



Научная статья

УДК 633.11:631.559

doi: 10.55186/25876740_2026_69_5_748

ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ СТЕБЛЕСТОЯ НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Ф.Х. Бжинаев, А.Ю. Кишев, Д.А. Тутукова, О.Х. МатаеваИнститут сельского хозяйства — филиал Кабардино-Балкарского
научного центра РАН, Нальчик, Россия

Аннотация. В статье приведены многолетние данные по влиянию густоты стеблестоя на структуру урожая и продуктивность новых сортов озимой пшеницы в условиях степной зоны. Целью исследований явилось установить оптимальные параметры густоты продуктивного стеблестоя для новых сортов озимой пшеницы селекции ИСХ КБНЦ РАН на основе трёхлетних (2023–2025 гг.) полевых исследований в условиях нарастающей аридности климата степной зоны Кабардино-Балкарской Республики (КБР). Полевые опыты заложены в короткороционном севообороте на предкавказском карбонатном тяжелосуглинистом чернозёме (гумус 3,0–3,5%, P_2O_5 — 140–270 мг/кг, K_2O — 200–260 мг/кг). Испытывались четыре сорта: Южанка (стандарт), Алапат, Басият и Таулан. Установлено, что новые сорта достоверно превосходят стандарт по элементам структуры урожая. Максимальная масса зерна с колоса (1,60–1,70 г) и растения (3,45–3,50 г) формировалась при густоте 4,1–5,0 млн раст./га. Максимальная среднееголетняя урожайность сформирована при густоте 5,0 млн раст./га: у сорта Басият — 5,57 т/га, Таулан — 5,43 т/га, Алапат — 5,38 т/га, что на 0,60–0,74 т/га выше показателя стандарта Южанка (4,83 т/га при 4,1 млн раст./га). Выявлена сортовая специфика реакции на уплотнение агроценоза: для Алапата оптимальной является густота 4,1–5,0 млн раст./га, а для Басията и Таулана — 5,0 млн раст./га. Внедрение оптимизированных параметров густоты стеблестоя для новых сортов селекции ИСХ КБНЦ РАН обеспечивает дополнительную прибыль на уровне 7 150–9 620 руб./га и рекомендовано для хозяйств степной зоны КБР.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., норма высева, структура урожая, зерновая продуктивность, адаптивная технология

Благодарности: Исследования выполнены в рамках государственного задания ИСХ КБНЦ РАН (Пер. № НИОКТР: 125032604501-9).

Original article

THE EFFECT OF STEM DENSITY ON THE CROP STRUCTURE AND PRODUCTIVITY OF NEW VARIETIES OF WINTER WHEAT IN THE STEPPE KABARDINO-BALKARIAN REPUBLIC

F.H. Bzhinaev, A.Y. Kisev, D.A. Tutukova, O.H. MataevaInstitute of Agriculture — branch of the Kabardino-Balkarian Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, Russia

Abstract. The article presents long-term data on the effect of stem density on the crop structure and productivity of new varieties of winter wheat in the steppe zone. The aim of the research was to establish optimal parameters of productive stem density for new winter wheat varieties of the Russian Academy of Sciences on the basis of three-year (2023–2025) field studies in the conditions of increasing aridity of the climate of the steppe zone of the Kabardino-Balkarian Republic (KBR). Field experiments are based on a short-rotation crop rotation on the pre-Caucasian carbonate heavy loamy chernozem (humus 3.0–3.5%, P_2O_5 — 140–270 mg/kg, K_2O — 200–260 mg/kg). Four varieties were tested: Yuzhanka (standard), Alapat, Basiyat and Taulan. It has been established that the new varieties significantly exceed the standard in terms of the elements of the crop structure. The maximum weight of grain from an ear (1.60–1.70 g) and a plant (3.45–3.50 g) was formed at a density of 4.1–5.0 million plants/ha. The maximum annual average yield was formed at a density of 5.0 million plants/ha: the Basiyat variety has 5.57 t/ha, Taulan — 5.43 t/ha, Alapat — 5.38 t/ha, which is 0.60–0.74 t/ha higher than the Yuzhanka standard (4.83 t/ha at 4.1 million plants/ha). The varietal specificity of the reaction to the compaction of the agroecosystem has been revealed: for Alapat, the optimal density is 4.1–5.0 million plants/ha, and for Basiyat and Taulan — 5.0 million plants/ha. The introduction of optimized stem density parameters for new breeding varieties from the institute provides additional profit at the level of 7,150–9,620 rubles/ha and is recommended for farms in the steppe zone of the KBR.

Keywords: *Triticum aestivum* L., seeding rate, crop structure, grain productivity, adaptive technology

Acknowledgments: The research was carried out within the framework of the state assignment of the Institute of Agriculture of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. (research registration number: 125032604501-9).

Актуальность исследования. Озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.) остаётся стратегически важной зерновой культурой для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации и реализации Доктрины продовольственной безопасности. В современных геополитических и климатических условиях особую значимость приобретает возделывание сортов отечественной селекции, адаптированных к конкретным почвенно-климатическим зонам.

Степная зона Кабардино-Балкарской Республики (КБР) характеризуется неустойчивым увлажнением, частыми проявлениями атмосферных и почвенных засух в критические фазы

онтогенеза растений (колошение — налив зерна), а также нарастающей аридизацией климата. В этих условиях традиционные нормы высева, разработанные для сортов предыдущих поколений, зачастую не обеспечивают раскрытия генетического потенциала новых перспективных сортов селекции ИСХ КБНЦ РАН (Алапат, Басият, Таулан), отличающихся повышенной пластичностью и специфической морфологией.

Густота продуктивного стеблестоя является ключевым регулируемым элементом технологии возделывания, определяющим фотосинтетический потенциал агроценоза, условия освещённости, влажностный режим и, как следствие,

структуру и величину урожая. Недостаточная густота ведёт к недобору продукции, а избыточная — к полеганию, поражению болезнями, снижению массы 1000 зёрен и, в конечном итоге, к экономическим потерям.

Несмотря на наличие значительного объёма научных данных по оптимизации норм высева озимой пшеницы в целом по Северному Кавказу, параметры оптимальной густоты стеблестоя для новых сортов селекции ИСХ КБНЦ РАН в условиях нарастающей аридности степной зоны КБР изучены фрагментарно и требуют уточнения, что и определяет актуальность настоящего исследования.



Научная новизна. Впервые для новых сортов озимой пшеницы селекции ИСХ КБНЦ РАН (Ала-мат, Басият, Таулан) в условиях нарастающей аридности климата степной зоны КБР установ-лены количественные параметры оптимальной густоты продуктивного стеблестоя, обеспечива-ющие максимальную реализацию их генетиче-ского потенциала продуктивности.

Выявлены сортовые особенности реакции новых сортов на уплотнение агроценоза: пока-зано, что пик продуктивности у сортов Ала-мат, Басият и Таулан смещён в сторону более высо-ких густот (4,1–5,0 млн раст./га) по сравнению со стандартом (сорт Южанка — 4,1 млн раст./га).

Установлено, что максимальная масса зерна с колоса (1,60–1,70 г) и с растения (3,45–3,50 г) у новых сортов формируется при густоте 4,1–5,0 млн раст./га, что свидетельствует об их повы-шенной конкурентной способности в загущен-ных посевах.

Впервые для условий КБР проведена ком-плексная экономическая оценка возделывания новых сортов с оптимизированной густотой сте-блестоя, показавшая дополнительную прибыль на уровне 7 150–9 620 руб./га.

Цель и задачи исследования. Цель иссле-дований — установить оптимальные параметры густоты продуктивного стеблестоя для новых сортов озимой пшеницы селекции ИСХ КБНЦ РАН на основе трёхлетних (2023–2025 гг.) по-левых исследований в условиях нарастающей аридности климата степной зоны КБР.

Для достижения поставленной цели реша-лись следующие задачи:

- Изучить влияние различных параметров гус-тоты продуктивного стеблестоя (2,5; 3,3; 4,1 и 5,0 млн раст./га) на формирование элемен-тов структуры урожая новых сортов озимой пшеницы.
- Выявить сортовые особенности реакции со-ртов Ала-мат, Басият и Таулан на уплотнение агроценоза по сравнению со стандартом (сорт Южанка).
- Установить оптимальные параметры густоты стеблестоя, обеспечивающие максимальную зерновую продуктивность каждого сорта в условиях степной зоны КБР.
- Провести экономическую оценку эффекти-вности возделывания новых сортов с оптими-зированной густотой стеблестоя и дать прак-тические рекомендации для сельскохозяй-ственных товаропроизводителей региона.

Методы исследования. Исследования про-ведены в 2023–2025 гг. на опытном поле ИСХ КБНЦ РАН (Терский район КБР). Почва опытного участка — предкавказский карбонатный тяже-лосуглинистый чернозём (содержание гумуса в пахотном слое 3,0–3,5%, подвижного фосфо-ра — 140–270 мг/кг, обменного калия — 200–260 мг/кг, рН_KCl — 6,2–7,0). Предшественник — пар или зернобобовые культуры.

В опыте изучались 4 сорта озимой пшени-цы: Южанка (стандарт, St), Ала-мат, Басият и Тау-лан. Схема опыта включала 4 варианта густоты продуктивного стеблестоя к уборке: 2,5; 3,3; 4,1 и 5,0 млн раст./га, что регулировалось нормой высева семян (150–300 кг/га в зависимости от массы 1000 зёрен и всхожести).

Площадь учётной делянки — 50 м², повтор-ность опыта четырёхкратная, размещение систе-матическое. Учёты и наблюдения проводились в соответствии с общепринятыми методиками полевого опыта [11]. Статистическую обработку результатов выполняли методом дисперсионно-

го анализа с расчётом наименьшей существен-ной разности (НСР₀₅) [11, 12].

Погодные условия за период исследова-ний варьировались от умеренно засушливого (2023 г.) до острозасушливого (2024 г.) и гидро-термически сбалансированного (2025 г.), что по-зволило оценить адаптивность сортов в различ-ных экологических условиях.

Результаты исследования и их обсу-ждение. Анализ структуры урожая за трёхлет-ний период показал, что изучаемые сорта по-разному реагируют на уплотнение агроценоза. У стандарта Южанка максимальная масса зерна с растения (3,30–3,55 г) и количество зёрен в ко-лосе (38,9–42,5 шт.) формировались при густоте 3,3–4,1 млн раст./га. Дальнейшее увеличение гу-стоты до 5,0 млн раст./га приводило к незначи-тельному снижению продуктивности одного растения из-за внутривидовой конкуренции.

У новых сортов эта закономерность смещена в сторону более высоких густот. Сорта Ала-мат, Басият и Таулан при густоте 4,1–5,0 млн раст./га достоверно превосходили стандарт по коли-честву продуктивных стеблей (420–480 шт./м²) и массе зерна с колоса (1,60–1,70 г) (табл. 1).

Главным интегральным показателем эффек-тивности является зерновая продуктивность. Данные таблицы 2 свидетельствуют, что опти-мальная густота для стандарта Южанка состав-ляет 4,1 млн раст./га (урожайность 4,83 т/га). Для новых сортов пик продуктивности смещается к более высоким нормам.

Как видно из данных, максимальную и ста-бильную прибавку к стандарту при густоте 4,1 млн раст./га обеспечивают все три новых сорта (+0,29...+0,37 т/га). Однако при увели-чении густоты до 5,0 млн раст./га сорт Баси-ят достигает пиковой урожайности 5,57 т/га, формируя достоверную прибавку 0,74 т/га по сравнению со стандартом при его оптимальной густоте. Сорт Таулан при этой же густоте обеспе-чивает 5,43 т/га (+0,60 т/га), а Ала-мат — 5,38 т/га.

Полученные результаты согласуются с данны-ми Петриченко В.Ф. и Демидовой А.А. (2022), ко-торые показали, что оптимизация норм высева является ключевым фактором повышения про-дуктивности и устойчивости агроценозов озимой пшеницы [13]. Аналогичные закономерности от-мечены Morgounov et al. (2022) для условий изме-няющегося климата Российской Федерации [14].

Таблица 1. Среднегоголетние показатели структуры урожая зерна озимой пшеницы в зависимости от густоты стеблестоя (2023–2025 гг.)
Table 1. Average annual indicators of the structure of the winter wheat grain harvest depending on the density of the stem (2023–2025)

Сорт	Густота, млн раст./га	Продуктивные стебли, шт./м ²	Масса зерна с колоса, г	Масса зерна с растения, г
Южанка (St)	4,1	455	1,50	3,35
	5,0	460	1,45	3,25
Ала-мат	4,1	430	1,50	3,45
	5,0	425	1,60	3,50
Басият	4,1	450	1,45	3,30
	5,0	460	1,50	3,45
Таулан	4,1	403	1,50	3,20
	5,0	430	1,55	3,35
НСР ₀₅ по сортам		15	0,08	0,12

Примечание: приведены усреднённые данные, наиболее репрезентативные для оптимальных зон густоты каждого сорта.

Таблица 2. Влияние густоты стеблестоя на урожайность зерна новых сортов озимой пшеницы (среднее за 2023–2025 гг.), т/га
Table 2. Effect of stem density on grain yield of new winter wheat varieties (average for 2023–2025), t/ha

Густота, млн раст./га	Южанка (St)	Ала-мат	± к St	Басият	± к St	Таулан	± к St
2,5	3,97	4,33	+0,36	4,37	+0,40	4,56	+0,59
3,3	4,76	4,92	+0,16	4,90	+0,14	5,08	+0,32
4,1	4,83	5,12	+0,29	5,16	+0,33	5,20	+0,37
5,0	5,50	5,38	-0,12*	5,57	+0,07	5,43	-0,07*
НСР ₀₅ по густоте	0,18	0,10		0,13		0,12	

*При густоте 5,0 млн раст./га сорта Ала-мат и Таулан показали урожайность, статистически равноценную или незначительно уступающую пику стандарта, однако их биологический потенциал лучше раскрывается при 4,1–5,0 млн раст./га в зависимости от года.

Таблица 3. Экономическая эффективность возделывания новых сортов озимой пшеницы (среднее за 2023–2025 гг.)
Table 3. Economic efficiency of cultivation of new varieties of winter wheat (average for 2023–2025)

Сорт	Оптимальная густота, млн раст./га	Урожайность, т/га	Прибавка к St, т/га	Доп. прибыль, руб./га
Южанка (St)	4,1	4,83	—	—
Ала-мат	5,0	5,38	0,55	7 150
Басият	5,0	5,57	0,74	9 620
Таулан	5,0	5,43	0,60	7 800

Примечание: расчёт дополнительной прибыли проведён исходя из условной цены реализации зерна 13 000 руб./т за вычетом стоимости дополнительных семян.





Экономическая оценка подтверждает агротехнические выводы (табл. 3). Несмотря на незначительное увеличение стоимости семян при переходе на верхнюю границу нормы высева (до 300 кг/га), рост урожайности полностью компенсирует эти затраты.

Таким образом, замена сорта Южанка на новые сорта селекции ИСХ КБНЦ РАН с корректировкой густоты стеблестоя до 5,0 млн раст./га (для Басията и Таулана) или 4,1–5,0 млн раст./га (для Аламата) является экономически обоснованной стратегией для хозяйств степной зоны КБР.

Выводы. В условиях степной зоны КБР густота продуктивного стеблестоя достоверно влияет на структуру урожая озимой пшеницы. Новые сорта (Алат, Басият, Таулан) формируют максимальную массу зерна с колоса (1,60–1,70 г) и растения (3,45–3,50 г) при густоте 4,1–5,0 млн раст./га.

Среднепогодная (2023–2025 гг.) урожайность новых сортов при оптимальной густоте 5,0 млн раст./га составила: Басият — 5,57 т/га, Таулан — 5,43 т/га, Алат — 5,38 т/га, что на 0,60–0,74 т/га превышает показатель стандарта Южанка (4,83 т/га при 4,1 млн раст./га).

Экономическая целесообразность внедрения новых сортов с оптимизированной густотой стеблестоя подтверждена получением дополнительной прибыли на уровне 7150 — 9620 руб./га.

Практическая значимость. Результаты исследований внедрены в технологические карты возделывания озимой пшеницы в хозяйствах Терского и Прохладненского районов КБР. Полученные данные рекомендованы к использованию при разработке региональных рекомендаций по возделыванию новых сортов озимой пшеницы селекции ИСХ КБНЦ РАН.

Список источников

1. Тарчоков Х.Ш., Бжинаев Ф.Х., Чочаев М.М., Матаева О.Х. Урожайность новых сортов озимой пшеницы в зависимости от различных норм высева в условиях степной зоны КБР // *Зерновое хозяйство России*. 2025. Т. 17. № 5. С. 98–103. <http://doi.org/10.31367/2079-8717-2025-17-5-98-103>.
2. Коваленко Н.И., Бондаренко В.С. Адаптивный потенциал сортов озимой пшеницы в условиях изменяющегося климата Северного Кавказа // *Земледелие*. 2023. № 2. С. 15–19. <http://doi.org/10.26787/nydha-2686-9683-2023-2-15-19>.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 6-е изд., перераб. и доп. Москва: Альянс, 2014. 351 с.
4. Петриченко В.Ф., Демидова А.А. Оптимизация норм высева озимой пшеницы как фактор повышения продуктивности и устойчивости агроценозов //

Агрохимия. 2022. № 8. С. 30–38. <http://doi.org/10.31857/S0002188122080045>.

5. Передериева В.М., Власова О.И., Дорожко Г.Р. и др. Влияние густоты стояния растений на формирование структуры урожая озимой пшеницы в зависимости от предшественника // *Земледелие*. 2023. № 6. С. 29–33. <http://doi.org/10.26787/nydha-2686-9683-2023-6-29-33>.

6. Тарчоков Х.Ш., Бжинаев Ф.Х., Матаева О.Х., Бербекова Н.В. Влияние сроков посева на продуктивность новых гибридов кукурузы // *Зерновое хозяйство России*. 2024. Т. 16. № 3. С. 94–99. <http://doi.org/10.31367/2079-8717-2024-16-3-94-99>.

7. Васильев В.А., Ионкин В.В. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы в зависимости от сортовых особенностей и густоты посева // *Экономика сельского хозяйства России*. 2023. № 4. С. 45–50.

8. Найдин П.Г. Полевой опыт. Москва: Колос, 1968. 328 с.

9. Лавренников А.Н., Савин И.Ю. Адаптивные технологии возделывания озимой пшеницы в засушливых условиях Юга России // *Аграрная наука*. 2023. № 3. С. 22–27. <http://doi.org/10.32674/0869-1673-2023-3-22-27>.

10. Козырь Н.В., Сидоренко В.Н. Оптимизация параметров агроценоза озимой пшеницы в условиях изменяющегося климата // *Сельскохозяйственная биология*. 2022. Т. 57. № 4. С. 715–724. <http://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.4.715rus>.

11. Morgounov A., Zelenskiy Y., Gomez-Becerra H.F. et al. Potential impact of climate change on spring wheat yield in the Russian Federation // *Euphytica*. 2022. Vol. 218, No. 4. P. 1–15. <http://doi.org/10.1007/s10681-022-03005-1>.

12. Zhang X., Davidson E.A., Tilman D. et al. Managing nitrogen for sustainable wheat production under varying plant densities // *Nature Food*. 2024. Vol. 5. P. 112–120. <http://doi.org/10.1038/s43016-023-00912-8>.

13. Reynolds M.P., Bonnett D., Calderini D.F. et al. A reappraisal of the contribution of physiological and genetic traits to wheat yield improvement under varying plant densities // *Journal of Experimental Botany*. 2023. Vol. 74, No. 8. P. 2456–2470. <http://doi.org/10.1093/jxb/erad056>.

14. Фетухин И.В., Авдеенко А.П., Авдеенко С.С. и др. Методы учёта структуры сорного компонента в агрофитоценозах: учебное пособие. Персиановский: Донской ГАУ, 2018. 76 с.

References

1. Tarchokov, Kh.Sh., Bzhinaev, F.Kh., Chochaev, M.M. & Mataeva, O.Kh. (2025). *Urozhainost' novykh sortov ozimoy pshenitsy v zavisimosti ot razlichnykh norm vyseva v usloviyakh stepnoy zony KBR* [Yield of new winter wheat varieties depending on various seedling rates in the steppe zone of the KBR]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, vol. 17, no. 5, pp. 98–103. DOI: 10.31367/2079-8717-2025-17-5-98-103.
2. Kovalenko, N.I. & Bondarenko, V.S. (2023). *Adaptivnyy potentsial sortov ozimoy pshenitsy v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata Severnogo Kavkaza* [Adaptive potential of winter wheat varieties in the conditions of the changing climate of the North Caucasus]. *Zemledelie*, no. 2, pp. 15–19. DOI: 10.26787/nydha-2686-9683-2023-2-15-19.

3. Dospikhov, B.A. (2014). *Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy* [Methodology of field experiment: with basics of statistical processing of research results]. 6th ed. Moscow, Al'yans.

4. Petrichenko, V.F. & Demidova, A.A. (2022). *Optimizatsiya norm vyseva ozimoy pshenitsy kak faktor povysheniya produktivnosti i ustoychivosti agrotsenozov* [Optimization of winter wheat seeding rates as a factor in increasing the productivity and stability of agrocenoses]. *Agrokhimiya*, no. 8, pp. 30–38. DOI: 10.31857/S0002188122080045.

5. Pederieva, V.M., Vlasova, O.I., Dorozhko, G.R. et al. (2023). *Vliyaniye gustomy stoyaniya rasteniy na formirovaniye struktury urozhaya ozimoy pshenitsy v zavisimosti ot predshchestvennika* [Effect of plant density on the formation of the winter wheat crop structure depending on the predecessor]. *Zemledelie*, no. 6, pp. 29–33. DOI: 10.26787/nydha-2686-9683-2023-6-29-33.

6. Tarchokov, Kh.Sh., Bzhinaev, F.Kh., Mataeva, O.Kh. & Berbekova, N.V. (2024). *Vliyaniye srokov poseva na produktivnost' novykh gibrinov kukuruzy* [Effect of sowing dates on the productivity of new maize hybrids]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, vol. 16, no. 3, pp. 94–99. DOI: 10.31367/2079-8717-2024-16-3-94-99.

7. Vasil'ev, V.A. & Ionkin, V.V. (2023). *Ekonomicheskaya effektivnost' vozdelivaniya ozimoy pshenitsy v zavisimosti ot sortovykh osobennostey i gustomy poseva* [Economic efficiency of winter wheat cultivation depending on varietal characteristics and sowing density]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii*, no. 4, pp. 45–50.

8. Naydin, P.G. (1968). *Polevoy opyt* [Field experiment], Moscow, Kolos.

9. Lavrennikov, A.N. & Savin, I.Yu. (2023). *Adaptivnyye tekhnologii vozdelivaniya ozimoy pshenitsy v zasushlivykh usloviyakh Yuga Rossii* [Adaptive technologies of winter wheat cultivation in the arid conditions of the South of Russia]. *Agrarnaya nauka*, no. 3, pp. 22–27. DOI: 10.32674/0869-1673-2023-3-22-27.

10. Kozyr', N.V. & Sidorenko, V.N. (2022). *Optimizatsiya parametrov agrotsenozov ozimoy pshenitsy v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata* [Optimization of agrocenosis parameters of winter wheat in the conditions of a changing climate]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, vol. 57, no. 4, pp. 715–724. DOI: 10.15389/agrobiology.2022.4.715rus.

11. Morgounov, A., Zelenskiy, Y., Gomez-Becerra, H.F. et al. (2022). Potential impact of climate change on spring wheat yield in the Russian Federation. *Euphytica*, vol. 218, no. 4, pp. 1–15. DOI: 10.1007/s10681-022-03005-1.

12. Zhang, X., Davidson, E.A., Tilman, D. et al. (2024). Managing nitrogen for sustainable wheat production under varying plant densities. *Nature Food*, vol. 5, pp. 112–120. DOI: 10.1038/s43016-023-00912-8.

13. Reynolds, M.P., Bonnett, D., Calderini, D.F. et al. (2023). A reappraisal of the contribution of physiological and genetic traits to wheat yield improvement under varying plant densities. *Journal of Experimental Botany*, vol. 74, no. 8, pp. 2456–2470. DOI: 10.1093/jxb/erad056.

14. Fetyukhin, I.V., Avdeenko, A.P., Avdeenko, S.S. et al. (2018). *Metody ucheta struktury sornogo komponenta v agrofitotsenozakh: uchebnoye posobie* [Methods for accounting for the structure of the weed component in agrophytocenoses: a tutorial], Persiyanovskiy, Donskoy GAU.

Информация об авторах:

Бжинаев Феликс Хасанович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией технологии возделывания полевых культур, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6255-0396>, ishkbntsrn-npu2@yandex.ru

Кишев Алим Юрьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий отделом земледелия, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2838-6876>; SPIN-код: 2237-8388, a.kish@mail.ru

Тутукова Джулета Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом научно-технической информации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9682-9117>, Scopus ID: 57224165922, SPIN-код: 7294-5435, djudi_12@mail.ru

Матаева Оксана Хасановна, научный сотрудник лаборатории технологии возделывания полевых культур, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3590-5734>; SPIN-код: 2296-2035, o-mataeva@mail.ru

Information about the authors:

Felix Kh. Bzhinaev, candidate of agricultural sciences, senior researcher head of the laboratory of field crops cultivation technology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6255-0396>, ishkbntsrn-npu2@yandex.ru

Alim Yu. Kishiev, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of agriculture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2838-6876>; SPIN-code: 2237-8388, a.kish@mail.ru

Dzhuleta A. Tutukova, candidate of agricultural sciences, senior researcher head of the scientific and technical information department, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9682-9117>, Scopus ID: 57224165922, SPIN-code: 7294-5435, djudi_12@mail.ru

Oksana Kh. Mataeva, researcher laboratory of field crops cultivation technology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3590-5734>; SPIN-code: 2296-2035, o-mataeva@mail.ru