

## АДАПТИВНОСТЬ НОВОГО СОРТА ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО ОМСКИЙ 101

<sup>1</sup>П. Н. Николаев, кандидат сельскохозяйственных наук<sup>1</sup>О. А. Юсова, кандидат сельскохозяйственных наук<sup>2</sup>Н. И. Аниськов, доктор сельскохозяйственных наук<sup>2</sup>И. В. Сафонова, кандидат сельскохозяйственных наук<sup>1</sup> Омский аграрный научный центр, Омск, Россия<sup>2</sup> Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: 55asc@bk.ru

**Ключевые слова:** сорт, ячмень, адаптивность, стабильность, пластичность, стрессоустойчивость, гомеостатичность

**Реферат.** Создание потенциально высокоурожайных сортов ячменя, приспособленных к условиям определенного региона, является первоочередной задачей селекции. Цель настоящего исследования – охарактеризовать новый двурядный сорт ярового ячменя Омский 101 по урожайности и адаптивности для условий южной лесостепи Западной Сибири. Комплексные исследования проведены на опытных полях Омского АНЦ с 2014 по 2018 г. Оригинатор ярового ячменя Омский 101 – ФГБНУ Омский АНЦ, в качестве родительских форм выступал сортовой материал Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Сорт Омский 101 относится к лесостепной экологической группе сортов, засухоустойчивый, среднеспелый, устойчив к полеганию. Отличительные особенности: среднерослость; полупрямостоячий средней толщины и прочности стебель, окраска стеблевых узлов коричневая; средней ширины лист, отсутствие опушения на влагалищах нижних листьев, наличие воскового налета; двурядный, пленчатый, остистый колос цилиндрической формы; переход цветочной чешуи в ость постепенный, нервация слабо выражена; ости длинные, гладкие, расположены параллельно колосу, средней грубости; возможна антоциановая окраска кончиков и зазубренность, щетинка волосистая; зерно желтое, пленчатое, полуудлиненное, крупное. Сорт высокоурожаен в условиях Западной Сибири (прибавка 0,55 т/га к стандарту в зоне южной лесостепи и 0,38 т/га в степной в среднем за период исследований с 2014 по 2018 г.). Сорт характеризуется отзывчивостью на улучшение условий выращивания как при определении по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell ( $b_i = 1,1$ ), так и по методикам, предложенным А.А. Грязновым ( $ИЭП = 1,05$ ) и С. Wricke ( $W_i = 0,20$ ). Исследуемый сорт отличался также повышенной стабильностью ( $\sigma_d^2 = 0,1$  по S.A. Eberhart и W.A. Russell) и адаптивностью ( $КА = 104,6\%$  по Л.А. Животкову). Сорт передан на государственное сортоиспытание в 2018 г. по Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам.

## ADAPTIVITY OF NEW VARIETY OF OMSKIY 101 SPRING BARLEY

<sup>1</sup>Nikolaev P.N., Candidate of Agriculture<sup>1</sup>Yusova O.A., Candidate of Agriculture<sup>2</sup>Aniskov N.I., Doctor of Agricultural Sciences<sup>2</sup>Safonova I.V., Candidate of Agriculture<sup>1</sup>Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia<sup>2</sup>Vavilov Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

**Key words:** variety, barley, adaptability, stability, plasticity, stress resistance, homeostaticity.



*Abstract. The authors see the creation of potentially high-yield varieties of barley adapted to the conditions of a particular region as a priority for selection. The study characterizes a new two-row variety of spring barley Omskiy 101 in terms of yield and adaptability for the conditions of the southern forest-steppe in Western Siberia. Comprehensive studies were carried out on the experimental fields of Omsk ANC premises from 2014 to 2018. The originator of spring barley Omskiy 101 was the Federal State Budget Scientific Institution Omsk ANC. A parental material was taken from the variety given by the Vavilov Federal Research Center Russian Institute of Plant and Genetic Resources. The variety Omskiy 101 belongs to the forest-steppe ecological group of varieties, drought tolerant, mid-season, resistant to lodging. Distinctive features: average height; semi-straight, medium thickness and strength stem, the color of the stem nodes brown; the average width of the leaf, the absence of pubescence on the vaginas of the lower leaves, the presence of a wax coating; two-row, membranous, spinous spike of cylindrical shape; the transition of flower scales to the spine is gradual, the nerve is poorly expressed; the spines are long, smooth, parallel to the spike, of medium roughness; possible anthocyanin coloration of tips and serration, hairy bristles; the grain is yellow, filmy, semi-elongated, large. The variety is highly harvested in Western Siberia (an increase of 0.55 t/ha to the standard in the Southern forest-steppe zone and 0.38 t/ha in the steppe on average for the period of research from 2014 to 2018). The variety is characterized by responsiveness to improved growing conditions as determined by S.A. Eberhart, W.A. Russell ( $bi = 1,1$ ), and according to the methods proposed by A.A. Gryaznov ( $IEP = 1.05$ ) and C. Wricke ( $Wi = 0.20$ ). The studied variety was also characterized by increased stability ( $\sigma^2d = 0.1$  according to S.A. Eberhart and W.A. Russell) and adaptability ( $KA = 104.6\%$  according to L.A. Zhivotkov). The variety was submitted for state variety testing in 2018 in the Ural (9), West Siberian (10) and East Siberian (11) regions.*

Ячмень – незаменимая по исключительному многообразному использованию зерновая культура – в Российской Федерации достаточно широко распространен. Максимальные площади он занимает на Северном Кавказе, Урале, в Сибири, Центрально-Черноземной и Нечерноземной зонах [1].

В сложных климатических условиях Западной Сибири ячмень имеет приоритет перед пшеницей и овсом как зернофуражная и кормовая культура в силу таких основополагающих характеристик, как засухоустойчивость, продуктивность и кормовые достоинства [2]. В Омской области сосредоточена двенадцатая часть всех посевных площадей ячменя Сибири [3].

В связи с тем, что любой регион имеет свои характерные климатические и почвенные особенности, генерируется потребность для каждого из них создавать сорта, которым свойственна повышенная адаптивность к отрицательным абиотическим и биотическим показателям с достаточно значимой продуктивностью и способностью реализовывать ее даже в стрессовых условиях. На данный

момент сорт можно назвать основополагающим условием повышения урожайности, роль которого и в дальнейшем будет возрастать [4].

В Западной Сибири почвенно-климатические условия пригодны для выращивания ячменя, но в ряде случаев наблюдается резкое снижение урожайности на фоне отрицательного проявления абиотических факторов (высокий температурный режим, недостаток влаги в почве). Неисчерпаемым и возобновимым резервом повышения как продуктивных, так и качественных показателей зерна ячменя (наряду с широко известными и повсеместно применяемыми, такими как технологии возделывания) является сорт. Каждый новый сорт создается с актуальными на данный момент характеристиками – высоким потенциалом урожайности, отзывчивостью на условия интенсификации, устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессорам применительно к конкретным природно-климатическим условиям региона возделывания.



Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод, что создание потенциально высокоурожайных сортов ячменя, приспособленных к условиям определенного региона, является первоочередной задачей селекции как в широком понимании, так и применительно к Западно-Сибирскому региону. Характерной особенностью данного региона является многообразие природно-климатических зон (тундра, лесотундра и северная тайга, средняя тайга, южная тайга, лесостепь, степь, горы). В свою очередь, лесостепь подразделяется на северную и южную. Каждый вновь создаваемый сорт ячменя, в идеале, должен обладать характеристиками адаптивности к нескольким природно-климатическим зонам региона возделывания.

Цель настоящего исследования – охарактеризовать новый двурядный сорт ярового ячменя Омский 101 по урожайности и адаптивности для условий южной лесостепи Западной Сибири.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Комплексные исследования проведены на опытных полях Омского АНЦ (лаборатория селекции зернофуражных культур) с 2014 по 2018 г. [5].

Предмет исследований – новый перспективный кормовой сорт ярового ячменя Омский

101, переданный на государственное сортоиспытание в 2018 г. В качестве стандартного сорта использован Омский 95 (патент № 3102, зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений РФ 26.04.2006). Для аналогии приведены данные последнего переданного на ГСИ (2016 г.) высокоурожайного сорта Омский 100.

Годы исследований (2013-2018 гг.) характеризовались контрастными условиями, что характерно для резко-континентальных условий Омской области. Период вегетации 2014 г. отмечен как засушливый (ГТК = 0,92), 2015 г. – сухой и холодный (ГТК = 0,70), 2013 и 2018 г. – как достаточно увлажненный (ГТК = 0,99). В третьей декаде июля и начале августа в колосе растения образуется зерновка, поэтому климатические показатели данных периодов оказывают непосредственное воздействие на урожайность. Указанный временной интервал характеризовался обильными осадками июля в течение всего периода наших исследований, а также в августе 2013 – 2015, 2018 гг. (выше среднеемноголетних данных на 29,3-84,0 мм, т.е. в 2 – 4 раза) (рис. 1, 2). Недобор осадков наблюдался в 2016 и 2017 гг. (ниже на 0,4 и 2,7 мм среднеемноголетних данных, что составило 97,8 и 84,0 %). На этом фоне наблюдался недобор тепла в июле 2013-2015 и 2018 гг. (ниже нормы на 1,0–3,0 °С), а также августе 2015 г. (на 0,5 °С).

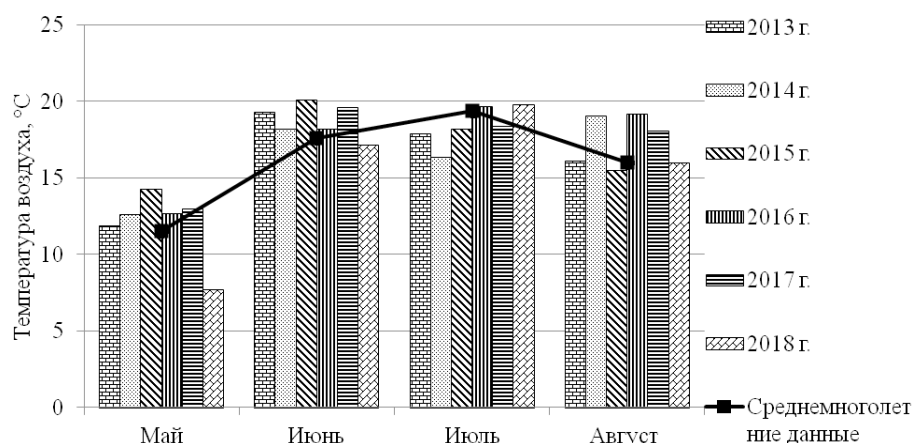


Рис. 1. Средняя температура воздуха вегетационных периодов с 2013 по 2018 г., Омская ГМС  
The average temperature of the vegetation periods from 2013 to 2018, Omsk hydrometeorological station



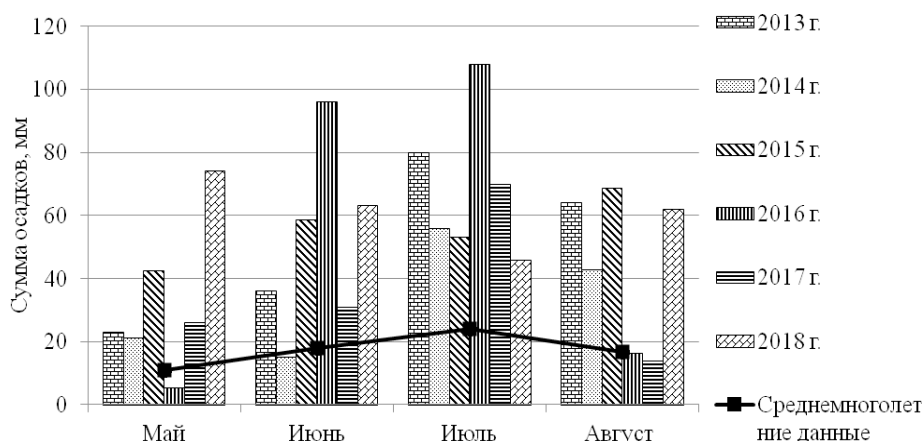


Рис. 2. Сумма осадков вегетационных периодов с 2013 по 2018 г., Омская ГМС

The amount of precipitation of vegetation periods from 2013 to 2018, Omsk hydrometeorological station

Агротехника ячменя – общепринятая для Западно-Сибирского региона. Учитывая повышенную потребность культуры к наличию влаги и почвенному плодородию, необходимо особое внимание уделять предшественнику. В наших исследованиях ячмень высевался третьей культурой после пара. Основная обработка почвы включала лущение стерни одновременно с уборкой зерновых и зяблевую вспашку. Обработка зяби состояла из закрытия влаги боронованием и последующей культивации на глубину 6–8 см. При посеве использована селекционная сеялка ССФК-7. Площадь опытной делянки составляла 10 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, норма высева – 4 млн всхожих зерен на 1 га. В комплекс мероприятий по уходу за посевами ячменя входит уничтожение почвенной корки и борьба с сорняками путем боронования. Довсходовое боронование проводилось через 5-6 дней после посева, затем в фазу трех-четырех листьев для уничтожения однолетних сорняков.

По приведенным данным урожайности перечисленных сортов за исследуемый период проведена математическая обработка [6]. Вычислены коэффициенты стабильности ( $\sigma^2_d$ ) [7], мультипликативности (KM) [8], адаптивности (KA) [9], устойчивости к стрессу ( $Y_{min}-Y_{max}$ ) компенсаторной способности ( $\frac{Y_{min}+Y_{max}}{2}$ ) [10]. Также проведены исследования пластичности сортов по нескольким методикам: рассчитаны коэффициент регрессии ( $b_i$ ) [7], эквивалента пластичности ( $W_i$ ) [11] и индекс экологической пластичности (ИЭП)

[12]. Статистическая обработка данных проведена в приложении Microsoft Office Excel для ОС Windows.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оригинатор ярового ячменя Омский 101 – ФГБНУ Омский АНЦ (ФГБНУ СибНИИСХ). В качестве родительских форм выступал сортовой материал Федерального исследовательского центра «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова», а также полученные на их основе линии, адаптированные к местным экологическим условиям, так как, согласно литературным данным, большое значение в селекции имеют и коллекция генетических ресурсов растений, и местные формы [13] (рис. 3). В качестве источников повышенной урожайности и засухоустойчивости в схемы гибридизации включены родительские сорта Колхозный и Одесский 9 (3,1 – 6,4 т/га); в качестве источников повышенного качества зерна и устойчивости к головневым заболеваниям – сорта зарубежной селекции K-900, K-920, Sabku и STM 48076.

Создание сорта Омский 101 включало следующие этапы:

1. 2005 г. – гибридизация родительских линий Нутанс 4621 × Нудум 4731.
2. 2006 г. – размножение гибридов первого поколения в сетчатом дворике Омского АНЦ.
3. 2007 г. – размножение гибридов второго поколения в полевых условиях.



4, 2008 г. – выделение 59 элитных растений в  $F_3$ , полученных методом индивидуального отбора из гибридной популяции по признакам продуктивности: число колосков в колосе, количество и масса зерен колоса.

5. 2009 г. – проведение полевых исследований элитных растений в селекционном питомнике первого года (СП-I).

6. 2010 г. – проведение дальнейших исследований, в результате которых из указанных выше элитных растений отобрано 11 линий, которые превосходили стандарт по урожайности ( $г/м^2$ ), массе 1000 зерен и основным показателям качества зерна. Семь наиболее продуктивных и высококачественных линий испытаны в селекционном питомнике второго года (СП-II).

7. 2011 г. – изучение лучших 2 линий в контрольном питомнике (КП) по показателям продуктивности, качества зерна, поражаемости головневыми заболеваниями, а также по засухоустойчивости и полеганию.

8. С 2012 по 2017 гг. – изучение наиболее урожайной линии (Медикум 4858) в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ).

9. 2018 г. – по итогам проведенных исследований полученный сорт получил наименование Омский 101 и передан на государственное сортоиспытание.

Сорт Омский 101 разновидности медикум (medicum) относится к лесостепной экологической группе. Положительные характеристики данного сорта: среднеспелость, устойчивость к засухе и полеганию.

Отличительные особенности:

- среднерослость;
- полупрямостоячий средней толщины и прочности стебель, окраска стеблевых узлов коричневая;
- средней ширины лист, отсутствие опущения на влагалища нижних листьев, наличие воскового налета;
- двурядный, пленчатый, остистый колос цилиндрической формы, средней длины, рыхлый;
- переход цветочной чешуи в ость постепенный, нервация слабо выражена;
- ости длинные, гладкие, расположены параллельно колосу, средней грубости; воз-

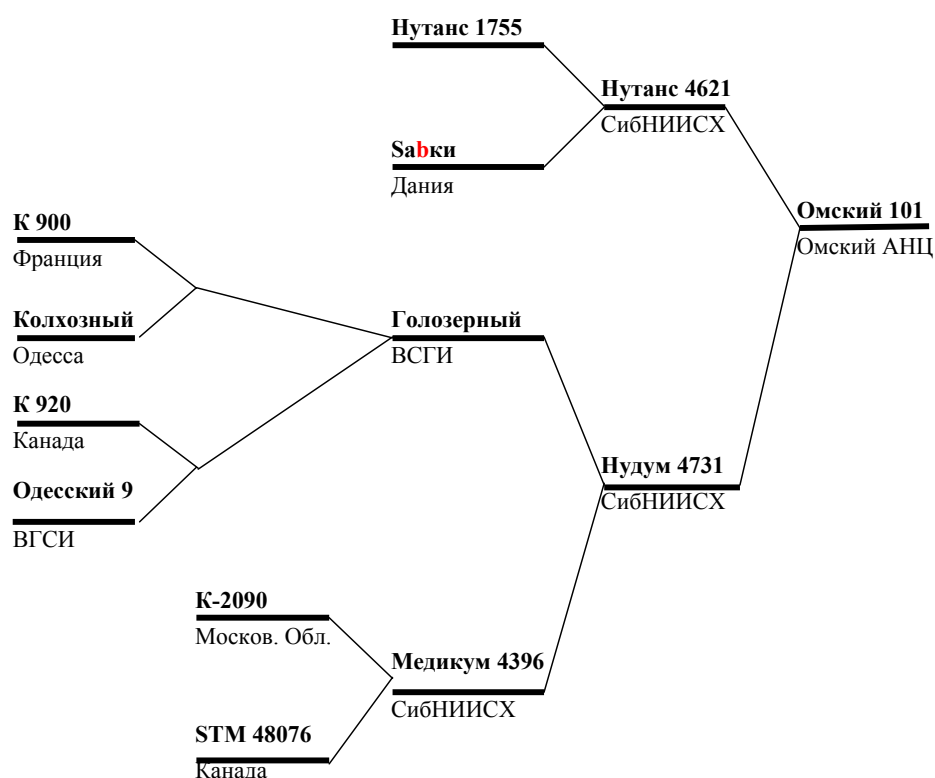


Рис. 3. Родословная сорта ячменя ярового Омский 101  
The pedigree of spring barley varieties Omskiy 101



можно антоциановая окраска кончиков и зазубренность, щетинка волосистая;

– зерно желтое, пленчатое, полуудлиненное, крупное.

Урожайность является основополагающим агрономическим показателем, определяющим результативность любых исследований [14, 15]. Это интегральный признак, выражение ко-

торого зависит от многочисленных составляющих (абиотические и биотические факторы, условия интенсификации земледелия, сортовые особенности возделываемой культуры).

Согласно данным, представленным в табл. 1, изменчивость урожайности исследуемых сортов при возделывании в различных зонах значительна ( $C_v > 20\%$ ). Максимальное

Таблица 1

Урожайность нового сорта ячменя Омский 101 в среднем за 2013-2018 гг., т/га  
The averaged yield of a new variety of barley Omskiy 101 during 2013-2018, t/ha

Сорт	Зона южной лесостепи						Степная зона		Cv, %
	посев четвертой культурой после пара		посев по зяби		посев по пару				
	$\bar{x}$	Lim	$\bar{x}$	Lim	$\bar{x}$	Lim	$\bar{x}$	Lim	
Омский 95, st.	4,23	2,24 – 5,80	6,03	4,68 – 7,39	6,94	6,57 – 7,32	3,50	1,93 – 4,20	30,6
Омский 100	4,69	3,46 – 6,55	5,76	4,63 – 6,94	6,51	6,28 – 6,75	3,78	2,15 – 4,65	23,1
Омский 101	4,78	3,15 – 6,52	6,05	4,73 – 7,36	7,10	7,11 – 7,09	3,88	2,31 – 4,50	25,9
Среднее	4,57	2,95 – 6,29	5,94	4,68 – 7,23	6,85	6,65 – 7,05	3,72	2,13 – 4,45	–
НСР <sub>05</sub>	0.17		0.09		0.18		0.07		–

значение данного показателя в среднем по сортам наблюдалось в зоне южной лесостепи (прибавка по отношению к урожайности в степной зоне составила от 0,85 т/га при посеве четвертой культурой после пара до 3,13 т/га при посеве по пару в среднем за период исследований). В свою очередь, в зоне южной лесостепи наибольшая урожайность отмечена при посеве ячменя по пару (6,85 т/га).

Стандартный сорт Омский 95 характеризовался повышенной урожайностью в южной лесостепи при посеве по зяби (6,03 т/га) и по пару (6,94 т/га), что подтверждается значительной, близкой к функциональной, сопряженностью ( $r = 0,999$ ) (табл. 2).

Сорт Омский 101 по продуктивности относится к высокоурожайным в условиях Западной Сибири. В среднем за период исследований данный сорт достоверно превышал стандарт на 0,38 т/га при посеве в степной зоне и на 0,55 т/га четвертой культурой после пара в зоне южной лесостепи ( $r = 0,965$ ). Также возможно предположить повышенную потенциальную урожайность в степной зоне и по зяби в южной лесостепи ( $r = 0,970$ ), однако в нашем опыте прибавка к стандарту в данных зонах незначительна и находится в пределах ошибки. Соответственно, можно предположить, что для повышения урожайности данного сорта требуется улучшение ус-

Таблица 2

Сопряженность урожайности сортов ячменя в зависимости от условий возделывания  
The correlation between the yield of barley varieties depending on the cultivation conditions

Зона	Омский 95, стандарт			Омский 100			Омский 101		
	Южная лесостепь								
	4-й культурой после пара	по зяби	по пару	4-й культурой после пара	по зяби	по пару	4-й культурой после пара	по зяби	по пару
Южная лесостепь									
посев по зяби	-0,998	-	-	0,995	-	-	0,999	-	-
посев по пару	-0,998	0,999	-	0,995	0,999	-	-0,999	-0,999	-
Степная зона	0,989	-0,977	-0,978	0,958	0,983	0,983	0,965	0,970	-0,970



ловий возделывания (интенсификации), что будет подтверждено дальнейшими расчетами.

Сорт Омский 100 характеризовался превышением по урожайности над стандартом (при посеве четвертой культурой после пара в зоне южной лесостепи на 0,46 т/га и в степной зоне на 0,28 т/га) и ее снижением по отношению к Омскому 101 во всех вариантах испытания на 0,09–0,59 т/га ( $r = 0,958–0,999$ ).

Для достоверной оценки адаптивного потенциала сорта требуется применение различных статических методов оценки. Первый этап исследований включает дисперсионный анализ с целью установления существенности вклада генотипа сорта и климатических условий периода испытания в формирование урожайности. Взаимные действия среды и генотипа имеют разный характер, сложность

и степень проявления. Считается, что оценка взаимодействия «генотип × среда» определенным образом характеризует стабильность и пластичность генотипов. Также данное взаимодействие может служить для оценки характерного типа взаимодействия генов (эпистаза) [16]. Согласно данным проведенных нами исследований, выявлена достоверно ( $F_{\text{факт}} > F_{05}$ ) высокая доля влияния эффектов среды на урожайность (фактор А = 88,1 %) в различных зонах возделывания сорта. Доли генотипа сорта и взаимодействия «генотип × среда» незначительны (2,8 и 1,9 % соответственно). Согласно литературным данным, подобная динамика (снижение доли генотипа сорта на фоне возрастания доли, обусловленной экологическими факторами) наблюдается у сортов с высоким потенциалом урожайности [17].

Таблица 3

**Оценка доли влияния условий возделывания и генотипа на урожайность сорта ячменя Омский 101 при возделывании в различных зонах**  
**Estimation of the share of influence of cultivation conditions and genotype on the productivity of the Omsky 101 barley variety when cultivated in different zones**

Источник варьирования	DP	SS	MS	S <sup>2</sup>	Доли	F <sub>факт</sub>	F <sub>05</sub>
Фактор А (среда)	5,0	55,9	11,2	1,1	88,1	10,8	2,4
Фактор Б (сорт)	3,0	1,1	0,4	2,8	2,8	2,8	0,3
Взаимодействие А×Б	15,0	1,7	0,1	17,0	0,9	1,9	0,1
Остаточное	46,0	47,6	1,0	47,6	8,2	1,0	0,5

*Примечание:* DP – число степеней свободы, SS – сумма квадратов, MS – средний квадрат, S<sup>2</sup> – дисперсия, F<sub>факт</sub> – критерий Фишера фактический, F<sub>05</sub> – критерий Фишера теоретический.

Note: DP is the number of degrees of freedom, SS is the sum of squares, MS is the average square, S<sup>2</sup> is the variance, F<sub>факт</sub> is the actual Fisher test, F<sub>05</sub> is the Fisher theoretical test.

В настоящее время наличия у новых сортов только высокой потенциальной урожайности недостаточно, она должна сопровождаться также адаптивностью и устойчивостью растений к неблагоприятным факторам [18]. Основным условием внедрения наиболее перспективных для конкретного региона сортов является проведение исследований по адаптивности (пластичности, стабильности, стрессоустойчивости) с целью выявления экологической ниши каждого конкретного сорта. Нами проведены расчеты адаптивности по показателю урожайности сортов с 2014 по 2018 г. с использованием шести наиболее распространенных методик (табл. 3).

Зачастую недооценка важности исследований по экологической пластичности сортов может проявляться таким отрицательным с точки зрения селекционной практики явлением, как низкая реализация урожайности в сложных климатических условиях. При этом, учитывая высокую сопряженность экологической пластичности сорта с его урожайностью ( $r > 0,7$ ), становится возможным утверждать об отзывчивости данного сорта на изменение (в положительную либо отрицательную сторону) условий возделывания. Улучшение экологической устойчивости сортов, что означает повышение их способности к обеспечению высокой



Таблица 4

Оценка адаптивной способности ярового сорта Омский 101 в среднем за 2013-2018 гг., т/га  
Assessment of averaged adaptive ability of spring varieties Omskiy 101 during 2013-2018, t/ha

Сорт	bi	$\sigma^2_d$	Wi	КМ	КА	ИЭП	$Y_{\min} - Y_{\max}$	$\frac{Y_{\min} - Y_{\max}}{2}$
Омский 95, st.	1,03	2,80	0,90	2,11	92,0	0,92	-3,6	
Омский 100	0,89	0,27	0,51	1,87	102,6	1,03	-3,1	5,0
Омский 101	1,10	0,10	0,20	2,60	104,6	1,05	-3,4	4,8
$\bar{Sx}$		0,87	0,20	0,21	3,9	0,04	0,2	0,3

Примечание. bi – коэффициент регрессии (пластичность),  $\sigma^2_d$  – варианса стабильности (по S.A. Eberhart и W.A. Russell); КА – коэффициент адаптивности (по Л.А. Животкову); ИЭП – индекс экологической пластичности (по А.А. Грязнову);

КМ – коэффициент мультипликативности (по В.А. Драгавцеву);  $Y_{\min} - Y_{\max}$  – показатель стрессоустойчивости сорта;  $\frac{Y_{\min} + Y_{\max}}{2}$  – компенсаторная способность (по А.А. Rossielle, J. Hemblin);  $W_i$  – эквалента пластичности по С. Wricke.

Note. bi – is the regression coefficient (plasticity),  $\sigma^2_d$  – is the stability variant (according to S.A. Eberhart and W.A. Russell); КА – adaptability coefficient (according to L.A. Zhivotkov); IEP – ecological plasticity index (according to A. A. Gryaznov); КМ – multiplicative coefficient (according to V.A. Dragavtsev); indicator of stress tolerance of the variety; compensatory ability (according to A.A. Rossielle, J. Hemblin);  $W_i$  – ecovalent of plasticity according to C. Wricke.

и стабильной урожайности, независимо от условий произрастания является основополагающей задачей селекции. Указанная способность определяется нормой реакции генотипа сорта на факторы внешней среды. При условии отсутствия генетической реакции сорта на почвенно-климатические условия (узкая экологическая устойчивость) данный сорт характеризуется как устойчивый к действию различных биотических и абиотических стрессов. Оценка сортов по пластичности проводится путем проведения многолетних исследований в контрастных условиях среды [19]. Согласно S.A. Eberhart и W.A. Russell, при условии высокой пластичности ( $bi > 1$ ) сорт характеризуется как отзывчивый [9]. Противоположная реакция наблюдается при значениях  $bi < 1$ . Полное соответствие урожайности колебанию климатических факторов отмечается при  $bi = 1,00 \pm 0,06$ .

Проведенные нами исследования по указанной методике позволяют утверждать, что стандартный сорт Омский 95 в среднем за период исследований характеризовался полным соответствием урожайности варьированию условий культивации ( $bi = 1,03$ ). У сорта ячменя Омский 100, напротив, отмечена слабая реакция как на улучшение, так и на ухудшение условий выращивания ( $bi = 0,89$ ), что свойственно сортам экстенсивного типа. На данном фоне исследуемый сорт Омский 101 показал положительную отзыв-

чивость на улучшение условий выращивания как при расчете по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell ( $bi = 1,1$ ), так и по методикам, предложенным А.А. Грязновым (ИЭП = 1,05) и С. Wricke ( $W_i = 0,20$ ) [7, 11, 12].

Коэффициент мультипликативности (КМ) также выражает приспособленность сортов к среде обитания: чем выше числовое значение данного признака, тем выше отзывчивость сорта на улучшение условий возделывания [8]. Согласно данной методике, сорт Омский 101 не имел достоверного превышения над стандартом (КМ = 2,11 и 2,6 соответственно).

Степень стабильности реакции сортов ( $\sigma^2_d$ ) характеризует уровень их изменчивости по S.A. Eberhart, W.A. Russell. Низкие показатели  $\sigma^2_d$  означают минимальное различие между теоретическими и практическими показателями урожайности, т.е. более высокую устойчивость данного признака [7]. Согласно данным наших исследований, сорт Омский 101 ( $\sigma^2_d = 0,10$ ) достоверно превышал по уровню стабильности стандарт и сорт Омский 100 ( $\sigma^2_d = 2,80$  и  $0,27$  соответственно).

В методике, предложенной Л.А. Животковым [9], реакция отдельного сорта на сложившиеся условия определяется по отношению урожайности данного сорта к среднесортовой. Если коэффициент адаптивности выше 100%, то этот сорт потенциально высокопродуктивен. Максимальный коэффициент адап-



тивности отмечен у сорта Омский 101 (КА = 104,6%).

Устойчивость к стрессу – значимый параметр стабильности сортов, подсчитываемый по разности между минимальной и максимальной урожайностью. Чем меньше получившееся значение, тем выше стрессоустойчивость сорта. На основании вышеизложенного, наиболее стрессоустойчив сорт Омский 100 ( $Y_{\min} - Y_{\max} = -3,1$ ). Достоверной разницы между стандартом и сортом Омский 101 не наблюдалось.

Среднее значение максимальных и минимальных показателей продуктивности сорта отражает урожайность генотипа, его компенсаторную способность. Высокий показатель характерен для сорта Омский 100 ( $\frac{Y_{\min} + Y_{\max}}{2} = 5,0$ ).

В настоящее время сорт Омский 101 находится на государственном сортоиспытании в 9 (Уральском), 10 (Западно-Сибирском) и 11-м (Восточно-Сибирском) регионах.

## ВЫВОДЫ

1. В сложившихся агроэкологических условиях периода исследований с 2013 по 2018 г. новый перспективный сорт Омский 101 характеризовался максимальной урожайностью при возделывании в степной зоне (прибавка 0,38 т/га к стандарту) и в зоне южной

лесостепи при посеве четвертой культурой после пара (прибавка 0,55 т/га к стандарту).

2. Учитывая высокую вариабельность урожайности ( $C_v > 20\%$ ), снижение доли генотипа сорта (фактор Б = 2,8 %) на фоне возрастания доли, обусловленной экологическими факторами (фактор А = 88,1 %), а также сильную, близкую к функциональной, корреляцию урожайности в степной зоне и по зяби в южной лесостепи ( $r = 0,970$ ), можно предположить, что для повышения урожайности данного сорта требуется интенсивный способ возделывания. Подтверждением данного факта служит положительная отзывчивость на улучшение условий выращивания как при расчете по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell ( $b_i = 1,1$ ), так и по методикам, предложенным А.А. Грязновым (ИЭП = 1,05) и С. Wricke ( $W_i = 0,20$ ).

3. Принимая во внимание высокую отзывчивость на улучшение условий среды и высокую стабильность сорта Омский 101 ( $b_i > 1$  и  $\sigma_d^2 < 1$  по S.A. Eberhart, W.A. Russell), а также максимальную по опыту адаптивность (КА = 104,6% по Л.А. Животкову), становится возможным прогнозирование повышенной урожайности данного сорта как в иных зонах Западно-Сибирского региона, так и в других регионах при условии интенсивной технологии возделывания.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эффективность биопрепарата Елена при выращивании ярового ячменя / Е.В. Кузина, Т.К. Давлетшин, Н.Н. Силищев [и др.] // С.-х. биология. – 2010. – № 4. – С. 100–104.
2. Оценка адаптивных свойств сортов ярового ячменя в степных условиях Сибирского Прииртышья / П.Н. Николаев, Н.И. Аниськов, О.А. Юсова [и др.] // Вестн. НГАУ. – 2018. – № 2. – С. 37–44.
3. Оценка продуктивности и адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Сибирского Прииртышья / П.В. Поползухин, П.Н. Николаев, Н.И. Аниськов [и др.] // Земледелие. – 2018. – № 3. С. 40–43. – DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10309.
4. Интегрированная оценка адаптивной способности образцов ячменя из коллекции ВИР в условиях Красноярской лесостепи / Н.А. Сурин, Н.Е. Ляхова, С.А. Герасимов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 6. – С. 32–35.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – Вып. 1. – 250 с.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
7. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing // Crop. sci. -1966. – Vol. 6, N 1. – P. 36–40.
8. Драгавцев В.А., Цильке В.А., Рейтер Б.Г. Генетика признаков продуктивности яровой пшеницы в Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 229.



9. Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3–6.
10. Rossielle A.A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environments // Crop. Sci. – 1981. – Vol. 21, N 6. – P. 27–29.
11. Wricke C. Under line method zur Erfassung der ecologischen Streubreite in Feldversuchen // Z. Pflanzenernährung. – 1962. – Vol. 47, N 1. – P. 92–96.
12. Грязнов А.А. Карабалыкский ячмень. – Кустанай: Кустанайский печатный двор, 1996. – С. 448.
13. Nevo E. Evolution of wild Barley at “Evolution Canyon”: Adaptation, speciation, pre-agricultural collection, and Barley improvement // Israel Journal of Plant Sciences. – 2015. – Vol. 62, N (1-2). – P. 22–32. – DOI: 10.1080/07929978.2014.940783.
14. Povilaitis V. Relationship between Spring Barley productivity and Growing management in Lithuania’s Lowland // Acta Agriculturae scandinavica. Section b: Soil and Plant Science. – 2018. – Vol. 1, N 68. – P. 86–95. – DOI: 10.1080/09064710.2017.1367834.
15. Hill C.B., Li C. Genetic Architecture of Flowering Phenology in cereals and Opportunities for crop Improvement // Frontiers in Plant Science. – 2016. – Vol. 7. (December 2016) . – P. 1906. – DOI: 10.3389/fpls.2016.01906.
16. Gedif M., Yigzaw D., Tsige G. Genotype-environment interaction and correlation of some stability parameters of total starch yield in potato in Amhara region, Ethiopia // Plant Breed. Crop Sci. – 2014. – Vol. 6, N 3. – P. 31–40.
17. Гончаренко А.А. Проблема экологической устойчивости сортов зерновых культур и задачи селекции // Аграр. вестн. Юго-Востока. – 2015. – № 1–2. – С. 32–35.
18. Графічний аналіз адаптивності селекційних ліній ячменю ярого в Центральному Лісостепу України. Plant Varieties Studying and Protection / В.М. Гудзенко, О.А. Демидов, С.П. Васильківський [et al.] . – 2017. – Vol. 13, N 1. – P. 20–24. – DOI: 10.21498/2518-1017.1.2017.97233.
19. Муругова Г.А. Оценка исходного материала ярового ячменя по экологической пластичности в условиях Приморского края // Аграр. вестн. Приморья. – 2016. – Т. 3, № 3. – С. 26–30.

## REFERENCES

1. Cusina E.V., Davletshin T.K., Silishchev N.N., Loginov O.N. *Sel'skhozjajstvennaja biologija*, 2010, No. 4, pp. 100-104. (In Russ.)
2. Nikolaev P.N., Anis'kov N.I., Yusova O.A. *Vestnik NGAU*, 2018, No. 2, pp. 37-44. (In Russ.)
3. Pospeluxin P.V., Nikolaev P.N., Anis'kov N.I., Yusova O.A., Safonova I.V. *Zemledelie*, 2018, No. 3, pp. 40-43. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10309
4. Surin N.A., Lyakhova N.E., Gerasimov S.A., Lipshin A.G. *Dostizhenie nauki i tehniki APK*, 2016, No. 6(30), pp. 32-35. (In Russ.)
5. *Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozjajstvennykh kul'tur* (Technique of the State sortoispytaniye of crops), M.: Kolos, 1985, 250 p.
6. Dosepov B.A. *Metodika polevogo opyta* (Methods of field experience), M.: Agropromizdat, 1985, 385p.
7. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties, Crop. Sci., 1966, Vol.6, No. 1, pp. 36-40.
8. Dragavcev V.A., Cil'ke V.A., Rejter B.G. *Genetika priznakov produktivnosti yarovoj pshenicy v Zapadnoj Sibiri* (Genetics of signs of spring wheat productivity in Western Siberia), Novosibirsk: Nauka, 1984, 229 p.
9. Zhivotkov L.A., Morozova Z.A., Sekatueva L.I. *Selekcija i semenovodstvo*, 1994, No. 2, pp. 3-6. (In Russ.)
10. Rossielle A.A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environments, Crop. Sci., 1981, Vol. 21, No. 6, pp. 27-29.
11. Wricke C. Under line method zur Erfassung der ecologischen Streubreite in Feldversuchen, Z. Pflanzenernährung, 1962, Vol. 47, No. 1, pp. 92-96.



12. Gryaznov A.A. *Karabal'skij yachmen'* (Carbolic barley), Kustanaj: Kustanajskij pechatnyj dvor, 1996, 448 p.
13. Nevo E. Israel Journal of Plant Sciences, 2015, Vol. 62, No. (1-2), pp. 22-32. DOI: 10.1080/07929978.2014.940783.
14. Povilaitis V. Acta Agriculturae scandinavica. Section b: Soil and Plant Science, 2018, Vol. 1, No (68) , pp. P. 86-95. DOI: 10.1080/09064710.2017.1367834.
15. Hill C.B., Li C. Frontiers in Plant Science, 2016, Vol. 7. (December 2016), pp. 1906. DOI: 10.3389/fpls.2016.01906.
16. Gedif M., Yigzaw D., Tsige G. Plant Breed. Crop Sci, 2014, Vol. 6, No 3, pp. 31-40.
17. Goncharenko A.A. Agrarny`j Vestnik Yugo-Vostoka, 2015, No 1-2, pp. 32-35.
18. Гудзенко В.М., Демидов О.А., Васильківський С.П. Plant Varieties Studiynng and Protection., 2017, Vol. 13, No 1, pp. 20-24. DOI: 10.21498/2518-1017.1.2017.97233.
19. Murugova G.A. Agrarny`j vestnik Primor`ya, 2016, No. 3(3), pp. 26-30.