

4.3.1. ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
(ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 631.331.56

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_4_120

EDN: CDBRQE

**Оптимизация параметров распределяющего устройства
высевающего аппарата гнездовой сеялки**

**Иван Сергеевич Мартынов^{1✉}, Михаил Николаевич Шапров²,
Алексей Васильевич Седов³, Сергей Викторович Тронеv⁴,
Антон Александрович Михайленок⁵, Алексей Николаевич Кузнецов⁶**

^{1, 2, 3, 4, 5} Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

⁶ Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

¹ ismartynov@mail.ru✉

Аннотация. Разнообразие типов почв и сложные климатические условия Нижнего Поволжья требуют от производителей аграрной продукции постоянного мониторинга перспективных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Значительное влияние на урожайность многих пропашных культур оказывают такие факторы, как тепло, свет и наличие почвенной влаги, но характерные для данной зоны засухи, суховеи и поздневесенние заморозки могут оказывать значительное отрицательное влияние. Для решения этой проблемы предложена принципиально новая технология посева, которая заключается в формировании бороздок с разноуровневым размещением в них семян пунктирно-гнездовым способом. Для посева семян по указанной технологии разработана конструкция сеялки точного высева. В результате поисковых исследований выявлено, что качество посева зависит от полноты заполнения ячейки высевающего-распределяющего устройства. В процессе проведения опытов именно этот параметр принят за критерий оптимизации, который позволяет оценивать эффективность. Теоретические исследования процесса высева семян позволили выделить три основных управляемых фактора: X_1 – длина ячейки по дуге $l_{я}$, м; X_2 – угловая скорость ролика, c^{-1} и X_3 – верхняя часть глубины ячейки $h_{я1}$, м. Анализ полученных в результате натуральных экспериментов двумерных сечений показал, что для достижения максимальной полноты заполнения ячейки могут быть рекомендованы следующие оптимальные значения факторов: $X_1 = 0,0255–0,0265$ м, $X_2 = 14,55–14,65$, c^{-1} и $X_3 = 0,0315–0,0325$ м. Проведенные полевые исследования сеялки с учетом полученных конструктивных параметров распределяющего ролика показали эффективность ее работы, а применение технологии разноглубинного посева позволяет повысить урожайность арбуза сорта Импульс на 23–25% в условиях Нижнего Поволжья.

Ключевые слова: температура, влажность почвы, семена, высевающий аппарат, ячейка, сеялка

Для цитирования: Мартынов И.С., Шапров М.Н., Седов А.В., Тронеv С.В., Михайленок А.А., Кузнецов А.Н. Оптимизация параметров распределяющего устройства высевающего аппарата гнездовой сеялки // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 4(79). С. 120–128. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_4_120-128.

4.3.1. TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT
FOR AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX (ENGINEERING SCIENCES)

Original article

**Optimization of the parameters of the distributing unit
of the seed-sowing device of the cluster planter**

**Ivan S. Martynov^{1✉}, Mikhail N. Shaprov², Aleksey V. Sedov³, Sergey V. Tronev⁴,
Anton A. Mikhailyonok⁵, Aleksey N. Kuznetsov⁶**

^{1, 2, 3, 4, 5} Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

⁶ Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

¹ ismartynov@mail.ru✉

Abstract. The variety of soil types and adverse climatic conditions of the Lower Volga region require manufacturers of agricultural products to constantly monitor promising crop cultivation technologies. Factors such as heat, light and the presence of soil moisture have a significant impact on the yield of many row crops, but droughts, dry winds and late spring frosts characteristic of this zone can have a significant negative impact. To solve this problem, a fundamentally new sowing technology has been proposed, which consists in the formation

of grooves with multi-level placement of seeds in them in a single cluster planting mode. For sowing seeds using this technology, the design of a precision seed-sowing device has been developed. As a result of exploratory research, it was revealed that the quality of sowing depends on the completeness of filling the cell of the sowing-distributing device. In the process of conducting experiments, this parameter is taken as an optimization criterion, which allows evaluating efficiency. Theoretical studies of the seeding process have allowed separating out three main controllable factors such as the length of the cell along the arc (X_1), the angular velocity of the roller (X_2), and the upper part of the depth of the cell (X_3). Analysis of the two-dimensional sections obtained as a result of field experiments showed that to achieve maximum completeness of filling the cell, the following optimal values of the factors can be recommended: $X_1 = 0.0255\text{--}0.0265$ m, $X_2 = 14.55\text{--}14.65$ s⁻¹ and $X_3 = 0.0315\text{--}0.0325$ m. Field studies of the seeder, taking into account the obtained design parameters of the distributing roller, have shown the effectiveness of its operation, and the use of multi-depth sowing technology allows increasing the yield of the Impulse variety watermelon by 23-25% in the conditions of the Lower Volga region.

Key words: temperature, soil moisture, seeds, sowing device, cell, seeder

For citation: Martynov I.S., Shaprov M.N., Sedov A.V., Tronev S.V., Mikhailyonok A.A., Kuznetsov A.N. Optimization of the parameters of the distributing unit of the seed-sowing device of the cluster planter. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(4):120-128. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_4_120-128.

Введение

Одним из крупнейших сельскохозяйственных районов России является Среднее и Нижнее Поволжье. Общей характерной чертой этой огромной территории, протянувшейся на 1300 км с севера на юг вдоль Волги, является ее открытый, относительно спокойный ландшафт с черноземными, серыми лесными, каштановыми и солонцовыми почвами, расположенными по отдельным административным районам неравномерно. Неравномерность выпадения и абсолютный недостаток осадков в земледелии Поволжья резко усугубляются высокими весенне-летними температурами. Сухость воздуха и высокие температуры вызывают большое испарение воды не только непосредственно почвой, но и растениями. Периодически повторяющиеся почвенные и атмосферные засухи – главное препятствие к получению высоких и устойчивых урожаев.

В сельском хозяйстве Нижнего Поволжья основными отраслями являются производство масличных, зерновых и бахчевых культур. Разнообразие типов почв и сложные климатические условия региона требуют от производителей постоянного мониторинга и грамотного подбора технологии и технических средств возделывания сельскохозяйственных культур. Характерные для данной зоны засуха, суховеи и поздневесенние заморозки оказывают существенное влияние на урожайность. Как известно, целью любой технологии является получение максимальной урожайности и высокого качества продукции. Важными технологическими операциями при возделывании сельскохозяйственных культур являются подготовка почвы и посев. При этом от качества посева зависит эффективность операций по уходу за растениями и самой технологии в целом [6, 7, 8, 11, 12].

Также стоит отметить факторы, которые существенно влияют на продуктивность культур, – это тепло, свет и наличие почвенной влаги [1, 2, 4–9, 10, 12–15]. Особенно это касается пропашных культур, среди которых наиболее отзывчивыми на указанные параметры являются бахчевые. Основные причины низкой урожайности – отсутствие хороших предшественников и несовершенство существующих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, проявляющиеся в изреженных всходах. Известно, что качество посева обуславливает полевую всхожесть семян и дальнейшее развитие растений и, как следствие, урожайность культур [7, 8, 15]. Другой проблемой является негативное воздействие на всходы поздневесенних заморозков, града и сильных ветров. В связи с этим необходимо использовать инновационные технологии возделывания культур, снижающие вышеуказанные риски.

Материалы и методы

Для посева бахчевых культур используется множество пропашных сеялок отечественного и зарубежного производства [8]. Однако обеспечить подходящую глубину

заделки семян с созданием для них одинаковых условий по всей площади невозможно. Для решения этой проблемы разработана технология посева семян бахчевых культур, которая заключается в формировании бороздок с разноуровневым размещением в них семян пунктирно-гнездовым способом (рис. 1) с расстоянием между гнездами $l_{мг}$ и междурядьем l_p .

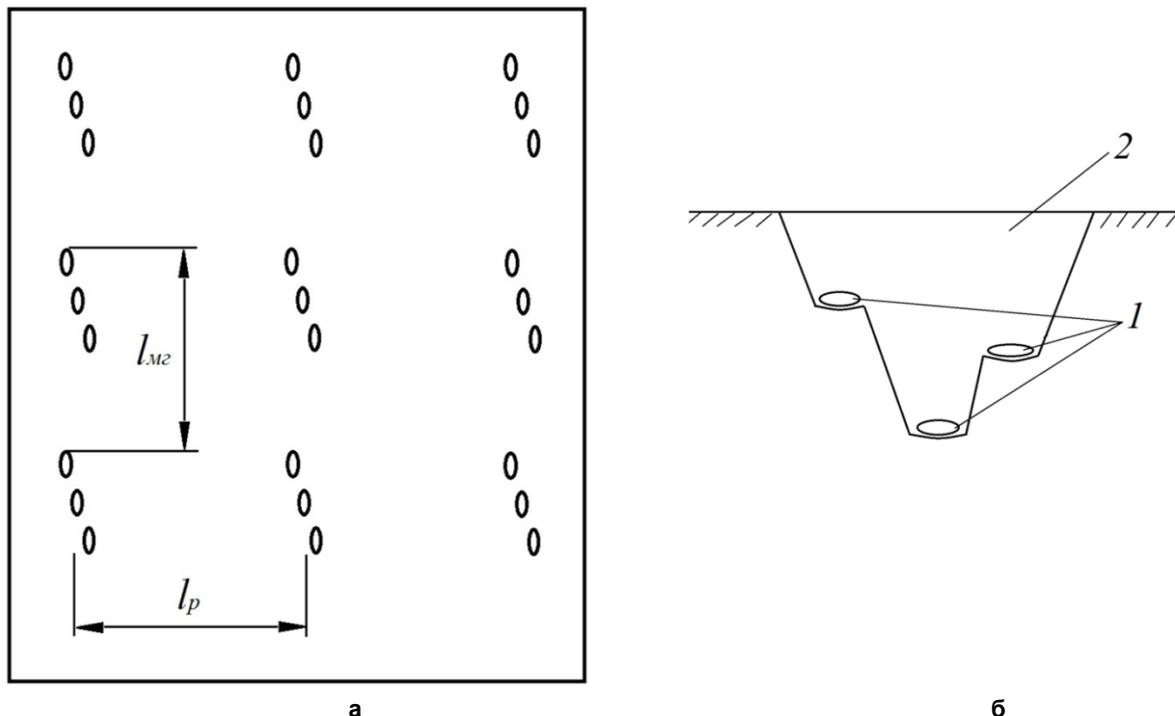


Рис. 1. Схема распределения семян: а – в рядах; б – по глубине; 1 – семя; 2 – посевная бороздка

Для заделки семян по указанной технологии разработана сеялка, схема и общий вид которой представлены на рисунках 2 и 3 [7, 8, 15].

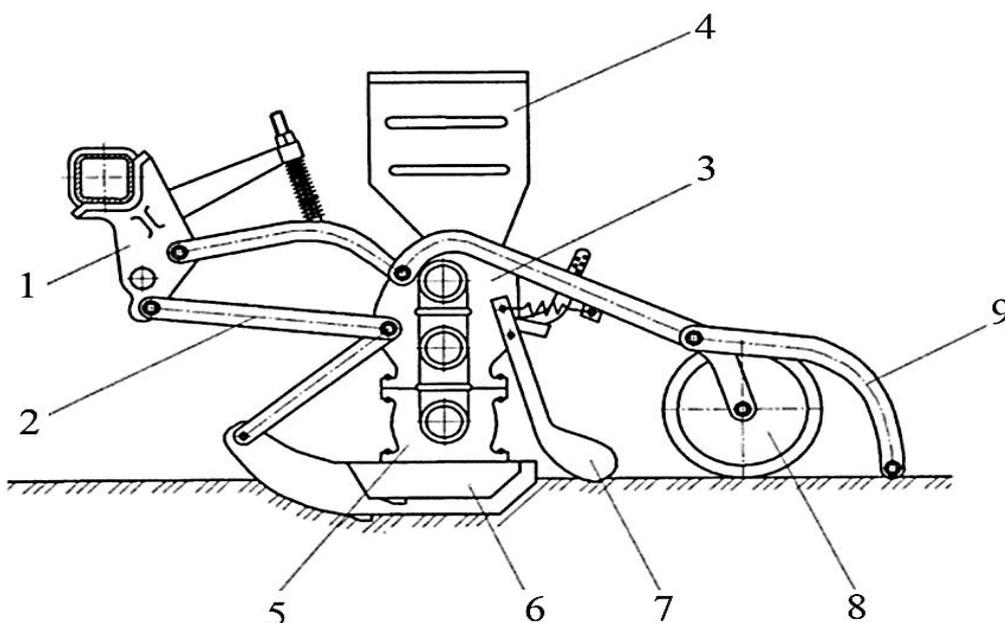


Рис. 2. Схема предлагаемой конструкции сеялки: 1 – кронштейн; 2 – подвеска; 3 – высевной аппарат; 4 – семенной ящик; 5 – распределяющее устройство; 6 – сошник; 7 – загортачи; 8 – каток; 9 – шлейф



Рис. 3. Общий вид разработанной сеялки

Качество распределения семян в рядке зависит от слаженности работы конструктивных элементов высеваше-распределяющего устройства (высеваше-аппарат и распределительный ролик). Ролик распределительного устройства (рис. 4) имеет ячейки 1, 2, 3, обеспечивающие подачу семян в нужный проем сошника [4, 12].

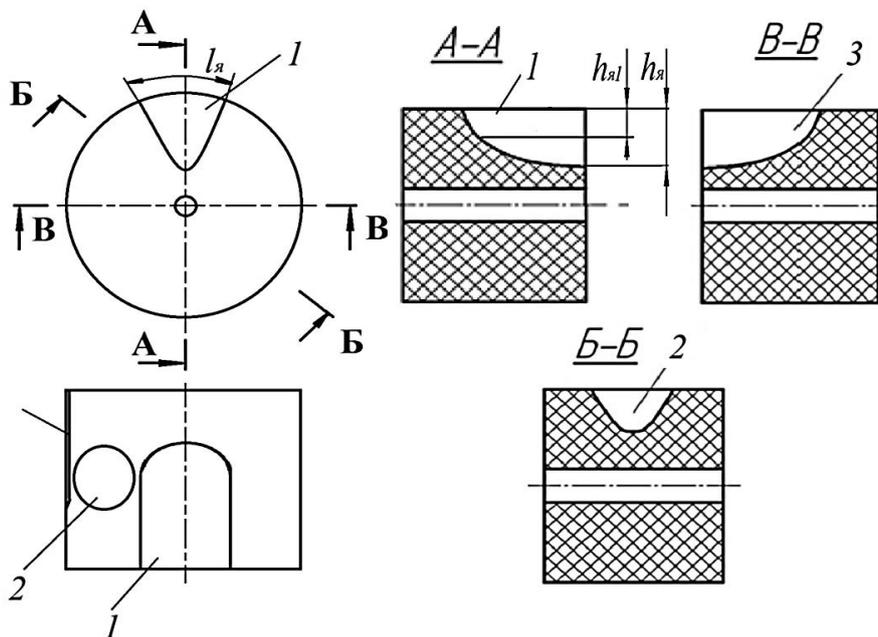


Рис. 4. Ролик распределительного устройства

В результате анализа данных, полученных в ходе проведения поисковых и теоретических исследований процесса высева семян, выявлены факторы, оказывающие влияние на качество распределения, к которым относятся:

- длина ячейки по дуге $l_{я}$, м (X_1);
- угловая скорость ролика, c^{-1} (X_2);
- верхняя часть глубины ячейки $h_{я1}$, м (X_3) (рис. 5).

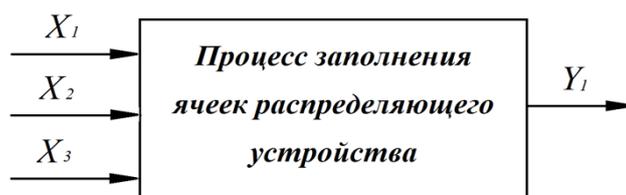


Рис. 5. Модель процесса заполнения ячеек распределяющего устройства

Критерием оптимизации проведения опыта, по которому оценивался процесс, была принята полнота заполнения ячейки распределяющего ролика – Y_1 , %.

При реализации натуральных исследований для нахождения оптимума выбран план Рехтшафнера.

Оценка адекватности результатов эксперимента математической модели второго порядка проводилась с использованием критерия Фишера [9]:

$$F = \frac{S_{ад}^2}{S^2(y)}, \quad (1)$$

где $S^2(y)$ – дисперсия ошибки опыта;

$S_{ад}^2$ – дисперсия неадекватности модели.

Результаты и их обсуждение

Для определения параметров необходимо выявить значения факторов и интервалы их варьирования. В таблице 1 обозначены параметры для факторов, влияющих на процесс заполнения ячеек.

Таблица 1. Параметры факторов

Факторы	Уровни			Интервал
	0	-1	+1	
X_1 – длина ячейки по дуге, м	0,030	0,025	0,035	0,005
X_2 – угловая скорость ролика, c^{-1}	14,5	14,0	15,0	0,5
X_3 – верхняя часть глубины ячейки, м	0,030	0,025	0,035	0,005

С целью сокращения числа опытов проведены отсеивающие эксперименты, в результате которых получено уравнение регрессии в кодированном виде:

$$Y_0 = 96,7 - 4,7X_1 + 1,2X_2 + 1,2X_3 + 0,4X_1X_2 - 0,4X_1X_3 + 0,1X_2X_3 - 3,0X_1^2 - 2,5X_2^2 - 1,9X_3^2. \quad (2)$$

Согласно экспериментальным данным и результатам расчета полноты заполнения ячейки получены следующие значения дисперсии неадекватности модели: $S_{ад}^2 = 7,67$ и $S^2(y) = 9,26$. Также выявлено, что критерий Фишера при заполнении ячейки $F = 0,829$.

Принимая во внимание, что значение критерия Фишера при 5% уровне составляет 0,829 и выполняется условие $F < F_{0,05}$, модель следует считать адекватной.

Путем вычислений [3] определены оптимальные значения факторов в кодированном и декодированном виде:

- длина ячейки по дуге $l_{я} = (-0,8/0,026)$;
- угловая скорость ролика $\omega = (0,18/14,6)$;
- верхняя часть глубины ячейки $h_{я1} = (0,4/0,032)$.

Для дальнейшего анализа канонических преобразований определяются коэффициенты регрессии в оптимальной точке Y_0 . В результате этого уравнение (2) принимает следующий вид:

$$Y_0 - 99,1 = -3,1X_1^2 - 2,4X_2^2 - 1,9X_3^2. \quad (3)$$

Так как коэффициенты имеют отрицательные знаки, то поверхности откликов имеют вид трехмерных параболоидов с центрами поверхностей в оптимальных значениях.

При рассмотрении сечения поверхностей относительно параметров X_1 и X_2 значение фактора X_3 было оптимальным и равнялось 0,4, при этом оптимальные значения двух других факторов находились в следующих диапазонах: $X_1 = -0,9 \dots -0,7$ и $X_2 = 0,1 \dots 0,3$ (рис. 6, а).

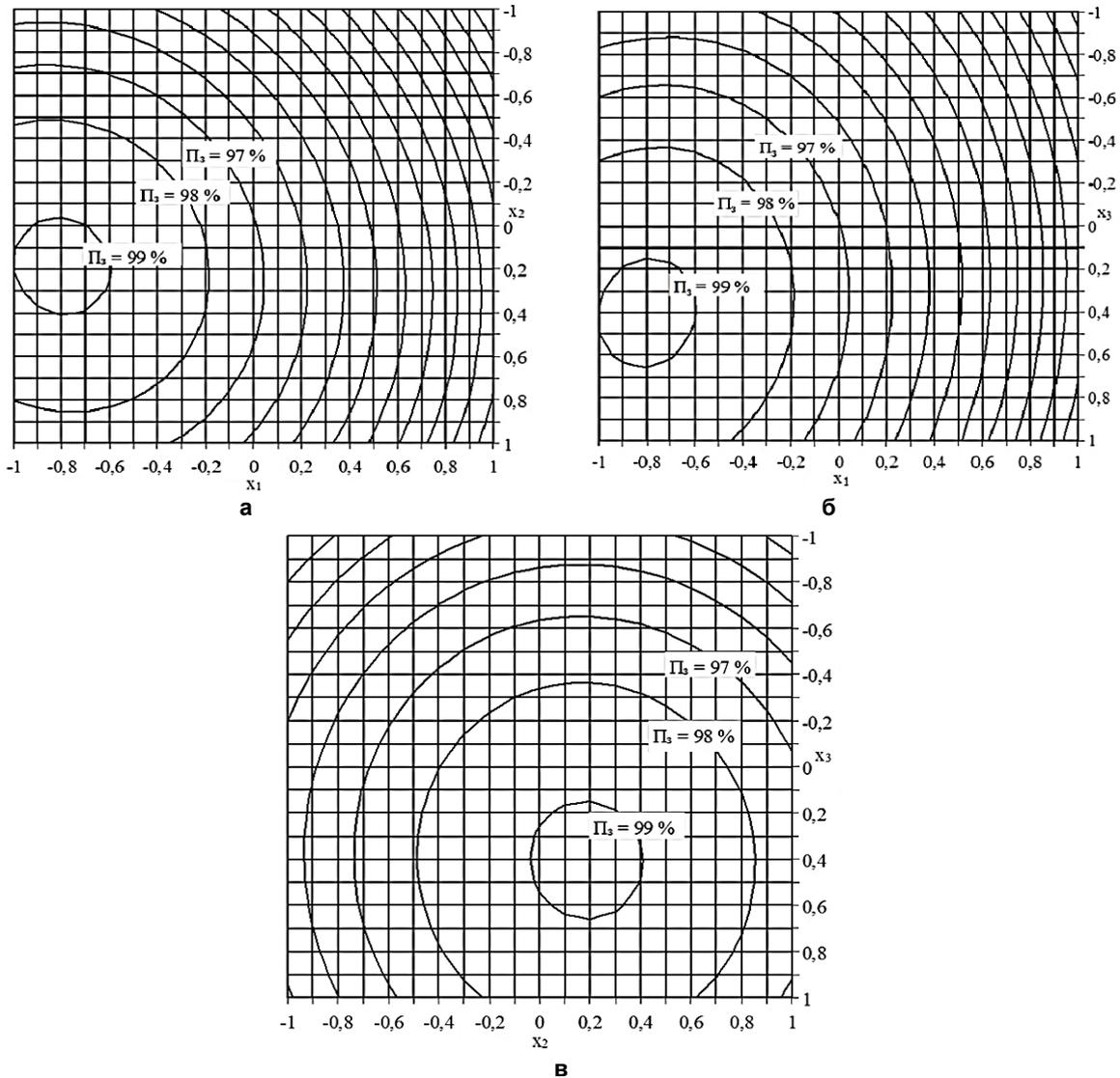


Рис. 5. Двумерное сечение для изучения влияния факторов на полноту заполнения ячейки, %:
а – X_1 и X_2 при $X_3 = 0,4$; б – X_1 и X_3 при $X_2 = 0,18$; в – X_2 и X_3 при $X_1 = -0,8$

При рассмотрении сечения относительно параметров X_1 и X_3 фактор X_2 принимал значение, равное 0,18. При этом оптимальные значения двух других факторов находились в следующих диапазонах: $X_1 = -0,9 \dots -0,7$ и $X_2 = 0,3 \dots 0,5$ (рис. 6, б).

Также следует отметить, что при рассмотрении сечения относительно параметров X_1 и X_2 фактор X_3 находился в оптимальном значении и равнялся $-0,8$. При этом оптимальные значения двух других факторов находились в следующих диапазонах: $X_1 = 0,1 - 0,3$ и $X_2 = 0,3 - 0,5$ (рис. 6, в).

В производственных условиях были проведены сравнительные испытания экспериментального образца разработанной сеялки на посеве арбуза сорта Импульс.

На рисунке 7 представлены этапы развития растений и плодов арбуза при использовании пунктирного посева и предлагаемой технологии разноглубинно-гнездового посева. Как видно на рисунке, показатели роста растений и плодов, посеянных по предлагаемому способу и с помощью разработанного технического решения, превосходят показатели контрольного варианта (стандартная технология).

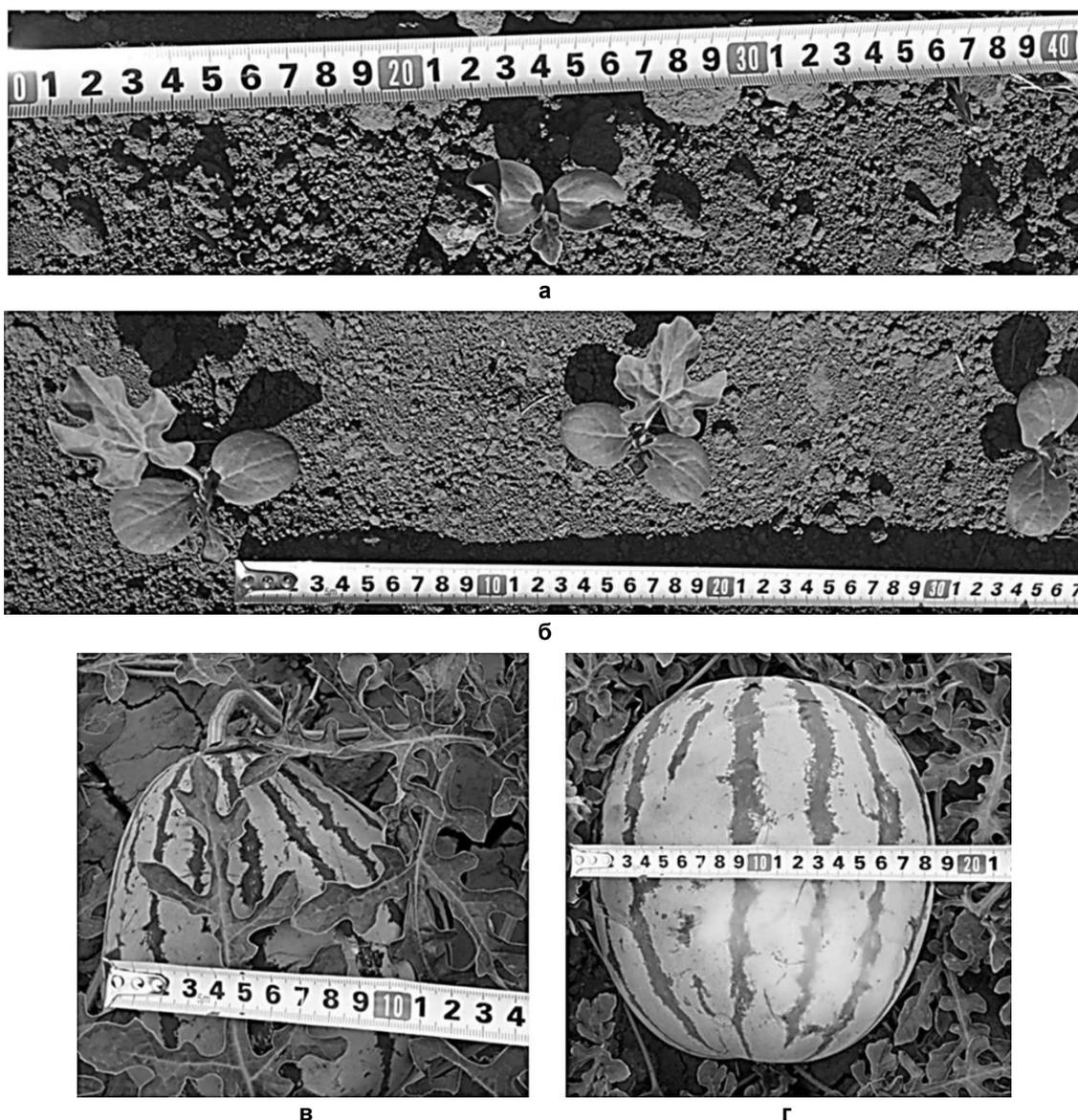


Рис. 6. Развитие растений и плодов арбуза сорта Импульс:
а, в – пунктирный посев; б, г – разноглубинно-гнездовой

Проведенные полевые исследования работы сеялки с учетом полученных конструктивных параметров распределяющего ролика показали ее эффективность, а применение технологии разноглубинного посева позволило повысить урожайность арбуза сорта Импульс на 23–25% в условиях Нижнего Поволжья.

Выводы

Выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на качество распределения семян на дне борозды, к которым относятся:

- длина ячейки по дуге $l_{я}$, м (X_1);
- угловая скорость ролика, c^{-1} (X_2);
- верхняя часть глубины ячейки $h_{я1}$, м (X_3).

На основе анализа приведенных двумерных сечений могут быть рекомендованы следующие оптимальные значения факторов, при которых обеспечивается максимальная полнота (99%) заполнения ячейки распределяющего устройства:

- $X_1 = 0,0255–0,0265$ м;
- $X_2 = 14,55–14,65$, c^{-1} ;
- $X_3 = 0,0315–0,0325$ м.

Список источников

1. Алдошин Н.В., Исмаилов И.И. Разработка технологии подготовки почвы к посеву бахчевых культур // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». 2018. № 6(88). С. 17–23. DOI: 10.26897/1728-7936-2018-6-17-23.
2. Василенко С.В., Василенко В.В., Гулевский В.А. Высевающий аппарат с вращающейся камерой для капсулированных семян // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 3(74). С. 33–40. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_3_33-40.
3. Дегтярев Ю.П., Филатов А.И. Регрессионный анализ на ПЭВМ // Повышение надежности и эффективности использования сельскохозяйственной техники: труды Волгоградского СХИ. Волгоград: ВолСХИ, 1992. С. 128–131.
4. Кем А.А., Миклашевич В.Л., Чекушев М.С. Сошник для двухстрочного посева зерновых культур с разноуровневым внесением минеральных удобрений // Вестник Омского ГАУ. 2017. № 2(26). С. 105–111.
5. Курдюмов В.И., Зыкин Е.С. Энергетическая оценка гребневой сеялки // Вестник НГИЭИ. 2018. № 5(84). С. 66–75.
6. Лаврухин П.В., Казакова А.С., Медведько С.Н. и др. Операция посева – ключевой момент создания технологий растениеводства шестого технологического уклада // Вестник аграрной науки Дона. 2021. № 4(56). С. 24–32.
7. Мартынов И.С., Шапров М.Н. Разноуровневый гнездовой посев семян пропашных культур // Сельский механизатор. 2019. № 8. С. 10–11.
8. Мартынов И.С., Шапров М.Н., Седов А.В. и др. Способ посева пропашных культур в условиях рискованного земледелия // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4(68). С. 492–502. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-04-58.
9. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рошин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. 2-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Колос : Ленингр. отд-ние, 1980. 168 с.
10. Попов А.Ю. Моделирование квадратно-гнездового посева // Инженерные технологии и системы. 2020. Т. 30, № 4. С. 524–549. DOI: 10.15507/2658-4123.030.202004.524-549.
11. Рахимов Р.С., Рахимов И.Р., Ялалетдинов Д.А. и др. Разработка технологии и изготовление импортозамещающего комплекса машин для возделывания сельскохозяйственных культур // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. № 1(21). С. 86–96. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.21.1.86-96.
12. Рябцева Н.А. Аргументы почвозащитной технологии выращивания культур в зоне недостаточного увлажнения // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3(51). С. 47–52. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-3-47-52.
13. Цепляев А.Н., Харлашин А.В., Цепляев В.А. Ресурсосберегающая почвозащитная технология посева семян пропашных культур в острозасушливых зонах ЮФО // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 2(50). С. 331–338.
14. Ioannou A., Gohari Gh., Papaphilippou P. Advanced nanomaterials in agriculture under a changing climate: The way to the future? // Environmental and Experimental Botany. 2020. Vol. 176. Article no. 104048. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2020.104048.
15. Shaprov M.N., Martynov I.S., Mikhalyenok A.A. et al. Melons and gourds sowing quality improving in conditions of risky farming // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series: AgrolInnovation: Innovative Solutions in the Agro-Industrial Complex, “AgrolInnovation 2021”. 2022. Vol. 965(1). Article no. 012052. DOI: 10.1088/1755-1315/965/1/012052.

References

1. Aldoshin N.V., Ismailov I.I. Razrabotka tekhnologii podgotovki pochvy k posevu bakhchevykh kul'tur [Development of soil preparation technique for sowing melons and gourds]. *Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya «Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet imeni V.P. Goryachkina» = Vestnik of Federal State Educational Institution of Higher Professional Education “Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkin”*. 2018;6(88):17-23. DOI: 10.26897/1728-7936-2018-6-17-23. (In Russ.).
2. Vasilenko S.V., Vasilenko V.V., Gulevsky V.A. Vysevayushchij apparat s vrashchayushchejsya kameroy dlya kapsulirovannykh semyan [Seeding unit with rotating chamber for encapsulated seeds]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(3):33-40. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2022_3_33-40. (In Russ.).
3. Degtyarev Yu.P., Filatov A.I. Regressionnyy analiz na PEV. Povyshenie nadezhnosti i effektivnosti ispol'zovaniya sel'skokhozyajstvennoj tekhniki: trudy Volgogradskogo SKhI [Regression analysis on a PC: Proceedings of Volgograd Agricultural Institute]. Volgograd: Volgograd Agricultural Institute Press; 1992:128-131. (In Russ.).
4. Kem A.A., Miklashevich V.L., Chekushev M.S. Soshnik dlya dvukhstrochnogo poseva zernovykh kul'tur s raznourovnevym vneseniem mineralnykh udobrenij [Plowshare for two-line sowing of grain crops with different level application of mineral fertilizers]. *Vestnik Omskogo GAU = Vestnik of Omsk SAU*. 2017;2(26):105-111. (In Russ.).
5. Kurdyumov V.I., Zykin E.S. Energeticheskaya otsenka grebnevoj seyalki [Energy rating raised bed planter]. *Vestnik NGIEI = Bulletin NGIEI*. 2018;5(84):66-75. (In Russ.).
6. Lavrukhin P.V., Kasakova A.S., Medvedko S.N. et al. Operatsiya poseva – klyuchevoy moment sozdaniya tekhnologii rastenievodstva shestogo tekhnologicheskogo uklada [Seeding operation is a key element of creation of crop technologies of the sixth technological paradigm]. *Vestnik agrarnoy nauki Dona = Don Agrarian Science Bulletin*. 2021;4(56):24-32. (In Russ.).

7. Martynov I.S., Shaprov M.N. Raznourovnevyy gnezdovoy posev semyan propashnykh kul'tur [Multilevel nesting sowing of row crops]. *Sel'skij mekhanizator = Selskiy Mechanizator*. 2019;8:10-11. (In Russ.).
8. Martynov I.S., Shaprov M.N., Sedov A.V. et al. Sposob poseva propashnykh kul'tur v usloviyakh riskovannogo zemledeliya [Method for sowing rowed crops under risk farming]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2022;4(68):492-502. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-04-58. (In Russ.).
9. Melnikov S.V., Aleshkin V.R., Roshchin P.M. Planirovanie eksperimenta v issledovaniyakh sel'skokhozyaystvennykh protsessov. 2-e izd., pererab. i dop. [Experiment planning in agricultural processes studying. 2nd edition, revised and enlarged]. Leningrad: Kolos; 1980. 168 p.
10. Popov A.Yu. Modelirovanie kvadratno-gnezdovogo poseva [Simulation of square cluster planting]. *Inzhenernye tekhnologii i sistemy = Engineering Technologies and Systems*. 2020;30(4):524-549. DOI: 10.15507/2658-4123.030.202004.524-549. (In Russ.).
11. Rakhimov R.S., Rakhimov I.R., Yalaletdinov D.A. et al. Razrabotka tekhnologii i izgotovlenie importozameshchayushchego kompleksa mashin dlya vozdeyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Development of technology and manufacturing of an import-substituting complex of machines for cultivating crops]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2020;21(1):86-96. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.21.1.86-96. (In Russ.).
12. Ryabtseva N.A. Argumenty pochvozashchitnoy tekhnologii vyrashchivaniya kul'tur v zone nedostatochnogo uvlazhneniya [Arguments of soil protective crop cultivation technology in zone of low moisture]. *Vestnik Ulianovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2020;3(51):47-51. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-3-47-52. (In Russ.).
13. Tseplyaev A.N., Kharlashin A.V., Tseplyaev V.A. Resursosberegayushchaya pochvozashchitnaya tekhnologiya poseva semyan propashnykh kul'tur v ostrozasushlivykh zonakh YuFO [Resource-saving soil-protective technology for sowing row crops in the severely dry zones of the Southern Federal District]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2018;2(50):331-338. (In Russ.).
14. Ioannou A., Gohari Gh., Papaphilippou P. Advanced nanomaterials in agriculture under a changing climate: The way to the future? *Environmental and Experimental Botany*. 2020;176:104048. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2020.104048.
15. Shaprov M.N., Martynov I.S., Mikhalyenok A.A. et al. Melons and gourds sowing quality improving in conditions of risky farming. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series: AgrolInnovation: Innovative Solutions in the Agro-Industrial Complex, "AgrolInnovation 2021". 2022;965(1):012052. DOI: 10.1088/1755-1315/965/1/012052.

Информация об авторах

- И.С. Мартынов – кандидат технических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», ismartynov@mail.ru.
- М.Н. Шапров – доктор технических наук, профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», m.shaprov@yandex.ru.
- А.В. Седов – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», sedov7020@yandex.ru.
- С.В. Тронеv – доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», stronev@mail.ru.
- А.А. Михайленок – аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», mikhailionok@yandex.ru.
- А.Н. Кузнецов – кандидат технических наук, доцент кафедры «Сельскохозяйственные машины, тракторы и автомобили» ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», kuz-basss@yandex.ru.

Information about the authors

- I.S. Martynov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Life Safety, Volgograd State Agrarian University, ismartynov@mail.ru.
- M.N. Shaprov, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Life Safety, Volgograd State Agrarian University, m.shaprov@yandex.ru.
- A.V. Sedov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, Head of the Dept. of Operation and Technical Service of Machines in Agro-Industrial Complex, Volgograd State Agrarian University, sedov7020@yandex.ru.
- S.V. Tronev, Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Dept. of Operation and Technical Service of Machinery in Agro-Industrial Complex, Volgograd State Agrarian University, stronev@mail.ru.
- A.A. Mikhailionok, Postgraduate Student, the Dept. of Life Safety, Volgograd State Agrarian University, mikhailionok@yandex.ru.
- A.N. Kuznetsov, Candidate of Engineering Sciences, Docent, the Dept. of Agricultural Machinery, Tractors and Cars, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, kuz-basss@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 08.08.2023; одобрена после рецензирования 16.09.2023; принята к публикации 20.09.2023.

The article was submitted 08.08.2023; approved after reviewing 16.09.2023; accepted for publication 20.09.2023.

© Мартынов И.С., Шапров М.Н., Седов А.В., Тронеv С.В., Михайленок А.А., Кузнецов А.Н., 2023