

## ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО УРОЖАЙНОСТИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

**Р. Н. Брагин**, аспирант, младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства ярового ячменя, braginroman@ya.ru, ORCID ID: 0000-0002-4617-751X;  
**Е. Г. Филиппов**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом селекции и семеноводства ячменя, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@yandex.ru

В современной селекции ярового ячменя лидирующим направлением является создание скороспелых, засухоустойчивых, высокоурожайных сортов с хорошими технологическими качествами зерна. На урожайность данных сортов оказывают влияние как хозяйственно-биологические параметры сорта, так и (в большей степени) условия внешней среды в зоне выращивания. Цель исследований – в условиях изменчивости природной среды провести сравнительную оценку сортов ярового ячменя по параметрам адаптивности, экологической пластичности и стабильности урожайности. В 2020–2021 гг. проводили исследования по оценке адаптивности, экологической пластичности и стабильности 17 сортов ярового ячменя российской селекции (ФГБНУ «АНЦ «Донской») в экологическом сортоиспытании в Ростовской и Самарской областях. Опыт проводили в четырехкратной повторности с площадью делянки 10 м<sup>2</sup>. При оценке адаптивности использовали методики S.A. Eberhart, W. Rassel в редакции В. А. Зыкина (2005), В. В. Хангильдина и Н. А. Литвиненко (1981), А. А. Rosielle, J. Hamblin в изложении А. А. Гончаренко (2005), Э. Д. Неттевича (2001). На формирование урожайности за годы исследований основное влияние оказал фактор «зона возделывания» – 96,5%. Индекс условий среды показал, что более благоприятные условия выращивания сложились на экологическом сортоиспытательном участке «АНЦ «Донской» ( $I_j = +0,61$ ). По урожайности выделился ряд сортов, достоверно превысив стандарт лишь по одному экологическому сортоиспытательному участку. Коэффициент линейной регрессии варьировал в пределах от 0,43 до 1,43, выявив как отзывчивые, так и слабо отзывчивые на изменение условий выращивания сорта. По ряду показателей были выделены сорта Зерноградский 1755, Зерноградский 1724, Зерноградский 1754, представляющие ценность для селекции ярового ячменя.

**Ключевые слова:** экологическая пластичность, стабильность, *Hordeum sativum* L., яровой ячмень, урожайность, сорт.

**Для цитирования:** Брагин Р. Н., Филиппов Е. Г. Оценка показателей адаптивности сортов ярового ячменя по урожайности в условиях изменчивости природной среды // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14. № 3. С. 18–24. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-81-3-18-24.



## ESTIMATION OF ADAPTABILITY INDICATORS OF THE SPRING BARLEY VARIETIES ACCORDING TO THEIR PRODUCTIVITY UNDER ENVIRONMENTAL VARIABILITY

**R. N. Bragin**, post graduate, junior researcher of the laboratory for spring barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-4617-751X;  
**E. G. Filippov**, Candidate of Agricultural Sciences, docent, head of the department of barley breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-5916-3926  
Agricultural Research Center “Donskoy”,  
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

In the current spring barley breeding, the leading direction is the development of early-maturing, drought-resistant, highly productive varieties with good technological grain quality. The productivity of these varieties is influenced both by the economic and biological parameters of the variety and, to a greater extent, by the environmental conditions in the growing area. The purpose of the current study was to carry out a comparative estimation of the spring barley varieties according to ecological adaptability and productive stability under environmental variability. In 2020–2021 there was conducted the study to estimate ecological adaptability and stability of 17 spring barley varieties of Russian breeding (FSBSI “ARC “Donskoy”) in the Ecological Variety Testing in the Rostov and Samara regions. The trial was carried out in four repetitions with a plot area of 10 m<sup>2</sup>. When assessing adaptability, there were used the methods of S.A. Eberhart, W.A. Rassel as edited by V.A. Zykin (2005), V.V. Khangildin and N.A. Litvinenko (1981), A.A. Rosielle, J. Hamblin as presented by A.A. Goncharenko (2005), E. D. Nettevich (2001). The productivity formation through the years of study was mainly influenced (96.5%) by the factor ‘cultivation zone’. The index of environmental conditions showed that more favorable growing conditions were developed on the ecological variety-testing plot of the “ARC “Donskoy” ( $I_j = +0,61$ ). According to productivity, there has been identified a number of varieties, significantly exceeding the standard variety in only one ecological variety-testing plot. The linear regression coefficient ranged from 0.43 to 1.43, revealing varieties both responsive and weakly responsive to changing growing conditions. According to a number of indicators, there have been identified the varieties ‘Zernogradsky 1755’, ‘Zernogradsky 1724’, ‘Zernogradsky 1754’ valuable for spring barley breeding.

**Keywords:** ecological adaptability, stability, *Hordeum sativum* L., spring barley, productivity, variety.

**Введение.** Ячмень является значимой сельскохозяйственной культурой в кормовом и зернофуражном производстве за счет большей по сравнению с пшеницей сбалансированности белка по составу важных аминокислот. На долю производства комбикормов и кормовые цели уходит более 65% получаемого зерна ячменя. Стоит также отметить, что около 15% идет на пищевые нужды и около 8% поступает в пивоваренное производство (Гудзенко, 2019; Железнов и др., 2013).

Зерно ячменя отличается высокими биохимическими показателями (10–12% сырого протеина, 4,5–6,0% клетчатки, 2,0–2,2% жира, 60–66% безазотистых экстрактивных веществ, 2,8–3,5% золы и др.) и питательной ценностью – около 311 ккал в 100 г. Благодаря такому содержанию клетчатки перловая и ячневая крупы востребованы в диетах при ожирении (Николаев и др., 2019; Сандухадзе и др., 2018).

На формирование урожая зерна ярового ячменя оказывают влияние различные условия природной среды: температура воздуха, влагообеспеченность, плодородие почвы и др. Высокая температура и отсутствие влаги крайне негативно сказываются как на урожайности, так и на качестве самого зерна. Однако для каждой зоны возделывания присущи свои особенности природной среды, влияющие на формирование урожайности. Поэтому большое значение имеет создание и последующее внедрение в производство сортов, приспособленных к изменчивым погодным условиям и отвечающих в максимальной степени требованиям современного производства того или иного района возделывания. Для выполнения данных условий и получения стабильной

высокой потенциальной урожайности сорт должен обладать достаточной пластичностью, иметь лучшую защиту от экологических стрессоров и формировать высокую адаптивность в отношении других сортов в широком ареале при разнообразии погодных и агротехнических условий (Зыкин и др., 2005).

Цель исследований – провести сравнительную оценку сортов ярового ячменя по параметрам адаптивности, экологической пластичности и стабильности урожайности в условиях изменчивой природной среды.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили на трех экологических сортоиспытательных участках:

- полях научного севооборота отдела селекции и семеноводства ячменя ФГБНУ «АНЦ «Донской» в г. Зерноград Зерноградского района Ростовской области;
- полях сортоиспытательного участка ООО СС «Нива» Орловского района Ростовской области;
- полях сортоиспытательного участка Самарский НИИСХ – филиал СамНЦ РАН, пгт. Безенчук Самарского района Самарской области.

Объектами исследований являлись 17 сортов ярового ячменя селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской». Площадь учетной делянки 10 м<sup>2</sup>, количество повторений – 4. Норма высева – 500 всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>. В качестве стандарта высевали районированный сорт ярового ячменя Ратник («АНЦ «Донской», РФ). Исследования проводили в 2020 и 2021 гг. по предшественнику подсолнечник. Почва опытных участков представлена в таблице 1.

**Таблица 1. Характеристика почв экологических сортоиспытательных участков**  
**Table 1. Characteristics of soil of the ecological variety-testing plots**

Местоположение участка	Тип почв	Кислотность почвы, pH	Содержание гумуса, %	Содержание основных элементов питания, мг/кг		
				N	P	K
Зерноградский р-он	чернозем обыкновенный	7,0–7,1	3,0–3,5	70–110	15–20	300–500
Орловский р-он	темно-каштановый	6,9–7,3	2,5–3,0	60–110	18	439
Самарский р-он	чернозем обыкновенный	6,4–6,7	3,8–4,0	127–141	157–163	198–209

Математическую оценку результатов исследований проводили по методике Б.А. Доспехова (2014).

Оценка экологической пластичности и стабильности осуществлялась согласно методике S. A. Eberhart, W. A. Russel в редакции В.А. Зыкина (2005). Для определения показателей гомеостатичности (Hom) и селекционной ценности (Sc) применяли методику В.В. Хангильдина и Н.А. Литвиненко (1981). Показатели стрессоустойчивости (Ymin–Ymax) и генетической гибкости ((Ymax+Ymin)/2) рассчитаны по уравнениям А.А. Rosielle, J. Hamblin в изложении А.А. Гончаренко (2005). Коэффициент отзывчивости на благоприятные условия выращи-

вания (Kp) определяли по методу В.А. Зыкина (2005). Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) – по уравнению Э.Д. Неттевича (2001).

За годы исследований наблюдали значительное варьирование погодных условий на экологических сортоиспытательных участках, что в определенной степени оказало влияние на формирование урожайности и позволило оценить показатели адаптивности и выделить лучшие сорта ярового ячменя.

В условиях 2020 г. наблюдалось низкое количество осадков в период март–апрель на экологическом сортоиспытательном участке «АНЦ «Донской» и более повышенное на участке Самарского НИИСХ (64,0 и 31,0 мм.). В мае

количество выпавших осадков в «АНЦ «Донской» и ООО СС «Нива» было 80,0 и 74 мм, что примерно в 4 раза выше, чем на участке Самарского НИИСХ. В июне и июле наибольшее количество осадков отмечено на сортоиспытательном участке ООО СС «Нива» – 75,0 и 122,0 мм.

В 2021 г. наибольшее количество осадков в марте, апреле и июне выпало на экологическом сортоиспытательном участке «АНЦ «Донской» (83,0, 96,0 и 104,0 мм соответственно), что значительно превысило данный показатель на участках ООО СС «Нива» и Самарского НИИСХ (рис. 1).

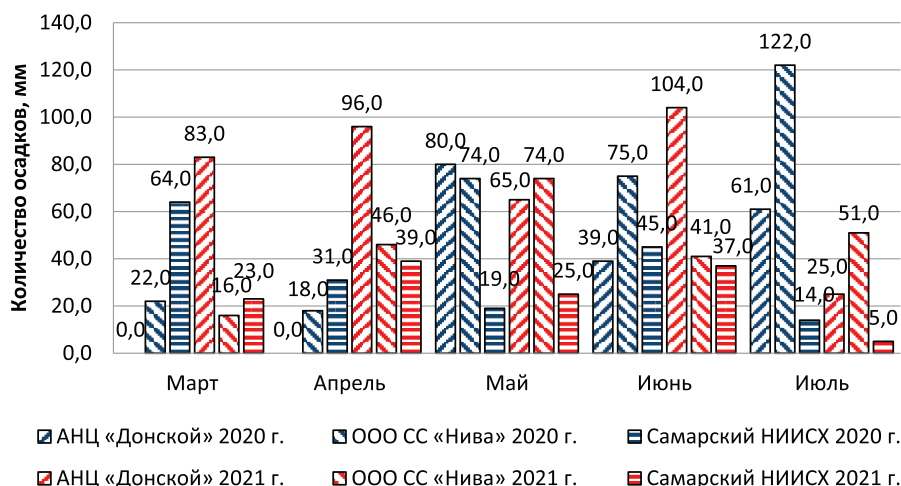


Рис. 1. Среднемесячное количество осадков за период вегетации, 2020 и 2021 с.-х. годы (мм)  
Fig. 1. Mean monthly precipitation during the vegetation period, 2020 and 2021 agricultural years (mm)

Более высокая среднесуточная температура воздуха в марте как в 2020, так и в 2021 г. отмечена на экологическом сортоиспытательном участке «АНЦ «Донской» (8,0 и 2,2 °С), в то время как наиболее низкая – на участке Самарского НИИСХ (2,7 и –4,2 °С). В апреле, мае и июле сохранялась тенденция, при которой

среднесуточная температура воздуха на экологических сортоиспытательных участках «АНЦ «Донской» и Самарского НИИСХ была выше, чем на участке ООО СС «Нива». В июне 2020 г. отмечалась более низкая среднесуточная температура воздуха в Самарском НИИСХ (18,4 °С) (рис. 2).

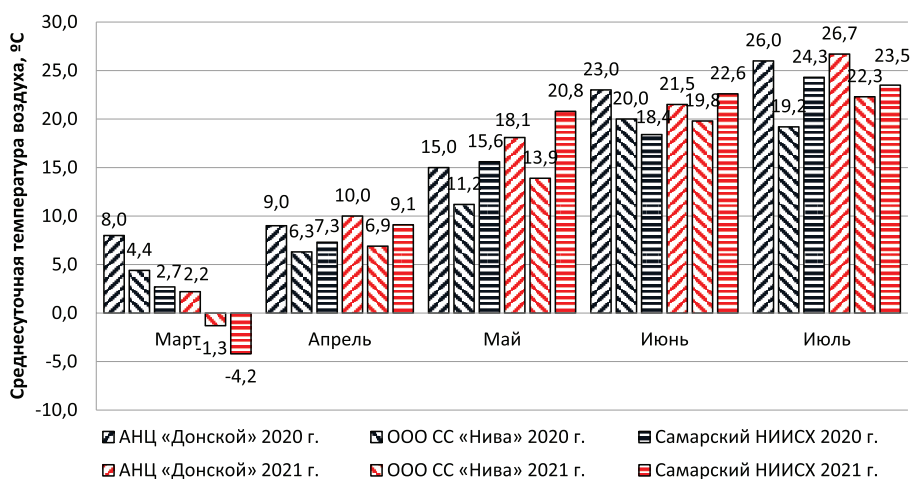


Рис. 2. Среднемесячная температура воздуха за период вегетации, 2020 и 2021 с.-х. годы (°С)  
Fig. 2. Mean monthly air temperature during the vegetation period, 2020 and 2021 agricultural years (°С)

**Результаты и их обсуждение.** За годы исследований на полях ФГБНУ «АНЦ «Донской» урожайность изучаемых сортов яровой ячменя варьировала в пределах от 3,5 т/га в 2021 г. у сорта Зерноградский 1719 до 5,2 т/га в 2020 г. у сорта Зерноградский 1763. В среднем за эти

годы достоверно превысили стандарт Ратник большинство изучаемых сортов, лучшие из них: Зерноградский 1752 – 4,70 т/га, Азимут – 4,74 т/га, Зерноградский 1763 – 4,75 т/га, Зерноградский 1755 – 4,85 (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность сортов ярового ячменя на экологических сортоиспытательных участках (2020–2021 гг.)  
Table 2. Productivity of the spring barley varieties on the ecological variety-testing plots (2020–2021)

Сорт	Урожайность, т/га			
	АНЦ «Донской»	ООО СС «Нива»	Самарский НИИСХ	Средняя по участкам
Ратник, ст.	4,00	3,54	2,91	3,49
Зерноградский 1628	4,40	4,04	2,98	3,81
Зерноградский 1685	4,60	4,52	2,89	4,01
Азимут	4,75	4,00	3,44	4,07
Зерноградский 1701	4,40	3,75	3,28	3,81
Зерноградский 1726	4,65	3,53	3,15	3,78
Зерноградский 1716	4,35	3,16	3,63	3,72
Зерноградский 1717	4,45	3,92	3,92	4,10
Зерноградский 1719	4,00	3,63	3,42	3,69
Зерноградский 1721	4,35	3,35	4,08	3,93
Зерноградский 1724	4,25	3,61	3,93	3,93
Зерноградский 1752	4,70	3,99	3,50	4,07
Зерноградский 1754	4,55	3,68	3,61	3,95
Зерноградский 1755	4,85	3,71	3,35	3,97
Зерноградский 1756	4,60	3,45	3,23	3,76
Зерноградский 1763	4,75	3,51	3,57	3,95
Зерноградский 1768	4,45	3,3	3,40	3,72
НСР <sub>05</sub>	0,41	0,44	0,42	–
Ij	+0,61	–0,18	–0,44	–

Необходимо отметить, что согласно индексу условий среды, который характеризует изменчивость природной среды, более благоприятные условия выращивания сложились на экологическом сортоиспытательном участке «АНЦ «Донской» ( $I_j = +0,61$ ), а неблагоприятные – на участках ООО СС «Нива» ( $I_j = -0,18$ ) и Самарского НИИСХ ( $I_j = -0,44$ ).

На полях ФГУП «Орловское» отмечали варьирование урожайности – от 3,12 т/га в 2020 г. у сорта Зерноградский 1716 до 5,04 т/га в 2021 г. у сорта Зерноградский 1685. По данному признаку выделились сорта Зерноградский 1628, Зерноградский 1685 и Азимут.

Урожайность на опытном участке Самарского НИИСХ отмечалась в пределах от 2,69 т/га в 2020 г. у сорта Зерноградский 1628 до 4,80 т/га в 2021 г. у сорта Зерноградский 1721. В среднем за два года достоверное превышение урожайности по отношению к стандарту отмечено у большинства изучаемых сортов. Лучшие из них: Зерноградский 1763 – 3,57 т/га, Зерноградский 1754 – 3,61 т/га, Зерноградский 1716 – 3,63 т/га, Зерноградский 1717 – 3,92 т/га, Зерноградский 1724 – 3,93 т/га, Зерноградский 1721 – 4,08 т/га.

Проведенный дисперсионный анализ показал, что доминирующее влияние на формирование урожайности оказал фактор «зона возделывания» – 96,5%, что обуславливается разнообразием местности возделывания и климата. Несущественно повлияли на формирование урожайности фактор «сорт» – 1,5%

и взаимодействие факторов «сорт» и «зона возделывания» – 2,0%.

В среднем за годы исследований на различных экологических сортоиспытательных участках по урожайности практически все сорта превысили стандарт. Лучшими были Зерноградский 1717 – 4,10 т/га, Зерноградский 1752 – 4,07 т/га и Азимут – 4,07 т/га, у которых превышение к стандарту составило 0,61, 0,58 и 0,58 т/га соответственно.

Основным показателем для расчета экологической пластичности являлся коэффициент линейной регрессии ( $b_i$ ), который варьировал в пределах от  $b_i = 0,43$  до  $b_i = 1,43$ . Сорта ярового ячменя по данному признаку разделили на категории: слабо отзывчивые ( $b_i < 1$ ), стабильно реагирующие на изменение условий выращивания ( $b_i \approx 1$ ), отзывчивые ( $b_i > 1$ ). Высокая отзывчивость на изменение условий выращивания была отмечена у сортов Зерноградский 1726 ( $b_i = 1,43$ ), Зерноградский 1755 ( $b_i = 1,43$ ), Зерноградский 1756 ( $b_i = 1,34$ ), Зерноградский 1685 ( $b_i = 1,27$ ) и Зерноградский 1763 ( $b_i = 1,23$ ). Слабая реакция на изменение условий выращивания отмечалась у сортов Зерноградский 1724 ( $b_i = 0,43$ ), Зерноградский 1721 ( $b_i = 0,50$ ), Зерноградский 1719 ( $b_i = 0,53$ ) и Зерноградский 1717 ( $b_i = 0,54$ ). Полное соответствие изменения урожайности к изменению условий выращивания у исследуемых сортов наблюдалось при значении коэффициента линейной регрессии равном или близком к единице: Зерноградский 1701 ( $b_i = 1,01$ ), Зерноградский 1754 ( $b_i = 0,95$ ), Ратник ( $b_i = 1,02$ ) (табл. 3).

Таблица 3. Параметры адаптивности сортов ярового ячменя  
Table 3. Adaptability parameters of the spring barley varieties

Сорт	Средняя урожайность, т/га	bi	$\sigma^2d$	CV,%	Hom	Sc	Min	Max	(Ymin-Ymax)	(Ymax+Ymin)/2
Ратник, ст.	3,49	0,93	0,52	22,22	14,4	2,53	2,91	4,00	-1,1	3,5
Зерноградский 1628	3,81	1,15	0,79	27,52	9,7	2,57	2,98	4,40	-1,4	3,7
Зерноградский 1685	4,01	1,27	0,97	34,06	6,9	2,51	2,89	4,60	-1,7	3,7
Азимут	4,07	1,18	0,83	22,97	13,4	2,94	3,44	4,75	-1,3	4,1
Зерноградский 1701	3,81	1,01	0,61	20,89	16,3	2,84	3,28	4,40	-1,1	3,8
Зерноградский 1726	3,78	1,43	1,22	29,33	8,5	2,55	3,15	4,65	-1,5	3,9
Зерноградский 1716	3,72	0,88	0,46	22,92	13,5	2,69	3,16	4,35	-1,2	3,8
Зерноградский 1717	4,10	0,54	0,18	10,62	72,1	3,60	3,92	4,45	-0,5	4,2
Зерноградский 1719	3,69	0,53	0,17	11,27	56,3	3,15	3,42	4,00	-0,6	3,7
Зерноградский 1721	3,93	0,50	0,15	18,74	20,8	3,02	3,35	4,35	-1,0	3,8
Зерноградский 1724	3,93	0,43	0,11	11,52	53,3	3,34	3,61	4,25	-0,6	3,9
Зерноградский 1752	4,07	1,09	0,71	21,11	16,0	3,02	3,50	4,70	-1,2	4,1
Зерноградский 1754	3,95	0,95	0,54	18,88	22,1	3,12	3,61	4,55	-0,9	4,1
Зерноградский 1755	3,97	1,43	1,23	27,94	9,5	2,74	3,35	4,85	-1,5	4,1
Зерноградский 1756	3,76	1,34	1,07	27,67	9,9	2,64	3,23	4,60	-1,4	3,9
Зерноградский 1763	3,95	1,23	0,91	25,20	12,6	2,91	3,51	4,75	-1,2	4,1
Зерноградский 1768	3,72	1,11	0,74	24,30	13,3	2,75	3,30	4,45	-1,2	3,9

Примечание.  $b_i$  – коэффициент линейной регрессии;  $\sigma^2d$  – среднеквадратическое отклонение; CV, % – коэффициент вариации; Hom – показатель гомеостатичности; Sc – показатель селекционной ценности; Min/Max – минимальная и максимальная средняя урожайность сорта за годы исследований на экологических сортоучастках; (Ymin-Ymax) – показатель стрессоустойчивости сорта; (Ymax+Ymin)/2 – компенсаторная способность.

Согласно данным среднеквадратического отклонения ( $\sigma^2d$ ), полученным по методике S. A. Eberhart, W. A. Russell, все сорта относились к стабильным.

По коэффициенту вариации (CV) сорта варьировали в пределах от 10,62 до 34,06%, что указывало на сильную изменчивость, поскольку большая часть сортов имела коэффициент выше 20%. Наименьшую изменчивость отмечали у сортов Зерноградский 1717 (CV = 10,62%), Зерноградский 1719 (CV = 11,27%), Зерноградский 1724 (CV = 11,52%), Зерноградский 1721 (CV = 18,74%) и Зерноградский 1754 (CV = 18,88%).

Относительно высокий показатель гомеостатичности (способность сорта сводить к минимуму последствия неблагоприятных воздействий внешней среды) отмечен у сорта Зерноградский 1717 (Hom = 72,1).

Одним из значимых параметров, выражающих адаптивность сорта, является селекционная ценность генотипа (Sc). Сорта Зерноградский 1717 и Зерноградский 1724 отличались высокой селекционной ценностью (Sc = 3,60 и 3,34 соответственно), что указывает на устойчиво стабильный урожай.

При определении экологической пластичности и адаптивности существенное значение отводится и показателям стрессоустойчивости, и компенсаторной способности сортов. Стрессоустойчивость, как числовая разность между минимальной и максимальной урожайностью, определяет степень устойчивости сорта к неблагоприят-

ным факторам, что в свою очередь определяет диапазон возможного использования сорта. Компенсаторная способность в свою очередь показывает генетическую гибкость, или реакцию сорта на условия выращивания, согласно которой чем выше параметр, тем выше степень соответствия между урожайностью и факторами среды. Наиболее стрессоустойчивыми оказались сорта Зерноградский 1717 (Ymin – Ymax = –0,5), Зерноградский 1719 (Ymin – Ymax = –0,6) и Зерноградский 1724 (Ymin – Ymax = –0,7). Высокие показатели компенсаторной способности отмечены у сортов Зерноградский 1717 ((Yman + Ymix)/2 = 4,2), Азимут ((Yman + Ymix)/2 = 4,1), Зерноградский 1752 ((Yman + Ymix)/2 = 4,1), Зерноградский 1754 ((Yman + Ymix)/2 = 4,1), Зерноградский 1755 ((Yman + Ymix)/2 = 4,1) и Зерноградский 1763 ((Yman + Ymix)/2 = 4,1).

Коэффициент отзывчивости на условия окружающей среды (Kp), выраженный в разнице урожайности сорта, выращенного в благоприятной внешней среде, от урожайности этого же сорта, полученной в неблагоприятных условиях, показал, что наибольшее значение отмечено у сортов Зерноградский 1685 (Kp = 1,6) и Зерноградский 1726 (Kp = 1,5) (рис. 3).

Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) по методике Э.Д. Неттевича как наглядно показывает стабильность урожайности, так и характеризует способность выявления отзывчивых на улучшение условий выращивания сортов (рис. 4).

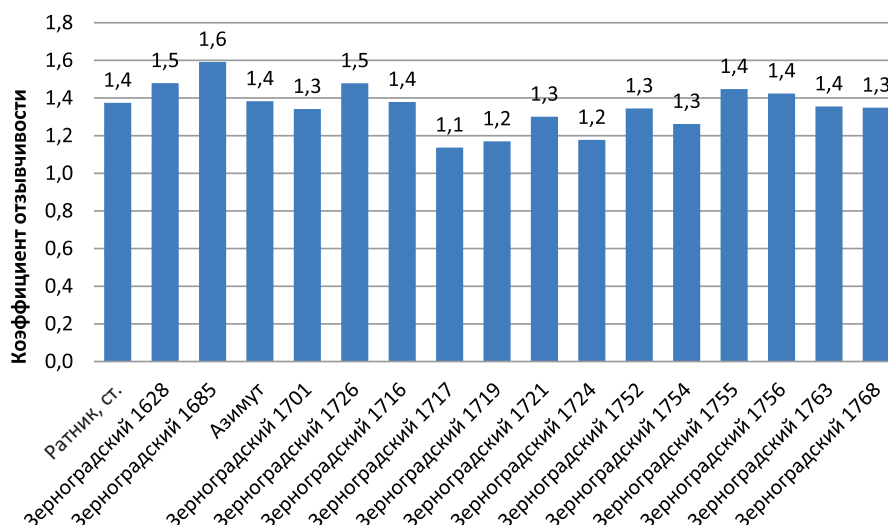


Рис. 3. Коэффициент отзывчивости сортов ярового ячменя (Kp)  
Fig. 3. Coefficient of responsiveness of the spring barley varieties (Kp)

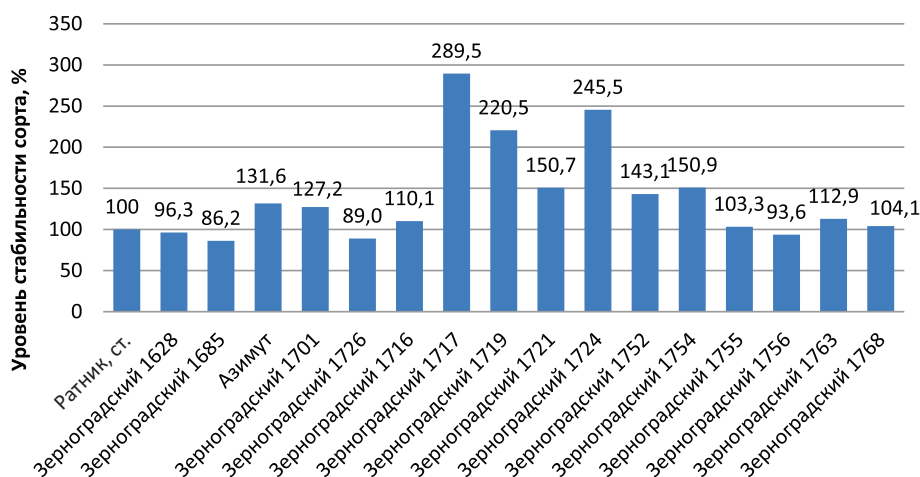


Рис. 4. Показатель уровня стабильности сортов ярового ячменя (ПУСС)  
Fig. 4. Indicator of the stability level of the spring barley varieties (IVSL)

При анализе показатель уровня стабильности урожайности сортов варьировал от 86,2 (Зерноградский 1685) до 289,5% (Зерноградский 1717). По данному показателю выделились сорта Зерноградский 1719 (ПУСС = 220,5), Зерноградский 1724 (ПУСС = 245,5) и Зерноградский 1717 (ПУСС = 289,5).

**Выводы.** Согласно проведенному анализу данных (2020–2021 гг.) по трем участкам экологического сортоиспытания были выявлены сорта, отличающиеся высокими параметрами экологической пластичности и стабильности. Сорт Зерноградский 1755 выделился высокой достоверной урожайностью на участке АНЦ «Донской» и относился к отзывчивым на изменение условий выращивания ( $b_i = 1,43$ )

с высоким показателем генетической гибкости ( $(Y_{\text{max}} + Y_{\text{mix}})/2 = 4,1$ ). Сорта Зерноградский 1724 и Зерноградский 1754 показали достоверно высокую урожайность в условиях Самарского НИИСХ, стабильную по отношению к изменяющимся условиям среды ( $b_i = 0,43$  и  $b_i = 0,54$ ). Но сорт Зерноградский 1724 имеет высокую селекционную ценность ( $S_c = 3,34$ ) и показатель уровня стабильности сорта (ПУСС = 245,5), в то время как Зерноградский 1754 – высокий показатель генетической гибкости ( $(Y_{\text{max}} + Y_{\text{mix}})/2 = 4,1$ ). Сорт Зерноградский 1717 показал не только высокую, но и стабильную урожайность в условиях изменчивости природной среды ( $b_i = 0,54$ ;  $C_v = 10,62\%$ ;  $\text{Hom} = 72,1$ ; ПУСС = 289,5).

#### Библиографические ссылки

1. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Россельхозакадемии. 2005. № 6. С. 49–53.
2. Гудзенко В.Н. Статистическая и графическая (GGE biplot) оценка адаптивной способности и стабильности селекционных линий ячменя озимого // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т. 23. № 1. С. 110–118. DOI 10.18699/VJ19.469.

3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): М. Альянс, 2014. 352 с.
4. Железнов А. В., Кукоева Т. В., Железнова Н. Б. Ячмень голозерный: происхождение, распространение и перспективы использования // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17, № 2. С. 286–297.
5. Злотина М. М., Ковалева О. Н., Лоскутов И. Г., Потокина Е. К. Использование аллель-специфичных маркеров генов PPD и VRN для прогнозирования продолжительности вегетационного периода сортов // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2013. Т. 17, № 1. С. 50–62.
6. Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа: БашГАУ, 2005. 100 с.
7. Неттевич Э. Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в центральном регионе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя и его реализация в условиях производства // Доклады РАСХН. 2001. № 3. С. 3–6.
8. Николаев П. Н., Юсова О. А., Аниськов Н. И. и др. Агробиологическая характеристика многорядных голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180(1). С. 37–43. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-1-38-43>.
9. Сандухадзе Б. И., Марченкова Л. А., Мамедов Р. З., Чавдарь Р. Ф., Орлова Т. Г., Бугрова В. В. Изучение адаптивности сортов озимой пшеницы на фоне искусственно создаваемых стрессов // Инновационные разработки по селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Международной научной конференции, приуроченной к 90-летию со дня рождения академика Э. Д. Неттевича. М.: ФГБНУ «ФИЦ «Немчиновка», 2018. С. 109–114.
10. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Научно-технический бюллетень ВСГИ. 1981. № 1. С. 8–14.

### References

1. Goncharenko A.A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoi ustoichivosti sortov zernovykh kul'tur [On the adaptability and environmental sustainability of grain crop varieties] // Vestnik Rossel'khozakademii. 2005. № 6. S. 49–53.
2. Gudzenko V.N. Statisticheskaya i graficheskaya (GGE biplot) otsenka adaptivnoi sposobnosti i stabil'nosti selektsionnykh linii yachmenya ozimogo [Statistical and graphical (GGE biplot) assessment of adaptability and stability of winter barley breeding lines] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2019. T. 23, № 1. S. 110–118. DOI 10.18699/VJ19.469.
3. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. M. Al'yans, 2014. 352 s.
4. Zheleznov A.V., Kukoeva T.V., Zheleznova N.B. Yachmen' golozernyi: proiskhozhdenie, rasprostranenie i perspektivy ispol'zovaniya [Hulled barley: origin, distribution and prospects for use] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2013. T. 17, № 2. S. 286–297.
5. Zlotina M.M., Kovaleva O.N., Loskutov I.G., Potokina E.K. Ispol'zovanie al-lel'-spetsifichnykh markerov genov PPD i VRN dlya prognozirovaniya prodolzhitel'nosti vegetatsionnogo perioda sortov [Use of allele-specific markers of PPD and VRN genes to predict the duration of the varieties' vegetation period] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2013. T. 17, № 1. S. 50–62.
6. Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S. Metodika rascheta i otsenki parametrov ekologicheskoi plastichnosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii [Methodology for calculating and estimating the parameters of ecological adaptability of agricultural plants]. Ufa : BashGAU, 2005. 100 s.
7. Nettevich E.D. Potentsial urozhainosti rekomendovannykh dlya vozdelevaniya v tsentral'nom regione RF sortov yarvoi pshenitsy i yachmenya i ego realizatsiya v usloviyakh proizvodstva [Productivity potential of the spring wheat and barley varieties recommended for cultivation in the central region of the Russian Federation and its implementation under production conditions] // Doklady RASKhN. 2001. № 3. S. 3–6.
8. Nikolaev P.N., Yusova O.A., Anis'kov N.I. i dr. Agrobiologicheskaya kharakteristika mnogoryadnykh golozernykh sortov yachmenya selektsii Omskogo ANTs [Agrobiological characteristics of multi-row hulled barley varieties developed in the Omsk ARC] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2019. № 180(1). S. 37–43. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-1-38-43>.
9. Sandukhadze B.I., Marchenkova L.A., Mamedov R.Z., Chavdar' R.F., Orlova T.G., Bugrova V.V. Izuchenie adaptivnosti sortov ozimoi pshenitsy na fone iskusstvenno so-zdavaemykh stressov [The study of the adaptability of winter wheat varieties against the background of artificially created stresses] // Innovatsionnye razrabotki po selektsii i tekhnologii vozdelevaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: materialy Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, priurochennoi k 90-letiyu so dnya rozhdeniya akademika E.D. Nettevicha. M.: FGBNU «FITs «Nemchinovka», 2018. S. 109–114.
10. Khangil'din V.V., Litvinenko N.A. Gomeostatichnost' i adaptivnost' sortov ozimoi pshenitsy [Homeostaticity and adaptability of winter wheat varieties] // Nauchno-tekhnicheskii byulleten' VSGL. 1981. № 1. S. 8–14.

Поступила: 31.05.22; доработана после рецензирования: 6.06.22; принята к публикации: 6.06.22.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Брагин Р. Н. – выполнение полевых опытов, сбор данных, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи; Филиппов Е. Г. – концептуализация и проектирование исследования, анализ данных и интерпретация, подготовка рукописи.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**