



<https://doi.org/10.26898/0370-8799-2024-11-2>

УДК: 631.52:633.16

Тип статьи: оригинальная

Type of article: original

Селекция ярового ячменя на адаптивность в нестабильных условиях Средней Сибири

Сурина Н.А., (✉)Герасимов С.А., Ляхова Н.Е.

Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»

Красноярск, Россия

(✉)e-mail: g-s-a2009@yandex.ru

Приведены результаты оценки ячменя по параметрам адаптивности и их ранжированию в условиях лесостепи Средней Сибири в 2016–2023 гг. Объектами исследований являлись 11 районированных сортов ячменя ранней и современной селекции. Почва опытного поля – чернозем обыкновенный маломощный. Предшественник – чистый пар. Содержание гумуса в пахотном горизонте в среднем 5,9%, нитратного азота – 9,2 мг/кг почвы, фосфора – 21,1, калия – 13,9 мг/кг. По влагообеспеченности вегетационные периоды 2016, 2017, 2021 и 2022 гг. отличались достаточным увлажнением (ГТК 1,36–1,51), 2018 и 2023 гг. оказались засушливыми с ГТК 0,73–0,82. Повторность опыта четырехкратная, метод сравнения парный. Посев проведен в оптимальные для культуры сроки – 20–25 мая с нормой высева 5,5 млн всхожих зерен/га. По итогам проведенных исследований наибольшую урожайность (37,5–39,9 ц/га) наряду с новыми сортами Абалак, Такмак, Оплот показал стародавний сорт Красноярский 80. Генотипы Красноярский 80, Оплот, Емеля могут быть отнесены к сортам интенсивного типа ($b_i = 1,15–1,34$), тогда как Бахус, Оленек, Абалак и Такмак отличались широкой экологической адаптацией ($b_i = 0,96–1,05$). Шестирядный сорт Агул 2 ранней селекции меньше других реагировал на изменчивость условий выращивания ($b_i = 0,47$), что связано с его скороспелостью. Сорта Красноярский 80, Абалак и Такмак положительно сочетали высокую продуктивность (37,5–39,9 ц/га) с повышенными показателями стабильности ($\sigma_d^2 = 1,3–4,3$). По комплексу адаптивных свойств самой высокой селекционной ценностью ($S_c = 13,1–15,0$) обладали сорта Абалак, Такмак, Агул 2. Дальнейшая селекция ярового ячменя на повышение адаптивности будет сопровождаться ростом стабильности урожая создаваемых сортов.

Ключевые слова: ячмень, сорт, урожайность, экологическая пластичность

Spring barley selection for adaptability in unstable conditions of Central Siberia

Surin N.A., (✉)Gerasimov S.A., Lyakhova N.E.

Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture – Separate Division of the FRC KSC SB RAS

Krasnoyarsk, Russia

(✉)e-mail: g-s-a2009@yandex.ru

The results of barley evaluation by adaptability parameters and their ranking in the conditions of the forest-steppe of Central Siberia in 2016–2023 are presented. The objects of research were 11 released barley varieties of early and modern selection. The soil of the experimental field was ordinary minor chernozem. The forecrop was complete fallow. Humus content in the plough-layer averaged 5.9%, nitrate nitrogen was 9.2 mg/kg of soil, phosphorus was 21.1, 13.9 mg/kg. In terms of moisture availability, the growing seasons of 2016, 2017, 2021 and 2022 were characterized by sufficient moisture (HTC 1.36–1.51), whereas 2018 and 2023 were dry with HTC of 0.73–0.82. The experiment

was repeated four times, the method of comparison was paired. Sowing was carried out in the optimal dates for the crop – May 20–25 with a seeding rate of 5.5 million germinating grains/ha. According to the results of the conducted research the highest yield (37.5–39.9 c/ha) was shown along with the new varieties Abalak, Takmak, Oplot by the old variety Krasnoyarsky 80. The genotypes Krasnoyarsky 80, Oplot, and Emelya can be classified as intensive varieties ($bi = 1.15–1.34$), whereas Bakhus, Olenek, Abalak, and Takmak were characterized by broad ecological adaptation ($bi = 0.96–1.05$). The six-row variety Agul 2 of early selection responded less than others to variability of the growing conditions ($bi = 0.47$), which is associated with its early maturity. Varieties Krasnoyarsky 80, Abalak and Takmak positively combined high productivity (37.5–39.9 kg/ha) with increased stability ($\sigma d^2 = 1.3–4.3$). The varieties Abalak, Takmak, Agul 2 had the highest selection value ($S_c = 13.1–15.0$) according to the complex of adaptive properties. Further breeding of spring barley for increased adaptability will be accompanied by an increase in yield stability of the created varieties.

Keywords: barley, variety, yield, ecological plasticity

Для цитирования: Сурин Н.А., Герасимов С.А., Ляхова Н.Е. Селекция ярового ячменя на адаптивность в нестабильных условиях Средней Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2024. Т. 54. № 11. С. 15–22. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2024-11-2>

For citation: Surin N.A., Gerasimov S.A., Lyakhova N.E. Spring barley selection for adaptability in unstable conditions of Central Siberia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2024, vol. 54, no. 11, pp. 15–22. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2024-11-2>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Работа выполнена согласно Государственному заданию ФИЦ КНЦ СО РАН, тема № FWES-2024-0033 «Создание сортов нового поколения зерновых, зернобобовых, масличных, плодово-ягодных культур с повышенной адаптацией и стрессоустойчивостью, их первичное и промышленное семеноводство для условий Средней Сибири».

Acknowledgement

The work was carried out in accordance with the state assignment of the Federal Research Center of the Scientific and Research Center of the SB RAS, topic No. FWES-2024-0033 «Creation of varieties of a new generation of grain, leguminous, oilseed, fruit and berry crops with increased adaptation and stress resistance, their primary and industrial seed production for the conditions of Central Siberia».

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы повышения адаптивности растений к различным агроэкологическим условиям издавна стоят в центре внимания многих ведущих отечественных и зарубежных ученых. Признано, что селекция – основной способ повышения адаптивности растений и качества урожая. При этом главной задачей селекционера является не только повышение потенциальной урожайности, но и сочетание ее с адаптивными свойствами. В противном случае это приводит к низкой реализации продуктивности в неблагоприятных агроэкологических условиях¹ [1–3].

Ряд авторов приходит к мнению, что ценность сорта определяется не только высокой урожайностью, но и способностью растений сохранять устойчивость к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды. Одна из главных причин слабой реализации урожайности интенсивных сортов – односторонняя ориентация селекции на рост потенциальной урожайности без учета (а нередко в ущерб одновременному повышению) экологической устойчивости сортов². Высокая адаптивность сорта может обеспечить стабильность урожая в варьирующих экологических условиях, что может достигаться за счет широкой гомеостатичности³ [4].

¹Creissen H.E., Jorgensen T.H., Brown J.K.M. Increased yield stability of field-grown winter barley (*Hordeum vulgare* L.) varietal mixtures through ecological processes // Crop Protection. 2016. Vol. 85. P. 1–8. DOI: 10.1016/j.cropro.2016.03.001.

²Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений и проблемы агроценоза. М., 2004. Т. 1. С. 49–63.

³Elakhdar A., El-sattar M.A., Amer K., Kumamaru T. Genetic diversity and association analysis among Egyptian barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes with different adaptations to saline conditions analyzed by SSR markers // Australian Journal of Crop Science. 2016. Vol. 10. N. 5. P. 637–645. DOI: 10.21475/ajcs.2016.10.05.p7331.

В связи с этим селекция ячменя должна быть ориентирована на создание сортов с высокой стабильностью основных элементов структуры урожая и качества зерна [5, 6].

Применительно к биоклиматическим особенностям Средней Сибири новые сорта ячменя должны обладать устойчивостью к неблагоприятным факторам окружающей среды, сохраняя при этом достигнутый уровень урожайности и качества зерна. Для этого необходимо достичь оптимального сочетания высокой продуктивности, ее стабильности и способности к адаптации при изменении условий окружающей среды [7–9].

Установлено, что критерием адаптивности может служить уровень изменчивости продуктивности при посеве в различных почвенно-климатических зонах и на разных фонах, а использование оценки по комплексу параметров адаптивности позволяет установить соответствие сорта условиям возделывания, в которых возможно максимально полно реализовать его потенциальную урожайность.

Целенаправленная работа по программе адаптивной селекции в Красноярском НИИСХе, развернутая в конце 70-х – начале 80-х годов XX в., завершилась созданием серии адаптивных сортов ярового ячменя Бахус, Оленек и Такмак⁴.

Цель исследования – на основе оценки по параметрам экологической пластичности и стабильности выделить лучшие сорта ярового ячменя и выявить, за счет каких параметров будет обеспечен дальнейший рост урожайности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в 2016–2023 гг. в открытой Красноярской лесостепной зоне Средней Сибири. Почва – чернозем обыкновенный маломощный. Предшественник –

чистый пар. Содержание гумуса в пахотном горизонте 3,2–9,4% (в среднем 5,9%). Содержание нитратного азота ($N-NO_3$) 4,0–18,2 мг/кг почвы (в среднем 9,2), фосфора (P_2O_5) – 17,5–26,4 мг/100 г (в среднем 21,1), калия (K_2O) 11,0–19,0 мг/100 г (в среднем 13,9). Реакция почвенного раствора ($pH_{\text{водн}}$) – 6,1–6,9 (в среднем 6,6). В 2021 г. отмечено низкое содержание нитратного азота в период вегетации растений, которое отрицательно сказалось на продуктивности.

Погодные условия вегетационных периодов значительно различались по среднесуточной температуре воздуха и количеству выпавших осадков от среднемноголетних значений. Период исследований 2016, 2017, 2021 и 2022 гг. характеризовался преимущественно достаточным увлажнением с ГТК 1,36–1,51, 2018 и 2023 гг. оказались засушливыми с ГТК 0,73–0,82. Засушливость вегетационных периодов вызвана преимущественно недостаточным увлажнением в отдельные декады июня – августа.

Учетная площадь делянок в конкурсном сортоиспытании составляла 37–40 м². Повторность опыта четырехкратная, метод сравнения парный. Посев проведен в оптимальные сроки – 20–25 мая. Норма высева 5,5 млн всхожих зерен/га.

Для изучения адаптивного потенциала использовано 11 сортов ярового ячменя ранней и современной селекции: Красноярский 80 (1986 г.), Агул 2 (1988 г.), Кедр (1988 г.), Соболек (1996 г.), Бахус (2003 г.), Буян (2012 г.), Абалак (2013 г.), Оленек (2014 г.), Емеля (2018 г.), Такмак (2019 г.), Оплот (на Государственном сортоиспытании).

На основе урожайности рассчитывали три параметра экологической пластичности: варьирование Cv^5 , стрессоустойчивость d^6 , экологическую пластичность b_i^7 , а также четыре

⁴Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., Герасимов С.А., Литшин А.Г. Реализация идей Н.И. Вавилова в селекции ячменя в Сибири // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018. Т. 179. № 1. С. 78–88. DOI: 10.30901/2227-8834-2018-1-78-88.

⁵Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.

⁶Rosselle A.A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // Crop Science. 1981. Vol. 21. N 6. P. 27–29.

⁷Пакудин В.З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов. Теория отбора в популяциях растений. Новосибирск, 1976. 189 с.

параметра стабильности: гомеостатичность Hom^8 , показатель уровня и стабильности сорта ПУСС⁹, экологическую стабильность σd^2 (см. сноску 7), селекционную ценность генотипа S_c^{10} . Для определения влияния комплекса параметров адаптивности применяли метод ранговой корреляции. Относительный вклад отдельных параметров адаптивности рассчитывали путем сложения полученных коэффициентов ранговой корреляции и выражали в процентах к указанной сумме.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Формирование урожайности сортов, как правило, является итогом совокупного развития отдельных элементов продуктивности, которые оказывают взаимное влияние друг на друга [10, 11]. Максимальную среднюю урожайность (37,5–39,4 ц/га) за годы испытаний показали сорта Красноярский 80, Абалак, Оплот, а также адаптивный сорт Такмак – стандарт на всех сортоучастках Красноярского края (см. табл. 1).

Оценка по параметрам экологической пластичности показала, что наименьшим варьированием урожайности ($Cv = 24,2–37,8\%$) в контрастных почвенно-климатических усло-

виях отличались сорта Агул 2, Кедр, Бахус ранней селекции, а также Абалак и Такмак, включенные в Государственный реестр в последние годы. Сорта Кедр, Соболек, Агул 2 характеризовались повышенной стрессоустойчивостью ($d = -16,3–32,7$) при сравнительно меньшей продуктивности (29,5–32,9 ц/га). По результатам экологической пластичности ($b_i = 0,96–1,05$), яровой ячмень Бахус, Оленек, Абалак и Такмак отнесены к сортам с широкой агроэкологической адаптацией. В то же время пластичный сорт Красноярский 80, скороспелый Оплот и шестирядный Емеля по сравнению с другими генотипами показали высокий отклик генотипа с коэффициентом $b_i = 1,15–1,34$, что свидетельствует об их способности положительно использовать биоклиматические ресурсы (см. табл. 2).

Параметр гомеостатичности (Hom) показывает, насколько тот или иной сорт может нивелировать последствия влияния неблагоприятных факторов. Высокое значение данного показателя (113,0–121,8) отмечено у сортов Абалак, Такмак и скороспелого шестирядного Агул 2.

Важным показателем оценки адаптивного потенциала является селекционная ценность

Табл. 1. Урожайность сортов ячменя ранней и современной селекции 2016–2023 гг. (2019 и 2020 гг. исключены), ц/га

Table 1. Yield of barley varieties of early and modern selection 2016–2023 (2019 and 2020 excluded), c/ha

Сорт	Год						Среднее
	2016	2017	2018	2021	2022	2023	
К-80	43,2	28,9	33,0	15,3	59,7	45,0	37,5
Кедр	39,2	24,8	31,9	14,9	47,6	38,7	32,9
Бахус	37,1	26,7	31,3	17,2	55,8	37,1	34,2
Буян	41,8	23,8	30,8	13,7	55,6	35,2	33,5
Оленек	42,6	23,6	34,2	13,5	50,7	44,1	34,8
Абалак	45,9	29,3	36,4	19,0	55,3	42,4	38,1
Такмак	44,6	29,5	39,5	20,7	60,6	44,4	39,9
Оплот	49,5	35,7	34,6	13,1	58,7	44,8	39,4
Соболек	31,8	20,8	33,1	11,2	43,6	40,9	30,2
Агул 2	36,7	25,5	31,3	17,0	32,9	33,3	29,5
Емеля	41,6	19,7	30,4	10,3	59,1	44,9	34,3
НСР ₀₅	3,1	3,4	2,7	2,7	2,4	4,3	3,1

⁸Хангильдин В.В., Бирюков С.В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях // Генетико-цитологические аспекты сельскохозяйственных растений. 1984. № 1. С. 67–76.

⁹Неттевич Э.Д., Моргунов, А.И. Максименко М.И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна // Вестник сельскохозяйственной науки. 1985. № 1. С. 66–73.

¹⁰Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института. 1981. № 1. С. 8–14.

Табл. 2. Параметры адаптивности сортов ячменя ранней и современной селекции по урожайности
Table 2. Parameters of adaptability of barley varieties of early and modern selection by yield

Сорт	Параметры экологической пластичности			Параметры экологической стабильности			
	C_v	d	b_i	Hom	ПУСС, % к стандарту*	σd^2	S_c
К-80	40,8	-44,4	1,15	92,1	100,0	3,8	9,6
Кедр	35,5	-32,7	0,89	92,5	87,6	1,4	10,3
Бахус	37,8	-38,6	0,96	90,4	91,2	11,5	10,5
Буян	43,4	-41,9	1,08	77,2	89,3	9,4	8,3
Оленек	40,2	-37,2	1,05	86,4	92,8	5,8	9,3
Абалак	33,7	-36,3	0,97	113,0	101,5	1,3	13,1
Такмак	34,5	-39,9	1,04	115,5	106,4	4,3	13,6
Оплот	39,8	-45,6	1,16	98,9	105,1	18,1	8,8
Соболек	40,6	-32,4	0,89	74,4	80,6	18,4	7,8
Агул 2	24,2	-16,3	0,47	121,8	78,5	14,9	15,0
Емеля	51,9	-48,8	1,34	66,2	91,6	6,7	6,0

*Показатель ПУСС приведен к сорту К-80.

сорта (S_c), которая одновременно учитывает среднее значение признака и его стабильность [12, 13]. Низкий коэффициент вариации ($C_v = 24,2-34,5\%$) в сочетании с повышенными гомеостатичностью ($Hom = 113,0-121,8$) и селекционной ценностью ($S_c = 13,1-15,0$) показали сорта Абалак, Такмак и раннеспелый шестирядный сорт стародавней селекции Агул 2. Указанные сорта широко используются нами в селекции при создании нового адаптивного селекционного материала в условиях Средней Сибири.

Как правило, оценка адаптивного потенциала сортов с применением одного или двух методов может быть недостаточно объективной [14, 15]. Для достижения более точной

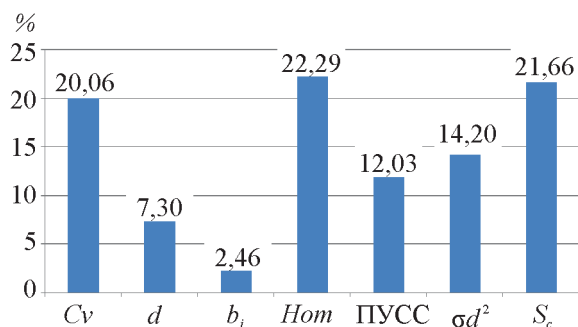
оценки адаптивности реализовано комплексное ранжирование по отдельным параметрам и итоговой сумме рангов с использованием различных методов экологической оценки (см. табл. 3).

В результате проведенной оценки по сумме рангов установлен наиболее высокий адаптивный потенциал (23,0–25,0) у сортов Абалак и Такмак. К указанной группе также приближаются сорта более ранней селекции Агул 2 и Кедр с суммой рангов 34,0–38,5. Промежуточными значениями уровня адаптивности 40,0–45,0 характеризовались К-80, Бахус, Оленек и Оплот.

Полученные данные показывают, что наибольшее влияние на итоговую сумму рангов

Табл. 3. Результаты ранжирования сортов ячменя по уровню адаптивности по урожайности
Table 3. Results of ranking of barley varieties by the level of adaptability by yield

Сорт	Параметры экологической пластичности			Параметры экологической стабильности				Сумма рангов
	C_v	d	b_i	Hom	ПУСС, % к стандарту*	σd^2	S_c	
К-80	9,0	9,0	3,0	6,0	4,0	3,0	6,0	40,0
Кедр	4,0	3,0	10,5	5,0	9,0	2,0	5,0	38,5
Бахус	5,0	6,0	8,0	7,0	7,0	8,0	4,0	45,0
Буян	10,0	8,0	4,0	9,0	8,0	7,0	9,0	55,0
Оленек	7,0	5,0	5,0	8,0	5,0	5,0	7,0	42,0
Абалак	2,0	4,0	7,0	3,0	3,0	1,0	3,0	23,0
Такмак	3,0	7,0	6,0	2,0	1,0	4,0	2,0	25,0
Оплот	6,0	10,0	2,0	4,0	2,0	10,0	8,0	42,0
Соболек	8,0	2,0	10,5	10,0	10,0	11,0	10,0	61,5
Агул 2	1,0	1,0	9,0	1,0	11,0	9,0	1,0	34,0
Емеля	11,0	11,0	1,0	11,0	6,0	6,0	11,0	57,0



Вклад параметров экологической пластичности и стабильности в итоговую сумму рангов сортов красноярской селекции, %

Contribution of ecological plasticity and stability parameters to the final sum of the ranks of varieties of the Krasnoyarsk selection, %

среди рассматриваемого комплекса показателей оказывали параметры адаптивности (12,03–22,29%) при меньшем влиянии критериев экологической пластичности (2,46–20,06%). Таким образом, селекция ячменя на дальнейшее повышение урожайности будет связана с увеличением уровня ее стабильности (см. рисунок).

В настоящее время адаптивный материал ячменя составляет основу селекции и занимает до 90% в различных питомниках лаборатории селекции серых хлебов. Достоинством этого материала является тот факт, что в неблагоприятные годы такие линии выгодно отличаются от стандартных сортов по продуктивности и устойчивости к различным экстремальным факторам. Так, от скрещивания адаптивной линии Л-11-38 с высокоозерненным сортом Буян получен перспективный номер Д-7-7057, сформировавший среднюю урожайность 41,4 ц/га при показателе у стандартного сорта 38,5 ц/га в 2021–2023 гг. Достоинством также является повышенная масса 1000 зерен – 46,0 г (+4,2 г), низкая пленчатость зерна – 8,67%, высокая устойчивость к полеганию – 9,0 балла.

ВЫВОДЫ

1. В годы изучения самую высокую урожайность (37,5–39,9 ц/га) сформировали сорта Красноярский 80, Абалак, Такмак и Оплот. Сорта Красноярский 80, Оплот и Емеля показали наибольшую экологическую пластичность ($b_i = 1,15$ – $1,34$), Бахус, Оленек,

Абалак и Такмак – широкую пластичность ($b_i = 0,96$ – $1,05$).

2. В селекции стабильных по продуктивности сортов наибольший практический интерес представляют Абалак и Такмак, сочетающие более высокую среднюю урожайность (38,1–39,9 ц/га), экологическую стабильность ($\sigma d^2 = 1,3$ – $4,3$), среднюю реакцию на оптимальный фон ($b_i = 0,97$ – $1,04$) с повышенной селекционной ценностью генотипа ($S_c = 13,1$ – $13,6$).

3. В селекции интенсивных сортов на отзывчивость к благоприятным условиям возделывания предпочтителен стародавний сорт Красноярский 80 с повышенной урожайностью (37,5 ц/га) и средними параметрами стабильности ($Hom = 92,1$, $\sigma d^2 = 3,8$ и $S_c = 9,6$).

4. В целом селекция ярового ячменя, направленная на повышение адаптивных свойств, будет и дальше представлять важнейший резерв увеличения урожайности и ее стабильности при создании сортов нового поколения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дуюн Н.В., Смуров С.И., Ренко Н.В., Григорьев О.В., Зюба С.Н. Оценка адаптивных характеристик и продуктивности перспективных линий ярового ячменя в условиях Юго-Запада ЦЧР // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 2. С. 51–59.
2. Юсова О.А., Николаев П.Н., Бендина Я.Б., Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Стрессоустойчивость сортов ячменя различного агроэкологического происхождения для условий резко континентального климата // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181. № 4. С. 44–55. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-44-55.
3. Сурин Н.А., Герасимов С.А., Ляхова Н.Е. Адаптивность и экологическая пластичность ячменя в условиях лесостепи Красноярского края // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 6. С. 15–23. DOI: 10.26898/0370-8799-2023-6-2.
4. Клыков А.Г., Муругова Г.А., Тимошинова О.А., Коновалова И.В., Самагина Ю.В. Адаптивный потенциал сортов и линий зерновых и крупяных культур приморской селекции //

- Вестник ДВО РАН. 2022. № 3. С. 18–32. DOI: 10.37102/0869-7698_2022_223_03_2.
- Максимов Р.А., Киселев Ю.А., Шадрина Е.А. Адаптивная реакция коллекционных сортообразцов ярового ячменя (*Hordeum vulgare* L.) в условиях Среднего Урала // Достижения науки и техники АПК. 2022. Т. 36. № 4. С. 35–40. DOI: 10.53859/02352451_2022_36_4_35.
 - Ляцева С.В., Кулеватова Т.Б., Злобина Л.Н., Сергеева А.И. Оценка параметров экологической адаптивности озимой мягкой пшеницы по индексам реологических свойств теста и урожайности // Зернобобовые и крупяные культуры. 2024. Т. 50. № 2. С. 102–109. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-102-109.
 - Засыпкина И.М., Донцова А.А. Результаты изучения параметров адаптивности озимого ячменя по предшественникам // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16. № 1. С. 48–54. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-90-1-48-54.
 - Филиппов Е.Г., Брагин Р.Н., Донцов Д.П. Анализ показателей адаптивности сортов и линий ярового ячменя в экологическом сортоиспытании // Таврический вестник аграрной науки. 2022. Т. 32. № 4. С. 222–231.
 - Питоня В.Н., Питоня А.А. Оценка адаптивности и стрессоустойчивости сортов ярового ячменя для Волгоградской области // Научно-аграрный журнал. 2022. Т. 116. № 1. С. 15–18. DOI: 10.34736/FNC.2022.116.1.003.15-18.
 - Зайцева И.Ю., Щенникова И.Н. Генетические ресурсы для приоритетных направлений селекции ярового ячменя в Волго-Вятском регионе // Известия тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2023. № 3. С. 73–86. DOI: 10.26897/0021-342X-2023-3-73-86.
 - Жуйкова О.А., Баталова Г.А. Анализ адаптивности сортов и линий овса по элементам продуктивности в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. Т. 24. № 6. С. 949–957. DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.6.949-957.
 - Богдан П.М., Клыков А.Г., Коновалова И.В., Кузьменко Н.В. Адаптивный потенциал яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) в условиях Приморского края // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2023. Т. 184. № 1. С. 90–101. DOI: 10.30901/2227-8834-2023-1-90-101.
 - Федосенко Д.Ф., Сидоров А.В. Оценка адаптивности яровой мягкой пшеницы красноряской селекции по зерновой продуктивности // Вестник Омского ГАУ. 2024. Т. 54. № 2. С. 64–70.
 - Санега Г.А., Турсумбекова Г.Ш. Урожайность и адаптивность сортов яровой пшеницы различных групп спелости в условиях лесостепи Северного Зауралья // Вестник НГАУ. 2022. Т. 64. № 3. С. 67–75. DOI: 10.31677/2072-6724-2022-64-3-67-75.
 - Захарова Н.Н., Захаров Н.Г. Оценка показателей экологической адаптивности сортамента озимой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2021. № 5. С. 24–28. DOI: 10.28983/asj.y2021i5pp24-28.

REFERENCES

- Duyun N.V., Smurov S.I., Repko N.V., Grigorenko O.V., Zyuba S.N. Valuation of adaptive characteristics and productivity of promising lines of spring barley under the conditions of the southwest of the CChR. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 2023, no. 2, pp. 51–59. (In Russian).
- Yusova O.A., Nikolaev P.N., Bendina Ya.B., Safonova I.V., Anis'kov N.I. Stress resistance in barley cultivars of various agroecological origin under extreme continental climate conditions. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii = Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 2020, vol. 181, no. 4, pp. 44–55. (In Russian). DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-44-55.
- Surin N.A., Gerasimov S.A., Lyakhova N.E. Adaptability and ecological plasticity of barley under forest-steppe conditions of the Krasnoyarsk Territory. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 6, pp. 15–23. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2023-6-2.
- Klykov A.G., Murugova G.A., Timoshinova O.A., Konovalova I.V., Samagina Yu.V. The adaptive potential of varieties and lines of grain and cereal crops bred in Primorye Territory. *Vestnik DVO RAN = Vestnik of Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences*, 2022, no. 3, pp. 18–32. (In Russian). DOI: 10.37102/0869-7698_2022_223_03_2.
- Maksimov R.A., Kiselev Yu.A., Shadrina E.A. Adaptive response of collection varieties of spring barley (*Hordeum vulgare* L.)

- under the conditions of the Middle Urals. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2022, vol. 36, no. 4, pp. 35–40. (In Russian). DOI: 10.53859/02352451_2022_36_4_35.
6. Lyashcheva S.V., Kulevatova T.B., Zlobina L.N., Sergeeva A.I. Assessment of the parameters of ecological adaptability of winter soft wheat according to the indices of rheological properties of the dough and yield. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury = Legumes and Groat Crops*, 2024, vol. 50, no. 2, pp. 102–109. (In Russian). DOI: 10.24412/2309-348X-2024-2-102-109.
 7. Zasyapkina I.M., Dontsova A.A. Study results of the parameters of winter barley adaptability according to forecrops. *Zernovoe khozyaistvo Rossii = Grain Economy of Russia*, 2024, vol. 16, no. 1, pp. 48–54. (In Russian). DOI: 10.31367/2079-8725-2024-90-1-48-54.
 8. Filippov E.G., Bragin R.N., Dontsov D.P. Analysis of adaptability indicators of spring barley varieties and lines in the ecological variety testing. *Tavrisheskii vestnik agrarnoi nauki = Taurida Herald of the Agrarian Sciences*, 2022, vol. 32, no. 4, pp. 222–231. (In Russian).
 9. Pitonya V.N., Pitonya A.A. Adaptability and stress resistance assessment of spring barley varieties for the Volgograd region. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal = Scientific Agronomy Journal*, 2022, vol. 116, no. 1, pp. 15–18. (In Russian). DOI: 10.34736/FNC.2022.116.1.003.15-18.
 10. Zaitseva I.Yu., Shchennikova I.N. Genetic resources for priority concepts of spring barley breeding in the Volga-Vyatka region. *Izvestiya timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Izvestia of Timiryazev Agricultural Academy*, 2023, no. 3, pp. 73–86. (In Russian). DOI: 10.26897/0021-342X-2023-3-73-86.
 11. Zhuikova O.A., Batalova G.A. Analysis of adaptability of oat varieties and lines by productivity elements in the conditions of Kirov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*, 2023, vol. 24, no. 6, pp. 949–957. (In Russian). DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.6.949-957.
 12. Bogdan P.M., Klykov A.G., Konovalova I.V., Kuz'menko N.V. Adaptive potential of spring durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under the conditions of Primorsky Territory. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii = Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 2023, vol. 184, no. 1, pp. 90–101. (In Russian). DOI: 10.30901/2227-8834-2023-1-90-101.
 13. Fedosenko D.F., Sidorov A.V. Assessment of adaptability of spring soft wheat varieties of Krasnoyarsk breeding by grain productivity. *Vestnik Omskogo GAU = Bulletin of Omsk SAU*, 2024, vol. 54, no. 2, pp. 64–70. (In Russian).
 14. Sapega G.A., Tursumbekova G.Sh. Yield and adaptability of spring wheat varieties of different maturity groups under forest-steppe conditions of the Northern Trans-Urals. *Vestnik NGAU = Bulletin of NSAU*, 2022, vol. 64, no. 3, pp. 67–75. (In Russian). DOI: 10.31677/2072-6724-2022-64-3-67-75.
 15. Zakharova N.N., Zakharov N.G. Evaluation of indicators of ecological adaptivity of winter soft wheat assortment in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal = Agrarian Scientific Journal*, 2021, no. 5, pp. 24–28. (In Russian). DOI: 10.28983/asj.y2021i5pp24-28.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сурин Н.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник

✉ **Герасимов С.А.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией; **адрес для переписки:** Россия, 660041, Красноярск, пр. Свободный, 66; e-mail: g-s-a2009@yandex.ru

Ляхова Н.Е., заслуженный агроном РФ, старший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

Nikolai A. Surin, Doctor of Science in Agriculture, Professor, Academician RAS, Head Researcher

✉ **Sergei A. Gerasimov**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher, Head of the Gray Bread Selection Laboratory; **address:** 66, Svobodny avenue, Krasnoyarsk, 660041, Russia; e-mail: g-s-a2009@yandex.ru

Nadezhda E. Lyakhova, Honored Agronomist of the Russian Federation, Senior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 26.08.2024
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 02.10.2024
Дата публикации / Published 13.12.2024