

УДК 633.162 : 631.527

## ИЗУЧЕНИЕ НИЗКОБЕЛКОВЫХ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ИЗ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

© 2024 Ю.Ю. Никонорова

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,  
Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства  
имени П.Н. Константинова, г. Кинель, Россия

Статья поступила в редакцию 14.03.2024

В статье приведены результаты изучения сортообразцов мировой коллекции ярового ячменя в 2021–2023 гг. Эксперименты проведены на опытном поле Поволжском НИИСС – филиале СамНЦ РАН, расположенном в лесостепной зоне Самарской области. Цель исследования – выделить из мировой коллекции ВИР сорта с низким содержанием белка в качестве исходного материала для селекции ярового ячменя для условий Среднего Поволжья. В результате исследования была выделена группа сортообразцов, накапливавших в зерне меньшее количество белка: Краснояружский 6 (10,8...13,5 %), Tipple (11,7...12,8 %) и Fandaga (11,6...13,4 %) при показателе 13,9...14,8% у сорта-стандарта Поволжский 65.У выделенных сортов размах варьирования по урожайности составил 3,0–3,9 т/га за годы изучения, по массе 1000 зёрен – 41–51 г. Наилучшим сочетанием урожайности, стабильной низкobelковости и крупнозёрности обладал сорт Tipple. Выделенные сортообразцы целесообразно применять в качестве родительские формы для скрещивания, чтобы в дальнейшем получить новые перспективные линии и сорта с высокой продуктивностью, низким содержанием белка в зерне, адаптированные к условиям региона.

*Ключевые слова:* яровой ячмень (*Hordeum vulgare* L.), селекция, сорт, содержание белка, урожайность, масса 1000 зёрен.

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-1-14-18

EDN: QIJUJK

### ВВЕДЕНИЕ

Ячмень – вторая по значимости и объёмам производства зерновая культура в России. Зерно ячменя используют в качестве концентрированного корма, также он используется в крупяном и пивоваренном производстве. Кроме того, за рубежом ячмень широко используется на продовольственные цели в качестве источника жиров и антиоксидантов [1].

Для селекции важно понимать, для каких целей будет использовано зерно будущих сортов – как зернофуражное, пивоваренное или продовольственное, потому что требования к качеству зерна зернофуражных, пивоваренных или продовольственных сортов различны. Соответственно и между сортами ячменя могут быть значительные различия, особенно в содержании белка и особенностях его ферментации [2].

Так, для пивоваренных сортов обычно предъявляется требование низкого содержания белка в ячмене – обычно 8–12 %. Это важно, потому что снижение уровня белка способствует улучшению качества пива, уменьшая риск появления нежелательных вкусовых оттенков [3].

Низкое содержание белка в ячмене полезно не только для пивоварения, но и для селекционной практики. Сорта с низким содержанием белка чаще обладают лучшими агрономическими характеристиками, такими как устойчивость к болезням и вредителям. Это позволяет селекционерам создавать более адаптированные к условиям окружающей среды сорта, которые демонстрируют высокую урожайность и качество. Кроме того, низкobelковые сорта могут легче отвечать на такие агрономические практики, как применение удобрений, что улучшает общую эффективность производства.

Успех селекции на качество зерна зависит от наличия исходного материала, получение которого может идти как по линии выделения перспективных образцов из мировой коллекции, так и путем создания гибридных или мутантных форм с разным содержанием белка [4].

Цель исследований – выделить из мировой коллекции ВИР сорта с низким содержанием белка в качестве исходного материала для селекции ярового ячменя для условий Среднего Поволжья.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальную часть работы проводили в течение 2021–2023 гг. на опытных полях Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН,

Никонорова Юлия Юрьевна, младший научный сотрудник.  
E-mail: yuliya\_zinkova12@mail.ru

расположенных в лесостепной зоне Кинельского района Самарской области.

В качестве исходного материала для изучения использовали образцы двухрядного ярового ячменя (более 100 образцов) из коллекции сортов ФГБНУ «ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И.Вавилова».

Агротехнические мероприятия осуществляли по общепринятой технологии для лесостепной зоны Среднего Поволжья

Фенологические наблюдения, учёт урожая и анализы проведены по методическим указаниям по изучению сохранению мировой коллекции ячменя и овса [5]. Закладка опыта осуществлялась согласно методике государственного сортоиспытания [6]. Учётная площадь делянки – 1,5 м<sup>2</sup>, норма высева – 450 всхожих зёрен на 1 м<sup>2</sup>, повторность – двукратная. Стандартный сорт Поволжский 65 высевался через 20 номеров. Посев проводили сеялкой ССФК-7М. Уборку делянок проводили в фазу полной спелости селекционным комбайном SAMPO-130.

Почва опытного участка – чернозём типичный малогумусный (в среднем 5–6%), среднемогучный, легкоглинистый. Содержание питательных элементов в почве: подвижного фосфора – 61,4–77,0 мг/кг (среднее); обменного калия – 374,0–423,0 мг/кг (очень высокое); легкогидролизуемого азота – 28,5–49,4 мг/кг (низкое и среднее). По степени кислотности почва опытного участка слабокислая (рН = 5,4).

Биохимические показатели качества зерна ячменя определяли методом инфракрасной спектроскопии на приборе «ИнфраЛИУМ ФТ-12». Изучение физических и химических свойств коллекционного материала проводилось согласно нормативно техническим документам.

Математическая обработка данных проводилась с использованием компьютерной программы «Microsoft Office Excel» согласно методике полевого опыта [7].

Погодные условия лет изучения отличались значительным разнообразием (табл. 1), что позволило достаточно полно оценить уровень и стабильность агрономических значимых признаков.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

В целом погодные условия вегетационного периода 2021 г. значительно отличались от среднесезонных значений и характеризовались широким диапазоном варьирования. Величина гидротермического коэффициента (ГТК) за вегетационный период ярового ячменя составил 0,40. Вегетационный период 2022 г. характеризовался как резко контрастный по увлажнению, ГТК составил 0,64, среднесуточная температура воздуха – 22,7 °С, осадки – 111,4 мм.

Вегетация ярового ячменя в 2023 г. проходила в разнообразные погодные условия, с чередованием периодов засухи и обильных осадков. Основная часть вегетационного периода ярового ячменя протекала в засушливых условиях, ГТК – 0,41. Средняя температура воздуха за май-август составила 21,2 °С, что на уровне среднесезонного значения; количество выпавших за вегетацию осадков составило 106,5 мм (таблица 1).

Урожайность сорта – один из главных параметров, определяющий потенциал сорта и его ценность для производства [8].

В 2021 г. урожайность у изучаемых образцов варьировала от 1,9 до 2,6 т/га при значении 2,2 т/га у стандартного сорта Поволжский 65. Стандарт достоверно превысили пять изучаемых сортов с прибавкой 0,1 и 0,4 т/га. Наибольшая урожайность отмечена у сорта Призер – 2,6 т/га (табл. 2).

В 2022 г. минимальная урожайность зафиксирована у двух сортов: Новик, Respects урожайностью 1,7, и 2,3 т/га, наибольшая – у сорта Britny (5,2 т/га) при урожайности стандарта 2,5 т/га.

В 2023 г. значительно превысили стандарт сорт Tipple (4,5 т/га) и два сорта Новик и Britny (по 4,2 т/га).

Стоит отметить, что за годы исследований максимальной средней урожайностью зерна выделились Britny (3,9 т/га), Tipple и Fandaga (по 3,4 т/га), что на 0,6 и 1,1 т/га больше стандартного сорта Поволжский 65 с урожайностью 2,8 т/га. Коэффициент вариации  $C_v$  урожайности со-

**Таблица 1.** Метеоданные за вегетационные периоды 2021–2023 гг. (п.г.т. Усть-Кинельский, ФГБОУ ВПО «Самарская ГСХА»)

Годы исследования	Среднесуточная температура воздуха за вегетацию, °С	Осадки за вегетацию, мм	ГТК за вегетацию
2021	19,2	130,5	0,40
2022	22,7	111,4	0,64
2023	21,2	106,5	0,41
Среднесезонное значение	21,0	116,1	0,48

**Таблица 2.** Урожайность наиболее перспективных сортов ярового ячменя мировой коллекции в условиях Среднего Поволжья, 2021–2023 гг.

№ по каталогу ВИР	Сорт	Происхождение	Разновидность	Урожайность, т/га			
				2021	2022	2023	Среднее
30311	Поволжский 65 (st)	Самарская обл.	<i>medicum</i>	2,2	2,5	3,6	2,8
31289	Краснояржский 6	Белгородская обл.	<i>pallidum</i>	2,3	3,4	3,2	3,0
П-00224	Новик	Ростовская обл.	<i>rikotense</i>	2,0	2,3	4,2	2,8
31247	Tipple	Англия	<i>nutans</i>	2,2	3,4	4,5	3,4
31498	Britny	Германия	<i>deficiens</i>	2,4	5,2	4,2	3,9
31404	Fandaga	Германия	<i>nutansdeficiens</i>	2,1	4,0	4,0	3,4
П-00236	Чарльз	Дания	<i>nutans</i>	1,9	3,6	3,7	2,9
31290	Призер	Белгородская обл.	<i>nutansdeficiens</i>	2,6	3,1	3,5	3,1
31186	Respect	Чехия	<i>nutans</i>	2,5	1,7	3,8	2,7
НСР <sub>05</sub>							1,0

ртов Britny, Tipple и Fandaga составил 36,1; 34,2 и 32,6 %.

Наиболее стабильной урожайностью отличались сорта Краснояржский 6 и Призёр со средней урожайностью 3,0 и 3,1 т/га (Cv = 19.8 и 14,7 % соответственно).

В результате проведённых исследований в различные по влагообеспеченности годы (2021–2023гг.) среди коллекционных образцов была выделена группа высокоурожайных и низкобелковых сортов ячменя. Низкобелковые сорта могут более эффективно усваивать питательные вещества из почвы и воды, что особенно важно в условиях недостатка влаги. Такие сорта также имеют меньшую предрасположенность к заболеваниям и повреждениям, что повышает их урожайность. Они более устойчивы к засухе и другим неблагоприятным условиям, что делает их привлекательными для использования в селекции (таблица 3).

Согласно полученным данным, высокое содержание белка в зерне ежегодно отмечалось у зернофуражного сорта-стандарта Поволжский 65 – 13,9...14,8 %, в среднем 14,5 %.

Наименьшее значение содержания белка в зерне, в среднем 12,4 % за годы исследований, было отмечено у сортов: Краснояржский 6, Tipple, Fandaga. Однако наибольшей стабильностью признака характеризовался сорт Tipple (Cv = 5,1 %). У сорта Краснояржский 6 содержание белка повышалось до 13,5 % в 2022 г., а у сорта Fandaga – до 13,4 % в 2023 г.; коэффициенты вариации Cv составили 11,2 и 7,2 % соответственно).

Выделенный по максимальной урожайности сорт Britny имел содержание белка в зерне 12,2...13,6 % (в среднем 12,7 %) с коэффициентом вариации 6,1 %.

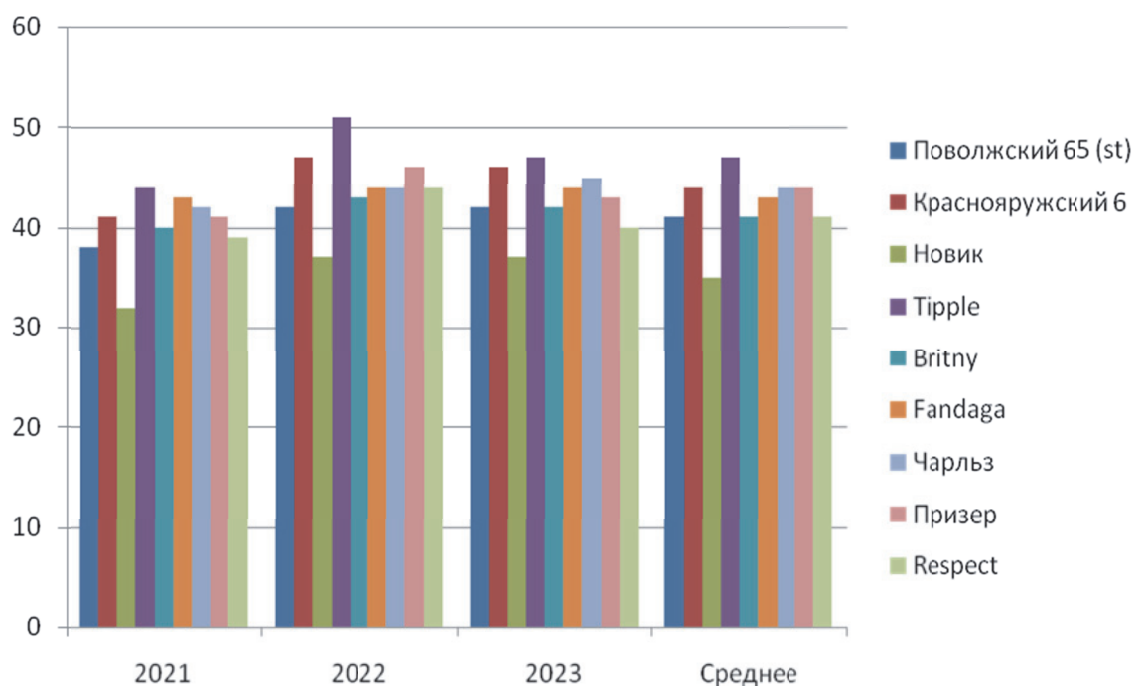
Таким образом, сорт Tipple выделяется по наименьшему содержанию белка и высокой, хотя и не максимальной, урожайности среди изучаемых образцов.

Масса 1000 зёрен – важный для оценки посевных качеств и планирования урожайности признак. Имеются данные о возрастании его роли для ячменя в засушливых условиях [9].

В наших опытах показатель качества «масса 1000 зёрен» в разных сортах в разных сортах в

**Таблица 3.** Содержание белка в наиболее перспективных сортах ярового ячменя мировой коллекции в условиях Среднего Поволжья, 2021–2023 гг.

Сорт	Содержание белка в зерне, %			
	2021	2022	2023	Среднее
Поволжский 65 (st)	13,9	14,7	14,8	14,5
Краснояржский 6	10,8	13,5	12,0	12,4
Новик	12,8	13,5	12,7	13,0
Tipple	11,7	12,8	12,8	12,4
Britny	12,3	12,2	13,6	12,7
Fandaga	11,6	12,4	13,4	12,4
Чарльз	12,6	12,0	13,1	12,5
Призер	11,5	13,8	13,6	13,0
Respect	12,0	13,5	14,5	13,3
НСР <sub>05</sub>				1,09



**Рис. 1.** Масса 1000 зёрен наиболее перспективных сортов ярового ячменя мировой коллекции в условиях Среднего Поволжья, 2021–2023 гг.

питомнике коллекции сортов ярового ячменя за годы исследования в среднем варьировало от 35 до 51 г. Самым мелкозёрным во все годы изучения был сорт Новик (32...37 г). Большинство остальных сортов в годы исследований формировали зерно с массой 1000 зёрен 40 г и более. В условиях 2021 г. все сорта снизили массу 1000 зёрен, но ниже 40 г она опустилась только у сортов Поволжский 65 и Respect.

Самое крупное зерно среди изучаемых сортов было у Tipple – масса 1000 зёрен в среднем 47 г, что на 14 % больше стандартного сорта, при варьировании от 44 до 51 г. Этот же сорт был выделен по урожайности и низкому содержанию белка, что свидетельствует о его комплексной ценности для селекции.

### ВЫВОДЫ

В результате проведённых исследований среди образцов коллекции ВИР выделены образцы с высокой средней урожайностью зерна – Britny (3,9 т/га), Tipple и Fandaga (3,4 т/га); со средней, но стабильной урожайностью – сорта Краснояружский 6 (3,0 т/га) и Призёр (3,1 т/га); с низким средним содержанием белка в зерне (12,4 %) – Краснояружский 6, Tipple, Fandaga.

Комплексом ценных для селекции признаков характеризовались сорта: Fandaga (высокая урожайность, низкое содержание белка в зерне), Краснояружский 6 (стабильность урожая, низкое содержание зерна в зерне), Tipple (высокая урожайность, низкое и стабильное содержание белка в зерне, большая масса 1000 зёрен).

Все выделенные образцы представляют интерес для практической селекции. Использование выделенных образцов в качестве исходного материала позволит создать новый высокопродуктивный селекционный материал, адаптированный к условиям региона.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косых, Л.А. Влияние погодных условий на хозяйственно ценные признаки сортов ячменя ярового в лесостепной зоне среднего Поволжья / Л.А. Косых, Е.В. Столпивская, Ю.Ю. Никонорова // Вестник КрасГАУ. – 2022. – №1(178). – С. 31-38.
2. Шаболкина, Е.Н. Оценка урожайности, содержания белка в зерне и пленчатости ярового ячменя в условиях Среднего Поволжья / Е.Н. Шаболкина, С.Н. Шевченко, А.А. Бишарев, И.А. Калякулина, Н.В. Анисимкина // Зерновое хозяйство России. – 2023. – Т. 15. – № 4. – С. 72-77.
3. Примак, В.В. Оценка коллекции пивоваренного ячменя в условиях хабаровского края / В.В. Примак // Агронаука. – 2024. – Т. 2. – № 2. – С. 59-68.
4. Silveira, C. Effect of grains differing in expected ruminal fermentability on the productivity of lactating dairy cows / Silveira C., Oba M., Beauchemin K.A., Helm J. // J. Dairy Sci. – 2007. V. 90. – 2852-2859. – Doi: 10.3168/jds.2006-649.
5. Лоскутов, И.Г. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса / И.Г. Лоскутов, О.Н. Ковалева, Е.В. Блинова – СПб.: ВИР, 2012. – 63 с.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 1. Общая часть. – М., 2019. – 384 с.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 2014. – 336 с.
8. Ерошенко, Л.М. Использование белковых маркеров в селекции на повышение показателей качества

сортів ячменя / Л.М. Ерошенко, М.М.Ромахин, Н.А.Ерошенко и др. //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 7 (237). – С. 5-12.

9. Долженко, Д. О. Генетический анализ массы 1000 зёрен у ячменя / Д.О.Долженко, С.В.Косенко, В.И.Бобаченко // Нива Поволжья. – 2018. – № 4 (49). – С. 26-33.

## THE STUDY OF LOW-PROTEIN CULTIVARS OF SPRING BARLEY FROM THE WORLD COLLECTION IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

© 2024 Yu. Yu. Nikonorova

Samara Federal Research Center RAS,  
Volga Region Scientific and Research Institute of Selection and Seed-growing  
named after P.N. Konstantinov, Kinel, Russia

The article presents the results of the study of accessions of the world collection of spring barley in 2021-2023. The experiments were carried out at the experimental field of the Region Scientific and Research Institute of Selection and Seed-growing–Branch of Samara Federal Research Center RAS, located in the forest-steppe zone of Samara region. The aim of the study was to select from the world collection of VIR accessions with low protein content as a source material for breeding spring barley for the conditions of the Middle Volga region. As a result of the study, a group of cultivars that accumulated less protein in the grain was identified: Krasnoyarskiy 6 (10.8...13.5 %), Tirple (11.7...12.8 %) and Fandaga (11.6...13.4 %), while the standard cultivar Povolzhsky 65 had 13.9...14.8 %. In the identified cultivars, the range of variation in yield was 3.0-3.9 t/ha over the years of study, in thousand kernels weight – 41-51 g. The best combination of yield, stable low protein content and large grain size was obtained with the cultivar ‘Tirple’. It is recommended to use the selected accessions as parental forms for crossing in order to create new promising lines and cultivars with high productivity, low protein content in grain, adapted to the conditions of the Middle Volga region.

**Keywords:** spring barley (*Hordeum vulgare* L.), breeding, cultivar, protein content, grain yield, thousand kernel weight.

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-1-14-18

EDN: QIJUJK

### REFERENCE

1. Kosykh, L.A. Influence of weather conditions on economically valuable traits of spring barley varieties in the forest-steppe zone of the middle Volga region / L.A.Kosykh, E.V.Stolpivskaya, Yu.Yu.Nikonorova // Bulletin of KrasSAU. – 2022. – No. 1 (178). – P. 31-38.
2. Shabolkina, E.N. Evaluation of yield, protein content in grain and filminess of spring barley in the conditions of the Middle Volga region / E.N.Shabolkina, S.N.Shevchenko, A.A.Bisharev, I.A.Kalyakulina, N.V.Anisimkina // Grain economy of Russia. – 2023. – Vol. 15. – No. 4. – P. 72-77.
3. Primak, V.V. Evaluation of the collection of malting barley in the conditions of the Khabarovsk Territory / V.V.Primak // Agrosience. – 2024. – Vol. 2. – No. 2. – P. 59-68.
4. Silveira, C. Effect of grains differing in expected ruminal fermentability on the productivity of lactating dairy cows / Silveira C., Oba M., Beauchemin K.A., Helm J. // J. Dairy Sci. – 2007. V. 90. – 2852-2859. – Doi: 10.3168/jds.2006-649.
5. Loskutov, I.G. Guidelines for the study and preservation of the world collection of barley and oats / I. G.Loskutov, O. N.Kovaleva, E. V. Blinova– St. Petersburg: VIR; 2012. – 63 p.
6. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Issue 1. General part. – Moscow, 2019. – 384 p.
7. Dospekhov, B. A. Field experiment methodology / B. A. Dospekhov. –Moscow: Kolos, 2014. – 336 p.
8. Eroshenko, L. M. Use of protein markers in breeding to improve the quality indicators of barley varieties / L. M. Eroshenko, M. M. Romakhin, N. A. Eroshenko et al. // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2024. – No. 7 (237). – P. 5-12.
9. Dolzhenko, D. O. Geneticheskii analiz massy 1000 zeren u yachmenya / D. O. Dolzhenko, S. V. Kosenko, V. I. Bobachenko // Niva Povolzh'ya. – 2018. – No.4 (49). – S. 26-33.