

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ ЯЧМЕНЯ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Пырников Д.А., (✉) Пуалаккайнан Л.А., Глаз Н.В., Уфимцева Л.В.

ООО «Чебаркульская птица»

Челябинская область, пос. Тимирязевский, Россия

(✉) e-mail: lora708@yandex.ru

Представлена сравнительная оценка сортов ячменя различного эколого-географического происхождения (Челябинский 99, Яик, Омский 95 и Памяти Чепелева). Испытание сортов проводили в полевом опыте на сельхозпредприятии Челябинской области с целью подбора сортимента, обеспечивающего максимальную стабильную урожайность. Всего за годы исследований (2017–2019, 2021–2022) изучено 20 сортов ячменя челябинской, омской, тюменской, свердловской и самарской селекции. Рост и развитие ячменя проходили в контрастные по тепло- и влагообеспеченности вегетационные периоды. Сорт Яик не только показал высокий потенциал продуктивности в годы изучения, но и по размаху урожайности вместе с сортом Памяти Чепелева отмечен наиболее стабильным. Самыми устойчивыми к стрессу были сорта Омский 95 и Челябинский 99. По показателю генетической гибкости лидирует сорт Яик. По степени реакции на условия внешней среды изучаемые сорта разделились на две группы. В первой группе оказался сорт Памяти Чепелева, то есть в условиях данных исследований он слабо отзывался на внешние факторы. Во вторую группу вошли сорта Омский 95, Яик и Челябинский 99, они наиболее отзывчивы на внешние факторы. Наиболее выделился сорт Омский 95, который характеризуется наибольшей экологической пластичностью. Высокая степень стабильности реакции отмечена у сорта Яик, низкая – у остальных сортов. По результатам 5-летних исследований в условиях северной лесостепи Челябинской в целом по результатам расчетов максимальную пластичность и стабильность показал сорт Яик, который рекомендован для сельхозтоваропроизводителей.

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

ECOLOGICAL TESTING OF BARLEY IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF THE CHELABINSK REGION

Pyrnikov D.A., (✉) Pualakkainan L.A., Glaz N.V., Ufimtseva L.V.

LLC «Chebarkulskaya Ptitsa»

Timiryazevsky settlement, Chelyabinsk region, Russia

(✉) e-mail: lora708@yandex.ru

A comparative evaluation of barley varieties of different ecological and geographical origin (Chelyabinsky 99, Yaik, Omsky 95 and Pamyati Chepeleva) is presented. The varieties were tested in a field experiment at an agricultural enterprise in the Chelyabinsk region in order to select the assortment which provides the maximum stable yield. A total of 20 barley varieties of Chelyabinsk, Omsk, Tyumen, Sverdlovsk and Samara breeding were studied during the years of research (2017–2019, 2021–2022). Barley growth and development took place in contrasting heat and moisture periods of vegetation. The Yaik variety not only showed high productivity potential in the years of study, but was also marked by the most stable crop yield scale together with the Pamyati Chepeleva variety. The most stress-resistant varieties were Omsky 95 and Chelyabinsky 99. In terms of genetic flexibility, the Yaik variety is the leader. The varieties under study were divided into two groups according to the degree of response to the environmental conditions. The first group included the variety Pamyati Chepeleva, that is, under the conditions of these studies, it was weakly responsive to external factors. The second group included the varieties Omsky 95, Yaik and Chelyabinsky 99, they are the most responsive to external factors. The most prominent variety was Omsky 95 which is characterized by the greatest ecological plasticity. A high degree of stability of the reaction was noted in the variety Yaik, low - in other varieties. According to the results of 5-year research in the

conditions of the northern forest-steppe of the Chelyabinsk region as a whole, the maximum plasticity and stability was shown by the variety Yaik, which is recommended for agricultural producers.

Keywords: barley, variety, productivity, ecological plasticity, ecological stability

Для цитирования: Пырников Д.А., Пуалаккайнан Л.А., Глаз Н.В., Уфимцева Л.В. Экологическое испытание ячменя в северной лесостепи Челябинской области // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 2. С. 48–54. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-2-6>

For citation: Pyrsikov D.A., Pualakkainan L.A., Glaz N.V., Ufimtseva L.V. Ecological testing of barley in the northern forest-steppe of the Chelyabinsk region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 2, pp. 48–54. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-2-6>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Культура ячменя очень многогранна как по ареалу распространения (возделывается от зоны субтропиков до Крайнего Севера и в высокогорных условиях), так и по сфере применения (сырье для пищевой, перерабатывающей промышленности, для кормопроизводства). В настоящее время кормовое и продовольственное значение культуры уступает только пшенице, кукурузе и рису. В 2022 г. общая посевная площадь зерновых в Российской Федерации составила 28,5 млн га. Ячмень занимал в общей посевной площади более 25% – 7,2 млн га. Наибольшие посевные площади ячменя находятся в Приволжском федеральном округе, за ним следуют Центральный, Сибирский, Южный и Уральский округа¹.

В Челябинской области посевы ярового ячменя занимают от 19 до 25% от общей посевной площади и зависят от спроса на зерно. Увеличение закупочной стоимости зерна ячменя в осенне-зимний период приводит к увеличению посевных площадей, а снижение – к уменьшению².

Определяющее условие для получения высоких и стабильных урожаев в современном сельскохозяйственном производстве – использование сортов, наиболее приспособленных к местным условиям, способных использовать природные ресурсы места произрастания с наибольшей эффективностью [1–4].

Цель исследования – сравнительное изучение сортов ячменя различного эколого-географического происхождения с целью подбора сортимента, обеспечивающего максимальную стабильную урожайность в биоклиматических условиях северной лесостепи Челябинской области

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Испытание сортов проводили на полях отдела первичного семеноводства комплекса растениеводства ООО «Чебаркульская птица» – одного из крупнейших сельхозпредприятий Чебаркульского района Челябинской области.

Чебаркульский район входит в северную лесостепную зону области и характеризуется континентальным климатом с сильно выраженными временами года. Основными особенностями климата являются холодная и продолжительная зима с частыми метелями, сухое и жаркое лето. В настоящее время отмечается тенденция к повышению температур воздуха и снижению количества осадков, наблюдаются изменения климата [5].

Экологическое сортоиспытание ячменя проводили в условиях полевого опыта в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур на делянках общей площадью 26,25 м², учетной площадью – 25 м² в трех-

¹Федеральная служба государственной статистики. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства. URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения 01.12.2022 г.).

²Пырников Д.А., Пуалаккайнан Л.А. Результаты экологического сортоизучения зерновых культур в условиях северной лесостепи Южного Зауралья // Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов. Сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. Курск, 2022. С. 32–37.

кратной повторности. Размещение делянок рендомизированное. Нормы высева – 5,0 млн всхожих зерен/га.

Почва в опытах – чернозем выщелоченный суглинистый малогумусный среднеспелый. Содержание подвижных форм азота и фосфора в почве среднее, калия – высокое, гумуса – высокое. Почвенный раствор имеет реакцию, близкую к нейтральной. Защита делянок ячменя соответствовала принятой схеме на производственных посевах.

Расчеты параметров экологической пластичности и стабильности сортов ячменя проводили по методике S.A. Eberhard, W.A. Russell³ и по методике А.А. Грязнова⁴. Результаты исследований обработаны с использованием однофакторного и многофакторного дисперсионного анализа.

Всего в 2017–2019 и 2021, 2022 гг. изучено 20 сортов ячменя челябинской, омской, тюменской, свердловской и самарской селекции. В статье представлена сравнительная оценка четырех наиболее перспективных сортов – Челябинский 99 и Яик (ФГБНУ «Челябинский НИИСХ»), Омский 95 (ФГБНУ «Омский АНЦ»), Памяти Чепелева (Уральский НИИСХ – филиал УрФАНИЦ УрО РАН).

Челябинский 99. Среднепоздний, вегетационный период 71–92 дня. Растение среднерослое. Устойчивость к полеганию и засухе средняя. Умеренно восприимчив к гельминтоспориозу и корневым гнилям, восприимчив к пыльной головне. В среднем по региону формировал урожайность 25,6 ц/га. Максимальная урожайность составила 53,2 ц/га и была получена в Республике Башкортостан в 2001 г. Зерно средней крупности, масса 1000 зерен 38–47 г. Содержание белка в зерне 10,6–14,3%. Включен в список пивоваренных сортов РФ [6].

Омский 95. Среднеспелый, вегетационный период 73–86 дней. Куст полупрямостоячий. Растение среднерослое. По устойчивости к полеганию и засухоустой-

чивости проявляет себя на уровне стандартных сортов. Поражается в средней степени твердой головней и гельминтоспориозом, сильно – пыльной головней и корневыми гнилями. За годы изучения урожайность по региону составила 25,6 ц/га. Максимальная урожайность 55 ц/га получена в Тюменской области в 2005 г. Зерно средней крупности, масса 1000 зерен 40–48 г. Содержание белка в зерне 11,6–15,1%. Ценный по качеству [7].

Яик. Среднепоздний, вегетационный период 77–91 день. Растение среднерослое. По устойчивости к полеганию и засухоустойчивости оценивается на уровне стандартных сортов. Восприимчив к каменной головне. Сильно поражается пыльной головней и стеблевой ржавчиной. Бурой ржавчиной в полевых условиях поражен слабо. За годы изучения средняя урожайность в Уральском регионе составила 26,3 ц/га, максимальная – 59,2 ц/га, получена в 2017 г. в Челябинской области. Зерно крупное, масса 1000 зерен 40–50 г. Культура зернофуражного направления. Содержание белка в зерне до 10,1% [8].

Памяти Чепелева. Сорт среднеспелый, вегетационный период 79–99 дней. Растение короткое – средней длины. По устойчивости к полеганию уступает стандартным сортам, а по засухоустойчивости превышает их. Умеренно устойчив к полосатой пятнистости и корневым гнилям. В полевых условиях пыльной головней, гельминтоспориозом и сетчатой пятнистостью поражен в средней степени. Наибольшую урожайность – 81,5 ц/га – показал в Нижегородской области в 2015 г. Зерно крупное, масса 1000 зерен 40–51 г. Сорт ценный по качеству. Содержание белка в зерне 8,6–11,0% [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Большое значение в повышении величины и качества урожая имеет возможность сорта проявить себя в местных условиях.

³Eberhart S.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. 1966. Vol.6. N 1. P. 36–40.

⁴Грязнов А.А. Ячмень Карабалыкский. Кустанай: Кустанайский печатный двор, 1996. 446 с.

Оценка реакции сорта на изменения условий выращивания позволит решить вопросы с обоснованным подбором сортов для каждого хозяйства. Для анализа показателей продуктивного и адаптивного потенциала сортов по варьированию их урожайности учеными разработан ряд методов, позволяющих оценить стабильность урожайности сортов.

Многолетнее полевое испытание позволяет достаточно объективно оценить степень реакции растений на климатические изменения окружающей среды [5, 7, 10]. В наших исследованиях рост и развитие ячменя проходили в годы с различными по тепло- и влагообеспеченности вегетационными периодами, что определило величину урожайности сортов (см. табл. 1).

Урожайность – показатель адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур. Чем ниже показатель размаха урожайности (d), тем стабильнее продуктивность сорта в конкретных условиях (см. табл. 2).

Сорт Яик не только показал высокий потенциал продуктивности в годы изучения,

но и по размаху урожайности вместе с сортом Памяти Чепелева был наиболее стабильным.

Разность между минимальной и максимальной величиной урожайности ($Y_{\min} - Y_{\max}$) показывает, насколько устойчив сорт к стрессору при изменяющихся метеорологических условиях. Этот показатель имеет отрицательное значение. Чем меньше его абсолютная величина, тем большими приспособительными возможностями обладает сорт, то есть тем выше его стрессоустойчивость. Самыми устойчивыми к стрессу ($Y_{\min} - Y_{\max}$) были сорта Омский 95 и Челябинский 99.

Характеризует сорта по стрессоустойчивости также показатель генетической гибкости $(Y_{\max} + Y_{\min})/2$, отражающий степень соответствия между генотипом сорта и различными факторами среды. По данному показателю лидирует сорт Яик, показатель генетической гибкости которого составил 5,6.

По степени реакции на условия внешней среды по методике S.A. Eberhard, W.A Russell (см. сноску 3) изучаемые сорта разделились на две группы. В первой группе оказался сорт Памяти Чепелева ($bi < 1$), то есть в

Табл. 1. Урожайность ячменя, ц/га

Table 1. Barley yield, c/ha

Сорт	Год исследования				
	2017	2018	2019	2021	2022
Челябинский 99 (стандарт)	61,17	42,60	34,03	57,20	64,13
Омский 95	48,15	41,60	32,40	50,20	68,49
Яик	57,66	41,70	39,89	55,10	70,63
Памяти Чепелева	58,69	43,82	38,95	49,10	68,03
НСР ₀₅	1,27	1,78	1,53	0,95	3,22

Табл. 2. Адаптивный потенциал сортов ячменя

Table 2. Adaptive potential of barley varieties

Сорт	Урожайность зерна, т/га			Размах урожайности, d , %	Стрессоустойчивость, $Y_{\min} - Y_{\max}$	Генетическая гибкость, $(Y_{\max} + Y_{\min})/2$
	max	min	средняя			
Челябинский 99 (стандарт)	6,4	3,4	5,2	46,9	- 3,0	4,9
Омский 95	6,8	3,2	4,8	52,9	- 3,6	5,0
Яик	7,1	4,0	5,3	43,7	- 3,1	5,6
Памяти Чепелева	6,8	3,9	5,2	42,6	- 2,9	5,4

Табл. 3. Экологическая пластичность и стабильность урожайности сортов ярового ячменя
Table 3. Ecological plasticity and yield stability of spring barley varieties

Сорт	Урожайность, т/га			Показатель экологической пластичности		
	Lim	X_i	$\pm$ к стандарту, %	По методике S.A. Eberhard, W.A. Russell		По методике А.А. Грязнова
				Коэффициент пластичности (b_i)	Стабильность ($\sigma^2 d$)	ИЭП
Челябинский 99 (стандарт)	3,4–6,4	5,2	100,0	1,0056	19,27	1,050
Омский 95	3,2–6,8	4,8	– 7,7	1,0474	15,16	0,973
Яик	4,0–7,1	5,3	+ 1,9	1,0171	3,61	1,085
Памяти Чепелева	3,9–6,8	5,2	$\pm$ 0,0	0,9298	96,48	1,049

Табл. 4. Ранжирование сортов ячменя по показателям адаптивности, определенным разными методами

Table 4. Ranking of barley varieties according to adaptability indicators determined by different methods

Сорт	По методике В.А. Зыкина	По методике А.А. Rossielle, J. Hemblin		По методике S.A. Eberhard, W.A. Russell		По методике А.А. Грязнова	Сумма рангов
	Размах урожайности d	Стрессоустойчивость $Y_{\min} - Y_{\max}$	Генетическая гибкость $(Y_{\max} + Y_{\min})/2$	Коэффициент пластичности (b_i)	Стабильность ($\sigma^2 d$)	ИЭП	
Челябинский 99 (стандарт)	3	2	4	3	3	2	17
Омский 95	4	4	3	4	2	4	21
Яик	2	3	1	2	1	1	10
Памяти Чепелева	1	1	2	1	4	3	12

условиях настоящего исследования он слабо отзывался на внешние факторы. Во вторую группу вошли сорта Омский 95, Яик и Челябинский 99, у которых $b_i > 1$, они наиболее отзывчивы на внешние факторы. Наиболее выделился сорт Омский 95 ($b_i = 1,0474$), который характеризуется наибольшей экологической пластичностью (см. табл. 3).

Наилучший показатель степени стабильности реакции ($\sigma^2 d - 3,61$) отмечен у сорта Яик, более низкими показателями характеризовались остальные сорта. Таким образом, сорт Яик в годы исследований отличался более высокой устойчивостью продуктивности.

При расчете показателя индекса экологической пластичности у изученных сортов (по А.А. Грязнову) также лучшим оказался сорт Яик (ИЭП = 1,085).

Использование различных методов определения стабильности и пластичности сортов позволяют получить наиболее полную информацию. Для окончательной оценки использовали принцип ранжирования по параметрам, и оценку проводили по сумме рангов, полученных каждым методом. При этом значимость ранга убывает от 1 до 4 (см. табл. 4). В нашем опыте по сумме рангов лучшим был сорт Яик, за ним следуют сорта Памяти Чепелева, Челябинский 99 и Омский 95.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение сортов в конкретных климатических условиях и определение признаков их пластичности и адаптивности позволяют сделать правильный выбор среди всего разнообразия предлагаемых к использованию культур в пользу сорта, наиболее приспособленного для возделывания в данном хозяйстве. По результатам 5-летних исследований в условиях северной лесостепи Челябинской области в целом по результатам расчетов максимальную пластичность и стабильность показал сорт Яик, который рекомендован для сельхозтоваропроизводителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., Герасимов С.А., Липшин А.Г. Биологические особенности и селекционное значение сортов ячменя сибирской селекции // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 1 (248). С. 13–22.
2. Фомина М.Н. Особенности формирования зерновой продуктивности перспективных сортов ячменя в зоне Северного Зауралья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 2 (249). С. 28–34.
3. Бессонова Л.В., Неволлина К.Н. Оценка продуктивности и адаптивности сортов ярового ячменя в условиях Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 5 (55). С. 48–50.
4. Сурин Н.А., Зобова Н.В., Ляхова Н.Е. Генетический потенциал и селекционная значимость ячменя Сибири // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. № 2. С. 378–386.
5. Vasiliev A.A., Ufimtseva L.V., Glaz N.V., Nokhrin D.Y. Long-term tendencies in climate change of the Urals due to global warming // E3S Web of Conferences. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020". 2020. P. 5001. DOI: 10.1051/e3s-conf/202022205001.
6. Пуалаккайнан Л.А. Яровой ячмень Челябинский 99 // Земледелие. 2010. № 6. С. 47–48.
7. Сурин Н.А., Ляхова Н.Е. Культура ячменя в Восточной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2017. № 4 (127). С. 52–65.

8. Прядун Ю.П. Новый сорт ярового ячменя Яик // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 6 (80). С. 84–88.
9. Безгодов А.В., Максимов Р.А. Характеристика нового сорта ярового ячменя Памяти Чепелева и особенности технологии его возделывания // Научные исследования: от теории к практике. 2016. № 4–1 (10). С. 216–229.
10. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С., Исламгулов Д.Р. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений: монография. Уфа: Башкирский ГАУ, 2011. 100 с.

REFERENCES

1. Surin N.A., Lyakhova N.E., Gerasimov S.A., Lipshin A.G. Biological features and selection value of barley varieties bred in Eastern Siberia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2016, no. 1 (248), pp. 13–22. (In Russian).
2. Fomina M.N. Features of grain productivity formation in promising barley varieties in Northern Trans-Ural. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2016, no. 2 (249) pp. 28–34. (In Russian).
3. Bessonova L.V., Nevollina K.N. Assessment of spring barley varieties yielding and their adaptability to the conditions of Preduralye. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2015, no. 5 (55), pp. 48–50. (In Russian).
4. Surin N.A., Zobova N.V., Lyakhova N.E. The genetic potential of barley in Siberia and its importance for breeding. *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii* = *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2014, no.2, pp. 378–386. (In Russian).
5. Vasiliev A.A., Ufimtseva L.V., Glaz N.V., Nokhrin D.Y. Long-term tendencies in climate change of the Urals due to global warming. E3S Web of Conferences. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020", 2020, p. 5001. DOI: 10.1051/e3sconf/202022205001.
6. Pualakkainan L.A. Spring barley variety Chelyabinsky 99. *Zemledelie* = *Zemledelie*, 2010, no. 6, pp. 47–48. (In Russian).

7. Surin N.A., Iyakhova N.E. Culture of barley in Eastern Siberia. *Vestnik KrasGAU= The Bulletin of KrasGAU*, 2017, no. 4 (127), pp. 52–65. (In Russian).
8. Pryadun Yu.P. The new Yaik variety of spring barley. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2019, no. 6 (80), pp. 84–88. (In Russian).
9. Bezgodov A.V., Maksimov R.A. Characteristics of a new variety of spring barley Pamiati Chepelev and features of its cultivation technology. *Nauchnye issledovaniya: ot teorii k praktike = Scientific research: from theory to practice*, 2016, no. 4–1 (10), pp. 216–229. (In Russian).
10. Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S., Islamgulov D.R. *Methodology for calculating and evaluating the parameters of ecological plasticity of agricultural plants*. Ufa: Bashkir SAU, 2011. 100 p. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пырников Д.А., генеральный директор

✉ **Пуалаккайнан Л.А.**, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник отдела; **адрес для переписки:** Россия, 456404, Челябинская область, Чебаркульский район, пос. Тимирязевский, ул. Мичурина, 3; e-mail: lora708@yandex.ru

Глаз Н.В., кандидат сельскохозяйственных наук, начальник отдела

Уфимцева Л.В., кандидат биологических наук, доцент, специалист

AUTHOR INFORMATION

Dmitriy A. Pyrsikov, Director General

✉ **Lidiya A. Pualakkainan**, Candidate of Science in Agriculture, Department Head; **address:** 3, Michurina St., Timiryazevsky settl., Chebarkulsky District, Chelyabinsk Region, 456404, Russia; e-mail: lora708@yandex.ru

Nikolai V. Glaz, Candidate of Science in Agriculture, Department Head

Larisa V. Ufimtseva, Candidate of Science in Biology, Associate Professor, Specialist

Дата поступления статьи / Received by the editors 09.12.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 24.01.2023
Дата публикации / Published 20.03.2023