

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИКОРАСТУЩИХ ВИДОВ ОВСА ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР ПО СОДЕРЖАНИЮ, ФРАКЦИОННОМУ И ЖИРНОКИСЛОТНОМУ СОСТАВУ МАСЛА

Т. В. Шеленга, С. В. Леонова, А. В. Конарев, И. Г. Лоскутов,
А. Карлосон, С. Стим

Изучено 30 образцов дикорастущих видов *Avena L.* овса разной ploидности и 10 образцов культурного вида овса *A. sativa L.* Установлено, что большим содержанием масла характеризовались образцы гексаплоидного дикорастущего овса. В масле овса тонкослойной хроматографией выявлено 9 фракций, среди которых преобладали полярные липиды и триацилглицеролы: их суммарное содержание составило 93,6%. В масле дикорастущих видов овса в наибольшем количестве выявлены стеариновая, олеиновая и линолевая кислоты (93,1%). Исследования позволили выделить по ряду важных показателей (масличность, низкое содержание ненасыщенных жирных кислот и фракции свободных жирных кислот) дикорастущие гексаплоидные виды овса. В свою очередь, образцы культурного вида имели большую пищевую ценность (содержание витамина F, соотношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным и др.) по сравнению с дикорастущими.

Введение

Овес (*Avena L.*) — одна из самых перспективных и востребованных в настоящий момент сельскохозяйственных культур в нашей стране и за рубежом. Она характеризуется рядом ценных биохимических свойств, позволяющих использовать ее в пищевых,

кормовых и медико-профилактических целях. Для зерна овса характерно высокое содержание масла по сравнению с другими зерновыми культурами. Овес является источником ненасыщенных жирных кислот, β -глюканов, пектинов, витамина E, авенантрамидов и других фенольных антиоксидантов, фитоэстрогенов.

В состав масла овса входят так называемые незаменимые для человека жирные кислоты: линолевая, линоленовая и арахидоновая. Эти кислоты условно объединены в группу под названием “витамин F”. Овес является одним из источников поступления в организм этих биологически активных веществ. Важным показателем пищевой ценности овса является содержание в нем линоленовой кислоты, относящейся к полиненасыщенным омега-3 жирным кислотам, которые играют большую роль в профилактике атеросклероза. Наличие в овсе указанных биологически активных веществ делают необходимым его присутствие в пищевом рационе больных сердечно-сосудистыми, желудочно-кишечными заболеваниями, болезнями обмена веществ, а также в питании здоровых людей.

Потребность иметь продукты, максимально обогащенные биологически активными веществами, положительно воздействующими на здоровье человека, и растущее в связи с этим потребление овса в пищу обуславливают актуальность исследований биохимического состава зерна овса для поиска источников повышенного пищевого и кормового качества. Важными характеристиками качества зерна овса являются содержание масла и его жирнокислотный состав.

Задачей нашего исследования являлось изучение образцов видов овса из коллекции ВИР по содержанию, фракционному и жирнокислотному составу масла. Существует много методов для определения содержания масла, в их числе: классический (по массе сухого обезжиренного остатка), а также с использованием газожидкостной хроматографии (ГЖХ). В нашей стране в основном используется классический метод; зарубежные исследователи чаще применяют метод ГЖХ. В результате возникает сложность при сравнении полученных результатов. Для избежания подобных неудобств мы решили провести определение содержания масла двумя методами: классическим и ГЖХ, после чего сравнить результаты.

Методы исследования

Исследовали 43 образца овса из коллекции ВИР (табл. 1), 33 из них относились к 12 дикорастущим видам с разным уровнем плоидности (2n, 4n и 6n) и 10 культурному виду *Avena sativa* L.

Количественное содержание масла определялось классическим методом и с помощью ГЖХ. Экстракцию липидов овса проводили смесью метанола с хлороформом (2:1) из очищенных от пленок зерен по методу [1]. Фракционный состав масла изучали с помощью тонкослойной хроматографии. Разделение масла на фракции проводили в течение 20 – 25 мин на стеклянной пластине, покрытой слоем сорбента. В качестве подвижной фазы использовали раствор для разделения нейтральных липидов, состоящий из гексана, диэтилового эфира и уксусной кислоты (35:15:10). В качестве стандарта вместе с образцом наносили раствор, содержащий полярные липиды, моноацилглицеролы, диацилглицеро-

Таблица 1. Виды овса (*Avena* L.), взятые в исследование

Вид	Плоидность	Количество образцов
Дикорастущие виды овса		
<i>A. hirtula</i> Lag.	2n	3
<i>A. longiglumis</i> Dur.	2n	1
<i>A. clauda</i> Dur.	2n	1
<i>A. canariensis</i> Baum.	2n	2
<i>A. wiestii</i> Steud.	2n	2
<i>A. vaviloviana</i> Mord.	4n	3
<i>A. magna</i> Mur.et Terr.	4n	4
<i>A. barbata</i> Pott.	4n	4
<i>A. wiesti</i> Steud.	4n	1
<i>A. murphyi</i> Ladiz.	4n	2
<i>A. fatua</i> L.	6n	3
<i>A. ludoviciana</i> Dur.	6n	4
<i>A. sterilis</i> L.	6n	3
Культурный вид овса <i>A. sativa</i>		
<i>var. mutica</i>	6n	6
<i>var. inersis</i>	6n	2
<i>var. aurea</i>	6n	2

лы, триацилглицеролы, свободные жирные кислоты и стеролы. Идентификацию полученных фракций проводили визуально в ультрафиолетовом свете после обработки раствором 0,1%-ного йодиола. Жирнокислотный состав масла овса определяли методом ГЖХ. Метилирование проводили 20 мин при 90°C. Идентификацию жирных кислот осуществляли при помощи ГЖХ по времени выхода стандартной смеси жирных кислот. В качестве внутреннего стандарта использовали маргариновую кислоту (C_{17:0}). Исследования проводили на базе ВИР им. Н. И. Вавилова и шведского аграрного университета (Альнарп, Швеция).

Результаты и обсуждение

Показано, что диапазон изменчивости показателей содержания масла был несколько шире у образцов дикорастущих видов овса (от 7,3 до 14,2%) по сравнению с образцами культурного вида (от 6,2 до 10,0%). Также установлено, что у образцов дикорастущих видов овса среднее значение содержания масла (по массе сухого обезжиренного остатка) было выше (9,2%) по сравнению с таковым культурного (7,9%) (рис. 1). У образцов дикорастущих видов наблюдали увеличение содержания масла с увеличением плоидности — от 8,7% у диплоидных до 9,8% у гексаплоидных. Выявлено 7 образцов дикорастущих видов овса с высоким (более 10%) содержанием масла. Самое высокое содержание масла характерно для образцов к-755 (*A. vaviloviana* Mord., 4n) — 13,0% и к-397 (*A. ludoviciana* Dur., 6n) — 14,2%.

Из рис. 1 видно, что значения содержания масла, полученные с помощью ГЖХ в среднем на 1,5% ниже, чем таковые, полученные классическим методом. Также подтверждено, что содержание масла у дикорастущих образцов выше, чем у культурных (7,9 и 5,9% соответственно). Среди дикорастущих видов наиболее высокомасличными оказались гексаплоидные образцы (8,1%). Образцов, у которых содержание масла превы-

шало бы 10%, выявлено не было. По результатам ГЖХ выделено три образца, содержание масла в которых было выше 9%: к-755 (*A. vaviloviana*, 4n) — 9,2%, к-473 (*A. sterilis* L., 6n) — 9,4%, к-2045 (*A. sterilis*, 6n) — 9,3% (табл. 2). Образец к-755 выделен как высокомасличный с помощью ГЖХ и классического метода.

В ходе анализа жирнокислотного состава масла зерна видов овса нами определялись следующие жирные кислоты: пальмитиновая (C_{16:0}), стеариновая (C_{18:0}), олеиновая (C_{18:1}), линолевая (C_{18:2}), линоленовая (C_{18:3}), арахидовая (C_{20:0}), а также недавно обнаруженная в зерне овса δ-15-гидроксиоктадекадиеновая кислота (C_{18:2}) [2]. Содержание минорных жирных кислот в сумме не превышало 1,1% от суммы идентифицированных жирных

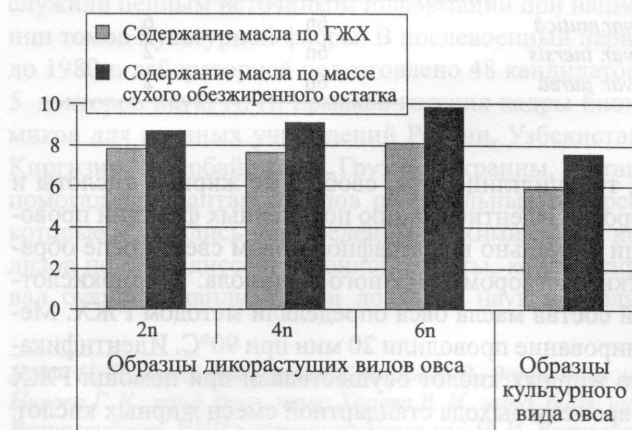


Рис. 1. Характеристика дикорастущих и культурного видов овса по содержанию масла

Таблица 2. Содержание масла (в %) и жирнокислотный состав (в % от суммы) образцов культурного и дикорастущих видов овса из коллекции ВИР

Состав	Образцы видов овса									
	дикорастущих							культурного		
	диплоидные		тетраплоидные		гексаплоидные			<i>A. sativa</i>		
	<i>A. hirtula</i>	<i>A. wiestii</i>	<i>A. vaviloviana</i>	<i>A. vaviloviana</i>	<i>A. fatua</i>	<i>A. ludoviciana</i>	<i>A. sterilis</i>	<i>v. mutica</i>	<i>v. aurea</i>	
	№ образцов по каталогу									
	к-3	к-95	к-11	к-755	к-36	к-397	к-473	к-12300	к-11840	
*	9,1	11,2	7,5	13,0	7,4	14,2	10,1	10,0	9,7	
**	8,6	7,4	7,2	9,2	6,7	8,5	9,4	6,5	8,3	
C _{16:0}	14,9	19,6	16,6	18,6	15,4	16,8	17,0	18,1	17,0	
C _{16:1}	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	
C _{16:2}	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
C _{18:0}	3,5	1,3	1,1	1,1	1,2	1,7	1,1	1,5	1,8	
C _{8:1}	39,3	39,4	43,5	39,9	42,2	45,6	34,9	40,3	42,4	
δ-11 C _{18:1}	0,7	1,1	0,7	1,0	0,9	0,8	0,9	1,1	1,3	
C _{18:2}	29,1	34,0	33,1	34,6	35,7	31,7	38,8	35,2	32,6	
C _{18:3}	3,4	1,5	1,4	1,5	1,3	1,0	1,7	0,7	1,9	
C _{20:0}	1,1	0,9	1,2	1,1	0,8	0,8	0,7	1,0	0,7	
C _{20:1}	6,2	0,0	0,1	0,0	0,4	0,1	0,0	0,1	0,0	
C _{20:3}	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	
δ-15 C _{18:2}	1,4	1,8	2,0	1,8	2,0	1,3	4,3	1,5	2,0	
Σ минорных ЖК	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,0	
Витамин F	32,4	35,5	34,4	36,1	37,0	32,7	40,5	35,9	34,5	
Σ ненасыщенных ЖК /	3,7	3,5	4,3	3,8	4,7	4,2	4,1	3,9	4,0	
Σ насыщенных ЖК										
Σ C _{16:0} , C _{18:1} , C _{18:2}	83,4	93,0	93,1	93,2	93,2	94,2	90,7	93,6	92,0	

* Содержание масла, полученное классическим методом по массе сухого обезжиренного остатка, ** — с помощью ГЖХ; ЖК — жирные кислоты (здесь и в табл. 3).

кислот. Существенных отличий в жирнокислотном составе у дикорастущих и культурных образцов овса не выявлено (рис. 2). Небольшие различия наблюдались в содержании пальмитиновой, линолевой и δ-15-гидроксиоктадекадиеновой кислот (16,7 и 15,8%, 34,4 и

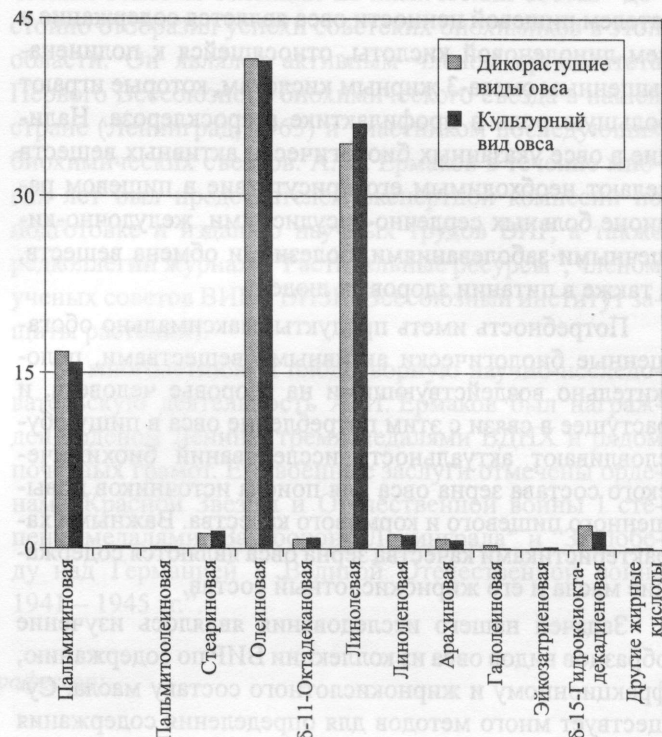


Рис. 2. Жирнокислотный состав масла у образцов культурного и дикорастущих видов овса

36,2%, 2,1 и 1,5% соответственно). Дикорастущие виды с разной степенью пloidности также не имели существенных различий в жирнокислотном составе (рис. 3). Наибольшее содержание в масле образцов овса было у ненасыщенных жирных кислот: олеиновой (1,5%) и линолевой (35,3%). Доля насыщенных жирных кислот пальмитиновой и стеариновой составила 16,3 и 1,4% соответственно. Сумма основных жирных кислот: пальмитиновой, олеиновой и линолевой в среднем составляла 93,5% (рис. 2, 3). Максимальное содержание олеиновой кислоты (46,1%) установлено для образца к-1896 (*A. magna* Murph. et Terr.); линолевой кислоты (38,8%) — для образца к-473 (*A. sterilis*); линоленовой (3,4%) — для образца к-3 (*A. hirtula* Lag.); δ -15-гидроксиоктадекадиеновой (4,5%) — для к-31 (*A. fatua* L.).

Суммарное содержание насыщенных жирных кислот выше в масле дикорастущих видов, а ненасыщенных — у культурного вида. Сумма насыщенных жирных кислот выше у тетраплоидных дикорастущих видов (19,3%). Минимальное количество пальмитиновой кислоты (14,1%) зафиксировано у образца к-1914 (*A. canariensis* Baum), стеариновой кислоты (0,3%) — у к-316 (*A. barbata* Pott.) (табл. 2). Среди дикорастущих по сумме ненасыщенных жирных кислот особенно выделялись гексаплоидные виды (80,7%).

Самое высокое содержание пальмитиновой (17,1%) и δ -15-гидроксиоктадекадиеновой (2,4%) кислот установлено для гексаплоидных дикорастущих видов овса, а олеиновой (41,7%) и арахисовой (1%) — для тетраплоидных. Максимальное содержание стеариновой (1,6%) и линоленовой (1,5%) кислот обнаружено у диплоидных дикорастущих видов. У образцов культурного вида самым высоким было содержание линолевой кислоты — 35,5% (рис. 3).

Содержание витамина F определяли как сумму линолевой и линоленовой кислот. Количество арахидоновой кислоты не учитывали из-за ее низкой концентрации. В образцах культурного вида овса количество витамина F в среднем несколько выше (36,8%), чем у

дикорастущих (35,4%) (рис. 2, 3). Однако максимальное количество витамина F (40,5%) обнаружено у образца к-473 гексаплоидного вида *A. sterilis* (табл. 2).

Одним из важных показателей пищевой ценности масла является показатель отношения содержания ненасыщенных жирных кислот к насыщенным. По этому показателю между дикорастущими и культурными видами существенных различий не наблюдалось (4,2 и 4,3 соответственно). Следует выделить образец к-1914 (*A. canariensis*), у которого этот показатель был равен 5,1, а также образцы к-14498 (*A. sativa* L. var. *inermis*) — 5,2 и к-1986 (*A. murphyi* Ladiz.) — 5,5.

Известно, что фракционный состав масла влияет на качество зерна овса. При помощи тонкослойной хроматографии масло овса было разделено на 9 фракций: полярные липиды (ПЛ), диацилглицеролы-1 (ДАГ-1), диацилглицеролы-2 (ДАГ-2), триацилглицеролы-1 (ТАГ-1), триацилглицеролы-2 (ТАГ-2), триацилглицеролы (ТАГ), свободные жирные кислоты-1 (СЖК-1), свободные жирные кислоты-2 (СЖК-2) и стерины (Ст) (рис. 4). Наибольшую долю в масле составляли фракции ТАГ и ПЛ — 16,0 и 74,7% соответственно. Остальные фракции присутствовали в количестве от 0,2 (Ст) до 2,2% (ДАГ-2). Средние содержания различных фракций масла у образцов дикорастущих и культурного вида овса практически одинаковы. Однако можно отметить, что максимальные значения содержания ПЛ и ТАГ установлены для дикорастущих тетраплоидных и гексаплоидных видов (16,9 и 76,7% соответственно, рис. 4). Нами показано, что у гексаплоидных и тетраплоидных образцов дикорастущих видов овса показатели содержания масла, полученные классическим методом, самые высокие, поскольку процентное содержание фракций ПЛ и ТАГ у них выше, чем у диплоидных форм (см. выше), что согласуется с литературными данными. По результатам, полученным ГЖХ, вышеуказанная взаимосвязь содержания масла с его фракционным составом справедлива только для гексаплоидных дикорастущих образцов (рис. 1, 2).

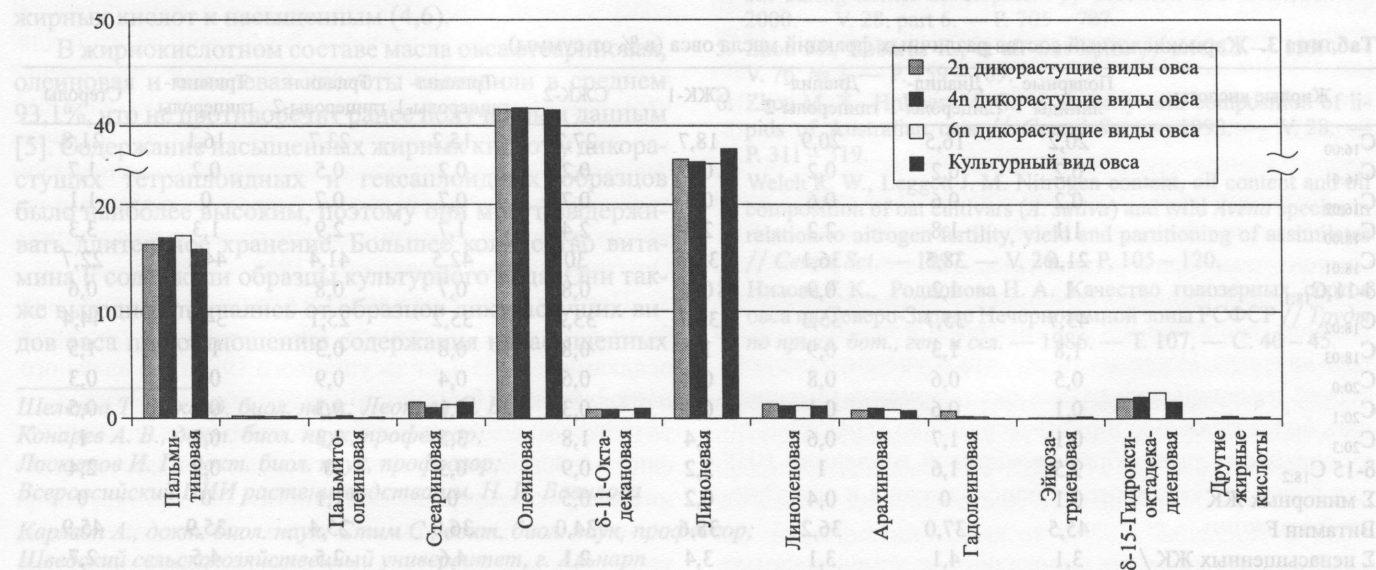


Рис. 3. Характеристика жирнокислотного состава масла видов овса

Содержание СЖК составило у образцов дикорастущих видов 2,9%, у образцов культурного вида — 3,5%. Среди образцов дикорастущих видов этот показатель был наименьшим у гексаплоидных (2,5%) и наибольшим у диплоидных видов (4,5%) (рис. 4). Минимальным содержание свободных жирных кислот (1,3%) было у образцов к-36 (*A. fatua*) и к-547 (*A. ludoviciana*).

Выделенные фракции исследовали на жирнокислотный состав (табл. 3). Во фракциях жирные кислоты представлены в разном процентном соотношении. Во всех фракциях в большом количестве обнаружены три основные кислоты: пальмитиновая (от 15,2% у ТАГ-1 до 27,7% у СЖК-2), олеиновая (от 21,6% для ПЛ до 44,1% для ТАГ) и линолевая (от 25,1% для ТАГ-2 до 44,4% для Ст). Наиболее высокое процентное содержание линоленовой кислоты выявлено у фракции СЖК-1 (1,9%). Для фракции полярных липидов характерно самое высокое содержание δ -15-гидроксиоктадекадиеновой кислоты (9,5%). У фракций ПЛ и Ст содержание ви-

тамина F выше по сравнению с другими фракциями (45,5 и 45,9% соответственно).

Следует отметить, что разные фракции характеризовались разным отношением ненасыщенных жирных кислот к насыщенным. В среднем оно равнялось 3,3. Максимальным этот показатель был у фракций ДАГ-1, ТАГ-1 и ТАГ (4,1; 4,6 и 4,5 соответственно), а минимальным — у фракции СЖК-2 (2,1) (табл. 3).

Показатели содержания масла, полученные при помощи ГЖХ, ниже, чем таковые, полученные классическим методом. По результатам, полученным обоими методами, большим содержанием масла обладали образцы гексаплоидного дикорастущего овса. С использованием классического метода выделено 7 образцов, содержание масла у которых было выше 10%, в том числе 2 образца с наивысшим содержанием масла: к-755 (*A. vaviloviana*, 4n) — 13,0%, к-397 (*A. ludoviciana*, 6n) — 14,2%.

С использованием ГЖХ выделено три образца, у которых содержание масла было наибольшим (выше 9%):

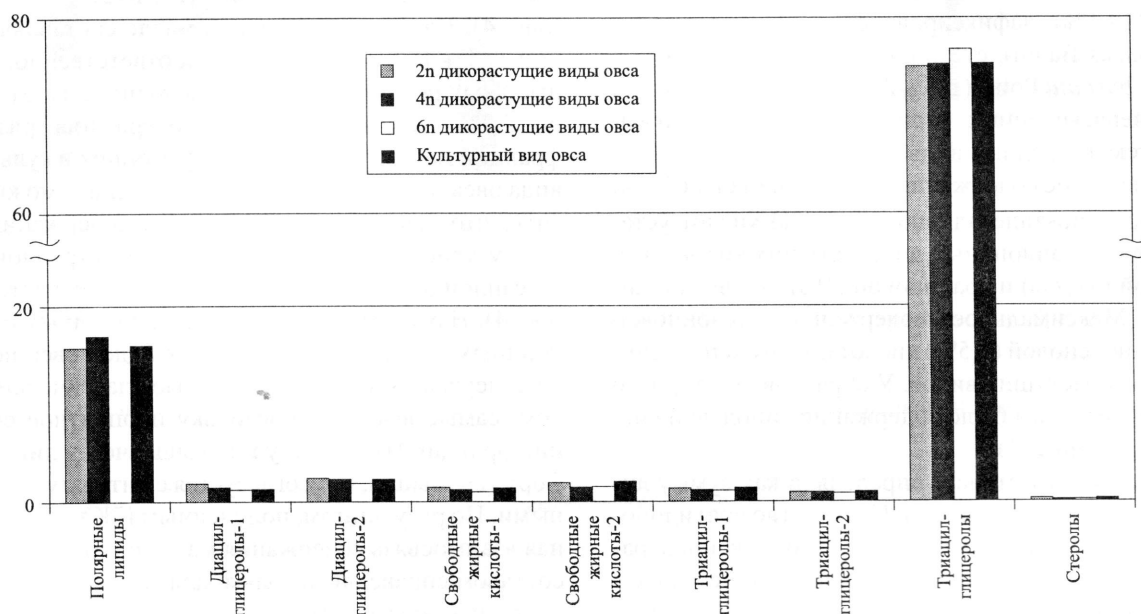


Рис. 4. Фракционный состав масла дикорастущих и культурных образцов овса

Таблица 3. Жирнокислотный состав различных фракций масла овса (в % от суммы)

Жирные кислоты	Полярные липиды	Диацил-глицеролы-1	Диацил-глицеролы-2	СЖК-1	СЖК-2	Триацил-глицеролы-1	Триацил-глицеролы-2	Триацил-глицеролы	Стероиды
C _{16:00}	20,2	16,5	20,9	18,7	27,7	15,2	23,7	16,1	21,8
C _{16:01}	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	1,7
C _{16:02}	0,2	0,6	0,6	0,8	0,7	0,7	0,7	0	1,1
C _{18:00}	1,1	1,8	2,2	2,3	2,4	1,7	2,9	1,3	3,3
C _{18:01}	21,6	38,5	36,1	33,7	30	42,5	41,4	44,1	22,7
δ -11 C _{18:1}	1	1,2	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	1	0,6
C _{18:02}	43,7	35,7	35,3	36,7	33,2	35,2	25,1	34,7	44,4
C _{18:03}	1,8	1,3	0,9	1,9	0,8	0,8	0,3	1,2	1,5
C _{20:0}	0,5	0,6	0,8	0,8	0,6	0,4	0,9	0,9	0,3
C _{20:1}	0,1	0,6	0,1	0,4	0,3	0,1	0,3	0,3	0,5
C _{20:3}	0,1	1,7	0,6	1,4	1,8	3,5	2,3	0,2	1
δ -15 C _{18:2}	9,5	1,6	1	2,2	0,9	0,5	0	0,2	2,4
Σ минорных ЖК	0,1	0	0,4	0,2	0,5	0	1,1	0	0
Витамин F	45,5	37,0	36,2	38,6	34,0	36,0	25,4	35,9	45,9
Σ ненасыщенных ЖК /	3,1	4,1	3,1	3,4	2,1	4,6	2,5	4,5	2,7
Σ насыщенных ЖК									

к-755 (*A. vaviloviana*, 4n) — 9,2%; к-473 (*A. sterilis*, 6n) — 9,4%; к-2045 (*A. sterilis*, 6n) — 9,3% (табл. 2). Образец к-755 выделился как высокомасличный при использовании обоих методов. Разницу в результатах можно объяснить тем, что методом ГЖХ определяется “чистое” масло, тогда как классическим методом определяется сумма всех сопутствующих жирорастворимых компонентов (воск, стерины, стеролы, каротиноиды, витамины Е, К и другие жирорастворимые вещества). Поэтому показатели, полученные последним способом, выше. Для сравнения полученных данных по содержанию масла с данными других исследователей и для выделения исходного материала для селекции на повышение масличности овса необходимо применять оба метода (ГЖХ и метод Сокслета).

Следует отметить, что данные по содержанию масла, полученные нами классическим методом, а также с помощью ГЖХ, несколько отличались от таковых других авторов [3–5], использовавших те же методики. С помощью тонкослойной хроматографии в масле овса выделено 9 фракций, среди которых преобладали ПЛ и ТАГ: их суммарное содержание составило 93,6%, что согласуется с данными [5, 6].

Одним из факторов, влияющих на вкус и качество зерна при хранении, является содержание СЖК в масле овса, поэтому особый интерес представляют образцы с наименьшей долей этой фракции: к-36 (*A. fatua*) и к-547 (*A. ludoviciana*). В наших опытах содержание этой фракции оказалось несколько ниже, чем в работах [5, 6]. По нашим данным, самым низким содержанием СЖК отличались дикорастущие гексаплоидные образцы.

Каждая фракция имела характерный для нее жирнокислотный состав. Наибольшее содержание δ -15-гидроксиоктадекадиеновой кислоты было отмечено у фракции ПЛ (9,5%), пальмитиновой — у фракции СЖК-2 (27,7%), олеиновой — у ТАГ (44,1%), линолевой — у Ст (44,4%), линоленовой — у СЖК-1 (1,9%). Фракциями, наиболее богатыми витамином F, оказались ПЛ и Ст (45,5 и 45,9% соответственно). Фракция ТАГ-1 обладала оптимальным соотношением ненасыщенных жирных кислот к насыщенным (4,6).

В жирнокислотном составе масла овса стеариновая, олеиновая и линолевая кислоты составили в среднем 93,1%, что не противоречит ранее полученным данным [5]. Содержание насыщенных жирных кислот у дикорастущих тетраплоидных и гексаплоидных образцов было наиболее высоким, поэтому они могут выдерживать длительное хранение. Больше количество витамина F содержали образцы культурного вида. Они также выгодно отличались от образцов дикорастущих видов овса по соотношению содержания ненасыщенных

жирных кислот к насыщенным, что является важным показателем качества масла овса и пищевой ценности его зерна. Оптимальным оно было для образцов к-1914 (*A. canariensis*) (5,1), к-1986 (*A. murphyi*) (5,5) и к-14498 (*A. sativa* L. var. *inermis*) (5,2).

Особый интерес имеют показатели содержания линолевой и линоленовой кислот как представителей ряда омега-3 жирных кислот. У отдельных образцов содержание линолевой кислоты достигало 38,8% (к-473, *A. sterilis*), линоленовой кислоты — 3,4% (к-3, *A. hirtula*). Содержание линоленовой кислоты, по нашим данным, было выше, чем в работе [7]. В исследуемых образцах средние значения витамина F не превышали таковых в работе [8]. Отдельные образцы имели высокие значения витамина F (к-473, *A. sterilis* — 40,5%).

Заключение

Исследования позволили выделить гексаплоидные виды среди дикорастущих видов овса по ряду важных показателей: масличность, низкое содержание ненасыщенных жирных кислот и фракции СЖК. В свою очередь, образцы культурного вида имели большую пищевую ценность по сравнению с дикорастущими. Таким образом, среди образцов мировой коллекции ВИР можно выделить источники различных биохимических признаков повышенного качества зерна овса: высокая масличность, оптимальное соотношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным, повышенное содержание биологически активных веществ и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bligh-Dyer. Neutral lipid extraction by the method of Bligh-Dyer // *Can. J. Biochem. Physiol.* — 1959. — V. 37. — P. 922.
2. Hamberg M., Hamberg G. 15(R)-Hydroxylinoleic acid, an oxylipin from oat seeds // *Photochemistry.* — 1996. — V. 42, № 3. — P. 729–732.
3. Лоскутов И. Г., Чмелева З. В. Агрономическая и биохимическая характеристика дикорастущих образцов овса // *Сб. научн. тр. по прикл. бот., ген. и сел.* — 1997. — Т. 151. — С. 98–106.
4. Banas A., Dahlqvist A. et al. Accumulation of storage products in oat during kernel development // *Biochem. Soc. Transact.* — 2000. — V. 28, part 6. — P. 705–707.
5. Zhou M., Robards K., et al. Oat lipids // *JAOCs.* — 1999. — V. 76, № 2. — P. 159–169.
6. Zhou M. X., Holmest M. G., et al. Fatty acid composition of lipids of Australian oats // *Cereal Sci.* — 1998. — V. 28. — P. 311–319.
7. Welch R. W., Leggett J. M. Nitrogen content, oil content and oil composition of oat cultivars (*A. sativa*) and wild *Avena* species in relation to nitrogen fertility, yield and partitioning of assimilates // *Cereal Sci.* — 1997. — V. 26. — P. 105–120.
8. Низова Г. К., Родионова Н. А. Качество голозерных сортов овса на Северо-Западе Нечерноземной зоны РСФСР // *Труды по прикл. бот., ген. и сел.* — 1986. — Т. 107. — С. 40–45.

Шеленга Т. В., канд. биол. наук; Леонова С. В.;
Конярев А. В., докт. биол. наук, профессор;
Лоскутов И. Г., докт. биол. наук, профессор;
Всероссийский НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова

Карлсон А., докт. биол. наук; Стим С., докт. биол. наук, профессор;
Шведский сельскохозяйственный университет, г. Альнарн