

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.2.118-125>
УДК 633.13:631.559:631.529 (470.342)



Адаптивность линий и сортов овса голозерного в условиях Кировской области

© 2019. О.А. Жуйкова, Г.А. Баталова

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

Исследования выполнены в период с 2015 по 2018 год. В условиях Кировской области изучено 25 линий и сортов овса голозерного питомника конкурсного испытания. Выявлена высокая достоверная корреляция признаков «урожайность» и «гидротермический коэффициент» ($r = 0,72$). Выделены перспективные линии, достоверно превысившие стандарт – сорт Вятский по урожайности: 14h12o, 11h12o, 21h12o, 12h12, 63h11, 42h12o, 31h12, 54h11, 37h12 и сорт Бекас. Методом двухфакторного дисперсионного анализа выявлено достоверное влияние факторов и их взаимодействия на урожайность линий голозерного овса. Влияние года составило 31,6%, генотипа – 15,2% от общего фенотипического варьирования признака. Расчет значений пластичности (b_i) и стабильности (S^2_i) позволил выделить линии с большей пластичностью: 14h12o, 11h12o, 21h12o, 12h12, 1h07, 72h11, 63h11, 42h12o, 31h12, 54h11 ($b_i = 1,09...1,53$). Слабая реакция на изменение условий среды отмечена у 114h12, 4h12, 100h12 и сорта Першерон ($b_i = 0,30...0,58$). Лучшим по показателю стабильности были 102h13 и сорт Першерон ($S^2_i = 0,15$). По индексам условий среды лучшие складывались в 2015 г. и 2017 г. ($I_j = +0,41$ и $I_j = +0,69$). Худшие условия для роста и развития овса сложились в 2016 г. ($I_j = -1,06$). Установлена достоверная средняя корреляционная зависимость между урожайностью зерна и пластичностью ($r = 0,423$), урожайностью зерна и стабильностью ($r = 0,417$). Расчет коэффициента вариации показал высокое варьирование признаков: «количество зерен с метелки», «масса зерна с метелки», «масса зерна с растения», «выход зерна». Менее вариабельными признаками были «масса 1000 зерен» и «продуктивная кустистость». Таким образом, выделены перспективные урожайные линии голозерного овса 11h12o, 21h12o, 37h12o и 63h11, сочетающие высокую пластичность и среднюю стабильность основных элементов структуры продуктивности.

Ключевые слова: овес, урожайность, пластичность, стабильность, индекс условий среды

Для цитирования: Жуйкова О.А., Баталова Г.А. Адаптивность линий и сортов овса голозерного в условиях Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019;20(2):118-125. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.2.118-125>

Благодарности: Исследования выполнены в рамках государственного задания (тема НИР №0767-2018-0005)

Adaptability of naked oat lines and varieties in the conditions of Kirov region

© 2019. Oksana A. Zhuikova, Galina A. Batalova

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The studies were carried out in 2015-2018. In the conditions of the Kirov region 25 lines and varieties of naked oat were studied in competitive test nursery. High significant correlation between "productivity" and "hydrothermal coefficient" traits was revealed ($r = 0.72$). Lines 14h12o, 11h12o, 21h12o, 12h12, 63h11, 42h12o, 31h12, 54h11, 37h12, and variety Bekas were selected, as they significantly exceeded standard variety Vyatsky by yield productivity. Two-factor analysis of variance (ANOVA) revealed significant influence of factors and their interaction on productivity of naked oat lines. The influence of the year was 31.6% and the genotype influence amounted to 15.2% of the trait general phenotypical variability. Calculation of values of plasticity (b_i) and stability (S^2_i) allowed to select lines with higher plasticity: 14h12o, 11h12o, 21h12o, 12h12, 1h07, 72h11, 63h11, 42h12o, 31h12, 54h11 ($b_i = 1.09...1.53$). Weak response to changes in environment conditions was observed in lines 114h12, 4h12, 100h12 and in Persheron variety ($b_i = 0.30...0.58$). Line 102h13 and Persheron variety were the most stable ($S^2_i = 0.15$). The best conditions according to the indexes of environment conditions were in 2015 and 2017 ($I_j = 0.41$ and 0.69). The worst conditions for oat growth and development were in 2016 ($I_j = -1.06$). A significant middle correlation dependence between grain productivity and plasticity ($r = 0.423$), grain productivity and stability ($r = 0.417$) was established. The calculation of variation coefficient showed a high variation of the following traits: "number of grains per panicle", "grain mass per panicle", "grain mass per plant", "yielding of grain". The traits "1000 grain mass" and "productive tilling capacity" were less variable. Therefore, the perspective high-yield lines of naked oat 11h12o, 21h12o, 37h12o and 63h11 combining high plasticity and middle-level stability of basic elements of productivity structure have been selected.

Key words: oat, productivity, plasticity, stability, index of environment conditions

For citation: Zhuikova O.A., Batalova G.A. Adaptability of naked oat lines and varieties in the conditions of Kirov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(2):118-125. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.2.118-125>.

Высокий интерес к выращиванию голозерного овса для переработки на пищевые и кормовые цели связан с уникальностью его зерна – повышенное содержание белка, незаменимых аминокислот, жира, токоферолов, стеролов, β-глюканов, авенантрамидов [1]. Условия возделывания овса в Волго-Вятском регионе весьма разнообразны, что оказывает существенное влияние на рост и развитие растений, формирование урожая и качества зерна. Генотип-средовое взаимодействие приводит к смене рангов сортов при их изучении в различных средах [2].

Хотя к почвам овёс малотребователен, его корневая система отличается большей усваивающей способностью, чем у пшеницы и ячменя¹, при этом значительно хуже, чем яровая пшеница и ячмень, овес переносит температурные перепады и нарушение воздушного режима почвы [3].

Урожайность – основной и конечный показатель пригодности сорта для возделывания в производстве. Интенсивные сорта и гибриды, обладая высокой потенциальной урожайностью и отзывчивостью, как показывает практика, оказались слабо защищены собственной устойчивостью от действия абиотических и биотических стрессоров, что приводит к варьированию урожайности. Данную проблему может решить селекция пластичных сортов без значительной потери продуктивности при возделывании их в неблагоприятных почвенно-климатических условиях [4]. В связи с этим актуально определение уровня адаптивного потенциала генотипов в различных средовых условиях. Лучшими являются генотипы, которые имеют минимальное взаимодействие со средой и высокую стабильность признака [5].

Создать перспективные сорта позволяет целенаправленный отбор пластичных селекционных линий, способных минимально реагировать на изменение гидротермического режима и других экологических факторов среды. Для выявления генотипов (сортов), отличающихся широкими адаптационными свойствами к конкретным почвенно-климатическим условиям региона и отвечающих требованиям современного производства, первостепенное значение имеет их всестороннее изучение [6]. Особенностью селекции на адаптивность

является контроль экологической пластичности, стабильности и адаптивности сортов. Величина адаптивности служит показателем нормы реакции сортов на факторы внешней среды в каждом конкретном году [7].

Урожайность есть результат сложного взаимодействия «генотип-среда», поэтому ценность сорта определяет не только абсолютная величина урожайности, но и его способность формировать экономически значимую урожайность в изменяющихся условиях выращивания [8]. Урожайность и ее стабильность – наиболее важные показатели, учитываемые при допуске селекционного достижения в производство, поэтому задачей современных селекционных программ является создание экологически пластичных сортов, обеспечивающих высокую стабильную урожайность вне зависимости от лимитов окружающей среды [9].

Цель исследований – проанализировать сорта овса голозерного питомника конкурсного испытания и выделить перспективные с высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям.

Материал и методы. На опытном поле ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2015-2018 гг. изучено 25 линий и сортов овса голозерного питомника конкурсного испытания на делянках с учетной площадью 10 м² по предшественнику чистый пар, с нормой высева 6 млн всхожих зерен на гектар. Исследования проведены в соответствии с методикой госсортоиспытания², оценка генотип-средового взаимодействия и экологической пластичности, расчет гидротермического коэффициента (ГТК) по соответствующим методикам^{3,4} [10]. Для обработки результатов исследований применяли пакет селекционно-ориентированных и биометрико-генетических программ AGROS, версия 2.07 и пакет прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Метеорологические условия 2015-2018 гг. значительно различались по увлажнению и температурному режиму. Вегетационный период 2015 г. характеризовался достаточным увлажнением и повышенной температурой (ГТК = 1,34). Средняя урожайность по линиям и сортам составила 3,3 т/га. Засуху средней силы в 2016 г. отмечали в критический по потреблению влаги овсом период от всходов до цветения (ГТК = 0,62).

¹Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агротехника. М.: Колос, 2002. 584 с.

²Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, 1985. 230 с.

³Плохинский Н.А. Биометрия. Новосибирск, 1961. 364 с.

⁴Селянинов Г.Т. О сельскохозяйственной оценке климата // Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928. Вып. 20. С. 165-177.

В результате закладки малого количества цветков и последующей стерилизации их части на фоне повышенных температур в период цветения наблюдали резкое снижение урожайности, средний показатель составил 1,8 т/га. Обильные дожди и недостаток эффективных температур вегетационного периода 2017 г. (ГТК = 2,27) привели к удлинению прохождения фаз развития и полеганию посевов, но это не повлияло так негативно на урожайность, как засуха 2016 г. Средняя урожайность составила 3,4 т/га. В 2018 г. условия роста и развития овса были значительно благоприятнее для культуры, чем в 2017 и 2016 гг. (ГТК = 1,66) и обеспечили среднюю по сортам урожайность 3,6 т/га.

Выявлена высокая достоверная корреляция признаков «урожайность» и «гидротермический коэффициент» ($r = 0,72$). Нестабильность погодных условий как в различных зонах возделывания, так и по годам в пределах одной зоны, вызывает необходимость проведения экологического сортоиспытания [11]. Селекция растений тесно связана с экологией и агроклиматологией. Существование какого-либо генотипа немыслимо вне определенной среды. Генотип находится в конкретной среде и взаимодействует с ней, в результате отмечают взаимодействие «генотип-среда» [12].

По результатам исследований конкурсного сортоиспытания выделены перспективные линии, достоверно превысившие стандарт сорт Вятский по урожайности: 14h12o, 11h12o, 21h12o и др. (табл. 1). При этом показатели урожайности имели высокий уровень варьирования по годам.

По результатам исследований конкурсного сортоиспытания выделены перспективные линии, достоверно превысившие стандарт сорт Вятский по урожайности: 14h12o, 11h12o, 21h12o и др. (табл. 1). При этом показатели урожайности имели высокий уровень варьирования по годам.

Таблица 1 / Table 1

**Урожайность линий и сортов овса голозерного конкурсного сортоиспытания (2015-2018 гг.) /
Productivity of lines and varieties of naked oat in competitive varietal test (2015-2018)**

Линия, сорт / Line, variety	Средняя урожайность зерна / Average grain yield		Коэффициент вариации (V), % / coefficient of variation (V), %
	(\bar{x}), м/га / t/ha	\pm к стандарту / \pm to standard	
Вятский, стандарт/ Vyatsky, standard	2,66	-	30,8
14h12o	3,07	+0,41	38,6
11h12o	3,05	+0,39	34,3
21h12o	3,21	+0,55	27,1
12h12	3,07	+0,41	31,8
63h11	3,74	+1,08	31,2
42h12o	3,24	+0,58	37,9
31h12	3,14	+0,48	28,7
54h11	3,11	+0,45	37,5
37h12o	3,61	+0,95	26,1
Бекас/ Bekas	3,84	+1,18	23,6
HCP ₀₅ / LSD ₀₅	-	0,39	-

Методом двухфакторного дисперсионного анализа выявлено достоверное влияние факторов и их взаимодействия на урожайность голозерного овса. Влияние фактора В (год) составило 31,6%, тогда как влияние генотипа в 2 раза меньше – 15,2% от общего фенотипического варьирования признака (табл. 2). Высокий вклад взаимодействия факторов А×В (53,2%) свидетельствует о том, что повышение урожайности возможно при использовании адаптивных сортов.

Коэффициент линейной регрессии (b_i) характеризует пластичность сорта, позволяет

определить насколько генотип изменяет признак при улучшении или ухудшении комплекса условий вегетации. Наибольшей отзывчивостью на изменение погодных условий характеризовались линии, существенно превысившие стандарт сорт Вятский по урожайности: 14h12o, 11h12o, 21h12o, 12h12, 1h07, 72h11, 63h11, 42h12o, 31h12, 54h11 ($b_i = 1,09...1,53$) (табл. 3). Данным генотипам необходим высокий уровень агротехники. Слабая реакция на изменение условий среды отмечена у линий 114h12, 4h12, 100h12 и сорта Першерон ($b_i = 0,30...0,58$) со средней по годам урожай-

ностью на уровне или несколько ниже стандарта (+0,14...-0,29 т/га). В случае изменения условий выращивания их урожайность существенно не изменится.

Таблица 2 / Table 2

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности 25 линий и сортов овса голозерного питомника конкурсного сортоиспытания (2015-2018 гг.) /

Results of two-way ANOVA of productivity of 25 lines and varieties of naked oat in nursery of competitive varietal test (2015-2018)

Источник варьирования / Source of variation	SS	df	ms	F	HCP ₀₅ / LSD ₀₅	Доля влияния фактора, % / Part of factor influence, %
Общее / Total	214,3	251	-	-	-	100
Блоки / Blocks	0,25	2	0,12	2,1	-	0,1
Варианты / Variants	204,6	83	2,46	43,53*	0,38	95,5
Фактор А (линия, сорт) / Factor A (line, variety)	31,1	20	1,55	27,44*	0,19	15,2
Фактор В (год) / Factor B (year)	64,7	3	21,55	380,6*	0,08	31,6
Взаимодействие АхВ / АхВ interaction	108,9	60	1,81	32,04*	0,38	53,2
Случайные отклонения / Error	9,4	166	0,06	-	-	4,4

* статистически значим при уровне вероятности $P \geq 0,95$ / * statistically significant at $P \geq 0,95$

Таблица 3 / Table 3

**Характеристика линий овса голозерного по адаптивным свойствам (2015-2018 гг.) /
Characteristics of naked oat lines on adaptive features (2015-2018)**

Линия, сорт / Line, variety	b_i	S^2_i	Характеристика сорта / Varietal characteristics
Вятский, стандарт / Vyatsky, standard	1,05	0,56	Средняя пластичность, низкая стабильность / Average plasticity, low stability
14h12o	1,46	0,73	Высокая пластичность, низкая стабильность / High plasticity, low stability
11h12o	1,32	0,66	
21h12o	1,46	0,73	
12h12	1,19	0,59	
63h11	1,53	0,77	
42h12o	1,44	0,72	
31h12	1,17	0,58	
54h11	1,17	0,59	Высокая пластичность, средняя стабильность / High plasticity, middle stability
37h12o	0,94	0,47	
Бекас / Bekas	0,71	0,35	Средняя пластичность, средняя стабильность / Middle plasticity, middle stability

Совокупность индексов условий среды (I_j) характеризует изменчивость условий, в которых выращивали сорта. По годам индекс изменялся от -1,06 до +0,69. Положительное значение данного индекса наблюдают при более полной реализации потенциальных воз-

можностей генотипов в данных условиях, а высокие отрицательные индексы являются следствием низкого адаптивного потенциала изученных генотипов. В исследованиях лучшие условия складывались в 2015 г. и 2017 г. Индексы условий среды составили соответст-

венно $I_j = +0,41$ и $I_j = +0,69$. Средняя урожайность в эти годы была на уровне 3,3-3,4 т/га. Худшие условия для роста и развития овса голозерного сложились в 2016 г. ($I_j = -1,06$), что отразилось на урожайности (1,8 т/га). В 2018 г. индекс условий среды был близок к нулю ($I_j = -0,04$), год характеризовался типичными условиями для региона, средняя урожайность составила 3,6 т/га. Таким образом, значения индекса условий среды согласуются со значениями гидротермических коэффициентов.

По величине дисперсии отклонения от линии регрессии (S^2_i) определяли стабильность сорта. Лучшим по показателю S^2_i были 102h13 и Першерон ($S^2_i = 0,15$). Отмечено, что линии с более высоким уровнем урожайности по данным показателям в разрезе лет изучения были менее всего стабильны. Средняя стабильность отмечена у 37h12o и Бекас. Установлена достоверная средняя корреляционная

зависимость между урожайностью зерна и пластичностью ($r = 0,423$), урожайностью зерна и стабильностью ($r = 0,417$). Стандарт Вятский проявил среднюю пластичность и низкую стабильность урожайности.

Урожайность зерна сорта складывается из отдельных селекционно-значимых признаков, таких как количество зерен в метелке, масса зерна метелки, масса зерна с растения, масса 1000 зерен и других.

Стабильность и нестабильность этих признаков оценивали по коэффициентам корреляции при определении взаимодействия «генотип-среда» [13]. При этом, чем ближе коэффициент корреляции признака к нулю, тем отчетливее выражено это взаимодействие, при приближении коэффициента корреляции к 1, признак можно считать стабильным. Отмечены слабые и средние межсезонные корреляции ($r = 0,01...0,55$) по всем изученным признакам, определяющим урожайность (табл. 4).

Таблица 4 / Table 4

**Взаимодействие генотип – среда по урожайности и элементам ее структуры у голозерного овса /
Genotype-environment interaction on productivity and its structure elements in naked oat**

Показатель / Trait	Коэффициенты корреляции (r) за годы исследований / Correlation coefficients (r) for years of investigations					
	2015 u / and 2016	2015 u / and 2017	2015 u /and 2018	2016 u / and 2017	2016 u / and 2018	2017 u / and 2018
Урожайность зерна / Grain yield	0,06	0,55*	0,41	0,29	-0,11	0,27
Количество зерен с метелки / Number of grain per panicle	0,08	0,00	-0,20	0,22	0,45*	0,37
Масса зерна с метелки / Grain mass per panicle	0,01	0,35	-0,06	0,34	0,41	0,34
Масса 1000 зерен / 1000-grain mass	0,38	-0,29	0,31	0,00	0,48*	-0,13
Выход зерна ($K_{хоз}$) / Yielding of grain	0,20	0,41*	0,14	-0,03	0,34	0,22

* статистически значим при уровне вероятности $P \geq 0,95$ / * statistically significant at $P \geq 0,95$

Исследования Н.М. Комарова и Е.В. Дружининой (2008) [14] показали, что изменение коэффициентов корреляции детерминировано индивидуальной реакцией генотипов на смену лимитирующих факторов. В наших исследованиях сопряженность показателей «урожайность зерна» и «выход зерна» была существенной лишь между 2015 г. и 2017 г., «масса 1000 зерен» и «количество зерен с метелки» – между 2016 г. и 2018 г. В остальных парах наблюдали несущественную зависимость.

В исследованиях определяли коэффициент вариации как наиболее простой критерий для оценки стабильности генотипа. Высокое варьирование проявили признаки: «количество

зерен с метелки», «масса зерна с метелки», «масса зерна с растения», «выход зерна». Менее переменными признаками были «масса 1000 зерен» и «продуктивная кустистость» (табл. 5). Коэффициент вариации составил менее 20% для этих признаков соответственно у 80 и 60% генотипов. Незначительный или слабый уровень изменчивости по признаку «продуктивная кустистость» наблюдали только у линий 12h12, 157h13, 45h12o и сорта Вятский. Полученные результаты согласуются с данными М.В. Кузенко и Г.Н. Гудковой [15], которые отмечали самый большой процент взаимодействия генотипа и среды для признака «кустистость» (69%).

Таблица 5 / Table 5

**Изменчивость основных хозяйственно ценных признаков овса за 2015-2018 гг. /
Variation of the main economically valuable traits in oat 2015-2018**

Признак / Trait	Коэффициент вариации, (V) % / Coefficient of variation (V), %	Сорта, проявившие наибольшую выравненность соответствующего признака / Varieties having the highest uniformity of a relevant trait
Урожайность / Productivity	14-42	102h13, 153h13, 4h12
Количество зерен с метелки / Number of grain per panicle	18-53	11h12o, 21h12o, 1h07, Першерон / Persheron
Масса зерна с метелки / Grain mass per panicle	17-56	4h12, 37h12o
Масса зерна с растения / Grain mass per plant	15-73	4h12, 37h12o
Масса 1000 зерен / 1000-grain mass	7-25	11h12o, 21h12o, 1h07, 21h12, Першерон, Вятский и др. / Persheron, Vyatsky et al.
Выход зерна / Yielding of grain	7-60	11h12o, 1h07, 21h12o, 63h11, 42h12o, Першерон, Вятский / Persheron, Vyatsky
Продуктивная кустистость / Productive tillage capacity	5-26	12h12, 157h13, 42h12o, 45h12o, Вятский / Vyatsky

Выводы. С применением минимального набора показателей оценки среднего уровня урожайности, параметров пластичности и стабильности в варьирующих условиях окружающей среды выделены перспективные урожайные линии голозерного овса 11h12o, 21h12o, 37h12o и 63h11, сочетающие высокую пластичность и среднюю стабильность основных эле-

ментов структуры продуктивности. Данные линии могут быть использованы в качестве самостоятельных сортов и источников в селекции. Наиболее стабильными были признаки «масса 1000 зерен» и «продуктивная кустистость». Установлена высокая достоверная зависимость ($r = 0,72$) урожайности от агроклиматических ресурсов в период вегетации (ГТК).

Список литературы

1. Лоскутов И.Г. Овес (*Avena L.*). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность. СПб.: ГНЦ РФ ВИР, 2007. 335 с. Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/2055290/>.
2. Сапега В.А. Урожайность, реализация ее потенциала и адаптивность сортов яровой пшеницы. Достижения науки и техники АПК. 2017; 31(10):49-52. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32301698>.
3. Мусатов А.Г., Семяшкина А.А., Дашевский Р.Ф. Факторы оптимизации формирования продуктивности растений и качества зерна ярового ячменя и овса // Хранение и переработка зерна. 2003;(6):16-19.
4. Grebennikova I.G., Aleynikov A.F., Stepochkin P.I. Diallel analysis of the number of spikelets per spike in spring Triticale. Bulgarian J. Agricultural Science. 2011;17(6):755-759. Режим доступа: <http://www.sorashn.ru/fileadmin/sibfti/docs/Diallel.pdf>.
5. Wricke G. Uber eine Methode zur Erfassung der Okologischen Streubreite in Feldversuchen. Z. Pflanzenzuchtung, 1962;47:92-96.
6. Шевченко В.Е., Бочарникова О.Г., Горбунов В.Н. Экологическое сортоиспытание озимых форм тритикале в условиях каменной степи Воронежской области // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014;(3(42)):41-46. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23021764>.
7. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016;51(5):617-626. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-adaptivnosti-v-selektcii-zernovyh-kultur>.
8. Pereira H.S., Alvares R.C., Silva F.C., de Faria L.C., Melo L.C. Genetic, environmental and genotype x environment interaction effects on the common bean grain yield and commercial quality. Semina: Ciencias Agrarias, Londrina. 2017;38(3):1241-1250. Режим доступа: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagarias/article/view/26106>.
9. Des Marais DL, Hernandez KH, Juenger TE. Genotype-by-environment interaction and plasticity: exploring genomic responses of plants to the abiotic environment. Annu Rev Ecol Evol Syst. 2013;44:5-29. Режим доступа: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Genotype-by-environment%20interaction%20and%20plasticity%3A%20exploring%20genomic%20responses%20of%20plants%20to%20the%20abiotic%20environment&aut

hor=DL.%20Des%20Marais&author=КН.%20Hernandez&author=ТЕ.%20Juenger&journal=Annu%20Rev%20Ecol%20Evol%20Syst&volume=44&pages=5-29&publication_year=2013

10. Пакудин В.З., Лопатина Л.М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 1984;19(4):109-113.

11. Кудрявцев А.Н. Экологическое сортоиспытание вики посевной в условиях Орловской области. Зернобобовые и крупяные культуры. 2014;(3(11)):45-47. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskoe-sortoispytanie-viki-posevnoy-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti>.

12. Куркова И.В., Терехин М.В. Оценка экологической пластичности сортов яровой мягкой пшеницы селекции Дальнего Востока. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2008;(7(45)):8-11. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekologicheskoy-plastichnosti-sortov-yarovoy-myagkoy-pshenitsy-selektcii-dalnego-vostoka>.

13. Бебякин В.М., Кулеватова Т.Б., Старичкова Н.И. Методические подходы, методы и критерии оценки адаптивности растений. *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология*. 2005;5(2):69-71. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11700278>.

14. Комаров Н.М., Дружинина Е.В. О модульной структуре генетической организации количественных признаков у яровой мягкой пшеницы в условиях зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья. *Сельскохозяйственная биология*. 2008;43(5):22-27. Режим доступа: <http://www.agrobiology.ru/5-2008komarov.html>.

15. Кузенко М.В. Гудкова Г.Н. Влияние среды и генотипа на элементы структуры урожая озимого тритикале. *Вестник Майкопского государственного технологического университета*. 2011;(1): 22-26. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16538018>.

Поступила: 12.02.2019 Принята к публикации: 26.03.2019 Опубликована онлайн: 30.04.2019

Сведения об авторах:

Жуйкова Ольга Анатольевна, кандидат с.-х. наук, ст. научный сотрудник, зав. лабораторией, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3290-4827>**, e-mail: zhuikova_o@mail.ru,

Баталова Галина Аркадьевна, доктор с.-х. наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник, зам. директора, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3491-499X>**, e-mail: g.batalova@mail.ru

References

1. Loskutov I.G. *Oves (Avena L.). Rasprostranenie, sistematika, evolyutsiya i selektsionnaya tsennost'*. [Oat (Avena L.). Distribution, taxonomy, evolution and breeding value.]. Saint-Petersburg: *GNTs RF VIR*, 2007. 335 p. (In Russ.). URL: <https://www.twirpx.com/file/2055290/>.

2. Sapega V.A. *Urozhaynost', realizatsiya ee potentsiala i adaptiv-nost' sortov yarovoy pshenitsy*. [Productivity, potential realization of spring wheat and its varieties adaptability]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. 2017;31(10):49-52. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32301698>.

3. Musatov A.G., Semyashkina A.A., Dashevskiy R.F. *Faktory optimizatsii formirovaniya produktivnosti rasteniy i kachestva zerna yarovogo yachmenya i ovsa*. [Factors of optimization of formation of plant productivity and grain quality in spring barley and oats]. *Khranenie i pererabotka zerna*. 2003;(6):16-19. (In Russ.).

4. Grebennikova I.G., Aleynikov A.F., Stepochkin P.I. Diallel analysis of the number of spikelets per spike in spring Triticale. *Bulgarian J. Agricultural Science*. 2011;17(6):755-759. URL: <http://www.sorashn.ru/fileadmin/sibfti/docs/Diallel.pdf>.

5. Wricke G. Uber eine Methode zur Erfassung der Okologischen Streubreite in Feldversuchen. *Z. Pflanzenzuchtung*, 1962;47:92-96.

6. Shevchenko V.E., Bocharnikova O.G., Gorbunov V.N. *Ekologicheskoe sortoispytanie ozimyykh form tritikale v usloviyakh kamennoy stepi Voronezhskoy oblasti*. [Ecological varietal testing of winter triticale forms under conditions of Kamennaya steppe of the Voronezh region]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014;(3(42)):41-46. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23021764>.

7. Rybas' I.A. *Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur*. [Increase of adaptability in cereal crops breeding]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 2016;51(5):617-626. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-adaptivnosti-v-selektcii-zernovykh-kulturn>.

8. Pereira H.S., Alvares R.C., Silva F.C., de Faria L.C., Melo L.C. Genetic, environmental and genotype x environment interaction effects on the common bean grain yield and commercial quality. *Semina: Ciencias Agrarias, Londrina*. 2017;38(3):1241-1250. URL: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/26106>.

9. Des Marais DL, Hernandez KH, Juenger TE. Genotype-by-environment interaction and plasticity: exploring genomic responses of plants to the abiotic environment. *Annu Rev Ecol Evol Syst.* 2013;44:5-29. URL: https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Genotype-by-environment%20interaction%20and%20plasticity%3A%20exploring%20genomic%20responses%20of%20plants%20to%20the%20abiotic%20environment&author=DL.%20Des%20Marais&author=KH.%20Hernandez&author=TE.%20Juenger&journal=Annu%20Rev%20Ecol%20Evol%20Syst&volume=44&pages=5-29&publication_year=2013.
10. Pakudin V.Z., Lopatina L.M. *Otsenka ekologicheskoy plastichno-sti i stabil'nosti sortov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur.* [Assessment of ecological plasticity and stability of crop varieties]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya.* 1984;19(4):109-113. (In Russ.).
11. Kudryavtsev A.N. *Ekologicheskoe sortoispytanie viki posevnoy v usloviyakh Orlovskoy oblasti.* [Ecologic varietal testing of common vetch in conditions of Orel region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury.* 2014;(3(11)):45-47. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskoe-sortoispytanie-viki-posevnoy-v-usloviyakh-orlovskoy-oblasti>.
12. Kurkova I.V., Terekhin M.V. *Otsenka ekologicheskoy plastichno-sti sortov yarovoy myagkoy pshenitsy selektsii Dal'nego Vostoka.* [Evaluation of ecological plasticity of Far East spring soft wheat varieties]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2008;(7(45)):8-11. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekologicheskoy-plastichnosti-sortov-yarovoy-myagkoy-pshenitsy-selektsii-dalnego-vostoka>
13. Bebyakin V.M., Kulevatova T.B., Starichkova N.I. *Metodicheskie podkhody, metody i kriterii otsenki adaptivnosti rasteniy.* [Methodological approaches, methods and criteria for assessing plant adaptability]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Khimiya. Biologiya. Ekologiya.* 2005;5(2):69-71. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11700278>.
14. Komarov N.M., Druzhinina E.V. *O modul'noy strukture geneti-cheskoy organizatsii kolichestvennykh priznakov u yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh zony neustoychivogo uvlazhneniya Tsentral'nogo Predkavkaz'ya.* [On the modular structure of genetic organization of quantitative traits in spring soft wheat in the conditions of zone of unstable moistening of the Central Precaucasus]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya.* 2008;43(5):22-27. (In Russ.). URL: <http://www.agrobiology.ru/5-2008komarov.html>.
15. Kuzenko M.V., Gudkova G.N. *Vliyanie sredy i genotipa na elementy struktury urozhaya ozimogo triticeale.* [Effect of environment and genotype on components of the winter triticeale yield structure]. *Vestnik Maykopskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta.* 2011;(1): 22-26. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16538018>.

Received: 12.02.2019

Accepted for publication: 26.03.2019

Published online: 30.04.2019

Information about the authors:

Oksana A. Zhuikova, PhD in Agriculture, senior researcher, head of the laboratory, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3290-4827>, e-mail: zhuikova_o@mail.ru.

Galina A. Batalova, DSc in Agriculture, professor, academician of RAS, chief researcher, deputy director, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3491-499X>, e-mail: g.batalova@mail.ru.