

АНАЛИЗ УРОЖАЙНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

(✉)Брагин Р.Н., Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Донцов Д.П.

Аграрный научный центр «Донской»

Ростовская область, Зерноград, Россия

(✉)e-mail: braginroman@ya.ru

В условиях возрастания континентальности климата последних десятилетий селекция ярового ячменя должна быть направлена на создание засухоустойчивых, скороспелых, высокоурожайных сортов с достаточно высокими технологическими качествами зерна. На стабилизацию урожайности кроме заложенных селекционерами хозяйственно-биологических свойств сорта в значимой степени оказывают влияние и внешние условия в регионе возделывания. Дана оценка изменчивости продуктивности сортов ячменя ярового по таким признакам, как стабильность, экологическая пластичность и адаптивность в различных эколого-географических условиях. Исследования проведены в 2020–2022 гг. на 17 сортах ярового ячменя в экологическом испытании в Самарской и Ростовской областях. Опыт заложен в четырехкратной повторности, площадь делянки 10 м². В годы проведения исследований фактор «регион выращивания» (98,7%) оказывал наибольшее влияние. Оценка индекса условий среды (I_j) выявила, что наилучшие условия для вегетации растений ярового ячменя сложились на опыте в Ростовской области (Зерноградский район) ($I_j = +0,99$). Урожайность сортов зависела не только от расположения сортоиспытательного участка, но и от года выращивания. Коэффициент линейной регрессии варьировал от 0,67 до 1,36, разделив сорта на отзывчивые, слабо отзывчивые и адаптивные к изменениям условий возделывания. Сорта Зерноградский 1717 и Зерноградский 1724 сформировали наибольшую урожайность на опытных участках и были классифицированы как стабильные при выращивании в различных почвенно-климатических условиях, с высокой селекционной ценностью, стрессоустойчивостью и уровнем стабильности сорта.

Ключевые слова: адаптивность, стабильность, экологическая пластичность, ячмень яровой, урожайность, сорт

YIELD ANALYSIS OF SPRING BARLEY VARIETIES UNDER CONDITIONS OF ENVIRONMENTAL VARIABILITY

(✉)Bragin R.N., Filippov E.G., Dontsova A.A., Dontsov D.P.

Agricultural Research Center "Donskoy"

Zernograd, Rostov region, Russia

(✉)e-mail: braginroman@ya.ru

In conditions of increasing continentality of climate in recent decades, spring barley breeding should be aimed at creating drought-resistant, early-ripening, high-yielding varieties with sufficiently high technological qualities of grain. In addition to the economic and biological properties of the variety established by the breeders, external conditions in the region of cultivation also have a significant impact on the stabilization of the yields. The variability of productivity of spring barley varieties was assessed in terms of such traits as stability, ecological plasticity and adaptability in different ecological and geographical conditions. The research was conducted in 2020–2022 on 17 varieties of spring barley in ecological trial in Samara and Rostov regions. The experiment was laid in fourfold repetition with a plot area of 10 m². In the years of research, the "growing region" factor (98.7%) had the greatest influence. Evaluation of the index of environmental conditions (I_j) revealed that the best conditions for the vegetation of spring barley plants were formed in the experiment in the Rostov region (Zernogradsky district) ($I_j = +0.99$). The yield of the varieties depended not only on the location of the seed-trial ground but also on the year of cultivation. The linear regression coefficient ranged from 0.67 to 1.36, dividing the varieties into responsive, weakly responsive and adaptive to changes in the cultivation conditions. The varieties Zernogradsky 1717 and Zernogradsky 1724 formed the highest yield in the experimental plots and were classified as stable under cultivation under different soil and climatic conditions, with high breeding value, stress tolerance and level of variety stability.

Keywords: adaptability, stability, ecological plasticity, spring barley, yield, variety

Для цитирования: Брагин Р.Н., Филиппов Е.Г., Донцова А.А., Донцов Д.П. Анализ урожайности сортов ярового ячменя в условиях изменчивости природной среды // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 10. С. 31–42. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-10-4>

For citation: Bragin R.N., Filippov E.G., Dontsova A.A., Dontsov D.P. Yield analysis of spring barley varieties under conditions of environmental variability. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 10, pp. 31–42. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-10-4>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Ячмень – одна из центральных зерновых культур не только в отечественном, но и в мировом земледелии. Она занимает лидирующее место по многообразию ее использования и валовым сборам в качестве зернофуражной культуры. Белок в ячменном зерне имеет хорошую сбалансированность по составу особо важных аминокислот, поэтому около 65% получаемого зерна идет на кормовые цели, в том числе на производство комбикормов¹ [1, 2].

Биохимические исследования подтверждают сбалансированное содержание питательных веществ в зерне ячменя: 4,6–6,1% клетчатки, 11–13 – сырого протеина, 2,1–2,3 – жира, 61–65 – безазотистых экстрактивных веществ, 2,8–3,6% золы и другие элементы. Согласно питательной ценности крупы из обработанного ячменя (около 312 ккал/100 г) успешно используют в рационах питания человека как при ожирении, так и при диетах [3–5].

В процессе вегетации растений ярового ячменя на формирование урожая зерна существенное влияние оказывают разнообразные воздействия условия природной среды. Повышенная температура с длительным отсутствием влаги крайне неблагоприятно сказывается как на формировании урожайности, так и на качестве зерна. Зональные технологии возделывания сельскохозяйственных культур разрабатывают многие годы, поскольку для каждой зоны возделывания присущи свои особенности природной среды. Однако оптимальные зональные технологии возделывания – лишь часть успешного получения высокой стабильной урожайности.

Необходимы новые сорта, не только сочетающие высокую урожайность и качество, но и обладающие адаптивными свойствами к изменяющимся природным условиям. В связи с этим выведение и внедрение в сельскохозяйственное производство сортов, проявляющих толерантность к выращиванию в разных почвенно-климатических зонах, весьма актуально. Современный сорт должен быть не только пластичным, но и высокоустойчивым к проявлению экологических стресс-факторов, при этом не теряя качества [6–9].

Цель исследования – оценить изменчивость продуктивности сортов ячменя ярового по таким признакам, как стабильность, экологическая пластичность и адаптивность в различных эколого-географических условиях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В условиях зональной отдаленности исследования проводили на трех сортоиспытательных участках (СИУ), климатические составляющие которых различались между собой:

– Безенчукский СИУ, Самарская область, Самарский район, пгт Безенчук (Самарский НИИСХ);

– Орловский СИУ, Ростовская область, Орловский район (ООО СС «Нива»);

– Зерноградский СИУ, Ростовская область, Зерноградский район, г. Зерноград (АНЦ «Донской»).

За годы исследований (2020–2022) проанализировано 17 сортов ярового ячменя, оригинатором которых является АНЦ «Донской» (см. табл. 1).

¹Filippov E.G., Bragin R.N., Dontsova A.A. Estimation of ecological adaptability and stability of the promising winter barley varieties in a competitive variety testing // State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTERAGROMASH 2020: E3S Web Conf. XIII International Scientific and Practical Conference. 2020. N 175. P. 6. DOI: 10.1051/e3sconf/202017501007.

Табл. 1. Характеристика изучаемых сортов и линий
Table 1. Characteristics of the studied varieties and lines

№ п/п	Название сорта / линии	Происхождение	Разновидность	Группа спелости
1	Ратник (st.)	Зерноградский 632 × Дивный	Nutans	Среднеспелый
2	Азимут	Зерноградский 1500 × Вадим	»	Раннеспелый
3	Зерноградский 1763	Грис × Зерноградский 1523	Submedicum	Среднеспелый
4	Зерноградский 1768	Зерноградский 1518 × Зерноградский 1525	»	»
5	Зерноградский 1719	Грис × Приазовский 9	Nutans	Среднеранний
6	Зерноградский 1717	Щедрый × CDC Dawn	»	Среднеспелый
7	Зерноградский 1716	Леон × Зерноградский 1547	Medicum	»
8	Зерноградский 1701	Зерноградский 1521 × (Thuringia × Сокол)	Nutans	Раннеспелый
9	Зерноградский 1756	Леон × Зерноградский 1549	Submedicum	Среднеранний
10	Зерноградский 1755	Леон × Зерноградский 1549	»	Среднеспелый
11	Зерноградский 1754	Леон × Новик	Nutans	»
12	Зерноградский 1752	Зерноградский 141 × Зерноградский 1539	»	Раннеспелый
13	Зерноградский 1685	Зерноградский 1500 × Прерия	»	Среднеспелый
14	Зерноградский 1628	Леон × Грис	»	Среднеранний
15	Зерноградский 1726	Зерноградский 1500 × Мамлюк	»	»
16	Зерноградский 1724	Вакула × Тимофей	Ricotense	Среднеспелый
17	Зерноградский 1721	Юла × Зерноградский 1507	Nutans	Среднеранний

Площадь учетной делянки 10 м², норма высева 500 всхожих зерен/м². Сорта высеивали в четырехкратной повторности по предшественнику подсолнечник. Сравнение изучаемых образцов проводили с районированным сортом ярового ячменя Ратник. Характеристика почв опытных участков представлена в табл. 2.

Оценку полученных данных осуществляли согласно методике Б.А. Доспехова².

Для анализа урожайности сортов ярового ячменя по параметрам адаптивности использовали методики, комплексно оценивающие полученные данные:

– показатель экологической пластичности и стабильности – согласно расчетам

Табл. 2. Характеристика почв экологических сортоиспытательных участков
Table 2. Characteristics of the soil types of the ecological seed-trial grounds

Местоположение сортоиспытательного участка	Тип почв	Кислотность почвы, pH	Содержание гумуса, %	Содержание основных элементов питания, мг/кг		
				N	P	K
Безенчукский (Самарская область)	Чернозем обыкновенный	6,4–6,7	3,8–4,0	128–142	156–162	199–208
Орловский (Ростовская область)	Темно-каштановый	6,9–7,3	2,5–3,0	60–110	17,6	439
Зерноградский (Ростовская область)	Чернозем обыкновенный	7,0–7,1	3,0–3,5	70–110	15–20	300–500

²Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 352 с.

S.A. Eberhart, W.A. Russel под редакцией В.А. Зыкина³;

– селекционную ценность (Sc) и гомеостатичность (Hom) – по методике В.В. Хангильдина и Н.А. Литвиненко⁴;

– стрессоустойчивость ($Y_{min} - Y_{max}$) и генетическую гибкость ($(Y_{max} + Y_{min})/2$) – по уравнениям А.А. Rosielle, J. Hamblin в изложении А.А. Гончаренко⁵;

– коэффициент отзывчивости (Kp) по методу В.А. Зыкина (см. сноску 3);

– показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) – по уравнению Э.Д. Неттевича⁶.

Существенное влияние на формирование урожайности на сортоиспытательных участках получено за счет варьирования метеорологических условий.

В 2020 г. отмечено повышенное количество атмосферных осадков за период посевных работ ярового ячменя (март – апрель) на сортоиспытательном участке Самарского

НИИСХ (65,0 и 32,0 мм соответственно) и отсутствие осадков на участке АНЦ «Донской». Во время выхода в трубку (май) количество выпавших осадков в АНЦ «Донской» и ООО СС «Нива» составило 81,2 и 75,2 мм соответственно, что в 4 раза превысило показатели Самарского НИИСХ. В периоды колошения, созревания и налива зерна (июнь и июль) наибольшее количество выпавших осадков отмечено в ООО СС «Нива» (74,9 и 119,1 мм соответственно).

В 2021 г. относительно высокий показатель выпавших осадков отмечен на экологическом сортоиспытательном участке АНЦ «Донской» в периоды всходов, кущения и колошения (март, апрель и июнь) – 82,7; 95,9 и 103,5 мм соответственно, что значительно превысило данный показатель на других сортоучастках.

В 2022 г. наблюдали тенденцию неравномерного распределения осадков по сорто-

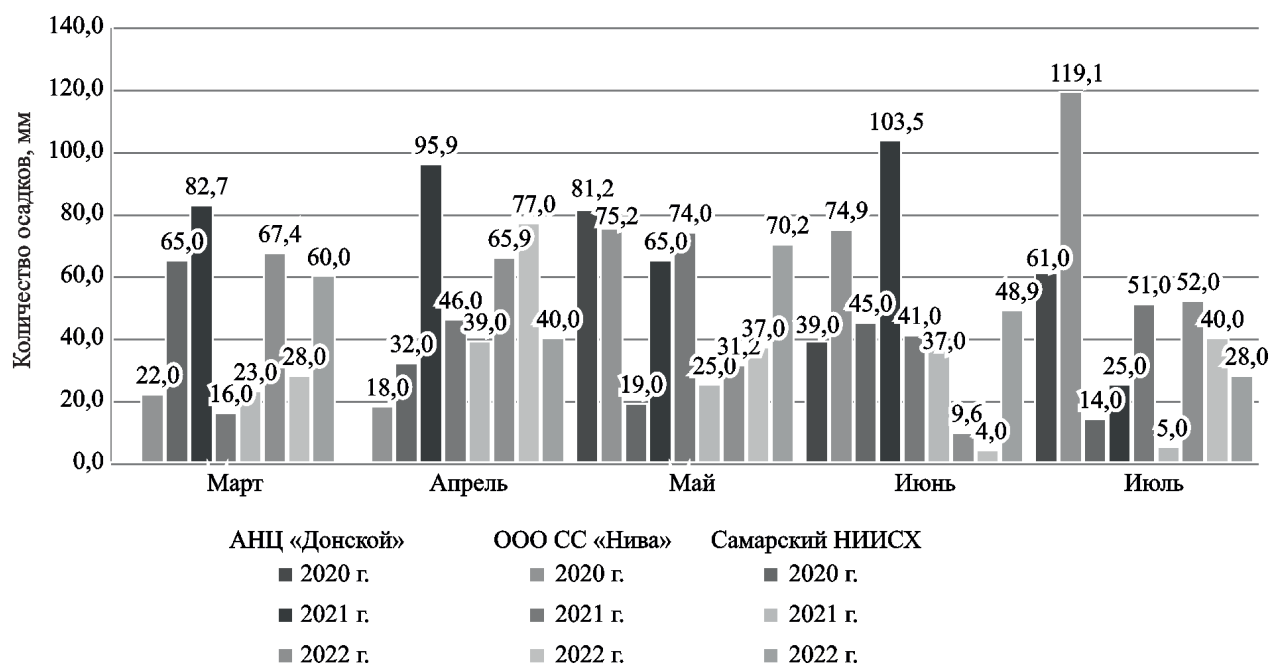


Рис. 1. Среднемесячное количество осадков за март – июль 2020–2022 гг., мм

Fig. 1. Average monthly amount of precipitation during March – July, 2020–2022, mm

³Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Уфа: БашГАУ, 2005. 100 с.

⁴Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Научно-технический бюллетень ВСГИ. 1981. № 1. С. 8–14.

⁵Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Россельхозакадемии. 2005. № 6. С. 49–53.

⁶Неттевич 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.

испытательным участкам в течение вегетационного периода. В весенний период всходов, кушения (март – апрель) по сумме выпавших осадков лидировал сортоиспытательный участок АНЦ «Донской» – 133,3 мм. В ООО СС «Нива» и Самарского НИИСХ данный показатель составил 105,0 и 100,0 мм соответственно. За период выхода в трубку и колошения (май – июнь) наибольшее количество осадков отмечено на сортоиспытательном участке АНЦ «Донской» – 70,2 и 48,9 мм соответственно, что показало превышение данного показателя в 2 раза и более по сравнению с другими участками (см. рис. 1).

В период всходов (март) в 2020–2022 гг. наиболее высокий температурный режим отмечен на опытном участке АНЦ «Донской», низкие значения среднесуточных температур воздуха наблюдали на участке Самарского НИИСХ (2,7; –4,2 и –4,2 °С соответственно). В период кушения, выхода в трубку, созревания (апрель, май и июль) в годы исследований среднесуточная температура воздуха на опытных участках Самарского НИИСХ и АНЦ «Донской» была выше, чем в ООО СС

«Нива». Во время колошения (июнь) 2020 г. пониженные значения среднесуточной температуры воздуха отмечены в Самарском НИИСХ (17,9 °С) (см. рис. 2).

Такое распределение погодных условий дало возможность провести анализ показателей адаптивности и выделить лучшие сорта ярового ячменя.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За годы исследований отмечен достаточно высокий уровень варьирования урожайности по сортоиспытательным участкам. Согласно двухфакторному дисперсионному анализу, на формирование урожайности основное влияние оказал фактор «зона возделывания» – 98,7%, что обусловлено климатическими данными сортоиспытательных участков за время исследований. Наиболее высокие показатели урожайности сортов ярового ячменя получены на полях АНЦ «Донской» (4,80–5,53 т/га). На данном опытном участке также выявлен высокий индекс условий среды ($I_j = +0,99$). В среднем за годы исследований на полях АНЦ «Донской» достоверная прибавка к урожайности по отношению к

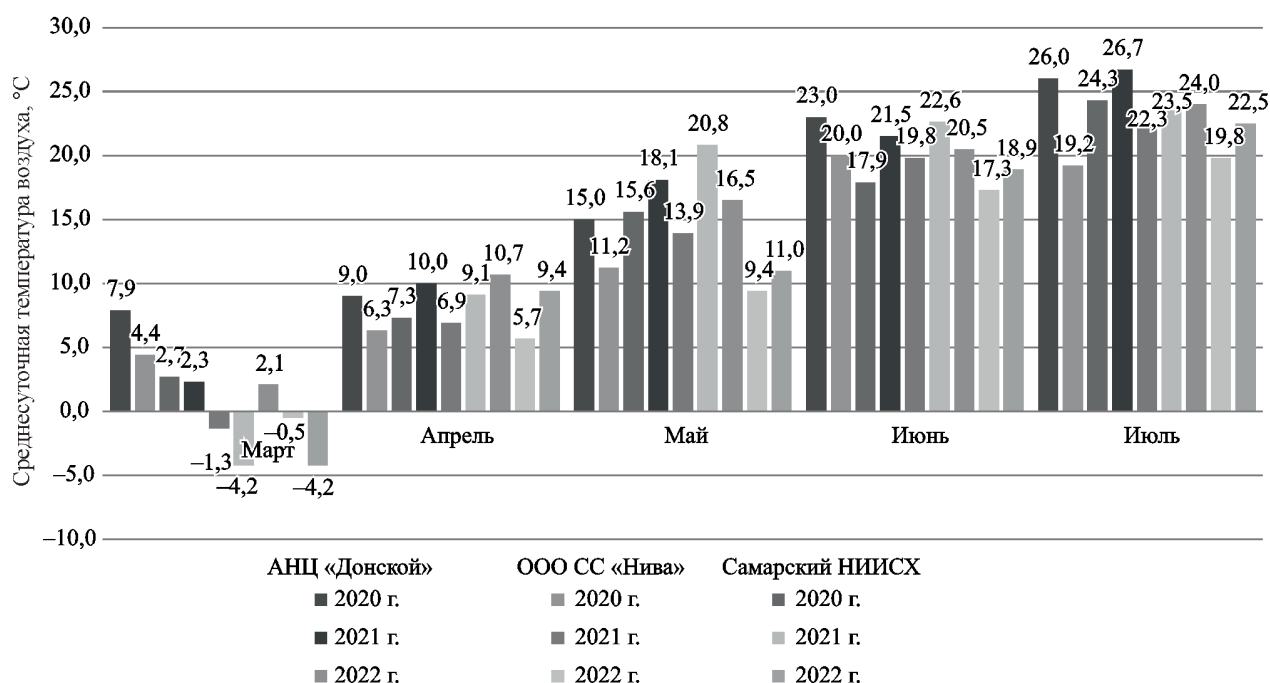


Рис. 2. Среднемесячная температура воздуха за март – июль 2020–2022 гг.

Fig. 2. Average monthly air temperature during March – July, 2020–2022

стандартному сорту Ратник (4,83 т/га) получена у сортов Зерноградский 1755 – 5,53 т/га (+0,70 т/га), Зерноградский 1726 – 5,47 (+0,64), Азимут – 5,43 (+0,60), Зерноградский 1763 – 5,37 т/га (+0,54 т/га) (см. рис. 3).

На полях Самарского НИИСХ и ООО СС «Нива» условия выращивания были менее благоприятными. Индекс условий среды (I_j) на данных сортоиспытательных участках составил –0,58 и –0,41 соответственно.

В годы исследований урожайность на опытном участке Самарского НИИСХ варьировала в пределах 3,13–4,18 т/га. По данному признаку достоверно превысили стандарт сорта Зерноградский 1721 – 4,18 т/га (+0,94 т/га), Зерноградский 1724 и Зерноградский 1717 – 4,05 т/га (+0,81 т/га).

Урожайность на опытном участке ООО СС «Нива» отмечена от 3,25 т/га у стандартного сорта Ратник до 4,31 т/га у сорта Зерноградский 1685. В среднем за годы исследований достоверная прибавка урожайности по отношению к стандартному сорту Ратник отмечена у сортов Зерноградский 1685 – 4,31 т/га (+1,06 т/га), Зерноградский 1717 – 4,24 (+0,99), Азимут –

4,17 (+0,92), Зерноградский 1701 – 4,01 (+0,76), Зерноградский 1726 – 3,89 (+0,64), Зерноградский 1752 – 3,85 (+0,60), Зерноградский 1754 – 3,83 (+0,58), Зерноградский 1628 – 3,82 т/га (+0,57 т/га).

На различных участках экологического сортоиспытания шесть сортов достоверно превысили стандарт Ратник, сформировав наибольшую урожайность: Зерноградский 1754 – 4,25 т/га, Зерноградский 1755 – 4,25, Зерноградский 1724 – 4,26, Зерноградский 1685 – 4,27, Азимут – 4,38, Зерноградский 1717 – 4,47 т/га, превышение составило от 0,47 до 0,69 т/га соответственно.

Коэффициент линейной регрессии (bi) как один из важных показателей расчета экологической пластичности в годы исследований варьировал от 0,67 до 1,36. Согласно методике изучаемые сорта поделены на три категории: слабо отзывчивые ($bi < 1$), линейно реагирующие на изменение условий выращивания ($bi \approx 1$), отзывчивые на улучшение условий среды ($bi > 1$). У линий Зерноградский 1763 ($bi = 1,36$), Зерноградский 1755 ($bi = 1,30$), Зерноградский 1726 ($bi = 1,26$) и Зерноградский 1756 ($bi = 1,18$) установлены

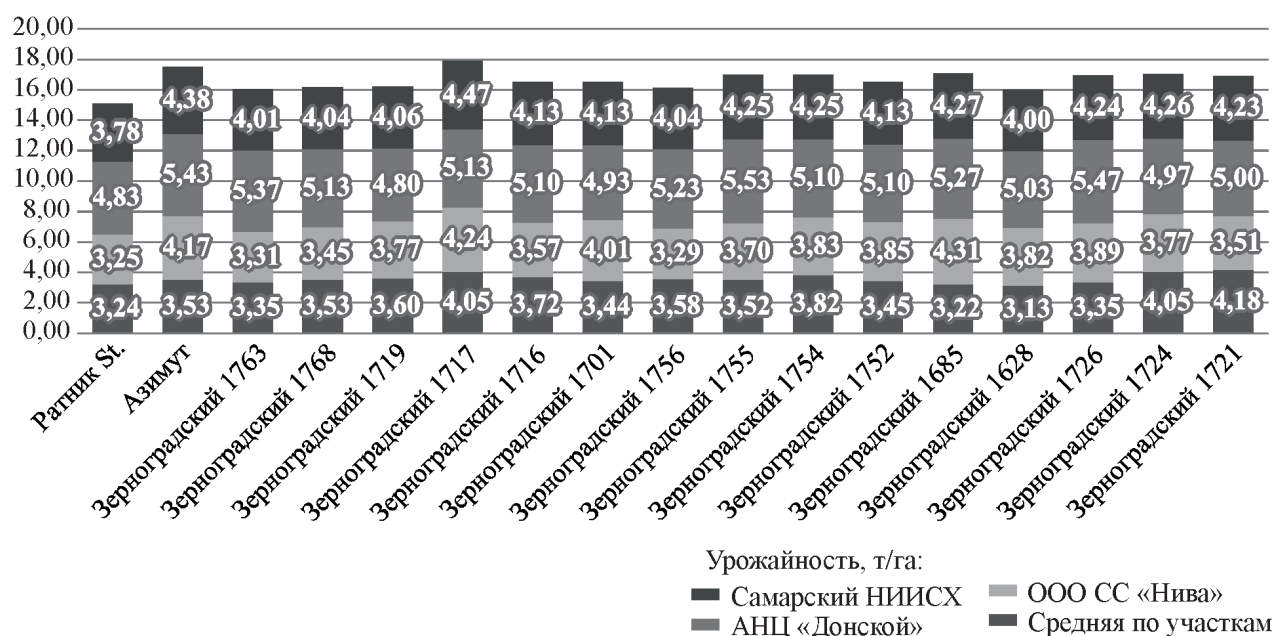


Рис. 3. Урожайность сортов ярового ячменя на участках экологического сортоиспытания (2020–2022 гг.), т/га

Fig. 3. Productivity of the spring barley varieties on the ecological variety testing plots (2020–2022), t/ha

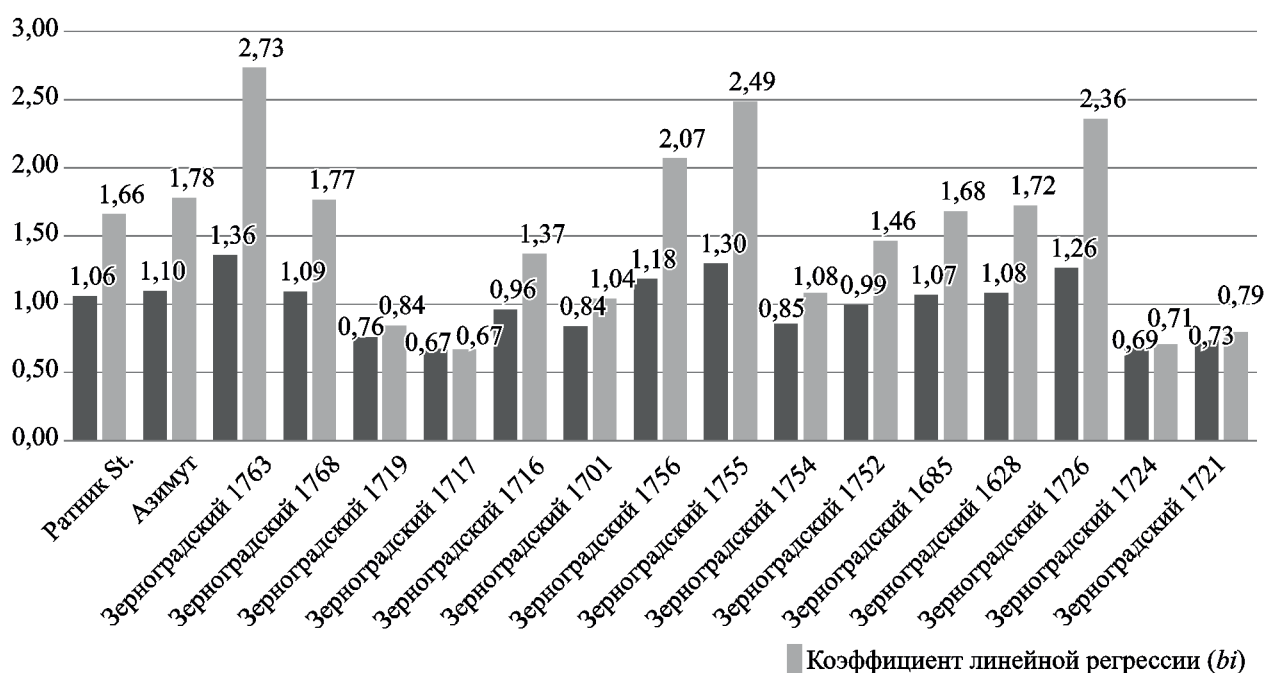


Рис. 4. Параметры адаптивности сортов ярового ячменя: коэффициент линейной регрессии и среднеквадратическое отклонение (2020–2022 гг.)

Fig. 4. Adaptability parameters of the spring barley varieties: linear regression coefficient and standard deviation (2020–2022)

высокие значения коэффициента линейной регрессии. Слабая реакция на изменения условий выращивания, но стабильные показатели урожайности даже в условиях воздействия стресс-факторов отмечены у сортов Зерноградский 1717 ($b_i = 0,67$), Зерноградский 1724 ($b_i = 0,69$), Зерноградский 1721 ($b_i = 0,73$) и Зерноградский 1719 ($b_i = 0,76$). При значении коэффициента линейной регрессии, близком к единице, наблюдали постепенную взаимосвязь между изменением урожайности и изменением условий выращивания: Зерноградский 1752 ($b_i = 0,99$), Зерноградский 1716 ($b_i = 0,96$), Ратник ($b_i = 1,06$) (см. рис. 4).

Среднеквадратическое отклонение ($\sigma^2 d$), которое указывает на стабильность полученных результатов, варьировало от 0,67 до 2,73.

Значения коэффициента вариации (C_v) у изучаемых сортов варьировали от 18,3 до 41,5%. Поскольку все сорта, кроме одного, имели коэффициент выше 20%, данный показатель указывает на сильную изменчивость. Наименьшая изменчивость отмечена у сорта Зерноградский 1717 ($C_v = 18,3\%$) (см. рис. 5).

По показателю гомеостатичности относительно высокое значение отмечено у сорта Зерноградский 1717 ($Hom = 22,7$). Высокие значения данного признака отображают сорта, обладающие толерантностью к воздействию негативных стресс-факторов среды и способностью формировать высокую стабильную урожайность.

К параметрам, выражающим адаптивность сорта, относится и селекционная ценность генотипа (Sc), высокие показатели которой подтверждают данные гомеостатичности (Hom) при определении наиболее устойчивых образцов по отношению к влиянию неблагоприятных условий среды. Сорта Зерноградский 1717 ($Sc = 3,53$), Зерноградский 1724 ($Sc = 3,23$), Зерноградский 1754 ($Sc = 3,18$) и Зерноградский 1719 ($Sc = 3,04$) имели наибольшие значения данного показателя.

Стрессоустойчивость как один из признаков экологической пластичности и адаптивности (разность между минимальной и максимальной урожайностью) служит наглядным показателем устойчивости сорта к неблагоприятным факторам, определяя диа-

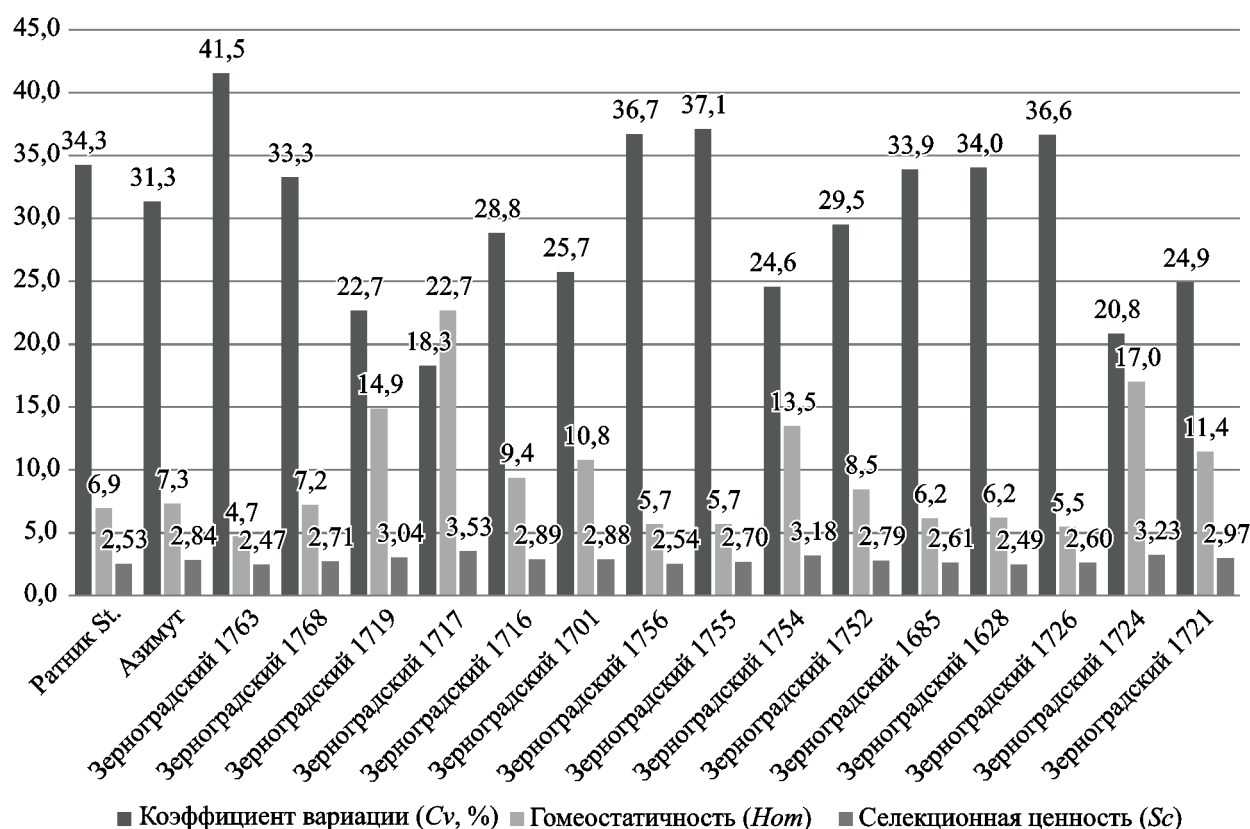


Рис. 5. Параметры адаптивности сортов ярового ячменя: коэффициент вариации, гомеостатичность, селекционная ценность (2020–2022 гг.)

Fig. 5. Adaptability parameters of the spring barley varieties: coefficient of variation, homeostaticity, breeding value (2020–2022)

пазон возможного использования и внедрения сорта. Компенсаторная способность, или стрессоустойчивость, определяет генетическую гибкость сорта, его реакцию на условия выращивания. Согласно методике, более высокие показатели отражают степень устойчивости сортов к стресс-факторам среды. Сорта Зерноградский 1717 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -1,08$), Зерноградский 1719 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -1,20$) и Зерноградский 1724 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -1,20$) классифицированы как стрессоустойчивые. Высокие показатели компенсаторной способности отмечены у сортов Зерноградский 1717 ($(Y_{\max} + Y_{\min})/2 = 4,59$), Зерноградский 1755 ($(Y_{\max} + Y_{\min})/2 = 4,53$), Азимут ($(Y_{\max} + Y_{\min})/2 = 4,48$), Зерноградский 1754 ($(Y_{\max} + Y_{\min})/2 = 4,46$), Зерноградский 1726 ($(Y_{\max} + Y_{\min})/2 = 4,41$) (см. рис. 6).

Коэффициент отзывчивости на условия выращивания (K_p) как один из показателей, определяющих адаптивность изучаемых сортов, выражает разницу между данными, полученными в благоприятной внешней среде и неблагоприятной. По данному признаку выделены сорта Зерноградский 1685 ($K_p = 1,63$), Зерноградский 1726 ($K_p = 1,63$), Зерноградский 1763 ($K_p = 1,62$) (см. рис. 7).

Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) позволяет выявить сорта со стабильной урожайностью, способные при ухудшении условий возделывания существенно не снижать урожайность (см. рис. 8).

По результатам анализа значения стабильности урожайности сортов варьировали от 92,9 до 263,3%. Сорта Зерноградский 1717 и Зерноградский 1724 имели наибольшие значения ПУСС (263,3 и 209,2% соответственно).

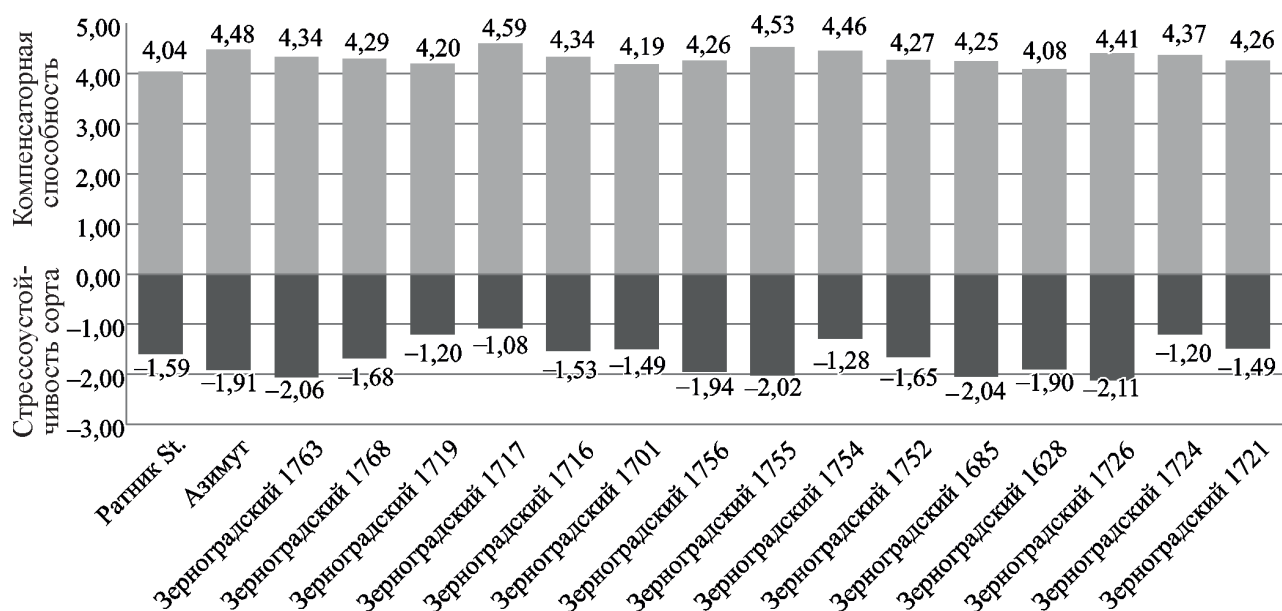


Рис. 6. Стрессоустойчивость ($Y_{\min} - Y_{\max}$) и компенсаторная способность $((Y_{\max} + Y_{\min})/2)$ сортов ярового ячменя (2020–2022 гг.)

Fig. 6. Stress resistance ($Y_{\min} - Y_{\max}$) and compensatory ability $((Y_{\max} + Y_{\min})/2)$ of the spring barley varieties (2020–2022)

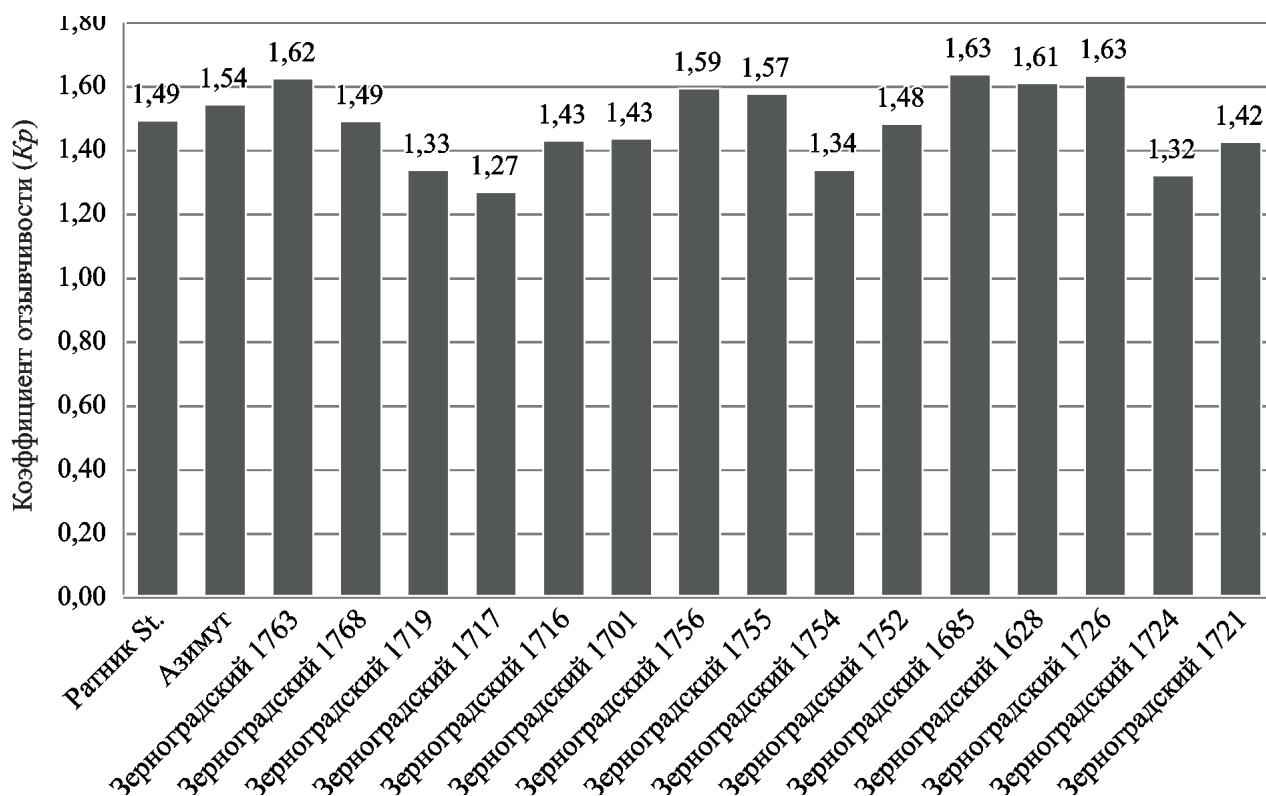


Рис. 7. Коэффициент отзывчивости сортов ярового ячменя (K_p) (2020–2022 гг.)

Fig. 7. Coefficient of responsiveness of the spring barley varieties (K_p) (2020–2022)

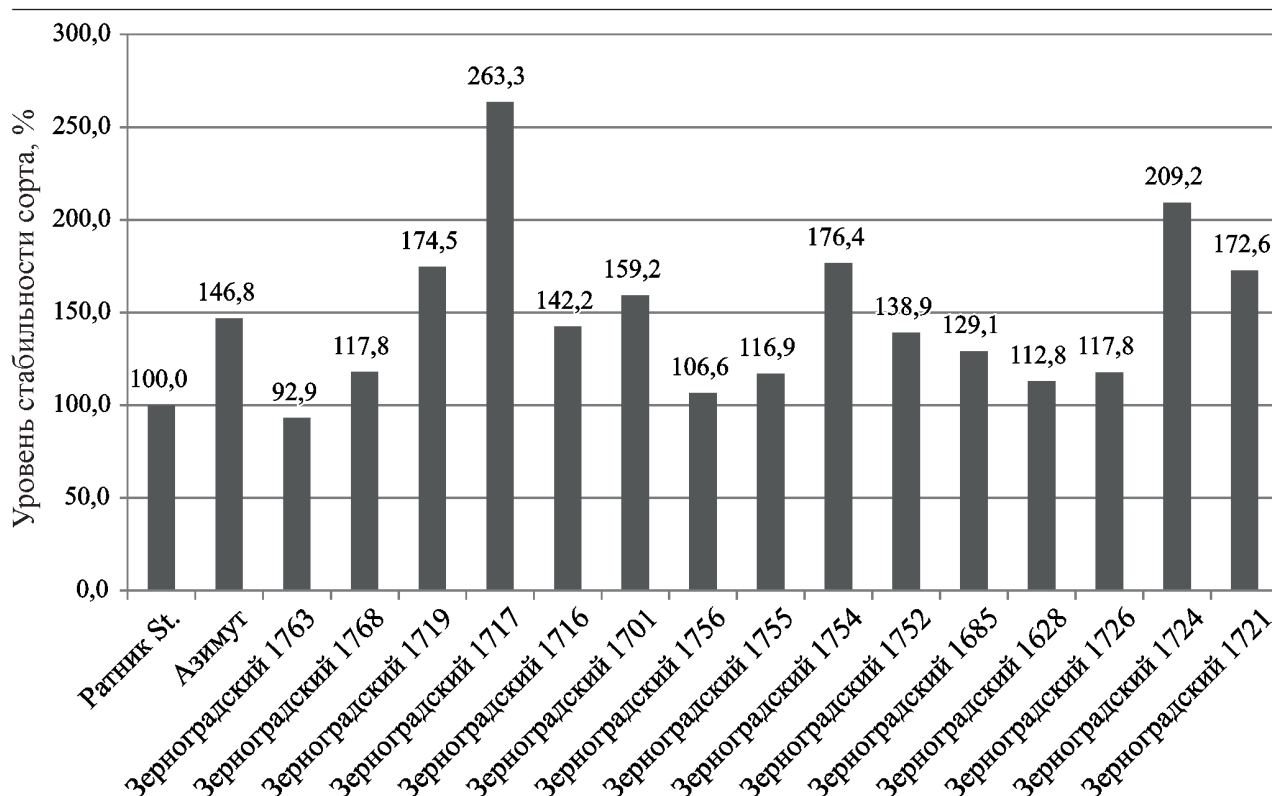


Рис. 8. Показатель уровня стабильности сортов ярового ячменя (ПУСС) (2020–2022 гг.)

Fig. 8. Indicator of spring barley varieties stability level (VSLI) (2020–2022)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно проведенному анализу результатов исследований с 2020 по 2022 г. на опытных участках выделены сорта, обладающие комплексом параметров экологической пластичности в сочетании с высокой стабильной урожайностью. Сорта Зерноградский 1717 и Зерноградский 1724 сформировали высокую продуктивность и стабильность в различных условиях выращивания ($bi = 0,67$ и $0,69$), с высокой селекционной ценностью ($Sc = 3,53$ и $3,23$), стрессоустойчивостью ($Y_{min} - Y_{max} = -1,08$ и $-1,20$) и ПУСС (263,3 и 209,2), что позволяет их использовать для получения высокой урожайности в условиях с повышенным риском неблагоприятных факторов среды. Сорта Азимут и Зерноградский 1685 показали высокую урожайность и адаптивность к условиям выращивания ($bi = 1,10$ и $1,07$). Сорт Азимут имеет высокий показатель генетической гибкости ($(Y_{max} + Y_{min})/2 = 4,48$), в то время как Зерноградский 1685 выделился высоким уровнем от-

зывчивости ($Kp = 1,63$), что характеризует их как сорта, способные сформировать высокие показатели урожайности в благоприятных условиях среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Фоменко М.А., Грабовец А.И., Олейникова Т.А., Мельникова О.В. Параметры адаптивности и гомеостатичности сортов озимой мягкой пшеницы в степной зоне Ростовской области // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 4 (32). С. 105–111. DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11140.
3. Николаев П.Н., Юсова О.А., Аниськов Н.И. Агробиологическая характеристика многорядных голозерных сортов ячменя селекции Омского АНЦ // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019. № 180 (1). С. 37–43. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.
4. Радченко Л.А., Ганоцкая Т.Л., Радченко А.Ф. Оценка адаптивных свойств озимой ржи при

- возделывании в условиях Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 1 (13). С. 76–82. DOI: 10.25637/TVAN2018.01.06.
5. Рыбась И.А., Гуреева А.В. Характеристика адаптивных свойств сортов и линий озимой мягкой пшеницы по предшественнику горох // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 111 (07). С. 1193–1201.
6. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш. Оценка сортов озимой ржи по урожайности и параметрам экологической пластичности в условиях Северного Зауралья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. № 3 (64). С. 22–27. DOI: 10.30766/2072-9081.2018.64.3.22-27.
7. Турина Е.Л., Прахова Т.Я., Турин Е.Н., Зубоченко А.А., Прахов В.А. Оценка сортообразцов рыжика озимого (*Camelina sylvestris* Waller ssp. *pilosa* Zing.) по экологической адаптивности // Сельскохозяйственная биология. 2020. № 3 (55). С. 564–572. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.3.564rus.
8. Солонечный П.Н. AMMI и GGE biplot анализ взаимодействия генотип – среда линий ячменя ярового // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. № 21 (6). С. 657–662. DOI: 10.18699/VJ17.283.
9. Морозов Н.А., Самсонов И.В., Панкратова Н.А. Оценка исходного материала ярового ячменя на адаптивность к засушливым условиям Ставропольского края // Зерновое хозяйство России. 2021. № 5. С. 29–34. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-29-34.
1. Gudzenko V.N. Statistical and graphical (GGE biplot) evaluation of the adaptive ability and stability of winter barley breeding lines. *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii* = *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2019, vol. 23, no. 1, pp. 110–118. (In Russian). DOI: 10.18699/VJ19.469.
2. Fomenko M.A., Grabovets A.I., Oleinikova T.A., Melnikova O.V. Parameters of adaptability and homeostasis varieties of winter soft wheat in the steppe zone of the Rostov region. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = *Legumes and Groat Crops*, 2019, no. 4 (32), pp. 105–111. (In Russian). DOI: 10.24411/2309-348X-2019-11140.
3. Nikolaev P.N., Yusova O.A., Aniskov N.I. Agrobiological characteristics of hullless barley cultivars developed at Omsk agrarian Scientific Center. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii* = *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 2019, no. 180 (1), pp. 37–43. (In Russian). DOI: 10.30901/2227-8834-2019-1-38-43.
4. Radchenko L.A., Ganotskaya T.L., Radchenko A.F. Estimation of the adaptive qualities of winter rye cultivated under the conditions of the Crimea. *Tavrisheskii vestnik agrarnoi nauki* = *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*, 2018, no. 1 (13), pp. 76–82. (In Russian). DOI: 10.25637/TVAN2018.01.06.
5. Rybas I.A., Gureeva A.V. Characteristics of adaptive traits of varieties and lines of winter (soft) wheat sown after peas as a predecessor. *Nauchnyi zhurnal KubGAU* = *Scientific Journal of KubSAU*, 2015, no. 111 (07), pp. 1193–1201. (In Russian).
6. Sapaga V.A., Tursumbekova G.Sh. Estimating the winter rye varieties by yield productivity and parameters of ecological plasticity in the conditions of the Northern Trans-Urals. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = *Agricultural Science Euro-North-East*, 2018, no. 3 (64), pp. 22–27. (In Russian). DOI: 10.30766/2072-9081.2018.64.3.22-27.
7. Turina E.L., Prakhova T.Ya., Turin E.N., Zubochenco A.A., Prakhov V.A. Evaluation of winter camelina (*Camelina sylvestris* Waller ssp. *pilosa* Zing.) cultivars for environmental adaptability. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* = *Agricultural Biology*, 2020, no. 3 (55), pp. 564–572. (In Russian). DOI: 10.15389/agrobiology.2020.3.564rus.
8. Solonechnyi P.N. AMMI and GGE biplot analyses of genotype-environment interaction in spring barley lines. *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii* = *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2017, no. 21 (6), pp. 657–662. (In Russian). DOI: 10.18699/VJ17.283.
9. Morozov N.A., Samsonov I.V., Pankratova N.A. Estimation of the initial material of spring barley for adaptability to arid conditions of the Stavropol territory. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* = *Grain Economy of Russia*, 2021, no. 5, pp. 29–34. (In Russian). DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-29-34.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Брагин Р.Н.**, младший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 347740, Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: braginroman@ya.ru

Филиппов Е.Г., кандидат сельскохозяйственных наук; e-mail: filippov.vniizk@mail.ru

Донцова А.А., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующая отделом; e-mail: doncova601@mail.ru

Донцов Д.П., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Roman N. Bragin**, Junior Researcher; **address:** 3, Nauchny Gorodok, Zernograd, 347740, Russia; e-mail: braginroman@ya.ru

Evgeni G. Filippov, Candidate of Science in Agriculture; e-mail: filippov.vniizk@mail.ru

Alexandra A. Dontsova, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher, Department Head; e-mail: doncova601@mail.ru

Dmitri P. Dontsov, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 18.07.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 29.09.2023
Дата публикации / Published 20.11.2023