

Государственное научное учреждение

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР ИМ. В.С. ПУСТОВОЙТА  
Российская академия сельскохозяйственных наук

# МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ БЮЛЛЕТЕНЬ  
Всероссийского научно-исследовательского  
института масличных культур

Выпуск № 1 (146-147)

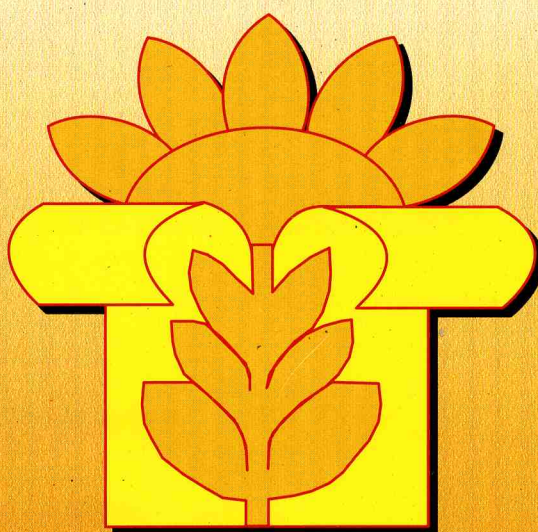


Таблица 5 – Урожайность семян сои при различных способах посева

ОАО «Агрообъединение «Кубань»  
Усть-Лабинского района

Способ посева (междурядья, см)	Урожайность семян по годам, т/га			
	2005	2006	2007	средняя
Рядовой (15 см)	1,82	1,51	1,98	1,77
Широкорядный (45 см)	2,34	1,94	1,94	2,07
Широкорядный (70 см)	2,33	2,22	1,74	2,10

Применение такого способа посева сои в крае даже на десяти процентах посевной площади под соей, т.е. около 10 тыс. га, может обеспечить суммарную эффективность от него порядка 15,9 млн. рублей в год.

#### Список литературы

1. Шалунова, Л.П. Оптимизация условий развития сои в посевах с узкими междурядьями / Л.П. Шалунова, В.М. Конечный // Сб.: Оптимизация условий возделывания сои в Приамурье. – Новосибирск, 1981. – С. 19-26.
2. Губанов, П.Е. Соя на орошаемых землях Поволжья / П.Е. Губанов, К.П. Калиберда, В.Ф. Кормилицын. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 94 с.
3. Омаров, А.М. Приёмы возделывания сои в равнинной зоне Дагестанской АССР // Бюл. НТИ по масл. культ. ВНИИМК. – Краснодар, 1980. – Вып. 1. – С. 86-87.
4. Каптушев, А.У. Нормы и способы сева сои в Ставропольском крае / А.У. Каптушев, Н.М. Казьмин // Масличные культуры. – М., 1986. – № 5. – С. 25-27.
5. Минковский, А.Е. Продуктивность сортов сои в зависимости от приёмов выращивания / Сб. науч. тр. института масличн. культур УААН. – Запорожье, 1999. – С. 142-146.
6. Махонин, В.Л. Агротехнические приёмы возделывания сои в рисовых севооборотах Кубани: / Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 1997. – 24 с.
7. Yelverton, F.H., Coble H.D. Narrow row spacing and canopy formation reduces weed resurgence in soybeans (*Glycine max*). / F.H. Yelverton, H.D.Coble // Weed Technol. – 1991. – 5:169-174.
8. Баранов, В.Ф. Сортовая специфика возделывания сои / В.Ф. Баранов, Уго Торо Корреа.

– Краснодар, 2007. – 184 с.

9. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. 2-е издание, перераб. и дополн. / Под общ. ред. В.М. Лукомца. – Краснодар, 2010. – 328 с.

### ОЦЕНКА РЕАКЦИИ СОИ СОРТА КОМСОМОЛКА НА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

**И.В. Сеферова\***,

кандидат биологических наук

**Л.Ю. Новикова\***,

кандидат технических наук

**А.Ю. Некрасов\*\***,

научный сотрудник

\*ГНУ ВИР Россельхозакадемии,

Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42-44

\*\* ГНУ Кубанская опытная станция ВИР,

Россия, Краснодарский край, Гулькевичский район, п. Ботаника.

(812)314-4732; [i.seferova@vir.nw.ru](mailto:i.seferova@vir.nw.ru)

Ключевые слова: соя, изменение климата, Краснодарский край, регрессионный анализ

УДК 635.655: 631.524.85(470.62)

**Введение.** Усиление интереса к климатической зависимости сельскохозяйственного производства связано в последнее время с оценкой экономического эффекта происходящего потепления и связанной с ним дестабилизации климата. В «Стратегическом прогнозе изменений климата РФ на период до 2010-2015 гг. и их влияния на отрасли экономики России», составленном Росгидрометом, отмечено, что на Северном Кавказе из-за развития засушливости прогнозируется снижение урожайности до 22 % [1]. Для эффективного использования меняющегося на наших глазах биоклиматического потенциала регионов необходимо принятие мер по адаптации растениеводства, оптимизации видовой и сортовой структуры посевных площадей. Это требует анализа происходящих климатических изменений и выделения климатических факторов, определяющих реакцию растений на эти изменения [2; 3].

**Материалы и методы.** В работе исследованы изменения значений хозяйственно ценных признаков сои сорта Комсомолка за 36 лет

наблюдений в условиях Краснодарского края на Кубанской опытной станции ВИР (КОС ВИР). Сорт Комсомолка был создан во ВНИИ масличных культур (г. Краснодар) и допущен для промышленного использования с 1974 г. [4]. Он является среднеспелым сортом зернового направления использования, способным достаточно полно использовать агроклиматические ресурсы Краснодарского края. В настоящее время в производственные посевы сорт не включается и заменен современными сортами. При изучении образцов сои коллекции ВИР сорт Комсомолка использовался в течение многих лет как стандарт, то есть высевался каждый год в нескольких повторностях вместе с новыми образцами, проходящими 3-летнее изучение, и исследовался по одной и той же методике [5]. В данной работе нами проанализированы признаки: продолжительность вегетационного периода, урожай с 1 м<sup>2</sup>, масса 1000 семян (по данным за 1973-1987 и 1989-2009 гг.), средняя высота растений (за 1989-2009 гг.) и содержание белка и масла в семенах (за 1988, 1990-1994 гг.). По данным за 1974-1990 гг., анализировалась продолжительность периодов от всходов до цветения и от цветения до созревания. Использованные оценочные характеристики были получены при изучении образцов на КОС ВИР и в методических отделах ВИР. Метеоданные получены на метеостанции КОС ВИР.

По погодно-климатическим показателям анализировался период с апреля по октябрь. Оценивались периоды всходы-цветение и цветение-созревание, а так же отдельные месяцы и периоды между датами устойчивого перехода температур через 10 и 15 °С. Учитывались среднемесячные, среднесуточные температуры и суммы осадков, суммы активных и эффективных температур, суммы осадков и ГТК (гидротермический коэффициент) периодов.

Для определения основных факторов, влияющих на хозяйственно ценные признаки сои, использовался метод корреляционно-регрессионного анализа, в том числе в последовательных разностях.

**Метод последовательных разностей.** Наиболее точные результаты при любом статистическом анализе получаются при большой выборке, в данном случае – при анализе большого количества лет наблюдений. Однако модели регрессионных связей между признаками, построенные по различным периодам, зачастую отличаются. Из наших данных видно, что

при одних и тех же значениях ГТК урожайность в 80-х годах была ниже урожайности 70-х (рис. 3). Это можно объяснить влиянием экономических или иных, систематически влияющих факторов (не учтенных в методике опыта). В итоге модель, построенная по совокупности периодов, может оказаться плохо обусловленной или, при значительном сдвиге, вообще получится искаженной и показать ложные корреляции. Методы анализа связей временных рядов, и в частности проблема ложных корреляций, подробно исследуются в эконометрике для анализа связей между экономическими показателями [6]. Нами для выявления регрессионных зависимостей хозяйственно ценных признаков овса, пшеницы и сои от климатических характеристик ранее уже был успешно применен разработанный в эконометрике метод последовательных разностей [7; 8].

Рассмотрим метод последовательных разностей на простейшем приближении линейных зависимостей между хозяйственно ценными и погодно-климатическими переменными, обычно принимаемом при анализе погодно-климатических изменений в пределах нормы реакции растений. Наши предыдущие исследования и общие соображения о характере посторонних воздействий позволяют предположить возможность линейного (улучшение – ухудшение экономических условий) приближения неклиматических воздействий. Пусть уровень хозяйственно ценного признака  $Y$  в момент времени  $t_i$  линейно зависит от климатической характеристики  $K_i = K(t_i)$  с коэффициентами регрессии  $a_K$ ,  $b_K$  и от систематического неклиматического постороннего воздействия с коэффициентами  $a_t$ ,  $b_t$ :

$$Y_i(K_i, t_i) = (a_K + b_K K_i) + (a_t + b_t t_i).$$

Задача – найти  $b_K$ . Чтобы убрать влияние  $a_t$  и  $b_t$ , переходим от рассмотрения исходных уровней признаков к анализу их приростов  $\Delta$  (скоростей изменения) за последующие годы:

$$\Delta_i Y = Y_i - Y_{i-1}.$$

$$\text{Тогда: } \Delta_i Y = b_K \Delta_i K + b_t \Delta_i t = b_K \Delta_i K + b_t, \\ \text{где } \Delta_i K = K_i - K_{i-1}.$$

По полученным уравнениям в разностях можно определить коэффициент регрессии исходных уровней  $b_K$ .

Если неклиматическая тенденция меняется в момент времени  $t_n$ :

$$\begin{cases} Y(t) = a_{11} + b_{11}t, & t \leq t_n \\ Y(t) = a_{12} + b_{12}t, & t > t_n \end{cases}, \text{ тогда}$$

$$\begin{cases} \Delta_i Y = b_K \Delta_i K + b_{11}, & t \leq t_n \\ \Delta_i Y = b_K \Delta_i K + b_{12}, & t > t_n \end{cases}$$

Анализ зависимости  $Y$  от  $K$  получим переходом ко вторым разностям  $\Delta\Delta Y$ :

$$\Delta\Delta_i Y = b_K \Delta\Delta_i K$$

Метод не свободен от недостатков, которые следует учитывать. Он не дает возможности найти  $a_K$  и прогнозировать исходные уровни значений признаков; при наличии пропусков в данных их количество умножается с каждой последовательной разностью и фактически изменяет область, на которой определяется зависимость.

**Результаты и обсуждение** (Динамика климата на Кубанской станции ВИР).

В 1973-2009 гг. наблюдалась нелинейная динамика климатических характеристик: сумм активных температур за период устойчивого перехода через  $10^\circ\text{C}$ , осадков за этот период и  $\text{ГТК}_{10}$  (рис. 1). Активный рост температур начался в 90-х годах и продолжается в настоящее время. В 70- 80-х годах наблюдалось слабое похолодание за счет уменьшения температур мая, июня, июля.

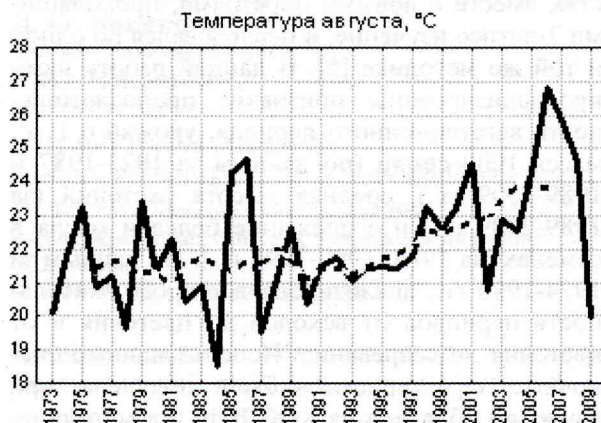
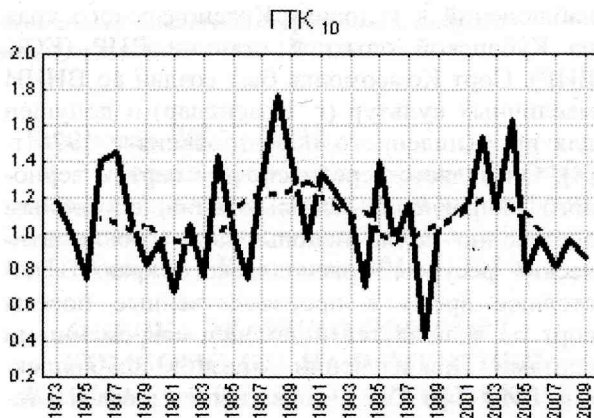


Рисунок 1 – Динамика погодно-климатических характеристик в 1973-2009 гг. в Краснодарском крае на Кубанской опытной станции ВИР. Пунктиром показаны сглаженные скользящей средней значения.

Начиная с 1990 г., наибольшая скорость роста температур отмечена в августе ( $0,15^\circ\text{C}$ ) и значимая в июле и сентябре ( $0,11^\circ\text{C}$ ), что со-

гласуется с литературными данными по Северо-Кавказскому региону [2]. Сумма температур за период устойчивого перехода через 10 °С росла в среднем на 23,3 °С в год; в период 1980-1999 гг. она составляла в среднем 3460 °С в год, в 2000-2009 гг. – 3700 °С в год. Увеличились продолжительности периодов устойчивого перехода температур через 10 и 15 °С в основном за счет более позднего осеннего окончания этих периодов. Особенно заметно растет продолжительность периода с температурами выше 15 °С – на 1,1 дня в год. В исследованные годы продолжительность периода с температурами выше 15 °С колебалась от 131 дня в 1985-1995 гг. до 143 дней в 2000-е.

Среднеспелые сорта сои нуждаются в различной сумме активных температур (>10 °С) – от 2200 до 2800 °С [9]. Сумма температур, фактически накапливаемых сортом Комсомолка за период всходы-созревание, составляла за изученные годы в среднем 2685 °С. В самые холодные годы из изученных (конец 80-х–начало 90-х) суммы температур за период устойчивого перехода через 10 °С составляли 3350°С в год, в самых жарких (2000-х) – 3700 °С.

За изученные годы достоверного долговременного тренда осадков и ГТК не наблюдалось. Выявлено только достоверное уменьшение осадков апреля, особенно заметное в 2000 году.

**Изменения значений хозяйственно ценных признаков сои сорта Комсомолка за годы изучения.**

В среднем продолжительность периода всходы-созревание за исследованные 36 лет составляла 134 дня. Наименьшая продолжительность периода (112 дней) наблюдалась в 1983 г., когда при обычной дате посева 4 мая были очень поздние всходы – 3-8 июня, так как в мае выпало исключительно мало (15,3 мм) осадков. Очень коротким (118 дней) был вегетационный период в 1994 г., когда средняя температура сентября достигла 21 °С – максимального за изученный период значения. Наибольшая продолжительность вегетации (153 дня) была в холодном 1976 г., когда полное созревание наблюдалось 13 октября. В целом, в изменениях продолжительности вегетационного периода достоверных тенденций не наблюдалось (рис. 2).

Высота растения за 21 год изучения в среднем составляла 79 см, при минимальном значении 50 см в жарком 2007 г. и максимальном 98 см в 1997 г., когда был самый холодный за период 1973-2009 гг. сентябрь (13,3 °С). Высота в 1989-2009 гг. показала тенденцию к уменьшению – на 0,8 см/год.

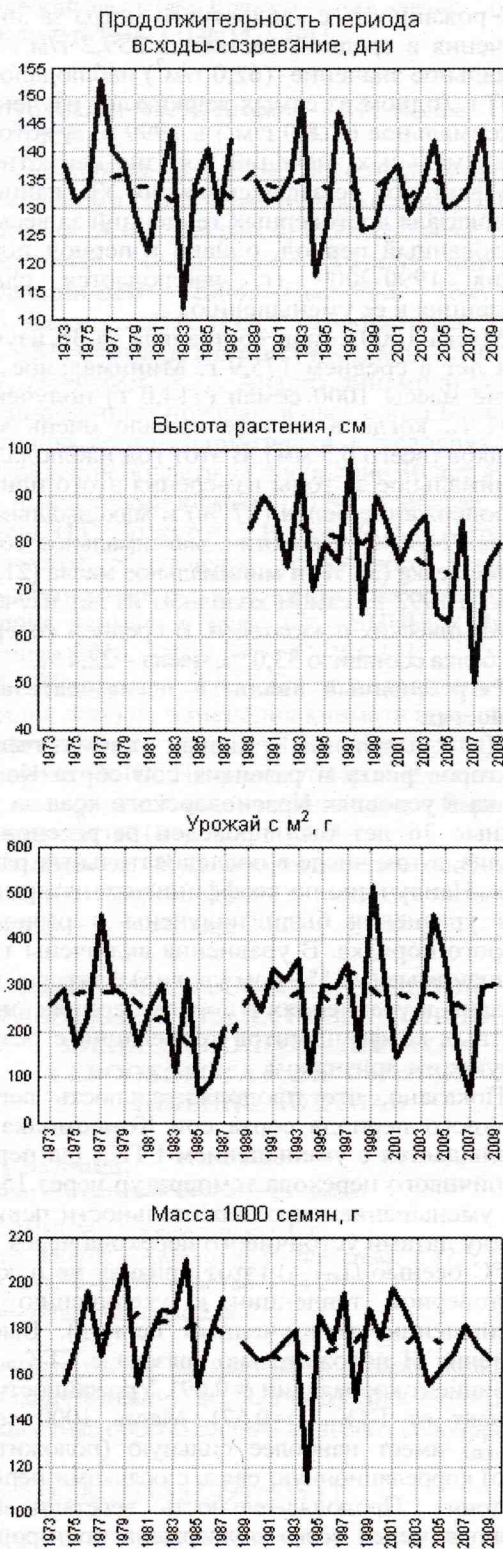


Рисунок 2 – Динамика хозяйственно ценных признаков сои сорта Комсомолка 1973-2009 гг. Пунктиром показаны сглаженные скользящей средней значения

Урожайность с квадратного метра за 36 лет изучения в среднем составила 259,2 г/м<sup>2</sup>. Минимальное значение (62,0 г/м<sup>2</sup>) наблюдалось в 2007 г. (одном из самых жарких лет изучения), максимальное (518,0 г/м<sup>2</sup>) в 1999 г., в котором экстремальных значений погодно-климатических факторов не зафиксировано. Урожайность не показала достоверных тенденций за весь исследованный период, однако в период потепления 1990-2009 гг. наблюдается слабая тенденция к ее уменьшению.

Масса 1000 семян составляла за 36 изученных лет в среднем 175,9 г. Минимальное значение массы 1000 семян (114,0 г) получено в 1994 г., когда в августе выпало очень мало осадков (всего 6,5 мм). В этот год наблюдались минимальное за годы измерения этого признака содержание белка (27 %) и максимальное – масла (24,9 %). Напротив, максимальное содержание белка (38 %) и минимальное масла (21,1%) было в 1992 г., самом холодном из лет изучения биохимических показателей. В среднем содержание белка составило 33,0 %, масла – 22,4 %.

**Регрессионный анализ в последовательных разностях.**

Для выделения главных климатических факторов роста и развития сои сорта Комсомолка в условиях Краснодарского края за изученные 36 лет был проведен регрессионный анализ, в том числе в последовательных разностях. Наилучшие по коэффициенту детерминации уравнения были получены в разностях второго порядка. В уравнения включены только значимые (на 5%-ном уровне) факторы. Они указаны в уравнениях в порядке понижения их частных коэффициентов корреляции с результирующим признаком.

Показано, что продолжительность вегетационного периода сорта сои Комсомолка (L) уменьшается с уменьшением ГТК<sub>15</sub> (за период устойчивого перехода температур через 15 °С) и с уменьшением продолжительности периода между датами устойчивого перехода через 15 и 10 °С осенью (L<sub>15\_10</sub>) (этот признак не показал достоверной тенденции к увеличению или уменьшению за изученный период). Высота растения Н положительно связана с ГТК<sub>10</sub> (коэффициент корреляции r=0,69). Урожайность (Y) зависит от ГТК<sub>10</sub> (r=0,67). Масса 1000 семян (M<sub>1000</sub>) имеет наиболее сильную (положительную) корреляционную связь с осадками периода цветения. Продолжительность вегетационного периода менее всего подвержена посторонним изменениям, что мы наблюдали и в предыдущих исследованиях, и ее коэффициент детерминации слабо зависит от порядка разности [7; 8].

$$\Delta L = 0,441 + 11,076 \Delta \Delta ГТК_{15} + 0,311 \Delta L_{15_10} \quad R^2 = 0,60;$$

$$\Delta H = -0,640 + 34,615 \Delta \Delta ГТК_{10} \quad R^2 = 0,48;$$

$$\Delta \Delta Y = -3,326 + 237,744 \Delta \Delta ГТК_{10} \quad R^2 = 0,45;$$

$$\Delta \Delta M_{1000} = -2,613 + 0,270 \Delta \Delta R_{\text{цветение-созревание}} \quad R^2 = 0,59.$$

В исходных уровнях связи слабей и немного другие спецификации моделей:

$$L = 117,219 + 13,004 ГТК_{15} + 0,252 L_{15_10} \quad R^2 = 0,50;$$

$$H = 56,785 + 21,770 ГТК_{10} \quad R^2 = 0,26;$$

$$Y = 68,073 + 179,809 ГТК_{10} \quad R^2 = 0,21;$$

$$M_{1000} = 150,800 + 0,166 R_{\text{цветение-созревание}} \quad R^2 = 0,28.$$

Анализ механизма улучшения модели при переходе к последовательным разностям продемонстрирован на примере зависимости урожая с 1 м<sup>2</sup> от ГТК<sub>10</sub> (рис. 3).

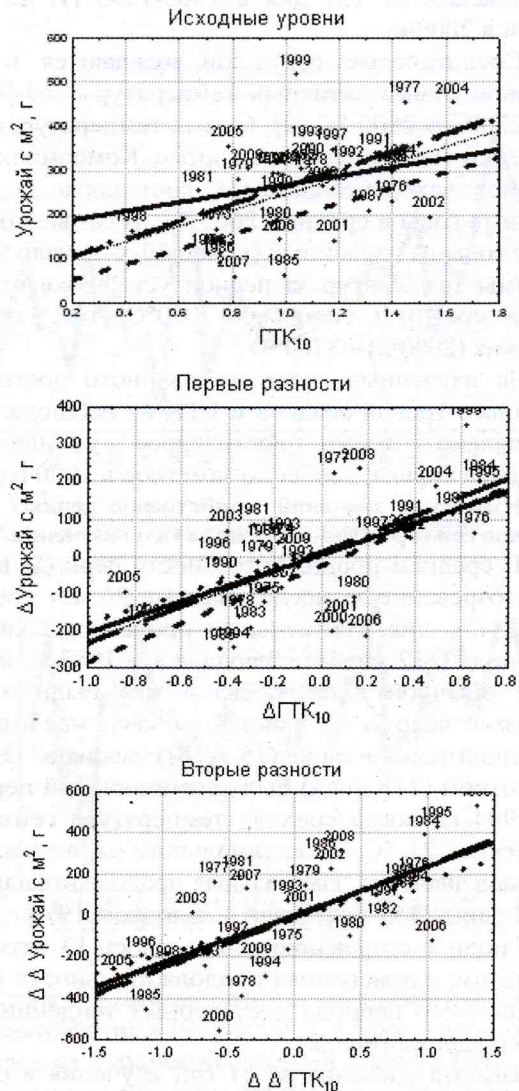


Рисунок 3 – Анализ зависимости продолжительности периода в последовательных разностях. Линии регрессии: 1970 годы – точечный пунктир, 1980 годы – штриховой пунктир, 1990 годы – длинный штриховой пунктир, 2000 годы – сплошная линия

В исходных уровнях видно, что линия зависимости урожайности от ГТК<sub>10</sub> 80-х годов идет параллельно линии 70-х, но ниже, то есть урожай с 1 м<sup>2</sup> при том же значении ГТК<sub>10</sub> ниже (примерно на 73 г), чем в 70-х. Линия 90-х годов практически совпадает с линией 70-х. В 2000-е годы коэффициент регрессии уменьшается, возможно, за счет положительного неклиматического воздействия (ГТК<sub>10</sub> в этот период слабо уменьшается). В зависимостях скоростей изменения признаков друг от друга (первых разностях) сдвиг 80-х ликвидируется. Во вторых разностях линии регрессии еще более сближаются, что позволяет все более достоверно анализировать зависимость изменений хозяйственно ценных признаков от изменений климатических параметров.

**Выводы.** На фоне тенденций потепления климата, определяющих в Краснодарском крае рост температур июля–сентября (при практически неизменных осадках) можно прогнозировать уменьшение урожайности сои сорта Комсомолка.

1. Решающими климатическими факторами, влияющими на формирование хозяйственно ценных признаков сои сорта Комсомолка, являются ГТК периодов устойчивого перехода температур через 10 и 15 °С. В частности, вегетационный период укорачивается с уменьшением ГТК<sub>15</sub>, а урожайность и высота положительно связаны с ГТК<sub>10</sub>.

2. Метод последовательных разностей позволяет увеличить объясняющую силу регрессионных моделей, более точно определить перечень факторов, влияющих на формирование хозяйственно ценных признаков, и увеличить прогностическую способность моделей.

#### Список литературы

1. Стратегический прогноз изменений климата РФ на период до 2010-2015 годов и их влияния на отрасли экономики России / [http://www.meteo.ru/publish/obzor/klim\\_r.pdf](http://www.meteo.ru/publish/obzor/klim_r.pdf) дата обращения 18/03/2011).

2. Гордеев, А.В. (Ред.). Биоклиматический потенциал России: меры адаптации в условиях изменяющегося климата. – М., 2008. – 207 с.

3. Сиротенко, О.Д. Методы оценки изменений климата для сельского хозяйства и землепользования. Методическое пособие. – М., 2007. – 77 с.

4. Соя. Каталог районированных сортов сельскохозяйственных культур по союзным

республикам. Часть вторая. – М.: Колос, 1979. – С. 347-349.

5. Сеферова, И.В. Соя. Исходный материал для селекции сои в Краснодарском крае / И.В. Сеферова, А.Ю. Некрасов, О.И. Силаева, З.Ю. Тетер, М.А. Никишкина // Каталог мировой коллекции ВИР. – 2008. – Вып. 782. – 56 с.

6. Елисеева, И.И. (Ред.). Эконометрика: Учебник. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 576 с.

7. Новикова, Л.Ю. Анализ динамики хозяйственно-ценных признаков овса сорта Боррус и пшеницы сорта Ленинградка в условиях Ленинградской области за последние 30 лет в связи с изменениями климата / Л.Ю. Новикова, В.Н. Дюбин, И.Г. Лоскутов, Е.В. Зуев // Агрометеорологическое обеспечение устойчивого развития сельского хозяйства в условиях глобального изменения климата (Труды ГУ «ВНИИСХМ»). – Обнинск, 2010. – Вып. 37. – С. 263-273.

8. Новикова, Л.Ю. Оценка реакции сои (*Glycine max*) на изменения климата в условиях Краснодарского края / Л.Ю. Новикова, И.В. Сеферова, А.Ю. Некрасов // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии. – Иркутск, 2010. – С. 750-753.

9. Баранов, В.Ф. Биологические особенности сои // Соя. Биология и технология возделывания. – Краснодар, 2005. – С. 25-80.

#### ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗВЕНА ЗЕРНОПРОПАШНОГО СЕВООБОРОТА РАПС ОЗИМЫЙ – ПШЕНИЦА ОЗИМАЯ

**А.С. Бушнев,**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ГНУ ВНИИМК Россельхозакадемии

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. Филатова, д. 17,

тел. (861)275-85-03, факс (861)254-27-80

e-mail: [vniimk-agro@mail.ru](mailto:vniimk-agro@mail.ru)

**Ключевые слова:** озимый рапс, озимая пшеница, отвальная вспашка, мелкая обработка почвы, поверхностная обработка почвы, звено севооборота

УДК 631.582:633.853.494+633.11

Обработка почвы – важное звено в системе агротехнических мероприятий по производству продуктов растениеводства. Несмотря на постоянное совершенствование почвообрабатывающих орудий и повышение их производи-