

УДК 633.162.631

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-82-86

О. В. Левакова

Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, с. Подвьязь, Рязанская область, Российская Федерация

✉ levakova.olga@bk.ru

Поступила в редакцию:
25.10.2022

Одобрена после рецензирования:
30.12.2022

Принята к публикации:
31.01.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-367-2-82-86

Olga V. Levakova

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

✉ levakova.olga@bk.ru

Received by the editorial office:
25.10.2022

Accepted in revised:
30.12.2022

Accepted for publication:
31.01.2023

Сортовые особенности формирования продуктивности ячменя сорта Рафаэль при разной норме высева

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Новые, созданные в последнее время современные сорта зерновых культур, в том числе и ячменя, требуют разработки и уточнения сортовой технологии возделывания. Поскольку на территории РФ присутствуют существенные различия погодных условий, почвенной характеристики, характера рельефа, то особенно важна разработка технологии для конкретной агроклиматической зоны.

Методы. Объектом исследований является новый сорт ярового ячменя Рафаэль, включенный в Государственный реестр по Центральному и Волго-Вятскому регионам в 2022 г. Для решения поставленных задач на опытное поле были заложены опыты с нормами высева с интервалом 0,5 млн всхожих зерен на 1,0 га (3,0–5,0 млн). Исследования проводились полевыми и лабораторными методами с использованием соответствующих методик.

Результаты. Установлена четкая сильная отрицательная тенденция снижения полевой всхожести с увеличением нормы высева семян ($r = -0,973$), влияющая и на урожайность сорта ($r = -0,607$). Выявлено, что вариант с нормой высева 3,0 млн всх. зерен на 1,0 га сформировал максимальный коэффициент кущения, имел наивысшую продуктивность одного растения, длину колоса и число зерен в колосе по сравнению с другими вариантами опыта, но имел самую низкую урожайность в опыте — 5,52 т/га. Урожайность данного сорта во многом определяли масса 1000 зерен ($r = +0,785$) и количество растений перед уборкой ($r = +0,329$). В ходе исследований установлено, что на продуктивность сорта Рафаэль в условиях Нечерноземья на темно-серой лесной почве среднего уровня плодородия при севе в оптимальные сроки значительно влияют норма высева семян и генотип сорта. Наивысший показатель урожайности за годы исследований, являющийся главным критерием оценки опыта, был достигнут (при норме высева от 4,0 до 4,5 млн всх. зерен на 1,0 га) 6,28–6,57 т/га.

Ключевые слова: яровой ячмень, Рязанская область, новый сорт, норма высева, структура продуктивности, урожайность.

Для цитирования: Левакова О.В. Сортовые особенности формирования продуктивности ячменя сорта Рафаэль при разной норме высева. *Аграрная наука*. 2023; 367(2): 82–86. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-82-86>

© Левакова О.В.

Varietal features of the formation of the productivity of Rafael barley at different seeding rates

ABSTRACT

Relevance. New modern varieties of grain crops created recently, including barley, require the development and refinement of varietal cultivation technology. Since there are significant differences in weather conditions, soil characteristics, and the nature of the relief on the territory of the Russian Federation, the development of technology for a specific agro-climatic zone is especially important.

Methods. The object of research is a new variety of spring barley Raphael, included in the State Register for the Central and Volga-Vyatka regions in 2022. To solve the tasks set, experiments with seeding rates with an interval of 0.5 million were laid on the experimental field. germinating grains per hectare (3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 and 5.5 million). The studies were carried out by field and laboratory methods using appropriate techniques.

Results. A clear strong negative trend has been established, a decrease in field germination with an increase in the seeding rate ($r = -0.973$), which also affects the yield of the variety ($r = -0.607$). It was revealed that the variant with a seeding rate of 3.0 million vsx. grains per 1.0 ha formed the maximum tillering coefficient, had the highest productivity of one plant, the length of the ear and the number of grains per ear compared to other variants of the experiment, but had the lowest yield in the experiment — 5.52 t/ha. The yield of this variety was largely determined by the mass of 1000 grains ($r = +0.785$) and the number of plants before harvesting ($r = +0.329$). In the course of research, it was found that the productivity of the Raphael variety in Non-Chernozem conditions on dark gray forest soil of an average level of fertility when sowing at optimal times is significantly affected by the seeding rate and the genotype of the variety. The highest yield index over the years of research, which is the main criterion for evaluating the experience, was achieved with a seeding rate of 4.0 to 4.5 million vsx. grains per 1.0 ha — 6.28–6.57 t/ha.

Key words: spring barley, Ryazan region, new variety, seeding rate, productivity structure, yield.

For citation: Levakova O.V. Varietal features of the formation of the productivity of Rafael barley at different seeding rates. *Agrarian science*. 2023; 367(2): 82–86. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-367-2-82-86> (In Russian).

© Levakova O.V.

Введение / Introduction

Огромная территория Российской Федерации характеризуется большим разнообразием природных и климатических условий, где ежегодно регистрируются новые сорта ячменя ярового. Так, в 2022 году на рассмотрение Экспертной комиссии было вынесено 13 российских и 4 иностранных сорта ячменя. Многими исследованиями ученых выявлено, что высокая требовательность современных сортов к условиям возделывания с учетом их происхождения, биологии развития, индивидуальной отзывчивости на различные агроприемы требует разработки сортовых технологий возделывания [1–4].

Современные сорта ячменя ярового не являются исключением. Одной из таких сортовых технологий является норма высева. Норма высева не является величиной постоянной, ее уточняют в зависимости от ряда непрерывно меняющихся факторов и устанавливают для каждой зоны и даже подзоны. Экологические различия по районам связаны с почвенными особенностями, температурным режимом, количеством и распределением осадков и так далее. Каждый сорт обладает комплексом требований, которые предъявляют к условиям произрастания. Становится понятным, что нет и не может быть сортов с одинаковой нормой высева для всех районов и зон [5, 6].

Норма высева определяет такой показатель структуры урожая, как густота стояния растений, что особенно важно в зоне с засушливым климатом. Между элементами структуры урожая ячменя ярового существует взаимосвязь: недостаточное формирование одного из элементов может компенсироваться более значительным развитием другого [7]. Исследованиями доказано, что для создания оптимальной площади питания растений необходимо учитывать плодородие почвы. Чем лучше условия для произрастания, тем меньше должна быть норма высева зерновых культур [8, 9].

Цель исследований — выявить сортовые особенности формирования урожайности нового сорта ячменя ярового Рафаэль в условиях Нечерноземья на темно-серых лесных почвах среднего уровня плодородия с различной нормой высева.

Материалы и методы исследования/ Materials and methods

В Институте семеноводства и агротехнологий — Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ

2020–2022 гг. были проведены полевые исследования. Объект исследований — новый сорт ячменя ярового Рафаэль, включенный в Государственный реестр по Центральному и Волго-Вятскому регионам в 2022 г.

Посев рядовой, ширина междурядий 15 см. Полевые опыты проводились по следующей схеме:

1-й вариант — норма высева 3,0 млн всхожих семян на 1,0 га;

2-й вариант — норма высева 3,5 млн всхожих семян на 1,0 га;

3-й вариант — норма высева 4,0 млн всхожих семян на 1,0 га;

4-й вариант — норма высева 4,5 млн всхожих семян на 1,0 га;

5-й вариант — норма высева 5,0 млн всхожих семян на 1,0 га.

Почвенный покров на опытном участке представлен темно-серой лесной тяжелосуглинистой почвой с содержанием органического вещества 5,60%, pH солевой вытяжки — 4,88 ед., P₂O₅ (по Кирсанову) — 378 мг/кг почвы, K₂O — 275,0 мг/кг почвы. Предшественник — чистый пар.

Закладку опыта проводили в оптимальные сроки сева культуры для нечерноземной полосы Центрального региона по предшественнику пар. Учетная площадь делянки — 10 м². Учеты и наблюдения проводили по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [10]. Статистическая обработка экспериментальных данных методами вариационного (Сv, %) и корреляционного (r) анализа, а также наименьшая существенная разница в опыте (НСР_{0,5}) проводились по Методике полевого опыта [11] с использованием компьютерных программ Microsoft Office Excel и Diana.

В фазу «кущение» проводили обработку баковой смесью гербицидов (Балерина, СЭ — 0,4 л/га + Магнум, ВДГ — 7 г/га) с добавлением инсектицида Борей, СК — 0,1 л/га. Элементы структуры урожая определяли со снопового материала с учетных площадок, взятых с площади 0,25 м² в четырех повторениях. Уборку делянок проводили в фазу полной спелости культуры комбайном «Сампо 130», урожайные данные приводили к стандартной 14%-ной влажности. Качественные показатели зерна исследуемых сортов (содержание крахмала и белка) определяли методом инфракрасной спектроскопии на анализаторе цельного зерна Infratec 1241.

По метеорологическим данным ИСА-филиал ВИМ рассчитаны показатели средней дневной температуры

Таблица 1. Условия вегетации ячменя ярового Рафаэль, 2020–2022 гг.

Table 1. Growing conditions of spring barley Raphael, 2020–2022

Год	Параметры	Май				Июнь				Июль			
		Декады			Средне- месяч- ная	Декады			Средне- месяч- ная	Декады			Средне- месяч- ная
		I	II	III		I	II	III		I	II	III	
2020	осадки, мм	27,7	8,1	21,3	57,1	71,0	11,7	30,2	112,9	17,9	31,2	6,4	55,5
	температура, °C	14,7	11,9	15,5	14,0	18,9	23,1	20,6	20,9	24,6	21,3	21,7	22,5
2021	осадки, мм	26,9	6,6	9,0	42,5	62,5	6,6	3,2	72,3	9,7	-	31,4	41,1
	температура, °C	12,8	21,2	17,4	17,1	18,1	22,5	28,9	23,2	25,0	29,6	23,2	25,9
2022	осадки, мм	19,6	16,4	13,6	49,6	17,1	15,6	8,0	40,7	-	8,7	7,3	16,0
	температура, °C	12,3	12,4	15,4	13,4	20,7	20,9	22,5	21,4	25,4	22,1	24,4	23,4
Средне- голетняя	осадки, мм	11	12	14	37	16	17	19	52	20	22	22	64
	температура, °C	10,7	12,8	14,6	12,7	15,8	16,6	17,4	16,6	18,3	18,9	19,3	18,8

воздуха и суммы осадков по важным месяцам вегетации ячменя ярового Рафаэль (табл. 1).

Из всех периодов наблюдений наиболее контрастный был 2020 год, когда растения ячменя развивались в условиях обильных осадков, с резкими колебаниями среднесуточных температур. Неблагоприятно повлияли выпавшие в I декаде июня (ГТК = 3,9) осадки, которые спровоцировали раннее прикорневое полегание растений ячменя еще до наступления фазы колошения.

ГТК вегетационного периода — 1,34.

2021 и 2022 годы отличались засушливыми условиями вегетационных периодов ячменя с ГТК 0,63 и 0,53 соответственно.

**Результаты и обсуждение /
Results and discussion**

Как известно, в посевах с различной густотой стояния растений создаются разные световые, температурные и прочие условия, так или иначе влияющие на качество их дальнейшей жизнедеятельности.

За годы исследований средняя полевая всхожесть ячменя ярового Рафаэль изменялась от 73,2% (5,0 млн на 1,0 га) до 85,6% (3,0 млн на 1,0 га) (табл. 2).

Прослеживается четкая отрицательная тенденция снижения полевой всхожести с увеличением нормы высева семян ($r = -0,973$), в свою очередь, влияющая и на урожайность ячменя ярового Рафаэль ($r = -0,607$). Перед уборкой проводили подсчет сохранившихся растений в зависимости от норм высева семян и определяли процент их сохранности. Анализ выживаемости показал, что количество растений на единице площади к моменту уборки снижается незначительно по вариантам опыта. Самоизреживание было минимальным (92,4%) с самой низкой нормой высева семян — 3,0 млн на 1,0 га. Второе место по сохранности (82,6%) имела норма 4,5 млн на 1,0 га. Корреляционный анализ выявил среднюю отрицательную взаимосвязь между нормой высева и сохранностью растений к уборке ($r = -0,523$).

Наблюдения за прохождением фенологических фаз сорта Рафаэль не выявили разницы прохождения межфазных периодов от норм высева, но имела тесную связь с погодными условиями ($r = +0,741$).

Связь между структурными элементами и урожайностью усложняется неустойчивостью метеорологических

условий в течение вегетационного периода и по годам. В зависимости от условий вегетации продуктивность и урожайность определяет в основном то один, то другой признак [12].

Количество растений перед уборкой колебалось от 219 шт./м² (3,5 млн на 1,0 га) до 281 шт./м² (5,0 млн на 1,0 га). В разрезе лет данный показатель имел достоверную сильную связь с урожайностью в засушливые годы (2021 г. — $r = +0,769$, 2022 г. — $r = +0,910$) и аналогично с нормой высева (2021 г. — $r = +0,836$, 2022 г. — $r = +0,805$). В среднем по годам положительная тенденция данного показателя на урожайность сорта составила $r = +0,329$, а с нормой высева — $r = +0,888$.

Густота продуктивного стеблестоя по вариантам опыта во все годы исследований изменялась в средней степени ($Cv = 11,1-20,8\%$). Наибольшее варьирование числа продуктивных стеблей на 1 м² из вариантов опыта (в зависимости от сложившихся условий вегетации) имела норма высева 3,0 млн на 1,0 га — от 820 шт./м² (2022 г.) до 1208 шт./м² (2020 г.), наименьшее — норма 4,5 млн на 1,0 га от 836 шт./м² (2022 г.) до 1020 шт./м² (2020 г.). В среднем по годам данный признак имел среднюю отрицательную связь с урожайностью ($r = -0,470$), но сильно проявился в 2021 г. ($r = +0,866$), что можно объяснить благоприятными метеорологическими условиями первой половины июня 2021 г., приходящуюся на фазу кущения сорта Рафаэль. В этот период отмечена дождливая и умеренно прохладная погода — выпало 62,5 мм осадков, а среднесуточная температура воздуха составила 18,1 °С. Негативно продуктивный стеблестой сказался на урожайности в 2020 г. ($r = -0,493$), так как в I декаде июня отмечалась прохладная погода с интенсивным увлажнением (осадков в этот момент выпало 71 мм, что в 4,5 раза больше среднесезонных значений), что спровоцировало раннее полегание растений.

Показатель продуктивной кустистости по всем вариантам опыта имел довольно высокие значения. Наибольшая продуктивная кустистость отмечена на вариантах с нормами 3,0 и 3,5 млн на 1,0 га — 4,1 и 3,8 соответственно. Но данный признак отрицательно сказался на урожайности сорта ($r = -0,675$). Увеличение нормы высева носит отрицательный характер — $r = -0,692$. Аналогичную тенденцию носит и продуктивность одного растения.

Таблица 2. Полевая всхожесть, сохранность растений к уборке и индивидуальная продуктивность ячменя ярового Рафаэль в зависимости от нормы высева, среднее, 2020–2022 гг.

Table 2. Field germination, plant safety for harvesting and individual productivity of spring Raphael barley depending on the seeding rate, average, 2020–2022

Норма высева, млн на 1,0 га	Полевая всхожесть, %	Сохранность растений перед уборкой, %	Количество		Продуктивная кустистость, шт.	Продуктивность растения, г	Высота, см
			растений перед уборкой, шт./м ²	продуктивных стеблей, шт./м ²			
3,0	85,6	92,4	236	979	4,1	3,85	72
3,5	83,2	75,7	219	829	3,8	3,43	69
4,0	77,7	79,5	255	901	3,5	3,16	68
4,5	73,7	82,6	269	912	3,4	2,81	66
5,0	73,2	78,2	281	1030	3,7	2,82	67
<i>r</i> с урожайностью	-0,607	-0,431	+0,329	-0,470	-0,944	-0,675	-0,947
<i>r</i> с нормой высева	-0,973	-0,523	+0,888	+0,379	-0,692	-0,964	-0,656

Увеличение густоты посева сказалось на высоте растений ячменя — с увеличением нормы высева высота снижается ($r = -0,947$). Снижение высоты растений при меньшей норме высева происходит за счет увеличения общей кустистости и наличия в растениях общего числа дополнительных стеблей ($r = +0,912$).

Вариант с нормой высева 3,0 млн на 1,0 га сформировал максимальный коэффициент кушения, имел наивысшую продуктивность одного растения, длину колоса и число зерен в колосе по сравнению с другими вариантами. Таким образом, более благоприятные условия для развития каждого растения в отдельности создаются при малых нормах высева семян. Такая зависимость является результатом увеличения площади питания, при которой улучшаются условия водного и пищевого режимов и других факторов жизнедеятельности растений. Но в среднем за три года исследований наибольшая урожайность зерна ячменя ярового Рафаэль отмечена при нормах высева от 4,0 до 4,5 млн всхожести зерен на 1,0 га — 6,28–6,57 т/га соответственно (рис. 1).

Анализ данных таблицы 3 показывает, что существенную роль в урожайность внес показатель массы 1000 зерен ($r = +0,785$). Таким образом, увеличение продуктивной кустистости повлияло на снижение массы 1000 зерен ($r = -0,702$).

Загущенные посевы культур подвержены болезням, которые приводят к снижению качества и урожайности зерна. Наибольшую опасность для ячменя представляют гельминтоспориозные пятнистости ячменя, в первую очередь сетчатая (возбудитель *Perenophora teres Drechs*) и темно-бурая (возбудитель *Bipolaris sorokiniana Shoem*), а также мучнистая роса (*Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *hordei Marchal*). Влияние норм высева распространялось не только на растения ячменя, но и на поражение их болезнями. Это можно видеть по показателям развития болезней на разных вариантах опыта (табл. 4). Согласно полученным данным, изменение норм высева оказывало сильное влияние на рост и развитие растений ячменя ярового, которое проявилось в повышении вегетативной массы растений, густоты и высоты продуктивного стеблестоя, за счет чего изменялись микроклиматические условия

Рис. 1. Урожайность сорта Рафаэль в зависимости от норм высева, 2020–2022 гг.

Fig. 1. The yield of the Raphael variety depending on the seeding rates, 2020–2022

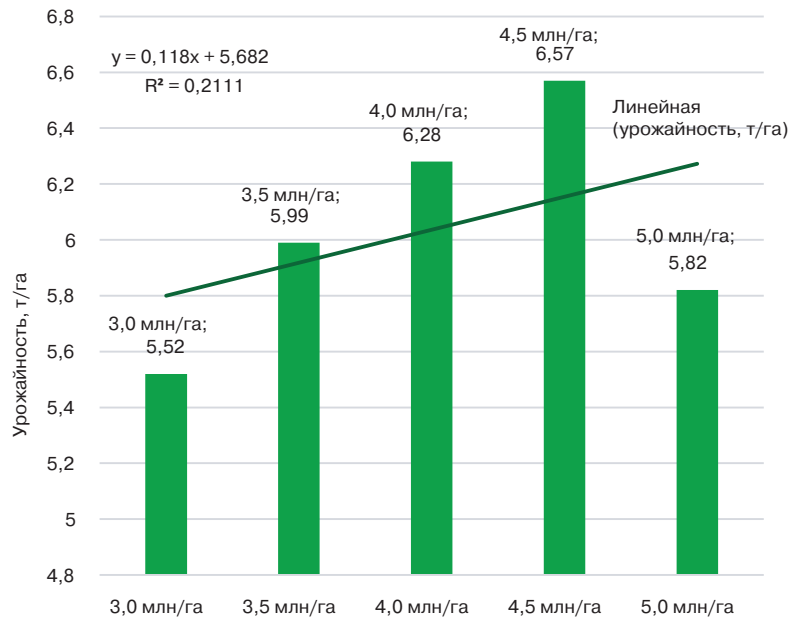


Таблица 3. Влияние норм высева ячменя ярового Рафаэль на элементы продуктивности и урожайность, среднее, 2020–2022 гг.

Table 3. The influence of the sowing rates of spring barley of the Rafael variety on the elements of productivity and yield, average 2020–2022

Норма высева, млн на 1,0 га	Урожайность, т/га					Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Св, %	Среднее			
3,0	5,10	5,70	5,75	6,5	5,52	7,4	21,0	40,7
3,5	5,23	6,35	6,40	11,0	5,99	7,3	20,8	40,0
4,0	5,30	6,95	6,60	13,8	6,28	7,2	20,4	42,9
4,5	5,90	6,55	7,25	10,3	6,57	7,0	19,7	43,0
5,0	5,08	6,11	6,27	11,1	5,82	7,1	20,4	39,8
НСР _{0,5}	0,67	0,44	0,52	x	x	x	x	x
Коррелируемые с урожайностью признаки, г					x	-0,751	-0,897	+0,785
Коррелируемые с нормой высева признаки, г					+0,459	-0,900	-0,730	+0,121

Таблица 4. Влияние норм высева сорта ячменя Рафаэль на устойчивость к полеганию, развитию болезней и качественные показатели зерна, среднее, 2020–2022 гг.

Table 4. The influence of the sowing rates of the Raphael barley variety on the resistance to lodging, the development of diseases, and the quality indicators of grain, average, 2020–2022

Норма высева, млн на 1,0 га	Устойчивость к полеганию, балл	Болезни, балл			Белок, %	Крахмал, %
		Мучнистая роса	Темно-бурая пятнистость	Сетчатая пятнистость		
3,0	7,5	8,0	7,0	7,0	14,7	52,4
3,5	7,4	8,0	7,0	7,0	14,3	52,2
4,0	7,3	8,0	6,7	7,0	13,5	52,6
4,5	7,3	8,0	6,8	6,8	13,7	52,2
5,0	7,3	7,5	6,5	6,6	13,7	52,3

посева. Увеличение нормы высева способствовало незначительному усилению развития большинства листовых болезней и снижению устойчивости к полеганию (табл. 4).

Снижение нормы высева семян до 3,0–3,5 млн на 1,0 га способствовало накоплению сухого вещества в зернах ячменя, что обусловило самые высокие показатели содержания белка — 14,7–14,3%.

Выводы / Conclusion

На продуктивность ячменя ярового Рафаэль в условиях Нечерноземья на темно-серой лесной почве среднего уровня плодородия при севе в оптимальные сроки значительно влияет норма высева семян.

Установлено, что вариант с нормой высева 3,0 млн зерен на 1,0 га сформировал максимальный коэффициент кущения, имел наивысшую продуктивность одного

растения, длину колоса и число зерен в колосе по сравнению с другими вариантами опыта. Несмотря на это, данный вариант имел самую низкую урожайность в опыте — 5,52 т/га.

Урожайность данного сорта во многом определяли масса 1000 зерен ($r = +0,785$) и количество растений перед уборкой ($r = +0,329$). Остальные исследуемые показатели структуры продуктивности сорта, такие как полевая всхожесть, сохранность растений к уборке, продуктивный стеблестой, продуктивная кустистость, длина колоса, число зерен в колосе, высота растений, носили отрицательный вектор по влиянию на урожайность сорта ($r = -0,431-0,963$). Наивысший показатель урожайности за годы исследований, являющийся главным критерием оценки данного опыта, был достигнут при норме высева от 4,0 до 4,5 млн всхожести зерен на 1,0 га — 6,28–6,57 т/га.

Автор несет ответственность за свою научную работу и представленные данные в научной статье.

The author is responsible for his scientific work and the data presented in the scientific article.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блохин В.И., Сержанов И.М., Ланочкина М.А., Ганиева И.С., Каримов Х.З. Отзывчивость сорта ячменя ярового Камашевский на норму высева. *Достижения науки и техники АПК*. 2019; 5: 39–41. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10509>
2. Сурин Н.А., Герасимов С.А., Бобровский А.В., Крючков А.А. Разработка элементов сортовой агротехники зерновых культур в Красноярском крае. *Земледелие*. 2021; 7: 22–25. <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-7-22-25>.
3. Якушев В.П., Михайленко И.М., Драгавцев В.А. Агротехнологические и селекционные резервы повышения урожая зерновых культур в России. *Сельскохозяйственная биология*. 2015; 50(5): 550–560. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2015.5.550rus5>
4. Hossain A., Skalicky M., Brestic M., Maitra S., Ashraf Alam M., Abu Syed M., Hossain J., Sarkar S., Saha S., Bhadra P., Shankar T., Bhatt R., Chaki A.K., EL Sabagh A., Islam T. Consequences and Mitigation Strategies of Abiotic Stresses in Wheat (*Triticum aestivum* L.) under the Changing Climate. *Agronomy*. 2021; 11(2): 241. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020241>
5. Левакова О.В. Отзывчивость нового сорта ячменя ярового Знатный на норму высева в условиях Рязанской области. *Аграрная наука*. 2021; 3: 70–73. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-70-73>
6. Якушев В.П., Канаш Е.В., Русаков Д.В. и др. Корреляционные зависимости между вегетационными индексами, урожаем зерна и оптическими характеристиками листьев пшеницы при разном содержании в почве азота и густоте посева. *Сельскохозяйственная биология*. 2022; 1(57): 98–112. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2022.1.98rus>
7. Левакова О.В. Вариабельность элементов структуры урожая ячменя ярового в зависимости от гидротермических условий вегетации. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022; 23(3): 327–333. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>
8. Monia Niero, Cathrine H. Ingvorsen, Pirjo Peltonen-Sainio et al. Eco-efficient production of spring barley in a changed climate: A Life Cycle Assessment including primary data from future climate scenarios. *Agricultural Systems*. 2015; 136: 46–60.
9. Dunan C.M., Moore F. D., Westra P. A plant process-economic model for wild oats management decisions in irrigated barley. *Agricultural Systems*. 1994; 45(4): 355–368.
10. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. М.: ООО «Группа Компаний Море». 2019; 384.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. Москва: Книга по требованию. 2013; 349.
12. Левакова О.В. Вариабельность элементов структуры урожая ячменя ярового в зависимости от гидротермических условий вегетации. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022; 23(3): 327–333. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>

ОБ АВТОРАХ:

Ольга Викторовна Левакова, кандидат сельскохозяйственных наук, Институт семеноводства и агротехнологий — филиал Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, 1. ул. Парковая, с. Подвыазье, Рязанская область, 390502, Российская Федерация
E-mail: levakova.olga@bk.ru

REFERENCES

1. Blokhin V.I., Serzhanov I.M., Lanochkina M.A., Ganieva I.S., Karimov Kh.Z. Responsiveness of the spring barley variety Kamashovsky to the seeding rate. *Chievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2019; 5: 39–41 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10509>
2. Surin N.A., Gerasimov S.A., Bobrovsky A.V., Kryuchkov A.A. Development of elements of varietal agrotechnics of grain crops in the Krasnoyarsk Territory. *Agriculture*. 2021; 7: 22–25 (In Russian). <https://doi.org/10.24412/0044-3913-2021-7-22-25>.
3. Yakushev V.P., Mikhailenko I.M., Dragavtsev V.A. Agrotechnological and breeding reserves for increasing grain yields in Russia. *Agricultural biology*. 2015; 50(5): 550–560 (In Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2015.5.550rus5>
4. Hossain A., Skalicky M., Brestic M., Maitra S., Ashraf Alam M., Abu Syed M., Hossain J., Sarkar S., Saha S., Bhadra P., Shankar T., Bhatt R., Chaki A.K., EL Sabagh A., Islam T. Consequences and Mitigation Strategies of Abiotic Stresses in Wheat (*Triticum aestivum* L.) under the Changing Climate. *Agronomy*. 2021; 11(2): 241. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020241>
5. Levakova O.V. Responsiveness of a new variety of spring barley Noble to the seeding rate in the conditions of the Ryazan region. *Agriarian science*. 2021; 3: 70–73 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-70-73>
6. Yakushev V.P., Kanash E.V., Rusakov D.V. et al. Correlations between vegetation indices, grain yield and optical characteristics of wheat leaves with different nitrogen content in the soil and sowing density. *Agricultural biology*. 2022; 1(57): 98–112 (In Russian). <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2022.1.98rus>
7. Levakova O.V. Variability of the elements of the structure of the spring barley crop depending on the hydrothermal conditions of vegetation. *Agriarian science of the Euro-North-East*. 2022; 23(3): 327–333 (In Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>
8. Monia Niero, Cathrine H. Ingvorsen, Pirjo Peltonen-Sainio et al. Eco-efficient production of spring barley in a changed climate: A Life Cycle Assessment including primary data from future climate scenarios. *Agricultural Systems*. 2015; 136: 46–60.
9. Dunan C.M., Moore F.D., Westra P. A plant process-economic model for wild oats management decisions in irrigated barley. *Agricultural Systems*. 1994; 45(4): 355–368.
10. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Iss. 1. Moscow: OOO «Group of Companies Sea». 2019; 384 (In Russian).
11. Dospikhov B.A. Methodology of field experience. Moscow: Book on demand. 2013; 349 (In Russian).
12. Levakova O.V. Variability of the elements of the structure of the spring barley crop depending on the hydrothermal conditions of vegetation. *Agriarian science of the Euro-North-East*. 2022; 23(3): 327–333 (In Russian). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.3.327-333>

ABOUT THE AUTHORS:

Olga Viktorovna Levakova, Candidate of Agricultural Sciences, Institute of Seed Production and Agrotechnologies — Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 1 Parkovaya str. Podvyazye village, Ryazan region, 390502, Russian Federation
E-mail: levakova.olga@bk.ru