

ТЕСТИРОВАНИЕ IN VITRO РАЗНЫХ ФОРМ ЯЧМЕНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ АБИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

Свойства клеток, тканей и растений на разных этапах развития не тождественны, но между ними можно выявить существенные связи и на основе этих связей найти новые подходы к познанию генотипов, в частности их устойчивости. Результаты предыдущих работ дают основание утверждать, что то или иное проявление морфогенеза у эксплантов при культивировании их *in vitro* на среде, содержащей 2,4-Дихлорфеноксиуксусную кислоту (2,4-Д), воздействие которой направлено на индуцирование каллусогенеза и ограничение или подавление органогенеза, может служить показателем общей (неспецифической) устойчивости растений к неблагоприятным абиотическим факторам среды [1]. Однако, используемая при этом методика, в которой показателями устойчивости являются доля каллусных культур с высокой морфогенной способностью и доля культур с побегами, не всегда позволяет достаточно точно оценить изучаемые сорта, так как при чтении реакции у некоторых форм трудно визуально выявить каллусные культуры с высокой морфогенной способностью, вследствие чего возможны ошибки при оценке. Кроме того, в исследованиях, проведенных ранее, не было установлено количественное выражение связи устойчивости со скоростью развития.

Методика тестирования *in vitro* ячменя, использованная в данной работе, включает выбор эксплантов, питательных сред, выполнение комплекса операций, предохраняющих культивируемые клеточные системы от инфекции, создание условий, которые позволяют более точно оценить устойчивость изучаемых форм. При этом показателем устойчивости форм к неблагоприятным абиотическим факторам среды, в частности к засухе, является проявление побегообразования у эксплантов из зрелых зародышей при культивировании их в течение 80–90 суток при 16 - часовом фотопериоде, температуре 24–25°C на среде, содержащей 2,4-Д. В качестве базовой использована среда Гамборга В5 [2]. Индекс устойчивости (i_r) рассчитывается от числа культивируемых эксплантов оцениваемого образца, проявивших те или иные реакции *in vitro* и сохранивших жизнеспособность на момент оценки, т.е.

$$i_r = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \cdot 100,$$

где

n_1 - число эксплантов, у которых побегообразование проявляется;

n_2 - число эксплантов, у которых побегообразование подавлено.

Для определения значения жесткости среды (Р), необходимой для тестирования образцов, использованы построенные по опытным данным графики зависимости у сортов-стандартов проявления побегообразования от концентрации в среде 2,4-Д. При этом устанавливается режим тестирования, при котором наблюдается такая градация сортов по устойчивости, например к засухе, которая представлена в таблице 1.

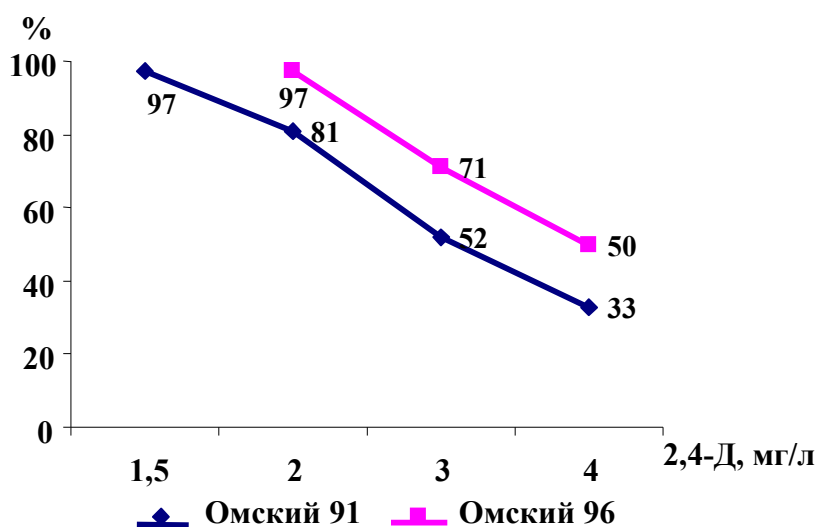
На рисунке представлены реакции эксплантов сортов, отличающихся темпом развития: Омский 96– темп развития ускоренный, засухоустойчивость повышенная; Омский 91 - темп развития средний, засухоустойчивость высокая. Согласно градации, представленной в таблице 1, у сорта Омский 96 значение индекса устойчивости (i_r) находится в пределах $50 < i_r$

≤ 75 (1); у сорта Омский 91 – $75 < i_r \leq 100$ (2).

Т а б л и ц а 1. Градация сортов по засухоустойчивости при тестировании *in vitro*
 Table 1. Cultivars drought resistance *in vitro* differentiation

Индекс устойчивости (i_r)	Устойчивость
$0 < i_r \leq 25$	низкая
$25 < i_r \leq 50$	средняя
$50 < i_r \leq 75$	повышенная
$75 < i_r \leq 100$	высокая

При анализе данных, представленных на рисунке, выявлено следующее: чтобы выполнялись условия (1) и (2), для тестирования сортов с ускоренным и средним темпом развития подходят значения P , равные 3,0 и 2,0 соответственно, т.е. чтобы получить результаты, отражающие устойчивость развивающихся растений, при оценке их *in vitro* на среде, которая ограничивает или подавляет процесс развития, для форм, отличающихся по темпу развития, необходимы разные по жесткости режимы тестирования. Эти различия, по-видимому, обусловлены эффектом скорости развития. Как известно, в процессе развития происходит перестройка биологической системы, переход из одного состояния в другое. При осуществлении перестройки устойчивость системы изменяется [3]. Поэтому, чтобы при тестировании клеточных систем в данных условиях выявить устойчивость развивающихся форм, оценка должна проводиться с учетом связи устойчивости с процессом развития.



Проявление побегообразования у эксплантов (%) в зависимости от жесткости среды *in vitro* (2,4- Д, мг/л)
 Shoot formation in explants (%) vs. hardness of the medium (2,4-D, mg/l)

При анализе данных, представленных в таблице 2 выявлено, что частные от деления значений жесткости среды (P) на квадраты скоростей развития (v^2) практически одинаковы и в данных условиях равны 36, т.е.

$$\frac{P}{v^2} = K, \text{ где}$$

K - константа; P – значение жесткости среды; v – средняя скорость развития, которая

определяется как частное от деления числа этапов органогенеза в периоде всходы – цветение

(s) на продолжительность этого периода в сутках (t), т.е. $v = \frac{s}{t}$.

Согласно классификации Ф. М. Куперман [4], за этот период растение проходит 9 этапов органогенеза, т.е. $s = 9$. Данный период берется потому, что у злаковых культур в конце 9 этапа органогенеза, когда осуществляется зиготогенез, развитие материнского организма практически завершается.

Физический смысл формулы $\frac{P}{v^2} = K$ заключается, по-видимому, в следующем: чтобы с одинаковой устойчивостью преодолеть одни и те же неблагоприятные абиотические условия среды, при изменении темпа развития надежность биологических систем должна измениться пропорционально квадрату скорости развития. Тогда, очевидно, в зависимости от темпа развития устойчивость форм изменяется обратно пропорционально квадрату скорости развития.

Эту связь можно выразить в виде следующей формулы:

$$i_r = i_{r1} \cdot \frac{v_1^2}{v_2^2}$$

Поскольку согласно опытным данным $\frac{P}{v^2} = K$, то

$$P = K \cdot v^2$$

Таким образом, если сорта, отличающиеся по темпу развития, на устойчивость к неблагоприятным абиотическим факторам тестируются *in vitro* на среде, воздействие которой направлено на индуцирование каллусогенеза и ограничение или подавление органогенеза у культивируемых эксплантов, то чтобы получить сопоставимые результаты, отражающие устойчивость форм в процессе развития, режимы тестирования для них по жесткости должны быть пропорциональны квадратам скоростей развития.

Т а б л и ц а 2. Режимы тестирования *in vitro* разных по темпу развития форм ячменя и связь их со скоростью развития
Table 2. Regimes of *in vitro* testing of barley forms differing by the rate of development and their relation to the speed of development

Темп развития	P	v	v ²	$\frac{P}{v^2}$
ускоренный	3,0	0,290	0,0841	36
средний	2,0	0,237	0,0562	36

Проведенные исследования подтверждают выводы, сформулированные ранее при анализе экспериментальных данных, полученных при тестировании *in vitro* яровой мягкой пшеницы [5].

Результаты апробации показывают, что индексы устойчивости сортов, определенные путем тестирования *in vitro* по разработанной методике, отражают уровень их полевой устойчивости к неблагоприятным абиотическим факторам среды, в частности к засухе.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Россеев В. М.* Реакции клеточных систем зерновых культур *in vitro* и биотестирование селекционного материала на устойчивость к неблагоприятным абиотическим факторам среды / Автореф.канд.дис. Омск, 2001. 16 с.
2. *Gamborg O. L., Eveleigh D. E.* Culture methods and detection of gluconases in cultures of

wheat and barley// Can. J. Biochem. 1968. V.46, № 5. P. 417–421.

3. Веселова Т. В., Веселовский В. А., Чернавский Д. С. Стресс у растений (Биофизический подход), М.: изд-во Моск. ун-та, 1993. 144 с.
4. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. - М.: Высшая школа, 1977. 288 с.
5. Россеев В. М. Тестирование *in vitro* разных форм яровой мягкой пшеницы на устойчивость к неблагоприятным абиотическим факторам среды // Доклады РАСХН.-2007. № 5. С. 3–4.

V. M. ROSSEYEV

IN VITRO TESTING OF DIFFERENT FORMS OF BARLEY FOR RESISTANCE TO UNFAVOURABLE ABIOTIC ENVIRONMENTAL FACTORS

Summary

In vitro cultivation of barley in the medium containing 2,4-Dichlorophenylacetic acid (2,4-D) which induces callusogenesis and limits or suppresses organogenesis, may serve as an indicator of general (nonspecific) resistance of plants to unfavourable abiotic environmental factors. The formulas for calculating the index of plant resistance and medium hardness are presented. Said indices reflect the level of field resistance of barley to unfavourable abiotic environmental factors, to droughts in particular.

**А. В. Титаренко,
Л. П. Титаренко,
Н. А. Коробова**

ЯЧМЕННО-ПШЕНИЧНЫЕ ГИБРИДЫ В СЕЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ

Развитие биотехнологических методов, генная и хромосомная инженерия обеспечивают на основе привлечения диких или родственных видов синтез новых генотипов, имеющих практическое значение или же как резерв генетического разнообразия культуры.

Нами в различных почвенно-климатических условиях (Воронежская и Ростовская области) проведено изучение ячменно-пшеничных гибридов поздних поколений, любезно предоставленных доктором биологических наук Л. А. Першиной, и созданных в Институте цитологии и генетики СО РАН путем привлечения в гибридизацию в качестве материнской формы различных видов ячменя (*Hordeum geniculatum* All., *Hordeum vulgare* L.), в качестве отцовской – яровых и озимых сортов мягкой пшеницы, применения специфических приемов для преодоления несовместимости, повышения и закрепления фертильности получаемых гибридов (Першина Л. А., 2000).

Ячменно-пшеничные гибриды формировали урожай зерна меньше, чем сорта – стандарты яровой мягкой пшеницы. По двухлетним данным при урожайности стандартного сорта Крестьянка 3,69 т/га в Воронежской и трехлетним данным 2,07 т/га в Ростовской областях ячменно-пшеничные гибриды с цитоплазматическим материалом дикорастущего ячменя *H. geniculatum* All. имели урожай зерна ниже на 24,4% в первом месте испытания и на 32,3% - во втором. Гибриды с цитоплазматическим материалом культурного ячменя *H. vulgare* L. сорта Я – 319 – на 24,2 и 24,6%, сорта Неполегающий – на 19,4 и 23,7% соответственно ниже. В отдельные годы все же некоторые гибриды по продуктивности не уступали пшенице.

Снижение урожайности обусловлено главным образом меньшим числом зерен в колосе, более низкой абсолютной массой зерна и большим поражением растений болезнями – мучнистой росой и бурой ржавчиной. Менее устойчивыми к заболеваниям оказались гибриды с цитоплазмой дикорастущего ячменя *H. geniculatum*, они же имели на 8 – 10 см ниже высоту растений. Из элементов структуры урожая следует отметить более высокую кустистость у ячменно-пшеничных гибридов.

И что самое важное, эти формы представляют практический интерес как источники высокого качества зерна. При содержании клейковины и белка по двухлетним данным у сорта – стандарта Крестьянка соответственно 25,4% и 12,5%, гибриды с *H. geniculatum* All. имели содержание клейковины 30,3% и белка 13,9%, с *H. vulgare* L. сорт – Я – 319 – 30,7% и 15,2%, с *H. vulgare* L. сорт – Неполегающий – 28,6% и 13,2%. По величине показателя седиментация гибриды отвечали требованиям, предъявляемым к высококачественной пшенице.

Электрофоретический анализ глиадинов ячменно-пшеничных гибридов в общем показал, что это типичная мягкая пшеница, тем не менее отмечается высокая гетерогенность по глиадиновым белкам. Компонентов гордеина не выявлено.

В результате изучения соматоклональных и гаметоклональных вариантов ячменно-пшеничных гибридов (самоклоны и гаметоклоны получены на одном и том же гибриде) существенных различий по урожайности между ними не отмечено. Наличие изменчивости по другим показателям указывает на необходимость их получения с целью увеличения генетического разнообразия.

Следует отметить, аллоплазматические формы пшеницы представляют собой поздние поколения гибридов, но процесс стабилизации генотипов до сих пор не окончен. Это подтверждается большим, чем у сортов, процентом открытого цветения и обнаружением в потомстве гибридов генотипов разновидностей «альбидум», «барбаросса», «псевдобарбаросса».

Дальнейшее изучение аллоплазматических линий проведено на гибридах от диаллельного скрещивания 7×7 с включением в гибридизацию сорта яровой мягкой пшеницы Воронежская 6, аллоплазматической пшеницы с *H. geniculatum* All. GP^2F_{11} , двух линий с культурным ячменем Я-319 различных поколений (Я-319 \times С) UC^2F_8 и (Я-319 \times С) UC^2F_7 , Соматоклона 17 (Ю-26) и Гаметоклона 17 (Ю-110) линии с культурным ячменем Неполегающий (Неп \times С) $M_{808} CF_7$, аллоплазматической линии (Неп \times С) $M_{808} PF_8$.

В системе скрещиваний отмечены высокая специфичность образования гибридов, влияние на результативность гибридизации условий года, плазмона и совместимости плазмона с вновь образованным ядерным материалом [2]. Так, при использовании Воронежской 6 в качестве материнской формы при скрещивании с Гаметоклоном 17 завязываемость гибридных зерен в среднем за 2 года составляла 12,9 %, при массе одной зерновки 19,4 мг, в обратной комбинации – 33,6% и 23,8 мг соответственно. Завязываемость зерен во внутрисортном скрещивании Воронежской 6 была 51,4% с массой зерновки 22,8 г. Наличие большого реципрокного эффекта при гибридизации отразилось на качестве получаемых гибридов, их формообразовательном процессе и возможности отбора селекционно-ценных генотипов.

Во втором поколении реципрокных гибридов F_2 , полученных от скрещивания ячменно-пшеничного гибрида (Неп \times С) $M_{808} PF_8$ с другими аллоплазматическими линиями и культурной пшеницей, проводился отбор элитных растений с учетом показателей: кустистость, высота растений, длина и озерненность колоса, пораженность болезнями. В таблице представлены результаты анализа отдельных элементов структуры урожая растений каждой комбинации.

Подтвердилась высокая кустистость растений F_2 ячменно-пшеничных гибридов, особенно в сравнении с В-6 \times В-6. Наиболее высокая продуктивная кустистость отмечена в гибридной популяции 7×2 со значительными реципрокным эффектом. Большой реципрокный эффект по остальным трем показателям отмечен по всем комбинациям, за исключением 4×7 и 7×4 по массе зерна с растения.

Ячменно-пшеничный гибрид с *H. vulgare* L. (Неп \times С) $M_{808} PF_8$ отличался высокой общей комбинационной способностью и способствовал образованию трансгрессивных форм при использовании в качестве материнской формы при гибридизации. Цитоплазматические особенности вовлекаемых в скрещивание гибридов определяли величину различий реципрокных эффектов.

Таким образом, рекомбинационный процесс при скрещивании ячменно-пшеничных гибридов способствует образованию и последующему выделению трансгрессивных форм, превосходящих по многим показателям культурную пшеницу.

**Морфобиологическая характеристика отобранных элитных растений
из реципрокных гибридов F₂
Morphobiological characteristic of elite plants selected from reciprocal F₂ hybrids**

№ п/п	Гибридная комбинация		Продуктивная кустистость	Главный колос		Масса зерна с растения, г
	Материнская форма	Схема скрещивания		Число зерен, шт.	Масса зерен, г	
0	Воронежская 6 (В-6)	(В-6 × В-6)	1,8	46,5	0,94	1,34
1	Воронежская 6	1 × 7	2,6	38,5	0,83	1,24
2	ГП ² F ₁₁ *	2 × 7	2,6	29,3	0,64	1,08
3	(Я-319 × С) УС ² F ₈	3 × 7	2,6	32,7	0,63	0,83
4	(Я-319 × С) УС ² F ₇	4 × 7	4,5	39,4	1,20	3,27
5	Сомаклон 17	5 × 7	3,2	27,6	0,69	1,13
6	Гаметоклон 17	6 × 7	3,5	42,4	0,94	1,44
7	(Неп × С) М ₈₀₈ ПФ ₈	7 × 7	3,0	42,5	1,04	2,32
8	(Неп × С) М ₈₀₈ ПФ ₈	7 × 1	3,7	51,1	1,39	2,54
9	(Неп × С) М ₈₀₈ ПФ ₈	7 × 2	5,3	48,6	1,59	4,42
10	(Неп × С) М ₈₀₈ ПФ ₈	7 × 3	4,3	49,4	1,40	3,43
11	(Неп × С) М ₈₀₈ ПФ ₈	7М4	4,7	47,4	1,34	3,24
12	(Неп × С) М ₈₀₈ ПФ ₈	7 × 5	3,6	50,1	1,51	3,44
13	(Неп × С) М ₈₀₈ ПФ ₈	7 × 6	3,6	54,6	1,39	2,51

* Примечание. Мягкая яровая пшеница Пиротрикс 28 (П), Саратовская 29 (С); мягкая озимая пшеница Ульяновка (У), Мироновская 808 (М₈₀₈).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Першина Л. А.* Создание новых генотипов пшеницы на основе реконструкции геномов // Наука и проблемы АПК Сибири. Сб. науч. трудов СО РАН. Новосибирск, 2000. С. 64–73.
2. *Титаренко А. В., Титаренко Л. П., Смур В. В.* Завязываемость гибридных зерен и масса одной зерновки в скрещиваниях мягкой яровой пшеницы и ячменно-пшеничных гибридов // Отдаленная гибридизация. Современное состояние и перспективы развития. М.: ТСХА, 2003. С. 269–271.

A. V. TITARENKO,
L. P. TITARENKO,
N. A. KOROBOVA

BARLEY-WHEAT HYBRIDS IN WHEAT BREEDING

Summary

Alloplasmatic wheat lines have been assessed for yielding ability, elements of yield structure and grain quality. In comparison with the cultivar of spring common wheat *Krestyanka*, the content of protein was 1.4% and of gluten 4.9 % higher in alloplasmatic lines with *H. geniculatum* All., and, respectively, 0.7–2.7 % and 3.2–5.3% higher in alloplasmatic lines with *H. vulgare* L. The inclusion of alloplasmatic lines into hybridization makes it possible to develop transgressive forms with many characteristics exceeding those in cultivated wheat.

А. В. Титаренко,
Л. П. Титаренко,
Н. А. Коробова

УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В 2007 г. на демонстрационном участке полигона «День поля России – 2007», проходившим в Аксайском районе Ростовской области, изучалось 36 сортов ярового ячменя селекции 11 научных учреждений России (табл.).

Климатические условия весенне-летнего периода сложились крайне неблагоприятные для роста и развития растений яровых культур. Ранняя весна сопровождалась частыми сменами теплых и холодных периодов. Март и апрель на 1–2°C были теплее, чем в среднем по годам. И, если в марте осадков выпало на уровне среднеголетних значений, то в апреле – в 2 раза меньше. Начиная с мая месяца, идет резкое нарастание температуры воздуха и еще большее уменьшение количества осадков. Воздушная засуха в мае – июне сопровождалась и почвенной засухой.

Посев был произведен 23 марта сеялкой безостаточного высева СУ-10, площадь делянки 95 м², норма высева 5 млн. всхожих зерен на гектар. Уборка – при полной спелости зерна, комбайном Сампо 130.

Условия среды оказались решающим фактором в формировании урожая зерна. Сорта с быстрым нарастанием вегетативной массы оказались в выигрыше, обеспечивая меньшее испарение и лучший расход имеющейся почвенной влаги.

Судя по среднесортовой (в разрезе институтов) урожайности ячменя, выделелись сорта селекционных учреждений, сходных по климатическим условиям, где селекция ведется на засухоустойчивость и жаростойкость – НИИСХ Юго-Востока и Самарский НИИСХ, несколько меньшая урожайность – у сортов ВНИИЗК им. И.Г. Калининко.

Урожай зерна ярового ячменя, ц/га, 2007 г. Spring barley grain yield, quintals/ha, 2007

№ п/п	Название учреждения	Количество сортов	Урожайность средняя по сортам, ц/га	Название сортов
1	ВНИИЗК им. И.Г. Калининко	4	21,0	Зерноградский 770, Приазовский 9, Ратник, Сокол
2	КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко	6	18,9	Мамлюк, Рубикон, Максим, Кумир, Стимул, Виконт
3	Ставропольский НИИСХ	5	19,5	Одесский 22, Пивденный, Прерия, Гетьман, Вакула
4	НИИСХ Юго-Востока	2	24,6	ЯК-401, Нуганс 278
5	Татарский НИИСХ	2	14,5	Тимерхан, Раушан
6	Тамбовский НИИСХ	3	16,6	Азарт, Л-26282, Чекинский 221
7	Белгородский НИИСХ	1	21,3	Хаджибей
8	Поволжский НИИСХ	4	19,8	Рыцарь, Агат, Волгарь, Казак
9	Самарский НИИСХ	2	24,4	Ястреб, Медикум 157
10	НИИСХ ЦРНЗ	3	13,5	Эльф, Нур, Владимир
11	НИИСХ Северо-Востока	4	13,5	Лель, Тандем, Андрей, Эколог

Прерия как один из наиболее распространенных сортов в Ростовской области, как сорт – стандарт сформировал урожай зерна 19,8 ц/га. Много выше была урожайность у сор-

тов Сокол – 23,5 ц/га; Мамлюк – 24,9; Виконт – 24,5; Одесский 22 – 23,4; Агат – 23,7 ц/га соответственно. Самая высокая урожайность получена по ЯК-401 – 25,2 ц/га и Медикум 157 – 27,9 ц/га, самая низкая у Тандем – 10,2 ц/га; Тимерхан – 11,5; Эколог – 11,7; Эльф – 12,3 ц/га. Несколько неожиданно, но в группу низкоурожайных попали некоторые сорта селекции КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко: Рубикон – 13,3 ц/га, Максим – 14,1 ц/га. Поскольку посевные качества высеянных семян соответствовали по документам первому классу, то значительные различия по урожайности отчасти объясняются экологической разнокачественностью семян.

Результаты, полученные на демонстрационном участке, можно трактовать по-разному, с одной стороны хорошую урожайность показали сорта, селекционируемые в сходных климатических условиях; с другой – ограниченные финансовые возможности селекционных учреждений сдерживают их предложение по более широкому испытанию своих сортов в Госсортоиспытании.

A. V. TITARENKO,
L. P. TITARENKO,
N. A. KOROBOVA

YIELDING ABILITY OF SPRING BARLEY IN THE ROSTOV REGION

Summary

The paper offers the results of testing barley cultivars bred by 11 research institutes at the Russian Field Day in the Rostov Region.

**Д. Н. Тишков,
Н. И. Тишков,
Т. А. Тимошенкова,
И. А. Терентьева**

ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА

Велико значение исходного материала из мировой коллекции ВИРа в селекционном процессе. В центре Оренбургского Предуралья, систематическое изучение многообразия форм ячменя из мирового генофонда, собранного в ВИР, началось с 1972 г. За прошедший период было изучено более 1,5 тыс. коллекционных образцов ячменя, проведено с привлечением перспективного коллекционного материала около одной тысячи скрещиваний, выведено и районировано пять сортов ярового ячменя селекции Оренбургского НИИСХ.

Подбор исходного материала – процесс непрерывный, поэтому исследования по изучению коллекции продолжают. Очередной этап изучения коллекционного материала состоялся в период 2001–2002 гг.

Материалом для исследований послужили 277 образцов ячменя из мировой коллекции ВИРа. Из них: 159 образцов кормового направления 34 – пивоваренного, 40 – генетических источников устойчивости к болезням.

Экспериментальная работа выполнена в опытно-производственном хозяйстве «Урожайное» Оренбургского НИИСХ, расположенном в центральной зоне области, на водоразделе рек Урала и Сакмары.

Почвы опытного участка – черноземы обыкновенные, среднemocные, средне- и малогумусные. Для них характерна низкая и средняя обеспеченность подвижным фосфором и повышенной – калием. Содержание гумуса – 4,2–7,6%.

За год выпадают в среднем 386 мм осадков, из них за ноябрь – март 156 мм, апрель–октябрь – 230 мм.

Погодные условия в годы исследований характеризовались относительной контрастностью основных показателей гидротермического режима.

В 2000 г. наблюдался избыток осадков в период вегетации ячменя. С мая по июль выпало 221,8 мм осадков – в 2 раза больше нормы. Погодные условия в 2001–2002 гг. наоборот отличались засушливостью, обусловленной недостаточным количеством осадков. В 2001 г. с мая по июль выпало 69,5 мм, а в 2002 г. – 63,6 мм, что в 2 раза меньше среднееголетнего количества. Засуха оказала отрицательное действие, как на качественные показатели зерна, так и на уровень зерновой продуктивности. Отдельные коллекционные образцы погибли полностью.

Изучение образцов ячменя из мировой коллекции ВИРа в центральной части Оренбургского Приуралья показало, что значительная часть коллекции не приспособлена к специфическим природно-климатическим местным условиям. Зерновая продуктивность у коллекционных образцов варьировала в зависимости от условий года от 0,00 до 258 г/м².

Тем не менее, за годы изучения удалось выделить группу сортообразцов с достаточно высокой урожайностью зерна, что говорит о значительной адаптивной способности этих сортов.

В таблице приведена развернутая характеристика наиболее ярких сортообразцов по основным хозяйственно-ценным признакам, разделенных на три группы: сорта кормового направления, пивоваренные и голозерные сорта. Вполне закономерно, что из представленного набора наиболее продуктивными оказались сорта селекции засушливых регионов, как в группе кормовых ячменей, так и в группе пивоваренных.

Они заслуживают самого пристального внимания для создания материала с повышенной устойчивостью к абиотическим факторам.

Безусловно, значительный интерес представляют сортообразцы, отселектированные в более влажных регионах. Такие как Эльф (Московская обл.), Stein (Канада), Г-502 (Ленинградская обл.), Beilarge (Франция), Maresi (Германия), показавшие продуктивность на уровне или выше стандартных сортов. Сортообразцов с высокой потенциальной урожайностью и не уступающие по продуктивности стандартным сортам в местных условиях, необходимо использовать как исходный материал для выведения сортов с широкой нормой реакции.

Особое место занимает голозерная группа ячменей, которая в селекционном плане является наиболее сложной. Голозерные сортообразцы, в большинстве своем, отличались пониженной урожайностью, т.к. менее всех приспособлены к условиям сухих степей.

Это и понятно – эволюция голозерных форм ячменя проходила, главным образом, в горных районах, где голозерный ячмень являлся основным хлебом горцев. Вероятно, в условиях гор у голозерных ячменей сформировались узкоспецифичные коадаптированные блоки генов с низкой рекомбинационной способностью. Поэтому селекция голозерных сортов, как указывалось выше, в засушливых зонах дала пока мало положительных результатов.

Однако, выделение ряда голозерных сортов с положительной оценкой по ряду важных селекционных признаков с одной стороны, привлечение их в скрещивания с выделенными нами родительскими формами с высоким рекомбинационным потенциалом с другой стороны, дает основание надеяться на получение позитивных результатов в селекции голозерных сортов.

Подводя итог изложенному, можно констатировать, что выделенный нами исходный материал в большинстве своем вовлечен в селекционный процесс по схеме реализации разработанных моделей сортов ячменя раннеспелого биотипа (кормовое направление) и среднеспелого биотипа (пивоваренного направления), а также положено начало селекции голозерных сортов ячменя.

За годы исследований нами проведены простые и сложные скрещивания по 205 комбинациям с привлечением лучших коллекционных образцов ВИРа (в т.ч. 35% комбинаций с участием пивоваренных сортообразцов, 22% – голозерных), 45% комбинаций скрещиваний осуществлено на основе сортов с высоким рекомбинационным потенциалом (Анна, Оренбургский 15, Оренбургский 17, Целинный 17, Целинный 30, Медикум 85).

D. N. TISHKOV,
N. I. TISHKOV,
T. A. TIMOSHENKOVA,
I. A. THERENTYEVA

INITIAL MATERIAL FOR BREEDING SPRING BARLEY IN THE STEPP ZONE
OF THE SOUTHERN URALS

Summary

277 accessions of spring barley from the VIR global collection have been studied in the Steppe Zone of the Southern Urals. The identified sources of economically important traits can be used in breeding fodder and malting barley cultivars, as well as naked cultivars with an increased resistance to abiotic factors.

О. Б. Батакова

**НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДЛИНЫ ВЕГЕТАЦИОННОГО
ПЕРИОДА В УСЛОВИЯХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

В северных районах Европейской России, с коротким и очень коротким вегетационным периодом скороспелость сорта – главный показатель его адаптации к местным условиям возделывания. Здесь такие сорта оказываются вне конкуренции с потенциально значительно более продуктивными, но в большинстве случаев не вызревающими сортами (Гуляев, 1999). В этих суровых климатических условиях создание скороспелых сортов и повышение их продуктивности – одно из основных направлений селекции всех зерновых культур. Скороспелость сортов в этих регионах также важна, как и засухоустойчивость в засушливых районах страны.

Основные фазы развития растений и этапы органогенеза у скороспелых сортов проходят быстрее, чем у среднеспелых и позднеспелых сортов. Скороспелые сорта сравнительно быстро проходят фазу выхода в трубку, колошения, цветения, налива и созревания зерна; в результате у них закладывается меньше основных элементов, обуславливающих продуктивность, поэтому скороспелые сорта часто бывают менее продуктивными в сравнении с позднеспелыми.

Создание и подбор сортов приспособленных к различным эколого – географическим условиям позволяет реализовывать признак скороспелости в различающихся условиях произрастания. Научный подход к подбору исходного материала по этому вопросу является одной из важнейших проблем селекции.

Вегетационный период определяется генетическими особенностями сорта и в сильной степени зависит от температурного режима и влагообеспеченности [1–3, 5]. Установлено, что для периода всходы – колошение оптимальной является температура 20–22°C, а для периода колошение – созревание 23–24°C. Повышение температуры с одновременным понижением влажности воздуха и почвы ускоряет развитие и созревание ячменя и, напротив, низкие температуры (до 15°C), особенно во вторую половину лета, в сочетании с высокой влажностью, как правило затягивают созревание хлебов [4, 6].

Период вегетации сорта и ритма его роста и развития устанавливается путем фенологических наблюдений.

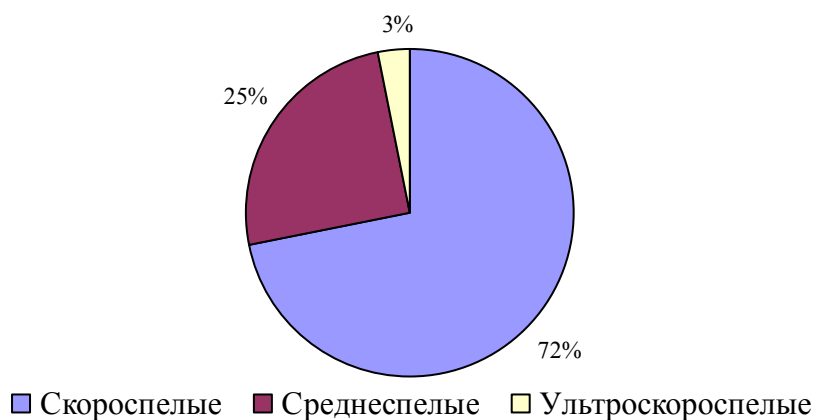
На Котласской семеноводческой опытной станции за период 2000 по 2006 год проведены наблюдения зависимости длины вегетационного периода от агроклиматических условий двурядных и многорядных сортов ярового ячменя.

По результатам изучения длины вегетационного периода выделено три группы сортов:

- ультраскороспелые (70–74 дней) 9 сортов,
- скороспелые 75-79 дней, с длиной вегетационного периода на уровне стандарта Варде – 194 сорта.

- среднеспелые 80–84 дня, с длиной вегетационного периода на уровне стандарта Дина –67 сортов (рис. 1).

Среди изучаемого набора скороспелые сорта составили самую многочисленную группу.



Р и с. 1. Дифференциация коллекционных сортов ячменя по продолжительности вегетационного периода (Котлас, 2000-2006 гг.)

Fig. 1. Differentiation of barley cultivar accessions in terms of vegetative period duration (Kotlas, 2000-2006)

Наиболее многочисленную группу скороспелых сортов представляют в основном страны Скандинавии, России, Америки. Все ультраскороспелые сорта по происхождению местные формы из Архангельской области. Метеоусловия вызывают ежегодное перераспределение образцов по этим группам. В благоприятные годы проявляется сортовая индивидуальность сорта.

Средний вегетационный период изученного набора скороспелых образцов составил 79 дней. За годы исследований длина вегетационного периода сильно варьировала. В жаркие засушливые годы (2000, 2002 гг.) вегетационный период был коротким от 60 до 75 дней, и значительно длиннее в холодные и сырые годы (2003, 2004, 2006 гг.) от 80 до 92 дней, при чем это наблюдалось как у двурядных, так и многорядных ячменей (рис. 2). Амплитуда изменчивости вегетационного периода у изученных сортов составила за все изученные года 32 дня, а по средним данным 11 дней, что говорит о больших возможностях использования коллекции для селекции на скороспелость.

В самый благоприятный 2003 г. длина вегетационного периода составляла от 81 до 92 дней. Благодаря удлинению вегетационного периода, межфазные периоды растений прошли в лучших условиях, сумев полностью сформировать хорошо развитые растения, что незамедлительно сказалось на продуктивности ячменя, которая в данном году была наивысшей. Из этого можно сделать вывод, что увеличение длины вегетационного периода напрямую связано с увеличением продуктивности.

Период от всходов до кушения был у всех сортов одинаковый, поэтому для изучения были выбраны периоды от всходов до колошения и от начала колошения до полной спелости. Среди изученного набора период от всходов до колошения, как у многорядных ячменей, так и у двурядных и составляет 36–47 дней. Период от начала колошения до полной спелости у многорядных ячменей составлял – 25–43 дней и был короче, чем у двурядных – 32–45 дней, и менялся в зависимости от условий года.

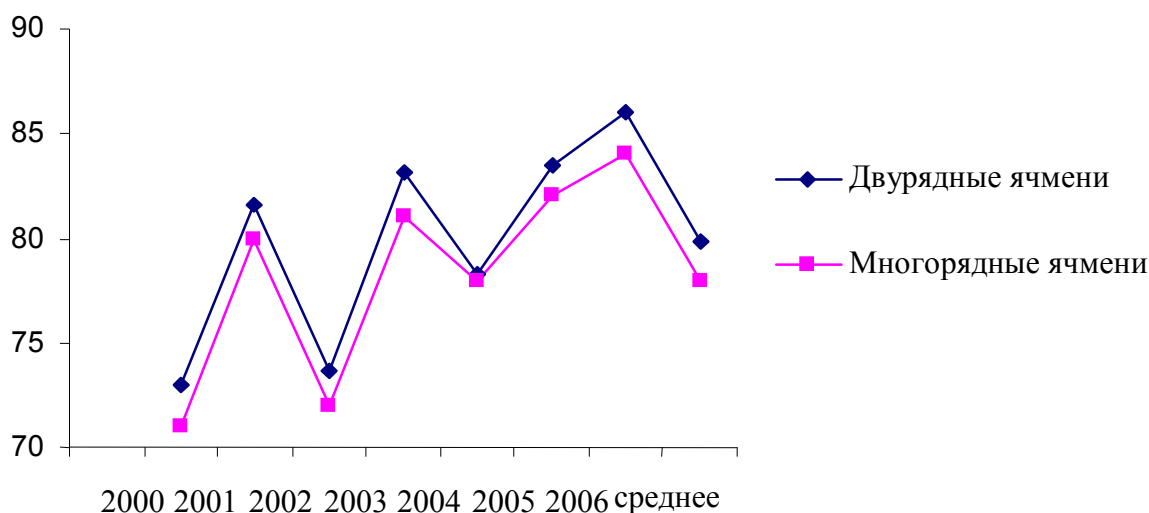


Рис. 2. Средний показатель длины вегетационного периода (Котлас, 2000–2006 гг.)
Fig. 2. Vegetative period duration, mean value (Kotlas, 2000-2006)

Наиболее скороспелыми являются сорта, у которых оба периода короткие, увеличение длины любого межфазного периода приводит к увеличению длины вегетационного периода (табл.).

**Длина вегетационного периода по фазам развития ячменя
(Котлас, 2000–2006 гг.)**

Stages of barley development and the total vegetative period duration (Kotlas, 2000-2006)

Год	Вегетационный период, дни					
	Двурядные			Многорядные		
	всходы- полная спелость	всходы- колошение	колошение- полная спелость	всходы- полная спелость	всходы- колошение	колошение- полная спелость
2000	73	35	38	73	33	38
2001	82	46	36	80	43	37
2002	74	35	39	73	34	39
2003	83	39	44	82	40	42
2004	79	48	30	78	48	30
2005	83	47	36	82	44	37
2006	86	42	44	84	39	47
среднее	80	42	38	79	40	39
НСР ₀₅	1,6	0,9	0,7	1,8	0,9	0,8

Самый продолжительный период всходы - колошение как у двурядных (48), так и у многорядных (48) ячменей был в 2004 г., когда в первой половине вегетационного периода была дождливая, холодная погода, накопление эффективного тепла проходило медленно. Самый короткий межфазный период всходы – колошение 35 дней у двурядных сортов и 34 дней у многорядных в 2000 г., когда в начале лета стояла умеренно-теплая, а в середине лета очень жаркая и сухая погода. Период колошение – полная спелость наиболее продолжительным был в 2006 г., при чем у многорядных ячменей он длиннее (47 дней), чем у двурядных (44 дня). Самым коротким периодом колошение - полная спелость был в 2004 г. и составил как у

двурядных так и многорядных – 30 дней. В наиболее благоприятный по климатическим условиям 2003 г. разница в длине межфазных периодов у двурядных и многорядных ячменей очень незначительна, как и длина вегетационного периода (83 и 81 дней). Как и длина вегетационного периода, длина межфазных периодов в первую очередь зависит от климатических условий в этот период, если в межфазный период (всходы - колошение или колошение – полная спелость) стоит холодная погода то период соответственно удлиняется и наоборот, если сухая жаркая погода длина межфазного периода заметно сокращается. В благоприятные по климатическим условиям годы разница в длине межфазных периодов выравнивается. В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что в условиях Крайнего Севера, в результате резкой смены климатических условий года в период вегетации амплитуда колебаний длины межфазных периодов очень значительна и составляет от 11 до 18 дней.

Группа ультраскороспелых сортов представлена 8 местными формами Архангельской области и сортом Норвежской селекции Arvo.

Самый короткий период от колошения до полной спелости у местных архангельских многорядных образцов был от 28 до 36 дней. У двурядных образцов этот период значительно длиннее и составляет от 34 до 39 дней (табл.). Среди двурядных ячменей короткий период колошение – полная спелость у сортов из Норвегии, Дании, Архангельской области, то есть там, где признак скороспелости заложен со времен народной селекции. Среди изучаемых скороспелых образцов, представляющих различные эколого-географические группы, наиболее скороспелыми в условиях Европейского Севера были местные образцы, образцы северных районов России, Сибири, стран Скандинавии, Канады, Австралии.

Проведенные, нами наблюдения за развитием изучаемого материала показали, что наиболее скороспелыми в сравнении с двурядными, являются многорядные образцы. Источники скороспелости с длиной вегетационного периода – 72–73 дней, это местные многорядные образцы полученные из районов Архангельской и Вологодской областей кк-1826, 2789, 3040, 9589, 9338, 9601, 5009, 1783, которые скороспелее стандарта Варде на 2–3 дня.

Также подтверждено, что многорядные ячмени более скороспелые, чем двурядные, двурядные формы имеют более продолжительный период от колошения до созревания.

Выявлена слабая положительная корреляция, как у многорядных так и двурядных ячменей ($r = +0,03-0,22$) по отношению длины вегетационного периода к продуктивности, возможно, это связано с тем, что весь изучаемый набор сортов скороспелый.

В среднем за годы изучения выявлена положительная корреляция между периодом всходы – колошение и длиной вегетационного периода, как у двурядных ($r = +0,49$) так и многорядных сортов ячменя ($r = +0,12$). Не значительная корреляция у двурядных ячменей ($r = + 0,07$) между периодом колошение – созревание и длиной вегетационного периода. И сильная отрицательная корреляция между периодом колошение – созревание и длиной вегетационного периода ($r = -0,8$) у многорядных ячменей. Это говорит о том, что в климатических условиях Крайнего Севера значительно влияет на длину вегетационного периода первый межфазный период.

Сильная отрицательная корреляция получена за все годы изучения между межфазными периодами у двурядных ячменей ($r = - 0,74 -0,91$) и у многорядных сортов ячменя ($r = - 0,65 - 0,85$), что говорит о том, что изменение продолжительности одного межфазного периода приведет к обратному изменению другого межфазного периода.

Анализируя корреляционную зависимость между межфазными периодами и длиной вегетационного периода у двурядных и многорядных сортов можно сказать, что при любых климатических условиях длина вегетационного периода в сильной степени зависит от длины межфазных периодов и изменение продолжительности какого – либо периода приводит к изменению длины вегетационного периода.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Альдеров А. А., Баташева Б. А.* Внутри видовое разнообразие ячменя культурного по скорости развития // тезисы докладов Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке. С.-Петербург, 2007. С. 398–400.
2. *Баташева Б. А., Альдеров А. А.* Скороспелость ячменя в связи с адаптивным потенциалом сорта// Тезисы докладов «Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке». С.-Петербург., 2007. С. 413–415.
3. *Бахтеев Ф. Х.* Ячмень. М. 1955. С. 171–173.
4. *Расулов Р. Р.* Исходный материал – перспективы селекции пивоваренного ячменя в условиях орошения Зеравшанского бассейна Узбекской ССЗ. Дисс. на соиск. уч. степени канд. с/х наук. Л., 1984. С. 99.
5. *Трофимовская А. Я.* Ячмень (эволюция, классификация, селекция). Л.: Колос, 1972. С. 274.
6. *Лекеш Я.* Исходный материал и селекция пивоваренного ячменя в Чехословакии.// Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л., 1972. Т. 36. Вып. 1. С. 139–155(144).

Аннотация

В северных районах Европейской России, с коротким и очень коротким вегетационным периодом скороспелость сорта – главный показатель его адаптации к местным условиям возделывания. Скороспелые сорта сравнительно быстро проходят фазу выхода в трубку, колосения, цветения, налива и созревания зерна; в результате у них закладывается меньше основных элементов, обуславливающих продуктивность, поэтому скороспелые сорта часто бывают менее продуктивными в сравнении с позднеспелыми.

Проведенные, нами наблюдения за развитием изучаемого материала показали, что наиболее многочисленную группу скороспелых сортов представляют в основном страны Скандинавии, России, Америки; наиболее скороспелыми в сравнении с двурядными, являются многорядные образцы.

При любых климатических условиях длина вегетационного периода в сильной степени зависит от длины межфазных периодов, и изменение продолжительности какого-либо периода приводит к изменению длины вегетационного периода.

O. B. BATAKOVA

SOME RESULTS OF STUDIES OF THE SPRING BARLEY VEGETATIVE PERIOD DURATION IN THE ARKHANGELSK REGION

Summary

The paper offers some results of studies of the spring barley vegetative period duration in the Arkhangelsk Region. Northern regions of European Russia are characterized by short and very short vegetative periods, so earliness of a cultivar is the main indicator of its adaptation to local cultivation conditions. Early cultivars pass the phases of stem elongation, ear formation, flowering, grain filling and ripening comparatively quickly, therefore quite often the number of basic elements determining productivity is smaller in them than in the late-ripening ones, and hence, productivity is lower. Observations of the studied material development have shown that the largest group of early cultivars contains mostly Scandinavian, Russian and American ones, and that multi-row barleys are earlier than the two-row ones. Under any climatic conditions, vegetative period duration strongly depends on the interphase duration, and changes in duration of any phase changes length of the vegetative period.

И. Н. Щенникова,
О. Н. Шуплецова,
О. И. Бутакова

ОЦЕНКА СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА КИСЛОУСТОЙЧИВОСТЬ (Al^+)

В успешном решении селекционных проблем огромное значение имеет научно обоснованный подбор исходного материала [1]. Особая роль в мобилизации растительных ресурсов принадлежит ВНИИР им. Н.И. Вавилова. На базе его коллекции, насчитывающей тысячи сортообразцов, созданы десятки сортов ячменя. В связи с новым направлением эдафической селекции, особое значение приобретает выявление из мирового генофонда сортов, обладающих толерантностью к кислым почвам.

Изучение и оценка генофонда в условиях Кировской области позволяет выделить формы с комплексом или отдельными признаками и свойствами, отвечающими задачам селекции данного региона, и использовать их в дальнейшей селекционной работе для выведения высокоадаптивных и конкурентоспособных сортов.

Современная селекция нуждается и в новых методах и подходах к созданию исходного материала. Успешно используются методы культуры тканей *in vitro* для получения форм ярового ячменя, устойчивых к эдафическому стрессу на кислых почвах [4].

Целью нашей работы было определение толерантности образцов ярового ячменя к повышенному содержанию ионов водорода и алюминия в условиях лабораторных опытов, а также выделение устойчивых для использования их при создании сортов, толерантных к алюмокислотному стрессу.

Материалом исследований служили 65 коллекционных образцов различного эколого-географического происхождения, выделенных в результате изучения в полевых условиях на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах (2007–2008 гг.) по ряду хозяйственно-ценных признаков. В опыт также включены 14 генотипов селекции НИИСХ Северо-Востока, устойчивых к повышенному содержанию ионов водорода и алюминия в почвенном растворе. Генотипы представлены сортами и, полученными на их основе, регенерантными формами, созданными путём отбора соматональных форм в каллусной культуре на кислых (рН 3,8–4,0) селективных средах с алюминием (20–40 мг/л Al^{3+}) и последующей регенерацией растений. В опыт были включены исходные сорта Новичок и его регенерантные формы 440-05, 441-05; сорт 999-93 и его регенеранты 917-01, 781-04, 780-04; сорта-регенеранты 530-98, 774-04, 770-04 и перспективные алюмотолерантные сорта, полученные методом гибридизации, Фермер, 1370-99 и 635-02. В качестве стандарта использовался сорт Биос 1.

Оценка сортов проводилась в лабораторных условиях по методике ВИР [2] в рулонной культуре, которая позволяет оценить устойчивость сорта к действию алюминия по отношению средней длины корней при высокой и низкой концентрациях стрессового фактора (ИДК). Семена (всхожесть не менее 90%) испытываемых образцов проращивали в рулонах на контрольных (дистиллированная вода, рН 6,0) и стрессовых (алюминий 30 мг/л в виде сульфата, рН 3,8) условиях. Влияние стрессового фактора оценивали на 7-е сутки путем замера длины корней.

Коллекционные образцы представлены сортами, созданными в различных регионах страны и за рубежом: Приморский край, Красноярск, Новосибирск, Омск, Свердловск, Киров, Москва, Санкт-Петербург, Белгород, Краснодар, Белоруссия, Украина, Германия, Чехия, Канада, и др.

Лабораторная оценка показала, что сортовые различия по способности прорасти в условиях алюмокислотного стресса не зависят от места происхождения образца (табл.).

Индекс длины корней в опыте варьировал от 0,23 до 1,15. Оценка некоторых сортов показала явный стимулирующий эффект алюминия на рост корневой системы ($ИДК > 1,0$), который отмечается рядом исследователей при оценке селекционного материала с использованием ИДК [3].

Изучаемые образцы были разделены на условные группы, за разделительную границу приняты разные величины ИДК – 0,40; 0,60; 0,80. В связи с этим сорта, имеющие значение ИДК более 0,80 предположительно обладают более высокой степенью устойчивости к алюминию. Как наиболее толерантные к изучаемому стрессовому фактору выделились 16 образцов, длина корней которых изменялась незначительно при наличии ионов алюминия в питательном растворе. Это сорта Добрый, Новичок (Киров); Виконт (Краснодар), Партнер (Тюмень), Приазовский 9, Зерноградец 770 (Ростов), Сигнал (Новосибирск), Русь (Приморский край), Джерело, Бадьорый (Украина), Дзівосны (Белорусь), Веселец (Болгария), Crest (США) и другие.

Т а б л и ц а 1. **Влияние происхождения сортов на устойчивость к алюмокислотному стрессу**
 T a b l e 1. **The influence of barley cultivars origin on tolerance to aluminium stress**

ИДК < 0,40	ИДК 0,41-0,60	ИДК 0,61-0,80	ИДК 0,81-1,00	ИДК > 1,01
Киров* Беларусь	Киров Москва Красноярск Краснодар Свердловск Омск Украина Швейцария Британия Германия Чехия	Киров Москва Красноярск С.-Петербург Кемерово Омск Украина Беларусь Белгород Франция Британия Канада Эфиопия	Киров Приморский край Новосибирск Украина Канада	Киров Воронеж Ростов Красно-дар Кемерово Тюмень Болгария Беларусь США

* - место создания сорта

Большинство сортов (44,6%) оказались в группе со значением ИДК 0,60–0,80: Лель (Киров), Ача (Новосибирск), Петр (Кемерово), Зевс, Белгородец (Белгород), Мураш (Санкт-Петербург), Феникс, Носовский 21, Экзотик, Зоряный (Украина), Firlbeks Union (Швейцария), Albert Busser (Франция), Сталы (Белорусь), Lacombe (Канада), Optic (Британия) и другие.

К менее устойчивым отнесены образцы, длина корней которых значительно снижалась при наличии стрессового фактора в питательном растворе, ИДК составлял 0,40-0,60: Кедр (Красноярск), Рубикон (Краснодар), Тарос (Свердловск), Лотос, Прерия, Цезар, Галактик (Украина), Newgrange, Соорег (Британия), Annabel (Германия) и другие. Низкую устойчивость к стрессу показали три сорта.

При изучении выявлено, что варьирование значения ИДК у 14 сортов селекции НИИ-ИСХ Северо-Востока было значительно ниже, чем у коллекционных образцов, и изменялось от 0,80 до 1,20. Полученные результаты объясняются тем, что как исходные генотипы, так и их регенерантные формы, целенаправленно отобранные на селективных средах *in vitro* по признаку устойчивости, обладали высоким уровнем устойчивости к алюмокислотному стрессу. Для разделения изучаемого набора сортов на группы по степени устойчивости, было проведено парное сравнение по длине корней на контроле и стрессовом фоне с использованием критерия Стьюдента (t_{05}) (табл. 2).

Выявлено, что достоверное снижение длины корней на стрессовом фоне отмечалось у сортов Биос 1, Фермер, 635-02. Одновременно, установлено стимулирующее действие алю-

миния на сорта Новичок (ИДК =1,20), 530-98 (ИДК=1,17), 780-04 (ИДК=1,11). У остальных сортов изменение длины корней находилось в пределах ошибки опыта.

Оценка сортов и их регенерантных форм показала, что культивирование в условиях культуры ткани и последующий отбор повышает уровень устойчивости генотипов к алюмо-кислому стрессу. Так, уровень ИДК у исходного сорта 999-93 составлял 0,86, у регенерантных форм 781-04 – 0,91; 917-01 – 0,94; 780-04 – 1,11. Однако, у сорта Новичок отбор на клеточном уровне не повлек за собой существенного повышения ИДК отобранных форм в сравнении с исходным генотипом. Эта особенность сорта Новичок отмечалась в наших предыдущих работах [5].

Т а б л и ц а 2. Сравнительная характеристика алюмотолерантных сортов ячменя
Table 2. Comparative characteristic of alumotolerant barley cultivars

Генотип	Происхождение	Изменение длины корней на стрессовом фоне в сравнении в контролем, ± см	ИДК	t _ф	t _т
Биос 1	-	-0,9*	0,89	3,09	2,0
Новичок	-	+1,3*	1,20	2,86	2,1
1370-99	Адам × Дуэт	+0,5	1,06	0,91	2,1
635-02	Адам × Дуэт	-0,8*	0,89	2,34	2,1
440-05	РА Новичок	-1,5*	0,82	4,88	2,0
441-05	РА Новичок	-1,3*	0,83	2,63	2,0
999-93	1200-85 × 2867-80	-1,0	0,86	1,43	2,1
917-01	РА 999-93	-0,4	0,94	1,39	2,0
781-04	РА 999-93	-0,5	0,91	0,62	2,1
780-04	РА 999-93	+0,9*	1,11	2,23	2,0
530-98	РА 173-85	+1,3*	1,17	2,8	2,1
Фермер	Агат × 2967-86	-1,5*	0,80	3,08	2,1
774-04	РА Джин	-1,0	0,87	0,44	2,1
770-04	РА 637-98	-0,9	0,89	0,51	2,1

* - различия между вариантами значимы на 0,05 уровне

Результаты лабораторного опыта подтверждаются оценкой изучаемых генотипов в полевом опыте на кислой дерново-подзолистой почве (А1³⁺ 4,7 мг/100 г почвы, рН 4,1). Превышение по урожайности над стандартным сортом Биос 1 отмечалось у всех сортов, за исключением регенерантов из сорта Новичок 440-05 и 441-05. Необходимо отметить, что регенерант 917-01 показал также и более высокую урожайность по сравнению со своей родительской формой 999-93, достоверно превысив её на 0,45 т/га (113,9%). Регенеранты с низкой продуктивностью представляют интерес в качестве компонентов для скрещивания и как исходный материал, обладающий несбалансированным генетическим аппаратом в результате отбора (часто неоднократного) в клеточной культуре.

Таким образом, предлагаем для оценки регенерантных форм с использованием ИДК применять методы, подтверждающие достоверность влияния условий выращивания на величину изменения длины корней.

В результате изучения коллекционных образцов выделены следующие генетические источники устойчивости к алюмокислому стрессу: Добрый, Новичок, Хлыновский (Киров); Виконт (Краснодар), Партнер (Тюмень), Приазовский 9, Зерноградец 770 (Ростов), Сигнал (Новосибирск), Русь (Приморский край), Лука (Кемерово), Джерело, Бадьорый (Украина), Дзівосны (Белорусь), Веселец (Болгария), Crest (США), Kinkora (Канада). Установлено, что степень устойчивости сортов не связана с местом его происхождения. Изучение выделенных

сортов будет продолжено в полевых условиях на фоне эдафического стресса. Лучшие сорта будут использованы в качестве компонентов для скрещивания.

Доказана эффективность использования метода культуры тканей *in vitro* для получения форм ярового ячменя, толерантных к повышенному содержанию ионов водорода и алюминия в почвенном растворе. Регенеранты 774-04, 770-04 выделены как источники толерантности к стрессу. Созданы новые алюмотолерантные сорта-регенеранты 530-98, 917-01, 780-04.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 08-04-13590-офи_ц.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вавилов Н. И.* Теоретические основы селекции. М., 1987. 512 с.
2. *Диагностика устойчивости* растений к стрессовым воздействиям (методическое руководство). Ленинград, 1988. 227с.
3. *Климашевский Э. Л.* Генетический аспект минерального питания растений. М.: Агропромиздат, 1991. 415 с.
4. *Шуплецова О. Н.* Создание устойчивых к эдафическому стрессу форм ячменя // Всеросс. науч.-практ. конф. «Инновации и технологии – эффективному агропроизводству» 16–17 апреля 2008 г. Пермь. Сборник науч. трудов. / Пермь. ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА». 2008. С. 57–63.
5. *Щенникова И. Н., Шуплецова О. Н.* Оценка регенерантов ячменя в провокационных условиях алюмокислотного стресса // Современные аспекты селекции, семеноводства, технологии, переработки ячменя и овса. Межд. науч.-практ. конф. 6–8 июля 2004 г. Киров, 2004. С. 115–117.

I. N. SCHENNIKOVA,
O. N. SHUPLETSOVA,
O. I. BUTAKOVA

EVALUATION OF ACIDITY (AL⁺) TOLERANCE IN SPRING BARLEY CULTIVARS

Summary

Tolerance of 65 spring barley accessions to an increased content of hydrogen and aluminium ions has been checked in laboratory tests and the ones that can be used in breeding cultivars with tolerance to aluminium stress identified. The studied accessions have been subdivided into conventional groups according to the root length index (RLI). It has been discovered that *in vitro* tissue cultivation and subsequent selection increase the degree of aluminium stress resistance in genotypes. The results of laboratory tests have been confirmed by the evaluation of the studied genotypes in field trials on the derno-podzolic soil. The efficiency of using *in vitro* tissue culture for producing spring barley forms with tolerance to an increased content of hydrogen and aluminium ions in the soil solution has been proved.

**О. П. Гаврилова,
Т. Ю. Гакаева,
И. Г. Лоскутов**

ХАРАКТЕРИСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ ОБРАЗЦОВ ОВСА ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР К ФУЗАРИОЗУ ЗЕРНА

Овёс – одна из важнейших зерновых культур, посевные площади, которой в мире занимают около 20 млн. га. Зерно овса отличается от других зерновых культур повышенным содержанием белка и липидов, а также содержит уникальные вещества – авенантрамиды, обладающие антиоксидантными свойствами [2]. Овес используется в качестве кормовых добавок для сельскохозяйственных животных, и в последние годы, также значительно возросло потребление пищевой продукции с диетическими характеристиками на основе овса.

Значительное воздействие на качество получаемого сырья для приготовления кормов и пищевой промышленности оказывает фитосанитарное состояние посевов возделываемого

овса. Одним из вредоносных заболеваний овса является фузариоз зерна, вызываемое грибами рода *Fusarium*, которые в процессе жизнедеятельности продуцируют разнообразные микотоксины. Эти метаболиты накапливаются в зерне и, при попадании в организм теплокровных, оказывают сильное токсическое действие.

Овес обычно рассматривают как наименее поражаемую фузариозом зерновую культуру. Это связано с отсутствием четких симптомов заболевания в поле на метелках овса, по сравнению с проявлением болезни на колосьях пшеницы, ячменя и ржи. Однако микотоксикологический анализ образцов овса выявляет высокие уровни зараженности зерна комплексом видов рода *Fusarium* и контаминацию микотоксинами во многих регионах РФ. Анализ образцов овса, выращенного на территории северо-запада в 2007 г., выявил зараженность зерна в среднем 15,2% (пределы зараженности варьировали от 2 до 65,3%). 39% образцов содержали Т-2 токсин и 81% – дезоксиниваленол (ДОН).

Значительная контаминация образцов овса может быть обусловлена отсутствием устойчивых сортов овса. Проблемой устойчивости овса активно занимаются в Канаде [10], Норвегии [3], Финляндии [5], Чехии [6], Словакии [8]. В России в процессе селекции сортов овса признак устойчивости к фузариозу зерна не учитывается.

Коллекция ВИР им. Н. И. Вавилова, включающая всё мировое генетическое разнообразие рода *Avena*, предоставляет уникальную возможность для выявления доноров устойчивости к этому заболеванию.

В 2007 г. проведена оценка устойчивости 14 голозёрных (8 местных и 6 селекционных сортов) и 91 плёнчатых (29 местных и 62 селекционных сорта) образцов овса различного географического происхождения (РФ, Киргизия, Монголия, Китай, Япония, США, Канада, Дания, Великобритания, Австралия) из коллекции ВИР. Все образцы выращивали на метровых делянках в двух повторностях на экспериментальной станции ВИЗР (Ленинградская область). В дополнение к естественному высокому фону фузариозной инфекции, существующему на участке, растения инокулировали грибом *F. sporotrichioides*. Инокулом представлял собой зерновую смесь, заражённую четырьмя штаммами этого патогена, которую распределяли по поверхности почвы с инфекционной нагрузкой 150 г/м².

Анализируемые образцы были распределены на две группы по продолжительности периода вегетации – раннеспелые и позднеспелые, в зависимости от количества растений с метелками через 8 недель после посева. Высоту не менее 10 растений каждого образца измеряли в период уборки урожая.

После созревания метелки овса обмолачивали вручную. Устойчивость образцов оценивали по следующим параметрам: зараженность зерна грибами рода *Fusarium* (%), количество ДНК грибов в зерне (нг/нг общей ДНК), количество накапливаемых трихотеценовых микотоксинов (мкг/кг) – Т-2 токсин, ДОН.

Анализ зараженности зерна проводили после поверхностной стерилизации 70% раствором этанола. Из каждого образца 100 зёрен раскладывали на фильтровальную бумагу во влажную камеру. Через неделю инкубации при температуре 23°C оценивали заражённость по наличию мицелия и спороношения грибов на поверхности зерновки и рассчитывали процент инфицированности образца. Предполагая, что цветковая пленка аккумулирует большую часть инфекции, и для корректного сравнения устойчивости с голозёрными формами овса, анализ плёнчатых образцов проводили двумя путями – в цветковой пленке и после механического удаления плёнки с поверхности зерновки.

Измерение концентрации ДНК грибов рода *Fusarium* в зерне проводили методом количественной ПЦР – метод TaqMan-ПЦР с флуоресцентными пробами. Оценивали количество ДНК вида *F. sporotrichioides* (праймеры TMLAN, f/r) и, кроме того, определяли суммарное содержание в зерне ДНК комплекса трихотеценпродуцирующих видов грибов, имеющих *Tri5* ген в геноме (праймеры TMTri, f/r). К трихотеценпродуцирующим грибам относятся виды *F. poae*, *F. sporotrichioides*, *F. langsethiae*, *F. graminearum*, *F. culmorum*. Из каждого образца экстрагировали ДНК, используя СТАВ-метод по протоколу, предложенному Community Reference Laboratory for GM Food and Feed (European Commission, 2005). Полученный объем

ДНК составлял 50 мкл с концентрацией 1–5 нг/мкл. Количественная ПЦР проводилась в термоциклере IQ™5 Multicolor Real-time PCR Detection System (фирма BioRad).

Загрязненность зерна Т-2 токсином и ДОН определяли иммуноферментным методом, изложенным в ГОСТ Р52471-2005. Анализ выполнен сотрудниками лаборатории микотоксикологии Всероссийского института ветеринарной санитарии, гигиены и экологии (ВНИ-ИВСГЭ, г. Москва) к.б.н. Буркиным А. А. и д. б. н Кононенко Г. П. с применением тест-систем российского производства «ИФА – Т-2 токсин», «ИФА – Дезоксиниваленол» с пределами определения 4 и 20 мкг/кг, соответственно [2].

Анализ зараженности зерна в лабораторных условиях выявил значительную вариабельность этого показателя – от 0 до 100%. Самая низкая зараженность зерна среди всех анализируемых образцов отмечена у группы голозерных овсов, в среднем – 1,9% (максимальная зараженность зерна голозерных овсов составила 6%).

Оценка зараженности плёнчатых образцов овса показала, что они, в целом, значительно более восприимчивы к фузариозу по сравнению с голозерными образцами (табл. 1.). Данные, полученные в результате анализа пленчатых образцов в пленке и без неё, выявили значительные различия между зараженностью зерна – в среднем 17,3% и 9,6%, соответственно. Таким образом, цветковая пленка играет важную роль в защите зерна от проникновения грибной инфекции.

Т а б л и ц а 1. Зараженность зерна голозерных и пленчатых образцов овса грибами рода *Fusarium*, %

Table 1. Naked and hulled oats grain infestation with *Fusarium* fungi, %

Образцы овса (кол-во, шт.)	Зараженность зерна, %		
	в среднем	средневзвешенная	пределы варьирования
голозерные (14)	1,9	1	0–6
пленчатые (91)	в пленке	17,3	0–100
	очищенные	9,6	0–98

Содержание Т-2 токсина и ДОН также значительно варьировало в анализируемых образцах зерна. У голозерных образцов овса выявлен низкий уровень накопления микотоксинов по сравнению с пленчатыми образцами (табл. 2.).

Установлено, что количество продуцируемых микотоксинов зависит от продолжительности вегетационного периода - позднеспелые образцы овса накапливали токсинов больше, чем раннеспелые образцы (табл. 3.).

Т а б л и ц а 2. Количество микотоксинов в зерне голозерных и пленчатых образцов овса

Table 2. The amount of mycotoxins in naked and hulled oats grain

Образцы овса	Количество, шт.	Т-2 токсин, мкг/кг				ДОН, мкг/кг			
		в среднем	средне-взвеш.	мин	макс	в среднем	средне-взвеш.	мин	макс
голозерные	14	178	136	0	774	346	249	57	1256
пленчатые	91	543	141	0	5620	728	371	53	11190

Изначально предполагалось, что расстояние между метелкой и источником инокулюма на поверхности почвы может иметь существенное значение, поскольку высота растений варьировала значительно – 86,4–117,6 см у голозерных овсов и 41,2–140,9 см у пленчатых. Однако выявить связь между высотой растений и зараженностью зерна не удалось. Например, один из двух образцов с коротким стеблем 45,5 см (Av21/1 из Японии, к-14855) проявил

высокую устойчивость – зараженность 2%, а другой (Dalyur из Австралии, к-14175) оказался значительно более восприимчивым – зараженность 46%.

Т а б л и ц а 3. Количество микотоксинов в зерне пленчатых овсов в зависимости от продолжительности периода вегетации
Table 3. The amount of mycotoxins in hulled oat grain

Период созревания	Количество, шт.	Т-2 токсин, мкг/кг				ДОН, мкг/кг			
		в среднем	средне-взвеш.	мин	макс	в среднем	средне-взвеш.	мин	макс
раннеспелые	62	78	126	0	3540	354	256	53	1990
позднеспелые	29	268	295	0	5625	1555	644	100	11190

Группы образцов, сформированные по показателю зараженности зерна (устойчивые – зараженность зерна не более 6%; среднеустойчивые – зараженность от 7 до 40%; восприимчивые – зараженность более 40%), значительно различаются по накоплению микотоксинов. В группе восприимчивых все образцы имели, как минимум, двукратное превышение ПДК Т-2 токсина (более 200 мкг/кг), в группе средневосприимчивых – 46%, в группе устойчивых таких образцов – 29%. Однако, в целом, тесной связи между зараженностью конкретного образца и количеством микотоксинов выявлено не было. Это свидетельствует о том, что устойчивость овса к заражению зерна и к накоплению микотоксинов контролируется различными генами, также как это показано у пшеницы [5, 8].

Количество ДНК грибов рода *Fusarium* в анализируемых образцах варьировало значительно. У голозерных овсов количество ДНК вида *F. sporotrichioides* составило от 0 до $5,2 \times 10^{+5}$ нг/нг общего ДНК и от 0 до $8,5 \times 10^{+4}$ нг/нг общего ДНК у пленчатых овсов. Также значительное варьирование выявлено для ДНК трихотеценпродуцирующих видов – от 0 до $5,7 \times 10^{-1}$ нг/нг общего ДНК у голозерных и от 0 до $1,4 \times 10^{+7}$ нг/нг общего ДНК у пленчатых овсов. Как и в случае с микотоксинами, не найдено четкой связи между зараженностью зерна и количеством ДНК. Вероятно, это связано с присутствием в комплексе патогенов зерна видов грибов *Fusarium* не продуцирующих трихотеценовые токсины, например, *F. avenaceum* и *F. tricinctum*, продуцирующих монилиформин.

По полученным данным, тесной связи между количеством ДНК трихотеценпродуцирующих видов и суммарного содержания Т-2 токсина и ДОН установлено не было. По всей видимости, это может быть связано с отсутствием данных по ниваленолу, продуцентом которого является *F. poae*, с высокой частотой встречающийся на овсе. Для выявления такого рода связи необходимо создание усовершенствованных методик анализа определения устойчивости к заболеванию, которые позволят проводить быструю оценку большого количества материала.

На искусственном инфекционном фоне наиболее устойчивыми среди анализируемых образцов были голозерные овсы (к-1926, к-1927, к-1928, к-129, к-2471, к-2472, к-4075, к-4076, к-10099, к-11014, к-14784, к-14851, к-14960, к-15014). По результатам одного года исследований как наиболее перспективный материал для получения сортов, устойчивых к фузариозной инфекции и накоплению микотоксинов, можно выделить четырнадцать пленчатых образцов овса. Из них 11 образцов азиатского происхождения (к-2513, к-6899, к-6934, к-6963, к-7766, к-8479, к-10841, к-11632, к-11693, к-14435, к-14329) и 3 образца – европейского происхождения (к-11501, к-14415, к-14648).

Исследования поддержаны проектом офи-ц РФФИ на 2008–2010 гг (№08-04-13668) "Разработать технологию выделения исходного материала для селекции сортов овса устойчивых к фузариозу метелки и накоплению микотоксинов в зерне". Авторы выражают признательность к. б. н. Буркину А. А. и д. б. н. Кононенко Г. П. (Всероссийский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии, Москва) за помощь в проведении анализа микотоксинов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кононенко Г. П., Буркин А. А. Фузариотоксины в зерновых кормах. // Ветеринарная патология. 2002. № 2. С. 128–132.
2. Лоскутов И. Г. Овес (*Avena L.*) Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. СПб: ГНЦ РФ ВИР. 2007. 336 с.
3. Bjørnstad Å., Skinnnes H. Resistance to *Fusarium* infection in oats (*Avena sativa L.*) / Cereal Res. Comm., 36, Suppl. B. 9., 2008, p. 57–61
4. Community Reference Laboratory for GM Food and Feed, European Commission, 2005. Event-specific for the quantitation of maize line NK603 using real-time PCR.
5. Mesterhazy A. Theory and practice of the breeding for *Fusarium* head blight resistance in wheat / J. Appl. Genet., 43A, 2002, p. 289-302
6. Parikka P., Hietaniemi V., Rämö S., Jalli H. *Fusarium* Infection and Mycotoxin Contents of Oats Under Different Tillage Treatments / Abstract V-*, Eighth International Oat Conference Minneapolis June 28-July 2. 2008.
7. Polisenka I., Nedomova L., Tvaruzek L. *Fusarium* Mycotoxins in Oat Varieties / Book of Abstracts, Session V – Effective Pest, Eighth International Oat Conference Minneapolis June 28-July 2, 2008.
8. Snijders C. H. A. The inheritance of resistance to head blight caused by *Fusarium culmorum* in winter wheat / Euphatica, 50. 1990. P. 9–17.
9. Šlikova S., Šudyova V., Gregova E., Mihalik D. Accumulation of deoxynivalenol mycotoxin in kernels of oats after artificial infection with *Fusarium culmorum* Sacc. / Cereal Res. Comm. 36. Suppl. B. 2008. P. 389–391.
10. Tekauz A., Fetch J.M., Rossnagel B.G. *Fusarium* head blight of oat: occurrence, cultivar responses and research update / Proceedings 4th Canadian Workshop on *Fusarium* head blight. Ottawa. Ontario. Canada. November 1–3. 2005. P. 23–24.
11. Tekauz A., Fetch J. M., Rossnagel B. G., Savard M. E. Progress in assessing the impact of *Fusarium* head blight on oat in western Canada and screening of *Avena* germplasm for resistance / Cereal Res. Comm. 36. Suppl. B. 8. 2008. P. 49–56.

O. P. GAVRILOVA,
T. YU. GAGKAYEVA,
I. G. LOSKUTOV

EVALUATION OF OAT ACCESSIONS FROM THE VIR COLLECTION FOR FUSARIAL HEAD BLIGHT RESISTANCE

Summary

Oat accessions of different geographic origin from the VIR collection have been evaluated for resistance to fusarial head blight against the artificial infectious background. Resistance was evaluated on the basis of the following grain characteristics: the rate of infection with *Fusarium* fungi (%), amount of fungal DNA (ng/ng of total DNA) and the level of the accumulating trichothecene mycotoxins, i.e., T-2 toxin and deoxynivalenol ($\mu\text{g}/\text{kg}$). The naked oats have been demonstrated to have a sufficiently higher degree of resistance as compared to the hulled ones. Also, regularities in the distribution of resistance parameters have been correlated with the vegetative period duration, plant height and origin. It is supposed that oat resistance to grain infestation and mycotoxins accumulation is controlled by different genes.

И. Н. Перчук,
И. Г. Лоскутов,
Е. В. Блинова

ВЫЯВЛЕНИЕ ДУБЛЕТНЫХ ОБРАЗЦОВ В КОЛЛЕКЦИЯХ ОВСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА АВЕНИНОВ.

При формировании коллекций генетических ресурсов растений основное внимание уделяют их рациональной организации, которая позволяла бы наиболее эффективно использовать, сохранять и изучать такие коллекции. Длительное существование коллекций, а также активный обмен между ними приводит к накоплению в коллекциях дублетных образцов. Это ведет к снижению значимости коллекции и к увеличению затрат на ее содержание. Поэтому в настоящее время проблема поиска дублетных образцов достаточно актуальна.

Традиционно при работе с коллекциями основными являются методы, связанные с определением морфологических характеристик. Однако в настоящее время в генбанках все активнее внедряют методы с использованием молекулярных маркеров – белков и нуклеиновых кислот.

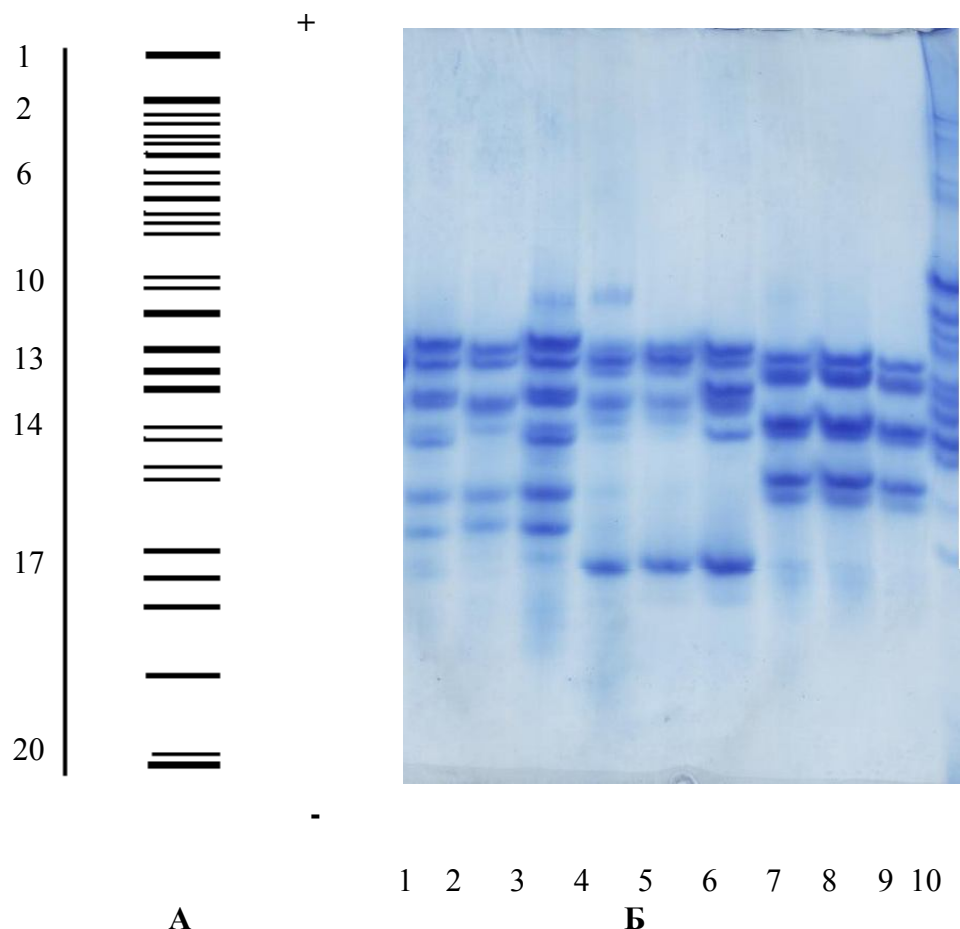
Значимость и ценность коллекции тем выше, чем полнее информация о каждом сохраняемом в ней образце. Результаты последних сравнительных исследований на основе коллекций овса различных генбанков приводят к выводу, что для надежной идентификации дублетов требуется целый комплекс методов. При сравнении селекционных сортов из разных коллекций с одними и теми же названиями следует учитывать точную таксономическую характеристику сравниваемых образцов, наиболее полную информацию об их родословной, результаты полевых испытаний, показатели устойчивости к главным заболеваниям овса, а также результаты изучения методами молекулярного маркирования. В качестве последнего мы предлагаем использовать электрофорез запасных белков зерна овса – авенинов. Авенины характеризуются достаточно высоким уровнем полиморфизма, широко используются в изучении генетических ресурсов овса, в том числе овса посевного [1, 2].

Целью настоящей работы являлось выявление дублетных образцов овса посевного (*Avena sativa* L.) в коллекциях ВИР и Нордического генбанка (NGB), Швеция. Образцы сортов скандинавского происхождения (30 сортов из Швеции, 22 – из Финляндии, 17 – из Дании и 15 – из Норвегии) поступили в коллекцию ВИР с 1912 по 1999 гг., в коллекцию NGB – в 60-80-е гг. XX столетия. Сорта представляли 8 разновидностей овса посевного – *var. mutica*, *var. montana*, *var. aristata*, *var. aurea*, *var. brunnea*, *var. inermis*, *var. flava*, *var. ligulata*.

На первом этапе исследования – полевом испытании – 84 пары дублетных сортов овса (всего 168 образцов) были репродуцированы в Пушкинском филиале ВИР в 2003 г. В каждой паре образцы имели одно и то же сортовое название, но принадлежали коллекциям разных генных банков. Образцы в паре сравнивали по морфологическим и хозяйственно-ценным признакам. Всего 21 признак. Различия по каждому признаку оценивались в баллах (от 0 до 4). Общий уровень различий между образцами одного сорта определяли при суммировании баллов по всем признакам и на основании этого показателя проанализированные сорта были разделены на три группы. В группу 1 вошли 23 пары сортов, образцы которых имели наименьшие различия (4–6 баллов). Группу 2 составили 42 пары сортов со средними различиями (7–14 баллов). В группу 3 вошли 19 сортов, образцы которых имели наибольшие различия между собой (15–29 баллов).

На втором этапе изучения сортов овса посевного был проведен сравнительный анализ с использованием электрофореза авенина. Материалом для исследования служили семена овса. Электрофоретический анализ авенина проводили по методике, принятой в ВИР [3], с небольшими модификациями. Авенин экстрагировали 70% водным раствором этанола. Электрофорез проводили в пластинах 7,5% ПААГ при pH 3,2. По окончании электрофореза гели окрашивали 0,25% Coomassie G-250 в 12,5% водном растворе ТХУ и фотографировали.

При электрофоретическом разделении авенина в его составе идентифицировано 29 компонентов, соответствующих по своей подвижности α – β и быстрым проламинам (БП) злаков. В суммарном электрофоретическом спектре авенина выделено 20 основных позиций, т.к. некоторые компоненты рассматриваются как субпозиции одного общего компонента (рис.1). Регистрацию сортов проводили согласно метода идентификации сортов по белкам семян [3]. Посеменной электрофоретический анализ каждого образца проводили на выборке в 30–60 зерновок. Для самоопыляющихся культур, к которым относится и овес посевной, такой объем выборки является достаточным. Электрофоретический спектр авенина отдельной зерновки использовали для маркирования соответствующего ей биотипа (генотипа). Состав образца определяли по частоте встречаемости выявленных у него типов спектра в пересчете на стандартную выборку в 100 семян (табл.). Всего для проанализированной выборки сортов зарегистрировано 80 типов спектра авенина.



Суммарный электрофоретический спектр авенина (А) и электрофоретические спектры авенина отдельных зерновок овса посевного (Б, 1–9); 10 – электрофоретический спектр проламина пшеницы (*T. aestivum*).

Avenin electrophoretic spectrum (A) and avenin electrophoretic spectra for individual carpopses of *A. sativa* (B, 1-9); 10 – wheat (*T. aestivum*) prolamins electrophoretic spectrum

Сорта и образцы большинства самоопыляющихся культур являются мономорфными или характеризуются очень низким уровнем полиморфизма по типам спектра запасных белков. Это было характерно и для скандинавских сортов овса посевного. Для большинства образцов зарегистрировано 1–3 типа спектра авенина, лишь у 12% образцов зарегистрировано 4–9 типов спектра. В составе более половины изученных образцов на долю одного типа спектра приходилось 90–100% стандартной выборки. Таких типов спектра оказалось 28 из 80

зарегистрированных. На долю 18 типов спектра приходилось от 15 до 85% стандартной выборки, 15 типов спектра встречались только по одному разу.

Поиск дублетных образцов овса посевного осуществляли путем сравнения образцов одного сорта по частотам типов спектра авенина в стандартной выборке. Достоверность различий между образцами оценивали, используя критерий χ^2 (4). В случае недостоверности различий образцы считали дублетными.

Проведенный сравнительный анализ показал, что в группе с минимальным уровнем различий по результатам полевого испытания (группа 1) восемнадцать из двадцати трех пар сортов оказались дублетами. Это около 80 % образцов данной группы. В группе 2 найдена 21 пара дублетов, или 50% образцов. В группе с максимальным уровнем различий (группа 3) выявлено лишь 3 пары дублетов. Достоверные различия внутри пар сортов были зафиксированы для 84% образцов данной группы. В целом, 50% проанализированных сортов из коллекций ВИР и Нордического генбанка оказались дублетными.

Для сортов, образцы которых различались между собой, были отмечены некоторые особенности. В сортах групп 1 и 2 отличия, в основном, были обусловлены тем, что в составах одноименных образцов показатели одинаковых типов спектра были разными и (или) у одного из образцов выявлялись другие типы спектра. Для большинства одноименных парных образцов группы 3 были зарегистрированы разные типы спектра авенина (табл.). По сравнению с группами 1 и 2, различия по типам спектра авенина между образцами одного сорта в группе 3 были более выражены, что соответствовало и результатам полевых испытаний.

Распределение типов авенина в составе сортов овса посевного, f %
Distribution of avenins within *A. sativa* cultivars, f %

Сорт	Типы спектра авенина												
	52	18	13	57	1	25	3	11	4	5	49	26	22
Группа 2													
Klock II (ВИР)	63	37											
Klock II (NGB)	16	84											
Simo (ВИР)											57	41	2
Simo (NGB)											100		
Группа 3													
Nopsa Anos (ВИР)		6	94										
Nopsa Anos (NGB)				100									
Ligovo IV (ВИР)					100								
Ligovo IV (NGB)						63	27	4	3	3			

При проведении сравнительного анализа по спектрам авенина были выявлены группы образцов, которые по данному признаку являются дублетами, но различаются по морфологическим признакам и носят разные сортовые названия. Такие сорта генетически близки по своей природе. Вероятно, это связано с происхождением сортов – задачами и методами их селекции, временем создания, наличием одних и тех же источников происхождения.

Следует отметить, что дублетные образцы были зарегистрированы не только среди сортов, поступивших в коллекцию ВИР сравнительно недавно, но и среди поступлений первой половины двадцатого века. Это говорит в пользу того, что сорта овса могут сохранять свою генетическую целостность в течение значительного периода времени при соблюдении всех правил их репродукции.

Результаты сравнительного анализа сортов овса посевного по электрофоретическим спектрам авенина подтвердили и уточнили данные проведенного ранее морфобиологического изучения образцов овса из коллекций ВИР и Нордического генбанка (NGB). Наибольшее количество дублетов было выявлено в группе сортов, образцы которых при полевом испытании имели минимальные различия. Соответствие результатов полевого и элек-

трофоретического анализом позволяет использовать электрофорез авенина для поиска потенциальных дублетных образцов еще до стадии полевых испытаний (или в случае невозможности их проведения). Данный метод может служить существенным дополнением к традиционным методам, используемым в настоящее время генбанками в работе с коллекциями овса посевного.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленская Е. Г., Конарев А. В., Лоскутов И. Г., Губарева Н. К., Стрельченко П. П. Характеристика старо-местных форм овса посевного (*Avena sativa* L.) из коллекции ВИР по полиморфизму авенина // Аграрная Россия. 2004. № 6. С. 50–58.
2. Лоскутов И. Г., Губарева Н. К., Алпатьева Н. В. Полиморфизм авенина в изучении дикорастущих видов овса // Аграрная Россия. 2005. № 2. С. 43–48.
3. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян. Под ред. В.Г.Конарева. СП-б. ВИР. 2000. 186 с.
4. Плохинский Н. А. Алгоритмы биометрии. МГУ. 1980. 107

I. N. PERCHYUK,
I. G. LOSKUTOV,
E. V. BLINOVA

IDENTIFICATION OF DUPLICATE ACCESSIONS IN OAT COLLECTIONS BY MEANS OF ELECTROPHORESIS OF AVENINS

Summary

The paper presents the results of work aimed at identifying duplicate accessions of *A. sativa* L. within 84 pairs of accessions of Scandinavian origin, having one and the same cultivar name, in collections of VIR and the Nordic Genebank (NGB, Sweden). At the first stage, field trials were carried out and 21 morphological and economically important traits evaluated in 2003. The studied accessions were divided into three groups according to the degree of dissimilarity. Comparative analysis of avenin electrophoregrams was performed at the second stage of research. On the whole, 50% of the analyzed cultivars from the VIR and NGB collections turned out to be duplicates.

**А. Я. Боме,
Н. А. Боме,
И. Г. Лоскутов**

ОЦЕНКА АДАПТИВНОСТИ ГЕНОТИПОВ ОВСА ПО СПОСОБНОСТИ СЕМЯН К ПРОРАСТАНИЮ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ

В получении устойчивых урожаев, улучшении качества продукции, повышении экономической эффективности ведущих зерновых культур значительная роль принадлежит сорту. Однако при подборе сортов для конкретных условий требуется быстрая и объективная оценка по комплексу факторов, среди которых немалое значение имеют показатели всхожести семян и выживаемости растений в течение вегетационного периода.

Предъявляемые требования к семенам подразумевают свойства последних прорастать, давать мощные всходы, способные не только выжить при наличии комплекса неблагоприятных факторов среды, но и хорошо расти и развиваться. В связи с этим, одной из задач первостепенной важности остается изучение формообразовательного процесса с момента прорастания семян и до полного перехода растений на автотрофный тип питания.

Характер протекания ростовых процессов в раннем онтогенезе в значительной степени определяет количество вегетативных, генеративных и репродуктивных органов растений.

В сельскохозяйственной зоне Тюменской области довольно часто отмечаются холодные затяжные весны с медленным прогреванием почвы, что ведет к снижению полевой всхожести семян по сравнению с лабораторной на 20–30%.

При изучении в 2006–2008 гг. 51 образца овса из мировой коллекции генетических ресурсов ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова были выявлены значительные различия по показателям всхожести семян и биологической устойчивости растений в зависимости, как от генотипа, так и условий выращивания.

Образцы овса характеризовались различным эколого-географическим происхождением и были получены из 19 зарубежных стран, а также 9 областей и 2 краев России; относились к четырем видам (*Avena sativa*, *Avena strigosa*, *Avena abyssinica*, *Avena byzantina*), из которых наиболее многочисленным был *Avena sativa*, насчитывающий 22 ботанические разновидности.

Посев всех образцов овса был выполнен семенами Тюменской репродукции урожая 2005, 2006 и 2007 гг. соответственно. Площадь делянки 1 м², расстояние между делянками в ярусе 30 см, между ярусами – 70 см. В начале опыта, в конце и через каждые 10 номеров высевались стандартные сорта Мегион и Тюменский голозерный.

В 2006 г. в почве в период посева семян отмечался недостаток влаги. И хотя количество осадков, выпавших в мае, составило 35,1 мм (что близко к норме – 38,4 мм) распределялись они в течение месяца крайне неравномерно и основная их часть – 31,3 мм приходилось на третью декаду. Среднесуточная температура в период прорастания семян была на 1,2°C ниже по сравнению со средним многолетним значением.

Первая декада июня характеризовалась острым недостатком влаги (2,0 мм), в то время, как в две другие декады выпало 2–3 нормы осадков (72,2 и 47,9 мм, соответственно). Среднесуточная температура за месяц была равна 19,2°C (норма – 16,0°C), сумма эффективных температур – 740°C (норма – 551°C).

В сложившихся условиях предел варьирования полевой всхожести семян оцениваемых образцов был большим – от 29,0% до 100,0%, при среднем значении по образцам 81,2%. В то же время, при распределении образцов по группам по данному признаку обнаружилось, что значительная их часть (35 образцов) обладала средней и высокой всхожестью семян (51–90%).

Очень высокой способностью к прорастанию семян (более 90%) характеризовались 14 образцов: Таежник (к-12245, Томская обл.), Скакун (к-13780, Ульяновская обл.), Галоп (к-14271, Ульяновская обл.), Иртыш 13 (к-13924, Омская обл.), Орион (к-1442, Омская обл.), Иртыш 21 (к-14780, Омская обл.), Спринт 3 (к-14659, Свердловская обл.), Местный (к-4044, Грузия), Местный (к-8101, Ленинградская обл.), Ало (к-13550, Эстония), Анчар (к-14270, Иркутская обл.), СД 3642 (к-14564, Великобритания), Rosch-pina agelet haschaheer (к-4632, Израиль), Z-51 Natva (к-10915, Югославия).

У первого стандартного сорта Мегион этот показатель составил 81,6%, у второго стандарта Тюменский голозерный – 74,5%.

Погодные условия 2007 г. в период посева, прорастания и появления всходов характеризовались как влажные и теплые. Количество осадков во второй декаде мая составило 47,4 мм, что выше нормы в 3,2 раза при среднесуточной температуре воздуха 11,0°C (норма 10,8°C). В третьей декаде мая количество осадков уменьшилось до 18,6 мм (превышение над нормой – 1,3 раза или 32,9%). Среднесуточная температура воздуха в этот период была выше, по сравнению со средними многолетними значениями, на 3°C и составила 15,2°C. Запасы влаги в метровом слое почвы составляли во второй декаде 267 мм, в третьей декаде – 153 мм. В целом май по среднесуточной температуре воздуха приближался к норме, а по осадкам превосходил многолетние показатели в 2,8 раза.

Полевая всхожесть семян оцениваемых образцов изменялась от 51,3% (CAV 3045, к-14826, Эфиопия) до 86,5% (Таежник, к-12245, Томская обл.) при среднем значении по образцам 73,8%. Анализ коллекции показал, что 37 образцов или 74,0% обладали средней полевой всхожестью семян (51–80%) и 13 образцов или 26% вошли в группу с высокой полевой всхожестью семян (81–90%).

Значительными отклонениями от средних многолетних значений и от двух предыдущих лет исследований характеризовались погодные условия 2008 г. Как очень засушливые и

жаркие следует определить первую и вторую декаду мая. Количество осадков в этот период было незначительным и составило по декадам 1,3 и 2,9 мм соответственно (14% и 19% соответственно по отношению к средней многолетней). Во второй декаде мая отмечена высокая среднесуточная температура воздуха – 15,2°C при норме 10,8°C. Избыточное увлажнение и пониженные температуры отмечены в третьей декаде мая. В целом по показателям теплообеспеченности и суммы осадков за месяц май соответствовал норме.

В 2008 г. самой многочисленной была группа с очень высокой полевой всхожестью, в которой насчитывалось 24 образца овса, что составило почти половину от всей коллекции – 48%. При этом выделились следующие образцы: Галоп (к-14271, Ульяновская обл.), Спринт 3 (к-14659, Свердловская обл.), Местный (к-8101, Ленинградская обл.), Местный черный урожайный (к-1723, США), Garton Grey (к-1864, Великобритания), у которых показатель полевой всхожести семян изменялся от 98,0% до 100,0%. Минимальное количество всходов (менее 50%) получено только у трех образцов, два из которых зарубежного происхождения – Rosch-pina agelet hashaher (к-4632) из Израиля и Z-51 Natva (к-10515) из Югославии, один образец из России – Иртыш 13 (к-13924, Омская обл.).

По усредненным данным за 2006–2008 гг. большинство из изученных образцов овса отнесены в группы со средней (51–80%) и высокой (81–90%) полевой всхожестью семян. Средние показатели отмечены у 48% образцов от всего набора, высокие – у 44% образцов.

Лучшие результаты показали 8% образцов, которые по происхождению были из Томской области (Таежник, к-12245), Свердловской области (Спринт 3, к-14659), Омской области (Иртыш 21, к-14780) и Великобритании (СД 3642, к-14564). Полевая всхожесть семян этих образцов превышала 90,0% (90,6–94,2%).

Биологическая устойчивость отражает реакцию растений на воздействие биотических и абиотических факторов среды. Необходимо отметить, что этот показатель подвергнут значительной изменчивости в годы изучения. Так, в 2006 г. количество растений, сохранившихся к уборке, по отношению к всходам варьировало по образцам от 12,0% до 88,4%, в 2007 г. выживаемость составила 38,8–92,6%, в 2008 г. – 16,0–77,8%.

В среднем за годы исследования выделились следующие образцы: Astor (к-11379, Нидерланды), Klock 1 (к-13573, Швеция), Avena desnuda (к-14704, Перу), Таджикский 50 (к-13553, Таджикистан), Местный (к-2134, Татарстан), биологическая устойчивость которых была около 70% и выше. Кроме того, названные образцы отличались высокой стабильностью количества растений на делянке как минимум в течение двух лет.

К числу признаков, характеризующих биологическую стойкость сорта в меняющихся условиях среды, относят продуктивную кустистость, а также равномерное созревание растений без образования подгона. По этим признакам имели преимущество следующие образцы:

Как по общему так и по продуктивному количеству стеблей за 2008 г. (более 310 шт на м²) выделились сорта: Скаун (к-13780, Ульяновская обл.); Валдин 765 (к-14574, Краснодарский край); Naked (к-1928, Китай); Местный (к-2134, Татарстан); Местный (к-8101, Ленинградская обл.); Alo (к-13550, Эстония); Kleiner nackhafer (к-14674, Турция) соответственно. У этих же образцов был стабильно высокий средний показатель за 2006–2008 гг. по общему и продуктивному количеству стеблей.

Вместе с тем, очень важно выявление потенциальной кустистости растений. Такая информация может представлять ценность при изучении биологии какого-то конкретного сорта.

Сорт (к-14574) Валдин 765 отличился высокими средними показателями по трем признакам: доля продуктивных стеблей (96,8%), общая кустистость на 1 растение (1,8), продуктивная кустистость (1,7).

Остальные сорта в среднем отличались высокими показателями по какому-то одному из трех признаков: доля продуктивных стеблей выше 95% была у сортов: Regona (к-13478, Нидерланды); СИР 4 (к-14235, Новосибирская обл.); Галоп (к-14271, Ульяновская обл.); Орион (к-14422, Омская обл.); Спринт 3 (к-14659, Свердловская обл.); Памяти Богачкова (к-14778, Омская обл.); Иртыш 21 (к-14780, Омская обл.); Местный персидский желтый (к-

1694, Иран); Naked (к-1928) Китай); Местный (к-2134, Татарстан); Местный (к-4509, Грузия); Alo (к-13550, Эстония); Таджикский 50 (к-13553, Таджикистан); Анчар (к-14270, Иркутская обл.); 87 АВ 59322 (к-14550, США); Worowiak (к-14793, Польша).

Наименьшими средними показателями за 2006–2008 гг. по типам кустистости и доле продуктивных стеблей характеризовались сорта 741-Н-4-5 (к-14958, Краснодарский край): 24,6%; 1,4; 0,3 и Z-51 Natva (к-10915, Югославия): 36,1%; 1,5; 0,6 соответственно. Сорт из Югославии Z-51 Natva характеризовался за весь период исследований очень высоким уровнем прорастания семян, но при этом минимальным количеством всходов.

В целом за трехлетний период исследований можно выделить ряд образцов, которые проявили себя в течение всего вегетационного периода по ряду признаков, формирующих экологическую пластичность и урожайность. Наиболее отличившиеся: Alo (к-13550, Эстония), Naked (к-1928, Китай), Валдин 765 (к-14574, Краснодарский край), Местный к-8101 (Ленинградская обл.).

A. YA. BOME,
N. A. BOME,
I. G. LOSKUTOV

EVALUATION OF OAT GENOTYPES ADAPTABILITY BY GERMINATING ABILITY OF SEEDS AND BIOLOGICAL SUSTAINABILITY OF PLANTS

Summary

The results of studying 51 accessions from the VIR collection within 3 years (2006–2008) in the Tyumen Region are presented. Field germination, biological sustainability of plants, including general and productive tillering, uniformity of ripening without 2nd tillers and the number of plants surviving till harvest have been evaluated. Significant differences have been found to depend on the genotype and cultivation conditions. The best results have been shown by 4 accessions.

Н. А. Боме,
А. Я. Боме,
Н. Н. Колесникова

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Тюменская область занимает большую часть величайшей в мире Западно-Сибирской равнины (1435,2 км²). Огромная территория области расположена в трех широтных поясах: арктическом (северная часть Ямальского и Гыданского полуостровов севернее 71 параллели), субарктическом (подзона типичной тундры 71–65° с.ш.) и умеренном (южнее 65° с.ш.). Климатические пояса резко различаются по количеству тепла, циркуляции воздушных масс, почвенному плодородию и другим факторам [1].

Вся территория Тюменской области по использованию подразделяется на две части: северную и южную. Южная часть, в которой в основном размещаются посевы сельскохозяйственных культур, по почвенно-климатическим условиям делят на четыре зоны: тайга, подтайга, северная лесостепь и южная лесостепь.

Зона северной лесостепи (где размещено свыше 40% посевных площадей зерновых культур) включает девять административных районов: Тюменский, Ялуторовский, Заводоуковский, Омутинский, Голышмановский, Ишимский, Упоровский, Исетский, Абатский [2].

Климат юга области следует отнести к среднеконтинентальному, при этом континентальность возрастает от южной тайги к южной лесостепи.

В северной лесостепи абсолютный минимум температуры воздуха равен +40°C, абсолютный минимум -49°C. В зимнее время преобладают юго-западные, а в летнее – северо-западные ветры. Устойчивый снежный покров обычно образуется в первой декаде ноября и сохраняется 160–190 суток; высота снежного покрова по средним многолетним данным составляет 25–28 см; глубина промерзания почвы равна 110–130 см. Безморозный период составляет в среднем 115-125 суток. Переход температуры воздуха через 10°C отмечается в начале второй декады мая. Этот период продолжается 121–124 суток. Сумма среднесуточных температур воздуха за период выше 10°C колеблется в пределах 1900–1980°C.

Анализируя температурный режим северной лесостепи Тюменской области, можно заключить, что целесообразно выращивать скороспелые сорта зерновых культур, способные за короткий вегетационный период формировать полноценное продовольственное зерно и семена с высокими посевными качествами.

Для лесостепной зоны характерен неустойчивый водный режим. выпадающие в течение года осадки (310–470 мм) распределяются неравномерно, при этом основная их часть приходится на теплый период, а самый дождливый месяц, по средним многолетним данным - июль. Таким образом, в начале вегетационного периода растения могут страдать от дефицита влаги, а избыток ее во второй половине периода нередко становится причиной полегания зерновых культур.

Учитывая имеющуюся информацию о возможных последствиях изменения климата для растений [4], мы провели анализ статистических данных Тюменской гидрометеостанции за период с 1993 по 2005 гг. (в литературе подобного материала нами не встречено).

При анализе 13 анализируемых лет по влагообеспеченности установлено, что количество осадков за вегетационный период изменялось от 163 мм в 1997 г. до 423 мм в 2002 г., при среднем многолетнем значении 281 мм. Значительная часть осадков (около 50% от суммы) приходилась на июль и август. Отклонение от средних многолетних значений наблюдалось в основном с июля по сентябрь. Выявлено шесть лет (1993, 1994, 1999, 2000, 2002, 2004) с избыточным увлажнением, четыре года (1997, 1998, 2003, 2005) были засушливыми, три года (1995, 1996, 2001) характеризовались увлажнением, близким к средним многолетним значениям (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Распределение исследуемых вегетационных периодов по количеству осадков (1993–2005 гг.)
Table 1. Vegetative periods distribution according to rainfall (1993–2005)

Близкие к норме (контроль)		Засушливые		Влажные	
год	мм	год	мм	год	мм
1995	280	1998	218	1993	315
1996	318	1997	163	1994	355
2001	290	2003	240	1999	390
		2005	276	2000	329
				2002	423
				2004	326
$\bar{X} \pm m_x$	$296 \pm 11,4$		$224 \pm 23,7^*$		$353 \pm 17,7^*$
CV, %	6,65		21,10		12,25

* различия при сравнении с контролем статистически достоверны на уровне >0,05.

Анализ исследуемых лет по среднесуточным температурам воздуха позволил выявить шесть лет (1993, 1994, 1996, 1997, 2000, 2001) близких к средним многолетним значениям, пять лет (1995, 1998, 2003, 2004, 2005), превышающих норму и два года (1999, 2002) были прохладными (табл. 2). Варьирование среднесуточной температуры было в пределах от 13,2°C (2002 г.) до 16,0°C (2003 г.). Среднее многолетнее значение составило 13,8°C.

Известно, что урожайность и качество сельскохозяйственной продукции может претерпевать значительные колебания по годам, которые объясняются рядом факторов, однако, одним из наиболее существенных факторов следует считать метеорологические условия.

Анализ урожайности зерновых культур проводился по данным ГПЗ «Тополя» НИ-ИСХ Северного Зауралья, поля которого расположены недалеко от метеостанции. При сопоставлении изменчивости урожайности и метеорологических факторов обнаруживается, что размах варьирования урожайности достигал максимальных значений в годы с недостатком влаги и повышенными температурами воздуха (табл. 3).

Т а б л и ц а 2. Распределение исследуемых вегетационных периодов по среднесуточной температуре воздуха (1993–2005 гг.)

Table 2. Vegetative periods distribution according to daily average air temperatures (1993–2005)

Близкие к норме (контроль)		Выше нормы		Ниже нормы	
год	°С	год	°С	год	°С
1993	14,1	1995	15,2	1999	13,6
1994	14,5	1998	15,6	2002	13,2
1996	13,9	2003	16,0		
1997	14,0	2004	15,9		
2000	14,5	2005	15,2		
2001	14,5				
$X \pm m_x$	14,3±0,12		15,6±0,17*		13,4±0,20*
CV, %	1,97		2,42		2,11

* различия при сравнении с контролем статистически достоверны на уровне >0,05.

Т а б л и ц а 3. Урожайность зерновых культур в ГПЗ «Тополя» в различные по метеорологическим условиям вегетационные периоды, ц/га

Table 3. Cereal yields at the 'Topolya' Pedigree Stock Farm during the vegetative periods with different meteorological conditions, t/ha

Год	По осадкам	Температура		Пшеница	Ячмень	Овес
		среднесуточная	эффективная			
1993	влажный	норма	норма	23,0	24,8	22,5
1994	"	"	выше нормы	22,5	23,7	22,0
1995	норма	выше нормы	" "	26,4	29,6	23,5
1996	"	норма	норма	20,0	23,9	20,2
1997	засушливый	"	"	23,5	24,0	20,6
1998	"	выше нормы	выше нормы	19,7	20,0	18,5
1999	влажный	ниже нормы	ниже нормы	22,4	23,5	21,6
2000	"	норма	выше нормы	20,5	21,7	19,5
2001	норма	"	ниже нормы	22,5	25,0	22,5
2002	влажный	ниже нормы	" "	23,0	26,5	21,8
2003	засушливый	выше нормы	выше нормы	21,9	24,5	19,0
2004	влажный	" "	" "	17,1	25,67	20,1
2005	засушливый	" "	" "	36,0	32,0	38,0
			$X \pm m_x$	23,0 ± 1,25	25,0 ± 0,86	22,3 ± 1,37

В течение исследуемого периода максимальная урожайность зерновых культур получена в 2005 г., который характеризовался как теплый: пшеницы – 36,0 ц/га, ячменя – 32,0

ц/га, овса – 38,0 ц/га. Прорастание семян и формирование всходов, кушение растений проходили при достаточном увлажнении почвы. Полегание растений было незначительным, так как в фазе колошения (июль) количество выпавших осадков (58,3 мм) было ниже нормы (84 мм). Благоприятно складывались условия и в период налива зерна. Минимальная урожайность зарегистрирована в 1998 г. (пшеницы – 19,7 ц/га, ячменя – 20,0 ц/га, овса – 18,5 ц/га). Несмотря на то, что вегетационный период этого года был в целом благоприятным по теплообеспеченности, кушение растений проходило при прохладной дождливой погоде, что способствовало низкой продуктивной кустистости, замедлило рост и развитие растений.

Таким образом, уровень урожая в северной лесостепи Тюменской области зависит не только от суммы осадков, но и характера их распределения в весенне-летний период. Исследования, проведенные ранее [3], и наши данные свидетельствуют о том, что осадки выпадают крайне неравномерно как по годам, так и в течение вегетационного периода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакулин В. В., Козин В. В. География Тюменской области. Екатеринбург, 1996. 235 с.
2. Зональная система земледелия Тюменской области: рекомендации. Новосибирск: ВАСХНИЛ СО НИИСХ Северного Зауралья, 1989. 444 с.
3. Логинов Ю. П. Селекция яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Сибири. Автореферат дис... доктора с.-х. наук. Новосибирск, 1997. 57 с.
4. Романовская А. А. Эмиссия парниковых газов в аграрном секторе России // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2003. № 7–8. С. 114–120.

A. YA. BOME,
N. A. BOME,
N. N. KOLESNIKOVA

METEOROLOGICAL FACTORS VARIABILITY IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE ZONE OF THE TYUMEN REGION AND ITS INFLUENCE OF SPRING CEREAL CROPS GROWTH AND DEVELOPMENT

Summary

The paper analyzes meteorological data of the Tyumen Hydrometeorological Station along with the data on cereal crops yields provided by the 'Topolya' Pedigree Stock Farm of the Research Institute of Agriculture for the Northern Transurals for a period from 1993 through 2005. Variability of yields and meteorological factors has been correlated. The yield level in the northern forest-steppe of the Tyumen Region is shown to depend not only on the total precipitations, but also on their distribution during the spring and summer.

**С. В. Васюкевич,
Н. Г. Смищук,
Т. И. Гордиевских**

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ОВСА В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Овес посевной (*Avena sativa* L.) – одна из наиболее важных зерновых сельскохозяйственных культур в Западной Сибири. Зерно овса – хороший концентрированный корм для лошадей, племенных животных и молодняка крупного рогатого скота, птицы – благодаря высокому содержанию питательных веществ, легкой переваримости и хорошей усвояемости. В зерне овса содержится 13–15% протеина, 40–55% крахмала, 4–6% жира, высокая концентрация лизина и других важнейших аминокислот [1]. Кроме выращивания на зерно, на больших площадях производятся посевы овса в смеси с горохом, викой в качестве однолетних трав на кормовые цели, а также входит в культуру голозерный овес. Вовлечение разнообразного,

географически отдаленного и местного материала в селекционный процесс, отвечает требованиям современного производства.

Как известно успех селекции зависит, прежде всего от метода селекционной работы и исходного материала. Основным методом селекции – внутривидовая гибридизация подобранных по комплексу признаков исходных форм, с последующим направленным отбором из гибридных популяций элитных растений и оценкой их по потомству. Проводятся скрещивания отдаленных эколого-географических форм, для чего привлекаются лучшие образцы коллекции ВИР и перспективные сорта и линии селекции СибНИИСХ, усиления какого-либо признака. Исходные формы подбираются на основании 2–3-летнего изучения в местных условиях, с учетом комплекса полезных свойств.

Изучение мировой коллекции овса, кроме полевых исследований включало в себя следующие этапы: проведение биохимических анализов исходного материала, в лаборатории физиологии и биохимии СибНИИСХ; изучение устойчивости к поражению патогенами на инфекционных фонах, в лаборатории иммунитета СибНИИСХ. Закладка полевых опытов, наблюдения, учеты и оценки проводились согласно принятой методике [2].

За 2006–2008 гг. изучено 210 образцов коллекции ВИР. Ежегодно коллекция овса пополняется на 20–25 новых сортов. За трехлетний период выделены источники продуктивности, крупности зерна, устойчивости к болезням, с повышенным качеством зерна.

В качестве исходного материала интерес для наших условий представляют сорта России, США, Канады, Австралии и Голландии. По продуктивности – Орион (к-14422), Иртыш 21 (к-14780), Чародей (к-14416), Скакун (к-13780) из России, Н-422 (к-14352) из США; по крупности зерна – Тарский 2 (к-14779), Иртыш 13 (к-13924) из России и QA -504-5 (к-14531) из Канады; по устойчивости к болезням – Иртыш 13, Орион, Левша (к-15014) из России, Starter (к-14347), Don (к-14624) из США, Tibor (к-14024), Lotta (к-14619) из Канады, Panfive (к-14547) из Австралии; с повышенным качеством зерна – Иртыш 23 (сорт передан на Государственное испытание в 2008 г.), Левша (Россия), Paul, Tibor (к-14024) (Канада), Adam (к-14253) (Голландия). Из них 10 образцов использовались в 2006–2008 гг. в гибридизации. Продолжается работа по созданию иммунных к корончатой ржавчине сортов. В качестве источников устойчивости использовались сорта: Don, Левша, Paul, Tibor, Panfive, а также перспективные селекционные линии лаборатории: Мутика 1011, Мутика 1012, Мутика 1028 и Мутика 1085.

В схеме селекционной работы с овсом в СибНИИСХ обязательным звеном является оценка гибридного и коллекционного материала, селекционных линий и сортов на начальном (СП-2) и завершающем (КСИ) этапах на провакационных, искусственно созданных фонах по устойчивости к поражению головневыми заболеваниями и корончатой ржавчиной. В 2007 г. в естественных условиях наблюдалась сильная эпифитотия корончатой ржавчины. Корончатая ржавчина овса, как и большинство ржавчинных заболеваний, в условиях Западной Сибири проявляется и наносит существенный экономический вред в зависимости от ряда факторов, таких как благоприятные погодные условия для заражения растений и развития возбудителя заболевания, наличие инокулюма и выращивание восприимчивых растений-хозяина. В 2007 г. в зоне южной лесостепи Омской области все эти факторы присутствовали, что и привело к эпифитотийному проявлению заболевания на посевах овса в фазу колошения и цветения растений. Такое раннее поражение растений вызвало преждевременное их полежание за счет ломкости стеблей, что негативно отразилось на количестве и качестве полученного урожая [3]. Сплошное полежание растений неустойчивых сортов привело к полной их гибели. По устойчивости к корончатой ржавчине и головневым заболеваниям выделено шесть коллекционных образцов: Pluton (к-14730) из Чили, IL-85-1538 (к-14732), Н-833 (к-14733), Sturgy (к-14753), Ensiler (к-14758), Horicon (к-14759) из США и четыре перспективные селекционные линии: Мутика 1011, Мутика 1012, Мутика 1028 и Мутика 1085.

По сравнению с другими зернофуражными культурами зерно овса характеризуется многими ценными свойствами: повышенным содержанием незаменимых аминокислот в белке (особенно лизина), богатым составом витаминов и минеральных веществ.

Сравнительно высокие пищевые и кормовые достоинства возделываемых сортов овса способствовали недооценке селекции на повышенные качества зерна и зеленой массы, хотя к этому имеются большие возможности [4]. В СибНИИСХ был создан и в 2006 г передан на Государственное сортоиспытание сорт овса Иртыш 22 (на зеленый корм). Этот сорт ярового овса выведен методом сложной гибридизации сортов [Универсал 1 × (Мирный × Черкасский)] × Галоп с последующим индивидуальным отбором в F₃. По образованию сухого вещества Иртыш 22 превосходит стандарт Урал на 52%, по площади листьев в фазе цветения – на 45%. Высота растений нового сорта в среднем 128 см (-7 см), он более устойчив к полеганию, чем стандарт, за счет большего диаметра стебля и междоузлий.

В связи с низким содержанием белка в зерне у важнейших районированных сортов, отбор на высокобелковость является основным направлением в селекции овса для улучшения питательной ценности зерна.

В 2008 г. лабораторией селекции овса СибНИИСХ создан и передан на Государственное сортоиспытание сорт Иртыш 23 с улучшенным качеством зерна. Достоинством нового сорта является его способность задерживать развитие корончатой ржавчины, что позволяет данному сорту формировать высокий урожай зерна с более полновесным зерном.

Успех любой селекционной работы во многом зависит от наличия генетической изменчивости и методов селекции, а также оценки созданного и исходного материала. Особенно это касается отбора по биохимическим показателям, которые селекционер не может учесть если они не сцеплены с каким-либо морфологическим признаком. Кроме того, успех селекции по каждому направлению определяется еще и степенью проработки коллекционного и селекционного материала в местных условиях. Необходимо учитывать, что условия возделывания (климат, почвы, агротехника) оказывают существенное влияние на проявление свойств генотипа. В связи с этим данные по отдельным показателям качества зерна могут носить региональный характер.

Результаты изучения коллекции овса показали большое разнообразие по оцениваемым биохимическим показателям. Широкая дифференциация генофонда овса по качеству зерна позволила выделить лучшие образцы, прежде всего по белку. Среди пленчатых отобрано пять образцов, которые стабильно по годам достоверно превышали по белку на 2,0–3,8% районированный стандартный сорт Орион – Panfive, IL 86-5698, IL 85-1538, 81 AV 5792, H-833.

Голозерные сорта характеризовались высоким качеством зерна по сравнению с пленчатыми, однако были на уровне или уступали районированным в Западной Сибири голозерным сортам: Левша и Сибирский голозерный. При этом следует подчеркнуть, что новый сорт Сибирский голозерный получен селекционерами СибНИИСХ на основе привлечения в гибридизацию выделенного из коллекции высококачественного образца Paul.

Таким образом использование генетического разнообразия вида *Avena sativa* L дает возможность привлекать в гибридизацию лучшие формы для повышения качества зерна овса, продуктивности, крупности зерна и устойчивости к болезням.

В настоящее время созданы методом гибридизации с привлечением мировой коллекции ВИР и включены в Госреестр селекционных достижений РФ 10 сортов овса селекции СибНИИСХ: Иртыш 15 (1993 г.), Мегион (1994 г.), Казахстанский 70 (1994 г.), Кемеровский 90 (1994 г.), Орион (1996 г.), Фобос (1997 г.), Памяти Богачкова (2000 г.), Тарский 2 (2001 г.), Иртыш 21 (2003 г.), Сибирский голозерный (2008 г.) и Иртыш 22 (2009 г.). Методом индивидуального отбора был создан и включен в 1991 г. в Госреестр селекционных достижений РФ сорт Иртыш 13 (и.о. Harmon).

ЛИТЕРАТУРА

1. Богачков В. И. Овёс в Западной Сибири / В. И. Богачков. Омск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1975. 19 с.
2. Методические указания по изучению мировой коллекции. 3-е изд. перераб. Л.: ВИР, 1981. 311 с.
3. Мешкова Л. В. Корончатая ржавчина овса в Омской области, структура популяции / Л. В. Мешкова, О. В. Пяткова // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: 2-я

Всерос. конф., СПб. 29 сент.-2 окт. 2008 г. / РАСХН. Отделение защиты растений, ВНИИЗР.-СПб., 2008. С. 68–70.

4. Родионова И. А. Мировые ресурсы овса, как исходный материал для селекции / И. А. Родионова // Селекция овса: сб. науч. тр. НИИ сельского хоз-ва Северо-Востока.-Киров, 1976. С. 54–64.

S. V. VASYUKEVICH,
N. G. SMISCHYUK,
T. I. GORDIYEVSKIKH

EFFICIENT UTILIZATION OF OAT ACCESSIONS IN WESTERN SIBERIA

Summary

The results of screening 210 accessions from the VIR collection during a 3-year period (2006 – 2008) are presented. Sources of productivity, grain largeness, disease resistance and high grain quality have been identified and recommended for the inclusion in breeding programs. A green fodder cultivar Irtysh 22 has been produced by complex hybridization.

**Б. Л. Ганичев,
О. А. Исачкова**

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ С ОБРАЗЦАМИ ДИКОРАСТУЩИХ ВИДОВ ОВСА ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР

Использованию диких видов овса в селекции придается большое значение. Они могут снизить генную эрозию, повысить устойчивость к биотическим и абиотическим факторам, улучшить биохимию зерна и повлиять на ряд других показателей.

В селекционной программе Кемеровского НИИСХ по созданию голозерных сортов овса используются дикорастущие виды: *Avena sterilis* L. Работа с видом *Avena sterilis* L. началась в 1993 г. В ИЦиГ (г. Новосибирск) были обработаны семена четырех голозерных образцов *Avena sterilis* L. рентгеновскими лучами с дозой облучения 3500, 5000, 7500 рентген в час. Облученные образцы были высеяны рядом с образцами вида *A. sterilis* из коллекции ВИР. Открытое цветение и стерильность пыльцы привело к опылению пыльцой *A. sterilis*. Гибридные растения были выделены в 1994 г. Получилась комбинация: Rhea × *A. sterilis*. В течение 1995–1998 гг. мы пытались отобрать растения с голым зерном, но результата не получили. С 1998 г. и до сегодняшнего дня в различных гибридных популяциях сохраняется связка Rhea × *A. sterilis*. На пример в комбинации:

$F_8 [F_5 (\text{Rhea} \times \textit{A. sterilis}) \times \text{Tibor}] \times F_8 (\text{Цезарь} \times \text{Nuprime})$

В 1995 г. местный образец вида *Avena fatua* L. был опылен голозерными сортами Бег-3 и Rhiannon. В 1996 г. проведены насыщающие скрещивания. В настоящее время в различных гибридных популяциях присутствуют связи:

$F_3 [F_1 (\textit{A. fatua} \times \text{Бег-3}) \times \text{Бег-3}], F_3 [F_1 (\textit{A. fatua} \times \text{Rhiannon}) \times \text{Rhiannon}]$

В 2006–2008 гг. мы провели ряд скрещиваний голозерных образцов *A. sativa* с тетраплоидными видами *A. magna*, *A. barbata*, *A. murphyi* из коллекции ВИР. Повторили их с гибридом Бег-1 × *A. sterilis*. Результаты представлены в таблице 1.

Полученные данные показывают, что скрещивания с участием *A. sterilis*, гибрида Бег-1 × *A. sterilis* наименее результативны. Лучшие результаты получены с тетраплоидными видами и их гибридами F_1 в 2008 г. Они превосходят результаты скрещиваний внутри голозерного подвида.

В 2008 г. в гибридном питомнике из 13 комбинаций F₁ в шести присутствуют тетраплоидные родители, в трех – *A. sterilis*, в четырех – F₅(Бег-1 × *A. sterilis*), в двух F₃ (*A. fatua* × Rhiannon) × Rhiannon. В F₂ из 18 комбинаций в 11 есть блок F₅ (Rhea × *A. sterilis*), *A. fatua* – 1 комбинация, *A. fatua* (блок) – 5, *A. sterilis* – 1, блок F₅(*A. sterilis* × Бег-1) – 5 комбинаций.

В 2008 г. в конкурсном сортоиспытании неплохо показала себя линия ЛГ-23, содержащая в родословной блок F₂[F₁(*A. fatua* × Rhiannon) × Rhiannon]. Сведения о ней представлены в таблицах 2 и 3. Ее положительно характеризует период вегетации, урожайность, устойчивость к головневым грибам, низкий процент пленчатых зерен. Содержание белка уступает стандарту и линиям ЛГ-19 и ЛГ-20. содержание жира и сахаров высокое. Таким образом, образец *A. fatua* не оказал видимого влияния на содержание белка, жира, сахара и крахмала.

Т а б л и ц а 1. Результаты скрещиваний образцов подрода *Avena* рода *Avena* L. (2006–2008 гг.)

Table 1. The results of crossings among the accessions from subgen. *Avena*, *Avena* L. (2006–2008)

Год	Показатели	♀					
		<i>A. sterilis</i>	Бег-1 × <i>A. sterilis</i>	<i>A. sterilis</i> гибриды	Тетраплоиды*	Тетраплоидные гибриды	Образцы подвида <i>nudisativa</i>
2006	Прокастрировано цветков	178	230	-	18	-	1011
	Получено зерен	2	10	-	0	-	118
	Результативность	1,1	4,3	-	0,0	-	11,7
2007	Прокастрировано цветков	285	610	-	185	-	2872
	Получено зерен	7	9	-	19	-	282
	Результативность	2,4	1,4	-	10,2	-	9,8
2008	Прокастрировано цветков	-	-	94	-	37	2733
	Получено зерен	-	-	9	-	7	160
	Результативность	-	-	9,6	-	18,9	5,9

*Примечание. Тетраплоидные виды: *A. magna*, *A. barbata*, *A. murphyi*

Можно подвести некоторые итоги. Четырнадцать лет работы с видами *A. sterilis*, *A. fatua* дали определенный результат в виде линии ЛГ-23 и наличия гибридов с их участием во всех селекционных питомниках.

Скрещивания с *A. sterilis* голозерного подвида *A. sativa* затруднены и малорезультативны.

Скрещивания с тетраплоидными видами более результативны, чем внутри голозерного подвида.

Работа с дикими видами требует более длительного времени для получения сорта.

При работе с дикими видами овса исследователя ожидают следующие затруднения:

- осыпаемость зерна;
- продолжительность вегетационного периода;
- склонность к полеганию;
- время цветения;
- появление растений – гигантов в гибридной популяции, неудаляемых при многократном отборе;
- выщепление пленчатых зерен.

Т а б л и ц а 2. Агробиологическая характеристика линий питомника конкурсного сортоиспытания (2008 г.)

Table 2. Agrobiological characteristic of lines from the competitive trials nursery (2008)

Линия	Период вегетации, дней	Число продуктивных стеблей, шт/м ²	Продуктивная кустистость, шт.	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га	Устойчивость к головне, балл	Выщепление пл-х зерен, %
Левша (стандарт)	85	346	2,0	37,5	30,1	2,17	5	8,3
Помор	88	568	2,0	44,6	25,7	2,83	9	0,8
ЛГ-19	95	528	2,0	47,9	22,5	3,07	9	4,7
ЛГ-20	95	675	1,9	44,5	22,5	3,13	9	3,4
ЛГ-23	85	627	2,2	36,1	25,6	3,46	9	0,4
ЛГ-25	98	396	1,7	53,4	30,5	3,10	9	4,8
НСР ₀₅						0,2		

Т а б л и ц а 3. Биохимические показатели линий питомника конкурсного сортоиспытания (2008 г.)

Table 3. Biochemical traits of lines from the competitive trials nursery (2008)

Сорт, линия	Белок, %	Жир, %	Сахар, %	Крахмал, %
Левша (стандарт)	17,24	7,96	4,95	58,10
Помор	17,62	8,91	5,86	55,44
ЛГ-19	18,12	7,34	8,70	59,05
ЛГ-20	19,25	8,78	8,70	55,44
ЛГ-23	16,86	8,39	8,37	58,01
ЛГ-25	16,10	7,39	5,25	58,01

B. L. GANICHEV,
O. A. ISACHKOVA

THE RESULTS OF WORK WITH ACCESSIONS OF WILD OAT SPECIES FROM THE VIR COLLECTION

Summary

In its program aimed at breeding naked oat cultivars, the Kemerovo Agricultural Research Institute uses such species of wild oat as *A. sterilis*, *A. fatua*, *A. magna*, *A. barbata* and *A. murphy*. During 14 years, there have been created lines which have in their pedigree a naked subspecies of *A. sativa* and species *A. fatua* and *A. sterilis*. The paper presents the results of competitive trials of naked oat lines involving evaluation of the main economically important traits and grain biochemical composition.

О. А. Жуйкова,
Г. А. Баталова,
Т. К. Шешегова

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ОВСА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К КОРОНЧАТОЙ РЖАВЧИНЕ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ СЕЛЕКЦЕНТРЕ

В Северо-Восточном регионе Нечерноземной зоны России на посевах овса наибольшее распространение и вредоносность имеет корончатая ржавчина (*Puccinia coronata* Cda. f. sp. avenae Erikss). Частота проявления этой болезни в регионе составляет 5–8 раз за 10 лет, а уровень вредоносности в годы эпифитотии достигает 50% [7]. Семена зараженных растений становятся щуплыми, во время молотбы такие семена отходят вместе с мякиной. Пораженная ржавчиной соломина буреет, становится сухой, хрупкой и полегает [5]. В результате поражения этим заболеванием у растений происходит нарушение ассимиляции, понижение ферментативной активности, усиление транспирации, преждевременное усыхание листового аппарата, при этом снижается засухоустойчивость и изменяются репродуктивные органы [3, 4, 6].

В системе интегрированной защиты растений от болезней одним из приоритетных направлений является селекция на иммунитет, т.е. создание сортов, сочетающих хозяйственно ценные признаки с устойчивостью к наиболее опасным болезням. Использование устойчивых сортов в производстве, кроме экономической выгоды, за счет снижения потерь и повышения гарантии получения высоких урожаев, позволит подавить численность популяций возбудителей болезней и снизить расход фунгицидов [8].

Успех селекции во многом определяется исходным материалом, основным источником которого является мировой генофонд ярового овса ВНИИР им. Н.И. Вавилова. Изучение его в местных агроклиматических условиях позволяет выделить формы с комплексом или отдельными признаками и свойствами, отвечающими задачам селекции.

Материал и методика. Материалом исследований являлись 180 образцов овса мирового генофонда из коллекции ВНИИР им. Н. И. Вавилова, в том числе, 10 голозерных. Основная часть (35%) изучаемых сортов европейской селекции, 25% – американской и 25% отечественной селекции, несколько сортов из ЮАР, Китая и Австралии. Образцы представлены видами: *Avena sativa* L., *A. byzantina* C. Koch, *A. strigosa* Schreb., а так же смешанные популяции *A. sativa* + *A. byzantina*.

Изучение исходного материала проводили в коллекционном питомнике на естественном фоне развития *P. coronata*. Следует отметить, что состояние иммунологических признаков у восприимчивых образцов в этих условиях было высоким: поражение достигало 100%, развитие болезни – 70% при восприимчивом типе реакции генотипов. Данное обстоятельство свидетельствует о достаточной жесткости естественного инфекционного фона в годы изучения. Площадь делянок 1 м², повторность двухкратная. Стандартами являлись пленчатые сорта Аргамак и Улов, голозерный сорт Вятский.

В иммунологических исследованиях для оценки сортов овса использовали следующие показатели: распространение болезни (%), степень поражения по шкале Петерсона, (%) и тип реакции по шкале Мэрфи (балл). Оценку поражения корончатой ржавчиной проводили у 10 растений в двух повторениях. Анализировали флаговый и подфлаговый листья. Распределение сортов по группам устойчивости производили по данным средней степени поражения сорта [3].

В селекции наибольшее значение имеет исходный материал, сочетающий устойчивость к биотическим стрессам с высокой урожайностью. Поэтому определяли косвенный показатель устойчивости – толерантность. Для этого урожайность сортов независимо от степени поражения учитывали весовым методом. Выносливость нерасоспецифична, то есть урожай сохраняется при поражении любой расой или популяцией гриба; она является количественным признаком и обусловлена многими генами [3].

Метеорологические условия в 2007–2008 гг. были провокационными для развития ржавчинных грибов: в период «цветение — молочная спелость» овса наблюдались обильные росы или высокая влажность воздуха, температура была на уровне +19°С.

Результаты исследований. Иммунологическая оценка выявила в изучаемом генофонде овса как восприимчивые, так и высокоустойчивые образцы. Половина образцов (51%) характеризовалась средней устойчивостью к болезни, при этом по типу реакции они были отнесены как к устойчивым (R), так и к восприимчивым (S) генотипам. Высокую устойчивость проявили 19% сортов. Некоторые из них представлены в таблице. Среди них, следует отметить сорта: Kr 288/73L/569 (Чехословакия), Райдужный (Украина), Borowiak (Польша), Bettong (Австрия), отличающиеся также достоверно высокой, по отношению к стандартам, урожайностью.

Высокоустойчивые образцы овса (2007–2008 гг.)
Highly resistant oat accessions (2007–2008)

Каталог ВИР	Сорт	Происхождение	Степень поражения, % (max. за годы изучения)	Тип реакции по Мэрфи	Урожайность, г/м ²
	стандарт Улов	Кировская обл.	31,6	3	540
	стандарт Аргамак	" "	28,7	2	567
14730	Pluton INIA	Чили	13,3*	2	539
14732	IL 85-1538	США	6,0*	2	585
12596	Kr 288/73L/569	Чехословакия	9,3*	2	614*
14839	Chaps	США	9,2*	2	522
14770	Coker 60-159	"	0,9*	2	409*
14776	Райдужный	Украина	6,5*	2	593*
14793	BOROWIAK	Польша	2,8*	1	600*
14022	Riel	Канада	10,0*	2	563
14766	Van Der Byl	ЮАР	4,5*	2	542
14540	Bettong	Австрия	4,9*	2	627*
14857	Henposhu 2	Япония	10,0*	2	389
4918	Местный	Псковская обл.	4,8*	1	246*
4919	Местный	" "	9,3*	2	306*
4920	Местный	" "	5,0*	2	273*
5010	Местный	" "	2,9*	2	309*
5011	Местный	" "	1,8*	1	275*
14446	CI 3915	США	1,4*	1	291*
14654	Rocher	ЮАР	9,1*	2	517
10431	Petkus neizuht	Германия	9,3*	2	537
10615	Местный	Молдавия	6,7*	2	348*
10628	Местный	"	6,3*	2	356*
10667	Местный	"	9,5*	2	476*

* - достоверно к обоим стандартам при $P \geq 0,5$

Известно, что уровень устойчивости к болезням имеет достаточно четкую видовую специфичность [1]. Так, к корончатой ржавчине наиболее устойчив диплоидный вид *A. strigosa*, образцы которого изучались нами. Среди них выделились местные сорта из Псковской области: к-4918, к-4919, к-4920, к-5010, к-5011. Степень поражения корончатой ржавчиной у них изменялась от 1,8 до 9,3% при, преимущественно, устой-

чивом типе реакции. Однако недостатком этого исходного материала является низкая урожайность, обусловленная мелкозерностью данного вида овса. Стандарты характеризовались средней устойчивостью (на уровне 5 баллов), при этом Аргамак отличался устойчивым типом реакции, а Улов — восприимчивым.

Следует отметить общую тенденцию к более высокой восприимчивости к корончатой ржавчине сортов овса голозерного типа. Высокоустойчивых среди них не выявлено. Степень поражения варьировала от 35,0 до 62,5%. По типу реакции все образцы данной группы отнесены, преимущественно, к восприимчивому генотипу (S). Голозерный сорт Вятский, взятый за стандарт, характеризовался как среднеустойчивый к болезни.

В селекции наибольшую ценность имеют образцы, обладающие комплексом положительных признаков и свойств. Нами был проведен анализ продуктивности и структуры урожая с целью выявления толерантных сортов и сопряженности между иммунологическими и селекционными признаками у пленчатых и голозерных образцов.

Толерантностью отличались 6 образцов пленчатого типа: Expander (Швейцария), Jambo (Германия), Wiesel (Германия), Борси (Ленинградская обл.), Trille Dwarf (Дания), Ваика (Польша) и 1 сорт голозерного типа Бег (Беларусь). При средней и высокой восприимчивости к болезни урожайность их изменялась от 578 г/м² до 689 г/м², что на уровне или достоверно выше стандартов.

Таким образом, выявленные высокоустойчивые к корончатой ржавчине и толерантные сорта мирового генофонда представляют интерес для селекции овса на устойчивость к этой эпифитотийноопасной болезни.

При корреляционном анализе в генофонде пленчатых сортов овса не выявлено существенной зависимости между элементами структуры урожая (масса зерна с метелки, масса зерна с растения, масса 1000 зерен) и степенью поражения растений. У голозерных сортов установлена значимая зависимость средней степени ($r=-0,42...-0,52$) между изучаемыми признаками. Данное обстоятельство может свидетельствовать о более высокой выносливости к болезни овса пленчатого типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Дмитриев А. П.* Ржавчина овса. Санкт Петербург, 2000. 112 с.
2. *Купревич В. П.* Физиология больного растения в связи с общими вопросами паразитизма. М.: Л., 1947. 456 с.
3. *Методика по оценке устойчивости сортов полевых культур к болезням на инфекционном и провокационном фонах* // Захаренко В. А., Медведев А. М., Ерохина С. А., Коваленко Е. Д. и др. М., 2000. 88 с.
4. *Наумов Н. А.* Ржавчина хлебных злаков. М., 1939. 402 с.
5. *Родионова Н. А., Солдатов В. Н.* Исходный материал для селекции овса на устойчивость к болезням // Тр. по прикл. бот., ген. сел. Л., 1977. Т. 58, вып. 3. С. 134.
6. *Рубин Б. А., Арциховская Е. В.* Биохимия и физиология иммунитета растений. М., 1960. 320 с.
7. *Система ведения агропромышленного производства в Кировской области.* / В. А. Сысуев, А. П. Логинов., В. А. Фигурин и др. Киров, 2000. С. 132.
8. *Шмальц Х.* Селекция растений. М.: Колос., 1973. 295 с.

O. A. ZHUIKOVA,
G. A. BATALOVA,
T. K. SHESHEGOVA

EVALUATION OF OAT GENETIC RESOURCES FOR CROWN RUST RESISTANCE AT THE NORTHEASTERN BREEDING CENTER

Summary

180 accessions from the VIR collection have been evaluated for crown rust resistance against the natural infectious background. Both susceptible and highly resistant accessions have been revealed by immunological evaluation. Medium resistance to the disease was characteristic of 51% of accessions, while high rate of resistance was displayed by 19% of all cultivars. Naked oats

were more susceptible to the disease. Six cultivars have been found to combine tolerance to crown rust with yielding ability either similar to that of the standard, or higher than that. The identified cultivars are of importance for breeding.

**В. Г. Захаров,
З. К. Столетова**

РЕЗУЛЬТАТЫ И НАПРАВЛЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ ОВСА В УЛЬЯНОВСКОМ НИИСХ

В прошедшем столетии овёс в Ульяновской области долгое время считался культурой неспособной давать высокие урожаи зерна и возделывался на небольшой площади ради получения семенного материала для посева бобово-злаковых смесей. Районирование в 1978 г. сорта Астор изменило сложившееся мнение. При соблюдении минимальных требований технологии возделывания по урожайности зерна овёс стал конкурировать с другими яровыми зерновыми культурами. В течение пяти лет площадь пашни занятая овсом увеличилась почти в два раза и достигла 113 тыс. га. Его начали использовать для получения зерна кормового и продовольственного назначения, на зеленый корм, сено, сенаж и другие цели. Наибольшую площадь посева – 145 тыс. га овёс занимал в 1991 г., когда сравнился с площадью занимаемой ячменём.

В связи с расширением посевов овса в Поволжье, разнообразием его использования, возрос интерес к сорту. В селекционном отношении овёс для Среднего Поволжья является сравнительно новой культурой, так как в этой зоне селекционная работа до 1976 г. не проводилась. В 1976 г. было принято решение о начале её в Поволжском селекцентре на базе Ульяновской опытной станции (Ульяновский НИИСХ) в сотрудничестве с НПО «Подмосковье» (НИИСХ ЦРНЗ). Такая организация работ позволила развернуть её очень быстро и включить в ежегодную проработку большой объём селекционных образцов, в том числе гибридных популяций ранних поколений.

Селекционная работа по овсу на станции началась, когда основные площади в области засеивались сортом Льговский 1026. Сорт Астор был только что районирован. Льговский 1026 в сравнении с сортами, предшествующими ему по районированию, характеризовался более высокой продуктивностью зерна и зеленой массы, более крупным зерном хорошего качества. Но у него быстро обнаружились и недостатки: сильная восприимчивость к пыльной головне, неустойчивость к полеганию. После районирования зернового сорта Астор, его стали использовать в основном на корм в виде сена, сенажа и в бобово-злаковых мешанках. Поэтому в первые годы селекционной работы на станции была поставлена цель создания сорта, способного заменить сорт Льговский 1026.

В ходе оценки поступивших селекционных образцов появилась идея создания специализированных сортов для выращивания на зерно и зеленый корм. В 1978 г. на станцию поступило 400 номеров селекционного питомника 2 года из НИИСХ ЦРНЗ, в их числе было несколько образцов, отобранных от скрещивания сортов Фрезер × Льговский 78, среди которых выделилась линия 4/1h257, получившая название Друг. В государственное испытание сорт был передан в 1980 г., а с 1985 г., после изучения, районирован в Ульяновской и Пензенской областях, Татарской АССР.

При изучении нового сорта в конкурсном сортоиспытании преимущество сорта Друг в сравнении с Льговским 1026 проявлялось ежегодно. Средняя за пять лет урожайность его составила 5,2 т/га, что больше чем у Льговского 1026 на 0,5 т/га. Наивысшая урожайность была получена в 1982 г. (6,0 т/га).

Преимущество сорта Друг состояло в устойчивости к полеганию и поражению пыльной головней. Непревзойденным достоинством сорта, наряду с высоким потенциалом урожайности зерна, является его облиственность и способность длительно сохранять стебель и листья в зелёном состоянии, при уже близкой к созреванию метёлке. Урожайность зелёной

массы достигает 30–40 т/га, благодаря чему сорт является хорошим компонентом в бобово-злаковых смесях на кормовые цели. В последние годы, благодаря этой особенности, проявляется возврат повышенного интереса к этому сорту и с 2007 г. расширен ареал допуска к использованию.

Успеху дальнейшей селекционной работы сопутствовало то, что начальный этап селекционного процесса был ориентирован на создание сортов различного использования. Поэтому одновременно с выведением сорта для производства зелёного корма и сенажа велась работа по созданию высокопродуктивного, экологически пластичного сорта зернового направления.

В 1979 г. на станцию поступило 65 образцов селекционного питомника 2 года. В числе их был образец 8h288 – Фразер × Астор, названный при передаче на государственное испытание Скакуном. В конкурсное сортоиспытание он был включён в 1981 г. Несмотря на засушливый год, среди немногих селекционных образов, превзошедших Астор, была и эта линия, урожайность которой была на 0,3 т/га больше стандарта (2,9 т/га). В следующем (1982 г.) благоприятном по погодным условиям году, урожайность Скакуна была наивысшей – 7,5 т/га. Сорт с 1988 по 1989 гг. был районирован в 45 областях бывшего СССР. В настоящее время сорт рекомендован для возделывания в 9 регионах Государственного реестра селекционных достижений допущенных к использованию. Ареал районирования говорит о высокой пластичности сорта.

Созданные позднее сорта Галоп (1988 г.) и Аллюр (1993 г.) являются сортами комплексного использования. У них высокая зерновая продуктивность сочетается с урожайностью зелёной массы и качеством продукции. У сорта Галоп средняя урожайность зерна за годы изучения составила – 3,9 т/га, что на 0,2 т/га больше, чем у сорта Друг, при урожайности зелёной массы Галопа – 39,0 т/га, у Друга – 37,5 т/га. Средняя урожайность сорта Аллюр за годы испытания составила 4,3 т/га, что на 0,3 т/га больше, чем у сорта Скакун. Максимальная урожайность в ГСИ – 8,0 т/га достигнута в Республике Татарстан. Зерно имеет повышенное содержание протеина – до 18,0%. Отличительной особенностью сорта является возможность его использования на сено. Оба сорта по качеству зерна отнесены к ценным сортам и по состоянию на 2008 г. рекомендованы для возделывания в трёх регионах Государственного реестра.

В последние годы возрастает потребность в сортах овса, предназначенных для перерабатывающей промышленности. Они должны отличаться высокой массой 1000 зёрен, натурой и иметь высокое содержание белка. Этим требованиям в полной мере соответствует сорт Стригунок, рекомендованный в производство в 9 регионе с 2004 г. Средняя урожайность зерна за годы испытания составила 4,7 т/га, что на 0,5 т/га выше, чем у рекомендованного в регионе сорта. Максимальная урожайность – 6,2 т/га. Сорт характеризуется высокой устойчивостью к полеганию. Масса 1000 зерен 34–43 г, натура зерна 580–600 г/л. Сорт Стригунок отличается повышенным содержанием протеина – до 16%, обладает иммунитетом к поражению пыльной головнёй.

С 2006 г. государственное сортоиспытание проходят новые сорта Конкур и Рысак. По данным ГСИ на Липецкой ГСС в 2008 г. сорт Конкур показал урожайность 8,0 т/га. Существенные превышения над стандартными сортами получены на сортоиспытательных участках Ленинградской, Тульской, Нижегородской, Свердловской, Ростовской, Белгородской областей, Ставропольском и Пермском краях, Чувашской и Удмуртской Республик. Полученные данные позволяют сделать вывод о высоком потенциале урожайности и повышенной адаптивности сорта к условиям произрастания.

Достоинством сорта являются высокие показатели качества зерна: плёнчатость – 24–26%, масса 1000 зёрен – 35–37 г, натура – 500–570 г/л, содержание протеина 12–13%. К числу положительных признаков сорта относятся и устойчивость к основным болезням овса. После двухлетнего государственного испытания сорт Конкур с 2008 г. занесён в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию и рекомендован одновременно для возделывания в 4, 5, 7, 9 регионах РФ.

Сорт Рысак характеризуется устойчивостью к полеганию. Масса 1000 зёрен до 40 г, плёнчатость зерна – 24–28%, содержание протеина – 11–13%, натура – 500–575 г/л. Сорт устойчив к поражению пыльной головнёй и вирусными болезнями. Поражаемость корончатой и стеблевой ржавчиной слабая.

В 2007 г. на государственное сортоиспытание передан новый сорт овса Дерби. Этот сорт сочетает в себе экологическую пластичность, высокую продуктивность, качество зерна, устойчивость к наиболее вредоносным болезням (пыльная головня, корончатая ржавчина). За годы конкурсного сортоиспытания (2004–2006 гг.) сорт Дерби превысил стандартный сорт Скакун на 0,9 т/га. Достоинством сорта являются низкая плёнчатость и устойчивость к осыпанию. Среднее по крупности зерно выдерживает перестой после полного созревания при запаздывании с уборкой урожая.

Продолжением реализации программы по созданию сортов комплексного использования явилась передача на государственное сортоиспытание в 2008 г. двух новых сортов – Каприоль и Пируэт.

Овёс Каприоль сочетает в себе комплекс хозяйственно-ценных признаков. Характеризуется высокой урожайностью, устойчивостью к полеганию, осыпанию, корончатой ржавчине и пыльной головне. По данным конкурсного сортоиспытания за 2004–2008 гг. превышение по урожайности над стандартным сортом Скакун составляло 0,6–1,0 т/га, а сортом Конкур от 0,3–0,5 т/га. Сорт имеет высокие показатели качества зерна: масса 1000 зёрен – 32,0 г, натура зерна – 570–590 г/л, содержание протеина – до 13,4%, плёнчатость – 26%.

Сорт Пируэт одновременно с высокой зерновой продуктивностью формирует хороший урожай зелёной массы. Достоинством сорта являются высокая устойчивость к полеганию и основным болезням.

Таким образом, в результате совместной работы селекционеров Ульяновского НИИСХ и НИИСХ ЦРНЗ создан ряд высокоэффективных сортов овса различного направления использования. Эти сорта в настоящее время по площадям посева занимают лидирующие позиции в Российской Федерации.

На ближайшую перспективу определены основные направления селекционной Работы. Усилия будут направлены на создание узкоспециализированных сортов, характеризующихся устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам, и соответственно высокой адаптивной способностью. Одновременно с селекцией плёнчатых сортов, начаты исследования по созданию сортов голозёрного овса с улучшенными хозяйственно-ценными признаками.

V. G. ZAKHAROV,
Z. K. STOLETOVA

THE TRENDS AND RESULTS OF OAT BREEDING AT THE ULYANOVSK RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE

Summary

The paper presents the results of breeding work performed by The Ulyanovsk Research Institute of Agriculture in cooperation with the Agricultural Research Institute for the Central Regions of the Non-Black Soil Belt. 30 years of efforts have resulted in breeding cultivars for different purposes, namely Drug, Skakun, Galop, Allyur, Strigunok, Konkur, Rysak, Capriol, Piruet. In terms of the occupied areas, these cultivars hold leading position in the Russian Federation.

СЕЛЕКЦИЯ ОВСА В ТАЁЖНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Овес является одной из наиболее распространенных и важных зерновых культур. Его преимуществом среди других зерновых культур является меньшая требовательность к почве и теплу, способность максимально использовать труднорастворимые соединения и поздно выпадающие осадки. Несмотря на достаточное количество созданных сортов, остаются проблемы устойчивости овса к наиболее вредоносным болезням и вредителям, улучшения качества зерна.

В Нарымском отделе ГНУ СибНИИСХиТ (Нарымская госселекстанция) селекционная работа с овсом начата с 1937 г. За период с 1937 по 2008 гг. была создана генетическая коллекция сортов овса. Из 15 выведенных, 9 сортов районированы, один находится в сортоиспытании (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Методы селекции и родословная сортов Нарымской государственной селекционной станции.

Table 1. Breeding methods and pedigrees of cultivars bred at the Narym State Breeding Station

Сорт	Дата районирования	Метод селекции	Родословная
Нарымский 943	1963	Многokратный массовый отбор	с. Дзень-Синь
Юбилейный	1973	Гибридизация и индивидуальный отбор	Нарымский 943 × К-1478
Таежник	1977	Индивидуальный отбор	с. Золотой дождь
Колпашевский	1982	" "	австралийский образец
Писаревский	1987	" "	с. Сельма
Метис	1990	Гибридизация и индивидуальный отбор	Сельма × Руслан
Мегион	1993	" " " "	Нарымский 943 × Пшебуй 2
Талисман	2002	" " " "	К-13401 × Метис
Тогурчанин	2004	" " " "	Перона × Сельма
Мустанг	ГСИ	" " " "	Скакун × Метис

Целью настоящих исследований является выявление нового исходного материала для создания сортов овса, адаптивных к сибирским условиям, с высокой экологической пластичностью, иммунных, устойчивых к полеганию, с высокими технологическими качествами

Селекция овса ведется по общепринятой методике, используемой ведущими селекцентрами. Одним из основных методов является межсортовая гибридизация с последующим индивидуальным отбором, которая проводится по схеме простых прямых и обратных, сложных насыщающих скрещиваний. Исходным материалом для селекции овса служат образцы коллекции ВИР, гибридные комбинации собственной и инорайонной селекции. За период с 1996 по 2008 гг. из ВИРа получено 362 образца. В течение 3 лет коллекционные образцы оцениваются по продуктивности и качеству. С их участием проведено 219 скрещиваний.

Лимитирующим фактором урожайности сельскохозяйственных культур является эдафический стресс. В зоне исследований доминируют кислые (рН4,5–4,9) дерново-подзолистые почвы с содержанием гумуса в пахотном слое не более 2%, с высоким содержанием подвижного алюминия (5–8 мг). Следствием такого воздействия является слабое кущение, уменьшение высоты растения и длины метелки, слабый налив зерна, приводящие к снижению не только продуктивности, но и качества зерна [1, 2]. Сортообразцы, не выдерживающие эдафический стресс, выбраковываются на ранних этапах селекционного процесса.

Данные таблицы 2 подтверждают преимущество перспективных образцов над Нарымским 943 по урожайности, а также то, что продуктивность зависит от элементов структуры урожая [3].

Метеорологические условия создают стрессовую ситуацию для растений [4]. Избыток влаги и недостаток тепла влечет за собой сильное полегание растений, сдвиг фазы созревания – к получению морозобойного зерна и ставит под угрозу сам процесс уборки урожая в связи с обильными дождями и ранним выпадением снега.

Т а б л и ц а 2. Элементы структуры урожая образцов овса питомники 2005–2008 гг.
Table 2. Yield structure elements of oat accessions in the nursery, 2005–2008

Сорт	Длина, см		Количество зерен, шт.	Масса зерен, г/ метелка	Продуктивная кустистость	Урожайность, ц/га
	стебля	метелки				
Нарымский 943	107	17	38	1,38	1,02	29,36
Метис	94	14	36	1,10	1,03	31,35
5252/95	95	17	38	1,41	1,01	34,00
3016/99	93	15	38	1,45	1,00	30,88
1923/00	100	16	30	1,31	1,04	30,66
1909/00	95	15	31	1,15	1,00	32,29
3449/00	88	14	30	1,09	1,06	34,06

Из таблицы 3 видно, что во все годы исследований сумма температур за вегетационный период была выше средней многолетней. В тоже время количество выпавших осадков резко отличалось по годам. Два года (2003, 2006) были крайне засушливыми, остальные наоборот отличались повышенной влажностью, особенно 2007 г. Изучение селекционного материала в годы с резко отличающимися погодными условиями позволяет дать всестороннюю оценку, выделить и подобрать источники ценных признаков и свойств.

Выведение скороспелых сортов обеспечивающих в условиях северного земледелия получение стабильных урожаев и высококачественных семян – важное направление адаптивной селекции [5]. В ходе селекционной проработки из испытаний исключаются образцы с периодом вегетации длиннее, чем у Нарымского 943 (75–109 дней). Для решения этой проблемы в гибридизацию включаются родительские пары, различающиеся по продолжительности вегетационного периода и отдельных его фаз. В качестве доноров скороспелости используются сорта и гибриды собственной селекции Метис, Таежник, образцы коллекции ВИР (Львовский 9, Дукач, Кировец, Leila, Grundu, Bajka, Porato, Sorose, Penline 6571, Borowiak, Jumbo, Grajcar, Lutz, Jawor), гибридный материал других научных учреждений.

Т а б л и ц а 3. Метеорологические условия за период вегетации
(г. Колпашево, 2002–2008 гг.)

Table 3. Meteorological conditions during the vegetative period
(Kolpashevo town, 2002–2008)

Показатели	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Средняя много-летняя норма
Сумма t°C	2073	2274	2144	2156	2097	1995	2047	1939
+ -от нормы	+ 134	+335	+205	+217	+158	+56	+108	-
Осадки, мм	388	187	346	408	168	507	344	324
+ от нормы, мм	+64	-137	+22	+84	-156	+183	+20	-

При полегании у овса увеличивается пленчатость, уменьшается озерненность метелки. В большей степени развиваются болезни, затрудняется механизированная уборка, что приводит к потерям зерна до 50%, снижается масса 1000 зерен, энергия прорастания и всхожесть [6]. Устойчивость к полеганию зависит от морфологических и механических свойств стебля и состояния корневой системы. Учитывая кормовую ценность овса и овсяной соломы, селекцию на устойчивость к полеганию следует вести не по пути детерминации стебля, а повышения его прочности и упругости, лучшего развития узловых корней [2, 3]. По результатам полевых оценок из селекционного процесса выбраковываются сорта со слабой устойчивостью к полеганию. Из районированных сортов Нарымской селекции самые устойчивые к полеганию Тогурчанин, Талисман, Мустанг.

Содержание белка в зерне и его пленчатость определяют кормовую и пищевую ценность культуры овса и зависят не только от видовых и сортовых особенностей, но и от почвенно-климатических условий года, географического положения, технологии возделывания [7]. По результатам лабораторных исследований, содержание белка в зерне нестабильно. Во влажные, прохладные годы его количество резко снижается и находится в пределах 8,5–11,3 %. Стандарт Нарымский 943 и Метис имеют показатели 9,8; 9,4% соответственно. В условиях высоких температур и недостатка влаги белка накапливается больше, до 15,0 % [7, 8]. При этом у Нарымского 943 – 10,7 %, Метиса – 10,6% [9]. Отбор высокобелковых форм проводится в годы с недостатком тепла и избытком влаги, когда он находится в минимуме (табл. 4).

**Т а б л и ц а 4. Технологические качества сортообразцов
(питомник КСИ, 2002–2003 гг.)**

Table 4 Technological qualities of varietal samples (КСИ nursery, 2002–2003)

Сортообразец	Пленчатость, %		Белок, %		Масса 1000 зерен, г	
	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.	2002 г.	2003 г.
Нарымский 943	28,6	29,9	9,4	10,7	43,4	42,7
Метис	23,8	24,1	9,5	10,6	39,3	38,1
Мустанг	23,2	23,9	9,0	10,7	40,4	39,9
5252 /95	22,3	22,6	9,4	11,5	46,1	42,2
5664/88	22,6	22,8	9,1	10,8	42,3	41,9

В засушливые годы у овса повышается пленчатость от 28,8 до 30,9, снижается масса 1000 зерен от 43,4 до 37,9 (Нарымский 943). Поэтому отбор низкопленчатых образцов проводится в условиях засухи. Таблица 4 отражает качественные показатели овса в различных метеорологических условиях.

Аналізу на пленчатость и крупнозерность подвергаются все гибриды, начиная со второго селекционного питомника. Образцы, пленчатость которых превышает стандарт Нарымский 943, а масса 1000 зерен уступает Метису, удаляются из селекционной проработки. Все сорта Нарымской селекции, за исключением Нарымского 943, обладают высоким качеством зерна, входят в список ценных по качеству зерна сортов, пригодны для использования в перерабатывающей промышленности.

Селекция на продуктивность и качество без одновременной работы по иммунитету приводит к высокой поражаемости сортов патогенами. Создание устойчивых сортов является универсальным методом борьбы с болезнями и вредителями, важным условием повышения и стабильности урожая, получения продукции высокого качества, сохранения экологического равновесия [3, 8]. В таёжной зоне Западной Сибири вредоносными для овса являются корневые гнили, бактериальный ожог, пыльная головня. Корончатая ржавчина не имеет распространения. Основное внимание в селекции на иммунитет обращается на пыльную головню. В качестве материнской формы при гибридизации используются иммунные, часто низкопродуктивные образцы, тогда как отцовская форма всегда является высокопродуктивной. Гиб-

ридный материал подвергается оценке на устойчивость к пыльной головне в условиях искусственного заражения в потомстве F-3, втором контрольном питомнике и конкурсном сортоиспытании [9, 10].

Среди образцов питомника конкурсного испытания выделяются перспективные номера, сочетающие достаточно высокую иммунность, урожайность, устойчивость к полеганию, высокие показатели качества зерна (табл. 5).

В результате целенаправленной работы в Нарымском отделе ГНУ СибНИИСХ и Т создана генетическая коллекция высокопродуктивных сортов овса, имеющих ценное по качеству зерно, иммунные к основным вредоносным заболеваниям

Т а б л и ц а 5. Результаты оценки перспективных образцов
(питомник КСИ, 2005–2008 гг.)

Table 5. The results of promising accessions evaluation (КСИ nursery, 2005–2008)

Сорт	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Вегетацион- ный период, дни	Устойчивость к полеганию, балл	Устойчивость к пыльной головне, тип	Пленчатость, %	Натура, г/л	Белок, %
Нарымский 943	29,36	37,9	80	3,8	IV	29,1	553	9,6
Метис	31,53	35,3	77	4,37	IV	23,9	539	10,1
5252 / 95	34,0	4,3	77	4,73	I	24,5	541	9,5
3016 / 99	30,88	41,1	79	4,82	I	24,9	540	9,6
1923 / 00	30,61	42,2	77	4,82	I	23,8	547	10,1
3449 / 00	34,06	36,9	76	4,78	I	24,8	561	10,2
1909/00	32,29	39,0	77	4,77	1	23,8	526	10,2

ЛИТЕРАТУРА

1. Баталова Г. А., Лисицын Е. М. О селекции овса на устойчивость к эдафическому стрессу // Селекция и семеноводство. 2002. № 2.
2. Баталова Г. А. Овес. Технология возделывания и селекция. Киров, 2000. 205 с.
3. Лоскутов И. Г. Овес (*Avena L.*) Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. С.-П., 2007. 335 с.
4. Данные метеорологической станции, г. Колпашево. 2002–2008 гг.
5. Неттевич Э. Д. Проблемные вопросы селекции зерновых культур Нечерноземья. // Доклады научно-практической конференции «Ученые Нечерноземья – развитию сельского хозяйства зоны». 1991. С. 126–130.
6. Плотникова Н. П. Селекция, агротехника зерновых и кормовых культур и картофеля на севере Томской области. Сборник научных трудов. Новосибирск, 1994. С. 9–17.
7. Митрофанов А. С., Митрофанова К. С. Овёс. М.: Колос. 1972. 268 с.
8. Кобылянский В. Д., Солдатов В. Н. Культурная флора. Овес. М.: Колос, 1994. 367 с.
9. Полевой журнал по селекции овса, 2001–2008 гг.
10. Полевой журнал лаборатории защиты растений, 2002–2008 гг.

G. N. KOMAROVA

OAT BREEDING IN THE TAIGA ZONE OF WESTERN SIBERIA

Summary

The Narym State Breeding Station has released lines oat cultivars, lines of which have been introduced into commercial cultivation (for pedigrees and breeding methods – see the paper). The breeding program of the station mainly aims at selecting early cultivars with resistance to lodging and diseases and producing stable yields of high-quality grain. The paper presents the results of

competitive trials (2005–2008) of the promising номеров combining high immunity, lodging resistance, high yielding ability and grain quality.

**Г. Я. Козлова,
С. В. Васюкевич,
Н. Г. Смищук**

КАЧЕСТВО ЗЕРНА КОЛЛЕКЦИОННЫХ СОРТОВ ОВСА В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Овес – одна из важнейших зернофуражных и кормовых культур в Западной Сибири. Его зерно – хороший концентрированный корм для всех видов сельскохозяйственных животных и птицы. Кроме того, благодаря хорошей усвояемости белков, жира и крахмала, имеют большое значение в диетическом и детском питании. Установлено, что белки овса имеют более высокую биологическую ценность, чем белки других зерновых культур – ячменя, пшеницы. Это объясняется лучшей сбалансированностью их по аминокислотному составу, который близок аминокислотному составу белков высоколизиновых форм кукурузы, особенно по содержанию незаменимых аминокислот [1].

Успех любой селекционной работы во многом зависит от наличия генетической изменчивости и методов селекции, а также оценки созданного и исходного материала. Особенно это касается отбора по биохимическим показателям, которые селекционер не может учесть, если они не сцеплены с каким-либо морфологическим признаком. Кроме того, успех селекции по каждому направлению определяется еще и степенью проработки коллекционного и селекционного материала в местных условиях. Необходимо учитывать, что условия возделывания (климат, почвы, агротехника) оказывают существенное влияние на проявление свойств генотипа. В связи с этим данные по отдельным показателям качества зерна могут носить региональный характер. Поэтому исходные формы для гибридизации подбираются на основании 2–3-летнего изучения в местных условиях, прежде всего из коллекции, как основного источника пополнения генетического разнообразия в селекционном процессе.

Изучение мировой коллекции включало закладку полевых опытов, наблюдения, учеты и оценки, которые проводились согласно принятой методике [2]. За 2006–2008 гг. изучено 210 образцов овса коллекции ВИР. Ежегодно коллекция пополняется 20–25 новыми сортами. Выделены образцы, лучшие по урожайности, технологическим качествам, устойчивости к болезням. Оценка коллекции по качеству зерна является одним из важных моментов. Селекция на современном этапе не может быть успешной без знания данных показателей, особенно важна характеристика по содержанию белка [3]. В связи с низким содержанием белка в зерне у важнейших районированных сортов, отбор на высокобелковость является основным направлением в селекции овса на улучшение питательной ценности зерна.

Результаты изучения коллекции овса показали большое разнообразие по оцениваемым показателям (табл.1). Следует отметить, что большинство изучаемых сортов относилось к пленчатым формам и только 4 образца были голозерными.

Широкая дифференциация генофонда овса по качеству зерна позволила выделить лучшие образцы, прежде всего по белку (табл. 2). Среди пленчатых отобрано 5 образцов, которые стабильно по годам достоверно превышали районированный стандартный сорт Орион на 2,0–3,8% белка.

Голозерные сорта характеризовались высоким качеством зерна, по сравнению с пленчатыми, однако были на уровне или уступали районированным в Западной Сибири голозерным сортам: Левша и Сибирский голозерный (табл. 2). При этом следует подчеркнуть, что новый сорт Сибирский голозерный получен селекционерами СибНИИСХ на основе привлечения в гибридизацию выделенного из коллекции высококачественного образца Paul.

Таким образом, использование генетического разнообразия вида *Avena sativa* L. дает возможность привлекать в гибридизацию лучшие формы для повышения качества зерна овса. Несомненный интерес в этом плане представляют выделенные образцы: IL 85-1538, IL 86-5698 и Н 833 которые, наряду с повышенным содержанием белка в зерне, по продуктивности не уступают стандарту Орион.

Т а б л и ц а 1. **Изменчивость биохимических показателей зерна овса (СибНИИСХ, 2006–2008 гг.)**

Table 1. **Variability of biochemical characteristics of oat grain (Siberian Research Institute of Agriculture, 2006–2008)**

Год	Колебания	$\bar{X} \pm S_x$	V, %
<i>б е л о к, %</i>			
2006	11,7 ~ 18,4	13,9 ± 0,62	6,3
2007	7,4 ~ 18,0	12,8 ± 0,49	5,4
2008	12,4 ~ 21,5	15,4 ± 0,47	4,3
<i>к р а х м а л, %</i>			
2006	45,4 ~ 56,2	50,1 ± 1,14	3,2
2007	42,0 ~ 62,9	52,3 ± 1,43	3,9
2008	49,3 ~ 65,3	54,9 ± 1,87	4,8
<i>ж и р, %</i>			
2006	3,7 ~ 6,6	4,9 ± 0,22	6,3
2007	3,8 ~ 7,5	5,4 ± 0,18	4,6
2008	4,2 ~ 7,2	5,2 ± 0,28	7,8

Т а б л и ц а 2. **Характеристика лучших по качеству зерна образцов овса СибНИИСХ (2006–2008 гг.)**

Table 2. **Characteristics of oat accessions with the highest grain quality from the Siberian Research Institute of Agriculture (2006–2008)**

№ по каталогу ВИР	Сорт	Белок, %	Крахмал, %	Жир, %	Пленчатость, %	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, г/м ²
<i>п л е н ч а т ы е</i>							
14422	Орион	12,1	49,3	4,7	31,4	36,9	234
14547	Panfive	15,9	53,1	5,9	30,3	35,1	203
14319	IL 865698	14,6	51,3	5,1	31,1	40,2	282
14553	81 AB5792	14,1	52,6	5,9	32,3	35,5	237
14732	IL 851538	14,9	53,5	5,6	30,6	41,5	314
14733	Н 833	15,6	52,2	5,5	32,0	37,3	266
<i>г о л о з е р н ы е</i>							
14531	QA 5045	17,6	59,7	6,0	0	35,5	147
14024	Tibor	18,9	60,6	6,1	0	32,3	171
	Paul	17,5	60,9	7,1	0	28,4	254
14619	Lotta	17,5	59,4	6,0	0	33,1	158
15063	Сибирский голозерный	17,5	59,3	6,7	0	31,1	190
15014	Левша	19,1	60,1	6,4	0	33,7	189
	НСР ₀₅	1,4	4,2	0,6	2,8		

ЛИТЕРАТУРА

1. Frey K. J. Protein in Oats. Z. Pflanzenzuchtung, 1977, Bd. 78. № 3. S.185–215.
2. Методические указания по изучению мировой коллекции. 3-е изд., перераб. Л.: ВИР, 1981. 311 с.
3. Трофимовская А. Я. Ячмень. Л.: «Колос», 1972. 296 с.

G. YA. KOZLOVA,
S. V. VASYUKEVICH,
N. G. SMISCHYUK

GRAIN QUALITY IN COLLECTION OAT CULTIVARS UNDER CONDITIONS OF WESTERN SIBERIA

Summary

Grain quality has been studied in 210 oat accessions from the VIR collection under conditions of Western Siberia at the Siberian Research Institute of Agriculture (2006–2008). As a result, 5 accessions of hulled oat have been selected for their protein content that reliably exceeded that of the standard commercial cv. Orion by 2.0 to 3.8%. Naked oat cultivars had high grain quality but were inferior to the commercial cvs. Levsha and Sibirsky Golozerny.

М. И. Литовченко,
Н. К. Губарева,
И. П. Гаврилюк

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФАТУОИДОВ В ПОЛИМОРФНОМ СОРТЕ ОВСА ПРИВЕТ

Овес – ведущая зерновая культура на Северо-Западе России. Серьезной проблемой в семеноводческой работе с этой культурой является появление в посевах культурного овса фатуоидов – растений с морфологическими признаками, характерными для дикого овса-овсюга, который является злостным сорняком. Присутствие семян овсюга в партиях семян культурного овса недопустимо. Фатуоиды возникают в посевах овса при неблагоприятных условиях выращивания (недостаточно окультуренные почвы, нарушения агротехники, избыточное увлажнение и др.) [Лопатин, 1976]. А. Н. Лопатин отмечает также различия в способности сортов овса образовывать фатуоиды. Из трех изученных им сортов наибольшей склонностью к образованию фатуоидов характеризуется сорт Хадмесрслебенер, наименьшей – Золотой дождь, сорт Пшебуй занимает промежуточное положение [1975]. Фатуоиды не являются сорняками, однако Государственные семенные инспекции, на основании сходства морфологических признаков относят их к овсюгам. Это приводит к необоснованной выбраковке огромных партий семян элиты. Поиск методов надежного различения фатуоидов и овсюгов остается актуальной задачей до настоящего времени.

Около 30-ти лет назад отечественными и зарубежными учеными было установлено, что фатуоиды и овсюги различаются по составу запасных белков семян – авенинов [Лопатин, 1976, Конарев, 1984, Leist, 1988]. Различия между фатуоидами и овсюгами выявляются методом электрофореза этих белков.

Электрофоретические спектры авенинов овсюга значительно отличаются от спектров авенина культурного овса, тогда как авенины фатуоидов идентичны авенинам тех сортов овса, в посевах которых они возникают. В связи с этим в цитируемых работах даны рекомендации использовать электрофорез авенинов для определения природы семян с отклоняющимися морфологическими признаками. Если авенины таких семян отличаются от авенинов сорта, в котором они обнаружены, партия семян считается засоренной овсюгом.

Однако упомянутые выше исследователи работали с сортами овса, созданными в середине XX-ого века. Эти сорта, как правило, были однородны морфологически и генетически. Внутри таких сортов отсутствовали различия по электрофоретическим спектрам авенина.

В последнее десятилетие в селекции овса наблюдается тенденция к созданию сортов-популяций. Одним из таких сортов является районированный в нескольких регионах сорт Привет. Сорт склонен к образованию фатуоидов. Но их идентификация затруднена тем, что в сорте Привет выявлены зерновки с несколькими типами спектров авенина.

В связи с этим мы предприняли детальное изучение электрофоретических спектров авенина сорта Привет, выделенных из него фатуоидов и овсюгов с целью разработки подходов к идентификации фатуоидов в сортах-популяциях и совершенствованию методов семенного контроля овса.

Материалом для исследования служили семена овса сорта Привет от оригинатора, из коллекции ВИР, нескольких репродукций этого сорта, семена фатуоидов, выявленных в партиях семян сорта Привет, а также семена овсюга из коллекции СПб. ГАУ и коллекции Государственной семенной инспекции.

При электрофоретическом анализе авенинов 614-ти зерновок из оригинальных семян и четырех репродукций сорта Привет, фатуоидов и овсюгов выявлено 11 типов спектров Авенина. Спектры различаются по составу и интенсивности компонентов всех фракций авенинов – БП (быстрые проламины), α и β . В таблице 1 состав типов спектров приведен с учетом интенсивности проявления компонентов, которая обозначена в баллах от 1 до 5. Идентификация компонентов каждой фракции и запись белковых формул проводили по унифицированному эталонному спектру, принятому для злаков. Интенсивность компонентов оценивали визуально по пятибалльной шкале. В качестве стандарта использовали спектр глиадына пшеницы сорта Мироновская.

Т а б л и ц а 1. Состав компонентов в типах электрофоретических спектров авенина, выявленных в семенах овса сорта Привет, выделенных из него фатуоидов и образцах овсюга

Table 1. Composition of components in types of avenin electrophoretic spectra identified in seeds of oat cv. Privyet, extracted fatuoids and wild oat accessions

Типы спектров	БП							α							β						
	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6 ₁	6 ₂	7	1	2	3	4 ₁	4 ₂	5
I	2		1		3		4					2	3		2	3	3	3			
II	2		1		3		4					2	3		2	3	3	3			
III	2		1		3		4					2	3		3		4	5			
IV	2		1		3		4					1	3		3		5	3			
V	2		1		3		4					1	3	3	3	3	3	4			3
VI	2		1		3		4					2	4		3	3	3	4			3
VII	2		1		3		1					4			2	3		4			3
VIII	2		1		3		1					4			2		4	4			3
IX	2		1		3		1					3	3		2		3	4			3
X									3			4			1		3		3		
XI													3		1		3			3	

В спектрах авенинов изученных нами семян культурного овса, фатуоидов и овсюгов наблюдалось от 4-х до 12-ти компонентов. Наименьшее число компонентов характерно для овсюгов. У одного из них выявляется 4 у другого – 5 компонентов.

Зона быстрых проламинов (БП), состоящая из четырех компонентов, имеется в спектрах авенинов всех зерновок овса и фатуоидов. Эта фракция авенина полностью отсутствует в авенине обоих образцов овсюга. Это очень существенное различие спектров овса сорта Привет и овсюга. Все фатуоиды, как и сорт Привет, имеют зону БП.

В семенах оригинала, полученного от селекционера в 2003 г., 88% из проанализированных зерновок имеют I-ый тип спектра (табл. 2). Остальные восемь типов встретились с

частотой от 1% до 4%. По составу типов спектров наиболее близок к оригиналу образец сорта Привет из коллекции ВИР. В трех репродукциях сорта Привет также преобладали зерновки с первым типом спектра. Зерновки с другими типами спектров, идентичными спектрам оригинала, встречаются в репродукциях с разной частотой. Новых типов спектров не обнаружено. Для всех пяти исследованных образцов семян сорта Привет характерно значительное преобладание I-ого типа спектра авенина и редких типов, общих для всех изученных образцов.

Т а б л и ц а 2. **Встречаемость типов электрофоретических спектров авенина***
в семенах овса сорта Привет, выделенных из него фатуоидов и в образцах овсюга
Table 2. Occurrence of avenin electrophoretic spectra types in seeds of oat cv. Privyet, ex-
tractefatuoids and wild oat accessions

№	Образец	Репродукция		Число зерен	Типы спектров										
		место	год		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	Привет оригинал	Московская область	2003	145	128	4	2	1	1	1	1	6	1		
2	Привет ВИР к-14787	Пушкин ВИР	2006	50	45					1	3		1		
3	Привет	Московская область	2006	120	117	2		1							
4	Привет	Пушкин ГАУ	2006	40	37							3			
5	Привет	Пушкин ГАУ	2007	51	43	5		3							
6	фатуоид (опушение, ость, подковка)	Пушкин ГАУ	2007	63	61	2									
7	фатуоид (опушение, ость, подковка)	Пушкин ГАУ	2006	37	37										
8	фатуоид (опушение, ость, подковка)	Московская область	2006	20	18	1							1		
9	фатуоид (без опушения, ость, подковка)	Московская область	2006	6	1					1	1	3			
10	фатуоид (опушение, ость, без под- ковки)	Московская область	2006	20	20										
11	фатуоид (без опушения, ость, без под- ковки)	Пушкин ГАУ	2006	17	11	1		1		2		2			
12	овсюг	Пушкин ГАУ	2007	25										25	
13	овсюг	коллекция Госсем- инспекции		20											20

* – нумерация как в таблице 1

Это позволяет считать, что для овса сорта Привет характерно наличие нескольких типов спектров авенина с преобладанием одного из них.

Для всех шести изученных образцов фатуоидов, также как и для сорта Привет, характерно значительное преобладание I-ого типа спектра авенина. В большинстве фатуоидов обнаружены редкие типы авенина. Все они идентичны типам, выявленным в сорте Привет. Спектров авенина, отличных от тех, которые имеются в сорте Привет, в фатуоидах не обнаружено.

У фатуоидов наблюдается некоторая связь между морфологическими признаками и типами спектров авенина. Для фатуоидов с опушением, независимо от проявления других признаков (ость и подковка), характерна высокая частота встречаемости зерновок с I-ым типом спектра авенина. В качестве редких у этих фатуоидов обнаружены в основном зерновки со II-ым типом спектра, близким к I-ому. У фатуоидов без опушения частота встречаемости I-ого типа не высока, а в качестве редких присутствуют VI-ой, VII-ой и VIII-ой типы спектров. Эта связь между фатуоидными признаками и типами спектров авенина проявляется независимо от года и места репродукции семян.

Следует еще раз подчеркнуть, что у фатуоидов обнаружены только те типы спектров авенина, которые есть у сорта Привет.

Особого внимания заслуживает анализ спектров авенина у образцов овсюга. У каждого образца овсюга обнаружено по одному типу спектра авенина X-ый у одного и XI-ый у другого. Как видно в таблице 2, эти типы спектров авенина резко отличаются от типов спектров, встретившихся у сорта Привет и фатуоидов.

Таким образом, фатуоиды, характеризующиеся морфологическими признаками, промежуточными между сортом Привет и овсюгом, по электрофоретическим спектрам авенина идентичны сорту Привет. Это согласуется с данными процитированных выше исследователей, полученными при изучении однородных сортов овса.

Следовательно, для полиморфного сорта Привет, как и для однородных сортов овса, электрофорез авенина может быть рекомендован в качестве метода определения природы фатуоидов в партиях семян. Результаты электрофореза должны учитываться при оценке партий семян. Обнаружение фатуоидов, по спектрам авенина идентичных сорту, не должно служить основанием для выбраковки партии семян. В то же время присутствие в партии семян со спектрами авенина, отличающимися от спектров, специфичных для анализируемого сорта, должно рассматриваться как примесь овсюга или гибридов между овсюгом и сортом.

На основании результатов исследования можно заключить, что электрофорез авенина – объективный и надежный метод лабораторного семенного контроля, как для однородных, так и для полиморфных сортов овса.

M. I. LITOVCHENKO,
N. K. GUBAREVA,
I. P. GAVRILYUK

FATUOIDS IDENTIFICATION IN A POLYMORPHOUS OAT CULTIVAR PRIVYET Summary

The morphologically uniform oat cultivar Privyet features 9 biotypes which differ by avenin electrophoretic spectra. The same avenin spectra were revealed in fatuoids discovered in cv. Privyet. Therefore, electrophoresis of avenin may be recommended for determining the nature of fatuoids in this polymorphous cultivar.

К. А. Можаяева,
Т. Б. Кастальева,
Н. В. Гирсова,
И. Н. Яковлева,
П. Ф. Магуров

ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ ОВСА НА ТОЛЕРАНТНОСТЬ К ВИРУСУ ЖЕЛТОЙ КАРЛИКОВОСТИ ЯЧМЕНЯ

Из вирусных болезней овса наиболее распространенной во всем мире и опасной является вирус желтой карликовости ячменя, который поражает все зерновые культуры, вызывая эпифитотии и приводя к значительным потерям урожая. В Европейской части России эпифитотия на овсе и ячмене наблюдалась в 1988–1991 гг. Переносчиком заболевания являются многие виды тлей. В 2001–2004 гг. во ВНИИФ при поддержке Международного научно-технического центра (МНТЦ) были проведены полевые опыты по выявлению сортов и линий овса, толерантных к возбудителю этого заболевания – вирусу желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ) – и пригодных для селекционных работ в России.

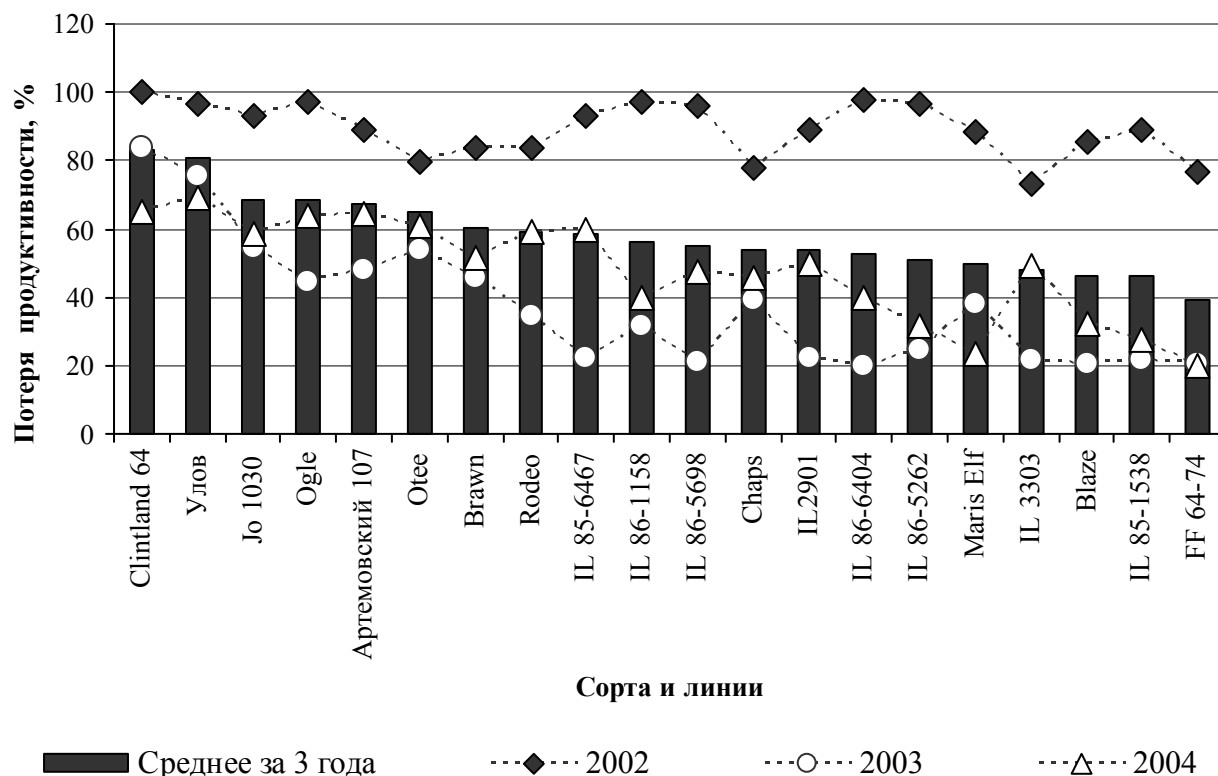
Оценку отечественных и зарубежных сортов овса, а также линий овса селекции Иллинойского университета (США) из коллекции ВИРа на толерантность к наиболее распространенному PAV-штамму этого вируса, проводили в условиях искусственного заражения.

Для получения этого штамма весной 2000 года на черемухе была собрана тля-переносчик *Rhopalosiphum padi* L. Массовое размножение насекомых проводили в лаборатории при контролируемых условиях ($t = 20\text{--}25^\circ\text{C}$, фотопериод 18 часов, освещенность 6–10 тыс. люкс, влажность 60–80%). В качестве кормового растения использовали ячмень. Часть клона инфицировали вирусом путем кормления тли на естественно инфицированных злаковых растениях. Поддержание и накопление инфицированного материала проводилось через еженедельные пассажи вирофорных тлей на акцепторные растения ячменя. Зараженность вирусом растений, на которых питалась тля, периодически контролировали методом иммуноферментного анализа (ИФА), с использованием штаммоспецифических диагностикумов (Agdia Inc., Bio-Rad, Loewe Biochemica). В результате многократных пассажей был получен клон, инфицированный исключительно PAV штаммом ВЖКЯ. Этот клон тли поддерживался круглогодично в лабораторных условиях. Для проведения полевых опытов вирофорная тля размножалась в вышеназванных условиях в необходимых количествах (до 40–50 тысяч особей).

Испытание сортообразцов овса проводили в полевом опыте в Московской области (ОПХ ВНИИФ). Для искусственного инфицирования овса растения в фазе всходов (2–3 листа) заселяли вирофорной тлей (10 особей на растение), которая на них питалась в течение 48 часов. Тлю уничтожали 0,1% Конфидором, ВРК (200 г/л). Данные условия позволяли создавать инфекционный фон, близкий к эпифитотийному. В контрольном варианте опрыскивание Конфидором проводили каждые 3 недели для того, чтобы предотвратить естественное заражение овса ВЖКЯ. В варианте «естественный фон» никаких обработок не применяли.

Наблюдение за состоянием посевов вели регулярно, не реже двух раз в неделю. Симптомы поражения ВЖКЯ на восприимчивых сортах овса (Clintland 64, Улов) появлялись уже на седьмой день после уничтожения тли. В фазу выхода в трубку производили первую оценку поражения растений ВЖКЯ. Определяли количество растений на делянке, имеющих симптомы поражения желтой карликовостью, и оценивали общее состояние посева по девятибалльной шкале. Вторую оценку поражения овса вирусом проводили в фазу выметывания. В эту же фазу отбирали образцы листьев растений для определения в них PAV штамма ВЖКЯ с использованием иммуноферментного анализа (ИФА). С каждой делянки по диагонали собирали по 10 листьев. Листья высушивали на воздухе при комнатной температуре, хранили также при комнатной температуре. Перед проведением ИФА их растирали в жидком азоте. Для анализа брали навеску 100 мг сухого веса ткани. Наличие PAV-ВЖКЯ определяли с ис-

пользованием полученных нами совместно с Т.Н. Ерохиной (Институт биоорганической химии РАН) моноклональных антител, специфичных к PAV штамму. Методика подготовки образцов и проведения анализа подробно описана ранее [1]. Уровень антигенной активности в образцах соотносили со степенью проявления симптомов и продуктивностью растений с деланки.



Потеря продуктивности сортами и линиями овса при искусственном заражении ВЖКЯ в полевом опыте 2002–2004 гг.
Loss of productivity by oat cultivars and lines artificially inoculated with BYDV in a field trial, 2002–2004

После уборки урожая в каждом варианте опыта определяли высоту растений, продуктивную кустистость, массу зерна, количество зерен с одного растения и метелки, массу 1000 зерен. Учитывали от 60 до 84 растений в каждом образце. Продуктивность растения и метелки оценивали в процентах по отношению к контролю своего сорта и контролю стандарта. Статистическая обработка полученных результатов по программе STATISTICA Microsoft.

По результатам испытания в полевом опыте 2001 г. пятидесяти сортообразцов овса из коллекции ВИР, для опыта 2002 г. было отобрано 14 сортов и 15 линий Иллинойского университета США. В 2003 году работа проводилась с 21 образцом (13 сортов и 8 линий), а в 2004 г. – с 23 сортообразцами (из них 9 линий). В 2002–2004 гг. опыт включал три варианта: 1) контроль, в котором тли-переносчики уничтожались опрыскиванием инсектицидом; 2) естественное заражение овса ВЖКЯ без применения инсектицидов; 3) искусственное инфицирование овса PAV штаммом ВЖКЯ с помощью вирофорной тли *Rhopalosiphum padi*. В качестве чувствительного сорта был выбран Clintland 64, в качестве стандартного – сорт Улов, включенный в Госреестр для данного региона.

Поскольку погодные условия, особенно засуха, оказывают прямое влияние на развитие желтой карликовости, для оценки совместного действия температуры и влажности нами использовался гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова. Благоприятными для овса являются условия, когда ГТК=1,1–1,5. Если ГТК меньше 1,0, то условия неблагоприятны.

Вегетационный сезон 2002 г. был крайне неблагоприятным для овса из-за засухи. В мае-августе выпало только 34% осадков от нормы, ГТК равнялся 0,5. На искусственном ин-

фекционном фоне у чувствительных сортов Clintland 64 и Улов потери урожая составляли 100 и 97% соответственно. Почти все иллинойские линии, которые ранее были охарактеризованы как толерантные к ВЖКЯ, в условиях 2002 г. проявили себя как чувствительные: потери продуктивности составляли 89–98%. У толерантных сортов FF 64-74, Otee и Chaps потеря продуктивности была несколько ниже 80%, а у остальных колебалась в пределах 84–93% (рис.).

Условия 2003 и 2004 гг. в целом были благоприятными для овса (ГТК = 1,5). Тем не менее, в 2003 г. продуктивность овса была меньше, чем в 2004 (табл.). Причина, вероятно, была в недостаточной влагообеспеченности в критический для развития растений период (перед фазой выхода в трубку): если в 2003 году в это время выпало 74 мм осадков при норме 105 мм, то в 2004 – 100 мм при норме 77 мм.

В 2003 г., при искусственном инфицировании, меньше всего (на 20–25%) продуктивность снижалась у иллинойских линий (IL 86-6404, IL 86-5698, IL 6467, IL 3303, IL 85-1538, IL 2901 и IL 86-5262), а также у сортов овса FF 64-74 и Blaze (рис.).

В 2004 г. лучшими по показателям продуктивности на искусственном инфекционном фоне оказались сорта FF 64-74, Blaze, Maris Elf. Снижение урожая у чувствительных сортов достигало 70–85%. Среди иллинойских линий наименьшие потери урожая (20–40%) были отмечены у линий IL 85-1538, IL 86-5262, IL 2901 и IL 86-1158 (рис.).

Таким образом, результаты испытания в течение 3 лет сортообразцов овса на искусственном инфекционном фоне заражения ВЖКЯ, близком к эпифитотийному, выявили значительное влияние погодных условий как на продуктивность растений, так и на проявление их толерантности к этому вирусу (табл.).

Сравнительная оценка некоторых показателей продуктивности и состояния посева для 20 образцов овса в зависимости от инфекционного фона и погодных условий в 2002–2004 гг.

Comparative evaluation of some productivity indicators and crop status for 20 oat accessions vs. the infectious background and weather conditions in 2002–2004

Вариант опыта	Показатель	2002 год	2003 год	2004 год
Контроль	Продуктивность, г/растение	2,79 ± 0,32	6,76 ± 0,21	7,47 ± 0,34
Естественное инфицирование	Потери продуктивности, % к контролю	70,2 ± 5,7	16,1 ± 2,4	46,6 ± 2,5
Искусственное инфицирование	Потери продуктивности, % к контролю	89,2 ± 1,8	37,2 ± 4,2	47,9 ± 3,4
	Распространенность болезни, %	72,3 ± 6,5	22,0 ± 5,4	55,6 ± 8,3
	Общее состояние посева, балл	2,7 ± 0,24	7,2 ± 0,4	6,3 ± 0,14
Гидротермический коэффициент (ГТК)		0,5	1,5	1,5

Если толерантность образцов оценивать по среднему за 3 года показателю толерантности (сохранение продуктивности на искусственном инфекционном фоне), то испытанные образцы можно расположить в следующем порядке: FF 64-74, Blaze, IL 85-1538, IL 3303, Maris Elf, IL 85-5262 и IL 86-6404. Если же о перспективности образца судить по его урожаю при высокой инфекционной нагрузке ВЖКЯ, то лучшими на основании 3-летних опытов можно считать FF 64-74, IL 85-5262, Blaze, IL 85-1538, IL 2901 и IL 86-1158. Образец FF 64-74 (Канада) был наиболее стабильным по продуктивности и толерантности на искусственном инфекционном фоне ВЖКЯ все годы испытаний. Некоторые, положительно оцененные по толерантности к ВЖКЯ, образцы обладали и другими полезными хозяйственными свойствами: растения сорта Maris Elf и линии IL 85-1538 характеризовались низкорослостью, а линии IL

86-1158, IL 86-5698 и IL 2901 — крупнозерностью. Сорты FF 64-74 и Maris Elf, линии IL 85-5262, IL 85-1538, IL 2901 и IL 86-5698 уже включены в селекционный процесс в лаборатории овса НИИСХ ЦР НЗ. Начатая здесь в 2003–2005 гг. работа по созданию сортов овса, толерантных к ВЖКЯ, продолжается. Для создания инфекционного фона используется вироформная тля *Rhopalosiphum padi* из коллекции ВНИИФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева Т. Я., Ерохина Т. Н., Кастальева Т. Б., Можяева К. А. Определение вируса желтой карликовости ячменя при помощи иммуноферментного анализа на основе моноклональных антител // Сборник методических рекомендаций по защите растений. СПб., 1998. С. 242–245.

K. A. MOZHAYEVA,
T. B. KASTALYEVA,
N. V. GIRSOVA,
I. N. YAKOVLEVA,
P. F. MAGUROV

EVALUATION OF TOLERANCE TO BARLEY YELLOW DWARF VIRUS IN OAT VARIETAL SAMPLES

Summary

In 2001–2004, oat cultivars and lines were screened for tolerance to barley yellow dwarf virus (BYDV) and the tolerant ones checked for applicability in Russian breeding programs. The research was conducted in the field conditions with the support from the International Scientific and Technical Center (ISTC). A range of materials from the VIR collection, namely national and foreign oat cultivars together with oat breeding lines from the University of Illinois (USA), have been tested for tolerance to BYDV-PAV, the most common strain, against the artificial infectious background. Three years of investigations have shown that weather conditions significantly influence both plant productivity and tolerance to the virus. Some oat accessions were found to combine tolerance to BYDV with other commercially important traits.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Д. П. Афанасьев

ИЗУЧЕНИЕ СОРТОВ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЗОНЕ

Ячмень является основным сырьем при производстве пива. С.-Петербургские пивоваренные компании, занимающие лидирующие позиции в отечественном пивоварении, в предыдущие годы ввозили сырье из-за границы. Однако, стремление снизить производственные затраты заставило их обратить внимание на ячмень выращенный на территории нашей страны (главным образом это центральные и южные районы России). В то же время существует реальная перспектива производства пивоваренного ячменя в Северо-Западном регионе РФ

Целью настоящей работы является морфолого-биохимическая характеристика сортов пивоваренного ячменя с целью выделения ценных генотипов для селекции и практического использования. Объектом исследования являются 100 пивоваренных и 10 зернофуражных сортов ячменя (2-рядные и 6-рядные) из мировой коллекции ВИР, которые были репродуцированы в Ленинградской обл. и в Тамбовской обл. (на Екатерининской ОС ВИР) в 2004 – 2005 гг. Изучение проводилось по важнейшим биохимическим, технологическим и морфологическим признакам, определяющим пивоваренные свойства: содержание белка, содержание крахмала и его качество (содержание амилозы и амилопектина), активность β -амилазы, экстрактивность, энергия прорастания, крупность (однородность) зерна, индекс Кольбаха и ряд других.

Изучение показало большой размах качественных показателей зерна ячменя по годам и месту изучения (Пушкинские лаб. ВИР и Екатерининская ОС в 2004 - 2005 гг.) Диапазон изменчивости основных показателей качества зерна ячменя в зависимости от места и года произрастания представлен в таблице:

Диапазон изменчивости основных показателей качества зерна ячменя

Место выращивания	Год выращивания	Белок, %	Крахмал, % (N × 5,7)	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л
Ленинградская обл.	2004	8,3–14,3	58,8–69,7	30,4–56,4	68,7–79,6
	2005	10,8–17,2	55,3–66,7	29,2–57,2	63,9–74,6
Тамбовская обл.	2004	12,2–16,5	56,0–64,8	30,0–64,0	63,7–75,6
	2005	12,7–15,8	55,5–63,2	37,0–61,0	63,9–78,0

Среди образцов, репродуцированных в Пушкинских лаб. ВИР в 2004 – 2005 гг. выделился сорт Балтика (к-30589, Ленинградская обл.) с содержанием белка 10,1; 10,8% и крахмала 67,3; 66,4% соответственно. В то же время среди этого набора с высоким содержанием крахмала (выше 60%) выделился 61 образец. Среди образцов, репродуцированных на Екатерининской ОС все образцы во все годы значительно превышали оптимальный диапазон по содержанию белка, а по содержанию крахмала нами выделено 54 сорта. По ряду других важных показателей коллекция ячменя оценивается.

Таким образом, данное изучение позволит рекомендовать образцы пивоваренного ячменя для селекции и практического использования в Северо-Западном регионе РФ.

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ ОВСА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА

Посевной овес наряду с агрономическими признаками обладает хорошими показателями по качеству зерна. Сочетание высоких биохимических и агрономических показателей в одном сорте является целью селекции овса последних лет. Считается, что с помощью методов селекции можно повысить процентное содержание качественных компонентов в зерновке овса до очень высокого уровня.

В настоящее время качеству продукции зерновых культур придается большое значение. При пищевом использовании типичной зернофуражной культуры овса кроме традиционных качественных показателей зерна, как содержания белка и крахмала, наибольшую актуальность приобретает содержание различных видов полисахаридов, жиров, токоферолов, стеролов, витаминов и других веществ.

ВННИР им Н. И. Вавилова располагает обширной коллекцией овса, насчитывающей 10 тыс. образцов культурных и 2 тыс. образцов дикорастущих видов, представляющей практически все мировое генетическое разнообразие этой культуры, с широчайшим диапазоном изменчивости важнейших селекционно-ценных признаков, что позволяет выявить генотипы, отвечающие разнообразным требованиям селекции.

В связи с этим в 2001–2005 гг. в ВИРе были проведены исследования качественных показателей зерна у образцов овса, относящихся к разным видам и поступивших в коллекцию ВИР за последние годы. Для изучения качественных показателей зерна овса использовали стандартные методы.

Проведенные исследования показали, что содержание белка у пленчатых образцов вида *A. sativa* колебалось от 5,1% до 16,0% (анализ с пленкой). Высокобелковыми формами были образцы из России – Борот (к-14858, Ленинградская обл.), Лидия (к-13749, Кировская обл.), Валдин 765 (к-14574, Краснодарский кр.), Сезаир (к-14507, Тюменская обл.), Тюменский голозерный (к-14784, Тюменская обл.), Швеции – Edit (к-14511), Финляндии – Lisbeth (к-14832), Испании – Villafranca del Duero (к-14055), Cuenca de Campos (к-14059), Греции – Palini (к-14836), США – Vista (к-14801), Австралии – Pallinup (к-14841).

Анализ образцов дикорастущих видов овса на содержание белка в зерновках показал, что более 20% имели образцы видов: *A. atlantica*, *A. longiglumis*, *A. barbata*, *A. magna*, *A. murphyi*, *A. fatua*, *A. ludoviciana* и *A. sterilis*.

Диапазон сортовых различий по содержанию масла в зерне был очень большой. Полученные данные коллекции свидетельствуют о большой изменчивости этого признака у образцов. По этому показателю (более 7 % масла) выделились следующие образцы – из Великобритании Kynon (к-14498), Испании – Villar de Frades (к-14053), Villafranca del Duero (к-14055), Villan de Fordesillas (к-14062), Mojados (к-14067), Греции – Palini, (к-14836, Японии – Gorii Kuro (к-14343), Китая – Местный (к-14533), США – Vista (к-14801), Австралии – Culgoa (к- 14545).

По предварительным данным, содержание токоферолов в масле овса посевного может достигать до 250 мг/%, а стеролов до 2,6%, притом, что голозерные формы достоверно превышали пленчатые по обоим показателям.

Анализ образцов дикорастущих видов овса на содержание жира в зерновках показал, что более 8% масла имели образцы видов: *A. pilosa*, *A. wiestii*, *A. canariensis*, *A. longiglumis*, *A. barbata*, *A. magna*, *A. murphyi*, *A. fatua*, *A. ludoviciana* и *A. sterilis*. Некоторые из них сочетали повышенное содержание белка и масла в зерновке: *A. barbata* из Азербайджана, *A. longiglumis*, *A. magna* и *A. murphyi* из Марокко, *A. fatua* из Казахстана, *A. ludoviciana* из Азербайджана, *A. sterilis* из Ирана, Израиля и Алжира.

Крахмал – основное вещество углеводной фракции, свойствами которого определяются диетические достоинства овса. Содержание крахмала у коллекционных сортов варьи-

ровало от 15% до 47,8%. Наибольшее содержание крахмала имели образцы из Великобритании – Branwen (к-14497), Кунон (к-14498), Испании – Villagomes (к-14065), Ataguinos (к-14066), Huesca A (к-14105), Франции – Tanagra (к-14256), Германии – Flamingsgelb (к-14583), Praefekt (к-1458).

По комплексу показателей лучшими были голозерные сорта овса из России – Тюменский голозерный (к-14784, Тюменская обл.), Финляндии – Lisbeth (к-14832) и Китая местный (к-14533) в зерне которых содержалось белка до 15,5%, крахмала – более 45,5% и жира 7%.

Все выделенные источники высоких биохимических показателей разосланы в селекционные центры России для использования в селекционных программах.

**Е. Е. Радченко,
И. Г. Лоскутов**

УСТОЙЧИВОСТЬ АЗИАТСКИХ ФОРМ ОВСА К ОБЫКНОВЕННОЙ ЗЛАКОВОЙ ТЛЕ

Генетическая однородность возделываемых сортов зерновых культур способствует ускорению адаптивной микроэволюции и, следовательно, массовому размножению вредителей. Литературные данные свидетельствуют о весьма небольшом запасе генов устойчивости овса к обыкновенной злаковой тле (*Schizaphis graminum* Rond.). К настоящему времени идентифицировано лишь 4 гена, эффективных против отдельных биотипов насекомого в США. Устойчивость образца овса Russian 77 (CI 2898) к биотипу А обыкновенной злаковой тли контролируется доминантным геном *Tg1*. Изучение наследования устойчивости трех образцов овса к двум биотипам вредителя показало, что линии PI 186270 и CI 1580 имеют по одному доминантному гену (*Grb1* и *Grb2* соответственно), которые определяют устойчивость к биотипу С; линия CI 4888 защищена доминантным геном устойчивости *Grb3* к биотипу тли В. Показано также возможное присутствие малых генов устойчивости к обоим биотипам у всех трех образцов. Цитоплазматическая устойчивость не выявлена. Ген устойчивости *Grb2* эффективен также к биотипам Е, I и, лишь отчасти, к F–H. Очевидно, что имеющийся запас генов устойчивости недостаточен для обеспечения современных стратегий селекции.

Цель работы – оценить наследственное разнообразие овса по устойчивости к обыкновенной злаковой тле. Изучили 371 образец (преимущественно местные формы) из Приморского края, Монголии, Китая, Японии, Кореи, Индии, Ирана, Афганистана, Бутана. Среди этих форм 35 – образцы голозерного овса, предположительно происходящего из Китая и Монголии. Наши предыдущие эксперименты с местными образцами ячменя из юго-восточной Азии показали высокую частоту устойчивых к фитофагу форм, что послужило основанием и для проведения работ с овсом.

Опыты проводили в лабораторных условиях. Проросшие зерновки (не менее 20 каждого образца) высевали в пластмассовые кюветы, наполненные почвенной смесью. В кювету помещали 15 оцениваемых образцов и неустойчивый контроль (сорт Vogrus). Через 2 дня после появления всходов растения заселяли тлей краснодарской популяции разных возрастов. При гибели контроля оценивали устойчивость по шкале от 0 (нет повреждений) до 10 (повреждено 90-100 % листовой поверхности, гибель образца).

Выделили 95 гетерогенных по признаку устойчивости образца. Поврежденность устойчивых компонентов 47 образцов составляла 1–4 балла, умеренная устойчивость (5–8 баллов) выявлена у 48 изученных форм. Высокой устойчивостью (балл повреждения 1,0) обладает образец к-6688 из Индии. Все образцы голозерного овса оказались неустойчивы к фитофагу: поврежденность растений составляла 9–10 баллов. Для некоторых образцов характерен широкий спектр варьирования поврежденности растений от 1 до 10 баллов, что может обуславливаться проявлением генов с низкой экспрессивностью и (или) присутствием в популяции фитофага клонов с различной вирулентностью. По частоте устойчивых форм выделяются

образцы из Монголии (46 из 76 изученных, или 60,6%), далее следуют образцы из Китая (33,9%), Индии (19,0 %) и Японии (16,7%). Наибольшее число генотипов (23), у которых поврежденность устойчивых компонентов не превышала 4 баллов, выделено среди образцов из Монголии.

Таким образом, показана высокая частота устойчивых к обыкновенной злаковой тле образцов среди местных форм овса из Азии. Следует отметить, что выделенные нами образцы защищены, скорее всего, неизвестными ранее генами устойчивости к фитофагу, так как гены *Grb1* – *Grb3* идентифицированы у староместных форм из Аргентины, Италии и Шотландии. Для изучения генетического контроля признака устойчивости из некоторых гетерогенных образцов выделили слабо повреждаемые насекомым линии.

**Л. Г. Тырышкин,
Н. С. Манаенко,
И. А. Терентьева,
О. Н. Ковалева**

УСТОЙЧИВОСТЬ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ К МУЧНИСТОЙ РОСЕ

Мучнистая роса (возбудитель *Erysiphe graminis* DC.F.sp.*hordei*) – одна из наиболее вредоносных болезней ячменя во всем мире. Сильное развитие заболевания приводит к значительному снижению урожайности и качества зерна. Наиболее экологически безопасный и экономически выгодный способ борьбы с данной болезнью – возделывание устойчивых сортов. Для создания такого типа сортов необходим постоянный поиск новых доноров устойчивости, поскольку обычно гены резистентности быстро теряют эффективность в результате возникновения и накопления мутаций вирулентности в популяциях патогена. В настоящее время известно не менее 28 генов устойчивости, которые представлены более чем 100 аллелями, однако их подавляющее большинство не эффективны против современных популяций *E. graminis*.

С целью расширения запасов эффективных генов резистентности провели оценку устойчивости к мучнистой росе образцов ярового ячменя мировой коллекции ВИР, ранее проявивших слабую степень поражения болезнью на естественных инфекционных фонах (по данным опытных станций ВИР).

Оценку проростковой устойчивости проводили в лабораторных условиях при инокуляции патогеном интактных растений в стадии 1–2 листа и отрезков листьев, помещенных на вату, смоченную водой, а взрослой устойчивости – при инокуляции флаг-листьев методом микрокамер. Для заражения использовали популяцию возбудителя мучнистой росы, собранную с сильно пораженных листьев восприимчивого сорта ячменя Пиркка (Северо-Западный регион). Учет типа реакции проводили на 7–8 день и 12 день после инокуляции проростков и флаг-листьев, соответственно, по шкале Хонекера.

Из 234 изученных образцов высокую устойчивость (тип реакции 0) в стадии проростков проявили 13: Ер 80 (к-17554, Эфиопия); Nigrate (к-19416, США), Algerian (к-19728, Чехия); Voldagsen 8141/41 (к-26233, Германия), Vanja (к-25956, Швеция), Twed (к- 28925, Великобритания), Романтик (к-28935, Украина), Hockey (к-28946, Великобритания), Camelot (к-29271, Великобритания), К – 30/85 (к-29447, Чехия), J – 844/85 (к-29449, Чехия), Fleet (к-29987, Нидерланды), Адапт (к-30364, Украина). Все эти формы были высоко устойчивы и в стадии флаг-листа. Образцов, устойчивых во взрослой фазе и восприимчивых в ювенильной стадии роста не выявили. Из 19 почти изогенных линий сорта Pallas устойчивыми к данной популяции патогена были линии с генами *mlo* 5, *mlo* 11, *Mla* 16 и *Mla* 19. Выделенные нами образцы могут быть защищены этими генами устойчивости, либо генами, не присутствующими у линий, используемых в данной работе.

Помимо культурного ячменя оценили устойчивость к мучнистой росе 21 образца *Hordeum spontaneum*, близкородственного *H. vulgare*. Две формы – к-3513 (Китай), w-547 (Иран) – проявили высокий уровень как ювенильной, так и взрослой устойчивости.

Выделенные устойчивые к мучнистой росе образцы ярового ячменя включены в цикл скрещиваний для изучения наследования устойчивости и аллельного отношения генов, контролирующих изучаемый признак.

**Л. Г. Тырышкин,
И. А. Звейнек,
И. А. Терентьева,
О. Н. Ковалева**

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЯЧМЕНЯ ПО ВЫСОКО ЭФФЕКТИВНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ К КАРЛИКОВОЙ РЖАВЧИНЕ

Карликовая ржавчина (возбудитель *Puccinia hordei*) распространена во всех зонах возделывания ячменя и в отдельные годы является вредоносной болезнью во многих регионах. Потери урожая культуры от *P. hordei* на восприимчивых сортах, например в США, превышают 32%. В России сильное проявление болезни наблюдается в Поволжье, Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке

В настоящее время в зарубежной литературе описано 16 главных генов устойчивости к карликовой ржавчине (обозначены символами Rph1-Rph16) Все эти гены, кроме Rph7 и Rph16, преодолены в Европе вирулентными патотипами *P. hordei*. В СССР как эффективные определены гены устойчивости к карликовой ржавчине Rph3, Rph7 и как частично эффективный ген Rph9. В России идентифицированы новые эффективные гены устойчивости ячменя к карликовой ржавчине. У 4 форм – кк-13238, 13497, Daphine, Дагестанский 239 – идентифицировали 9 новых эффективных генов устойчивости, которым присвоены временные символы РаБ₁₋₅, раД₆, раД₇, раДаг₈, раДаг₉ (Месриева, 2000). Помимо генетических исследований, в нашей стране проводилась массовая оценка коллекционных образцов на устойчивость к карликовой ржавчине. Так, при оценке 950 образцов выделены 23 высокоустойчивых в стадии колошения к карликовой ржавчине на естественном инфекционном фоне, причем большая их часть это местные образцы из Китая и Индии (Трофимовская и др., 1972). 128 образцов выделены как высокоустойчивые в течение нескольких лет в полевых условиях (Хохлова и др., 2001). Цель настоящей работы – изучить генетическое разнообразие ячменя по высокоэффективной устойчивости к карликовой ржавчине.

Сорта Sebada Sara и Henry (ген Rph7) высокоустойчивы в лабораторных и полевых экспериментах, а образцы Estate (Rph3) и CI 1243 (Rph9) восприимчивы в стадии проростков и флаг-листа. Из 2365 образцов *H. vulgare*, оцененных в лабораторных условиях, только сорт Scarlet (к-30371, Германия) был высокоустойчив к сборной популяции *P. hordei*. В комбинации скрещивания Scarlet × Белогорский растения F₁ были устойчивы, а в F₂ наблюдали расщепление в соотношении 125 устойчивых: 28 восприимчивых, что согласуется с гипотезой о моногенном контроле признака ($\chi^2 = 1.43$, $0,10 < P < 0.25$). В F₂ Scarlet × Sebada Sara (ген устойчивости Rph7) все 136 растений были устойчивы, что доказывает наличие у данного сорта гена Rph7. Образцы ячменя кк-13238, 13497, Daphine, Дагестанский 239, имеющие по литературным данным 9 новых эффективных генов устойчивости, в нашей работе были восприимчивы к сборной популяции патогена в ювенильной фазе и фазе флаг-листа

Из 128 образцов, выделенных как высокоустойчивые в работе Хохловой с соавт. (2001), мы оценили только 20, которые имели номера каталога ВИР (остальные образцы не были закаталогизированы в 2001 г.). Все они были восприимчивы в стадии проростков к карликовой ржавчине.

В 2003 г. в лабораторных условиях и в поле на фоне естественной эпифитотии оценили пораженность 736 образцов (прежде всего, местных форм) из стран Юго-Восточной Азии (Индия, Китай, Корея, Непал и Вьетнам). Все образцы были восприимчивы при заражении проростков. Пятьдесят образцов были слабо поражены болезнью в поле; из них на 49 отмечены пустулы восприимчивого типа, при этом развитие болезни составляло 1–10%. На образце NB-3002 симптомов болезни не отмечено. В 2004 г. 49 форм были сильно поражены на естественном инфекционном фоне на поле ПФ ВИР, что указывает на слабую эффективность их генов устойчивости. Образец NB-3002, подтвердивший высокий уровень устойчивости в 2004–2006 гг., может быть рекомендован как источник высокоэффективной взрослой устойчивости к карликовой ржавчине. Поскольку все известные гены устойчивости ячменя к карликовой ржавчине проростковые, очевидно, что этот образец защищен геном или генами устойчивости, неидентичным известным Rph генам.

Из 25 образцов, описанных как высокоустойчивые в стадии колошения к карликовой ржавчине на естественном инфекционном фоне (Трофимовская и др., 1972), мы оценили в полевых условиях 19. Только образцы Forrajera Klein (к-18401) и Sebada Sara (к-18687) из Аргентины были устойчивы, причем оба по литературным данным имеют ген Rph7. Несовпадение результатов оценок, очевидно, вызвано сменой расового состава популяции *P. hordei* в Северо-Западном регионе России.

Таким образом, нами выявлен только один ген высокоэффективной ювенильной устойчивости к карликовой ржавчине ячменя – Rph7 и ген (ы) взрослой устойчивости образца NB-3002.

Л. Г. Тырышкин,
В. Е. Чернов,
О. Н. Ковалева

УСТОЙЧИВОСТЬ ВИДОВ ЯЧМЕНЯ *HORDEUM* L. К ГРИБНЫМ БОЛЕЗНЯМ

Устойчивость к грибным болезням остается одним из основных направлений современной селекции ячменя. Изучение устойчивости образцов *H. vulgare* мировой коллекции ВИР к карликовой ржавчине (возбудитель *Puccinia hordei* Otth), темно-бурой листовой пятнистости и обыкновенной корневой гнили (*Bipolaris sorokiniana* Shoem) выявило крайне низкое разнообразие генофонда культурного ячменя по данным признакам

Один из путей повышения генетического разнообразия – интрогрессивная гибридизация с дикорастущими сородичами. Этот подход широко используется в селекции зерновых культур, в первую очередь для *Triticum aestivum* L. Примеров использования этого метода для создания доноров устойчивости ячменя к болезням значительно меньше. В частности, известен ген устойчивости к карликовой ржавчине rph 16, переданный в геном *H. vulgare* от *H. spontaneum* L. Цель настоящего исследования – изучение устойчивости видов дикорастущего ячменя к трем болезням: темно-бурой листовой пятнистости, обыкновенной корневой гнили и карликовой ржавчине.

Всего оценили устойчивость 17 образцов *H. agriocrithon*, 40 – *H. spontaneum*, 20 – *H. murinum*, 3 – *H. marinum* и, 11 – *H. bulbosum*. Устойчивость к карликовой ржавчине и темно-бурой листовой пятнистости оценивали при инокуляции отрезков листьев, помещенных на ваиу, смоченную водой, к корневой гнили – при выращивании растений в песке, оинфицированном конидиями *B. sorokiniana*.

К карликовой ржавчине высокоустойчивы в стадии проростков образцы ww-10, 11 (Армения), 171 (Таджикистан), 175 (Узбекистан), 192 (Туркмения) *H. bulbosum* (4х), w-189 (Туркмения) *H. agriocrithon*, 34/94 (Россия), D50 (Россия), w-277 (Армения) *H. murinum*. Все эти формы высоко устойчивы и в фазе флаг-листа.

К листовой пятнистости среднеустойчив образец *H. bulbosum* w-591 (3–4 балла) при низкой и высокой инфекционной нагрузке. *H. agriocrithon* w-698 отличается низким уровнем устойчивости (4 балла) при низкой инфекционной нагрузке и восприимчив при высокой. Высоко устойчивы к болезни 2 образца *H. murinum* доп-1 и w 165.

К обыкновенной корневой гнили устойчивы образцы w- 699 *H. agriocrithon*, w-166 *H. spontaneum*, w-117, и-0118920 *H. marinum*, доп-1 *H. Murinum*.

Для интрогрессивной гибридизации наибольший интерес представляют образцы *H. agriocrithon* и *H. spontaneum*, поскольку они легко скрещиваются с культурным ячменем и дают фертильное потомство. Передача генов от тетраплоидных образцов *H. bulbosum* может быть осуществлена при использовании культуры зародышей с последующим удвоением числа хромосом. На сегодня неизвестны примеры получения фертильного потомства в скрещиваниях *H. vulgare* × *H. murinum*, поэтому практическая ценность выделенных устойчивых образцов *H. murinum* проблематична. Однако разработка методов преодоления несовместимости данных видов (например, соматической гибридизации) может позволить вовлечь образцы этого вида в интрогрессивную гибридизацию с культурным видом.

Л. Г. Тырышкин

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ УСТОЙЧИВОСТИ СОМАКЛОНОВ ЯЧМЕНЯ К БОЛЕЗНЯМ, ВЫЗЫВАЕМЫМ *BIPOLARIS SOROKINIANA*

Изучение образцов ячменя из мировой коллекции ВИР показало крайне низкую частоту форм, высокоустойчивых к темно-бурой листовой пятнистости и обыкновенной корневой гнили (возбудитель *Bipolaris sorokiniana*). К листовой пятнистости устойчивы только образцы, защищенные геном Rcs 5, хотя в полевых условиях на них отмечены пятна восприимчивого типа, что указывает на наличие в популяции возбудителя вирулентных патотипов. У образцов кк- 8555, 15811, 15822, Тогузак, Нутанс 187, Jngve, Черниговский 90 и Прерия идентифицировали 8 генов ювенильной устойчивости к темно-бурой листовой пятнистости, однако они не представляют селекционной ценности, т.к. эти формы поражаются болезнью в полевых условиях. Не удалось выявить образцы ячменя, высоко устойчивые к обыкновенной корневой гнили.

Индукция соматической изменчивости рассматривается как один из возможных способов расширения генетического разнообразия культурных растений по устойчивости к болезням. В нашей предыдущей работе при изучении ряда поколений регенерантов 5 сортов ячменя были выделены формы, устойчивые к темно-бурой листовой пятнистости (потомки регенерантов сортов Одесский 115 и Roland) и обыкновенной корневой гнили (потомки регенерантов сорта Golden Promise). Наши исследования с коллекционными образцами показали, что используемые методы оценки (заражение отрезков листьев в бензимидазоле и корней в рулонах) могут приводить к ошибочной классификации восприимчивых форм как устойчивых, вследствие чего была необходима переоценки идентифицированных генотипов.

Оценка взрослой устойчивости на искусственных инфекционных фонах позволила выделить 7 соматических клонов, высоко устойчивых к темно-бурой листовой пятнистости, причем 4 из них были устойчивы и в ювенильной стадии роста (балл поражения 2–3). В F₁ от скрещивания соматических клонов с восприимчивым сортом Белогорский все растения были устойчивы, что указывает на доминантную природу устойчивости. В F₃ от скрещивания соматических клонов Од 116,29,4,2,1,3; Од 116,29,4,2,2,36; Од 143,16,6,9,10 и Rol 103,16,3,1,1 с восприимчивым сортом наблюдали соотношение семей 1 R : 28 RS : 50 S; 0 R : 37 RS : 43 S; 0 R : 48 RS : 48 S и 1 R : 17 RS : 33 S, соответственно. Данные расщепления не соответствуют теоретически ожидаемым при контроле устойчивости независимыми генами, либо двумя комплементарными генами устойчивости. Полученные данные не противоречат гипотезе о контроле устойчивости 3-мя комплементарными генами у каждого соматического клона: $\chi^2 = 0.98, 2.10, 4.59$ и 1.14 , соот-

ветственно. Наличие расщепления во всех комбинациях циклического скрещивания указывает на неидентичность генетического контроля устойчивости выделенных соматклонов.

По устойчивости к обыкновенной корневой гнили на искусственном инфекционном фоне в 2004 г. выделили 3 соматклона ячменя, но только один из них Gr 741,2,2,8,1,16 подтвердил средний уровень резистентности (балл поражения подземных органов 3) на жестком инфекционном и провокационном фонах в 2006 г.; данный соматклон устойчив и в стадии 1-2 листьев (балл поражения корней 1–2). Частота выделения патогена из корней ювенильных растений составила 10%, взрослых растений 0%. Растения F₁ Gr 741,2,2,8,1,16 × Белогорский устойчивы к корневой гнили, т.е. устойчивость доминантна. В F₃ данной комбинации скрещивания соотношение устойчивых, расщепляющихся по устойчивости и восприимчивых семей составило 1:36:54. Данное расщепление не соответствует теоретически ожидаемому при моногенном ($\chi^2 = 65,70$) и дигенном комплементарном ($\chi^2 = 10,90$) контроле устойчивости, но не противоречит гипотезе о комплементарном взаимодействии 3-х генов (0,19).

Таким образом, созданы соматклоны ячменя с уровнем устойчивости к темно-бурой листовой пятнистости и обыкновенной корневой гнили, превышающим уровень резистентности лучших коллекционных образцов. Контроль признака не менее чем 3-мя комплементарными генами устойчивости может затруднить использование выделенных форм в селекции; очевидна необходимость создания больших гибридных популяций для нахождения гомозиготных устойчивых растений.

А. Я. Боме

ОЦЕНКА ОБРАЗЦОВ ОВСА РАЗЛИЧНОГО ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПО КОМПЛЕКСУ ПРИЗНАКОВ В УСЛОВИЯХ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Возрастающая потребность Тюменского региона в разнообразных продуктах питания собственного производства, а также в высококачественном посевном материале выдвигает в число первоочередных задач создание и подбор высокоурожайных сортов, расширение набора культур, их ускоренное размножение и внедрение в производство.

Одной из важнейших зернофуражных культур России является овес, занимающий в настоящее время около 4 млн. га посевных площадей.

И хотя в настоящее время в нашей стране овес в основном используется на зернофуражные цели, его следует рассматривать также как источник повышенного содержания растительных жиров и антиоксидантов, как продовольственную культуру и лечебно-косметическое средство (Баталова, 2005; Лоскутов, 2005).

Одна из крупнейших в мире коллекция овса (более 12000 образцов) сосредоточена во ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова (Лоскутов, 2005). Огромное генетическое разнообразие коллекции позволяет выявить генотипы с различными признаками и биологическими свойствами.

На Тюменском опорном пункте ВНИИР проводится комплексная оценка 50 образцов из мировой коллекции с целью выделения форм, наиболее оптимально сочетающих адаптивные и продуктивные свойства.

Коллекция включает в себя 51% отечественных образцов и 49% – зарубежных.

Полевое испытание образцов проводится с 2005г. в северной лесостепи Тюменской области (экспериментальной участок биостанции «Кучак»).

Климат континентальный с резкими колебаниями температуры воздуха – абсолютный максимум +40°C, абсолютный минимум -49°C. Сумма среднесуточных температур воздуха за период выше 10°C составляет 1900–1980°C, продолжительность периода 121–124 суток.

Количество осадков равно 310–470мм, 70–80% которых приходится на теплый период, самый дождливый месяц по средним многолетним данным – июль.

Почва – серая лесная, супесчаная по гранулометрическому составу. По данным Государственной станции агрохимической службы «Тюменская» в пахотном слое почвы содержится 5,1% органического вещества, рН водное – 6,1, обеспеченность фосфором 282,6 мг/100г почвы, калием – 192,9 мг/100 г почвы.

Закладка коллекционного питомника, учеты и наблюдения проведены в соответствии с Методическими указаниями ВНИИ растениеводства. Учетная площадь делянок 1м² (длина рядка 1м, междурядья 15 см).

В качестве стандартов, размещенных через каждые 10 образцов коллекции, взяты сорта, рекомендованные для выращивания в Тюменской области – Мегион и Тюменский голозерный.

Местный персидский желтый (к-1694), Местный черный урожайный (к-1723), Местный (к-2134), Местный (к-2136), Местный (к-2680), Местный (к-4509), Astor (к-11379), Alo (к-13550), Анчар (к-14270), Borowiak (к-14793).

Очень низкими адаптивными свойствами характеризовались 2 образца: 87 АВ 5932 (к-14550) из США и Kleiner Nackhafer (к-14674) из Турции, у которых показатели биологической устойчивости составили 14,0% и 19,0% соответственно.

Среди стандартов лучшие результаты получены у сорта Мегион – 51,7%.

Один из основных показателей, определяющих урожай – площадь листьев. Внимание многих ученых привлекает ярусная изменчивость листьев. В онтогенезе растения по мере формирования новых ярусов меняется роль отдельных листьев в пластическом обеспечении функции целого растения. Верхние листья (особенно флаговые) в динамически интегрированной системе фотосинтеза имеют лучшие показатели (Мокроносов, 1981).

Длина флаговых листьев у изученных образцов овса изменялась в широких пределах: от 22,0 см (Скакун к-13780) до 36,6см (Новосибирский 88 к-14031). Стандартные сорта Мегион и Тюменский голозерный по этому показателю существенно не различались – 32,1 и 31,0 см соответственно. В среднем по всему набору образцов длина флагового листа составила 29,1 см.

Ширина листовой пластинки минимальной была у образца Местный из Татарстана (1,3 см), максимальной у Алтайского крупнозерного (2,2 см).

В сложных почвенно-климатических условиях вегетационного периода, которые нередко складываются в районах выращивания зерновых культур, в том числе и овса в Тюменской области продолжает оставаться вопрос о полевой всхожести семян и выживаемости растений, т. е. их биологической устойчивости.

По мнению Н.А. Ламана (1996) для обеспечения высокой продуктивности важной задачей остается сохранение высоких темпов формообразовательных процессов в период с момента прорастания семян и до полного перехода растений на автотрофный тип питания.

В наших исследованиях при описании состояния делянок в фазе полных всходов были обнаружены различия, как по густоте растений, так и по степени их развития. Самую высокую оценку (5 баллов) получили 10 образцов: Ровесник (к-14365), Фобос (к-14421), Тюменский голозерный (к-14784), Местный (к-2134), Местный (к-2680), Местный (к-4491), Местный (к-4509), Местный (к-4632), Местный (к-8101), Rosch-pina agelt haschafer (к-4632).

Посевы 16 образцов отличались изреженностью и неравномерностью роста растений (3 и менее баллов).

Биологическая устойчивость, рассчитанная как отношение растений, сохранившихся к уборке, к высеянному семенам является комплексным показателем, отражающим способность к прорастанию и устойчивость растений к неблагоприятным факторам в течение вегетационного периода.

У 17 образцов овса биологическая устойчивость достигала более 50%: Скакун (к-13780), Метис (к-13915), Иртыш 13 (к-13924), Орион (к-14422), Валдин 765 (к-14574), Спринт 3 (к-14659), Тарский 2 (к-14779).

У сортов местной селекции Мегион и Тюменский голозерный флаговый лист достигал ширины 1,9 и 1,8 см соответственно (среднее по образцам равно 1,8 см).

По площади флагового листа выделились 5 образцов: Алтайский крупнозерный (62,46 см²), Новосибирский 88 (61,12 см²), Орион (52,61 см²), *Avena desnuda* (55,78 см²), Мегион (50,93 см²).

Самые мелкие флаговые листья были сформированы у сорта Скакун (29,39 см²).

В фазе выметывания выявлены также значительные различия между образцами по высоте растений, которая варьировала от 96,4 и 96,6 см (Скакун, *Wogowiak*) до 128 см (Краснообский).

Условное распределение образцов по высоте растений по трем группам позволило разделить их на короткостебельные (98,4–99,8 см), среднестебельные (100,6–108,8 см) и длинностебельные (110,6–128,0 см); при этом значительная часть образцов вошла во вторую группу.

Анализ полученных данных по урожайности и сравнение образцов по этому показателю с районированными в Тюменской области сортами показали, что только шесть образцов (Талисман, *Regona*, Алтайский крупнозерный, Таджикский 50, Анчар, *Wogowiak*) были продуктивнее сорта Мегион, взятого в качестве первого стандарта; превышение составило от 16,8 до 77,8 г/м².

Средняя урожайность сорта Мегион была 625 г/м² при варьировании ее от 515 г/м² до 770 г/м².

Сравнение изученного коллекционного материала со вторым стандартным сортом Тюменский голозерный позволило выявить преимущество над ним у 30 образцов, урожайность которых была выше на 0,8 – 325,8 г/м². Максимальное превышение по урожайности над стандартом отмечено у образцов: Таджикский 50 (265,8 г/м²), Анчар (278,8 г/м²), Талисман (325,8 г/м²), *Regona* (268,8 г/м²), Алтайский крупнозерный (267,8 г/м²), СИР 4 (241,8 г/м²), Ровесник (212,8 г/м²), Фобос (230,8 г/м²), Спринт 3 (255,8 г/м²).

Выявлено 11 образцов, уступавших по урожайности обоим стандартам: Памяти Богачкова, Местный персидский белый, Местный черный урожайный, Местный (К-2136), Местный (к-4509), 87 АВ 5932, CD 3642, *Yarton gray*, *Naked*, *Zlotniak*, *Kleiner nackhafer*.

Таким образом, проведенные исследования, несмотря на начальный этап, позволяют заключить, что изученные образцы характеризовались сортоспецифической реакцией на меняющиеся условия среды. Проявление количественных признаков на фенотипическом уровне в значительной степени определялось генотипическими особенностями образцов. Полевое испытание, основанное на учетах и наблюдениях в разные периоды онтогенеза, позволят выявить различия в формообразовательном процессе, и выделить источники хозяйственно-ценных признаков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баталова Г. А. Сортимент овса, возможности переработки и использование// I Международный конгресс «Зерно и хлеб России». Официальный каталог. Санкт-Петербург, 2005. С. 105.
2. Ламан Н. А. Экологическая обоснованность управления продукционным процессом в агрофитоценозах// Экология, №1, 1996. С.10–16.
3. Лоскутов И. Г. Разнообразие и новые подходы к использованию овса и ячменя// I Международный конгресс «Зерно и хлеб России». Официальный каталог. Санкт-Петербург, 2005. С.104.
4. Мокронос А. Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. М.: Наука, 1981. 196с.

СОДЕРЖАНИЕ

И. Г. Лоскутов. А. Я. Трофимовская и развитие работ отдела серых хлебов	4
О. С. Афанасенко. Роль А. Я. Трофимовской в развитии исследований по иммуно-логической характеристике ячменя из генетических центров эволюции	8
Н. Б. Тюпа, Е. С. Ким, И. Г. Лоскутов, А. В. Родионов. К происхождению поли-плоидов в роде <i>Avena</i> L.: молекулярно-филогенетическое исследование	13
В. А. Кошкин. Фотопериодическая чувствительность и ее значение для селекции зерновых культур на скороспелость	21
Е. Е. Радченко. Генетические ресурсы ячменя и овса для селекции на устойчивость к тлям	24
А. А. Поморцев, Е. В. Лялина, Б. А. Калабушкин. Гордеин-кодирующие локусы как генетические маркеры у ячменя	32
Е. К. Потокина. Использование молекулярных маркеров в селекции ячменя	36
Т. Ю. Гагкаева, О. П. Гаврилова. Фузариоз колоса и зерна ячменя	39
Н. К. Губарева, А. В. Конарев. Современные сорта пивоваренного ячменя и элек-трофоретический контроль их сортовой принадлежности и чистоты	44
П. П. Стрельченко, О. Н. Ковалева. Классификация генетического разнообразия культурного ячменя коллекции ВИР с использованием ПДРФ-маркеров	47
О. В. Яковлева, А. М. Капешинский, О. Н. Ковалева. Устойчивость культурного и дикого ячменя к действию токсичных ионов алюминия	51
В. М. Шевцов. Идеи ВИР по использованию исходного материала в селекции яч-меня	54
Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова Селекция ячменя на адаптивность в восточной Сибири..	56
Т. Е. Кузнецова, Н. В. Серкин, С. А. Левштанов, Н. А. Задириева. Мировой ге-нофонд и его значение для селекции озимого ячменя	61
Н. П. Чиганцев, Л. П. Чиганцева, Г. В. Козубовская, С. В. Рассказова. Факторы повышения урожайности ячменя в условиях Нижнего Поволжья	66
С. Н. Шевченко. Исходный материал и методы его изучения для создания сортов ярового ячменя в Среднем Поволжье	68
А. В. Анисимова, А. Yahyaoui. Характеристика устойчивости образцов ячменя к популяциям возбудителя сетчатой пятнистости из Северо-Западного региона России и Си-рии	71
И. А. Звейнек. Генетический контроль типа развития у некоторых сортов ячменя ...	74
С. В. Тяглый, О. Н. Ковалева, И. Г. Лоскутов. Источники продуктивности голо-зерного ячменя из коллекции ВИР для условий Северо-Запада Росси	77
Л. Г. Тырышкин, И. А. Звейнек. Ювенильная устойчивость староместных образ-цов ячменя из Турции к темно-бурой листовой пятнистости	83
О. Н. Прудникова, Г. С. Коновалова. Местные формы ячменя мировой коллекции ВИР как источники устойчивости к ринхоспориозу	87
К. М. Булатова, Б. С. Сариев. Разнообразие генетических ресурсов ячменя Каз-НИИЗиР по составу запасных белков	89
С. В. Валяйкин, М. В. Валяйкина, Н. В. Тупицин. Озимый ячмень Волжский Пер-вый	93
Т. Г. Голова. Реакция сортов ярового ячменя на изменение условий выращивания ...	95
М. К. Драчева, Р. А. Андреева, Л. А. Выприцкая, Л. В. Бакунова. Источники хо-зяйственно ценных признаков для селекции ярового ячменя в Тамбовской области	99
А. В. Заушинцена. Генетические источники для реализации основных направлений селекции ячменя в Сибири	101
Э. А. Гончарова. Онтогенез ячменя и формирование продуктивности как реакция растений на дефицит почвенного питания	105

Л. А. Ершова, Е. И. Велибекова. Исходный материал в селекции ярового ячменя на устойчивость к болезням	111
Н. В. Иванова, М. В. Иванов, Т. Н. Радюкевич, Л. М. Бондарева. Создание скороспелых сортов зернофуражного ячменя	113
В. В. Иеронова. Сравнительная характеристика образцов ячменя по листовой поверхности	117
А. В. Ильин, Т. И. Степанова. Значение использования образцов коллекции ВНИИР в селекции ярового ячменя на повышение пластичности и потенциальной продуктивности в условиях степного Заволжья	119
М. Н. Кишка, Л. И. Ставэр. Влияние генофонда на сортовое разнообразие озимого ячменя	121
Л. И. Ставэр, М. Н. Кишка. Роль мировой коллекции в создании новых сортов ярового ячменя в Молдове	124
С. П. Халецкий. Использование генетических ресурсов в селекции овса в Беларуси. 126	
А. М. Шишлова. Создание реципрокных гетероплоидных гибридов овса	130
М. Н. Фомина. Развитие селекции овса в Северном Зауралье с использованием генофонда мировой коллекции ВИР	134
Л. В. Козленко Коллекция ячменя в Московском отделении ВИР	137
М. Р. Козаченко, Н. В. Иванова, Н. И. Васько. Генетико-селекционные особенности селекции на признаки безостости и короткоостости ярового ячменя	142
Л. Н. Ковригина. Строение и продуктивность растений ячменя с различным числом междоузлий	145
Ю. С. Лебедин, А. В. Грачев. Иммуноанализ в сортовой идентификации ячменя	148
И. Н. Маркова. Селекция ярового ячменя для степной зоны Нижнего Поволжья	152
Л. В. Мешкова, О. Б. Сабаева. Устойчивость ячменя к грибным заболеваниям в Омском Прииртышье	154
В. М. Россеев. Тестирование <i>in vitro</i> разных форм ячменя на устойчивость к неблагоприятным абиотическим факторам среды	158
А. В. Титаренко, Л. П. Титаренко, Н. А. Коробова. Ячменно-пшеничные гибриды в селекции пшеницы	161
А. В. Титаренко, Л. П. Титаренко, Н. А. Коробова. Урожайность ярового ячменя в условиях Ростовской области	164
Д. Н. Тишков, Н. И. Тишков, Т. А. Тимошенкова, И. А. Терентьева. Исходный материал для селекции ярового ячменя в степной зоне Южного Урала	165
О. Б. Батакова. Некоторые итоги по изучению длины вегетационного периода в условиях Архангельской области	169
И. Н. Щенникова, О. Н. Шуплецова, О. И. Бутакова. Оценка сортов ярового ячменя на кислотоустойчивость (Al^{+})	174
О. П. Гаврилова, Т. Ю. Гагкаева, И. Г. Лоскутов. Характеристика устойчивости образцов овса из коллекции ВИР к фузариозу зерна	177
И. Н. Перчук, И. Г. Лоскутов, Е. В. Блинова. Выявление дублетных образцов в коллекциях овса с использованием электрофореза авенинов	182
А. Я. Боме, Н. А. Боме, И. Г. Лоскутов. Оценка адаптивности генотипов овса по способности семян к прорастанию и биологической устойчивости растений	185
Н. А. Боме, А. Я. Боме, Н. Н. Колесникова. Изменчивость метеорологических факторов в северной лесостепи Тюменской области и их влияние на рост и развитие яровых зерновых культур	188
С. В. Васюкевич, Н. Г. Смищук, Т. И. Гордиевских. Эффективное использование коллекционных образцов овса в условиях Западной Сибири	191
Б. Л. Ганичев, О. А. Исачкова. Результаты работы с образцами дикорастущих видов овса из коллекции ВИР	194

О. А. Жуйкова, Г. А. Баталова, Т. К. Шешегова. Изучение генетических ресурсов овса на устойчивость к корончатой ржавчине в Северо-Восточном селекцентре.....	197
В. Г. Захаров, З. К. Столетова. Результаты и направления селекции овса в Ульяновском НИИСХ	200
Г. Н. Комарова. Селекция овса в таёжной зоне Западной Сибири	203
Г. Я. Козлова, С. В. Васюкевич, Н. Г. Смищук. Качество зерна коллекционных сортов овса в условиях Западной Сибири	207
М. И. Литовченко, Н. К. Губарева, И. П. Гаврилюк. Идентификация фатуоидов в полиморфном сорте овса Привет	209
К. А. Можаяева, Т. Б. Кастальева, Н. В. Гирсова, И. Н. Яковлева, П. Ф. Магуров. Оценка сортообразцов овса на толерантность к вирусу желтой карликовости ячменя.....	213

Краткие сообщения

Д. П. Афанасьев. Изучение сортов пивоваренного ячменя, перспективных для использования в северо-западной зоне	217
И. Г. Лоскутов, Е. В. Блинова. Изучение коллекции овса по показателям качества ..	218
Е. Е. Радченко, И. Г. Лоскутов. Устойчивость азиатских форм овса к обыкновенной злаковой тле	219
Л. Г. Тырышкин, Н. С. Манаенко, И. А. Терентьева, О. Н. Ковалева. Устойчивость коллекционных образцов ярового ячменя к мучнистой росе	220
Л. Г. Тырышкин, И. А. Звейнек, И. А. Терентьева, О. Н. Ковалева. Генетическое разнообразие ячменя по высокоэффективной устойчивости к карликовой ржавчине ...	221
Л. Г. Тырышкин, В. Е. Чернов, О. Н. Ковалева. Устойчивость видов ячменя <i>Hordeum L.</i> к грибным болезням	222
Л. Г. Тырышкин. Генетический контроль устойчивости соматклонов ячменя к болезням, вызываемым <i>Bipolaris sorokiniana</i>	223
А. Я. Боме. Оценка образцов овса различного эколого-географического происхождения по комплексу признаков в условиях юга Тюменской области	224

CONTENTS

I. G. Loskutov. A. Ya. Trofimovskaya and the development of research work at the cereals department	4
O. S. Afanassenko. The role of A. Ya. Trofimovskaya in the development of research on immunological characterization of barley from the centres of genetic evolution	8
N. B. Tyupa, E. S. Kim, I. G. Loskutov, A. V. Rodionov. On the origin polyploids in the <i>Avena</i> L. Genus: a molecular-phylogenetic investigation	13
V. A. Koshkin Photoperiodic sensitivity and its significance for breeding cereal crops for earliness	21
E. E. Radchenko. Genetic resources of barley and oat for breeding for aphid resistance ...	24
A. A. Pomortsev, E. V. Lyalina, B. A. Kalabushkin. Hordein coding loci as barley genetic markers	32
E. K. Potokina. The use of molecular markers in barley breeding	36
T. Yu. Gagkayeva, O. P. Gavrilova. Fusarial head blight of barley ear and grain	39
N. K. Gubareva, A. V. Konarev. Modern malting barley cultivars and electrophoretic control of their identity and purity	44
P. P. Strelchenko, O. N. Kovaleva. Classification of genetic diversity of cultivated barley from the vir collection using RFLP markers	47
O. V. Yakovleva, A. M. Kapeshinsky, O. N. Kovaleva. Aluminium toxic ions tolerance in cultivated and wild arleyy	51
V. M. Shevtsov. VIR methodology concerning the use of initial material in barley breeding	54
N. A. Surin, N. E. Lyakhova. Barley breeding for adaptability in Eastern Siberia	56
T. E. Kuznetsova, N. V. Serkin, S. A. Levshtanov, N. A. Zadiriyeva. The global genetic diversity of barley and its importance for winter barley breeding	61
N. P. Chigantsev, L. P. Chigantseva, G. V. Kozubovskaya, S. V. Rasskazova. Factors influencing increase in barley yields in the lower volga region	66
S. N. Shevchenko. Initial material and methods of its study for spring barley breeding in the middle volga region	68
A. V. Anisimova, A. Yahyaoui. Resistance of sbarley accessions to population of barley net blotch causal agents from the Russian Northwest and Syria	71
I. A. Zveynek. Genetic control of the type of development in some barley cultivars	74
S. V. Tyagly, O. N. Kovaleva, I. G. Loskutov. Sources of productivity for the Russian Northwest among naked barleys from the VIR collection	77
L. G. Tyryshkin, I. A. Zveynek. Juvenile resistance of Turkish barley landraces to dark-brown spot blotch	83
O. N. Prudnikova, G. S. Konovalova. Local forms of barley from the VIR collection as a source of scald resistance	87
K. M. Bulatova, B. S. Sariyev. Diversity of storage protein composition in barley genetic resources from the Kazakh research institute of agriculture and plant industry	89
S. V. Valyaikin, M. V. Valyaikina, N. V. Tupitsyn. Volzhsky Pervy, a winter barley cultivar	93
T. G. Golova Response in spring barley cultivars to the changed cultivation conditions	95
M. K. Dracheva, R. A. Andreyeva, L. A. Vypritskaya, L. V. Bakunova Sources of economically important traits for breeding spring barley in the Tambov region	99
A. V. Zaushintsena. Genetic sources for the realization of main trends in barley breeding in Siberia	101
E. A. Goncharova. Ontogenesis of barley and formation of its productivity as a response of plants to the deficient soil nutrition	105

L. A. Yershova, E. I. Velibekova. Initial material for spring barley breeding for disease resistance	111
N. V. Ivanova, M. V. Ivanov, T. N. Radyukevich, L. M. Bondareva. Creation of early cultivars of fodder grain barley.....	113
V. V. Iyeronova. Comparative characteristic of barley accessions by leaf surface area	117
A. V. Ilyin, T. I. Stepanova. The use of accessions from the vir collection in breeding spring barley for higher plasticity and potential productivity in the transvolga steppe conditions ...	119
M. N. Chișca, L. I. Stavăr. The influence of collection material on the diversity of winter barley cultivars	121
L. I. Stavăr, M. N. Chișca. The role of global collection in development of new cultivars of spring barley in Moldova	124
S. P. Khaletsky. The use of oat genetic resources in breeding in Byelorussia	126
A. M. Shishlova. Production of reciprocal heteroploid oat hybrids	130
M. N. Fomina. Development of oat breeding in the Northern Transurals using oat genetic resources from the VIR global collection	134
L. V. Kozlenko. The barley collection at the moscow branch of VIR	137
M. R. Kozachenko, N. V. Ivanova, N. I. Vasko. Genetic and breeding peculiarities of developing awnless and short-awned spring barleys	142
L. N. Kovrigina. Structure and productivity of barley plants with different number of internodes	145
Yu. S. Lebedin, A. V. Grachev. Immunoanalysis for barley cultivars identification	148
I. N. Markova. Spring barley breeding for the steppe zone of the Lower Volga region	152
L. V. Meshkova, O. B. Sabayeva. Resistance to fungous diseases in barley in the Irtysh river area of the Omsk	154
V. M. Rosseyev. <i>In vitro</i> testing of different forms of barley for resistance to unfavorable abiotic environmental factors	158
A. V. Titarenko, L. P. Titarenko, N. A. Korobova. Barley-wheat hybrids in wheat breeding	161
A. V. Titarenko, L. P. Titarenko, N. A. Korobova. Yielding ability of spring barley in the Rostov region	164
D. N. Tishkov, N. I. Tishkov, T. A. Timoshenkova, I. A. Terentyeva. Initial material for breeding spring barley in the stepp zone of the Southern Urals	165
O. B. Batakova. Some results of studies of the spring barley vegetative period duration in the arkhangel'sk region	169
I. N. Schennikova, O. N. Shupletsova, O. I. Butakova. Evaluation of acidity (Al ⁺) tolerance in spring barley cultivars	174
O. P. Gavrilova, T. Yu. Gagkayeva, I. G. Loskutov. Evaluation of oat accessions from the VIR collection for fusarial head blight resistance	177
I. N. Perchyuk, I. G. Loskutov, E. V. Blinova. Identification of duplicate accessions in oat collections by means of electrophoresis of avenins	182
A. Ya. Bome, N. A. Bome, I. G. Loskutov. Evaluation of oat genotypes adaptability by germinating ability of seeds and biological sustainability of plants	185
A. Ya. Bome, N. A. Bome, N. N. Kolesnikova. Meteorological factors variability in the northern forest-steppe zone of the tyumen region and its influence of spring cereal crops growth and development	188
S. V. Vasyukevich, N. G. Smischyuk, T. I. Gordiyevskikh. Efficient utilization of oat accessions in Western Siberia	191
B. L. Ganichev, O. A. Isachkova. The results of work with accessions of wild oat species from the VIR collection	194
O. A. Zhuikova, G. A. Batalova, T. K. Sheshegova. Evaluation of oat genetic resources for crown rust resistance at the Northeastern Breeding Center	197

V. G. Zakharov, Z. K. Stoletova. The trends and results of oat breeding at the Ulyanovsk Research Institute of Agriculture	200
G. N. Komarova. Oat breeding in the taiga zone of Western Siberia	203
G. Ya. Kozlova, S. V. Vasyukevich, N. G. Smischyuk. Grain quality in collection oat cultivars under conditions of Western Siberia	207
M. I. Litovchenko, N. K. Gubareva, I. P. Gavrilyuk. Fatuoids identification in a polymorphous oat cultivar Privyet	209
K. A. Mozhayeva, T. B. Kastalyeva, N. V. Girsova, I. N. Yakovleva, P. F. Magurov. Evaluation of tolerance to barley yellow dwarf virus in oat varietal samples	213

Shot communication

D. P. Afanasyev. The evaluation of perspective barley brewer cultivars for North-West zone of Russia	217
I. G. Loskutov, E. V. Blinova. Oat collection screening for quality factors	218
E. E. Radchenko, I. G. Loskutov Green bug resistance in Asian forms of oat	219
L. G. Tyryshkin, N. S. Manayenko, I. A. Terentyeva, O. N. Kovaleva. Resistance to powdery mildew in spring barley accessions	220
L. G. Tyryshkin, I. A. Zveynek, I. A. Terentyeva, O. N. Kovaleva. Highly effective resistance to leaf rust in barley genetic diversity	221
L. G. Tyryshkin, V. E. Chernov, O. N. Kovaleva. Resistance of <i>Hordeum</i> L. Species to fungous diseases	222
L. G. Tyryshkin. Genetic control of resistance to diseases caused by <i>Bipolaris sorokiniana</i> in barley somaclones	223
A. Ya. Bome. Evaluation of a range of traits in oat accessions of different ecogeographic origin in the southern Tyumen region	224

РЕФЕРАТЫ

УДК 633.16:632.4

Характеристика устойчивости образцов ячменя к популяциям возбудителя сетчатой пятнистости из Северо-Западного региона России и Сирии. А н и с и м о в а А. В., У а н у а о и А. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 71–74.

В России более 30 лет ведутся поиски эффективных источников устойчивости ячменя к возбудителю сетчатой пятнистости (лаборатория ВИЗР совместно с ВИР). Изучено более 10000 сортообразцов ячменя. В результате выявлены и рекомендованы к практической селекции источники, эффективные против различных популяций возбудителя. Это эфиопские образцы С.І. (к-25273) и С.І. 9819 (к-25274), сорт Tifang (к-18760) из США, сорт Beecher (к-19264) из Австралии. Табл. – 1, библиогр. – 22 назв.

УДК 632.4631.16

Роль А. Я. Трофимовской в развитии исследований по иммунологической характеристике ячменя из генетических центров эволюции. А ф а н а с е н к о О. С. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 8–12.

Рассматривается роль А. Я. Трофимовской в развитии исследований по изучению устойчивости ячменя к сетчатой пятнистости из генетических центров происхождения. В результате совместной работы изучено около 3000 образцов коллекции ячменя ВИР из 7 генетических центров происхождения. Подбор материала осуществлялся А. Я. Трофимовской по принципу первоочередного исследования наиболее интересных по другим селекционным признакам образцов. В результате выявлен разнообразный по географическому происхождению и ботаническому составу генофонд устойчивости к *P. teres*. Эти работы послужили основой для исследований по определению генетической детерминации устойчивости ячменя к возбудителю сетчатой пятнистости и созданию коллекции доноров устойчивости. Табл. – 1, рис. – 1, библиогр. – 16 назв.

УДК 633.13:631

Оценка адаптивности генотипов овса по способности семян к прорастанию и биологической устойчивости растений. Б о м е А. Я., Б о м е Н. А., Л о с к у т о в И. Г. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 185–188.

Представлены результаты трехлетнего (2006–2008 гг.) изучения 51 образца из коллекции ВИР в условиях Тюменской области. Дана оценка полевой всхожести семян, а также биологической устойчивости растений, включающей показатели общей и продуктивной кустистости, равномерности созревания растений без образования подгона и количество растений, сохранившихся к уборке. Выявлены значительные различия в зависимости от генотипа и условий выращивания. Лучшие результаты получены у 4-х образцов. Табл. – 3, библиогр. – 4 назв.

УДК 633.16:575.116.4

Разнообразие генетических ресурсов ячменя КазНИИЗиР по составу запасных белков Булатова К. М., Сариев Б. С. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 89–93.

Цель данной работы – изучение степени генетического разнообразия генофонда ячменя по составу запасных белков эндосперма – гордеинов. По результатам электрофореза выявлено 29 вариантов белков компонентов гордеина ω -зоны, 33 варианта β -зоны и 12 вариантов α -зоны белкового спектра.

Анализ состава гордеинов образцов мировой коллекции ВИР показал ее значительное разнообразие по всем гордеин-кодирующим локусам. Рис. – 2, библиогр. – 6 назв.

УДК 633.16:631.52

Озимый ячмень Волжский Первый. В а л я й к и н С. В., В а л я й к и н а М. В., Т у п и ц и н Н. В. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 93–95.

Озимый сорт Волжский Первый получен методом индивидуального отбора. Основное его преимущество перед яровым ячменем в том, что он созревает в среднем на 14 дней раньше, это особенно важно для районов северного земледелия. Сорт Волжский Первый по итогам 3-х лет испытаний рекомендован в 2009 г. для включения в Госреестр селекционных достижений. Рис. – 2, библиогр. – 1 назв.

УДК 633.13:631.527

Эффективное использование коллекционных образцов овса в условиях Западной Сибири. В а с ю к е в и ч С. В., С м и щ у к Н. Г., Г о р д и е в с к и х Т. И. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел./ СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 191–194.

Представлены результаты трехлетнего (2006–2008 гг.) изучения 210 образцов коллекции ВИР. Выделены источники продуктивности, крупности зерна, устойчивости к болезням и высокого качества зерна для дальнейшего включения в селекционный процесс. Методом сложной гибридизации создан сорт ярового овса на зеленый корм Иртыш 22. Библиогр. – 4 назв.

УДК 575.116.4:312.32:633.12

Современные сорта пивоваренного ячменя и электрофоретический контроль их сортовой принадлежности и чистоты. Г у б а р е в а Н. К., К о н а р е в А. В. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 44–47.

Методом электрофореза гордеина проанализированы оригинальные семена современных сортов пивоваренного ячменя и партий товарного зерна и семян этих же сортов. Результаты оценка этих партий подтвердили актуальность использования этого метода для контроля подлинности и сортовой чистоты пивоваренного ячменя. Табл. – 2, рис. – 2.

УДК 633.13:631.524.84.

Результаты работы с образцами дикорастущих видов овса из коллекции ВИР. Г а н и - ч е в Б. Л., И с а ч к о в а О. А. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 194–196.

В селекционной программе Кемеровского НИИСХ, по созданию сортов голозерного овса, используются образцы дикорастущих видов: *A. sterilis*, *A. fatua*, *A. magna*, *A. barbata* и *A. murphy*. За 14 лет работы созданы линии, имеющие в родословной голозерный подвид вида *A. sativa* и виды *A. fatua* и *A. sterilis*. В статье представлены результаты конкурсного сортоиспытания (2008 г.) линий голозерного овса по основным хозяйственно-ценным показателям и по биохимическому составу зерна. Табл. – 3.

УДК 633.13:632.938:632.4

Характеристика устойчивости образцов овса из коллекции ВИР к фузариозу зерна. Г а в р и л о в а О. П., Г а г к а е в а Т. Ю., Л о с к у т о в И. Г. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 177–181.

На искусственном инфекционном фоне проведена оценка устойчивости к фузариозу образцов овса из коллекции ВИР различного географического происхождения. Характеризовали устойчивость по следующим параметрам оценки зерна: зараженность грибами рода *Fusarium* (%), количество ДНК грибов (нг/нг общей ДНК) и уровень накапливаемых трихотеценовых микотоксинов – Т-2 токсина и дезоксиниваленола (мкг/кг). Показана значительно более высокая устойчивость голозерных овсов по сравнению с плёчатными. Также установлены закономерности распределения параметров устойчивости в зависимости от продолжительности вегетационного периода, высоты растений и происхождения. Предполагается, что устойчивость овса к заражению зерна и к накоплению микотоксинов контролируется различными генами. Табл. – 3, библиогр. – 11 назв.

УДК 633.16:632.4

Фузариоз колоса и зерна ячменя. Г а г к а е в а Т. Ю., Г а в р и л о в а О. П. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 39–44.

Устойчивость к фузариозу зерна обязательно должна учитываться при селекции новых сортов ячменя. Признак устойчивости количественный, относительный и , в значительной степени, зависит от условий окружающей среды. В работе приводятся результаты оценки устойчивости к фузариозу современных коммерческих сортов ячменя, а также местных образцов ячменя, находящихся в коллекции ВИР. Наиболее восприимчивые к фузариозу сорта ячменя Зевс, Ксанаду и Бином, а относительно устойчивые – сорта Лель, Селлар, Thuringia и Слободской. В коллекции ВИР выявлен уникальный генетический материал, характеризующийся высокой устойчивостью к фузариозу зерна. Табл. – 2, библиогр. – 17 назв.

УДК 631.521:633.16

Реакция сортов ярового ячменя на изменение условий выращивания. Г о л о в а Т. Г. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 95–99.

В течении шести лет по показателям пластичности и стабильности изучалось 6 сортов ячменя (Гонар, Нутанс 553, Таловский 9, Алмаз, Д 11/00, Д16/01). Высокое значение индекса пластичности показывает сильную реакцию сорта на изменение внешних условий. Варианса стабильности – высоким числовым значением указывает на низкую стабильность признака. Сорт ячменя Гонар обладает высокой пластичностью и низкой стабильностью по признакам: урожай зерна, сухая биомасса; высокая стабильность отмечена по показателям: содержание хлорофилла и масса 1000 зерен. Для условий юго-востока ЦЧР предпочтительны у сортов ячменя высокие и средние индексы пластичности и низкая стабильность по признакам, формирующим урожайность: накопление сухой биомассы и содержание хлорофилла. По конечным биологическим параметрам: урожайность и масса 1000 зерен необходимы высокие или средние индексы пластичности и стабильности. Табл. – 4.

УДК 632.11:581.1

Онтогенез ячменя и формирование продуктивности как реакция растений на дефицит почвенного питания. Г о н ч а р о в а Э. А. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 105–110.

Приведены результаты многолетних экспериментов (1997–2007 гг.), проведенных на базе Пушкинских лабораторий ВИР с набором ярового ячменя (из генетической коллекции растительных ресурсов ВИР), различающихся по своим хозяйственно-ценным свойствам в вегетационных и факторостатных опытах в почвенной культуре при различных дозах минеральных удобрений, водообеспеченности и разных терморегимах, а так же в полевых опытах. Изучена водосберегающая способность, формирование элементов продуктивности и структуры урожая растений в зависимости от уровня минерального питания. При этом раскрыты особенности процесса аттракции у растений и физиолого-генетические механизмы, обуславливающие их адаптацию к неблагоприятным условиям произрастания. Последнее дает основание для дальнейшего поиска возможностей применения физиолого-генетических параметров при выявлении ценных генотипов с целью их использования в селекции новых сортов и рационального размещения в соответствующих погодно-климатических регионах. Табл. – 3, рис. – 1, библиогр. – 10 назв.

УДК 575.116.4:312.32:633.12

Современные сорта пивоваренного ячменя и электрофоретический контроль их сортовой принадлежности и чистоты. Г у б а р е в а Н. К., К о н а р е в А. В. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 44–47.

Методом электрофореза гордеина проанализированы оригинальные семена современных сортов пивоваренного ячменя и партий товарного зерна и семян этих же сортов. Результаты оценка этих партий подтвердили актуальность использования этого метода для контроля подлинности и сортовой чистоты пивоваренного ячменя. Табл. – 2, рис. – 2.

УДК 633.16:631.524

Некоторые итоги по изучению длины вегетационного периода в условиях Архангельской области. Б а т а к о в а О. Б. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 169–173.

В статье приведены итоги по изучению длины вегетационного периода ярового ячменя в условиях Архангельской области. В северных районах Европейской России, с коротким и очень коротким вегетационным периодом скороспелость сорта – главный показатель его адаптации к местным условиям возделывания. Скороспелые сорта сравнительно быстро проходят фазу выхода в трубку, колошения, цветения, налива и созревания зерна; в результате у них закладывается меньше основных элементов, обуславливающих продуктивность, поэтому скороспелые сорта часто бывают менее продуктивными в сравнении с позднеспелыми. Проведенные, наблюдения за развитием изучаемого материала показали, что наиболее многочисленную группу скороспелых сортов представляют в основном страны Скандинавии, России, Америки; наиболее скороспелыми в сравнении с двурядными, являются многорядные образцы. При любых климатических условиях длина вегетационного периода в сильной степени зависит от длины межфазных периодов, и изменение продолжительности какого-либо периода приводит к изменению длины вегетационного периода. Табл. – 1, рис. – 2, библиогр. – 6 назв.

УДК 633.16:631.527.8

Источники хозяйственно ценных признаков для селекции ярового ячменя в Тамбовской области. Д р а ч е в а М. К., А н д р е е в а Р. А., В ы п р и ц к а я Л. А., Б а к у н о в а Л. В. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 99–101.

Изучались сорта ячменя отечественной и зарубежной селекции по хозяйственно ценным признакам в условиях Тамбовской области. Выделена группа среднерослых сортов устойчивых к полеганию, обнаружены сортообразцы с высокой массой 1000 зерен в различные годы выращивания, выявлены образцы обладающие комплексной устойчивостью к нескольким патогенам и хозяйственно ценными признаками. Данные сорта используются в селекционном процессе. Табл. – 1, библиогр. – 1 назв.

УДК 633.16:631.52:632.938.1

Исходный материал в селекции ярового ячменя на устойчивость к болезням. Е р ш о в а Л. А., В е л и б е к о в а Е. И. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 111–113.

Для выявления источников и доноров устойчивости к патогенам в НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева было продолжено изучение генофонда ярового ячменя мировой коллекции ВИР. Результаты изучения 110 образцов показали, что по отношению к пыльной головне, корневым гнилям и шведской мухе большая часть сортов является средне- и высоковосприимчивыми. Выделены источники комплексной устойчивости, представляющие наибольший интерес в селекционной работе (Анна, Партнер, Феникс, Лотос, Святогор, Стимул, Нутанс 278, Margret, Pasadena, Philadelphia, Arcadia). Табл. – 1.

УДК 633.13:632.4

Изучение генетических ресурсов овса на устойчивость к корончатой ржавчине в Северо-Восточном селекцентре. Жуикова О. А., Баталова Г. А. Шешегова Т. К. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 197–200.

Представлены результаты изучения 180 образцов овса ВИР по устойчивости к корончатой ржавчине на естественном инфекционном фоне. Иммунологическая оценка выявлена как восприимчивые, так и высокоустойчивые образцы. Половина образцов (51%) характеризовалась средней устойчивостью к болезни. Высокую устойчивость проявили 19% сортов. Голозерные образцы отличались высокой восприимчивостью. Выделено 6 сортов, сочетающих толерантность к корончатой ржавчине с урожайностью на уровне и выше стандарта. Они представляют интерес для селекции. Табл. – 1, библиогр. – 8 назв.

УДК 633.16:631.527.8

Генетические источники для реализации основных направлений селекции ячменя в Сибири. Заушицна А. В. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 101–105.

Скороспелость, засухоустойчивость, холодостойкость, устойчивость к полеганию, иммунитет к вредоносным болезням, повышение урожая и качества зерна – являются основными направлениями селекции в Сибири. В Кемеровской области изучено 1500 сортообразцов разного эколого-географического происхождения из мировой коллекции ВИР. В результате выделен ряд источников для реализации основных направлений селекции. Табл. – 2, библиогр. – 4 назв.

УДК 633.13:631.527

Результаты и направления селекции овса в Ульяновском НИИСХ. Захаров В. Г., Столетова З. К. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 200–202.

Представлены результаты селекционной работы Ульяновского НИИСХ совместно с НИИСХ ЦРНЗ. За тридцать лет работы созданы сорта различного направления использования: Друг, Скакун, Галоп, Аллюр, Стригунок, Конкур, Рысак, Каприоль, Пируэт. Эти сорта по занимаемой площади лидируют в Российской Федерации.

УДК 575.1:633.16

Генетический контроль типа развития у некоторых сортов ячменя. З в е й н е к И. А. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 74–77.

Изучен генетический контроль типа развития у 21 сорта ярового и двуручного ячменя, различающегося по скороспелости и представленного различными эколого-географическими районами. С генотипом shSh2Sh3 оказалось 9 сортов. Генотип shSh2sh3 обнаружен у 9 форм, а генотип ShSh2sh3 у 2 образцов ячменя. Выявлен генотип Shsh2Sh3 у одного сорта ячменя. Сорта, входящие в скороспелые и среднеспелые группы имеют генотипы shSh2Sh3 и shSh2sh3. В генотипах позднеспелой группы сортов присутствует доминантная аллель гена Sh и или рецессивная аллель гена Sh2. Наличие в генотипе гена Sh2 обеспечивает широкий спектр изменчивости по скорости колошения и наибольшую адаптационную способность у ячменя. Двуручки имеют генотипы shSh2sh3 и shSh2Sh3 типичные для большинства яровых сортов ячменя. Табл. – 1, библиогр. – 6 назв.

УДК 633.16:631.527.8

Создание скороспелых сортов зернофуражного ячменя. И в а н о в а Н. В., И в а н о в М. В., Р а д ю к е в и ч Т. Н., Б о н д а р е в а Л. М. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 113–116.

Представлены результаты селекционной работы в ГНУ ЛНИИСХ по созданию продуктивных сортов ярового ячменя кормового использования для условий Северо-Запада и Севера России. Дана характеристика двух новых сортов селекции ГНУ ЛНИИСХ - Ленинградский и сорта созданного совместно с Котласской СОС (Архангельской обл.) Северянин. Сорт ячменя Ленинградский с 2009 года районирован во 2 регионе РФ. Его отличает скороспелость, хорошая урожайность, высокое кормовое достоинство зерна, пластичность. Табл. – 1, библиогр. – 10 назв.

УДК 633.16:631.524.5

Сравнительная характеристика образцов ячменя по листовой поверхности. И е р о н о - в а В. В. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 117–119.

Урожай является результатом фотосинтезирующей деятельности растений, которая зависит от площади ассимилирующей поверхности, важным слагаемым, которой является площадь листовой пластинки. 80 образцов из коллекции ВИР были изучены по этому признаку. В результате установлены существенные различия в сорimente по признакам ассимилирующей поверхности. Выделены группы лучших образцов по количеству листьев с растения; площади, длине и ширине второго листа, установлены высокие положительные корреляции между площадью листовой поверхности и урожайностью на 1 м². Установлены довольно высокие положительные корреляции между площадью листовой поверхности и урожайностью на 1 м², а также между площадью листовой поверхности с растения и второго листа и количеством листьев с растения. Рис. – 1, библиогр. – 4 назв.

УДК 633.16:631.524

Значение использования образцов коллекции ВНИИР в селекции ярового ячменя на повышение пластичности и потенциальной продуктивности в условиях степного Заволжья. Ильин А. В., Степанова Т. И. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 119–121.

В период второй половины XX столетия перед селекционерами Краснокутской селекционно-опытной станции встали вопросы повышения экологической пластичности и потенциальной продуктивности селекционного материала. Благодаря включению в скрещивания высоко пластичных и высоко продуктивных сортов коллекции ВНИИР созданы новые сорта, районированные в Средневолжском и Нижневолжском регионах. Выделен новый исходный материал для селекции, позволяющий повысить потенциальную продуктивность, пластичность, улучшить качество зерна, устойчивость к полеганию и некоторым листовым и головным болезням. Табл. – 1.

УДК 631.527.8:633.16

Влияние генофонда на сортовое разнообразие озимого ячменя. Кишка М. Н., Ставэр Л. И. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С.121–123.

В данной работе большое внимание уделяется значимости коллекционного материала в успехе селекционной работы. Показано, что включение в скрещивание образцов с разнообразными количественными признаками увеличило предел изменчивости этих признаков и повысило возможности отбора и создание новых сортов. Табл. – 1, библиогр. – 5 назв.

УДК УДК 633.16:631.527.8

Роль мировой коллекции в создании новых сортов ярового ячменя в Молдове. Ставэр Л. И., Кишка М. Н. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 124–126.

Глубокое изучение мировой коллекции ВИР в условиях Молдовы позволило выделить образцы с одним или комплексом хозяйственно ценных признаков. Привлечение лучших из них в скрещивания, позволило создать богатый исходный материал. С помощью индивидуальных отборов из гибридных популяций, отобраны и испытаны в различных питомниках лучшие линии, которые под названиями Кымпия, Фрэция, Ауриу, Сонор, Ионел и др. были переданы в Госкомиссию по испытанию сортов. Последними районированными сортами были Сонор и Ионел, рекомендуемые для использования в кормопроизводстве и пивоварении. Библиогр. – 7 назв.

УДК 633.16:631.524.5

Строение и продуктивность растений ячменя с различным числом междоузлий. Ковригина Л. Н. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 145–148.

Изучен сорт ярового двурядного ячменя Баган с целью определения особенностей строения и продуктивности растений с различным числом междоузлий. Установлено, что в популяциях сорта Баган формируются растения с различным числом метамеров. Число метамеров не влияет на продуктивность, высоту растений. Проявление особенностей строения форм с разным числом междоузлий зависит от условий выращивания. Табл. – 2, библиогр. – 4 назв.

УДК 633.16:631.527

Генетико-селекционные особенности селекции на признаки безостости и короткоостости ярового ячменя. Козаченко М. Р., Иванова Н. В., Васько Н. И. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 142–145.

В селекции ярового ячменя недостаточно изучены и использованы новые безостые сорта и короткоостые мутанты. Авторами установлены закономерности в генетико-селекционном использовании форм с признаками безостости и короткоостости. Показана эффективность использования в селекции и создания нового исходного материала с признаками безостости и короткоостости. В сортоиспытаниях безостые линии превысили стандарт на 5–15% по урожайности. Библиогр. – 3 назв.

УДК 633.16:631.572.8

Коллекция ячменя в Московском отделении ВИР. Козленко Л. В. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 137–141.

Работы лаборатории зернофуражных культур Московского отделения ВИР показали, что скороспелые формы ячменя сосредоточены в Центральных, Северо-Западных районах, в Сибири и Прибалтике, в Турции и Эфиопии. Источники устойчивости к полеганию находятся в Западной Европе и в Японии. В Волго-Вятском Центральном Нечерноземной и Центрально-Черноземном регионах России, а также в странах Западной Европы, Северной и Южной Америки находятся источники продуктивности. Крупнозерность характерна для образцов Переднеазиатского, Абиссинского, Европейско-Сибирского и Среднеземноморского генцентров. Лабораторией изучены корреляционные связи между признаками продуктивности, высоты и продолжительности вегетационного периода. Лаборатория работает в комплексе с лабораториями биохимии, иммунитета и генетики, что особенно ценно при изучении коллекции ячменя. Табл. – 3.

УДК 633.13:631.527

Качество зерна коллекционных сортов овса в условиях Западной Сибири. К о з л о в а Г. Я., В а с ю к е в и ч С. В., С м и щ у к Н. Г. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т. 165. С. 207–209.

В условиях Западной Сибири (СИБНИИСХ, 2006–2008 гг.) проведено изучение качества зерна 210 образцов овса из коллекции ВИР. Выделено 5 пленчатых образцов, которые достоверно превышали районированный стандартный сорт Орион по содержанию белка на 2,0–3,8%. Голозерные сорта имели высокое качество зерна, но уступали районирован-ным сортам Левша и Сибирский голозерный. Табл. – 2, библиогр. – 3 назв.

УДК: 631.523: 633.13

Селекция овса в таёжной зоне Западной Сибири. К о м а р о в а Г. Н. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т. 165. С. 203–207.

В результате селекционной работы с овсом на Нарымской госселекстанции выведено 15 сортов, 9 из которых районированы (их родословная и метод селекции представлены в статье). Основными направлениями селекционной работы станции является выделение скороспелых сортов, устойчивых к полеганию и болезням, дающих стабильный урожай и высококачественное зерно. Приведены результаты конкурсного испытания (2005–2008 гг.) перспективных номеров, сочетающих высокую иммунность, устойчивость к полеганию, урожайность и качество зерна. Табл. – 5, библиогр. – 10 назв.

УДК 581.193:633.13

Фотопериодическая чувствительность и ее значение для селекции зерновых культур на скороспелость. К о ш к и н В. А. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т. 165. С. 21–24.

В результате многолетних исследований выделены новые источники скороспелости и слабой ФПЧ зерновых культур и дан анализ их географического происхождения. Они представляют значительную ценность для создания новых скороспелых продуктивных сортов и должны найти широкое использование в селекции. Их можно использовать в селекционном процессе в различных регионах России. Результаты изучения ФПЧ и скороспелости зерновых культур опубликованы в пяти каталогах. Сделан вывод: физиолого-генетический механизм ФПЧ один и тот же у всех длиннодневных растений. Библиогр. – 22 назв.

УДК 575.116.4:312.32:633.13

Идентификация фатуоидов в полиморфном сорте овса Привет. Л и т о в ч е н к о М. И., Г у б а р е в а Н. К., Г а в р и л ю к И. П. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т. 165. С. 209–212.

В морфологически однородном сорте овса Привет имеется девять биотипов, различающихся по электрофоретическим спектрам авенина. Такие же спектры авенина выявлены у фатуоидов, обнаруженных в сорте Привет. Это позволяет рекомендовать электрофорез авенина для определения природы фатуоидов у этого полиморфного сорта. Табл. – 2.

УДК 633.16:631.527

Мировой генофонд и его значение для селекции озимого ячменя. Кузнецова Т. Е., Серкин Н. В., Левштанов С. А., Задирьева Н. А. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 61–65.

В условиях Северо– Кавказского региона в течении 28 лет изучалось 12375 сортов и линий озимого ячменя из 39 стран мира на устойчивость к различным патогенам и комплексу хозяйственно–ценных признаков. В результате оценки коллекционного материала на жестком инфекционном фоне мучнистой росы, карликовой ржавчины, сетчатой пятнистости и пыльной головни выделено 546 образцов. Наибольший интерес по продуктивности, устойчивости к полеганию и интенсивности темпа начального роста представляют образцы из Германии, Франции, Англии и Дании. В результате данной работы созданы сорта озимого ячменя, допущенные к использованию в производстве Северо– Кавказского региона. Табл. – 2.

УДК 575.116.633.16.547.962

Иммуноанализ в сортовой идентификации ячменя. Лебедин Ю. С., Грачев А. В. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 148–152.

Рассматривается возможность использования моноклональных антител мыши к резервным белкам пшеницы – глиадиам для определения сортовой принадлежности зерен ячменя. Так как некоторые из полученных антител взаимодействуют с родственными глиадиам гордеинами, иммобилизованными из 60% этанола на поверхности лунок полистирольного микропланшета, было проведено выявление иммунореактивности гордеинов, экстрагированных из зерен различных сортов ячменя. Показано, что гордеины различных сортов ячменя существенно отличаются по иммунореактивности. Данные результаты позволяют использовать иммуноферментный анализ для определения сортовой принадлежности и сортовой чистоты зерен ячменя. Табл. – 1, рис. – 2.

УДК 633.13:631.52

А. Я. Трофимовская и развитие работ отдела серых хлебов. Лоскутов И. Г. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 4–8.

Профессором А. Я. Трофимовской, которая долгое время возглавляла отдел серых хлебов (современное название отд. генетических ресурсов овса, ржи, ячменя), были заложены принципы и разработаны подходы к изучению всего разнообразия ячменя и овса. В настоящее время теоретические исследования отдела посвящены разработке филогенетических подходов и методов эффективности использования выделенного генофонда с выявлением закономерностей изменчивости и наследования важнейших селекционных признаков. На основании научных разработок и исходного материала в отделе успешно решаются проблемы устойчивости к важнейшим заболеваниям, скороспелости, короткостебельности, засухоустойчивости, качества зерна и зерновой продуктивности в селекции ячменя и овса. В отделе созданы и изучаются генетические коллекции образцов с идентифицированными генами по широкому кругу хозяйственно ценных признаков. Весь выделенный и созданный в отделе материал передается в се-

лекцентры для использования в селекционном процессе по ячменю и овсу. Библиогр. – 9 назв.

УДК 633.16:631.527.8

Селекция ярового ячменя для степной зоны Нижнего Поволжья. М а р к о в а И. Н. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С.152–153.

Изучались коллекционные образцы степной экологической группы для разработки местных моделей сортов. В результате этой работы выведен сорт ячменя Зерноградский 23, который стал основным стандартом на сортоучастках Волгоградской области. Результатом изучения образцов ВИРа из других экологических групп стало создание сорта Медикум 139, районированного в 2008 г.

УДК 633.16:631.527:632.4

Устойчивость ячменя к грибным заболеваниям в Омском Прииртышье. М е ш к о в а Л. В., С а б а е в а О. Б. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С.154–158.

Выявлено 8 пленчатых и 4 голозёрных сорта, не поразившихся чёрной и каменной головнёй, включая стандарты Омский 85 и Омский голозёрный 2. Среди плёнчатых – это линии из Красноярска (Ц-1, К-6-2, К-6-4, К-7-4, К-8-2), образец из Тулуна (2553h5) и линия Казахстана (1869-13-79). Голозерные формы Омска (Целесте 4697) и Мексики (и-533757 и и-475700). Обнаружены устойчивые пленчатые формы ячменя к пыльной головне – (К-8-2, Ц-1, К-6-4, К-6-2 из Красноярска, 2353h5 из Тулуна, Км-1192 Л-2, Криничный Л-5 из Беларуси, 1869-13-79 из Казахстана, Мг-41564 из Чехословакии), а также голозерные образцы (Целесте 4697 из Омска, к-28824, и-533757, и-475700 из Мексики). Сорта Омский 85, Омский голозёрный 1, Омский голозёрный 2 и Целесте 4697, проявили устойчивый тип реакции к стеблевой ржавчине, и рекомендованы селекционерам как формы с комплексной резистентностью к грибным заболеваниям. Табл. – 2, библиогр. – 10 назв.

УДК 632.3:631.527

Оценка сортообразцов овса на толерантность к вирусу желтой карликовости ячменя. М о ж а е в а К. А., К а с т а л ь е в а Т. Б., Г и р с о в а Н. В., Я к о в л е в а И. Н., М а г у р о в П. Ф. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С.213–216.

В 2001–2004 гг. во ВНИИФ при поддержке Международного научно-технического центра (МНТЦ) были проведены полевые опыты по выявлению сортов и линий овса, толерантных к возбудителю вируса желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ) – и пригодных для селекционных работ в России. Оценка отечественных и зарубежных сортов овса, а также линий овса селекции Иллинойского университета (США) из коллекции ВИРа на толерантность к наиболее распространенному PAV-штамму этого вируса, проводили в условиях искусственного заражения. В результате 3-х летнего испытания выявили значительное влияние погодных условий, как на продуктивность растений, так и на проявление их толерантности к этому вирусу. Были выделены образцы овса, обладающие наряду с толерантностью к ВЖКЯ и другими полезными хозяйственными свойствами. Табл. -1, рис. – 1, библиогр. – 1 назв.

УДК 633.13:575

Выявление дублетных образцов в коллекциях овса с использованием электрофореза авенинов. Перчук И. Н., Лоскутов И. Г., Блинова Е. В. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 182–185.

Представлены результаты работы, целью которой было выявление дублетных образцов овса посевного (*A. sativa* L.) среди 84 пар образцов скандинавского происхождения из коллекции ВИР и Нордического генбанка (NGB), Швеция, имеющих одно и то же сортовое название. На первом этапе проведено полевое изучение (2003 г.) и оценка образцов по 21 признаку (морфологические и хозяйственно ценные). По степени различий пары образцов разделены на 3 группы. На втором этапе проведен сравнительный анализ электрофореграмм авенина. В целом, 50% проанализированных сортов из коллекции ВИР и NGB оказались дублетами. Табл. – 1, рис. – 1, библиогр. – 4 назв.

УДК 63.16:575.116.4

Гордеин-кодирующие локусы как генетические маркеры у ячменя. Поморцев А. А., Лялина Е. В., Калашушкин Б. А. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 32–36.

Методом электрофореза в крахмальном геле гордеинов у 1667 образцов ячменя из 25 стран Африки, Южной Аравии, Юго-Западной, Центральной и Восточной Азии, СССР и России было выявлено 150 аллелей по локусу *Hrd A*, по локусу *Hrd B* – 259 и по локусу *Hrd F* – 5 аллелей. Показано, что распространение аллелей зависит от распределения климатических факторов. Аллели этих локусов сопряжены с некоторыми показателями, характеризующими кормовые качества зерна, являются удобными маркерами ряда генов устойчивости ячменя к мучнистой росе, а также могут эффективно использоваться в лабораторном сортовом контроле семян. Рис. – 2.

УДК 572.22: 633.352.1

Использование молекулярных маркеров в селекции ячменя. Потокينا Е. К. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 36–39.

В настоящее время разработаны многочисленные технологии молекулярного маркирования, позволяющие проследить изменчивость на уровне ДНК. В статье обсуждаются различные методы молекулярных исследований: CAPS (Cleavage Amplified Polymorphic Segments) – маркеры, MAS (marker-assisted selection), микросателлитный маркер (SSR), SCAR-маркер (Sequence Characterized Amplified Region), RFLP-маркеры, которые позволяют упростить скрининг генетического материала, повысить эффективность селекционного процесса за счет сокращения количества беккроссов. Рис. – 1, библиогр. – 10 назв.

УДК 633.16:631.52:581.2

Местные формы ячменя мировой коллекции ВИР как источники устойчивости к ринхоспориозу. П р у д н и к о в а О. Н., К о н о в а л о в а Г. С. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 87–89.

Местные формы ячменя (305 образцов) из стран Европы, Центральной, Юго-Восточной и Передней Азии и Северной Африки проанализированы по устойчивости к ринхоспориозу в полевых и лабораторных условиях. Среди исследуемых форм 94 образца изучались по устойчивости в течение 2-х – 7-ми лет. Большинство образцов восприимчивы к ринхоспориозу при оценке как в лаборатории, так и в полевых условиях. В результате исследования отобрали 48 устойчивых форм. Выделенные образцы могут быть рекомендованы для дальнейшего использования в селекции на устойчивость к возбудителю ринхоспориоза. Табл. – 1, библиогр. – 12 назв.

УДК 633.16:633.13:581.573.4:632.732

Генетические ресурсы ячменя и овса для селекции на устойчивость к тлям. Р а д ч е н - к о Е. Е. // **Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С.24–32.**

Осуждаются сведения об устойчивости генетических ресурсов ячменя и овса к злаковым тлям. Рассмотрены возможности пополнения запаса эффективных генов устойчивости за счет изучения коллекций культурных растений, интрогрессии и создания мутантных форм. Представлен обширный материал по наследованию устойчивости ячменя и овса к тлям, а также селекционному использованию источников устойчивости. Библиогр. – 86 назв.

УДК 633.16:632.524.02

Тестирование in vitro разных форм ячменя на устойчивость к неблагоприятным абиотическим факторам среды. Р о с с е в В. М. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 158–161.

При культивировании ячменя in vitro на среде, содержащей 2,4-Дихлорфеноксиуксусную кислоту (2,4-Д), воздействие которой направлено на индуцирование каллусогенеза и ограничение или подавление органогенеза, может служить показателем общей (неспецифической) устойчивости растений к неблагоприятным абиотическим факторам среды. Представлены формулы по которым рассчитываются индекс устойчивости растений и значение жесткости среды. Данные показатели отражают уровень полевой устойчивости ячменя к неблагоприятным абиотическим факторам среды, в частности к засухе. Табл. – 2, рис. – 1, библиогр. – 5 назв.

УДК 633.16:635:577.2

Классификация генетического разнообразия культурного ячменя коллекции ВИР с использованием ПДРФ-маркеров. Стрельченко П. П., Ковалева О. Н. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т. 165. С. 47–50.

С использованием сформированного набора из 41 ПДРФ-маркера охарактеризован полиморфизм выборки из 93 сортов ячменя, представляющих местные и селекционные сорта. По полученным данным каждый сорт оказался уникальным. Для классификации сортов по степени их сходства применили методы кластерного анализа и анализа главных осей. Полученные результаты свидетельствуют о генетической дифференциации ячменя. Рис. – 1, библиогр. – 4 назв.

УДК 631.524.85:633.16

Селекция ячменя на адаптивность в восточной Сибири. Сурин Н. А., Ляхова Н. Е. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 56–61.

В результате испытания 49 (1992–1994 гг.) и 23 (1997–1999 гг.) линий выделены с повышенной полевой устойчивостью и стрессовым факторам образцы. Полученные результаты доказывают целесообразность широкого использования местного и селекционного материала Сибири в селекции на адаптивность. Повышенная устойчивость новых линий к экстремальным условиям обуславливает дальнейшее развитие работ, направленных на повышение урожайности ячменя. Табл. – 5, библиогр. – 11 назв.

УДК 631.527.53

Ячменно-пшеничные гибриды в селекции пшеницы. Титаренко А. В., Титаренко Л. П., Коробова Н. А. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 161–163.

Изучены аллоплазматические формы пшеницы по урожайности, элементам структуры урожая, качеству зерна. В сравнении с сортом яровой мягкой пшеницы Крестьянка аллоплазматические формы с *H. geniculatum* All содержали на 1,4 % больше белка и на 4,9 % – клейковины, с *H. vulgare* L. на 0,7–2,7 % и 3,2–5,3% соответственно. Включение аллоплазматических форм в гибридизацию позволяет получать трансгрессивные формы, превосходящие по многим показателям культурную пшеницу. Табл. –1, библиогр. – 2 назв.

УДК 631.527.8

Урожайность ярового ячменя в условиях Ростовской области. Титаренко А. В., Титаренко Л. П., Коробова Н. А. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 164–165.

Приведены результаты испытания сортов ячменя, селекции 11 научно-исследовательских институтов, на Всероссийском дне поля в Ростовской области. Табл. – 1.

УДК 633.16:632.9

Ювенильная устойчивость староместных образцов ячменя из Турции к темно-бурой листовой пятнистости. Тырышкин Л. Г., Звейнек И. А. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 83–86.

Изучено 98 образцов ячменя по устойчивости к темно-бурой листовой пятнистости, представляющих староместные сорта из Турции. Оценку проводили на 3 и 5 день в трех независимых экспериментах - заражали отрезки листьев на бензимидазоле, на воде и интактные растения при концентрации 30 и 50 тыс. конидий *Vipolaris sorokiniana*. Семь образцов проявили устойчивую реакцию интактных растений с низкой концентрацией конидий и только два – к-6819 и к-6828 при высокой концентрации спор. При учете на 5 день не один из изученных образцов не проявил устойчивости. Два образца кк - 6819 и 6828 могут рассматриваться как относительно устойчивые к темно-бурой листовой пятнистости. Табл.- 2, библиогр. – 11 назв.

УДК 575. 582.52.59

К происхождению полиплоидов в роде *Avena* L.: молекулярно-филогенетическое исследование. Тюпа Н. Б., Ким Е. С., Лоскутов И. Г., Родионов А. В. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 13–20.

Чтобы выяснить какой из диплоидных видов мог стать потенциальным донором генома С у полиплоидных видов рода *Avena* L. (овёс), мы секвенировали последовательности ITS1 и ITS2 ядерных генов 45S рРНК тетраплоидных, *A. magna* (syn. *A. maroccana*) (AACC или CCDD), *A. murphyi* (AACC или CCDD), *A. insularis* (AACC или CCDD), *A. vaviloviana* (AABB), *A. barbata* (AABB), *A. agadiriana* (AABB), гексаплоидных, *A. fatua* (AACCCDD), *A. sativa* (AACCCDD), *A. occidentalis* (AACCCDD), а также ITS диплоидных видов овса *A. strigosa* (AsAs), *A. prostrata* (ApAp). Методом SCAR-анализа с использованием оригинальных, разработанных нами праймеров, специфичных для ITS С-геномов, показано, что наиболее вероятным предком, передавшим тетраплоидам *A. magna*, и *A. murphyi* и гексаплоидам *A. sativa* и *A. occidentalis* субгеном С был вид *A. ventricosa*. Ключевые слова: *Poaceae*, *Aveneae*, кариотип, геном, эволюция хромосом, внутренние транскрибируемые спейсеры, nrRNA. Табл. – 2, рис. – 1, библиогр. – 22 назв.

УДК 631.527.8

Источники продуктивности голозерного ячменя из коллекции ВИР для условий Северо-Запада России. Тяглы й С. В., Ковалева О. Н., Лоскутов И. Г. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 77–83.

В условиях Северо-Запада России изучено 300 образцов голозерного ячменя из коллекции ВИР. Выделены источники хозяйственно ценных признаков для селекции голозерного ячменя. Табл. – 1, библиогр. – 14 назв.

УДК 633.13:631.527 (571.12)

Развитие селекции овса в Северном Зауралье с использованием генофонда мировой коллекции ВИР. Ф о м и н а М. Н. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 134–137.

Селекционная работа в НИИСХ Северного Зауралья ведется с 1981 г. Большинство выделенных сортов созданы на базе коллекции ВИР (приведены их родословные). Изучено более 1500 образцов овса из 35 стран мира. Выявлены закономерности формирования хозяйственно-ценных признаков у сортов разных групп спелости, связь их между собой и урожайностью, определены перспективы селекции в зоне Северного Зауралья, выделены источники для реализации селекционных программ по созданию сотов овса нового поколения. Табл. – 1, библиогр. – 7 назв.

УДК: 633.13:631.527(476)

Использование генетических ресурсов в селекции овса в Беларуси. Х а л е ц к и й С. П. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 126–130.

Овес одна из важнейших сельскохозяйственных культур. Использование генетических ресурсов мировой коллекции Всероссийского института растениеводства им. Н. И. Вавилова явилось основой широкомасштабного и успешного селекционного процесса этой культуры в Республике Беларусь. Представлены результаты селекционно-генетических исследований в Белорусском НИИ земледелия. Табл. – 1, рис. – 2.

УДК 631.527.16

Факторы повышения урожайности ячменя в условиях Нижнего Поволжья. Ч и г а н ц е в Н.П., Ч и г а н ц е в а Л. П., К о з у б о в с к а я Г. В., Р а с с к а з о в а С. В. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 66–68.

Изучено около 5000 образцов ярового ячменя из коллекции ВНИИР в условиях Нижнего Поволжья. Установлено, что в Волгоградской области вероятность получения стабильных высоких урожаев связана с продолжительностью периода всходы-колошение, который должен не превышать 38-46 дней. Урожайность сортов остается высокой при наличии 2 продуктивных побегов на растение. Для засушливого региона необходимы сорта с глубоко проникающей коневой системой и укороченной соломой. Выделены источники засухоустойчивости.

УДК 631.528.1:633.13

Создание реципрокных гетероплоидных гибридов овса. Ш и ш л о в а А. М. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 130–134.

Межвидовые скрещивания овса являются актуальным методом повышения адаптивности, продуктивности, устойчивости к болезням и улучшения зерна. С 1986 по 2004 гг. были проведены исследования, в результате которых были выявлены генетико-биохимические особенности, возникающих в процессе создании реципрокных гетероплоидных гибридов овса при скрещивании образцов видов *A. sativa* L. и *A. strigosa* Schreb. Табл. – 2.

УДК 633.16:631.527

Идеи ВИР по использованию исходного материала в селекции ячменя. Ш е в ц о в В. М. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 54–56.

В статье описывается опыт многолетнего сотрудничества автора с ВИР и одним из ведущих специалистов по ячменю – профессором Трофимовской А. Я. Основная идея ВИРа – сбор, изучение, хранение генетического разнообразия, рекомендации к использованию в селекции – как была, так и остается актуальной. Приведены примеры плодотворного применения образцов коллекции ВИР при создании новых сортов. Показано, что сорт озимого ячменя Циклон и ярового ячменя Каскад созданы по Вавиловскому принципу эколого-географической контрастности. Обсуждаются предложения и пожелания молодым ученым и селекционерам о сотрудничестве с ВИР. Табл. – 1.

УДК 631.527.5

Исходный материал и методы его изучения для создания сортов ярового ячменя в Среднем Поволжье. Ш е в ч е н к о С. Н. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 68–71.

Изучено за два трехлетних периода 439 образцов ярового ячменя. В результате выделены образцы с высоким проявлением отдельных хозяйственно-биологических признаков. У выделенных 20 лучших сортообразцов изучены проявления полигенных систем адаптивности, аттракции и микрораспределения пластических веществ в колосе. В результате изучения выделены вероятные доноры полигенных систем, адаптивности и аттракции. Доказано, что для селекционеров в условиях Среднего Поволжья, скорее всего, ориентация должна быть на системы адаптивности. В итоге селекционная практика подтвердила предположение о том, что использование сортов степного экотипа перспективно для селекции в засушливой зоне Среднего Поволжья.

УДК:633.16:631.527.8

Оценка сортов ярового ячменя на устойчивость к алюмокислотному стрессу. Щ е н н и к о в а И. Н., Ш у п л е ц о в а О. Н., Б у т а к о в а О. И. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 174–177

Определена толерантность 65 образцов ярового ячменя к повышенному содержанию ионов водорода и алюминия в условиях лабораторных опытов, а также выделены устойчивые для использования их при создании сортов, толерантных к алюмокислотному стрессу. Изучаемые образцы ювли разделены на условные группы по величине ИДК. Выявлено, что культивирование в условиях культуры тканей и последующий отбор повышает уровень устойчивости генотипов к алюмокислотному стрессу. Результаты лабораторного опыта подтверждены оценкой изученных генотипов в полевом опыте на кислой дерново-подзолистой почве. Доказана эффективность использования метода культуры тканей *in vitro* для получения форм ярового ячменя, толерантных к повышенному содержанию ионов водорода и алюминия в почвенном растворе. Табл. – 2, библиогр. – 5 назв.

Устойчивость культурного и дикого ячменя к действию токсичных ионов алюминия. Яковлева О. В., Капешинский А. М., Ковалева О. Н. // Генетические ресурсы ржи, ячменя и овса: Труды по прикл., бот., ген. и сел. / СПб.: ВИР, 2009. Т.165. С. 51–54.

Изучено 515 образцов культурного ячменя и 72 образца дикорастущего вида *H. spontaneum* на устойчивость к ионам Al^{+} с использованием корневого теста на ранних этапах развития растений. В качестве дополнительного признака использовали длину ростка. Среди 515 образцов ярового ячменя из разных эколого-географических групп выявлен разнообразный сортимент по устойчивости к ионам алюминия с большим диапазоном изменчивости. Выявлено 45 форм, которые практически не реагировали на концентрацию 185 мкМ. 39% образцов *H. spontaneum* оказались высоко устойчивыми к ионам алюминия. Сходные результаты получены и по длине ростка. По результатам совместного тестирования выделены формы высокоустойчивые к стрессу, которые могут служить источниками в селекции ячменя на адаптивность к экстремальным факторам среды. Табл. – 2, Библиогр. – 4 назв.

Научное издание

**ТРУДЫ ПО ПРИКЛАДНОЙ БОТАНИКЕ,
ГЕНЕТИКЕ И СЕЛЕКЦИИ, ТОМ 165**

(ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РЖИ, ЯЧМЕНЯ И ОВСА)

В авторской редакции
Технический редактор В. Г. Лейтан
Компьютерная верстка Л. В. Аникиной

Подписано в печать Формат бумаги 70×100 ¹/₁₆
Бумага офсетная. Печать офсетная
Печ. л. Тираж 300 экз. Зак. 97

Сектор редакционно-издательский деятельности ВИР
190000, Санкт-Петербург, Большая Морская ул., 44

ООО «Копи-Р»
Санкт-Петербург, пер. Гривцова, 6^Б