

Научная статья

УДК 631.316

EDN JPXURO

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-115-123>

**Сравнительная оценка использования многофункционального
почвообрабатывающего агрегата в технологии возделывания кукурузы на зерно**

**Владимир Валерьевич Мазур¹, Владимир Александрович Сахаров²,
Алексей Алексеевич Кувшинов³**

^{1, 2, 3} Всероссийский научно-исследовательский институт сои

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ vmazur149@mail.ru, ² sva@vniisoi.ru, ³ kyaa@vniisoi.ru

Аннотация. Проблемой при возделывании кукурузы на зерно является защищенность посевов от сорных растений, особенно в период прорастания и набора высоты растений до 20–30 см, после чего культурные растения начинают затенять и угнетать сорную растительность. Основными методами защиты посевов кукурузы выступают химический, который заключается в опрыскивании гербицидом в нескольких повторностях за период вегетации, и механический – с применением нескольких междурядных культиваций. Основной недостаток химического метода состоит в гербицидной нагрузке на почву, что можно исключить при использовании междурядных обработок с применением пропашного культиватора с набором научно обоснованных конструктивно-режимных параметров. Целью данных исследований является обоснование повышения урожайности зерна кукурузы путем совершенствования технологического процесса междурядной обработки посевов и за счет снижения гербицидной нагрузки в условиях Амурской области. Выяснено, что использование двух универсальных стрельчатых лап со смещением в комплексе с долотообразной лапой и игольчатыми дисками по центру многофункционального почвообрабатывающего агрегата для междурядной обработки почвы и уничтожения сорняков в широкорядных посевах кукурузы обеспечило получение урожайности зерна на уровне 9,7 т/га без применения химических средств борьбы с сорняками.

Ключевые слова: кукуруза, междурядная обработка, культиватор

Для цитирования: Мазур В. В., Сахаров В. А., Кувшинов А. А. Сравнительная оценка использования многофункционального почвообрабатывающего агрегата в технологии возделывания кукурузы на зерно // Дальневосточный аграрный вестник. 2024. Том 18. № 2. С. 115–123. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-115-123>.

Original article

**Comparative assessment of use of a multifunctional
tillage unit in corn cultivation technology for grain**

**Vladimir V. Mazur¹, Vladimir A. Sakharov²,
Alexey A. Kuvshinov³**

^{1, 2, 3} All-Russian Scientific Research Institute of Soybean

Amur region, Blagoveshchensk, Russian Federation

¹ vmazur149@mail.ru, ² sva@vniisoi.ru, ³ kyaa@vniisoi.ru

Abstract. When corn cultivation for grain, the protection of crops from weeds is an issue, especially during the period of germination and plant height gain of about 20–30 cm, when cul-

tivated plants begin to shade and oppress weeds. The main methods of protecting corn crops are the chemical method, which consists in spraying with herbicide in several repetitions during the growing season, and the mechanical method using several row-to-row cultivations. The main disadvantage of the chemical method is the herbicidal load on the soil, which can be eliminated when using row-to-row developments by a row cultivator with a set of scientifically sound design and operating parameters. The purpose of these studies is to substantiate the increase in corn grain yield by improving the technological process of row-to-row processing of crops and by reducing the herbicidal load in the Amur region. It was found out that the use of two universal pointed paws with displacement in combination with a chisel-shaped paw and needle discs in the center of a multifunctional tillage unit for row-to-row tillage and weed eradication in wide-row corn crops ensured grain yields at the level of 9.7 t/ha without the use of chemical weed control agents.

Keywords: corn, row-to-row processing, cultivator

For citation: Mazur V. V., Sakharov V. A., Kuvshinov A. A. Comparative assessment of use of a multifunctional tillage unit in corn cultivation technology for grain. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. 2024;18;2:115–123. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-2-115-123>.

Введение. Возделывание сельскохозяйственных культур сопровождается произрастанием сорных растений. В этой связи на обрабатываемых землях формируются сообщества культурных и сорных растений – агрофитоценозы, где доминируют более конкурентоспособные растения. Они формируют густую листву, затеняя более слабые; либо более развитую корневую систему, что способствует лучшему потреблению воды и питательных веществ.

Кукуруза – теплолюбивое растение. В период дождей со снижением температуры она может замедляться в росте, особенно при прорастании и в фазу всходов. В 2022 году во время посева наблюдалось переувлажнение во II и III декадах мая, в 2021 году основная норма осадков пришла на II декаду мая, и к посеву кукурузы состояние почвы в указанные годы оценивалось, как удовлетворительное, с оптимальными значениями по содержанию доступной влаги и высокими показателями аэрации, что положительно отразилось на росте растений (по данным Амурского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды).

При разработке и использовании биологизированного земледелия необходимо снижать химическую нагрузку на почву. Применение химического способа борьбы с сорной растительностью приводит к появлению резистентности у некоторых видов сорняков к гербицидам, что требует увеличения доз внесения или разработки новых химических средств, и,

в конечном итоге, вызывает большее загрязнение окружающей среды [1].

Вопросам сравнительного анализа технологий возделывания кукурузы на зерно технологическим адаптером с различным набором вариантов технологических операций и обоснованию системы машин, обеспечивающей возделывание кукурузы на зерно в хозяйствах Амурской области, посвящена работа Е. С. Петренко с соавторами [2].

Исследованиям по влиянию междурядных обработок кукурузы на плотность почвы, ее биологическую активность посвящена работа А. П. Авдеенко и В. В. Дудник [3]. Проведенный анализ позволил сделать вывод, что междурядная обработка посевов кукурузы способствует снижению плотности почвы в слоях 0–5 и 5–10 см до оптимальных значений. Проведение двух междурядных обработок почвы способствует увеличению биологической активности почвы по сравнению с показателем при одной обработке на 2,5 %, а по сравнению с контролем – на 4,1 %.

Во время исследований продуктивности гибридов зерновой кукурузы в зависимости от приемов возделывания в условиях лесостепной зоны Поволжья А. Л. Тойгильдиным, М. И. Подсеваловым и др. было выявлено, что при междурядной обработке почвы численность сорных растений в среднем по гибридам кукурузы составила 8,4 шт./м², а при внесении гербицида снизилась до уровня 5,1 шт./м²; при оценке воздушно-су-

хой массы сорных растений она составила соответственно 65,2 и 27,5 г/м² [4].

Основная причина снижения урожайности сельскохозяйственных культур состоит в высокой засоренности их посевов. В ходе исследования С. М. Накаевым и З. П. Оказовой установлено, что засоренность кукурузы на протяжении вегетационного периода постоянно изменяется. Доминирующими сорными растениями в течение всего периода являются злаковые сорняки [5].

Н. И. Джаббаров, А. В. Добринов в своей статье показали, что применяемые в настоящее время лапы культиваторов имеют ряд недостатков, среди которых можно отметить постоянные углы резания и крошения, недостаточную глубину обработки, невозможность изменения площади ее фронтальной проекции для уменьшения тягового сопротивления. При этом не обеспечивается качественный срез мощной корневой системы многолетних сорных растений, происходит забивание сорными растениями рабочих органов, сохраняется большое количество неподрезанных сорняков на поле [6].

А. М. Shpanev и V. V. Smuk утверждают, что погодные условия оказали решающее влияние на начальную засоренность сорняками и меньшее влияние на видовую численность и надземную биомассу сорняков. Также совместное действие минеральных удобрений и гербицидов повлияло на скорость образования надземной массы сорняков, особенно в годы с избыточным увлажнением [7].

Обработка почвы – обычная сельскохозяйственная практика, которая помогает подготовить почву и удалить сорняки. Результаты исследований С. Lu, Z. Yu, D. A. Hennessy и др. ученых показывают, что выбор фермерами методов борьбы с устойчивостью к гербицидам может помочь снизить выбросы парниковых газов в сельском хозяйстве, что подчеркивает важность альтернативной стратегии борьбы с сорняками [8].

Устойчивые к гербицидам сорняки представляют существенную угрозу глобальной продовольственной безопасности. Особенно опасны многолетние виды сорняков. По мнению D. Lauenroth и С. S. Gokhale, сочетание обработки почвы и применения гербицидов эффек-

тивно снижает плотность засорения и риск неудачной борьбы, не задерживая адаптацию к устойчивости [9].

По мнению Y. Mo, Y. Zhang, D. Wang и др., сложность прорастания сельскохозяйственных культур в районах, подверженных засухе, в период посева является общемировой проблемой. Альтернативная посадка в ряд, при которой семена кукурузы высаживались под борозду, применялась для улучшения всхожести и урожайности кукурузы в Пекине.

При этом были проведены полевые эксперименты для оценки влияния трех глубин борозд: 0; 10 и 15 см. Результаты показали, что содержание влаги в почве вокруг семян увеличивалось с увеличением глубины борозды, в то время как температура почвы снижалась. Время прорастания семян сократилось при этом на 3–5 дней, а скорость появления всходов возросла. Обработка на глубину 15 см позволила достичь максимального уровня всходов, составившего 91,8 % в среднем за два года [10].

Цель исследований – обоснование повышения урожайности зерна кукурузы путем совершенствования технологического процесса междурядной обработки посевов и за счет снижения гербицидной нагрузки в условиях Амурской области.

Материалы и методы исследований. В 2021 году был создан опытный образец многофункционального почвообрабатывающего агрегата (МПА) для ухода за ширококрядными посевами кукурузы на зерно, который испытан на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института сои в 2021–2022 годы. Выполнен подбор оптимального сочетания почвообрабатывающих рабочих органов, их расстановки в агрегате на основе сравнения между собой полученных вариантов, а также с традиционной для Амурской области технологией возделывания кукурузы на зерно на основе применения средств химической защиты растений.

Параметры оценки эффективности комбинаций рабочих органов в системе технологий механизированного ухода за ширококрядными посевами кукурузы представлены в таблице 1.

В опыте изучали кукурузу гибрида Фалькон с нормой высева 70 тыс. всхожих

Таблица 1 – Варианты оценки способов ухода за широкорядными посевами кукурузы при возделывании на зерно**Table 1 – Options for evaluating methods of tillage of wide-row corn crops during grain cultivation**

Вариант	Характеристика варианта
1. Контроль (комплекс химических средств защиты растений от сорняков)	Почвенник Гардо Голд (С-Метолахлор 312,5 г/л + Тербутилазин 187,5 г/л) – 3–4 л/га по вегетирующим растениям; Титус Плюс (Дикамба (диметиламинная соль) 609 г/кг + Римсульфурон 32,5 г/кг) – 0,385 кг/га; Тренд 90 (водный раствор этоксилата изодецилового спирта 900 г/л) – 0,2 л/га
2. Две односторонние плоскорежущие лапы (бритвы) со смещением Стрельчатая лапа	Подрезание сорняков и рыхление почвы в междурядьях на глубину до 6 см Сплошная обработка междурядий на глубину до 14 см
3. Две односторонние плоскорежущие лапы (бритвы) со смещением Долотообразная лапа Игольчатые диски	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 в защитных зонах
4. Две универсальные стрельчатые лапы со смещением Игольчатые диски	Сплошная обработка междурядий на глубину до 14 см Разрушение почвенной корки и уничтожение сорняков в защитных зонах
5. Две универсальные стрельчатые лапы со смещением Долотообразная лапа Игольчатые диски	Сплошная обработка междурядий на глубину до 14 см Рыхление почвы на глубину до 15 см Разрушение почвенной корки и уничтожение сорняков в защитных зонах

семян на 1 га. Посев кукурузы в опыте проводили сеялкой СН-16.

Кроме того, в одном из севооборотов также возделывали кукурузу на зерно, но ширина междурядий была 45 см, что позволило провести сравнительный анализ способов посева на 45 и 70 см. Технология возделывания кукурузы в обоих вариантах была одинакова.

Результаты исследований и их об- суждение. За годы исследований в опытах под посевами кукурузы с шириной междурядий 45 см было обнаружено 14 видов сорняков из 9 семейств; с междурядьями 70 см – 9 видов сорняков из 5 семейств, причем общее количество сорняков в варианте с шириной междурядий 70 см было больше на 8 % и составило 125,7 шт./м².

При посеве на 45 см многолетние и малолетние сорняки находились в равном соотношении; при посеве на 70 см основную долю составляла группа малолетних

сорняков, на долю многолетних приходилось 18,5 % от общего количества (табл. 2).

При оценке исходного состояния участка под широкорядными посевами кукурузы для проведения междурядных обработок было обнаружено 12 видов сорняков из 8 семейств. Основная доля сорняков представлена группой малолетних сорняков (80,2 %, 247,7 шт./м²). Эффект от применения почвенного гербицида Гардо Голд составил 49,2 % в варианте с посевом кукурузы на 70 см и 53,2 % – на 45 см.

Относительно исходного состояния участков отмечено снижение общей засоренности от 13 до 46 % и доли многолетних сорняков от 54 до 95 % в посевах кукурузы с использованием МПА в технологии ухода за посевами. В вариантах с применением химических средств защиты растений, как при посеве на 45 см, так и на 70 см, отмечено увеличение общей засоренности. Рост количества многолетних сорняков со-

Таблица 2 – Количество сорняков в агрофитоценозе широкорядных посевов кукурузы на зерно, 2021–2022 гг.

Table 2 – The number of weeds in agrophytocenosis of wide-row corn crops for grain, 2021–2022

В шт/м² (in pcs/m²)

Сорные растения	Количество сорняков после применения почвенного гербицида		Исходное количество сорняков
	способ посева (см)		
	45	70	70
Хвощ полевой	28,00	22,00	45,65
Шерстяк волосистый	21,15	41,00	5,90
Коммелина обыкновенная	3,35	2,65	35,85
Осот полевой	28,30	1,00	3,35
Щирица запрокинутая	1,35	3,70	16,65
Полынь обыкновенная	0,70	0,35	0
Акалифа южная	3,35	5,30	13,90
Марь белая	16,00	6,00	14,65
Горец вьюнковый	0,35	0	0,35
Просо куриное	10,65	42,35	110,35
Канатник Теофраста	0,35	0	0,35
Дурнишник сибирский	0,35	0,35	0,35
Овес обыкновенный	0	1,00	0,35
Пикульник двунадрезанный	1,65	0	0
Пырей ползучий	0,35	0	0
Сорные, всего	115,90	125,70	247,70
в том числе малолетние	58,55	102,35	198,70
многолетние	57,35	23,35	49,00
из них стержнекорневые	0,70	0,35	0
корневищные	28,35	22,00	45,65
корнеотпрысковые	28,30	1,00	3,35

ставил 64 % при посеве на 45 см и 142 % при посеве на 70 см (табл. 3).

Существенных различий по общему количеству сорняков не выявлено. Значительно большее количество малолетних сорняков отмечено в варианте с применением двух односторонних плоскорежущих лап (бритв) со смещением и одной стрелчатой лапой по центру МПА относительно варианта с применением химических средств защиты растений при посеве на 45 см. Использование химических средств защиты растений приводит к существенному увеличению количества многолетних сорняков.

Способ посева не оказал существенного влияния на формирование урожайности зерна кукурузы (табл. 4).

При сравнении агротехнических приемов ухода за широкорядными посевами кукурузы между собой и с традиционной технологией, включающей комплекс химических средств защиты растений в посевах, существенных различий по уровню урожайности не установлено (табл. 5).

Посев кукурузы на ширину междурядий 45 см позволяет получить урожайность 6,39 т/га с окупаемостью 32,0 руб. на каждый дополнительно затраченный рубль и условно чистым доходом, составляющим 40,2 тыс. руб./га.

Использование комбинации рабочих органов в виде двух универсальных стрелчатых лап с перекрытием кромки рабочего органа в комплексе с долотообразной лапой и игольчатыми дисками

Таблица 3 – Количество сорняков в агрофитоценозах кукурузы на зерно при разных способах ухода за ширококормными посевами, 2021–2022 гг.**Table 3 – The number of weeds in agrophytocenoses of corn for grain with different methods of tillage of wide-row crops, 2021–2022****В шт./м² (in pcs/m²)**

Сорные растения	Способ посева (см)					
	45	70, способ ухода за посевами (номер способа согласно таблицы 1)				
		1	2	3	4	5
Шерстяк волосистый	51,10	90,65	66,00	55,70	70,60	50,65
Просо куриное	1,65	1,35	116,00	70,65	28,65	76,65
Соя	4,35	0	0	0	0	0
Полынь обыкновенная	7,65	0	0,65	0,65	0	0,65
Осот полевой	61,30	0	0	0	0	0
Горошек мышиный	0	2,65	0	0	0	0
Щирица запрокинутая	0,65	2	2,65	2,00	8,70	6
Марь белая	2,00	6,65	4,65	4,00	1,35	6
Горец вьюнковый	0,35	0	0	0,65	0,65	0
Горец почечуйный	0	0	1,35	0	0,65	0,65
Коммелина обыкновенная	1,00	2	0,65	1,35	0,35	0,35
Канатник Теофраста	0	0	0	0	0	0,65
Акалифа южная	16,00	20,30	13,65	17,00	19,50	16,00
Пикульник двунадрезанный	4,35	0	0	0	0	0
Хвощ полевой	26,00	54,00	9,70	21,65	2,35	19,65
Сорные всего (НСР ₀₅ = 115,23; $F_{\text{факт}}$ = 0,51; $F_{\text{теор}}$ = 3,33)	176,40	179,60	215,30	173,65	132,80	177,25
в том числе малолетние (НСР ₀₅ = 111,71; $F_{\text{факт}}$ = 1,34; $F_{\text{теор}}$ = 3,33)	81,45	122,95	204,95	151,35	130,45	156,95
многолетние (НСР ₀₅ = 39,42; $F_{\text{факт}}$ = 7,81; $F_{\text{теор}}$ = 3,33)	94,95	56,65	10,35	22,30	2,35	20,30
из них стержнекорневые	26,00	54,00	9,70	21,65	2,35	19,65
корневищные	26,00	54,00	9,70	21,65	2,35	19,65
корнеотпрысковые	61,3	2,65	0	0	0	0

Таблица 4 – Урожайность зерна кукурузы в зависимости от способа посева, 2022 г.**Table 4 – Corn grain yield depending on sowing method, 2022****В т/га (in t/ha)**

Способ посева	Урожайность		Средняя урожайность
	2021 г.	2022 г.	
45 см	3,59	9,18	6,39
70 см	3,92	8,4	6,16
НСР ₀₅ ($F_{\text{факт}}$ = 0,50; $F_{\text{теор}}$ = 18,51)	—	—	1,38

Таблица 5 – Урожайность кукурузы на зерно при комбайновой уборке

Table 5 – Corn yield for grain during combine harvesting

В т/га (in t/ha)

Вариант	Урожайность			Прибавка	
	2021 г.	2022 г.	средняя	т/га	%
Контроль (комплекс химических средств защиты растений от сорняков)	3,92	8,4	6,16	–	–
Две односторонние плоскорежущие лапы (бритвы) с перекрытием кромки рабочего органа + стрелчатая лапа по центру междурядья	3,62	7,16	5,39	–0,77	–12,5
Две односторонние плоскорежущие лапы (бритвы) с перекрытием кромки рабочего органа + долотообразная лапа и игольчатые диски по центру междурядья	2,52	8,88	5,70	–0,46	–7,5
Две универсальные стрелчатые лапы с перекрытием кромки рабочего органа + игольчатые диски по центру междурядья	2,57	9,15	5,86	–0,30	–4,9
Две универсальные стрелчатые лапы с перекрытием кромки рабочего органа + долотообразная лапа и игольчатые диски по центру междурядья	3,01	8,82	5,92	–0,25	–4,0
НСР ₀₅ ($F_{\text{факт}} = 0,57$; $F_{\text{теор}} = 3,84$)	–	–	1,23	–	–

по центру междурядья (вариант 5) позволило сформировать урожайность 5,92 т/га экологически чистой продукции при рентабельности производства 156,1 % и экономии затрат на сумму 7,4 тыс. руб./га.

В результате применения МПА в условиях засушливой весны и большей части лета 2023 года получена урожайность 9,69 т/га экологически чистого зерна кукурузы. Экономия затрат на производство при этом составила 8,07 тыс. руб./га; уровень рентабельности при цене реализации одной тонны 12,9 тыс. руб и ее себестоимости 2,91 тыс. руб. достигал 342,8 %.

Заключение. Использование двух универсальных стрелчатых лап со смещением в комплексе с долотообразной лапой и игольчатыми дисками по центру многофункционального почвообрабатывающего агрегата для междурядной обработки почвы и уничтожения сорняков в широкорядных посевах кукурузы обеспечило получение урожайности зерна на уровне 9,7 т/га (без применения химических средств борьбы с сорняками). Производственные затраты сократились на 8,1 тыс. руб./га, а себестоимость единицы продукции снизилась на 0,83 тыс. руб.

по сравнению с возделыванием культуры при использовании гербицидов. Рентабельность увеличилась до 342,8 %, что больше на 40 % ее уровня, полученного с применением химических средств защиты растений.

Для обеспечения указанного выхода экологически чистого урожая зерна без потерь необходимо обеспечить оптимальную густоту стояния растений к уборке (6–7 растений на 1 м²), что достигается путем высева 70–80 тыс. всхожих семян на 1 га. Следует также применять качественную систему обработки почвы и уничтожения сорняков агротехническими способами, что достигается посевом кукурузы с шириной междурядий 70 см и применением в технологии ухода за широкорядными посевами созданного во Всероссийском научно-исследовательском институте сои многофункционального почвообрабатывающего агрегата на основе пропашного культиватора с использованием двух универсальных стрелчатых лап со смещением в комплексе с долотообразной лапой и игольчатыми дисками по центру. Это снизит производственные затраты на один гектар на 8,1 тыс. руб. и повысит рентабельность производства до 342,8 %.

Список источников

1. Мазур В. В., Никульчев К. А., Кувшинов А. А., Сахаров В. А. Определение оптимальных параметров комбинации рабочих органов культиватора для междурядной обработки кукурузы в условиях Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Т. 17. № 4. С. 197–208. EDN BVAQTK.
2. Петренко Е. С., Эрнст О. Г., Смолянинова Н. О., Ахалбедашвили Д. В. Особенности технологии возделывания кукурузы на зерно в условиях Амурской области // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 12–7. С. 1266–1269. EDN XHJJYR.
3. Авдеенко А. П., Дудник В. В. Эффективность междурядных обработок при выращивании среднеранних гибридов кукурузы на зерно // АгроЭкоИнфо. 2019. № 2 (36). С. 19. EDN JVJRDC.
4. 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. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-4-56-64>. EDN UMMRXXF.
5. Накаев С. М., Оказова З. П. Доминирующие сорные растения и их вредоносность в посевах кукурузы // Успехи современной науки. 2017. Т. 2. № 12. С. 199–201. EDN YMQUFD.
6. Джаббаров Н. И., Добринов А. В. Обоснование конструктивных параметров рабочего органа для рыхления почвы и уничтожения сорных растений в органическом земледелии // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15. № 1 (72). С. 23–33. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_23.
7. Shpanev A. M., Smuk V. V. The contribution of factors to the formation of pollution of grain-grass-rowed crops in the north-west of the Russian Federation // Russian Agricultural Sciences. 2023. No 4. P. 38–42. <https://doi.org/10.31857/S2500262723040075>. EDN JXTEPV.
8. Lu C., Yu Z., Hennessy D. A., Feng H., Tian H., Hui D. Emerging weed resistance increases tillage intensity and greenhouse gas emissions in the US corn-soybean cropping system // Nature Food. 2022. No. 3 (4). P. 266–274. <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00488-w>.
9. Lauenroth D., Gokhale Ch. S. Theoretical assessment of persistence and adaptation in weeds with complex life cycles // Nature Plants. 2023. Vol. 9. No. 8. P. 1267–1279. <https://doi.org/10.1038/s41477-023-01482-1>. EDN NQXCNM.
10. Mo Y., Zhang Y., Wang D., Wang J., Li G., Gong Sh. [et al.]. Germination and growth of corn submitted to sowing and cultivation management by subsurface drip irrigation in the North China Plain // Irrigation Science. 2023. <https://doi.org/10.1007/s00271-023-00900-8>. EDN HSMLMG.

References

1. Mazur V. V., Nikulchev K. A., Kuvshinov A. A., Sakharov V. A. Determination of optimal parameters of cultivator working body combination for row-to-row processing of corn in Amur region. *Dal'nevostochny agrarny vestnik*, 2023;17;4:197–208 EDN BVAQTK (in Russ.).
2. Petrenko E. S., Ernst O. G., Smolyaninova N. O., Akhalbedashvili D. V. Features of technology of cultivation of corn for grain in conditions of the Amur region. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2016;12–7:1266–1269 EDN XHJJYR (in Russ.).
3. Avdeenko A. P., Dudnik V. V. The effectiveness of row-to-row treatments in the cultivation of medium-early corn hybrids for grain. *AgroEkoInfo*, 2019;2(36):19 EDN JVJRDC (in Russ.).
4. 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 Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2020;4(52):56–64. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2020-4-56-64>. EDN UMMRXXF (in Russ.).
5. Nakaev S. M., Okazova Z. P. Dominant weeds and their harmfulness in corn crops. *Uspekhi sovremennoy nauki*, 2017;2;12:199–201 EDN YMQUFD (in Russ.).

6. Dzabborov N. I., Dobrinov A. V. Validation of the design parameters of the tillage tool developed for soil loosening and clean weeding in organic farming. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022;15;1(72):23–33. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_1_23 (in Russ.).

7. Shpanev A. M., Smuk V. V. The contribution of factors to the formation of pollution of grain-grass-rowed crops in the north-west of the Russian Federation. *Russian Agricultural Sciences*, 2023;4:38–42. <https://doi.org/10.31857/S2500262723040075>. EDN JXTEPV.

8. Lu C., Yu Z., Hennessy D. A., Feng H., Tian H., Hui D. Emerging weed resistance increases tillage intensity and greenhouse gas emissions in the US corn-soybean cropping system. *Nature Food*, 2022;3(4):266–274. <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00488-w>.

9. Lauenroth D., Gokhale Ch. S. Theoretical assessment of persistence and adaptation in weeds with complex life cycles. *Nature Plants*, 2023;9;8:1267–1279. <https://doi.org/10.1038/s41477-023-01482-1>. EDN NQXCNM.

10. Mo Y., Zhang Y., Wang D., Wang J., Li G., Gong Sh. [et al.]. Germination and growth of corn submitted to sowing and cultivation management by subsurface drip irrigation in the North China Plain. *Irrigation Science*, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00271-023-00900-8>. EDN HSMLMG.

© Мазур В. В., Сахаров В. А., Кувшинов А. А., 2024

Статья поступила в редакцию 09.04.2024; одобрена после рецензирования 27.04.2024; принята к публикации 08.05.2024.

The article was submitted 09.04.2024; approved after reviewing 27.04.2024; accepted for publication 08.05.2024.

Информация об авторах

Мазур Владимир Валерьевич, научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ORCID: 0000-0001-9544-2140, Author ID: 1051393, vmazur149@mail.ru;

Сахаров Владимир Александрович, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ORCID: 0000-0003-3471-301X, Author ID: 959033, sva@vniisoi.ru;

Кувшинов Алексей Алексеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт сои, ORCID: 0000-0002-6332-5406, Author ID: 898389, kya@vniisoi.ru

Information about the authors

Vladimir V. Mazur, Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, ORCID: 0000-0001-9544-2140, Author ID: 1051393, vmazur149@mail.ru;

Vladimir A. Sakharov, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, ORCID: 0000-0003-3471-301X, Author ID: 959033, sva@vniisoi.ru;

Alexey A. Kuvshinov, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, ORCID: 0000-0002-6332-5406, Author ID: 898389, kya@vniisoi.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.