

## Вариабельность элементов структуры урожая ярового ячменя в зависимости от гидротермических условий вегетации

© 2022. О. В. Левакова ✉

Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Рязанская область, Российская Федерация

*Цель исследований – выявить основные элементы структуры урожая, влияющие на продуктивность ярового ячменя в различные по метеословиям годы в условиях Рязанской области. Полевые исследования проводили в питомнике конкурсного сортоиспытания в 2017-2021 гг. на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве. В качестве объекта исследований использовали лучшие районированные двурядные сорта ярового ячменя (Яромир, Надежный, Знатный, Рафаэль, Любояр) и 4 перспективных линии. Установлено, что между элементами структуры урожая ячменя ярового существует взаимосвязь: формирование одного из элементов может компенсироваться более значительным развитием другого. В условиях жесткой засухи (ГТК = 0,58-0,70) выявили наибольшую положительную корреляционную связь урожайности с длиной колоса ( $r = +0,437$ ) и количеством зерен в колосе ( $r = +0,279$ ). В засушливых условиях (ГТК = 0,75-0,85) наибольшее влияние на урожайность оказали количество растений перед уборкой ( $r = +0,335$ ) и количество продуктивных стеблей ( $r = +0,437$ ). В увлажненный год (ГТК = 1,36) на продуктивность ячменя существенно повлиял комплекс показателей структурных элементов: высота растений ( $r = +0,890$ ), вес зерна с колоса ( $r = +0,810$ ), количество зерен в колосе ( $r = +0,806$ ), длина колоса ( $r = +0,774$ ) и масса 1000 зерен ( $r = +0,640$ ). При анализе элементов структуры урожая установлена существенная зависимость ( $r = +0,674$ ) между длиной колоса и количеством зерен в нем. Установлена отрицательная корреляция между продуктивной кустистостью растений и массой 1000 зерен, количеством продуктивных стеблей и массой зерна с колоса. Установлено, что к слабоварьетирующим признакам относятся количество зерен в колосе ( $C_v = 4,8\%$ ) и длина колоса ( $C_v = 9,6\%$ ). Выявлено, что урожайность исследуемых сортов и перспективных линий имеет низкое варьирование по годам  $C_v = 8,8\%$ , что указывает на эффективность селекционной работы по созданию сортов ячменя с высокой и стабильной урожайностью.*

**Ключевые слова:** ячмень (*Hordeum vulgare* L.), сорт, линия, продуктивность, структура урожая, гидротермические условия, корреляционная взаимосвязь

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (тема № 0581-2019-0021).

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку данной работы.

**Конфликт интересов:** автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Левакова О. В. Вариабельность элементов структуры урожая ярового ячменя в зависимости от гидротермических условий вегетации. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(3):327-333.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>

Поступила: 11.01.2022

Принята к публикации: 26.04.2022

Опубликована онлайн: 23.06.2022

## Variability of the elements of spring barley yield structure depending on the hydrothermal conditions of vegetation

© 2022. Olga V. Levakova ✉

Institute of Seed Production and Agrotechnologies – branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Ryazan region, Russian Federation

*The purpose of the research is to identify the main elements of the crop structure that affect the productivity of spring barley in different weather conditions in the Ryazan region. Field studies were carried out in the nursery of the competitive variety trial in 2017-2021 on dark gray forest heavy loam soil. The best zoned double-row varieties of spring barley (Yaromir, Nadezhny, Znatny, Raphael, Lyuboyar) and 4 promising lines were used as the object of research. It has been established that there is a relationship between the elements of the structure of the spring barley yield: the formation of one of the elements can be compensated by a more significant development of the other. In conditions of severe drought (HTC = 0.58-0.70), the greatest positive correlation of yield with the length of the ear ( $r = +0.437$ ) and the number of grains in the ear ( $r = +0.279$ ) was revealed. In arid conditions (HTC = 0.75-0.85), the number of plants before harvesting ( $r = +0.335$ ) and the number of productive stems ( $r = +0.437$ ) had the greatest impact on the yield. During the moist year (HTC = 1.36), the productivity of barley was significantly affected by a set of indicators of structural elements: plant height ( $r = +0.890$ ), grain weight from the ear ( $r = +0.810$ ), the number of grains in the ear ( $r = +0.806$ ), ear length ( $r = +0.774$ ) and the mass of 1000 grains ( $r = +0.640$ ). When analyzing the elements of the crop structure, a significant dependence ( $r = +0.674$ ) was established between the length of the ear and the number of grains in it. A negative correlation has been established between the productive bushiness of plants and the mass of 1000 grains, between the number of productive stems and the mass of grain from the ear. It has been found out that*

*the slightly varying traits include the number of grains in the ear ( $C_v = 4.8\%$ ) and the length of the ear ( $C_v = 9.6\%$ ). It has been revealed that the yield of the studied varieties and promising lines has a low variation over the years of  $C_v = 8.8\%$ , which indicates to the effectiveness of breeding work on developing barley varieties with high and stable yields.*

**Keywords:** barley (*Hordeum vulgare* L.), variety, line, productivity, yield structure, hydrothermal conditions, correlation relationship

**Acknowledgements:** 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 Federal Scientific Agroengineering Center VIM (theme No. 0581-2019-0021).

The author thanks the reviewers for their contribution to the expert evaluation of this work.

**Conflict of interest:** the author stated no conflict of interest.

**For citations:** Levakova O. V. Variability of the elements of spring barley yield structure depending on the hydrothermal conditions of vegetation. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(3):327-333. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>

Received: 11.01.2022

Accepted for publication: 26.04.2022

Published online: 23.06.2022

Ячмень – одна из самых важных зерновых культур. Ежегодно занимаемые ячменем площади посевов в мире составляют около 50,0 млн га, а валовые сборы составляют более 145,0 млн т. Россия по валовому сбору ячменя стабильно занимает второе место после стран ЕС, обеспечивая 11-15 % мирового производства [1].

За последние три десятилетия отмечается нестабильность валовых сборов и урожайности практически всех сельскохозяйственных культур [2]. На данную закономерность, по обобщению результатов многолетних исследований, существенное влияние оказывают погодные условия [3, 4]. Для стабильности производства зерна и эффективности агротехнических приемов важно учитывать особенности метеорологических условий каждой природной зоны, причем погоде необходимо уделять не меньшее внимание, чем плодородию почвы [5, 6]. Изменение климата, появление более адаптированных к конкретным климатическим условиям возделывания сортов, новых технологий ставит задачу более детального изучения элементов урожайности в зависимости от постоянно меняющихся погодных условий вегетационных периодов [7, 8, 9].

Установление причинно-следственных связей между гидротермическими условиями среды и продуктивностью зерновых культур – одно из важнейших условий повышения эффективности агротехнологических приемов. При формировании высокопродуктивных растений зерновых культур, в т. ч. и ячменя, важно обеспечить оптимальные значения основных элементов структуры урожая [10, 11]. Использование структурных элементов продуктивности требует тщательного анализа

их информативности на фоне разных лимитирующих факторов внешней среды в конкретных почвенно-климатических условиях, так как элементы продуктивности имеют различную вариабельность в зависимости от взаимодействия факторов генотип-среда [12, 13]. Полученные результаты могут помочь в прогнозировании величины будущего урожая зерна на основании метеорологических данных и степени развития урожайобразующих признаков [14].

Корреляционные связи элементов структуры урожая направляют внимание селекционеров на поиск взаимодействия между признаками, а установленные, постоянно проявляющиеся эмпирические корреляции создают реальную базу для прогноза, упрощают отбор и удешевляют селекционный процесс<sup>1</sup>.

**Цель исследований** – выявить основные элементы структуры урожая, влияющие на продуктивность ярового ячменя в различные по метеоусловиям годы в условиях Рязанской области.

**Новизна исследований** заключается в получении данных о влиянии гидротермических условий региона на вариабельность количественных признаков лучших сортов и перспективных линий ячменя ярового и установление их взаимосвязей с урожайностью для дальнейшей целенаправленной селекционной работы.

**Материал и методы.** Полевые исследования проводили в питомнике конкурсного сортоиспытания в 2017-2021 гг. на селекционных полях Института семеноводства и агротехнологий (филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, Рязанская обл.).

Почва опытного участка темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Агрохимические показатели:  $pH_{\text{сол}}$  (ГОСТ 26483-85) – 4,88 ед.;

<sup>1</sup>Боровиков В. П., Ивченко Г. И. Прогнозирование в системе Statistica в среде Windows (основы теории и интенсивная практика на компьютере): учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Прикладная математика». Изд-ние 2-е, перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2006. 382 с.

содержание органического вещества (ГОСТ 26213-91) – 5,60 %, подвижного фосфора (ГОСТ Р 54650-2011) – 378,0 мг/кг почвы, подвижного калия (ГОСТ Р 54650-2011) – 275,0 мг/кг почвы, азота нитратного (ГОСТ 26951-86) – 41,4 мг/кг, азота аммонийного (ГОСТ 26489-85) – 4,43 мг/кг, обменного магния (ГОСТ 26487-85) – 2,16 ммоль/100 г.

В качестве объекта исследований использовали лучшие районированные двурядные сорта ячменя ярового (Яромир, Надежный, Знатный, Рафаэль, Любояр) и 4 перспективных линии, имеющие стабильно высокую урожайность по годам исследований.

Учетная площадь делянки 10 м<sup>2</sup>, норма высева 5,0 млн всхожих семян на 1 га. Повторность четырехкратная. Агротехника – общепринятая для данной культуры. Анализ структуры урожая, статистическая обработка экспериментальных данных методами дисперсионного, корреляционного и вариационного анализов проведены с использованием соответствующих для данных исследований методик<sup>2</sup>.

Для оценки складывающихся гидротермических условий использовали данные по количеству осадков и температуре, полученные на метеостанции ИСА-филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Гидротермические условия 2017-2021 гг. существенно различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков, варьирующих в течение вегетационных периодов. Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывали по Г. Т. Селянину<sup>3</sup>. Очень засушливыми условиями характеризовались 2018-2019 гг. (ГТК = 0,58-0,70); засушливыми – 2017, 2021 гг. (ГТК = 0,75-0,85); увлажненным 2020 г. (ГТК = 1,36).

**Результаты и их обсуждение.** Основной признак ценности сорта – урожайность. Результаты исследований ячменя ярового в конкурсном сортоиспытании в 2017-2021 гг. показали, что урожайность сортов и линий может существенно изменяться в зависимости от погодных условий. Средняя урожайность выделенных для исследования номеров составила 6,13 т/га (табл.).

Условия вегетации за анализируемый период исследований были резко контрастными. Снижение урожайности на 10,6 % проявилось в 2020 году (5,54 т/га), что объясняется неблагоприятным периодом 1 декады июня (ГТК = 3,9) за счет выпавших в большом количестве осадков, которые спровоцировали раннее прикорневое полегание растений еще до наступления фазы колошения.

Наиболее высокая урожайность сформировалась в 2019 году (6,48 т/га), хотя вегетационный период характеризовался неблагоприятными условиями для развития испытываемой культуры. Летняя засуха проявлялась в I и II декадах июня, ГТК составил 0 и 0,14 соответственно, а среднемесячная температура воздуха в это время была на 3,2-6,0 °C выше среднемноголетних значений. Но период кущения (II-III декады мая), когда в растениях ячменя идет процесс закладки генеративных органов и он сильно реагирует на температурные условия и степень увлажнения почвы, выдался благоприятным (среднесуточная температура составила 19,6 °C, а количество осадков выпало на 59,2 % больше среднемноголетних значений – 41,4 мм, ГТК – 2,1).

Таким образом, колебания средней урожайности ячменя ярового обусловлены в большей степени погодными условиями. В связи с этим, наибольший интерес представляет выявление причин снижения или увеличения урожайности, связанной, большей частью, с изменением структурных элементов продуктивности. Корреляционный анализ выявил отрицательную зависимость между урожайностью сортов/линий и значениями гидротермического коэффициента за весь исследуемый период ( $r = -0,564$ ), но значимую ( $r = +0,462$ ) за месяц май (фаза кущения), имеющий решающее значение в формировании количества стеблей на растении.

Установление взаимосвязей между признаками и урожайностью усложняется неустойчивостью метеорологических элементов в течение вегетационного периода и по годам. В зависимости от условий вегетации продуктивность и урожайность определяет то один, то другой признак или свойство сорта.

<sup>2</sup>Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2012. 352 с.; Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур под ред. В. И. Головачева, Е. В. Кириловской. М., 2019. 194 с.

<sup>3</sup>Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата. Труды по сельскохозяйственной метеорологии. 1928;(20):165-177.

Таблица – Элементы продуктивности ячменя ярового по годам и их корреляционная связь с урожайностью и метеословиями вегетационных периодов, 2017-2021 гг. (n = 9) /  
Table – Elements of productivity of spring barley by years and their correlation with productivity and weather conditions of the growing seasons, 2017-2021 (n = 9)

Показатель / Indicator	Количество, шт./м² / Number, pcs/m²		Высота, см / Height, cm	Длина колоса, см / Ear length, cm	Кол-во зерен в колосе, шт. / Number of grains per ear, pcs.	Масса зерна с колоса, г / Weight of grain per ear, g	Масса 1000 зерен, г / Weight of 1000 grains, g	Продуктивная кустистость / Productive bushiness	Урожайность т/га / Productivity, t/ha
	растений перед уборкой / of plants before harvesting	продуктивных стеблей / of productive stems							
2017 год									
Среднее / Average	325,9	758,7	96,2	6,63	21,6	1,13	49,0	2,32	5,99
Cv, %	7,7	13,2	7,0	6,26	5,45	5,98	6,4	10,2	10,7
Корреляция с урожайностью / Correlation with yield	+0,575*	+0,338*	-0,678	-0,691*	-0,009	-0,547	-0,692*	+0,005	-
2018 год									
Среднее / Average	352,2	722,4	77,1	7,12	22,4	1,18	52,6	2,05	6,13
Cv, %	8,7	13,7	10,8	7,9	7,3	8,9	6,7	11,2	8,9
Корреляция с урожайностью / Correlation with yield	+0,612*	+0,443*	+0,261	+0,230	+0,278*	-0,251	-0,638*	+0,121	-
2019 год									
Среднее / Average	295,1	682,7	73,0	8,03	22,9	1,25	50,3	2,32	6,48
Cv, %	8,6	14,9	15,6	9,0	8,5	11,1	5,54	17,8	4,0
Корреляция с урожайностью / Correlation with yield	-0,265	-0,413	-0,423	+0,643*	+0,280*	+0,107	-0,033	-0,199	-
2020 год									
Среднее / Average	286,2	1143,1	91,9	7,44	22,1	1,05	40,8	4,07	5,54
Cv, %	15,5	9,5	7,2	12,0	9,9	18,1	9,2	16,5	6,8
Корреляция с урожайностью / Correlation with yield	-0,085	-0,468*	+0,890*	+0,778*	+0,806*	+0,810*	+0,640*	-0,257	-
2021 год									
Среднее / Average	299,6	831,6	78,8	8,03	22,1	1,05	41,6	2,78	6,45
Cv, %	6,4	17,1	5,7	7,7	5,6	8,2	5,7	16,8	8,14
Корреляция с урожайностью / Correlation with yield	+0,095	+0,535*	-0,005	-0,256	-0,212	-0,696*	-0,627*	+0,582*	-
Среднее / Average									
Среднее / Average	311,8	825,2	82,7	7,50	22,2	1,13	46,9	2,70	6,13
Cv, %	11,6	24,5	13,9	9,6	4,8	11,3	12,4	31,4	8,8
Корреляция с Σэф.т / Correlation with Σ eff.t	-0,134	+0,158	-0,516*	+0,600*	+0,129	-0,286	-0,474*	+0,186	+0,187
Корреляция с Σ осадков. / Correlation with Σ precipitation	-0,446	+0,904*	+0,522*	-0,031	-0,185	-0,497*	-0,723	+0,924*	-0,723
Корреляция с ГТК / Correlation with HTC	-0,388	+0,851*	+0,652*	-0,198	-0,218	-0,420	-0,586*	+0,858*	-0,564
Корреляция с урожайностью / Correlation with yield	+0,025	-0,496	-0,498	+0,450*	+0,357*	+0,336*	+0,229	-0,465	-

\* – Доверительная вероятность  $P \geq 0,95$  / Confidence probability  $P \geq 0,95$

Густота продуктивного стеблестоя во все годы исследований в сортовом разрезе изменялась в средней степени ( $C_v = 9,2-17,1 \%$ ). Количество продуктивных стеблей на  $1 \text{ м}^2$ , в зависимости от сложившихся условий вегетации, варьировало от 682,7 (2019 г.) до 1143,1 (2020 г.). Данный показатель повлиял на увеличение урожайности только в засушливые годы ( $r = +0,437$ ). В 2020 г. (увлажненном) отмечено обратное значимое влияние на урожайность ( $r = -0,468$ ).

Продуктивная кустистость ячменя ярового зависит от факторов внешней среды и варьировала по годам от 2,05 до 4,07. Во влажном 2020 году сложились благоприятные условия для данного показателя – 4,07, что превышает значение в остальные годы в среднем на 72,5 %. Установлена существенная зависимость количества продуктивных стеблей от сумм атмосферных осадков ( $r = +0,924$ ) и значений ГТК ( $r = +0,858$ ). Данная тенденция сохраняется по всем исследуемым номерам независимо от агроклиматических условий года.

Продуктивные возможности генотипов могут быть реализованы в дальнейшем при благоприятных условиях в период налива зерна. Так, при малом значении данных показателей в 2019 году (682,7 продуктивных стебля на  $1 \text{ м}^2$  и 295,1 растений перед уборкой на  $1 \text{ м}^2$ ) получена максимальная урожайность – 6,48 т/га. Но при этом длина колоса и масса зерна с колоса составили 8,03 см и 1,25 г, что на 0,73 см и 0,15 г больше, чем в другие годы исследований. Выявлено небольшое увеличение количества зерен в колосе на 0,86 шт. Видимо, данные элементы структуры компенсировали снижение количества продуктивных стеблей, повысив урожай культуры.

Отмечена отрицательная сопряженность между количеством продуктивных стеблей и массой зерна с колоса ( $r = -0,758$ ).

Установлено, что амплитуда изменчивости по длине колоса у изучаемых образцов в зависимости от условий вегетационного периода была незначительной ( $C_v = 9,6 \%$ ). Так, показатель «длина колоса» за годы изучения составил в среднем 7,50 см.

Число зерен в колосе имеет важное значение при отборе на продуктивность и является предпосылкой высокого урожая. Озерненность и продуктивность колоса имеют высокую степень связи друг с другом ( $r = +0,684$ ).

В условиях жесткой засухи (2018-2019 гг., ГТК = 0,58-0,70) корреляционный анализ

выявил положительную связь урожайности с генетически заложенными показателями – «длина колоса» ( $r = +0,437$ ) и «количество зерен в колосе» ( $r = +0,279$ ), в условиях достаточного увлажнения (2020 г., ГТК = 1,36) выявлены уже более существенные связи с показателями «длина колоса» ( $r = +0,778$ ) и «количество зерен в колосе» ( $r = +0,806$ ). В среднем по годам исследований эти два показателя оказали положительное влияние на урожайность ячменя ярового ( $r = +0,450$  и  $r = +0,357$  соответственно).

Масса 1000 зерен за годы наших исследований характеризовалась высокими значениями – в среднем 46,9 г. Установлено, что в годы с выпадением большого количества осадков «масса зерна с колоса» и «масса 1000 зерен» ячменя уменьшалась вследствие полегания растений. Так, масса зерна с колоса снизилась на 0,17 г, а масса 1000 зерен на 10,7 г относительно средних показателей в условиях жесткой засухи. Максимальная масса 1000 зерен получена в очень сухом 2018 году – 52,6 г. В этот год сформировался минимальный коэффициент продуктивной кустистости – 2,05. Получена значимая отрицательная зависимость коэффициента продуктивной кустистости и массы 1000 зерен ( $r = -0,827$ ).

По длине соломины изучаемые образцы относились к средненизким (71-80 см) и среднерослым (81-95 см) растениям. Проведенные нами исследования показали, что образцы ячменя при средней высоте растений от 71 до 87 см показали хорошую устойчивость к полеганию – от 4,5 до 5,0 баллов. В наших опытах найдена средняя отрицательная связь ( $r = -0,498$ ) между тестируемым признаком и урожайностью.

Для оценки степени вариабельности (нестабильности) количественных признаков использовали коэффициент вариации ( $C_v$ , %). Установлено, что к слабоварьирующим признакам относятся «количество зерен в колосе» ( $C_v = 4,8 \%$ ) и «длина колоса» ( $C_v = 9,6 \%$ ). Выявлено, что урожайность исследуемых сортов и перспективных линий имеет низкое варьирование по годам  $C_v = 8,8 \%$ .

**Заключение.** Низкая величина варьирования урожайности районированных сортов и перспективных линий ярового ячменя в условиях Рязанской области свидетельствует об эффективности селекционной работы по созданию сортов с высокой и стабильной урожайностью.



Исследования показали, что рост урожайности ярового ячменя связан с увеличением показателей «длина колоса», «количество зерен в колосе» и «масса зерна с колоса».

Между элементами структуры урожая ячменя ярового существует взаимосвязь: недостаточное формирование одного из элементов может компенсироваться более значительным развитием другого. Установлена существенная зависимость ( $r = +0,674$ ) между длиной колоса

и количеством зерен в нем. Отрицательная корреляция наблюдалась между продуктивной кустистостью растений и массой 1000 зерен, количеством продуктивных стеблей и массой зерна с колоса.

Выявлено существенное влияние суммы эффективных температур на длину колоса ( $r = +0,600$ ), суммы осадков и ГТК на количество продуктивных стеблей ( $r = +0,904$  и  $r = +0,851$  соответственно) и высоту растений ( $r = +0,522$  и  $r = +0,652$  соответственно).

#### Список литературы

1. Филенко Г. А., Фирсова Т. И., Скворцова Ю. Г., Филиппов Е. Г. Динамика посевных площадей и урожайности ярового ячменя в РФ. Зерновое хозяйство России. 2017;(5(53)):20-25. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32257648>
2. Усатов А. В., Устенко А. А., Горбаченко О. Ф., Денисенко Ю. В. Влияние климатических факторов на изменчивость хозяйственно ценных признаков подсолнечника в Приазовской зоне Ростовской области. Современные проблемы науки и образования. 2021;(1):207. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17688832>
3. Федюшкин А. В., Парамонов А. В., Медведева В. И. Влияние систематического внесения удобрений на урожайность и качество ярового ячменя. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018;(4(72)):81-84. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35553571>
4. Филенко Г. А., Васильченко С. А., Донцов Д. П. Продуктивность сорта ярового ячменя Леон в зависимости от метеоусловий в южной зоне Ростовской области. Зерновое хозяйство России. 2017;(1(49)):43-49. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28825295>
5. Hulsbergen K. J., Feil B., Diepenbrock W. Rates of nitrogen application required to achieve maximum energy efficiency for various crops: results of a long-term experiment. Field Crops Research. 2002;77(1):61-76. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=1087207>
6. Kosolapova A., Yamaltdinova V., Mitrofanova E., Fomin D., Teterlev I. Yields of field crops and sod-podzolic soil fertility of West Ural depending on fertilizer system. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2016;22(3):381-385. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26855784>
7. Левакова О. В. Отзывчивость нового сорта ярового ячменя Знатный на норму высева в условиях Рязанской области. Аграрная наука. 2021;(3):70-73. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45729132>
8. Левакова О. В. Селекционная работа по созданию адаптированных к Нечерноземной зоне РФ сортов ярового ячменя и перспективы развития данной культуры в Рязанской области. Зерновое хозяйство России. 2021;(1(73)):14-19. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44744368>
9. Семинченко Е. В. Влияние погодных условий на урожайность ярового ячменя в зоне влияния лесной полосы. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021;13(2):114-127. DOI: <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-2-114-127>
10. Неттевич Э. Д., Смолин В. П., Макаров В. П. Особенности формирования урожайности различными сортотипами ярового ячменя в условиях Нечерноземного центра России. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 1995;(1):3-5.
11. Левакова О. В., Банникова М. И. Скрининг перспективных сортообразцов озимой мягкой пшеницы по элементам структуры урожайности и ее стабильности в условиях Центра Нечерноземья. Вестник АПК Верхневолжья. 2019;(1):35-39. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37206431>
12. Мальчиков П. Н., Сидоренко В. С., Мясникова М. Г., Наумкин Д. В. Оценка в эколого-географическом эксперименте адаптивности генотипов твердой пшеницы и дифференцирующей способности условий среды (годы, пункты). Зернобобовые и крупяные культуры. 2016;(2):120-126. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26280840>
13. Батакова О. Б., Корелина В. А. Влияние элементов структуры урожая на продуктивность ячменя ярового (*Horbeum vulgare* L.) в условиях Крайнего Севера РФ. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2017;178(3):50-58. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2017-3-50-58>
14. Щенникова И. Н. Влияние погодных условий на рост и развитие растений ячменя в Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014;(4(41)):9-12. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21699652>

#### References

1. Filenko G. A., Firsova T. I., Skvortsova Yu. G., Filippov E. G. The dynamics of sowing areas and productivity of spring barley in the Russian Federation. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2017;(5(53)):20-25. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32257648>

2. Usatov A. V., Ustenko A. A., Gorbachenko O. F., Denisenko Yu. V. The influence of climatic factors on the variability of sunflower agronomic characters in Azov of Rostov region. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = Modern problems of science and education. 2021;(1):207. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17688832>
3. Fedyushkin A. V., Paramonov A. V., Medvedeva V. I. Effect of systematic application of fertilizers on the yields and quality of spring barley grain. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2018;(4(72)):81-84. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35553571>
4. Filenko G. A., Vasilchenko S. A., Dontsov D. P. Productivity of the spring barley variety 'Leon' in dependence of weather conditions of the southern part of the Rostov region. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2017;(1(49)):43-49. (In Russ.) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28825295>
5. Hulsbergen K. J., Feil B., Diepenbrock W. Rates of nitrogen application required to achieve maximum energy efficiency for various crops: results of a long-term experiment. *Field Crops Research*. 2002;77(1):61-76. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=1087207>
6. Kosolapova A., Yamaltdinova V., Mitrofanova E., Fomin D., Teterlev I. Yields of field crops and sod-podzolic soil fertility of West Ural depending on fertilizer system. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2016;22(3):381-385. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26855784>
7. Levakova O. V. Responsiveness of a new variety of spring barley notable to the seeding rate in the Ryazan region. *Agrarnaya nauka* = Agrarian science. 2021;(3):70-73. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45729132>
8. Levakova O. V. The breeding work on development of the spring barley varieties adapted to the non-blackearth region of the Russian Federation and the prospects for growing of the variety in the Ryazan region. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2021;(1(73)):14-19. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44744368>
9. Seminchenko E. V. Influence of weather conditions on the yield of spring barley in the forest belt area. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021;13(2):114-127. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-2-114-127>
10. Nettevich E. D., Smolin V. P., Makarov V. P. Features of the formation of yields by different cultivars of spring barley in the conditions of the Non-Black Earth Center of Russia. *Doklady Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* = Reports of the Russian Academy of agricultural sciences. 1995;(1):3-5. (In Russ.).
11. Levakova O. V., Bannikova M. I. Screen of promising varieties of soft winter wheat by elements of the yield structure and its stability under the conditions of the center of the Non-black earth region. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* = Bulletin of the AIC of the Upper Volga. 2019;(1(45)):35-39. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37206431>
12. Malchikov P. N., Sidorenko V. S., Myasnikova M. G., Naumkin D. V. Evaluation of ecological and geographic adaptability experiment genotypes of durum wheat and differentiating ability of environmental conditions (years, points). *Zernobobovye i krupnyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2016;(2):120-126. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26280840>
13. Batakova O. B., Korelina V. A. The effect of yield structure elements on spring barley (*hordeum vulgare* L.) productivity in the environments of Russia's extreme north. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding*. 2017;178(3):50-58. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2017-3-50-58>
14. Shchennikova I. N. Influence of weather conditions on growth and development of barley plants in Kirov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2014;(4(41)):9-12. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21699652>

#### **Сведения об авторе**

✉ **Левакова Ольга Викторовна**, кандидат с.-х. наук, зав. отделом селекции и первичного семеноводства, Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», ул. Парковая, 1, с. Подвьязье, Рязанский район, Рязанская область, Российская Федерация, 390502, e-mail: [podvyaze@bk.ru](mailto:podvyaze@bk.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5400-669X>, e-mail: [levakova.olga@bk.ru](mailto:levakova.olga@bk.ru)

#### **Information about the author**

✉ **Olga V. Levakova**, PhD in Agricultural Science, Head of the Department of Breeding and Primary Seed Production, Institute of Seed Production and Agrotechnologies - branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Parkovaya str., 1, Podvyazye village, Ryazan district, Ryazan region, Russian Federation, 390502, e-mail: [podvyaze@bk.ru](mailto:podvyaze@bk.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5400-669X>, e-mail: [levakova.olga@bk.ru](mailto:levakova.olga@bk.ru)

✉ – Для контактов / Corresponding author