

Новый сорт ярового ячменя Толкан зернофуражного использования

© 2020. В. Н. Пакуль , С. В. Мартынова

ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р. н. Краснообск, Новосибирская обл., Российская Федерация

Цель исследований – провести комплексную оценку нового сорта ярового ячменя Толкан зернофуражного направления по хозяйственно ценным признакам. Исследования проведены в 2016-2019 гг. Методом внутривидовой гибридизации географически отдалённых форм и направленного индивидуального отбора из гибридной популяции Pamos x Bankuti Korai создан новый сорт ярового ячменя Толкан. Сорт высокопродуктивный, среднеспелого типа, вегетационный период 85 дней, средняя урожайность за годы исследований составила 5,4 т/га, что превышает сорт-стандарт Биом на 0,8 т/га ($HSP_{05} = 0,15$), максимальная урожайность 7,7 т/га. Основным элементом продуктивности является масса зерна с колоса – 0,97 г, которая имеет тесную достоверную взаимосвязь с урожайностью, $r = 0,96$ (порог достоверности на уровне 5 %, $R = 0,88$). Сорт наиболее адаптирован к условиям окружающей среды, $C_v = 30,2$ % (сорт-стандарт Биом – 36,7 %). Характеризуется крупным зерном, абсолютная масса зерна в среднем за годы испытания 51,0 г, максимальная – 63,0 г, высокой устойчивостью к полеганию при высоте растений от 57 до 94 см, иммунитетом к пыльной и твёрдой головне (отсутствие поражения на инфекционном фоне). При изучении сорта в производственном испытании (2018-2019 гг.) по предшественнику «чистый пар» урожайность при первом сроке посева (7-11 мая) составила 4,14 т/га, у сорта-стандарта Биом – 3,27 т/га ($HSP_{05} = 0,46$), при втором (13-19 мая) – 3,64 т/га, сорт-стандарт – 2,4 т/га ($HSP_{05} = 0,39$ т/га). На основе комплексной оценки сорт ярового ячменя Толкан в 2019 г. передан на государственное испытание.

Ключевые слова: вегетационный период, элементы продуктивности, урожайность, количество зёрен в колосе, масса 1000 зёрен, масса зерна с колоса

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (тема № 0778-2019-0025).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.


Для цитирования: Пакуль В. Н., Мартынова С. В. Новый сорт ярового ячменя Толкан зернофуражного использования. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(6):660-667. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.6.660-667>

Поступила: 06.10.2020

Принята к публикации: 10.11.2020

Опубликована онлайн: 10.12.2020

New spring barley variety Tolkan of fodder-grain use

© 2020. Vera N. Pakul , Svetlana V. Martynova

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russian Federation

The aim of the research is to make a comprehensive assessment of the new spring barley variety Tolkan of fodder-grain use according to the economically valuable traits. Studies were carried out in 2016-2019. By the method of intraspecific hybridization of geographically distant forms and direction individual selection from the hybrid population of Pamos x Bankuti Korai, the new spring barley variety Tolkan has been developed. The variety is highly productive, of mid-ripening type, the growing season is 85 days, the average yield over the years of research was 5.4 t/ha, which exceeds the Biom standard variety by 0.8 t/ha ($LSD_{05} = 0.15$), the maximum yield is 7.7 t/ha. The main element of productivity is the mass of grain per head 0.97 g, which has a close reliable relationship with the yield, $r = 0.96$ (reliability threshold at the level of 5 %, $R = 0.88$), the variety is mostly adapted to environmental conditions, $C_v = 30.2$ % (Biom standard variety – 36.7 %). It is characterized by large grain, the average absolute grain mass for the years of research is 51.0 g, maximum – 63.0 g, by high resistance to lodging at a plant height of 57 to 94 cm, by immunity to loose smut and barley smut (absence of damage on an infectious background). When studying the variety in the production test of 2018-2019 according to the bare fallow predecessor, the yield for the first sowing period (May 7-11) was 4.14 t/ha, for the Biom standard variety – 3.27 t/ha ($LSD_{05} = 0.46$), for the second period (May 13-19) – 3.64 t/ha, for the standard variety – 2.4 t/ha ($LSD_{05} = 0.39$ t/ha). On the basis of the comprehensive assessment Tolkan spring barley variety was transferred to the state test in 2019.

Keywords: growing season, elements of productivity, yield, number of grains per head, weight of 1000 grains, the mass of grain per head

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Siberian Federal Scientific Centre for Agro-BioTechnology of the Russian Academy of Sciences (theme No. 0778-2019-0025).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Pakul V. N., Martynova S. V. New spring barley variety Tolkan of fodder-grain use. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(6):660-667. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.6.660-667>

Received: 06.10.2020

Accepted for publication: 10.11.2020

Published online: 10.12.2020

В зонах рискованного земледелия с резко континентальным климатом, при ограниченности вегетационного периода, раннелетних засухах и недостатке тепла в период налива зерна достаточно остро стоит вопрос о создании адаптивных сортов зерновых культур. Незаменимой зернофуражной культурой в таких почвенно-климатических условиях является яровая ячмень, который имеет высокую экологическую пластичность [1, 2, 3]. Возможность сочетания в одном генотипе потенциальной продуктивности и высокой адаптивности обуславливается специфической устойчивостью растений к действию экологических стрессов в конкретных почвенно-климатических условиях [4, 5, 6]. Вновь создаваемые сорта ярового ячменя имеют высокую потенциальную урожайность, которая в условиях производства не всегда реализуется [7]. Формирование урожайности происходит при взаимодействии многочисленных признаков под влиянием условий среды в период вегетации растений [8]. В каждом регионе свои почвенно-климатические особенности, поэтому селекция должна быть адресной и создаваемые новые сорта должны реализовывать свои генетические возможности в конкретных условиях [9, 10]. При отличающихся условиях среды высокоадаптивные сорта с различным вегетационным периодом и биологическими особенностями при одновременном возделывании увеличивают уровень урожайности [11, 12, 13]. Основные сельскохозяйственные площади Сибири находятся в зоне рискованного земледелия с резко континентальным климатом, поэтому к возделываемым сортам ярового ячменя предъявляются повышенные требования [14]. В связи с вышеизложенным, создание новых высокопродуктивных, адаптивных сортов ярового ячменя для условий Западной Сибири является актуальным.

Цель исследования – провести комплексную оценку нового сорта ярового ячменя Толкан зернофуражного направления по хозяйственно ценным признакам.

Материал и методы. Объект исследования – сорт ярового ячменя Толкан, который изучался в лесостепи Западной Сибири (Кузнецкая котловина, Кемеровская область, Кемеровский район) в условиях 2016-2019 гг. Предшественник в годы исследований – чистый пар, учётная площадь делянки 15 м², повторность четырёхкратная, размещение делянок рендомизированное. Срок посева – первая декада мая, норма высева 5,0 млн всхожих зёрен на 1 га. Технологические приёмы возделывания общепринятые для ярового ячменя в данной зоне. Учеты и фенологические наблюдения за ростом и развитием ячменя, учет урожая и его структура проведены по «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур»¹. Статистическую обработку данных проводили в программе Snedecor методами вариационного и дисперсионного анализ². Индекс условий среды (I_j) рассчитывали по S. A. Eberchart и W. A. Russel³ на основе оценки положительного отклика генотипа на улучшение условий выращивания. Для характеристики условий вегетации использован гидротемический коэффициент (ГТК) – отношение суммы осадков за период с температурой выше 10 °С к испаряемости, выраженной суммой температур за этот же период, уменьшенной в 10 раз⁴. Яровой ячмень имеет высокие требования к наличию влаги в период «кущение-колошение», ГТК в данный период в 2016, 2017 гг. составил 0,37-0,46, что характеризует недостаточную влагообеспеченность (табл. 1).

В 2018 г. сложились неблагоприятные условия в период «посев-всходы», низкие среднесуточные температуры – 7,1 °С (на 3,0 °С ниже среднееголетних показателей) сочетались со значительным количеством осадков (186 % отклонение от нормы), закладка генеративных органов проходила при избыточном увлажнении, ГТК = 2,41. Налив зерна в годы проведения исследований (2016-2018 гг.) проходил при переувлажнении, ГТК = 1,73-1,92.

¹Федин М. А., Роговский Ю. А., Исаева Л. В. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: методические указания. М., 1985. 270 с.

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011. 352 с.

³Eberchart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966;6(1):36-40. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>

⁴Агроклиматические ресурсы Кемеровской области. Л.: Гидрометеиздат, 1973. С.21.

Таблица 1 – Гидротермический коэффициент в период вегетации ярового ячменя /
Table 1 – Hydrothermal coefficient during the vegetation period of spring barley

Год / Year	Гидротермический коэффициент (ГТК) / Hydrothermal coefficient (HTC)			
	май / may	июнь / june	июль / july	август / august
2016	0,50	0,37	1,73	0,63
2017	0,47	0,46	1,80	1,10
2018	0,0	2,41	1,92	0,42
2019	1,25	1,12	1,23	1,12

Оптимальные условия для формирования урожайности ярового ячменя сложились в 2019 году, среднесуточные температуры в период «посев-восковая спелость» находились на уровне среднемультилетних показателей с умеренным увлажнением, ГТК = 1,12-1,25.

Результаты и их обсуждение. Для создания конкурентных сортов необходимо учитывать принципы формирования продуктивности и взаимосвязи основных хозяйственно ценных признаков, проводя комплексную оценку на всех этапах селекционного процесса. Применяются различные методы при создании исходного материала, включая достижения в молекулярной биологии [15], но одним из основных способов до сих пор остаётся гибридизация [16, 17]. При создании нового сорта ярового ячменя Толкан в селекционной работе нами был использован метод внутривидовой (межсортовой) гибридизации географически отдалённых форм и направленный индивидуальный отбор.

Толкан – сорт среднеспелого типа, вегетационный период 85 дней, созревает на 3 дня позже сорта-стандарта Биом (82 дня). Сорт ярового ячменя Толкан (селекционная линия

КМ-209/11) относится к разновидности *nutans*, выведен методом индивидуального отбора из гибридной популяции Ramos x Bankuti Korai. Сорт имеет прямостоячий куст, стебель прочный, соломина невыполненная, средняя высота растения 72 см с размахом варьирования от 65 до 94 см, продуктивная кустистость – 2,1. Окраска стеблевых узлов фиолетовая, ушки серповидной формы зеленовато-жёлтые, колос цилиндрический средней плотности. Ости 13-16 см зазубренные, в период молочно-восковой спелости имеют антоциановую окраску. Форма зерновки полуудлиненная. Опушение щетинки у основания зерна длинное.

Стрессовые факторы окружающей среды оказывают значительное влияние на урожайность ярового ячменя [18, 19]. Результаты дисперсионного анализа показали, что доля влияния генотипа при изучении сортов ярового ячменя составила 10 %, условий среды – 90 %.

Наиболее высокие показатели по урожайности ярового ячменя отмечены в условиях 2019 г. при благоприятном сочетании температурного режима и влагообеспеченности, индекс условий среды (I_j) составил 2,36, в 2016-2018 гг. – от -0,19 до -1,44 (табл. 2).

Таблица 2 – Урожайность ярового ячменя в питомнике конкурсного сортоиспытания, т/га /
Table 2 – Yield of spring barley in the nursery of competitive variety testing, t/ha

Сорт / Variety	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Среднее за 4 года / Average for four years	Отклонение от стандарта / Deviation from standard		Cv*, % / Characteristic variation factor
						м/га / t/ha	%	
Биом - стандарт / Biom - standard	3,9	3,1	4,4	7,0	4,6	-	-	36,7
Толкан / Tolkan	4,6	4,0	5,2	7,7	5,4	+0,8	17,4	30,2
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	0,24	0,56	0,45	0,38	0,15	-	-	-
I_j^{**}	-0,74	-1,44	-0,19	2,36	-	-	-	-

*Cv – коэффициент вариации признака / Cv – coefficient of variation,

** I_j – индекс условий среды / I_j – index of conditions of the environment

Таблица 3 – Характеристики сорта ярового ячменя Толкан (2016–2019 гг.) /
Table 3 – Characteristics of Tolkan spring barley variety (2016–2019)

Показатель / Indicator	Толкан / Tolkan					Биом (стандарт) / Biom (standard)					± к стандарту / ± standard
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее / average	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее / average	
Вегетационный период, дни / Growing season, day	85	86	85	85	85	82	80	84	80	82	+3
Высота растений, см / Height of plants, cm	65	57	94	79	74	48	50	73	74	61	+13
Масса 1000 семян, г / Mass of 1000 seeds, g	48	43	63	50	51	44	44	52	48	47	+4
Количество зёрен в колосе, шт. / Number of grains per head, pcs	19	16	21	19	19	14	15	15	18	15	+4
Масса зерна с колоса, г / Mass of grain per head, g	0,91	0,69	0,84	1,32	0,97	0,62	0,66	0,78	0,86	0,70	+0,27
Продуктивная кустистость / Productive bushiness	2,0	2,1	2,2	2,0	2,1	1,8	2,4	2,1	1,9	2,1	0,0
Натурная масса зерна, г/л / Natural mass of grain, g/l	590	588	620	620	609	580	592	600	630	607	+2
Содержание сырого протеина, % / Raw protein content, %	13,8	13,4	14,0	13,7	13,7	14,0	13,2	13,7	13,6	13,6	+0,1
Устойчивость к полеганию, балл / Resistance to lodging, points	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,0

Средняя урожайность за годы исследований сорта ярового ячменя Толкан составила 5,4 т/га, что превышает сорт стандарт на 0,8 т/га, НСР₀₅ = 0,15. Сорт Толкан наиболее адаптирован к условиям окружающей среды, С_v = 30,2 %, коэффициент вариации признака у сорта стандарта Биом составил 36,7 %. Выявлена положительная взаимосвязь высоты растений у нового сорта с урожайностью ($r = 0,48$). Высота растений в селекционном процессе считается маркерным признаком при отборе растений на засухоустойчивость, так как данный признак имеет тесную сопряжённость с биомассой растений, корневой системы и количеством первичных корней. Растения с хорошо развитой первичной корневой системой способны в значительной степени противостоять засухе [20].

Сорт ярового ячменя Толкан отличается высокой засухоустойчивостью, при значительном недостатке влаги в 2016 г. и 2017 г. в период «кущение-колошение» (ГТК = 0,37–0,46) урожайность получили выше по сравнению со стандартом на 0,7 и 0,9 т/га соответственно. Сорт характеризуется как пластичный, в более благоприятном 2019 году урожайность составила 7,7 т/га, то есть данный генотип имеет хорошую отзывчивость на улучшение условий среды. Поэтому данный сорт возможно отнести к интенсивному типу. Сорта интенсивного типа имеют крупную зерновку, средняя масса 1000 зёрен у сорта Толкан составила 51 г, максимальная – 63 г (табл. 3).

Крупность зерна – один из важных признаков, определяющих урожайность. Сорта, имеющие крупное зерно, формируют растения с хорошо развитой корневой системой и вегетативной массой [21, 22, 23]. Поэтому сочетание массы 1000 зерен с количеством зёрен в колосе в значительной степени определяет урожайность [24].

У сорта Толкан средняя масса зерна с колоса за годы исследований составила 0,97 г (стандарт – 0,70 г), при варьировании показателя от 0,69 до 1,32 г, при этом установлена тесная взаимосвязь с урожайностью, $r = 0,96$ (порог достоверности на уровне 5 %, $R = 0,88$). Сорт характеризуется высокой устойчивостью к полеганию – 5 баллов (по пятибалльной шкале), поражению пыльной и твёрдой головнёй (поражение на искусственном фоне заражения составляет 0,0 %). Содержание сырого протеина в зерне 13,4-14,0 %, натурная масса зерна 588-620 г/л.

При изучении сорта в производственном испытании (2018-2019 гг.) по предшественнику «чистый пар» урожайность при первом сроке посева (7-11 мая) составила 4,14 т/га, у сорта-

стандарта Биом – 3,27 т/га ($НСР_{05} = 0,46$), при втором сроке (13-19 мая) – 3,64 т/га, сорт-стандарт – 2,4 т/га ($НСР_{05} = 0,39$ т/га).

Сорт ярового ячменя Толкан передан на государственное сортоиспытание в 2019 г., дата приоритета – 03.09.2019 г., присвоенный номер заявки 78701 / 8057512, год начала испытаний 2020.

Заключение. В результате селекционной работы создан высокопродуктивный адаптивный сорт ярового ячменя Толкан зернофуражного направления для Западно-Сибирского региона. Сорт имеет высокую засухоустойчивость, устойчивость к полеганию, обладает иммунитетом к головневым грибам, не поражается при искусственном заражении пыльной и твёрдой головнёй.

Список литературы

1. Сидоров А. В., Нешумаева Н. А., Якубышкина Л. И. Создание сортов ярового ячменя для использования на кормовые цели. Вестник КрасГАУ. 2016;(2):148-152. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25720718>
2. Юсова О. А., Николаев П. Н. Оценка перспективных источников повышенной продуктивности и качества зерна в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Вестник КрасГАУ. 2016;(12):26-32. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28162642>
3. Ламажап Р. Р., Липшин А. Г. Влияние климатических условий на урожайность ярового ячменя в Республике Тыва. Вестник КрасГАУ. 2016;(12):13-19. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28162639>
4. Сурин Н. А., Зобова Н. В., Ляхова Н. Е. Генетический потенциал и селекционная значимость ячменя Сибири. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014;18(2):378-386. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21801612>
5. Марухняк А. Я. Оценка адаптивных особенностей сортов ярового ячменя. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018;(1):67-72. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32657580>
6. Сурин Н. А., Зобова Н. В., Ляхова Н. Е., Нешумаева Н. В., Плеханова Л. В., Чуслин А. А., Онуфриёнок Т. В., Липшин А. Г. Источники ценных признаков в селекции ячменя на адаптивность. Достижения науки и техники АПК. 2016;30(6):36-40. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10511>
7. Фомина М. Н. Особенности формирования зерновой продуктивности перспективных сортов ячменя в зоне Северного Зауралья. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016;(2(249)):28-34. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26040488>
8. Lodhi R. D., Prasad L. C., Bornare S. S., Madakemohekar A. H., Prasad R. Stability analysis of yield and its component traits of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes in multi-environment trials in the north eastern plains of India. Sabrao Journal of Breeding and Genetics. 2015;47(2):143-159. URL: https://scholar.google.ro/scholar?cluster=263109984844271377&hl=ru&as_sdt=2005
9. Robinson L. H., Juttner J., Milligan J., Lahnstein J., Eglinton J. K., Evans D. E. The identification of a barley haze active protein that influences beer haze stability: Cloning and characterization of the barley SE protein as a barley trypsin inhibitor of the chloroform/methanol type. Journal Cereal Science. 2007;45(3):343-352. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2006.08.012>
10. Sarkar B., Sharma R. C., Verma R. P. S., Sarkar A., Sharma I. Identifying superior feed barley genotypes using GGE biplot for diverse environments in India. Indian Journal Genetics and Plant Breeding. 2014;74(1):26-33. DOI: <https://doi.org/10.5958/j.0975-6906.74.1.004>
11. Ayaleh T., Letta T., Abinasa M. Assessment of stability, adaptability and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in South Eastern Ethiopia. Plant Breeding and Seed Science. 2013;67(1):3-11. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10129-011-0065-3>
12. Protic R., Todorovic G., Protic N., Djordjevic R., Vicentijevic D., Delic D., Kopanja M., Prodanovic R. Effect of genotype x environment interaction on grain yield of winter wheat varieties. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2013;19(4):697-700. URL: <https://agrojournal.org/19/04-11>

13. Hassan M. S., Mohamed G. I. A., El-Said R. A. R. Stability analysis for grain yield and its components of some durum wheat genotypes (*Triticum durum* L.) under different environments. Asian Journal of Crop science. 2013;5(2): 179-189. DOI: <https://doi.org/10.3923/ajcs.2013.179.189>
14. Николаев П. Н., Аниськов Н. И., Юсова О. А., Сафонова И. В., Поползухин П. В. Оценка адаптивных свойств сортов ярового ячменя в степных условиях Сибирского Прииртышья. Вестник НГАУ (Новосибирского государственного аграрного университета). 2018;(2):37-44. Режим доступа: <https://vestngau.elpub.ru/jour/article/view/973>
15. Лисицын Е. М. Использование маркерной селекции в создании моделей сортов зерновых культур, устойчивых к абиотическим стрессам. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018;64(3):4-12. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.64.3.04-12>
16. Сурин Н. А., Ляхова Н. Е., Герасимов С. А., Липшин А. Г. Реализация идей Н. И. Вавилова в селекции ячменя в Сибири. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2018;179(1):78-88. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-1-78-88>
17. Пискарев В. В., Зуев Е. В., Брыкова А. Н. Исходный материал для селекции яровой пшеницы в условиях Новосибирской области. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(7):784-794. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.422>
18. Солонечный П. Н. АММИ и GGE biplot анализ взаимодействия генотип-среда линий ячменя ярового. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017;21(6):657-662. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ17.283>
19. Курылева А. Г. Адаптивная реакция сортов ячменя при экологическом испытании в условиях Удмуртской Республики. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018;(6):52-57. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.52-57>
20. Шаманин В. П., Потоцкая И. В., Шепелев С. С., Пожерукова Е. В., Моргунов А. И. Морфометрические параметры корневой системы и продуктивность растений у синтетических линий яровой мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири в связи с засухоустойчивостью. Сельскохозяйственная биология. 2018. 53(3): 587-597. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.3.587rus>
21. Юсова О. А., Николаев П. Н., Аниськов Н. И., Сафонова И. В. Адаптивность сортов ячменя по признаку «масса 1000 зерен» в условиях лесостепи Омской области. Достижения науки и техники АПК. 2020;34(2): 24-28. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10105>
22. Афонников Д. А., Генаев М. А., Дорошков А. В., Комышев Е. Г., Пшеничникова Т. А. Методы высокопроизводительного фенотипирования растений для массовых селекционно-генетических экспериментов. Генетика. 2016;52(7):788-803. DOI: <https://doi.org/10.7868/S001667581607002X>
23. Huang M., Wang Q. G., Zhu Q. B., Qin J. W., Huang G. Review of seed quality and safety tests using optical sensing technologies. Seed Sci. Technol. 2015;43(3):337-366. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2015.43.3.16>
24. Atkinson J. A., Wingen L. U., Griffiths M., Pound M. P., Gaju O., Foulkes M. J., Le Gouis J., Griffiths S., Bennett M. J. Phenotyping pipeline reveals major seedling root growth QTL in hexaploid wheat. J. Exp. Bot. 2015;66(8):2283-2292. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erv006>

References

1. Sidorov A. V., Neshumaeva N. A., Yakubyskhina L. I. *Sozdanie sortov yarovogo yachmenya dlya ispol'zovaniya na kormovye tseli*. [The development of new varieties spring barley for use for feeding purposes]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2016;(2):148-152. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25720718>
2. Yusova O. A., Nikolaev P. N. *Otsenka perspektivnykh istochnikov povyshennoy produktivnosti i kachestva zerna v usloviyakh yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri*. [The assessment of new perspective sources of raised efficiency and the quality of grain of barley in the conditions of southern forest-steppe of Western Siberia]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2016;(12):26-32. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28162642>
3. Lamazhap R. R., Lipshin A. G. *Vliyanie klimaticheskikh usloviy na urozhaynost' yarovogo yachmenya v Respublike Tyva*. [Influence of climatic conditions on the yield of summer barley in the Republic of Tyva]. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2016;(12):13-19. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28162639>
4. Surin N. A., Zobova N. V., Lyakhova N. E. *Geneticheskiy potentsial i selektsionnaya znachimost' yachmenya Sibiri*. [The genetic potential of barley in Siberia and its importance for breeding]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2014;18(2):378-386. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21801612>
5. Marukhnyak A. Ya. *Otsenka adaptivnykh osobennostey sortov yarovogo yachmenya*. [Estimation of adaptive features of spring barley varieties]. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. 2018;(1):67-72. (In Belarus). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32657580>

6. Surin N. A., Zobova N. V., Lyakhova N. E., Neshumaeva N. V., Plekhanova L. V., Chuslin A. A., Onufrienok T. V., Lipshin A. G. *Istochniki tsennykh priznakov v selektsii yachmenya na adaptivnost'*. [Sources of valuable features in breeding of barley for adaptability]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*. 2016;30(6):36-40. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10511>
7. Fomina M. N. *Osobennosti formirovaniya zernovoy produktivnosti perspektivnykh sortov yachmenya v zone Severnogo Zaural'ya*. [Features of grain productivity formation in promising barley varieties in northern Trans-Ural]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*. 2016;(2(249)):28-34. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26040488>
8. Lodhi R. D., Prasad L. C., Bornare S. S., Madakemohekar A. H., Prasad R. Stability analysis of yield and its component traits of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes in multi-environment trials in the north eastern plains of India. *Sabroo Journal of Breeding and Genetics*. 2015;47(2):143-159. URL: https://scholar.google.ro/scholar?cluster=263109984844271377&hl=ru&as_sdt=2005
9. Robinson L. H., Juttner J., Milligan J., Lahnstein J., Eglinton J. K., Evans D. E. The identification of a barley haze active protein that influences beer haze stability: Cloning and characterization of the barley SE protein as a barley trypsin inhibitor of the chloroform/methanol type. *Journal Cereal Science*. 2007;45(3):343-352. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2006.08.012>
10. Sarkar B., Sharma R. C., Verma R. P. S., Sarkar A., Sharma I. Identifying superior feed barley genotypes using GGE biplot for diverse environments in India. *Indian Journal Genetics and Plant Breeding*. 2014;74(1):26-33. DOI: <https://doi.org/10.5958/j.0975-6906.74.1.004>
11. Ayaleh T., Letta T., Abinasa M. Assessment of stability, adaptability and yield performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in South Eastern Ethiopia. *Plant Breeding and Seed Science*. 2013;67(1):3-11. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10129-011-0065-3>
12. Protic R., Todorovic G., Protic N., Djordjevic R., Vicentijevic D., Delic D., Kopanja M., Prodanovic R. Effect of genotype x environment interaction on grain yield of winter wheat varieties. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2013;19(4):697-700. URL: <https://agrojournal.org/19/04-11>
13. Hassan M. S., Mohamed G. I. A., El-Said R. A. R. Stability analysis for grain yield and its components of some durum wheat genotypes (*Triticum durum* L.) under different environments. *Asian Journal of Crop science*. 2013;5(2): 179-189. DOI: <https://doi.org/10.3923/ajcs.2013.179.189>
14. Nikolaev P. N., Anis'kov N. I., Yusova O. A., Safonova I. V., Popolzukhin P. V. *Otsenka adaptivnykh svoystv sortov yarovogo yachmenya v stepnykh usloviyakh Sibirskogo Priirtysh'ya*. [Assessment of adaptive features of spring barley in the steppe of Siberian Priirtyshya]. *Vestnik NSAU (Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta) = Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)*. 2018;(2):37-44. (In Russ.). URL: <https://vestngau.elpub.ru/jour/article/view/973>
15. Lisitsyn E. M. *Ispol'zovanie markernoy selektsii v sozdanii modeley sortov zernovykh kul'tur, ustoychivyykh k abioticheskim stressam*. [Use of marker-assisted selection in creation of models of cereal crops varieties resisted to abiotic stresses]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2018;64(3):4-12. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.64.3.04-12>
16. Surin N. A., Lyakhova N. E., Gerasimov S. A., Lipshin A. G. *Realizatsiya idey N. I. Vavilova v selektsii yachmenya v Sibiri*. [Realization of ideas N. I. Vavilov's ideas in the barley breeding in Siberia]. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2018;179(1):78-88. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2018-1-78-88>
17. Piskarev V. V., Zuev E. V., Brykova A. N. *Iskhodnyy material dlya selektsii yarovoy pshenitsy v usloviyakh Novosibirskoy oblasti*. [Sources for the breeding of soft spring wheat in the conditions of Novosibirsk region]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(7):784-794. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ18.422>
18. Solonechnyy P. N. *AMMI i GGE biplot analiz vzaimodeystviya genotip-sreda liniy yachmenya yarovogo*. [AMMI and GGE biplot analyses of genotype-environment interaction in spring barley lines]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017;21(6):657-662. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ17.283>
19. Kuryleva A. G. *Adaptivnaya reaktsiya sortov yachmenya pri ekologicheskom ispytanii v usloviyakh Udmurtskoy Respubliki*. [Adaptive reaction of barley varieties during environmental testing in the Udmurt Republic]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2018;(6):52-57. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.67.6.52-57>
20. Shamanin V. P., Pototskaya I. V., Shepelev S. S., Pozherukova E. V., Morgunov A. I. *Morfometricheskie parametry kornevoy sistemy i produktivnost' rasteniy u sinteticheskikh liniy yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Zapadnoy Sibiri v svyazi s zasukhoustoychivost'yu*. [Root habitus and plant productivity of spring bread wheat synthetic lines in Western Siberia, as connected with breeding for drought tolerance]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 2018;53(3):587-597. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.3.587rus>

21. Yusova O. A., Nikolaev P. N., Anis'kov N. I., Safonova I. V. *Adaptivnost' sortov yachmenya po priznaku «massa 1000 zeren» v usloviyakh lesostepi Omskoy oblasti*. [Adaptability of barley varieties by the weight of 1000 grains under forest-steppe conditions of the Omsk region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2020;34(2):24-28. (In Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10205>

22. Afonnikov D. A., Genaev M. A., Doroshkov A. V., Komyshev E. G., Pshenichnikova T. A. *Metody vysokoproduktivnogo fenotipirovaniya rasteniy dlya massovykh selektsionno-geneticheskikh eksperimentov*. [Methods of high-throughput plant phenotyping for large-scale breeding and genetic experiments]. *Genetika* = Russian Journal of Genetics. 2016;52(7):788-803. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.7868/S001667581607002X>

23. Huang M., Wang Q. G., Zhu Q. B., Qin J. W., Huang G. Review of seed quality and safety tests using optical sensing technologies. *Seed Sci. Technol.* 2015;43(3):337-366. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2015.43.3.16>

24. Atkinson J. A., Wingen L. U., Griffiths M., Pound M. P., Gaju O., Foulkes M. J., Le Gouis J., Griffiths S., Bennett M. J. Phenotyping pipeline reveals major seedling root growth QTL in hexaploid wheat. *J. Exp. Bot.* 2015;66(8):2283-2292. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erv006>

Сведения об авторах

✉ **Пакуль Вера Никоноровна**, доктор с.-х. наук, заместитель директора по научной работе, Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, ул. Центральная, д. 47, п. Новостройка, Кемеровский район, Кемеровская область, Российская Федерация, 650510, e-mail: kemniish@mail.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0681-6273>, e-mail: vpakyl@mail.ru

Мартынова Светлана Викторовна, научный сотрудник, Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, ул. Центральная, д. 47, п. Новостройка, Кемеровский район, Кемеровская область, Российская Федерация, 650510, e-mail: kemniish@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3476-7392>, e-mail: martynova.cveta77@mail.ru

Information about the authors

✉ **Vera N. Pakul**, DSc in Agricultural Science, Deputy director for scientific work, Kemerovo Research Institute of Agriculture – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Tsentralnaya street, 47, Novostroiika settlement, Kemerovo district, Kemerovo region, Russian Federation, 650510, e-mail: kemniish@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0681-6273>, e-mail: vpakyl@mail.ru

Svetlana V. Martynova, researcher, Kemerovo Research Institute of Agriculture – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Tsentralnaya street, 47, Novostroiika settlement, Kemerovo district, Kemerovo region, Russian Federation, 650510, e-mail: kemniish@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3476-7392>, e-mail: martynova.cveta77@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author