

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.31

DOI: 10.26897/2687-1149-2023-4-65-69



Совершенствование технологии производства кукурузы на зерно в условиях Приамурья

Мазур Владимир Валерьевич , научный сотрудникmavv@vniisoi.ru ; <https://orcid.org/0000-0001-9544-2140>*Никульчев Константин Анатольевич*, канд. с.-х. наукnka@vniisoi.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5153-8076>

Всероссийский научно-исследовательский институт сои; 675027, Российская Федерация, г. Благовещенск, ул. Игнатьевское шоссе, 19

Аннотация. Урожайность зерна кукурузы зависит от приёмов обработки почвы в технологии ухода за ширококрядными посевами. С целью комплексной оценки применения различных комбинаций рабочих органов культиватора проведены двухлетние исследования по совершенствованию технологии возделывания кукурузы на зерно путём оптимизации системы механизированного ухода за ширококрядными посевами. Суть оптимизации заключается в изменении комбинации рабочих органов в комбинированном почвообрабатывающем агрегате с изменением ширины их расстановки по ширине междурядья и глубины обработки профиля почвы. Комплексная разноглубинная обработка почвы способствует уничтожению сорняков с большей площади междурядья и создает оптимальные условия роста и развития растений кукурузы. Применение в 2021 г. почвообрабатывающего агрегата с комбинацией рабочих органов: двух односторонних плоскорежущих лап (бритв) с перекрытием кромки рабочего органа, стрелчатой лапы по центру междурядья – позволило достичь урожайности кукурузы 3,62 т/га. По сравнению с другими видами обработки прибавка составила от 0,61 до 1,10 т/га. В этот год по сравнению с 2022 г. в ранние фазы роста и развития растений кукурузы и закладки генеративных органов в период с апреля по май наблюдалось избыточное увлажнение, а в июне, июле – недостаток влаги. В 2022 г. применение двух универсальных стрелчатых лап с перекрытием кромки рабочего органа, игольчатых дисков по центру междурядья обеспечило урожайность 9,15 т/га. По сравнению с другими видами обработки прибавка составила от 0,33 до 1,99 т/га. Формированию высокого уровня урожайности в 2022 г. способствовали избыточное увлажнение в период с апреля по июнь и накопление влаги в почве. Выбор комбинации рабочих органов должен определяться погодными условиями.

Ключевые слова: культиватор, лапа, игольчатые диски, кукуруза на зерно

Формат цитирования: Мазур В.В., Никульчев К.А. Совершенствование технологии производства кукурузы на зерно в условиях Приамурья // *Агроинженерия*. 2023. Т. 25, № 4. С. 65-69. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-4-65-69>.

© Мазур В.В., Никульчев К.А., 2023

ORIGINAL ARTICLE

Improving the technology of grain corn production in the conditions of the Amur region

Vladimir V. Mazur , Junior Research Engineermavv@vniisoi.ru ; <https://orcid.org/0000-0001-9544-2140>*Konstantin A. Nikulchev*, CSc (Ag)nka@vniisoi.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5153-8076>

All-Russian Research Institute of Soybeans; 19, Ignatievskoe Ave., Blagoveshchensk, 675027, Russian Federation

Abstract. The yield of corn grain depends on the tillage methods used in the cultivation technology of wide-row crops. To make comprehensive assessment of the use of various combinations of the cultivator's working tools, the authors carried out a two-year study to improve the technology of growing corn for grain by optimizing the system of mechanized cultivation of wide-row crops. The essence of optimization is to change the combination of working tools in a combined tillage unit and change the width of their arrangement along the row spacing width and the depth of soil cultivation. Integrated deep tillage contributes to the destruction of weeds from a larger area between the rows and provides optimal conditions for the growth and development of corn. In 2021, use was made of a tillage unit with a combination of working tools – two one-side flat cutting shares (edges) with overlapping of the working

tool edge and a V-shaped share in the center of the inter-row spacing. This combination resulted in a corn yield of 3.62 t/ha. Compared to other types of tillage, the increase was from 0.61 to 1.10 t/ha. This year, in comparison with 2022, in the early phases of the growth of corn and the development of its reproductive parts from April to May, excessive moisture was observed, while in June and July the moisture level was insufficient. In 2022, the use of two universal V-shaped shares with overlapping the working tool edge, inserting wheel spiders in the center of inter-row spacing ensured a yield of 9.15 t/ha. Compared to other types of tillage, the increase was from 0.33 to 1.99 t/ha. The provision of a high yield level in 2022 was facilitated by excessive moisture in the period from April to June and the accumulation of moisture in the soil. The choice of a combination of working tools should be determined by weather conditions.

Keywords: cultivator, V-shaped shares, wheel spiders, grain corn

For citation: Mazur V.V., Nikulchev K.A. Improving the technology of grain corn production in the conditions of the Amur region. *Agricultural Engineering (Moscow)*, 2023;25(4):65-69. (In Rus.). <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-4-65-69>.

Введение. Рост урожайности зерна кукурузы от 0,5 до 2,6 т/га зависит от отдельных приёмов обработки почвы, применения микро- и макроэлементов [1-5]. Кукуруза, как и любая пропашная культура, предъявляет высокие требования к обработке почвы. Для улучшения водно-воздушного режима почвы, повышения её аэрации с целью стимулирования ростовых процессов корневой системы, уничтожения сорняков в период активного роста и развития растений в ширококорядных посевах кукурузы применяют пропашные культиваторы.

По общепринятой системе технологий и машин для возделывания кукурузы на зерно в Амурской области предпочтение отдают системе ухода, основанной на использовании химических средств защиты растений (СЗР), которые высокоэффективны только при комплексном применении их с агротехническими приёмами. Применение только химических СЗР не обеспечивает оптимальных условий для развития корневой системы, а агротехническая обработка

междурядий сама по себе не обеспечивает высокого качества ввиду недоступности уничтожения сорняков, расположенных вблизи культурных растений (в рядке).

Эффективность агротехнических приёмов во многом зависит от стадии развития сорняков, обрабатываемой площади и глубины обработки почвы в междурядьях [6]. Совершенствование технологии кукурузы на зерно является актуальным и требует дополнительного изучения.

Цель исследований: дать комплексную оценку применения различных комбинаций рабочих органов культиватора в технологии ухода за ширококорядными посевами кукурузы, возделываемой на зерно.

Материалы и методы. В 2021-2022 гг. на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои в селе Садовое Тамбовского района Амурской области исследовалось влияние применения различных комбинаций рабочих органов культиватора при уходе за ширококорядными посевами кукурузы при возделывании на зерно. Схема опыта представлена в таблице 1.

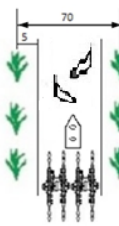
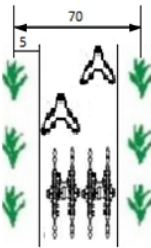
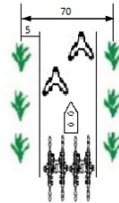
Таблица 1

Схема опыта по оценке способов ухода за ширококорядными посевами кукурузы при возделывании на зерно

Table 1

Experiment scheme to assess the cultivation methods of wide-row grain corn crops

№ п/п	Вариант / Variant	Исследуемые приемы возделывания / Studied tillage methods
1	КОНТРОЛЬ / Control  – Две односторонние плоскорежущие лапы (бритвы) Two one-side flat-cutting shares (edges) – Стрельчатая лапа / V-shaped share	Подрезание сорняков и рыхление почвы в междурядьях на глубину до 6 см Сплошная обработка междурядий на глубину до 14 см Ширина междурядья – 70 см Первая обработка: защитная зона – 5 см Вторая обработка: защитная зона – 10 см Undercutting weeds and loosening the soil in the inter-row spacing to a depth of up to 6 cm. Overall tillage of the inter-row spacing to a depth of up to 14 cm. Width of the inter-row spacing is 70 cm. Protection zone is 5 cm. Second treatment: protection zone 10 cm

№ п/п	Вариант / Variant	Изучаемые приемы возделывания / Studied tillage methods
2	 – Две односторонние плоскорежущие лапы (бритвы) Two one-side flat-cutting shares (edges)  – Долотообразная лапа / Wedge-shaped share  – Игольчатые диски / Wheel spiders 	Подрезание сорняков и рыхление почвы в междурядьях на глубину до 6 см Рыхление почвы на глубину до 15 см Разрушение почвенной корки и уничтожение сорняков Ширина междурядья – 70 см Первая обработка: защитная зона – 5 см Вторая обработка: защитная зона – 10 см Undercutting weeds and loosening the soil in the inter-row spacing to a depth of up to 6 cm. Overall tillage of the inter-row spacing to a depth of up to 15 cm. Width of the inter-row spacing is 70 cm. Protection zone is 5 cm. Second treatment: protection zone 10 cm
3	 – Две универсальные стрелчатые лапы Two universal V-shaped shares  – Игольчатые диски / Wheel spiders 	Сплошная обработка междурядий на глубину до 14 см Разрушение почвенной корки и уничтожение сорняков Ширина междурядья – 70 см Первая обработка: защитная зона – 5 см Вторая обработка: защитная зона – 10 см Overall tillage of the inter-row spacing to a depth of up to 15 cm. Destruction of the soil crust and removal of weeds Width of the inter-row spacing is 70 cm. Protection zone is 5 cm. Second treatment: protection zone 10 cm
4	 – Две универсальные стрелчатые лапы Two universal V-shaped shares  – Долотообразная лапа / Wedge-shaped share  – Игольчатые диски / Wheel spiders 	Сплошная обработка междурядий на глубину до 14 см Рыхление почвы на глубину до 15 см Разрушение почвенной корки и уничтожение сорняков Ширина междурядья – 70 см Первая обработка: защитная зона – 5 см Вторая обработка: защитная зона – 10 см Overall tillage of the inter-row spacing to a depth of up to 15 cm. Loosening the soil to a depth of 15 cm. Destruction of the soil crust and removal of weeds Width of the inter-row spacing is 70 cm. Protection zone is 5 cm. Second treatment: protection zone 10 cm

За контроль (вариант 1) принята комбинация рабочих органов, включающая в себя две односторонние плоскорежущие лапы (бритвы) и стрелчатую лапу по центру как наиболее распространённую при проведении междурядных обработок пропашных культур. Количество обработок – две. Первую междурядную обработку проводили при раскрытии на растениях кукурузы 2-3 листьев, вторую – при 5-6 листьях. Повторность в опыте трехкратная, площадь делянки – 200 м², учётная площадь – 50 м².

Математическую обработку опыта проводили методом дисперсионного анализа по методике Б.А. Доспехова¹. Учёт урожая зерна кукурузы в опытах проводили согласно методике ГСИ².

¹ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

² Юрина А.В. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Екатеринбург: Уральский ГАУ, 1985. 110 с.

Опытный посев среднеспелого гибрида кукурузы Фалькон осуществлялся после сои сеялкой Берегиня 25 мая при ширине междурядий 70 см. Норма высева составляла 80 тыс. всхожих семян на 1 га с глубиной заделки 4...6 см. Междурядная обработка проводилась несколькими рабочими органами: односторонними плоскорежущими лапами (бритвами) с глубиной рыхления 6...8 см, универсальными стрелчатыми лапами на глубину 10...12 см, долотообразной лапой на глубину 15...20 см, игольчатыми дисками с глубиной рыхления 8...10 см. Защитная зона составляла при первой обработке до 5 см, при второй – до 10 см [7, 8].

Результаты и их обсуждение. В результате проведённых исследований наблюдали прибавку урожайности зерна кукурузы при использовании различных вариантов набора рабочих органов (табл. 2).

Разница по урожайности объясняется различием в обеспеченности посевов кукурузы влагой по годам (табл. 2). В 2021 г. отмечено избыточное увлажнение в период с апреля по май, а в июне-июле отмечен недостаток влаги в ранние фазы роста и развития растений кукурузы и закладки генеративных органов, что отрицательно сказалось на урожайности семян. Таким образом, в этот год можно выделить контрольный вариант опыта (две односторонние плоскорежущие лапы (бритвы) с перекрытием кромки рабочего органа, стрелчатая лапа по центру междурядья) с урожайностью 3,62 т/га. При этом необходимо отметить,

что в условиях недостаточного увлажнения 2021 г. именно углубление обрабатываемого слоя позволило корневой системе кукурузы лучше развиваться и обеспечить растения влагой.

В 2022 г. отмечен недостаток влаги в июле, который компенсировался избыточным увлажнением в период с апреля по июнь, что способствовало накоплению влаги в почве и формированию высокого уровня урожайности в третьем варианте опыта (две универсальные стрелчатые лапы с перекрытием кромки рабочего органа, игольчатые диски по центру междурядья) с урожайностью 9,15 т/га. При этом в условиях переувлажнения 2022 г. стрелчатые лапы, обрабатывающие почву на глубину 14 см, способствовали оттоку излишней влаги в подпахотные горизонты почвы.

По-видимому, увеличение урожайности произошло за счёт оптимального распределения рабочих органов по ширине междурядья и глубине обработки почвы, что создало условия для оптимизации водно-воздушных условий почвы.

Структура затрат практически во всех вариантах меняется незначительно в связи с применением в технологии ухода за ширококормными посевами кукурузы рабочих органов, примерно одинаковых по принципу применения и разноточной обработки почвы. Основные отличия связаны с увеличением затрат на ГСМ. В связи с этим критерием эффективности технологий может служить урожайность кукурузы на зерно.

Таблица 2

Урожайность кукурузы на зерно при комбайновой уборке, т/га

Table 2

Grain corn yield resulting from combine harvesting, t/ha

№ п/п	Варианты опыта <i>Experiment variants</i>	Урожайность кукурузы на зерно, т/га <i>Grain corn yield, t/ha</i>	
		2021 г.	2022 г.
1	Контроль (две односторонние плоскорежущие лапы (бритвы) с перекрытием кромки рабочего органа + стрелчатая лапа по центру междурядья) <i>Two one-side flat-cutting shares (edges) with overlapping of the edge of the working tool + a wedge-shaped share in the inter-row spacing center</i>	3,62	7,16
2	Две односторонние плоскорежущие лапы (бритвы) с перекрытием кромки рабочего органа + долотообразная лапа и игольчатые диски по центру междурядья <i>Two one-side flat-cutting shares (edges) with overlapping edges of the working tool + a wedge-shaped share and a wheel spider in the inter-row spacing center</i>	2,52	8,88
3	Две универсальные стрелчатые лапы с перекрытием кромки рабочего органа + игольчатые диски по центру междурядья <i>Two universal V-shaped shares with overlapping edges of the working tool + a wheel spider in the inter-row spacing center</i>	2,57	9,15
4	Две универсальные стрелчатые лапы с перекрытием кромки рабочего органа + долотообразная лапа и игольчатые диски по центру междурядья <i>Two universal V-shaped shares with overlapping edges of the working tool + a wedge-shaped share and a wheel spider in the inter-row spacing center</i>	3,01	8,82
НСР ₀₅ / Smallest significant difference ₀₅		2,63	4,11
$F_{\text{факт}}/F_{\text{actual}}$		0,45	0,57
$F_{\text{теор}}/F_{\text{theoretical}}$		4,76	4,76

Выводы

1. При избыточном увлажнении в период с апреля по май, а в июне, июле – при недостатке влаги в ранние фазы роста и развития растений кукурузы и закладки генеративных органов, что отмечалось в 2021 г., целесообразным является применение почвообрабатывающего агрегата с комбинацией рабочих органов: две односторонние плоскорежущие лапы (бритвы) с перекрытием кромки рабочего органа, стрельчатая лапа по центру междурядья. В этом случае урожайность кукурузы составила 3,62 т/га, что

дает прибавку от 0,61 до 1,10 т/га по сравнению с результатами при других видах обработки.

2. При недостатке влаги в июле, который компенсировался избыточным увлажнением в период с апреля по июнь, что способствовало накоплению влаги в почве и формированию высокого уровня урожайности в 2022 г., целесообразным является применение двух универсальных стрельчатых лап с перекрытием кромки рабочего органа, игольчатых дисков по центру междурядья. В этом случае урожайность составила 9,15 т/га, что дает прибавку от 0,33 до 1,99 т/га по сравнению с результатами при других видах обработки.

Список использованных источников

1. Еремин Д.И., Демин Е.А. Влияние междурядной обработки кукурузы на агрофизические свойства чернозема выщелоченного // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2016. № 4 (35). С. 47-53. EDN: XVSYYJ.
2. Тойгильдин А.Л., Подсевалов М.И., Аюпов Д.Э., Тюрин А.В. Продуктивность гибридов кукурузы на зерно в зависимости от приемов возделывания в условиях лесостепной зоны Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4 (52). С. 56-64. EDN: UMMRXF.
3. Игнатова Г.А. Засорённость посевов кукурузы при разных технологиях производства // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: Материалы XVIII Международной научной конференции, Брянск, 24-25 мая 2021 г. Ч. 2. Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2021. С. 13-19. EDN: NSWUOK.
4. Shcatula Y. Higher reduction in maize Cereals on grain. *Sciences of Europe*. 2020;60-1 (60):3-10. <https://doi.org/10.24412/3162-2364-2020-60-1-3-10>
5. Ханьева И.М., Шогенов Ю.М., Гешева М.В., Виндугов Т.С. Продуктивность кукурузы в зависимости от способов применения микроудобрений в условиях Кабардино-Балкарии // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2019. № 4 (26). С. 16-20. EDN: UJSZIJ.
6. Кудрявцев Д.В., Магдин А.Г., Горбунов А.А., Нестеренко Р.А., Жанзакова Д.К. Применение сельскохозяйственного беспилотного летательного аппарата для обработки сельскохозяйственных культур // Агротехника и энергообеспечение. 2021. № 2 (31). С. 37-47. EDN: OASYEL.
7. Бумбар И.В., Мазур В.В., Кувшинов А.А. Совершенствование технологий и технических средств при возделывании кукурузы на зерно в Южной сельскохозяйственной зоне Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 2 (58). С. 131-136. <https://doi.org/10.24412/1999-6837-2021-2-131-136>
8. Мазур В.В. Оценка эффективности применения комбинаций рабочих органов культиватора для возделывания кукурузы // Агроинженерия. 2022. Т. 24, № 4. С. 37-41. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-4-37-41>

Вклад авторов

В.В. Мазур – концептуализация, создание черновика рукописи, формальный анализ и проведение исследований, визуализация.
К.А. Никулчев – методология, руководство исследованием, создание окончательной версии (доработка) рукописи и её редактирование.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов и несут ответственность за плагиат

Статья поступила 19.12.2022, после рецензирования и доработки 06.07.2023, принята к публикации 07.07.2023

References

1. Eremin D.I., Demin E.A. Influence of inter-row cultivation of corn on agrophysical properties of the leached black soil. *Vestnik gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zauralya*. 2016;4(35):47-53. (In Rus.)
2. Toigildin A.L., Podsevalov M.I., Ayupov D.E., Tyurin A.V. Productivity of corn hybrids for grain depending on cultivation methods in the conditions of the Volga forest-steppe zone. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2020;4(52):56-64. (In Rus.)
3. Ignatova G.A. Contamination of corn crops under different production technologies. *Agroecological aspects of sustainable development of the agro-industrial sector: Proceedings of the 28th International Scientific Conference*, Bryansk, May 24-25, 2021. Bryansk: Bryansk State Agrarian University, 2021;2:13-19. (In Rus.)
4. Shcatula Y. Higher reduction in maize Cereals on grain. *Sciences of Europe*. 2020;60-1(60):3-10. <https://doi.org/10.24412/3162-2364-2020-60-1-3-10>
5. Khanieva I.M., Shogenov Yu.M., Gesheva M.V., Vin-dugov T.S. Corn yield depending on ways of application of microfertilizers under conditions of Kabardino-Balkaria. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2019;4(26):16-20. (In Rus.)
6. Kudryavtsev D.V., Magdin A.G., Gorbunov A.A., Nesterenko R.A., Zhanzakova D.K. Application of agricultural unmanned aircraft for treating agricultural crops with chemicals. *Agrotehnika i energoobespechenie*. 2021;2(31):37-44. (In Rus.)
7. Bumar I.V., Mazur V.V., Kuvshinov A.A. Improvement of technologies and technical equipment of corn cultivation for grain in the south agricultural zone of the Amur region. *Dal'nevostochniy Agrarniy Vestnik*. 2021;2(58):131-136. (In Rus.) <https://doi.org/10.24412/1999-6837-2021-2-131-136>
8. Mazur V.V. Evaluation of the effectiveness of combining corn cultivator working tools. *Agricultural Engineering (Moscow)*. 2022;24(4):37-41. (In Rus.) <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2022-4-37-41>

Contribution of the authors

V.V. Mazur – conceptualisation, writing the manuscript draft, formal analysis and research, visualisation.
K.A. Nikulchev – methodology, research supervision, revising and editing the manuscript

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article and bear equal responsibility for plagiarism.

Received 19.12.2022; revised 06.07.2023; accepted 07.07.2023