



DOI 10.22363/2312-797X-2021-16-4-303-312


УДК 633.16:631.527:631.526.32(527.1)

Научная статья / Research article

Перспективные двурядные пленчатые сорта для повышения урожайности и качества зерна ячменя в условиях южной лесостепи Западной Сибири

П.Н. Николаев , О.А. Юсова  

Омский аграрный научный центр, г. Омск, Российская Федерация

 yusova@55anc.ru

Аннотация. Агроклиматические особенности регионов возделывания ячменя обуславливают необходимость создания и выращивания сортов, характеризующихся адаптивностью к местным био- и абиотическим факторам. Такие сорта способны формировать стабильный высококачественный урожай независимо от условий, складывающихся в течение периода вегетации. Создание потенциально высокоурожайных сортов является первоочередной задачей селекции ячменя в Западно-Сибирском регионе. Двурядные ячмени характеризуются выравненностью зерна, пониженной пленчатостью и повышенной экстрактивностью, по сравнению с шестьюрядными. Цель исследования — характеристика новых перспективных сортов ячменя (пленчатой двурядной группы) селекции Омского аграрного научного центра (ФГБНУ «Омский АНЦ»). Исследования проведены с 2012 по 2019 гг. Использованы 8 сортов пленчатых двурядных сортов ячменя селекции ФГБНУ «Омский АНЦ», среди них новые перспективные сорта: Омский 100 (включен в Госреестр в 2019 г.) и Омский 101 (передан на ГСИ в 2018 г.), стандарт — Омский 95 (2007 г.). Определены биохимические показатели зерна: содержание белка, сырого жира, крахмала, пленчатость зерна. Селекция ячменя с 2000 по 2019 гг. имела направленность на создание засухоустойчивых сортов, которые бы формировали повышенные продуктивность и качество зерна в сухих и засушливых периодах вегетации на фоне их снижения в условиях оптимального увлажнения. Сорта Омский 100 и Омский 101 характеризовались формированием повышенных показателей качества зерна и продуктивности в контрастных по климатическим характеристикам периодах вегетации. Сорт Омский 100 имел повышенный сбор белка (+ 57,9 кг/га к ст.), крахмала (+0,3 т/га к ст.) и сырого жира (+ 11,7 кг/га к ст.), Омский 101 — повышенный сбор белка (+84,9 кг/га к ст.).

Ключевые слова: пленчатый двурядный ячмень, белок, крахмал, сырой жир, урожайность сортов, корреляция

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 5 июля 2021 г., принята к публикации 29 ноября 2021 г.

Для цитирования: Николаев П.Н., Юсова О.А. Перспективные двурядные пленчатые сорта для повышения урожайности и качества зерна ячменя в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агротомия и животноводство. 2021. Т. 16. № 4. С. 303–312. doi: 10.22363/2312-797X-2021-16-4-303-312

© Николаев П.Н., Юсова О.А., 2021

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/1>

Promising two-row covered cultivars for increasing yield and quality of barley grain in conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia

Petr N. Nikolayev , Oksana A. Yusova  

Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russian Federation

 ksanajusva@rambler.ru

Abstract. Agroclimatic features of the regions of barley cultivation necessitate the creation and cultivation of cultivars characterized by adaptability to local bio- and abiofactors. Such cultivars are able to form a stable high-quality crop regardless of the conditions prevailing during the growing season. The developing of potentially high-yielding cultivars is a priority task of barley breeding in the West Siberian region. Two-row barley is characterized by grain equalization, reduced husk content and increased extractive content, compared to six-row barley. The aim of the study was to characterize the new promising cultivars of barley (two-row covered group) selected in Omsk Agrarian Scientific Center. The research was conducted in the southern forest-steppe of Western Siberia in 2012—2019. 8 cultivars of covered two-row barley selected in Omsk Agrarian Scientific Center were studied. There are new promising cultivars among them: ‘Omskiy 100’ (included in the Russian State Register in 2019) and ‘Omskiy 101’ (sent to the State Registration Service in 2018). The standard cultivar was ‘Omskiy 95’ (2007). The biochemical parameters of grain were determined: protein content, crude fat, starch, husk content. Barley selection from 2000 to 2019 focused on the developing of drought-resistant cultivars, which formed increased productivity and quality of grain in dry and arid periods of vegetation in conditions of optimal moistening. New promising cultivars — ‘Omskiy 100’ and ‘Omskiy 101’ were characterized by the formation of increased indicators of grain quality and productivity in vegetation periods that were contrasting in climatic characteristics. Due to increased yield and grain quality, cv. ‘Omskiy100’ had increased protein (+57.91 kg/ha), starch (+0.3 t/ha) and fat (+11.7 kg/ha) harvest compared to the standard. Cv. ‘Omskiy 101’ increased protein harvest by 84.9 kg/ha in comparison to the standard.

Key words: two-row covered barley, protein, starch, crude fat, yield, correlation

Conflicts of interest. The authors declared no conflicts of interest.

Article history:

Received: 5 July 2021. Accepted: 29 November 2021

For citation: Nikolayev PN, Yusova OA. Promising two-row covered cultivars for increasing yield and quality of barley grain in conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2021; 16(4):303—312. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2021-16-4-303-312

Введение

Ячмень — это незаменимая по многообразию использования зерновая культура, которая достаточно распространена в Российской Федерации [1] благодаря высоким урожайным качествам [2—4].

Двухрядные пленчатые ячмени имеют значительные преимущества перед шестирядными: выравненное (равномерное) зерно, более тонкая оболочка (плен-

чатость у двурядного ячменя — 9...11 %, многорядного — 10...13 %), повышенное содержание экстрактивных веществ [5, 6].

Агроклиматические особенности регионов возделывания ячменя обуславливают необходимость создания и выращивания сортов [3], характеризующихся адаптивностью к местным био- и абиофакторам. Такие сорта способны формировать стабильный высококачественный урожай независимо от условий, складывающихся в течение периода вегетации [7, 8].

Создание потенциально высокоурожайных сортов является первоочередной задачей селекции ячменя в Западно-Сибирском регионе.

Цель исследования — характеристика новых перспективных сортов ячменя пленчатой двурядной группы селекции Омского аграрного научного центра (ФГБНУ «Омский АНЦ»).

Материалы и методы исследования

Исследования проводились с 2012 по 2019 гг. Данные получены на опытных полях Омского аграрного научного центра (г. Омск, южная лесостепь Западной Сибири).

Объект исследований — новые перспективные пленчатые двурядные сорта ячменя селекции ФГБНУ «Омский АНЦ» (Омский 100 и Омский 101). Также для сравнения характеристик имеются данные сортов, возделываемых в регионе: Омский 90, Омский 91, Омский 96, Сибирский авангард, Саша и Омский 95 (стандарт).

Определены массовые доли белка, крахмала и сырого жира, а также пленчатость зерна [9, 10] с последующей математической обработкой полученных результатов [11].

Периоды вегетации 2012, 2014 и 2017 гг. характеризовались как области сухого земледелия (ГТК = 0,70); 2015, 2018 и 2019 гг. — засушливые (ГТК = 0,80...0,90). Достаточное увлажнение отмечено лишь в 2013 и 2016 гг. (ГТК = 1,00).

Результаты исследования и обсуждение

В среднем за период исследований содержание белка в зерне пленчатой двурядной группы ячменя составило 13,8 % (табл.). Сорта Омский 90 и Омский 91, включенные в Госреестр в 2000 и 2004 гг. соответственно, характеризовались среднемноголетним содержанием белка на уровне 14,0 % (+0,5 % к ст.). У сортов, районированных с 2007 по 2019 гг., наблюдалось снижение данного показателя (13,3...13,7 %), за исключением сорта Омский 96 (14,3 %; +0,8 % к ст.). Повышение белковости (14,2 %) наблюдалось у нового перспективного сорта Омский 101 (рис. 1), переданного на ГСИ в 2018 г., что превышало стандарт и показатель сорта Омский 90 соответственно на 0,7 и 0,2 %. Повышенное среднемноголетнее содержание белка сорт Омский 101 формировал в различные по метеоусловиям периоды вегетации: оптимальных по увлажнению 2013 и 2016 гг. (13,2 и 15,0 %), сухих 2014 и 2017 гг. (14,4 и 15,1 %), засушливого 2015 г. (13,3 %). Аналогичную характеристику имел сорт Омский 96. У прочих исследуемых сортов прослежи-

валась тенденция к формированию повышенной белковости зерна в строго определенных условиях: либо при засухе, либо в условиях оптимального увлажнения.

Выраженность и изменчивость показателей продуктивности и качества зерна сортов ячменя

Сорт	Массовая доля белка, %		Массовая доля крахмала, %		Массовая доля сырого жира, %		Масса 1000 зерен, г		Пленчатость зерна, %		Урожайность, т/га	
	Lim.	\bar{x}	Lim.	\bar{x}	Lim.	\bar{x}	Lim.	\bar{x}	Lim.	\bar{x}	Lim.	\bar{x}
Омский 90	11,0...17,0	14,0	52,9...60,1	57,2	1,2...3,6	2,3	37,4...56,5	47,8	8...8,5	8,2	1,9...5,1	3,6
Омский 91	11,7...17,1	14,0	51,6...58,8	56,1	1,7...3,2	2,5	33,5...50,4	44,2	7,5...9,9	8,3	2,2...5,5	3,6
Омский 95, st.	11,3...18,1	13,5	52,2...60,3	56,8	0,9...3,8	2,2	35,7...49,3	43,6	7,2...11,7	9,1	2,1...5,9	4,2
Омский 96	11,7...17,2	14,3	52,6...58,8	56,3	0,9...3,3	2,3	34,2...57,9	49,9	6,9...10,1	8,6	2,1...6,2	4,0
Сибирский авангард	10,8...17,6	13,4	50,9...63,7	56,4	1,3...3,2	2,2	34,6...52,4	46,7	6,8...8,1	7,8	1,9...6,7	4,0
Саша	11,8...17,0	13,7	52,3...59,5	55,8	1,4...2,7	2,3	36,3...54,4	47,3	7,3...13,1	9,1	2,5...6,5	4,6
Омский 100	11,3...16,5	13,3	52,9...58,8	56,3	1,8...3,2	2,5	32,4...54,2	47,4	6,2...10,6	8,4	2,8...6,5	4,9
Омский 101	12,0...16,7	14,2	53,6...61,4	57,5	1,3...3,2	2,0	35,4...54,5	47,2	7,5...9,5	8,6	2,8...6,6	4,7
S_x	–	0,1	–	0,2	–	0,1	–	0,7	–	0,2	–	0,1

The severity and variability of yield indicators and grain quality in barley cultivars

Cultivar	Mass fraction of protein, %		Mass fraction of starch, %		Mass fraction of crude fat, %		Weight of 1000 grains, g		Husk content, %		Yield, t/ha	
	Lim.	\bar{x}	Lim.	\bar{x}	Lim.	\bar{x}	Lim.	\bar{x}	Lim.	\bar{x}	Lim.	\bar{x}
Omskiy 90	11.0...17.0	14.0	52.9...60.1	57.2	1.2...3.6	2.3	37.4...56.5	47.8	8.0...8.5	8.2	1.9...5.1	3.6
Omskiy 91	11.7...17.1	14.0	51.6...58.8	56.1	1.7...3.2	2.5	33.5...50.4	44.2	7.5...9.9	8.3	2.2...5.5	3.6
Omskiy 95, st.	11.3...18.1	13.5	52.2...60.3	56.8	0.9...3.8	2.2	35.7...49.3	43.6	7.2...11.7	9.1	2.1...5.9	4.2
Omskiy 96	11.7...17.2	14.3	52.6...58.8	56.3	0.9...3.3	2.3	34.2...57.9	49.9	6.9...10.1	8.6	2.1...6.2	4.0
Sibirskiy avangard	10.8...17.6	13.4	50.9...63.7	56.4	1.3...3.2	2.2	34.6...52.4	46.7	6.8...8.1	7.8	1.9...6.7	4.0
Sasha	11.8...17.0	13.7	52.3...59.5	55.8	1.4...2.7	2.3	36.3...54.4	47.3	7.3...13.1	9.1	2.5...6.5	4.6
Omskiy 100	11.3...16.5	13.3	52.9...58.8	56.3	1.8...3.2	2.5	32.4...54.2	47.4	6.2...10.6	8.4	2.8...6.5	4.9
Omskiy 101	12.0...16.7	14.2	53.6...61.4	57.5	1.3...3.2	2.0	35.4...54.5	47.2	7.5...9.5	8.6	2.8...6.6	4.7
S_x	–	0.1	–	0.2	–	0.1	–	0.7	–	0.2	–	0.1

Содержание крахмала в зерне в среднем за период исследований составило 56,5 %. Повышенная крахмалистость зерна в среднем по опыту отмечена у сортов Омский 90 и Омский 101 (+0,4 и +0,7 % к st.). Сорт Омский 101 формировал повышенное содержание данного показателя только в сухих условиях 2012, 2014, 2017 гг. (+0,7...+1,3 % к st.) и засушливых 2018 и 2019 гг. (+3,3 и +2,1 % к st.). Сорт Омский 90 отличался повышенной крахмалистостью как в сухих условиях 2012 и 2014 гг. (+0,7 % к st.), засушливого 2018 г. (+2,6 % к st.), так и в условиях оптимального увлажнения 2016 г. (+0,7 % к st.). У прочих районированных сортов наблюдалось пониженное значение данного показателя в среднем за период исследований (–0,4...–1,0 % к st.).

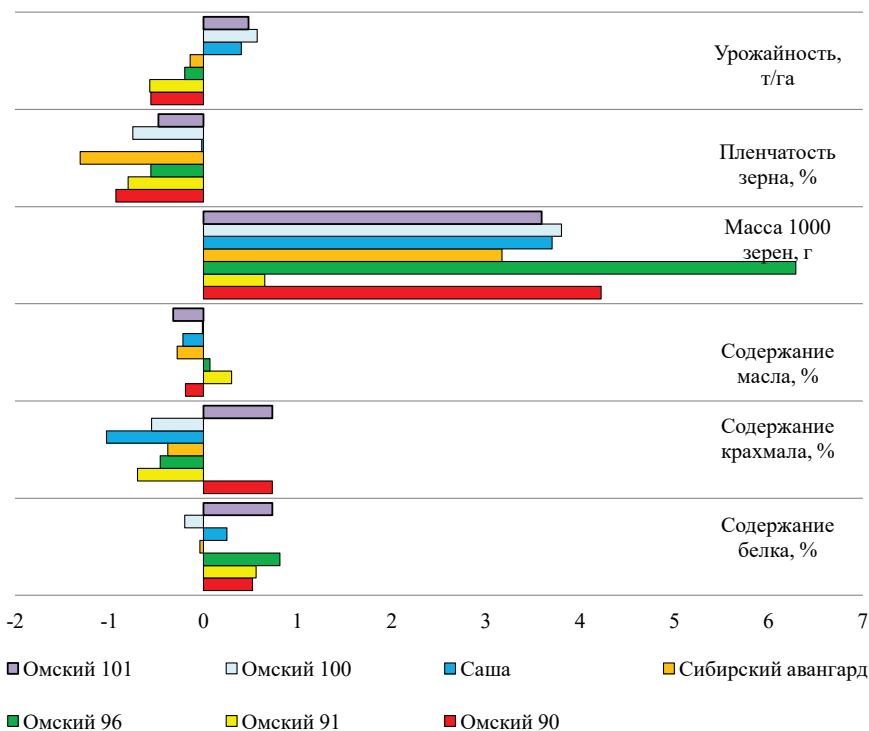


Рис. 1. Средние за период исследований показатели продуктивности и качества зерна исследуемых сортов ячменя по отношению к стандарту, \pm st.

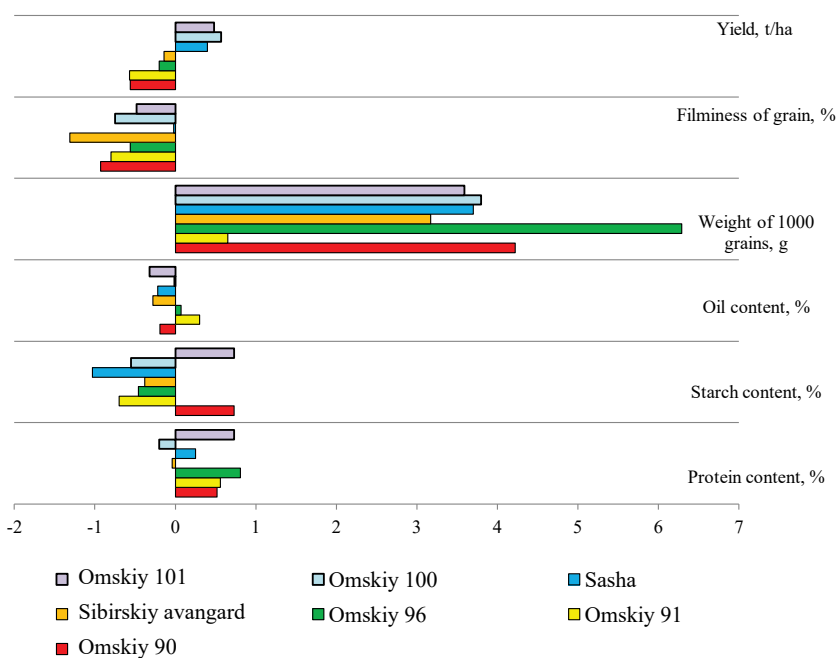


Fig. 1. Average indicators of productivity and quality of grain of the studied barley cultivars compared to the standard, \pm st.

Средняя масличность зерна отмечена на уровне 2,3 %. Изменчивость содержания сырого жира по опыту составляет от 0,9 до 3,8 %. Повышенным содержанием данного показателя характеризовался новый перспективный сорт Омский 100 в сухих 2012 и 2017 гг. (2,6 и 1,8 %), а также засушливых периодах 2015 и 2018 гг. (3,0 и 3,1 %). Аналогичными характеристиками обладал сорт Омский 91: повышенная масличность сформировалась в сухих 2014 и 2017 гг. (2,8 и 1,7 %) и засушливом 2015 г. (3,1 %). В условиях оптимального увлажнения максимально высоким содержанием сырого жира отличались сорта Саша (2,6 % в 2013 г.) и Омский 101 (2,3 % в 2016 г.).

Масса 1000 зерен составила 46,7 г. в среднем за период исследований. У сорта Омский 90, районированного в 2000 г., отмечена масса 1000 зерен на уровне 47,8 г (+ 4,2 г к st.). У районированных в 2004 и 2007 гг. сортов Омский 91 и Омский 95 наблюдалось пониженное значение данного показателя (до 44,2 и 43,6 г); у сорта Омский 96 — повышенное (49,9 г; + 6,3 г к st.). Характерной особенностью сорта Омский 96 явилась способность к формированию повышенной массы 1000 зерен в сухих условиях 2012, 2014, 2017 гг. (41,8...56,0 г), засушливых 2015, 2018 и 2019 гг. (50,5...57,9 г) и в условиях оптимального увлажнения 2013 г. (51,3 г). Аналогичная особенность отмечена также для нового перспективного сорта Омский 100 (53,6 г и 50,3 г; 32,44 и 49,90 г — соответственно перечисленным выше условиям). Сорта Сибирский авангард и Омский 101 формировали повышенную крупность зерна в условиях оптимального увлажнения 2016 г. (42,1 и 42,9 г).

По показателю пленчатости зерна к приоритетным относят пониженные значения. В среднем за период исследований, минимальной пленчатостью зерна отличались сорта Омский 90 (8,2 %; –0,9 % к st.) и Сибирский авангард (8,3...9,1 %). Пленчатость остальных исследуемых сортов не превышала средние значения стандарта (9,11 %). В основном, все исследуемые сорта формировали пониженную пленчатость зерна в сухих и засушливых условиях (7,8 %). Сорта Омский 90 и Сибирский Авангард характеризовались низкой пленчатостью как в условиях засухи 2015, 2018 и 2019 гг. (7,3...8,1 %), так и в условиях оптимального увлажнения 2013 и 2016 гг. (8,0...8,4 %).

Актуальное направление селекционной работы — создание адаптивных сортов, способных формировать повышенные урожаи высококачественного зерна независимо от складывающихся в течение периода вегетации климатических факторов [12, 13].

Урожайность сортов — наиважнейший признак, который характеризует результативность проводимых исследований и эффективность выращиваемых в производстве сортов [14, 15]. Средняя по опыту урожайность сортов ячменя — 4,19 т/га. На фоне снижения качественных показателей зерна урожайность сортов, включенных в Госреестр с 2000 по 2019 гг., напротив, возрастала: от 3,6 т/га (–0,6 т/га к st.) у сорта Омский 90 до 4,7 т/га (+ 0,5 т/га к st.) у сорта Омский 101. Стандарт Омский 95 формировал повышенную урожайность в сухих и засушливых условиях 2014, 2015, 2017—2019 гг. (4,2...5,9 т/га).

Новые перспективные сорта Омский 100 и Омский 101 отличались оптимальной урожайностью во все периоды исследований: повышенной в 2012, 2015, 2016, 2018 и 2019 гг. (+0,6...1,9 т/га к st.); на уровне стандарта — в остальные периоды.

Результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что многолетняя направленная селекция на создание засухоустойчивых сортов показала свою эффективность, что подтверждает слабая сопряженность урожайности и показателей качества зерна с суммой осадков ($r = 0,161 \dots 0,204$).

У новых перспективных сортов отмечен повышенный сбор питательных веществ с 1 га (рис. 2). Так, сорт Омский 100 имел повышенный сбор белка (542,5 кг/га; + 57,9 кг/га к st.), крахмала (2,2 т/га; +0,3 т/га к st.) и масла (100,5 кг/га; + 11,7 кг/га к st.) за счет повышенной урожайности (+0,6 т/га).

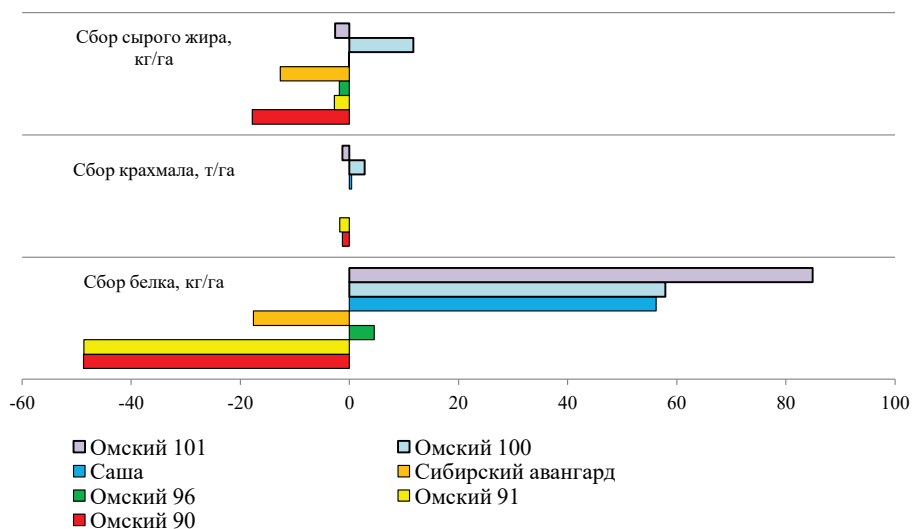


Рис. 2. Средний за период исследований сбор питательных веществ с 1 га у исследуемых сортов ячменя по отношению к стандарту, \pm st.

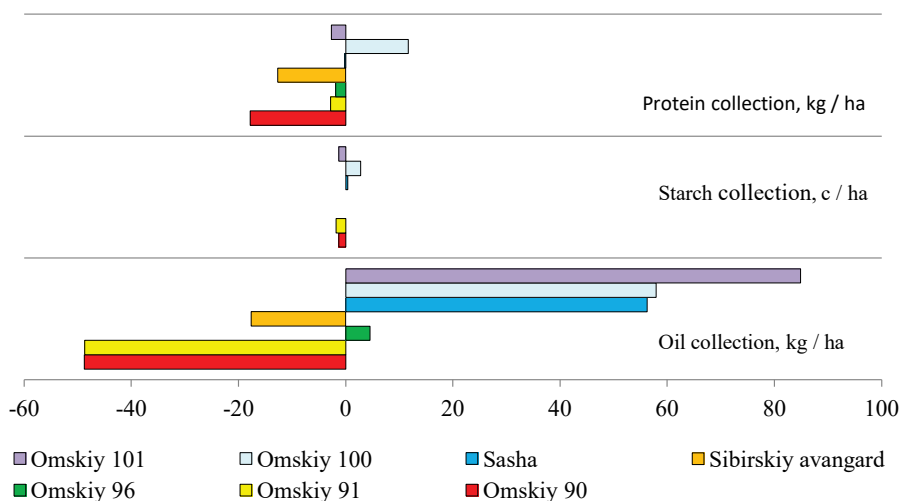


Fig. 2. The average harvest of nutrients from 1 hectare of the studied barley cultivars compared to the standard, \pm st.

Для сорта Омский 101 характерен повышенный сбор белка (569,5 кг/га; +84,9 кг/га к st.) за счет повышенных значений как урожайности (+0,5 т/га к st.), так и содержания в зерне белка (+0,7 % к st.).

Сорт Саша (включен в Госреестр в 2012 г.) также имел повышенный сбор белка (540,8 кг/га; +56,2 кг/га к st.) за счет повышенных урожайности (+0,4 т/га к st.) и содержания в зерне белка (+0,2 % к st.).

Выводы

1. Селекция ячменя с 2000 по 2019 гг. имела направленность на создание засухоустойчивых сортов. Отражается данный факт на формировании сортами повышенных продуктивности и качества зерна в сухих и засушливых периодах вегетации на фоне их снижения в условиях оптимального увлажнения.

2. Селекционный процесс с 2000 по 2019 гг. основывался на повышении урожайности вновь создаваемых сортов (от 3,6 т/га у сорта Омский 90 до 4,7 т/га у сорта Омский 101). Качество зерна при этом у вновь создаваемых сортов снижалось:

– по содержанию белка от 14,0 % у сорта Омский 90 (включен в Госреестр в 2000 г.) до 13,3 % у сорта Омский 100 (2019 г.);

– по содержанию крахмала от 57,5 % у сорта Омский 90 до 55,8 % у сорта Саша (2012 г.);

– пленчатость зерна возрастала от 8,2 % у сорта Омский 90 до 9,1 % у сорта Саша.

3. Формированием повышенных показателей качества зерна и продуктивности в контрастных по климатическим характеристикам периодах вегетации (сухие, засушливые, оптимального влагообеспечения) характеризовались новые перспективные сорта:

– Омский 100 (включен в Госреестр в 2019 г.) по массе 1000 зерен (+3,8 г к st.), урожайности (+0,6 т/га к st.), по сбору белка (+ 57,9 кг/га к st.), крахмала (+0,3 т/га к st.) и сырого жира (+ 11,7 кг/га к st.).

– Омский 101 (передан на ГСИ в 2018 г.) наблюдается повышенный сбор белка с 1 га (+84,9 кг/га к st.) за счет превышения по урожайности (+0,5 т/га к st.) и массовой доли белка (+0,7 % к st.) в зерне. На этом же уровне отмечена прибавка к стандарту по массовой доле крахмала (+0,7 % к st.).

Библиографический список

1. Kuzina E.V., Davletshin T.K., Silishchev N.N. Effectiveness of the Elena Biopreparation used the summer Barley // *Agricultural Biology*. 2010. № 4. Pp. 100—104.

2. Khokhar M.I., Da Silva J.A.T. Evaluation of Drought Tolerance and Yield Capacity of Barley (*Hordeum Vulgare*) Genotypes under irrigated And Water-Stressed Conditions // *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 2012. № 3(49). P. 307—313.

3. Rapacz M., Stepień A., Skorupa K. Internal Standards for quantitative rt-pcr studies of gene expression under drought Treatment in Barley (*hordeum vulgare* l.): the Effects of developmental Stage and Leaf Age // *Acta Physiologiae Plantarum*. 2012. № 5 (34). P. 1723—1733. doi: 10.1007/s11738-012-0967-1

4. Yadav R.R., Misra K.G., Yadava A.K., Kotlia B.S., Misra S. Tree-ring Footprints of Drought variability In Last ~300 years over Kumaun Himalaya, India and its relationship with crop Productivity // *Quaternary Science Reviews*. 2015. № 117. P. 113—123. doi: 10.1016/j.quascirev.2015.04.003

5. Родина Н.А. Селекция ячменя на Северо-Востоке Нечерноземья. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2006.
6. Аниськов Н.И., Калашник Н.А., Козлова Г.Я., Поползухин П.В. Голозерный ячмень в Западной Сибири. Омск: Сфера, 2007.
7. Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., Герасимов С.А. Интегрированная оценка адаптивной способности образцов ячменя из коллекции ВИР в условиях Красноярской лесостепи // Достижение науки и техники АПК. 2016. № 30(6). С. 32—35.
8. Eberhart S.A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop Sci.* 1966. Vol. 6. № 1. P. 36—40.
9. Беркутова Н.С. Методы оценки и формирования качества зерна. М.: Росагропромиздат, 1991. 206 с.
10. Пleshkov B.B. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1985. 120 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 256 с.
12. Hill C.B., Li C. Genetic Architecture of Flowering Phenology in cereals and Opportunities for crop Improvement // *Frontiers in Plant Science.* 2016. № 7. P. 1906—1910. doi: 10.3389/fpls.2016.01906
13. Пономарёва Ю.Н., Захарова О.А. Действие минеральных удобрений и регулятора роста на урожайность и качество пивоваренного ячменя в условиях засухи // Вестник Рязанского государственного агроэкологического университета им. П.А. Костычева. 2015. № 3 (27). С. 36—42.
14. Юсова О.А., Николаев П.Н., Сафонова И.В., Аниськов Н.И. Изменение урожайности и качества зерна овса с повышением адаптивности сортов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181. № 2. С. 42—49. doi: 10.30901/2227-8834-2020-2-42-49
15. 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

References

1. Kuzina EV, Davletshin TK, Silishchev NN. Effectiveness of the Elena Biopreparation used the summer Barley. *Agricultural Biology*, 2010;4:100—104.
2. Khokhar MI, Da Silva JT. Evaluation of drought tolerance and yield capacity of barley (*Hordeum vulgare*) genotypes under irrigated and water-stressed conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 2012; 49 (3): 307—313.
3. Rapacz M, Stepień A, Skorupa K. Internal Standards for quantitative RT-PCR studies of gene expression under drought treatment in barley (*Hordeum vulgare* L.): the Effects of developmental stage and leaf age. *Acta Physiologiae Plantarum*, 2012; 34(5):1723—1733. doi: 10.1007/s11738-012-0967-1
4. Yadav RR, Misra KG, Yadava AK, Kotlia BS, Misra S. Tree-ring footprints of drought variability in last ~300 years over Kumaun Himalaya, India and its relationship with crop productivity. *Quaternary Science Reviews*. 2015; 117:113—123. doi: 10.1016/j.quascirev.2015.04.003
5. Rodina NA. *Selektsiya yachmenya na Severo-Vostoke Nечернозем'ya*. [Barley selection in the North-East of the Non-Black Earth Region]. Киров: NIISKh Severo-Vostoka publ.; 2006. (In Russ.).
6. Aniskov NI, Kalashnik NA, Kozlova GY, Popolzukhin PV. *Golozernyi yachmen' v Zapadnoi Sibiri* [Hullless barley in Western Siberia]. Омск: Сфера publ.; 2007. (In Russ.).
7. Surin NA, Lyakhova NE, Gerasimov SA. Integrated assessment of adaptive ability of barley samples from VIR collection under conditions of Krasnoyarsk forest-steppe. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2016; 30(6):32—35. (In Russ.).
8. Eberhart SA, Russell WA. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966; 6(1):36—40. doi: 10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x
9. Berkutova NS. *Metody otsenki i formirovaniya kachestva zerna* [Methods of grain quality evaluation and formation]. Moscow: Rosagropromizdat publ.; 1991. (In Russ.).
10. Pleshkov BV. *Praktikum po biokhimii rastenii* [Workshop on plant biochemistry]. Moscow: Kolos publ.; 1985. (In Russ.).
11. Dospikhov BA. *Metodika polevogo opyta* [Field experience methodology]. Moscow: Agropromizdat publ.; 1985. (In Russ.).
12. Hill CB, Li C. Genetic architecture of flowering phenology in cereals and opportunities for crop improvement. *Frontiers in Plant Science*. 2016; 7:1906—1910. doi: 10.3389/fpls.2016.01906

13. Ponomareva YN, Zakharova OA. The effect of mineral fertilizers and growth regulator on yield and quality of malt barley in drought conditions. *Herald of Ryazan state agrotechnological university named after P.A. Kostychev*. 2015; (3):36—42. (In Russ.).

14. Nikolaev PN, Yusova OA, Safonova IV, Aniskov NI. Changes in oat grain yield and quality with increased adaptability of cultivars. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 2020; 181(2):42—49. (In Russ.). doi: 10.30901/2227-8834-2020-2-42-49

15. Yusova OA, Nikolaev PN, Bendina YB, Safonova IV, Aniskov NI. Stress resistance in barley cultivars of various agroecological origin under extreme continental climate conditions. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2020; 181(4):44—55. (In Russ.). doi: 10.30901/2227-8834-2020-4-44-55

Об авторах:

Юсова Оксана Александровна — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией биохимии и физиологии растений федерального государственного бюджетного научного учреждения «Омский Аграрный научный центр», Российская Федерация, 644012, г. Омск, пр. Королева, д. 26; e-mail: yusova@55anc.ru
ORCID 0000-0003-3679-8985, AuthorID 547227

Николаев Петр Николаевич — кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции зернофуражных культур федерального государственного бюджетного научного учреждения «Омский Аграрный научный центр», Российская Федерация, 644012, г. Омск, пр. Королева, д. 26; e-mail: nikolaev@55anc.ru
ORCID 0000-0002-5192-2967, AuthorID 834930

About authors:

Yusova Oksana Aleksandrovna — Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory of Genetics, Biochemistry and Plant Physiology, Omsk Agrarian Scientific Center, 26 Koroleva ave., Omsk, 644012, Russian Federation; e-mail: yusova@55anc.ru
ORCID 0000-0003-3679-8985, AuthorID 547227

Nikolaev Petr Nikolayevich — Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory for the selection of grain crops, Omsk Agrarian Scientific Center, 26 Koroleva ave., Omsk, 644012, Russian Federation; e-mail: nikolaev@55anc.ru
ORCID 0000-0002-5192-2967, AuthorID 834930