Аграрный научный журнал. 2025. № 11. С. 152–158
Agrarian Scientific Journal. 2025;(11):152–158

АГРОИНЖЕНЕРИЯ
4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Научная статья
УДК 631.84
https://doi.org/10.28983/asj.y2025i11pp152-158

Инновационные технико-технологические решения для эффективного возделывания озимой пшеницы в условиях дефицита влаги и прогнозируемого глобального потепления

Владимир Александрович Милюткин[1], Владимир Александрович Шахов[2], Галина Викторовна Левченко[3], Галина Владимировна Кнурова[4]
[1]Самарский государственный аграрный университет, г. Самара, Россия
[2]Оренбургский государственный аграрный университет, г. Оренбург, Россия
[3]Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, г. Саратов, Россия
[4]Самарский национальный исследовательский университет им. С. П. Королева, г. Самара, Россия
e-mail: oiapp@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты полевых исследований и экспертного анализа гребне-грядовой технологии возделывания озимой пшеницы инновационной сеялкой Condor производства АО «АМ-Техника» для классических и влаго-, энерго-, ресурсосберегающих технологий Mini-Till в специфических, но типичных условиях низкой влажности почвы. Техническая конструкция сеялки (рабочей сошниковой группы) включает долотовидный сошник с прикатывающим каточком, формирующим профиль борозды после высева семян, что, по сравнению с классическим посевом, обеспечивает рациональное распределение семян в более влажном слое почвы и появление равномерных всходов с формированием высокой урожайности. По данным крестьянских (фермерских) хозяйств Самарской области, урожайность составила до 43,00 ц/га в засушливый 2024 г. и до 65,00 ц/га в благоприятный по влажности 2023 г.

Ключевые слова: сельскохозяйственные культуры, влажность, посев, технология, инновация, урожай, качество

Для цитирования: Милюткин В. А, Шахов В. А., Левченко Г. В., Кнурова Г. В. Инновационные технико-технологические решения для эффективного возделывания озимой пшеницы в условиях дефицита влаги и прогнозируемого глобального потепления // Аграрный научный журнал. 2025. № 11. С. 152–158. https://doi.org/10.28983/asj.y2025i11pp152-158.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Innovative technical and technological solutions for efficient cultivation of winter wheat under conditions of moisture deficit and predicted global warming

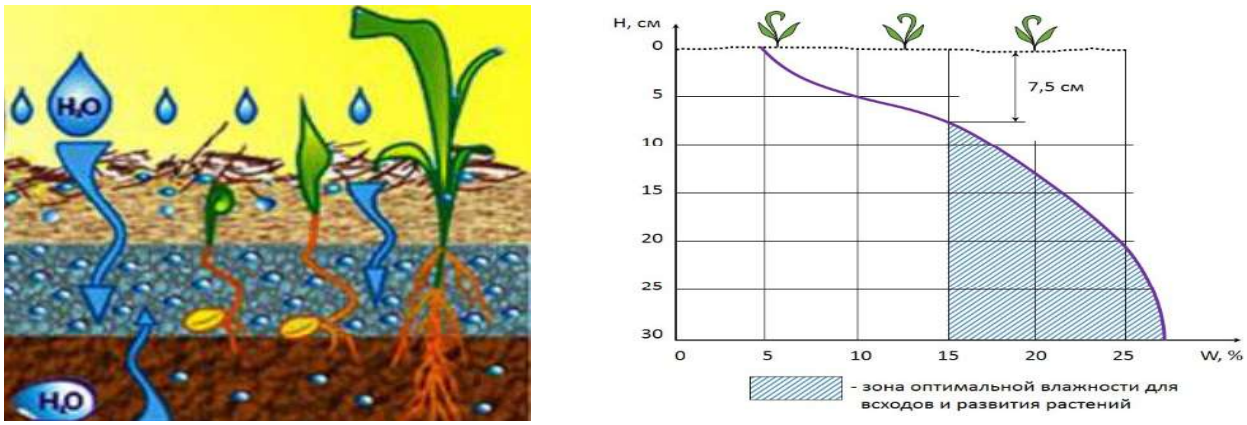
Vladimir A. Milyutkin[1], Vladimir A. Shakhov[2], Galina V. Levchenko[3], Galina V. Knurova[4]
[1]Samara State Agrarian University, Samara, Russia
[2]Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia
[3]Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia
[4]Samara National Research University named after S. P. Korolev, Samara, Russia
e-mail:oiapp@mail.ru

Abstract. The paper presents the results of field research and expert analysis of a ridge-bed seeding technology for winter wheat using the innovative Condor seeder manufactured by AM-Tekhnika JSC for both conventional and energy-, moisture-, resource-saving Mini-Till technologies under specific, but standard conditions of low soil moisture. The seeder (working coulter group) consists of a chisel-shaped coulter with a roller that forms a furrow profile after sowing seeds, which, compared to classical sowing, ensures a rational distribution of seeds in a wetter soil layer and the appearance of uniform shoots with the formation of high yields. As reported by the farmers in the Samara region, the yield was up to 43 dt/ha in the dry year of 2024 and up to 65 dt/ha in 2023, a favorable year in terms of moisture conditions.

Keywords: agricultural crops, moisture, sowing, technology, innovation, yield, quality

For citation: Milyutkin V. A., Shakhov V. A., Levchenko G. V., Knurova G. V. Innovative technical and technological solutions for efficient cultivation of winter wheat under conditions of moisture deficit and predicted global warming. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2025;(11):152–158. (In Russ.). https://doi.org/10.28983/asj.y2025i11pp152-158.

Введение. Для получения высокого урожая сельскохозяйственных культур, в частности, озимой пшеницы необходимо на первом этапе возделывания получить равномерные дружные всходы, что в большой степени зависит от влажности почвы (рисунок 1, а). Как известно, зерно, высеянное в почву, прорастает с появлением всходов и развивается при условии влажности почвы свыше 15 % в зоне высева семян и развития корневой системы (рисунок 1, б). Такое увлажнение во время посева озимых культур в условиях Самарской области и ряда регионов Поволжья и Урала (зона рискованного земледелия) не всегда обеспечивается. Всходы очень изреженные, развиваются недостаточно интенсивно, в зиму уходят ослабленными со сложной перезимовкой, соответственно, урожай формируется низкий. Если в корнеобитаемом слое 5–10 см влажность ниже 15 %, пшеница всходит позже оптимальных сроков на 10 и более дней, в основном, после начавшихся осенних осадков. Для интенсивного роста и развития корневой системы озимой пшеницы и других сельскохозяйственных культур в слое 0–20 см должно быть не менее 30 мм влаги. Эта влага присутствует всегда за счет капиллярного поступления из нижележащих слоев почвы, но на глубине более 10 см от поверхности. При этом оптимальная глубина посева зерновых составляет не более 4 см, и при низкой влажности стандартные дисковые сеялки, высевая семена на глубину 4 см, не смогут их разместить во влажном слое. В то же время исследованиями Самарского государственного аграрного университета и наблюдениями в производстве в условиях недостаточной влажности верхнего слоя почвы (до 4 см) подтверждается эффективность технологии гребне-грядового посева сеялкой Condor (АО «АМ-Техника», ранее АО «Евротехника», г. Самара). Технология Mini-Till, применяемая с использованием сеялки Condor, способствует обеспечению семян растений необходимой влагой за счет мобилизации влаги в зону размещения семян из более глубоких и увлажненных слоев почвы с соблюдением оптимальной общей глубины заделки семян 4 см [1–4, 6, 7, 9, 11, 13–20].



а *б*

Рисунок 1 – Развитие растений при наличии доступной влаги в почве:
а – движение влаги и поступление ее в корни растений; б – насыщение почвы влагой (более 15 %) для всходов и развития растений

Figure 1 – Plant development in the presence of available moisture in the soil:
a – moisture movement and its entry into the roots of plants; b – saturation of the soil with moisture (more than 15 %) for germination and plant development

Цель исследования – изучение инновационных технологий и сеялок для эффективного возделывания сельскохозяйственных культур, в частности, озимой пшеницы, со снижением негативных последствий от дефицита влаги при недостатке атмосферных осадков во время посева и дальнейшего развития растений за счет технологии гребне-грядового посева сеялкой Condor [2, 6, 7] с долотовидными сошниками и индивидуальными для каждого сошника прикатывающими катками.

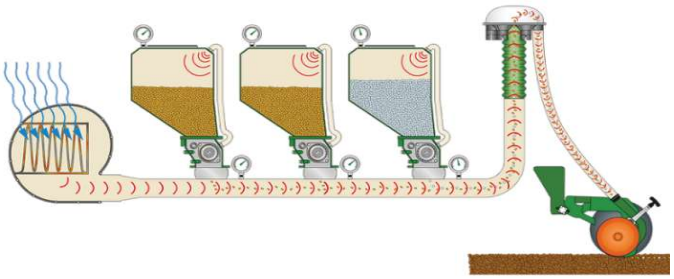
Материалы и методы. Сравнительное изучение проводили по общей методике полевых исследований различных агроприемов и комплексов машин конкретно на делянках и производственных посевах на среднесуглинистом, среднемощном черноземе на опытном поле Самарского государственного аграрного университета и в крестьянских (фермерских) хозяйствах Самарской области.

Результаты исследований. Оптимальная глубина посева зерновых с эффективным развитием всходов составляет 4 см, при этом на такой глубине при недостатке осенних осадков влаж-

ность почвы низкая и, как правило, ее недостаточно для прорастания семян с полноценным развитием. Сеять следует глубже во влажный слой, однако в этом случае всходам приходится тратить значительную энергию для прохождения этого увеличенного слоя почвы. При малом количестве осадков в период посева твердость почвы становится высокой, и стандартные дисковые сеялки не могут осуществить глубокий (более 4–5 см) посев в слой почвы с повышенной влажностью. В связи с чем при осенней засухе, присущей времени посева озимых в зоне Поволжья, пшеница часто сеется в пересохший верхний слой. И только сеялки с долотовидными или анкерными сошниками и прикатывающими за каждым сошником катками, в частности, сеялка Condor и сеялка DMC Primer, высевают семена озимых на глубину до 12 см во влажный слой почвы в образованные катками борозды. По данной технологии сохраняется оптимальная глубина посева семян в борозде (4–6 см), а семена размещаются во влажном слое с образованием равномерных всходов (рисунки 3, 4). Как показано в исследованиях [9, 14–16], единственно эффективными сеялками в засушливых условиях являются сеялки типа Condor с долотовидными или анкерными сошниками (рисунок 2), достаточно легко формирующими семенные борозды в твердой и сухой почве.

а

б



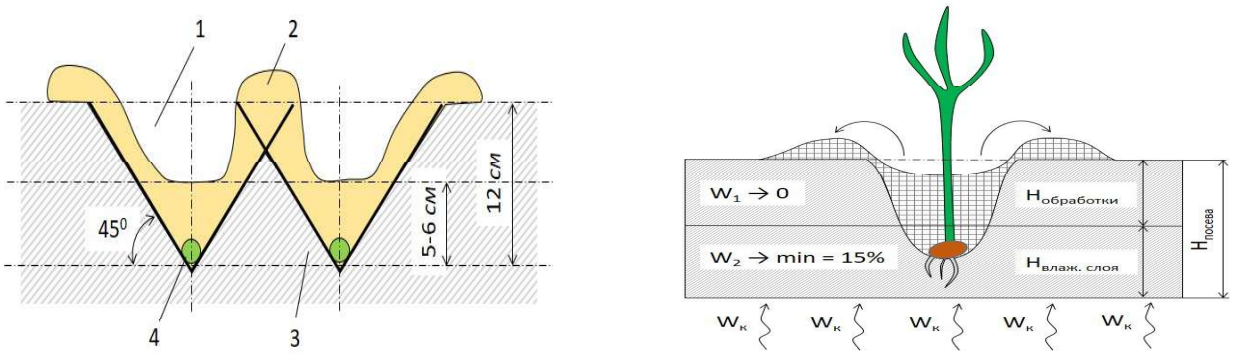
в

Рисунок 2 – Сеялка Condor-1500:
а – в работе; б – долотовидный сошник: 1– стойка; 2 – семяпровод;
3 – прикатывающий пневматический каток; 4 – сошник с упрочненным долотом;
в – схема сеялки для одновременного посева нескольких культур и внесения удобрений

Figure 2 – Condor-1500 seeder:
a – in the field; b) – chisel-shaped coulter: 1 – support, 2 – grain tube, 3 – press roller,
4 – coulter with a strengthened chisel; в – diagram of simultaneous sowing of several crops and fertilization

Отличие конструкции сеялки Condor заключается в ее комплектации долотовидным сошником с установкой по его следу обрезиненного против залипания влажной почвы катка (см. рисунок 2, б). Сошник с учетом теории разрушения почвы рыхлящим рабочим органом создает V-образный профиль (рисунки 3, 4), на дно которого высеваются семена, прикрываемые осыпаемой со стенок борозды почвой, уплотняемой катком.

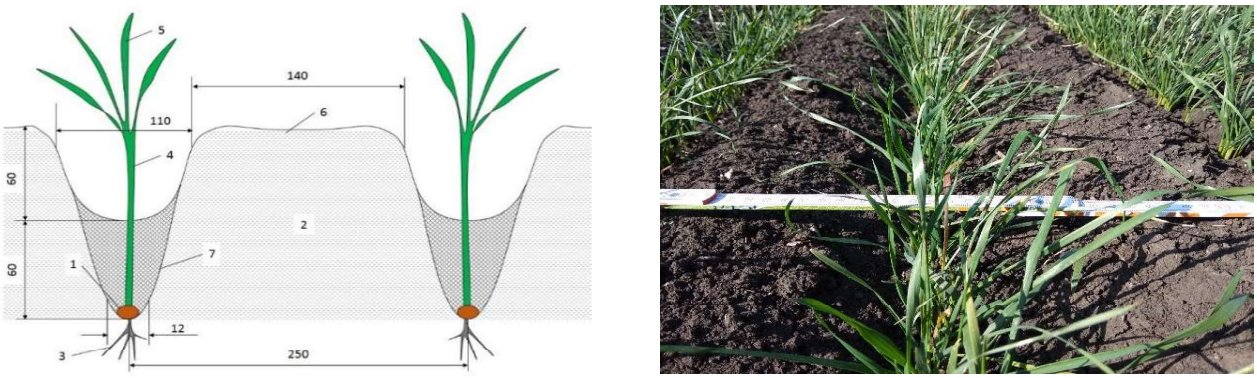
Данная технология позволяет подготовить борозду для посева семян во влажном слое почвы на оптимальной глубине 4–6 см при общей глубине работы сошника 10–12 см (см. рисунки 3, 4). Таким образом, посев озимых культур (пшеница) сеялкой Condor в неблагоприятных засушливых погодных условиях Самарской области и других регионов Поволжья может проводиться эффективно: с хорошими всходами и их развитием, с высокой урожайностью и качеством.



а *б*

Рисунок 3 – Технология посева сеялкой Condor: а – формирование борозды для посева на оптимальную глубину: 1 – борозда; 2 – слой почвы после прохода катка; 3 –необработанная почва; 4 – семена; б – схема всходов озимых по инновационной технологии: глубина обработки паров и посев $H_{обработки}$ = 5–6 см; глубина влажного слоя $H_{влажный\ слой}$ > 6–12 см

Figure 3 – Sowing technology with the Condor seeder: a – forming a furrow for sowing at the optimal depth: 1 – furrow: 2 – soil layer formed by a roller; 3 – uncultivated soil; 4 – seeds; b – scheme of winter crops by innovative technology: depth of tillage $H_{tillage}$ = 5–6 cm; depth of moisty layer $H_{moisty\ layer}$ > 6–12 cm



а *б*

Рисунок 4 – Посев озимой пшеницы с помощью сеялки Condor: а – схема посева и параметры борозды: предпосевная глубина обработки паров $H_{обработки}$ = 5–6 см, $H_{влажный\ слой}$ > 6–12 см; б – всходы озимой пшеницы, посеянной сеялкой Condor в борозде

Figure 4 – Winter wheat seeding with the Condor seeder: a – seeding scheme and furrow parameters: depth of tillage $H_{tillage}$ = 5–6 cm; depth of moisty layer $H_{moisty\ layer}$ > 6–12 cm; b – sprouts of winter wheat sown by a Condor seeder in a furrow

а *б*

Рисунок 5 – Озимая пшеница сорта Ресурс, посеянная сеялкой Condor: а – перезимовавшие посевы (15.04.2022 г.); б – общий вид пшеницы (урожайность 82 ц/га)

Figure 5 – Winter wheat, Resource variety, sown with a Condor seeder: a – overwintered crops (15.04.2022); b – general view of the winter wheat (yield 82 dt/ha)

Преимущества сеялки Condor высоко оцениваются, ее конструкция наиболее оптимальна для посева озимой пшеницы при неблагоприятных погодных условиях с низкой влажностью почвы на глубине посева. Для объективного заключения по преимуществу сеялки Condor в сравнении с дисковыми сеялками в неблагоприятных погодных условиях по влажности нами были проведены обследования ряда агрофирм Самарской области. При оценке эффективности работы сеялки Condor на посеве озимой пшеницы видно, что она, по сравнению с классической сеялкой, успешно решает поставленные задачи при недостатке влаги для прорастания семян, посеянных на глубину 4 см в верхний слой почвы с низкой влажностью (рисунки 5, 6).

Применение сеялок Condor как в благоприятные, так и в засушливые годы показывает урожайность озимой пшеницы значительно выше, чем средняя по Самарской области. Так, в 2023 г. (благоприятном) урожайность озимой пшеницы в среднем составила 57,60 ц/га, что на 23,30 ц/га выше средней по области (30,30 ц/га); в 2024 г. (засушливом) урожайность была более низкой – 39,20 ц/га, но на 10,20 ц/га выше средней по области (29,04 ц/га).

Проведенные нами расчеты показывают, что в благоприятные по влажности годы урожайность по инновационной технологии с использованием сеялки Condor по сравнению с традиционным посевом возрастает почти в 2 раза с увеличением доходности до 8740 млн руб. со всей площади, возделываемой в Самарской области под озимую пшеницу; в засушливых условиях доходность несколько меньше из-за снижения урожайности, но в целом она положительная и составляет 5100 млн руб.

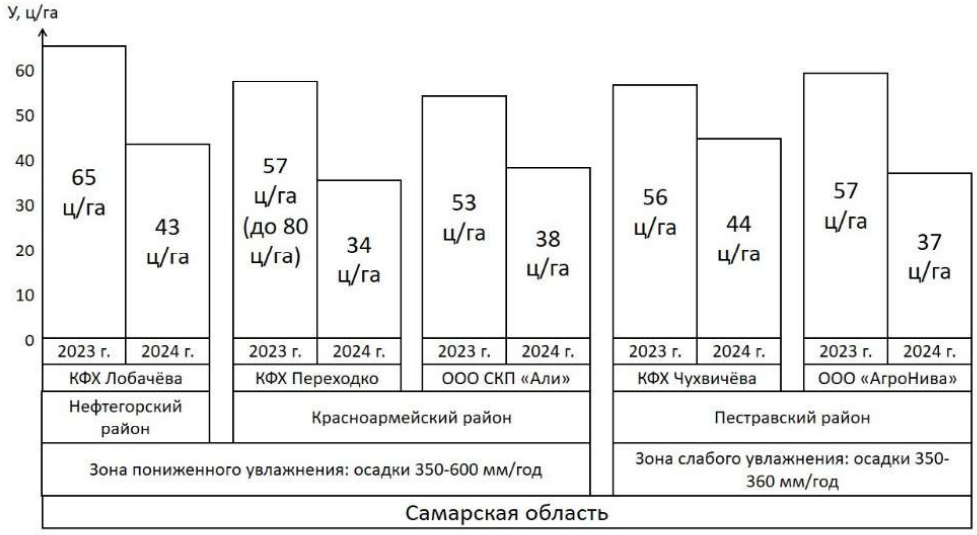


Рисунок 6 – Урожайность озимой пшеницы в КФХ, использующих инновационную сеялку Condor

Figure 6 – Winter wheat yields in the farms using the innovative seeder Condor

Для повышения урожайности и качества зерна, обеспечивающих прибыльность сельхозпредприятия на каждой стадии производства, необходимо выполнять все требования технологии, а также изыскивать более прогрессивные и инновационные составляющие. В частности, проблема выращивания озимых в засуху с учетом прогнозируемого глобального потепления техническими средствами решается с помощью сеялки Condor.

Заключение. Проблема посева озимых в зоне рискованного земледелия, в частности, в Самарской области (как правило, до 20 августа, с характерной засушливой погодой в это время), успешно решается размещением семян в более глубоком влажном слое (до 12 см), но на оптимальной глубине 4–6 см, в борозде. Данное заключение подтверждают исследования Самарского государственного аграрного университета при посеве озимой пшеницы инновационной сеялкой Condor на опытных полях университета и в крестьянских (фермерских) хозяйствах Самарской области в различные по увлажнению годы: 2023 г. – благоприятный, 2024 г. – засушливый. Урожайность озимой пшеницы, посеянной по грядо-гребневой технологии инновационной сеялкой Condor, более чем в 2 раза выше урожайности, полученной при применении стандартной технологии с посевом дисковой сеялкой, и на 34 % по сравнению со средними показателями по области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бойков В. М. Разработка технологии и почвообрабатывающего орудия для условий сухого земледелия // Автоматизированное проектирование в машиностроении. 2022. № 12. С. 5–9.

2. Бойков В. М. Результаты внедрения ресурсосберегающей технологии обработки почвы под подсолнечник // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: Материалы XXXVI Междунар. науч.-технич. конф. имени В. В. Михайлова. Саратов, 2023. С. 310–316.

3. Бойков В. М., Старцев С. В., Павлов А. В. Влагосберегающая технология основной обработки почвы // Проблемы экономичности и эксплуатации автотракторной техники: Материалы Междунар. научно-технич. семинара имени В. В. Михайлова. 2019. С. 238–240.

4. Буксман В. Э. Инновационная техника для инновационных технологий No-Till и Mini-Till для обработки почвы и посева в России // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. V Всерос. национ. науч. конф. 2020. С. 346–349.

5. Влияние технологий возделывания на продуктивность озимой пшеницы в условиях Курской области / А. Н. Морозов [и др.] // Земледелие. 2025. № 1. С. 29–34.

6. Жидкие азотные и азото-серосодержащие удобрения на базе КАС – эффективная альтернатива твердым минеральным удобрениям / В. А. Милюткин [и др.] // Проблемы современной аграрной науки: Материалы Междунар. науч. конф. Красноярск, 2020. С. 71–74.

7. Комплексное обеспечение инновационных технологий производства сельскохозяйственных культур с применением жидких азотных удобрений КАС / В. А. Милюткин [и др.] // Вестник ИрГСХА. 2022. № 108. С. 19–31.

8. Лиховидова В. А., Казакова А. С., Самофалова Н. Е. Влияние водного и температурного стрессов на всхожесть семян сортов твердой озимой пшеницы, полученных в контрастные по погодным условиям годы // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5. С. 34–39.

9. Милюткин В. А., Буксман В. Э., Кузьмина С. П. Сеялки АО «Евротехника» с долотовидными сошниками, гарантирующими хорошие всходы и высокую урожайность в условиях дефицита влаги // Инновационные технологии в АПК, как фактор развития науки в современных условиях: сб. VIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения Циринского Нёни Абрамовича, доцента, кандидата технических наук, заведующего кафедрой начертательной геометрии Омского СХИ (с 1962 по 1989 гг.). Омск, 2022. С. 129–137.

10. Милюткин В. А. Мировое развитие сберегающих технологий и перспективы в Российской Федерации // Аграрная Россия. 2002. № 6. С. 20.

11. Нестеров Е. С. Способы формирования семенного ложа и заделки семян при возделывании зерновых культур // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рождения профессора Рыбалко А. Г. 2016. С. 108–111.

12. Оценка связи показателей плодородия чернозема типичного с урожайностью озимой пшеницы и его оптимальные параметры / Н. П. Масютенко [и др.] // Земледелие. 2023. № 4. С. 31–35.

13. Преимущественные технико-технологические особенности зерновой сеялки Condor (АО «Евротехника», г. Самара, РФ) при посеве с недостаточным влагообеспечением / В. А. Милюткин [и др.] // Самара АгроВектор. 2022. Т. 2. № 1. С. 34–43.

14. Романюк, Н. Н., Еднач В. Н., Агейчик В. А. Комбинированный сошник зерновой сеялки // Агропромышленный комплекс в условиях инновационного развития: наука, технологии, кадровое обеспечение: Материалы I Междунар. науч.-практ. конф. Минск, 2024. С. 90–93.

15. Романюк Н. Н. К вопросу совершенствования конструкции комбинированной сеялки // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сб. науч. статей Междунар. науч.-практ. конф. 2020. С. 104–107.

16. Романюк Н. Н. К разработке комбинированного орудия для рыхления почвы и ленточного внесения удобрений в гребне // Актуальные проблемы и перспективы развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК: сб. науч. статей III Междунар. науч.-практ. конф. Минск, 2023. С. 261–266.

17. Способ и устройство для внесения удобрения при культивировании: патент № RU 2376743 C2 / В. А. Милюткин, Ю. В. Ларионов, М. А. Канаев; заявл. 27.08.2007; опубл. 27.12.2009.

18. Эффективность инновационных технологий: удобрения и машины для их внесения при возделывании озимой пшеницы / В. А. Милюткин [и др.] // Актуальные вопросы растениеводства и кормопроизводства: сб. науч. трудов Междунар. научно-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения д-ра сельскохозяйственных наук, профессора Н. Н. Ельчаниновой. Кинель, 2024. С. 115–121.

19. Technical and technological operations for the adaptation of agriculture to global warming condition / V. A. Milyutkin et al. // Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources: International Scientific-Practical Conference. EDP Sciences, 2020. P. 00075.

20. Technology for cultivation of agricultural crops in zones of “risk farming” with conservation and accumulation of atmospheric moisture / V. A. Milyutkin et al. // Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry: XIV International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2021”. Vol. 1. Springer Verlag, 2022. С. 138–146.

REFERENCES

1. Boikov V. M. Development of technology and tillage tools for dry farming. *Computer-Aided Design in Mechanical Engineering*. 2022;(12):5–9. (In Russ.).

2. Boikov V. M. Results of the introduction of resource-saving technology of sunflower tillage. *Problems of Efficiency and Operation of an Automotive Technicians: Proceedings of the XXXVI International Scientific and Technical Conference named after V. V. Mikhailov*. Saratov, 2023:310–316. (In Russ.).

3. Boikov V. M., Startsev S. V., Pavlov A. V. Moisture-saving technology of basic tillage. *Problems of Efficiency and Operation of Tractor Equipment: Materials of the International Scientific and Technical Seminar Named after V. V. Mikhailov*. 2019:238–240. (In Russ.).

4. Buksman V. E. Innovative machinery for innovative No-Till and Mini-Till technologies for tillage and sowing in Russia. *The role of Agricultural Science in the Sustainable Development of Rural Areas: V All-Russian National Scientific Conference*. 2020:346–349. (In Russ.).

5. The influence of cultivation technologies on the productivity of winter wheat in the conditions of the Kursk region / A. N. Morozov, D. V. Dubovik, E. V. Dubovik, P. P. Durakov. *Agriculture*. 2025;(1):29–34. (In Russ.).

6. Liquid nitrogen and nitrogen-sulfur fertilizers based on CAS – an effective alternative to solid mineral fertilizers / V. A. Milyutkin, S. A. Tolpekin, N. G. Dluzhevsky, O. N. Dluzhevsky. *Problems of Modern Agricultural Science: Materials of the International Scientific Conference*. Krasnoyarsk, 2020:71–74. (In Russ.).

7. Integrated provision of innovative technologies for the production of agricultural crops using liquid nitrogen fertilizers CAS / V. A. Milyutkin, V. N. Sysoev, A. N. Makushin, N. G. Dluzhevsky. *Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences.* 2022;(108):19–31. (In Russ.).

8. Likhovidova V. A., Kazakova A. S., Samofalova N. E. The influence of water and temperature stresses on the germination of seeds of durum winter wheat varieties obtained in years contrasting in weather conditions. *Grain industry of Russia*. 2019;(5):34–39. (In Russ.).

9. Milyutkin V. A., Buksman V. E., Kuzmina S. P. Seeders of Eurotechnika JSC with chisel-shaped coulters that guarantee good seedlings and high yields in conditions of moisture deficiency. *Innovative Technologies in Agriculture as a Factor of Science Development in Modern Conditions: VIII International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 100th Anniversary of the Birth of Neni Abramovich Tsirinsky, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Descriptive Geometry of the Omsk State Pedagogical Institute (from 1962 to 1989)*. Omsk, 2022:129–137. (In Russ.).

10. Milyutkin V. A. Global development of energy-saving technologies and prospects in the Russian Federation. *Agrarian Russia*. 2002;(6):20. (In Russ.).

11. Nesterov E. S. Methods of forming a seedbed and sealing seeds in the cultivation of grain crops. *Materials of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 80th Anniversary of the Birth of Professor A. G. Rybalko: Materials of the International Scientific and Practical Conference*. 2016:108–111. (In Russ.).

12. Assessment of the relationship between the fertility of typical chernozem and the yield of winter wheat and its optimal parameters / N. P. Masyutenko, A. V. Kuznetsov, T. I. Pankova, M. N. Masyutenko, M. A. Priputneva. *Agriculture.* 2023;(4):31–35. (In Russ.).

13. The predominant technical and technological features of the Condor grain seeder (Eurotechnika JSC, Samara, Russia) when sowing with insufficient moisture supply / V. A. Milyutkin, V. N. Sysoev, O. A. Blinova, A. N. Makushin. *Samara AgroVector*. 2022;2(1):34–43. (In Russ.).

14. Romanyuk N. N., Ednach V. N., Ageychik V. A. Combined coulter of a grain planter. Agro-Industrial Complex in the *Context of Innovative Development: Science, Technology, Human Resources: Materials of the First International Scientific and Practical Conference*. Minsk, 2024:90–93. (In Russ.).

15. Romanyuk N. N. On the issue of improving the design of a combined seeder. Technical Support of Innovative Technologies in Agriculture. *Collection of Scientific Articles of the International Scientific and Practical Conference*. 2020:104–107. (In Russ.).

16. Romanyuk N. N. Towards the development of a combined tool for loosening the soil and belt fertilization in the ridge. *Current Problems and Prospects for the Development of Rural Areas and Staffing of the Agro-Industrial Complex: III International Scientific and Practical Conference*. Minsk, 2023:261–266. (In Russ.).

17. Method and device for applying fertilizers during cultivation: patent No. RU 2376743 C2 / V. A. Milyutkin, Yu. V. Larionov, M. A. Kanaev; appl. 08/27/2007; publ. 12/27/2009. (In Russ.).

18. Efficiency of innovative technologies: fertilizers and machines for their application in winter wheat cultivation / V. A. Milyutkin, A. N. Makushin, N. G. Dluzhevsky, O. N. Dluzhevsky. *Current Issues of Crop Production and Forage Production: International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 100th anniversary of the Birth of Doctor of Agricultural Sciences, Professor N. N. Yelchinova*. Kinel, 2024:115–121. (In Russ.).

19. Technical and technological operations for the adaptation of agriculture to global warming condition / V. A. Milyutkin, V. N. Sysoev, A. P. Trots, I. N. Guzhin, S. N. Zhiltsov. *Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources: International Scientific-Practical Conference*. EDP Sciences, 2020:00075.

20. Technology for cultivation of agricultural crops in zones of “risk farming” with conservation and accumulation of atmospheric moisture / V. A. Milyutkin, V. E. Buksmann, A. V. Mozgovoy, D. V. Rudoi, A. V. Olshevskaya. *Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry: XIV International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2021”*. Vol. 1. Springer Verlag, 2022:138–146.

Статья поступила в редакцию 25.12.2024; одобрена после рецензирования 26.01.2025; принята к публикации 07.02.2025.
The article was submitted 25.12.2024; approved after reviewing 26.01.2025; accepted for publication 07.02.2025.