

## Продуктивность ярового ячменя при разных нормах высева и дозах удобрений

© 2024. А. А. Артемьев ✉, Г. Н. Ибрагимова

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

В лесостепных районах Евро-Северо-Востока РФ (Республика Мордовия) выполнены исследования по оптимизации приемов возделывания ярового ячменя сорта Зазерский 85, позволяющих повысить урожайность и улучшить качество зерна. Эксперимент проводили в 2020–2022 гг. на черноземе выщелоченном среднемощном среднегумусном тяжелосуглинистом. Изучали нормы высева (4,5; 5,0; 5,5 млн всх. семян/га) и дозы удобрений ( $N_0P_0K_0$ ;  $N_{32}P_{32}K_{32}$  – до посева (фон), фон +  $N_{30-60-90}$  в подкормку). Установлено, что увеличение нормы высева с 4,5–5,0 до 5,5 млн достоверно снижало урожайность зерна ячменя в среднем за годы исследований на 0,61–0,70 т/га соответственно. Урожайность культуры существенно повысилась под влиянием минеральных удобрений – на 1,62–3,42 т/га в сравнении с контролем (2,68 т/га). В целом наибольшая урожайность зерна (6,29...6,47 т/га) получена при высева ячменя с нормами 4,5 и 5,0 млн всх. семян/га при внесении  $N_{32}P_{32}K_{32}$  до посева и  $N_{60-90}$  в подкормку в фазе «кущение». Под воздействием удобрений изменялись качественные показатели зерна: повышались натура на 15–33 г/л, масса 1000 зерен – на 0,63–1,53 г, содержание белка – до 13,2 %; снижалась пленчатость на 0,3–0,7 абс. %. Наибольшая выравненность зерна (93,0–94,8 %) отмечена при норме высева 4,5 и 5,0 млн всх. семян/га в вариантах с азотными подкормками ( $N_{60-90}$ ) на фоне  $N_{32}P_{32}K_{32}$ . Максимальная рентабельность производства зерна ячменя сорта Зазерский 85 (103,18 %) получена при норме высева 4,5 млн всх. семян на 1 га при внесении  $N_{32}P_{32}K_{32}$  до посева и  $N_{60}$  в подкормку в фазу «кущение».

**Ключевые слова:** *Hordeum vulgare* L., высев семян, предпосевное внесение удобрений, подкормка азотом, урожайность, качество зерна, эффективность

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки Российской Федерации в рамках государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема FNWE-2022-0005, рег. № 1021060407720-0).

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

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Артемьев А. А., Ибрагимова Г. Н. Продуктивность ярового ячменя при разных нормах высева и дозах удобрений. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024;25(4):571–582.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.4.571-582>

Поступила: 14.05.2024

Принята к публикации: 31.07.2024

Опубликована онлайн: 28.08.2024

## Productivity of spring barley at different seeding rates and doses of fertilizers

© 2024. Andrey A. Artemjev ✉, Galina N. Ibragimova

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

In the forest-steppe of the Euro-North-East of the Russian Federation (The Republic of Mordovia), the research has been carried out to optimize methods for cultivating spring barley of the Zazersky 85 cultivar, which allow to increase yield and improve grain quality. The experiment was carried out in 2020–2022 on leached medium-humic heavy loamy chernozem. There were studied seeding rates (4.5; 5.0; 5.5 million germinating seeds/ha) and doses of fertilizers ( $N_0P_0K_0$ ;  $N_{32}P_{32}K_{32}$  – before sowing (background); background +  $N_{30-60-90}$  – in top dressing). It has been established that increasing the seeding rate from 4.5–5.0 to 5.5 million significantly reduced the barley grain yield by 0.61–0.70 t/ha, respectively, on average over the years of the research. The crop yield increased significantly under the influence of mineral fertilizers – by 1.62–3.42 t/ha compared to the control (2.68 t/ha). In general, the highest grain yield (6.29–6.47 t/ha) was obtained when sowing barley at rates of 4.5 and 5.0 million germinated seeds/ha by the application of  $N_{32}P_{32}K_{32}$  before sowing and  $N_{60-90}$  as a top dressing in the tillering phase. Under the influence of fertilizers, the quality parameters of grain changed: the grain unit increased by 15–33 g/l, the weight of 1000 grains – by 0.63–1.53 g, the protein content – up to 13.2 %; the film content decreased by 0.3–0.7 abs. %. The highest grain uniformity (93.0–94.8 %) was observed at the seeding rate of 4.5 and 5.0 million germinated seeds/ha in the variants with nitrogen fertilizers ( $N_{60-90}$ ) against the background of  $N_{32}P_{32}K_{32}$ . The highest profitability of grain production of the Zazersky 85 barley cultivar (103,18 %) was obtained at the seeding rate of 4.5 million germinated seeds per 1 ha with the application of  $N_{32}P_{32}K_{32}$  before sowing and  $N_{60}$  as a top dressing in the tillering phase.

**Keywords:** *Hordeum vulgare* L., seed sowing, pre-sowing fertilization, nitrogen fertilization, yield, grain quality, efficiency

*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 Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme FNWE-2022-0005, reg. No. 1021060407720-0).

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

*Conflict of interest:* the authors stated that there was no conflict of interest.

*For citation:* Artemjev A. A., Ibragimova G. N. Productivity of spring barley at different seeding rates and doses of fertilizers. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2024;25(4):571–582. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.4.571-582>

Received: 14.05.2024

Accepted for publication: 31.07.2024

Published online: 28.08.2024

Большинство сортов зерновых культур, в том числе ярового ячменя, имеют высокий потенциал урожайности и качества продукции [1, 2, 3, 4]. Однако его реализация возможна только через разработку индивидуальной сортовой технологии возделывания, в которой особое место отводится научно обоснованной норме высева и рациональному использованию удобрений [5, 6].

Оптимальная густота стояния растений является одним из важнейших условий, определяющих полноту использования природных факторов для получения высокого урожая хорошего качества в условиях конкретного региона [7, 8]. Это подтверждается проведенными исследованиями в разных регионах России и ближнего зарубежья [1, 9]. В работах ряда авторов обращалось внимание на необходимость выращивания растений в разреженных посевах [10, 11, 12], что способствует получению более полноценного по качеству зерна [13, 14]. Другие исследователи, наоборот, считают, что использование пониженных норм высева приводит к получению невыравненной продукции [15].

В настоящее время при внедрении в производство ресурсосберегающих технологий возделывания полевых культур одной из основных статей расходов остается приобретение семян. Общепринятые нормы высева для яровых зерновых культур составляют около 5,0 млн всх. семян на 1 га. При складывающейся на большинстве площадей полевой всхожести семян это может быть не оправдано. Поэтому при проведении посева необходима оптимизация нормы высева [16].

В условиях лесостепи Евро-Северо-Востока РФ с достаточным разнообразием почвенного покрова рационализация режимов питания ячменя для получения высококачественного зерна требует особого внимания. Дозы удобрений должны устанавливаться по каждому полю с учетом предшественника, почвенного плодородия, величины планируемого урожая,

биологических особенностей сортов [17, 18, 19]. Среди факторов, оказывающих непосредственное влияние на эффективность удобрений, немаловажное значение имеют сроки их внесения. Сильная подвижность азота в почве создает необходимость максимального приближения внесения азота ко времени наиболее интенсивного его потребления [9, 20, 21].

Таким образом, норма высева и доза удобрений являются важными факторами повышения урожайности и улучшения качества зерна ярового ячменя. Однако их эффективность будет высокой, если эти приемы сочетаются с важнейшими агротехническими требованиями. Поэтому их оптимизация должна быть направлена не только на повышение урожайности культуры, но и на улучшение семенных качеств зерна (масса 1000 зерен, крупность, выравненность и др.), имеющих приоритетное значение в современных экономических условиях страны [22, 23]. Именно решение данных вопросов легло в основу работы по совершенствованию технологии возделывания ярового ячменя с учетом особенностей региона, результаты которой представлены ниже.

**Цель исследований** – оптимизация приемов возделывания (норма высева и применение удобрения) ярового ячменя, позволяющих повысить урожайность и улучшить качество зерна.

Программа исследования предполагала решение следующих задач:

- определение урожайности ярового ячменя в зависимости от нормы высева и доз минеральных удобрений;

- изучение влияния минеральных удобрений и нормы высева на семенные качества ярового ячменя;

- оценка эффективности приемов возделывания ярового ячменя.

**Новизна исследований** – совершенствование агротехнологических приемов выращивания ярового ячменя, отвечающих современным требованиям производства и направ-

ленных на увеличение производства зерна и улучшение его качества.

**Материал и методы.** Экспериментальную работу по совершенствованию агротехнологии ярового ячменя проводили в Мордовском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – филиале ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2020–2022 гг.

Исследования проводили на черноземе выщелоченном среднемощном среднегумусном тяжелосуглинистом. Почва имела следующую характеристику:  $pH_{\text{сол}} - 5,2^1$ , содержание гумуса – 6,2 %<sup>2</sup>, общего азота – 0,36 %<sup>3</sup>, подвижных форм фосфора и калия<sup>4</sup> – 173 и 210 мг/кг почвы соответственно.

Реализация обозначенной цели осуществлялась через проведение двухфакторного полевого опыта, сопровождающегося сопутствующими наблюдениями, учетами и анализами. Схема опыта:

1. Норма высева, млн всх. семян на 1 га (фактор А): 4,5; 5,0; 5,5.

2. Минеральные удобрения (фактор В):

$N_0P_0K_0$  (контроль);

$N_{32}P_{32}K_{32}$  – до посева (фон);

Фон +  $N_{30}$  в подкормку;

Фон +  $N_{60}$  в подкормку;

Фон +  $N_{90}$  в подкормку.

Повторность четырехкратная, размещение вариантов систематическое. Размер делянок I порядка – 200 м<sup>2</sup> (20,0×10,0 м), II порядка – 40 м<sup>2</sup> (4,0×10,0 м). Агротехника ячменя в опыте общепринятая для региона<sup>5</sup>.

В опыте возделывали сорт Зазерский 85. Удобрения вносили до посева под предпосевную культивацию и в подкормку в фазу «кущение» культуры (разбрасывание по поверхности почвы). Применяли азофоску и аммиачную селитру в соответствии со схемой опыта. Исследования проводили по общепринятым

методикам<sup>6, 7, 8</sup>. Данные обработаны двухфакторным дисперсионным анализом.

**Результаты и их обсуждение.** Агроклиматическая характеристика условий вегетации в годы проведения исследований соответствовала зоне лесостепи Евро-Северо-Востока РФ. Для 2020 года была свойственна увлажненная весна (ГТК = 1,8), существенные колебания температурного режима и засушливые условия второй половины вегетации (ГТК = 0,3–0,9), в целом за вегетацию ГТК составил 1,3 (среднегодовалый – 1,09), что было характерно для нормальных условий увлажнения. В 2021 году наблюдались значительные изменения температуры и недобор осадков (дефицит 21 %). ГТК за вегетацию равнялся 0,8, что по условиям увлажнения свидетельствовало о слабой степени засухи. В 2022 году сложились менее засушливые условия погоды, ГТК равнялся 1,01 (нормальное увлажнение), но осадки в течение вегетации распределялись неравномерно.

Формирование густоты стояния зерновых культур начинается с момента прорастания зерновки и определяется полевой всхожестью, анализ которой показал, что как снижение нормы высева с 5,0 до 4,5 млн всх. семян/га, так и ее увеличение до 5,5 млн не вызвали какого-либо изменения данного показателя у изучаемого сорта. Применение минеральных удобрений под предпосевную культивацию и в подкормку также не влияло на показатель полевой всхожести семян ячменя (табл. 1).

В процессе вегетации ячменя на растения действовали различные факторы риска, которые к уборке способствовали уменьшению их количества на единице площади, причем значительно при норме 5,5 млн всх. семян на 1 га (выживаемость в среднем по вариантам с удобрениями составила 81,1 %). Наибольшее количество растений (выживаемость 88,0 %) сохранилось при норме 4,5 млн всх. семян на 1 га.

<sup>1</sup>ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее pH по методу ЦИНАО. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. 6 с. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/738/4294827946.pdf>

<sup>2</sup>ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. Определение органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО. М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1992. 6 с.

URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/f09/4294828267.pdf>

<sup>3</sup>ГОСТ 26107-84. Почвы. Методы определения общего азота. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1984. 11 с. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/ef7/4294828346.pdf>

<sup>4</sup>ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М.: Стандартинформ, 2013. 11 с. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/32d/4293788445.pdf>

<sup>5</sup>Адаптивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Республики Мордовия: методическое руководство. В. Г. Печаткин, А. М. Гурьянов, А. А. Артемьев и др. Под общ. ред. А. М. Гурьянова. Саранск, 2003. 428 с.

<sup>6</sup>Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

<sup>7</sup>Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. Вып. 1. 270 с.

<sup>8</sup>Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. Вып. 2. 195 с.

*Таблица 1 – Густота стояния растений ярового ячменя сорта Зазерский 85 в зависимости от нормы высева и дозы удобрений (среднее за 2020–2022 гг.)*

*Table 1 – Density of Zazersky 85 spring barley cultivar plants depending on the seeding rate and dose of fertilizers (average for 2020–2022)*

Доза удобрений (B) / Dose of fertilizers (B)	Лабораторная всхожесть, % / Laboratory germination, %	Полевая всхожесть, % / Field germination, %	Выживаемость, % / Survival rate, %	Густота растений, шт/м <sup>2</sup> / Plant density, pcs/m <sup>2</sup>		
				всходы / sprouts	перед уборкой / before harvesting	
Норма высева (A) – 4,5 млн всх. семян/га / Seeding rate (A) – 4.5 mln germ. seeds/ha						
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (контроль) / (control)	96,0	80,3	86,1	361,3	311,1	
N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> * – фон / Fertilizer background	96,0	81,4	87,0	366,3	318,7	
Фон + N <sub>30</sub> ** / Background + N <sub>30</sub>	96,0	82,5	88,2	371,2	327,4	
Фон + N <sub>60</sub> / Background + N <sub>60</sub>	96,0	81,6	89,4	367,2	328,3	
Фон + N <sub>90</sub> / Background + N <sub>90</sub>	96,0	80,9	89,5	364,1	325,8	
Среднее по фактору A / Average by factor A	96,0	81,3	88,0	366,0	322,3	
Норма высева (A) – 5,0 млн всх. семян/га / Seeding rate – 5.0 mln germ. seeds/ha						
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (контроль) / (control)	96,0	79,7	82,9	398,5	330,3	
N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> – фон / Fertilizer background	96,0	80,6	82,1	407,5	334,5	
Фон + N <sub>30</sub> / background + N <sub>30</sub>	96,0	81,2	83,4	406,0	338,6	
Фон + N <sub>60</sub> / background + N <sub>60</sub>	96,0	80,7	84,5	403,5	340,9	
Фон + N <sub>90</sub> / background + N <sub>90</sub>	96,0	82,4	84,8	412,0	349,4	
Среднее по фактору A / Average by factor A	96,0	80,9	83,5	405,5	338,7	
Норма высева (A) – 5,5 млн всх. семян/га / Seeding rate (A) – 5.5 mln germ. seeds/ha						
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (контроль) / (control)	96,0	78,3	79,3	430,6	341,5	
N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> – фон / Fertilizer background	96,0	79,1	80,0	435,1	348,0	
Фон + N <sub>30</sub> / Background + N <sub>30</sub>	96,0	78,8	80,5	433,4	348,9	
Фон + N <sub>60</sub> / Background + N <sub>60</sub>	96,0	77,9	83,0	428,4	355,6	
Фон + N <sub>90</sub> / background + N <sub>90</sub>	96,0	79,0	82,9	434,5	360,2	
Среднее по фактору A / Average by factor A	96,0	78,6	81,1	432,4	350,8	
Среднее по фактору B / The average by factor B	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (контроль) / (control)	96,0	79,4	82,8	396,8	327,6
	N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> – фон / Fertilizer background	96,0	80,4	83,0	402,9	333,7
	Фон + N <sub>30</sub> / Background + N <sub>30</sub>	96,0	80,8	84,0	403,5	338,3
	Фон + N <sub>60</sub> / Background + N <sub>60</sub>	96,0	79,8	85,6	399,7	341,6
	Фон + N <sub>90</sub> / Background + N <sub>90</sub>	96,0	80,8	85,6	403,5	354,1

\*Внесение до посева; \*\* подкормка в фазу «кущение» /

\*Pre-sowing application; \*\*fertilizing during the tillering phase

Применение удобрений неоднозначно влияло на сохранность растений к уборке по всем изучаемым нормам высева. Так, внесение N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> под предпосевную культивацию незначительно повышало выживаемость растений в сравнении с контролем, наблюдалась лишь тенденция к увеличению. Применение в подкормку азота в дозе 30 кг д. в./га повышало

данный показатель относительно контроля на 1,3 абс.%, но при этом значение существенно не различалось с фоновым вариантом. Наибольшая выживаемость растений к уборке (85,6 %) отмечена в варианте с внесением N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> до посева и N<sub>60</sub> в подкормку. Дальнейшее увеличение дозы азота в подкормку не вызвало значимых изменений показателя.

Климатические условия вегетационных периодов также влияли на полноту стояния растений ярового ячменя. В более влажную весну 2020 года полевая всхожесть семян была на 2,5–3,5 % выше. Аналогичную закономерность наблюдали по выживаемости растений. Во все годы исследований преимущество по всхожести и сохранности растений к уборке

имел вариант с нормой высева 4,5 млн всх. семян на 1 га. Действие удобрений на формирование густоты растений во все годы исследований было сходным между собой.

Главным показателем действия изучаемых факторов явилась различная по вариантам опыта урожайность ячменя (табл. 2).

**Таблица 2 – Урожайность ярового ячменя сорта Зазерский 85 в зависимости от нормы высева и минеральных удобрений, т/га (среднее за 2020–2022 гг.)**

**Table 2 – Yield of Zazersky 85 spring barley cultivar depending on the seeding rate and mineral fertilizers, t/ha (average for 2020–2022)**

Доза удобрений (B) / Dose of fertilizers (B)	Норма высева, млн всх. семян/га (A) / Seeding rate, mln gern. seeds/ha (A)			
	4,5	5,0	5,5	среднее по фактору B / the average by factor B
N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (контроль) / (control)	2,67	2,75	2,61	2,68
N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> – фон / fertilizer background	4,48	4,56	3,87	4,30
Фон + N <sub>30</sub> / Background + N <sub>30</sub>	4,81	4,93	4,21	4,65
Фон + N <sub>60</sub> / Background + N <sub>60</sub>	6,29	6,33	5,38	6,00
Фон + N <sub>90</sub> / background +N <sub>90</sub>	6,35	6,47	5,48	6,10
Среднее по фактору A / The average by factor A	4,92	5,01	4,31	-

HCP<sub>05</sub> / LSD<sub>05</sub> (A) 0,26; (B) 0,35

Как показали результаты исследований, снижение нормы высева с 5,0 до 4,5 млн не вызвало существенного отрицательного влияния на сбор зерна ярового ячменя – разница в урожайности (-0,09 т/га) находилась в пределах ошибки опыта. Повышение нормы высева до 5,5 млн достоверно снижало урожайность ячменя относительно нормы высева 5,0 млн в среднем на 0,7 т/га и относительно нормы 4,5 млн – на 0,61 т/га.

Наибольшее влияние на урожайность ячменя оказали минеральные удобрения. Так, в сравнении с контролем (2,68 т/га) внесение под предпосевную культивацию N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> повышало урожайность культуры в среднем по нормам высева на 1,62 т/га. Применение в подкормку N<sub>30</sub> увеличивало урожай на 42,4 % (+1,97 т/га) относительно контроля и на 7,5 % (+0,35 т/га) относительно варианта с допосевным внесением удобрений (4,3 т/га). Возрастание дозы азота в подкормке с 30 до 60 кг д.в./га способствовал росту продуктивности растений в среднем на 22,5 % (+1,35 т/га), а относительно контроля на 55,3 % (+3,32 т/га). Дальнейшее увеличение дозы азота, вносимого в подкормку, существенно не влияло на урожайность ячменя.

В среднем за три года наибольшая урожайность зерна (6,29...6,47 т/га) получена при

высеве ячменя с нормой 4,5 и 5,0 млн всх. семян/га при внесении N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> до посева и N<sub>60-90</sub> в подкормку в фазе «кущение». Наименьший показатель по сбору зерна (2,61 т/га) был отмечен в контроле без удобрений при норме высева 5,5 млн всх. семян/га.

Условия вегетации также оказали влияние на урожайность ярового ячменя. В более увлажненный 2020 год продуктивность ячменя была на 18–25 % выше, чем в другие годы. Во все годы преимущество по урожайности имели варианты с нормой 4,5 и 5,0 млн всх. семян/га, наименьшую – при норме 5,5 млн всх. семян/га. Применение удобрений было результативнее в более влажный год.

В таблице 3 представлены показатели качества зерна ярового ячменя, значения которых во многом зависели от изучаемых норм высева и доз минеральных удобрений.

Данные таблицы 3 свидетельствуют, что понижение нормы высева с 5,0 до 4,5 млн всх. семян/га не способствовало достоверному повышению натурной массы зерна, отмечали лишь тенденцию к ее увеличению. При повышении нормы высева до 5,5 млн натурна зерна понижалась в среднем на 7-8 г/л относительно предыдущих вариантов.

*Таблица 3 – Показатели качества зерна ярового ячменя сорта Зазерский 85 в зависимости от нормы высева и минеральных удобрений (среднее за 2020–2022 гг.) / Table 3 – Indicators of grain quality of Zazersky 85 spring barley cultivar depending on the seeding rate and mineral fertilizers (average for 2020–2022)*

<i>Доза удобрений (B) / Dose of fertilizers (B)</i>	<i>Масса 1000 зерен, г / Weight of 1000 grains, g</i>	<i>Натура, г/л / Grain unit, g/litre</i>	<i>Пленчатость, % / Filminess of grain, %</i>	<i>Содержание белка, % / Grain protein content, %</i>	
<i>Норма высева (A) – 4,5 млн всх. семян/га / Seeding rate (A) – 4.5 mln germ. seeds/ha</i>					
<i>N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> (контроль) / (control)</i>	45,91	647	8,6	12,1	
<i>N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> – фон / Fertilizer background</i>	46,70	663	8,3	12,3	
<i>Фон + N<sub>30</sub> / background + N<sub>30</sub></i>	46,95	674	8,1	12,8	
<i>Фон + N<sub>60</sub> / background + N<sub>60</sub></i>	47,26	684	8,0	13,3	
<i>Фон + N<sub>90</sub> / background + N<sub>90</sub></i>	47,32	680	7,9	13,5	
<i>Среднее по фактору A / The average by factor A</i>	46,82	669	8,2	12,8	
<i>Норма высева (A) – 5,0 млн всх. семян/га / Seeding rate (A) – 5.0 mln germ. seeds/ha</i>					
<i>N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> (контроль) / (control)</i>	45,30	646	8,8	11,8	
<i>N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> – фон / fertilizer background</i>	45,90	662	8,6	12,1	
<i>Фон + N<sub>30</sub> / background + N<sub>30</sub></i>	46,20	673	8,3	12,9	
<i>Фон + N<sub>60</sub> / background + N<sub>60</sub></i>	46,80	679	8,2	13,3	
<i>Фон + N<sub>90</sub> / background + N<sub>90</sub></i>	47,00	680	8,1	13,4	
<i>Среднее по фактору A / The average by factor A</i>	46,20	668	8,4	12,7	
<i>Норма высева (A) – 5,5 млн всх. семян/га / Seeding rate (A) – 5.5 mln germ. seeds/ha</i>					
<i>N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> (контроль) / (control)</i>	44,92	642	10,2	11,7	
<i>N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> – фон / fertilizer background</i>	45,50	655	9,9	12,1	
<i>Фон + N<sub>30</sub> / background + N<sub>30</sub></i>	45,82	664	9,7	12,6	
<i>Фон + N<sub>60</sub> / background + N<sub>60</sub></i>	46,31	671	9,6	13,0	
<i>Фон + N<sub>90</sub> / background + N<sub>90</sub></i>	46,45	673	9,5	13,1	
<i>Среднее по фактору / The average by factor A</i>	45,80	661	9,8	12,5	
<i>Среднее по фактору B / The average by factor B</i>	<i>N<sub>0</sub>P<sub>0</sub>K<sub>0</sub> (контроль) / (control)</i>	45,37	645	9,2	11,8
	<i>N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> – фон / Fertilizer background</i>	46,03	663	8,9	12,1
	<i>Фон + N<sub>30</sub> / Background + N<sub>30</sub></i>	46,32	670	8,7	12,7
	<i>Фон + N<sub>60</sub> / Background + N<sub>60</sub></i>	46,79	678	8,6	13,2
	<i>Фон + N<sub>90</sub> / Background + N<sub>90</sub></i>	46,92	677	8,5	13,3
	<i>НСР<sub>05</sub> / LSD<sub>05</sub></i>				
	A	0,9	4	1,3	0,2
	B	0,3	10	0,3	0,4

Выявлено положительное влияние удобрений на значения показателя «натура зерна» по всем нормам высева (+15...33 г/л). Наибольший эффект (678 г/л) достигнут в варианте с внесением полного минерального удобрения до посева и азота в дозе 60 кг д. в./га в подкормку. Увеличение дозы минерального азота до 90 кг д. в./га при подкормке растений существенно не повлияло на натурную массу зерна.

Максимальное значение показателя «масса 1000 зерен» (46,82 г) отмечено при норме

высева 4,5 млн всх. семян/га, существенно выше (+1,02 г, НСР<sub>05</sub> = 0,9) варианта с нормой высева 5,5 млн.

Применение удобрений оказало наибольший эффект на изменение массы 1000 зерен по всем нормам высева (+0,66...1,55 г при НСР<sub>05</sub> = 0,3). Высокие значения показателя (46,79–46,92 г) получены при внесении на фоне N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> азотной подкормки в дозах 60 и 90 кг д. в./га. Такая тенденция сохранялась в разрезе лет исследований.

Между крупностью зерна и пленчатостью существует обратная корреляционная связь – чем крупнее зерно, тем меньше в нем пленок. В наших исследованиях содержание пленки в зерне варьировало от нормы высева и варианта с удобрениями (табл. 3). Минимальная пленчатость (8,2 %) зерна ячменя в среднем по фактору А отмечена при норме высева 4,5 млн всх. семян/га, наибольшая пленчатость (9,8 %) – при высева культуры с нормой 5,5 млн всх. семян/га. Вариант с нормой 5 млн занимал промежуточное положение.

Внесение удобрений способствовало снижению пленчатости зерна ячменя, хотя каждый последующий вариант достоверно не различался с предыдущим, но каждый из них существенно (-0,3...-0,7 %) отличался с контролем.

В ряде случаев отмечается, что повышение нормы высева сопровождается снижением содержания белка в зерне. В других сказано, что норма высева не оказывает существенного влияния на качество зерна, наблюдалась лишь тенденция к изменению показателей [7, 14]. В наших исследованиях достоверное увеличение белка в зерне ячменя (+0,3 абс.%) отмечено при снижении нормы высева с 5,5 до 4,5 млн всх. семян /га. Сравнение данных норм с 5,0 млн выявило лишь тенденции к увеличению и уменьшению показателя.

Внесение минеральных удобрений положительно влияло на белковость зерна ячменя. Наибольшее содержание белка в зерне (13,2 %) отмечено в вариантах с внесением на фоне  $N_{32}P_{32}K_{32}$  подкормки в дозе  $N_{60}$ . Увеличение дозы азотной подкормки до 90 кг. д. в./га не привело к значительному изменению белковости зерна.

Важным семенным показателем зерна зерновых культур является выравненность, то есть однородность по его крупности. В нашем опыте фракционный состав зерна и его выравненность зависели от изучаемых факторов (табл. 4).

Анализ данных таблицы 4 показал, что возделываемый в опыте сорт ячменя Зазерский 85 существенно по выравненности зерна не реагировал на снижение нормы высева с 5,0 до 4,5 млн всх. семян/га (88,5 и 87,5 % соответственно). При повышении нормы высева с 5,0 до 5,5 млн всх. семян/га происходило снижение однородности зерновой массы на 17,0 абс.% и наблюдался наибольший разброс зерна по фракциям.

Удобрения – самый действенный фактор в повышении выравненности зерна ячменя.

Так, данный показатель в вариантах внесения удобрений при норме 4,5 млн всх. семян/га относительно контроля увеличивался на 3,9...16,7 абс.%, достигая максимальных значений (94,1–94,8 %) при внесении  $N_{32}P_{32}K_{32}$  под культивацию и  $N_{60-90}$  в подкормку, однако увеличение дозы азота до 90 кг д. в./га не дало значимого роста показателя. При норме 5,0 млн всх. семян/га наблюдалась аналогичная закономерность, когда выравненность увеличивалась на 4,1–13,3 абс.%. При обеих нормах высева сумма наибольших остатков отмечена на двух смежных ситах с шириной отверстий 2,8 и 2,5 мм.

При норме высева 5,5 млн в контрольном варианте величина выравненности была на 1,6 % выше, чем в варианте с внесением  $N_{32}P_{32}K_{32}$ , в этих вариантах сумма наибольших остатков была на двух смежных ситах с шириной отверстий 2,5 и 2,2 мм. В варианте с внесением  $N_{32}P_{32}K_{32}$  и  $N_{30}$  в подкормку сумма наибольших остатков отмечена на смежных ситах с шириной отверстий 2,8 и 2,5 мм, а не на ситах 2,5 и 2,2 мм, как в предыдущих вариантах, что было вызвано значительным разбросом зерна на ситах при наибольшей норме высева. Наибольшую выравненность зерна при этой норме высева наблюдали в двух последних вариантах с подкормкой азотом.

Погодные условия вегетационных периодов в годы проведения исследований существенно не влияли на изменение выравненности зерна ярового ячменя.

В целом по опыту наибольшая выравненность зерна (93,0...94,8 %) получена при норме высева 4,5 и 5,0 млн всх. семян/га на фоне внесения  $N_{32}P_{32}K_{32}$  до посева и минерального азота в дозах 60 и 90 кг д. в./га в подкормку, наименьшая величина (68,9 %) зафиксирована на фоне  $N_{32}P_{32}K_{32}$  при норме высева 5,5 млн всх. семян/га.

Результаты исследований на черноземе выщелоченном выявили значимую роль изученных агроприемов в повышении урожайности ярового ячменя и улучшении его качества. В то же время объективно оценить эффективность того или иного элемента технологии невозможно только по продуктивности. Необходимо экономическое обоснование агроприемов, так как с агрономической точки зрения решающую роль имеет не достижение максимального урожая, а получение стабильного уровня рентабельности.

Таблица 4 – Влияние нормы высева и минеральных удобрений на фракционный состав и выравненность зерна ячменя сорта Зазерский 85 (среднее за 2020–2022 гг.) / Table 4 – The influence of seeding rate and mineral fertilizers on the fractional composition and uniformity of Zazersky 85 barley cultivar grain (average for 2020–2022)

Норма высева (А), млн всх. семян/га / Seeding rate (A), mln germ. seeds/ha	Доза удобрений (В) / Dose of fertilizers (B)	Масса фракции ячменя (g), оставшегося на сите с шириной отверстия, мм / Mass of barley fraction (g) remaining on a sieve with opening width, mm				Выравненность*, % / Grain uniformity, %
		2,8	2,5	2,2	поддон / grain tray	
4,5	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (контроль) / (control)	40,1	38,0	18,7	3,3	78,1
	N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> – фон / Fertilizer background	42,0	40,0	15,5	2,5	82,0
	Фон + N <sub>30</sub> / Background + N <sub>30</sub>	45,2	43,1	11,9	1,1	88,3
	Фон + N <sub>60</sub> / Background + N <sub>60</sub>	48,0	46,1	5,5	0,4	94,1
	Фон + N <sub>90</sub> / Background + N <sub>90</sub>	49,0	45,8	5,0	0,2	94,8
Среднее по фактору А / The average by factor A		44,8	42,7	11,3	1,5	87,5
5,0	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (контроль) / (control)	37,0	44,0	15,6	3,4	81,0
	N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> – фон / Fertilizer background	39,1	46,0	12,1	2,9	85,1
	Фон + N <sub>30</sub> / Background + N <sub>30</sub>	41,2	48,1	10,0	1,0	89,2
	Фон + N <sub>60</sub> / Background + N <sub>60</sub>	43,0	50,0	6,8	0,2	93,0
	Фон + N <sub>90</sub> / Background + N <sub>90</sub>	43,3	51,0	5,7	0,0	94,3
Среднее по фактору А / The average by factor A		40,7	47,8	10,0	1,5	88,5
5,5	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (контроль) / (control)	25,1	36,0	34,5	4,5	70,5
	N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> – фон / Fertilizer background	27,2	38,0	30,9	4,1	68,9
	Фон + N <sub>30</sub> / Background + N <sub>30</sub>	29,0	41,0	27,2	2,8	70,0
	Фон + N <sub>60</sub> / Background + N <sub>60</sub>	31,2	42,1	26,0	0,6	73,3
	Фон + N <sub>90</sub> / Background + N <sub>90</sub>	32,5	42,3	24,9	0,6	74,8
Среднее по фактору А / The average by factor A		29,0	39,9	28,7	2,5	71,5
Среднее по фактору В / The average by factor B	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (контроль) / (control)	34,1	39,3	22,9	3,7	76,5
	N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> – фон / Fertilizer background	36,1	41,3	19,5	3,16	78,6
	Фон + N <sub>30</sub> / Background + N <sub>30</sub>	38,4	44,1	16,0	1,6	82,5
	Фон + N <sub>60</sub> / Background + N <sub>60</sub>	40,7	46,1	12,76	0,4	86,8
	Фон + N <sub>90</sub> / Background + N <sub>90</sub>	41,6	46,3	11,86	0,26	87,9

\*Сумма наибольших остатков на двух смежных ситах с шириной отверстий 2,8 и 2,5 мм или 2,5 и 2,2 мм / \*The sum of the largest residues on two adjacent sieves with opening widths of 2.8 and 2.5 mm or 2.5 and 2.2 mm

За основу расчетов экономической эффективности изучаемых агроприемов взяты реальные технологические карты возделывания ячменя и нормативные справочники по ценам и затратам, сложившимся в настоящее время (табл. 5).

Анализ показал, что возделывание сорта Зазерский 85 при снижении нормы высева с 5,0 до 4,5 млн всх. семян/га приводило к росту

условно чистого дохода и уровня рентабельности. Возделывание ячменя при норме 5,5 млн всх. семян на 1 га было наименее эффективным.

Применение удобрений повышало рентабельность производства зерна ячменя по сравнению с контрольным вариантом, однако увеличение дозы азота в подкормку с 60 до 90 кг д. в./га снижало рентабельность на 2–14 абс.%.

Таблица 5 – Экономическая оценка приемов возделывания ярового ячменя сорта Зазерский 85 в зависимости от нормы высева и дозы удобрений (среднее за 2020–2022 гг.) / Table 5 - Economic assessment of the cultivation of Zazersky 85 spring barley cultivar depending on the seeding rate and dose of fertilizers (average for 2020–2022)

Норма высева (А), млн всх. семян/га / Seeding rate (A), mln germ. seeds/ha	Доза удобрений (В) / Dose of fertilizers (B)	Стоимость валового сбора / The cost of gross yield	Затраты на возделывание / Production costs	Условно чистый доход / Net income	Рентабельность, % / Profitability, %
		тыс. руб/га / thousand rub/ha			
4,5	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (контроль) / (control)	18,69	12,77	5,92	46,35
	N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> – фон / Fertilizer background	31,36	17,97	13,42	74,68
	Фон + N <sub>30</sub> / Background + N <sub>30</sub>	33,67	19,82	13,85	69,87
	Фон + N <sub>60</sub> / Background + N <sub>60</sub>	44,03	21,67	22,36	103,18
	Фон + N <sub>90</sub> / Background + N <sub>90</sub>	44,45	23,47	20,98	89,39
5,0	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (контроль) / (control)	19,25	14,33	4,92	34,35
	N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> – фон / Fertilizer background	31,92	19,63	12,39	64,44
	Фон + N <sub>30</sub> / Background + N <sub>30</sub>	34,51	21,38	13,13	61,41
	Фон + N <sub>60</sub> / Background + N <sub>60</sub>	44,31	23,23	21,08	90,74
	Фон + N <sub>90</sub> / Background + N <sub>90</sub>	45,29	24,05	21,24	88,31
5,5	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub> (контроль) / (control)	18,27	15,89	2,38	14,97
	N <sub>32</sub> P <sub>32</sub> K <sub>32</sub> – фон / Fertilizer background	27,09	21,09	6,0	28,44
	Фон + N <sub>30</sub> / Background + N <sub>30</sub>	29,47	22,94	6,53	28,46
	Фон + N <sub>60</sub> / Background + N <sub>60</sub>	37,67	24,79	12,88	51,95
	Фон + N <sub>90</sub> / Background + N <sub>90</sub>	38,36	25,61	12,75	49,78

В целом по опыту наибольшая рентабельность производства (103,18 %) по ячменю сорта Зазерский 85 получена при норме высева 4,5 млн всх. семян на 1 га на фоне внесения N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> до посева и N<sub>60</sub> в подкормку.

**Заключение.** Таким образом, в условиях лесостепных районов Северо-Восточного региона Европейской части РФ для получения наибольшего количества зерна с единицы площади установлены оптимальные нормы высева ярового ячменя сорта Зазерский 85 – 4,5 и 5,0 млн всх. семян/га. При внесении N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> до посева и N<sub>60-90</sub> в подкормку в фазу «кущение» данные нормы высева позволили достигнуть урожайности 6,29...6,47 т/га. Повышение нормы до 5,5 млн не приводило к росту урожайности

культуры. Применение минеральных удобрений по всем изучаемым дозам способствовало увеличению урожайности ячменя и улучшению качества зерна, повышая в лучшем варианте (N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> + N<sub>60</sub>) содержание белка до 13,2 %. Наибольшая выравненность зерна ячменя (93,0...94,8 %) получена при нормах высева 4,5 и 5,0 млн всх. семян/га на фоне внесения N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> до посева и N<sub>60-90</sub> в подкормку.

Высокая рентабельность производства зерна ячменя сорта Зазерский 85 (103,18 %) получена при норме высева 4,5 млн всх. семян на 1 га на фоне внесения N<sub>32</sub>P<sub>32</sub>K<sub>32</sub> до посева и N<sub>60</sub> – в подкормку, увеличение дозы азота в подкормку до 90 кг д. в./га – снижало экономическую эффективность производства на 14 %.

#### Список литературы

1. Melnyk T. V., Yarchuk I. I., Masliiov S. V. Efficiency of cultivation of hard winter wheat of variety kontynent in conditions of the Northern steppe of Ukraine. Grain crops. 2019;3(1):45–51. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41322150> EDN: RGLAVC
2. Никифоров В. М., Никифоров М. И., Мамеев В. В. Урожайность и качество зерна сортов ярового ячменя в интенсивных технологиях возделывания. Вестник Брянской ГСХА. 2019;(6(76)):8–13. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41466919> EDN: ZMTEMR

3. Мартынова С. В., Пакуль В. Н. Адаптивный потенциал селекционных линий ярового ячменя в условиях Кузнецкой котловины. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021;51(5):28–35. DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-5-3> EDN: TPPLHH
4. Сурин Н. А., Герасимов С. А., Ляхова Н. Е. Адаптивность и экологическая пластичность ячменя в условиях лесостепи Красноярского края. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023;53(6):15–23. DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-6-2> EDN: CDPVLS
5. Николаев П. Н., Юсова О. А., Аниськов Н. И., Сафонова И. В., Ряполова Я. В. Новый среднеспелый сорт ярового ячменя Омский 101. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2019;180(2):83–88. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-83-88> EDN: SQKNPJ
6. Артемьев А. А., Гурьянов А. М., Кузнецов Д. А. Технология семеноводства яровых зерновых культур: научно-практические рекомендации. Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2021. 80 с.
7. Хоконова М. Б., Кудавев Р. Х., Бжеумыхов В. С., Кашукоев М. В., Расулов А. Р. Влияние норм высева на урожай и качество ячменя. Проблемы развития АПК региона. 2022;(2(50)):116–120. DOI: [https://doi.org/10.52671/20790996\\_2022\\_2\\_116](https://doi.org/10.52671/20790996_2022_2_116) EDN: KKRAZE
8. Кузикеев Ж. В., Борадулина В. А., Мусалитин Г. М., Кузикеева А. П. Формирование продуктивности и качества зерна сортов ярового ячменя в зависимости от норм высева и уровня азотного питания в лесостепи Алтайского края. Достижения науки и техники АПК. 2022;36(3):74–78. DOI: [https://doi.org/10.53859/02352451\\_2022\\_36\\_3\\_74](https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_3_74) EDN: AHDDUZ
9. Вильдфлуш И. Р., Мурзова О. В., Барбасов Н. В. Влияние новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество голозерного овса и ярового ячменя. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2018;(2):106–109. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35184787> EDN: XRYUAN
10. Дубровский А. В., Соломатина Н. В., Попова О. В., Ветров В. Ф., Полянский Н. А. Влияние нормы высева на урожайность ярового ячменя в условиях Тамбовской области. Наука и Образование. 2023;6(1):229. Режим доступа: <https://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/5585> EDN: ECAROE
11. Ламажап Р. Р. Урожайность ярового ячменя в зависимости от норм высева и сроков посева в условиях Республики Тыва. Вестник КрасГАУ. 2022;(12(189)):26–31. DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-12-26-31> EDN: CVAYLK
12. Горянин О. И., Пронович Л. В., Джангабаев Б. Ж. Оптимизация норм высева ярового ячменя в Поволжье. Аграрный научный журнал. 2023;(11):44–50. DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i11pp44-50> EDN: DKSOJB
13. Левакова О. В. Отзывчивость нового сорта ярового ячменя Знатный на норму высева в условиях Рязанской области. Аграрная наука. 2021;(3):70–73. DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-70-73> EDN: TTFQGE
14. Владимиров В. П., Гареев И. Р., Бизянов С. Я. Продуктивность и качество зерна ячменя в зависимости от норм высева и расчетных доз удобрений в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2019;(3(10)):21–26. DOI: <https://doi.org/10.17022/800m-6792> EDN: YXZVRA
15. Кузикеев Ж. В., Борадулина В. А., Мусалитин Г. М., Кузикеева А. П. Реакция сортов ячменя на нормы высева и уровень азотного питания на выщелоченных черноземах Алтайского Приобья. Достижения науки и техники АПК. 2020;34(7):27–31. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10704> EDN: CSNCWX
16. Джангабаев Б. Ж., Пронович Л. В., Щербинина Е. В., Горянин О. И. Влияние способов посева и норм высева на продуктивность и эффективность возделывания ярового ячменя в Среднем Заволжье. Молодой ученый. 2016;(27-3(131)):31–33. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27535156> EDN: XEOIUP
17. Завьялов Р. О., Соловьева Ю. А. Влияние минеральных удобрений на урожайность ячменя (*Hordeum Sativum* L.). Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. 2020;(34(39)):7–11. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44244154> EDN: KXANBP
18. Абашев В. Д., Светлакова Е. В., Попов Ф. А., Носкова Е. Н., Денисова А. В. Влияние возрастающих доз и соотношений минеральных удобрений на урожайность и качество зерна ячменя. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016;(1(50)):24–30. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25476136> EDN: VLMVXV
19. Малков Н. Г., Чухина О. В., Демидова А. И., Перекопский А. Н., Михайлюк А. И. Эффективность технологических приемов возделывания ярового ячменя. Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2020;(1(102)):100–110. DOI: <https://doi.org/10.24411/0131-5226-2020-10232> EDN: YKYSXE
20. Зинченко В. Е., Гринько А. В., Кулыгин В. А. Влияние элементов технологии на продуктивность ярового ячменя в условиях обыкновенных черноземов. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017;(5):48–51. Режим доступа: <https://elibrary.ru/ZSMJYB> EDN: ZSMJYB
21. Калинчева М. М., Феоктистова Н. А., Акшарова В. Г. Минеральные удобрения – стабилизатор продуктивности ярового ячменя на серой лесной почве. Достижения науки и техники АПК. 2017;31(1):19–21. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=YKUSST> EDN: YKUSST
-

22. Грядунова Н. В., Хмызова Н. Г. Векторы развития селекции и семеноводства зерновых, зернобобовых и крупяных культур как основа продовольственного суверенитета страны. Зернобобовые и крупяные культуры. 2021;(3(39)):5–11. DOI: <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-3-5-11> EDN: GFJQVU

23. Спиридонов А. М., Николенко П. Г. Семеноводство как фактор повышения эффективности производства зерна. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017;(46):174–182. Режим доступа: <https://elibrary.ru/yorsgf> EDN: YORSGF

### References

1. Melnyk T. V., Yarchuk I. I., Masliiiv S. V. Efficiency of cultivation of hard winter wheat of variety kontnyent in conditions of the Northern steppe of Ukraine. Grain crops. 2019;3(1):45–51.

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41322150>

2. Nikiforov V. M., Nikiforov M. I., Mameev V. V. Yield and grain quality of spring barley varieties in the intensive cultivation technologies. *Vestnik Bryanskoy GSKhA* = Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2019;(6(76)):8–13. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41466919>

3. Martynova S. V., Pakul V. N. Adaptive potential of breeding lines of spring barley in conditions of Kuznetsk Depression. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2021;51(5):28-35. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-5-3>

4. Surin N. A., Gerasimov S. A., Lyakhova N. E. Adaptability and ecological plasticity of barley under forest-steppe conditions of the Krasnoyarsk Territory. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Siberian Herald of Agricultural Science. 2023;53(6):15-23. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-6-2>

5. Nikolaev P. N., Yusova O. A., Aniskov N. I., Safonova I. V., Ryapolova J. V. New mid-season spring barley cultivar 'Omsky 101'. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii* = Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2019;180(2):83-88. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-83-88>

6. Artemjev A. A., Guryanov A. M., Kuznetsov D. A. Technology of seed production of spring grain crops: scientific and practical recommendations. Saransk: *Izd-vo Mordovskogo un-ta*, 2021. 80 p.

7. Khokonova M. B., Kudaev R. Kh., Bzheumykhov V. S., Kashukoev M. V., Rasulov A. R. Influence of seeding rates on the yield and quality of barley. *Problemy razvitiya APK regiona*. 2022;(2(50)):116–120. (In Russ.). DOI: [https://doi.org/10.52671/20790996\\_2022\\_2\\_116](https://doi.org/10.52671/20790996_2022_2_116)

8. Kuzikeev Zh. V., Boradulina V. A., Musalitin G. M., Kuzikeeva A. P. Formation of productivity and grain quality of spring barley varieties depending on the seeding rates and the level of nitrogen nutrition in the forest-steppe of the Altai territory. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2022;36(3):74–78. (In Russ.). DOI: [https://doi.org/10.53859/02352451\\_2022\\_36\\_3\\_74](https://doi.org/10.53859/02352451_2022_36_3_74)

9. Vildflush I. R., Murzova O. V., Barbasov N. V. The influence of new forms of macro-, micro-fertilizers and growth regulators on the yield and quality of bare oats and spring barley. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy. 2018;(2):106–109. (In Belarus). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35184787>

10. Dubrovskiy A. V., Solomatina N. V., Popova O. V., Vetrov V. F., Polyanskiy N. A. The influence of the seeding rate on the yield of spring barley in the conditions of the Tambov region. *Nauka i Obrazovanie*. 2023;6(1):229. (In Russ.). URL: <https://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/5585>

11. Lamazhap R. R. Yield of spring barley depending on the seeding rates and sowing dates in the conditions of the Republic of Tyva. *Vestnik KrasGAU* = The Bulletin of KrasGAU. 2022;(12(189)):26–31. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-12-26-31>

12. Goryanin O. I., Pronovich L. V., Dzhangabaev B. Zh. Optimization of spring barley seeding rates in the Volga region. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(11):44–50. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i11pp44-50>

13. 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.). DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-346-3-70-73>

14. Vladimirov V. P., Gareev I. R., Bizyanov S. Ya. Productivity and quality of barley grain depending on seeding rates and the calculated doses of fertilizers in conditions of forest-steppe of the Middle Volga region. *Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Vestnik Chuvash State Agricultural Academy. 2019;(3(10)):21–26. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17022/800m-6792>

15. Kuzikeev Zh. V., Boradulina V. A., Musalitin G. M., Kuzikeeva A. P. The reaction of barley varieties to seeding rates and the level of nitrogen nutrition in the leached chernozems of Altai Ob region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2020;34(7):27–31. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10704>

16. Dzhangabaev B. Zh., Pronovich L. V., Shcherbinina E. V., Goryanin O. I. The influence of sowing methods and seeding rates on the productivity and efficiency of spring barley cultivation in the Middle Volga region. *Molodoy uchenyy* = Young Scientist. 2016;(27-3(131)):31–33. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27535156>

17. Zavyalov R. O., Solovieva Yu. A. Influence of mineral fertilizers on barley yield (*Hordeum sativum* L.). *Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta* = Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2020;(34(39)):7–11. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44244154>
18. Abashev V. D., Svetlakova E. V., Popov F. A., Noskova E. N., Denisova A. V. Influence of increasing doses and ratios of mineral fertilizers on productivity and quality of barley grain. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2016;(1(50)):24–30. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25476136>
19. Malkov N. G., Chukhina O. V., Demidova A. I., Perekopskiy A. N., Mikhaylyuk A. I. Effectiveness of spring barley cultivation practices. *Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva*. 2020;(1(102)):100–110. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0131-5226-2020-10232>
20. Zinchenko V. E., Grinko A. V., Kulygin V. A. Influence of technology elements on spring barley yields under the conditions of common chernozems. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2017;(5):48–51. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/ZSMJYB>
21. Kalincheva M. M., Feoktistova N. A., Aksharova V. G. Mineral fertilizers is a stabilizer of the productivity of spring barley on gray forest soil. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2017;31(1):19–21. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=YKUSST>
22. Gryadunova N. V., Khmyzova N. G. Development vectors of breeding and seed production of cereals, legumes and groat crops as the basis of the country's food sovereignty. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* = Legumes and Groat Crops. 2021;(3(39)):5–11. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24412/2309-348X-2021-3-5-11>
23. Spiridonov A. M., Nikolenko P. G. Seed production as a factor of increasing the efficiency of grain production. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University. 2017;(46):174–182. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/yorsgf>

#### **Сведения об авторах**

✉ **Артемьев Андрей Александрович**, доктор с.-х. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, зав. лабораторией координатного земледелия, зам. директора по научной работе, Мордовский НИИ сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Мичурина, д. 5, р. п. Ялга, г. о. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: [niish-mordovia@mail.ru](mailto:niish-mordovia@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8759-8070>, e-mail: [artemjevaa@yandex.ru](mailto:artemjevaa@yandex.ru)

**Ибрагимова Галина Николаевна**, младший научный сотрудник лаборатории первичного семеноводства, Мордовский НИИ сельского хозяйства – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Мичурина, д. 5, р. п. Ялга, г. о. Саранск, Республика Мордовия, Российская Федерация, 430904, e-mail: [niish-mordovia@mail.ru](mailto:niish-mordovia@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4454-3413>

#### **Information about the authors**

✉ **Andrey A. Artemjev**, DSc in Agricultural Science, associate professor, leading researcher, Head of the Laboratory of Coordinate Farming, Principal Director for Scientific Research, Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Michurin street, 5, r. p. Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: [niish-mordovia@mail.ru](mailto:niish-mordovia@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8759-8070>, e-mail: [artemjevaa@yandex.ru](mailto:artemjevaa@yandex.ru)

**Galina N. Ibragimova**, junior researcher, the Laboratory of Primary Seed Production, Mordovia Research Agricultural Institute – branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Michurin street, 5, r. p. Yalga, Saransk, Republic of Mordovia, Russian Federation, 430904, e-mail: [niish-mordovia@mail.ru](mailto:niish-mordovia@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4454-3413>

✉ – Для контактов / Corresponding author