

РОЛЬ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Научная статья

УДК 633.15:631.527.41:631.674.6

Показатели продуктивности гибридов кукурузы различных групп спелости на капельном орошении

Валерий Алексеевич Монастырский¹, Яна Сергеевна Тищенко²

^{1,2}Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация

¹valerijmonastyrskij@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0881-4282>

²ageeva.yana21@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-9138-5083>

Аннотация. Цель: установить продуктивность гибридов кукурузы различных групп спелости при капельном орошении. **Материалы и методы.** Исследования проводились на Бирючукотской овощной селекционной опытной станции Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства, расположенной в Ростовской области, по общепринятым методикам постановки и проведения полевого опыта. Почва участка – чернозем обыкновенный карбонатный среднетяжелый легкосуглинистый. Фенологические наблюдения, проведенные с помощью стандартных методик полевого опыта, включали изучение высоты растений, динамики накопления зеленой массы и площади листовой поверхности. Изучались гибриды: среднеранние: MAS 34 В, Краснодарский 291 АМВ; среднеспелые: КВС 3381, Черноградский 354 МВ; среднепоздние: ДКС 5007, П 0023. **Результаты.** Особенности гибридов кукурузы различных групп спелости проявляются в высоте растений, площади листовой поверхности и накоплении зеленой массы. В начальный период вегетации по указанным параметрам варианты опыта практически не различались, а разница находилась в пределах ошибки опыта. Дальнейшее развитие растений происходило неравномерно, и, в зависимости от гибрида, в фазе 7–9 листьев по накоплению зеленой массы варианты опыта различались более чем в 2 раза. В фазе выметывания метелки однообразного развития растений не наблюдалось и показатели линейного роста, площади листовой поверхности и зеленой массы контрастировали не только по вариантам опыта, но и в пределах одного опытного участка. Особенности использованных гибридов отчетливо начали проявляться в фазах молочной и молочно-восковой спелости. **Выводы:** на основании проведенных полевых исследований установлено, что наиболее продуктивными гибридами кукурузы при орошении являются: среднеранний Краснодарский 291 АМВ и среднеспелый Черноградский 354 МВ.

Ключевые слова: кукуруза, линейный рост, урожайность, густота стояния растений, зеленая масса

Апробация результатов исследования: основные положения статьи доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Роль мелиорации и водного хозяйства в обеспечении устойчивого развития земледелия» (г. Новочеркасск, 21 февраля 2024 г.).

Для цитирования: Монастырский В. А., Тищенко Я. С. Показатели продуктивности гибридов кукурузы различных групп спелости на капельном орошении // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2024. Т. 92, № 1. С. 136–146.

THE ROLE OF LAND RECLAMATION AND WATER MANAGEMENT IN ENSURING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE

Original article

Productivity indicators of corn hybrids of different maturity groups under drip irrigation

Valeriy A. Monastyrskiy¹, Yana S. Tishchenko²

^{1,2}Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation

¹valerijmonastyrskij@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0881-4282>

²ageeva.yana21@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-9138-5083>

Abstract. Purpose: to determine the productivity of corn hybrids of different maturity groups under drip irrigation. **Materials and methods.** The research was carried out at the Biryuchekutsk vegetable breeding experimental station of the All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing, located in Rostov region, according to generally accepted methods for setting up and conducting field experiments. The soil of the site is ordinary carbonate, medium-thick, light loamy chernozem. Phenological observations carried out using standard field experimental methods included studying plant height, dynamics of herbage accumulation and leaf surface duration. The hybrids studied were: mid-early: MAS 34 B, Krasnodarsky 291 AMV; mid-season: KVS 3381, Zernogradsky 354 MV; mid-late: DKC 5007, P 0023. **Results.** Features of corn hybrids of different maturity groups are manifested in plant height, leaf surface duration and accumulation of herbage. In the initial period of the growing season, the experimental variants practically did not differ in the specified parameters, and the difference was within the experimental error. Further development of plants occurred unevenly, and, depending on the hybrid, in the phase of 7–9 leaves, the accumulation of green mass in the experimental variants differed by more than 2 times. In the panicle phase, uniform development of plants was not observed, and the indicators of linear growth, leaf surface duration and herbage contrasted not only in the experimental variants, but also within the same experimental plot. The characteristics of the hybrids used began to appear clearly in the phases of milky and milky-waxy ripeness. **Conclusions:** based on field studies, it was determined that the most productive corn hybrids under irrigation are: mid-early Krasnodarsky 291 AMV and mid-season Zernogradsky 354 MV.

Keywords: corn, linear growth, productivity, plant density, herbage

Evaluation of the research results: the main provisions of the article were reported at the All-Russian scientific and practical conference “The role of land reclamation and water management in ensuring the sustainable development of agriculture” (Novocherkassk, February 21, 2024).

For citation: Monastyrskiy V. A., Tishchenko Ya. S. Productivity indicators of corn hybrids of different maturity groups under drip irrigation. *Ways of Increasing the Efficiency of Irrigated Agriculture*. 2024;92(1):136–146. (In Russ.).

Введение. Выращивание кукурузы на зерно стало одной из важнейших задач как в национальном, так и в мировом сельском хозяйстве, играет решающую роль в удовлетворении растущего спроса на продовольствие, служит для различных целей, включая производство биотоплива. Среди различных зерновых культур кукуруза выделяется как наиболее

урожайная, что делает ее повсеместное выращивание целесообразным и экономически эффективным. Стремительное расширение посевов кукурузы наблюдается как в традиционных регионах выращивания, так и в новых развивающихся регионах. Это укрепляет ее статус сельскохозяйственной культуры для обеспечения продовольственной безопасности и поддержки различных отраслей промышленности [1–5].

Кукуруза – жизненно важный источник пищи. Помимо этого, выращивание ее не влияет отрицательно на плодородие почвы. Остаточное воздействие кукурузы на почву очень велико: на 1 га земли остается около 14 т органических веществ, включая растительные остатки [6]. Кроме того, кукуруза играет ключевую роль в севообороте, выступая в качестве ценного предшественника для других зерновых культур и способствуя увеличению общего производства зерна [7]. Линейный рост и накопление зеленой массы, отражающиеся на высоте растений в различные периоды вегетации, являются показателями жизнеспособности кукурузы. В то же время площадь поверхности листьев, играющая ключевую роль в фотосинтезе, напрямую влияет на способность растения генерировать потенциальный урожай. Понимание этих закономерностей для разных гибридов и фаз дает представление об адаптивности и потенциальной продуктивности [8]. Цель исследования – установить продуктивность гибридов кукурузы различных групп спелости при капельном орошении.

Материалы и методы. Исследования проводились на Бирючекутской овощной селекционной опытной станции Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства (ФГБНУ БОСОС ВНИИО), расположенной в Ростовской области, в соответствии с общепринятыми методиками постановки и проведения полевых опытов, а также зональными системами земледелия^{1,2} [9–11].

¹Моисейченко В. Ф. Основы научных исследований в агрономии. М.: Колос, 1996. 336 с.

²Методика полевого опыта в условиях орошения: рекомендации / сост. В. Н. Плешаков; ВНИИОЗ. Волгоград, 1983. 150 с.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный карбонатный среднемощный легкосуглинистый.

Вегетационный период был средневлажным (гидротермический коэффициент составил 1,4). За период вегетации выпало 369,9 мм осадков; относительная влажность воздуха в среднем составила 64 %; среднесуточная температура – 22,2 °С.

Результаты. Высота растений кукурузы нами определялась по фазам развития (4–6 и 7–9 листьев, выметывание метелки, цветение, молочная спелость, молочно-восковая спелость), полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Высота растений кукурузы в зависимости от гибрида В см

Table 1 – Height of corn plants depending on the hybrid In cm

Вариант опыта		Фаза развития					
		4–6 ли- стьяв	7–9 ли- стьяв	Выме- тывание метелки	Цве- тение	Молоч- ная спе- лость	Молочно- восковая спелость
Средне- ранний	MAS 34 В	42	83,7	153	190,1	205,4	210,7
	Краснодарский 291 АМВ	41	77,6	160,9	201,3	209,9	219,8
Средне- спелый	КВС 3381	40	82,5	148,8	186,1	198,7	205,6
	Зерноградский 354 МВ	42	86,7	164,4	205,9	220	227,1
Средне- поздний	ДКС 5007	42	87,4	147,3	179,8	192,7	200,4
	П 0023	38	79,8	149,5	186,9	197,4	206,6

Из данных таблицы 1 видно, что по вариантам опыта наибольшая высота растений наблюдается в фазе молочно-восковой спелости. Среднеранние гибриды MAS 34 В и Краснодарский 291 АМВ достигают высоты 210,7 и 219,8 см соответственно. Среднеспелые гибриды, такие как КВС 3381 и Зерноградский 354 МВ, также демонстрируют внушительные значения в этой фазе: 205,6 и 227,1 см. Наименьшие значения высоты растений у среднепоздних гибридов, таких как ДКС 5007 и П 0023, но они все равно остаются на уровне 200 см и выше, что также продемонстрировано на рисунке 1.

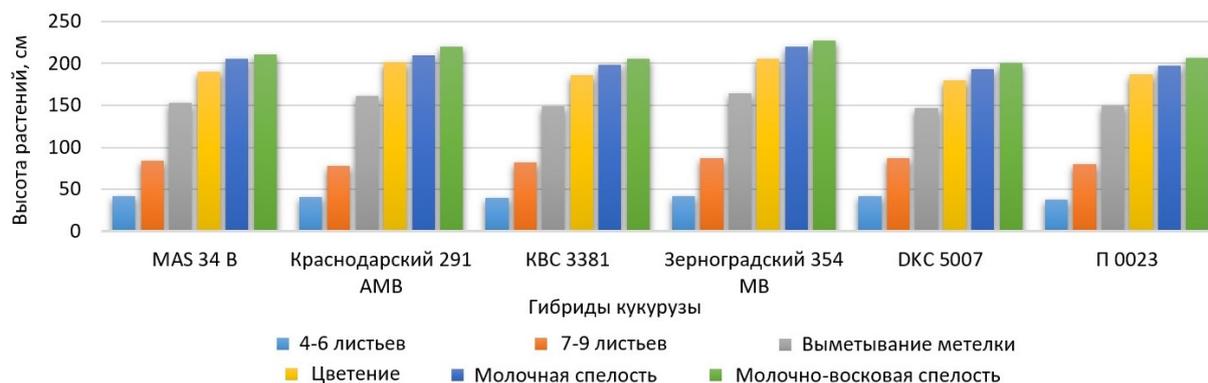


Рисунок 1 – Высота растений кукурузы на зерно по вариантам опыта
Figure 1 – Height of corn plants for grain according to experimental options

В общем среди всех гибридов в фазе молочно-восковой спелости наибольшая высота растений у Зерноградского 354 MB – 227,1 см, а наименьшая 200,4 см у DKC 5007. Разница между ними составила 13,32 %.

Зеленая масса, также известная как надземная биомасса или биомасса растений, является важнейшим параметром при оценке продуктивности сельскохозяйственных культур, а в случае с кукурузой – ключевым фактором, определяющим урожайность зерна. Зеленая масса включает в себя все надземные вегетативные части растения кукурузы, в т. ч. листья, стебли и метелки, которые вносят значительный вклад в общую фотосинтетическую активность и усвоение энергии. Накопление зеленой массы кукурузы на зерно представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Накопление зеленой массы в зависимости от гибрида

В т/га

Table 2 – Herbage accumulation depending on the hybrid

In t/ha

Вариант опыта		Фаза развития					
		4–6 ли- стьев	7–9 ли- стьев	Выме- тывание метелки	Цвете- ние	Молоч- ная спе- лость	Молочно- восковая спелость
Средне- ранний	MAS 34 B	3,08	15,07	31,65	106,37	181,1	196,47
	Краснодарский 291 AMB	4,2	29,6	62,16	147,73	233,3	243,99
Средне- спелый	KBC 3381	1,94	10,85	22,79	102,24	181,7	193,57
	Зерноградский 354 MB	3,54	25,8	54,18	127,64	201,1	235,09
Средне- поздний	DKC 5007	1,58	9,25	19,43	91,86	164,3	185,58
	П 0023	2,57	13,4	28,14	100,17	172,2	194,7

Из данных таблицы 2 видно, что по вариантам опыта наибольшее накопление зеленой массы наблюдается в фазе молочно-восковой спелости. У среднеранних гибридов MAS 34 В и Краснодарский 291 АМВ накопление зеленой массы составляет 196,47 и 243,99 т/га. У среднеспелых гибридов КВС 3381 и Зерноградский 354 МВ зеленая масса достигает 235,09 и 193,57 т/га соответственно. Низкие значения накопления зеленой массы у среднепоздних гибридов, таких как ДКС 5007 и П 0023, они составляют 185,58 и 194,7 т/га, что не отрицает их сельскохозяйственную ценность.

По данным таблицы 2 построена гистограмма накопления зеленой массы кукурузы на зерно по вариантам опыта (рисунок 2).

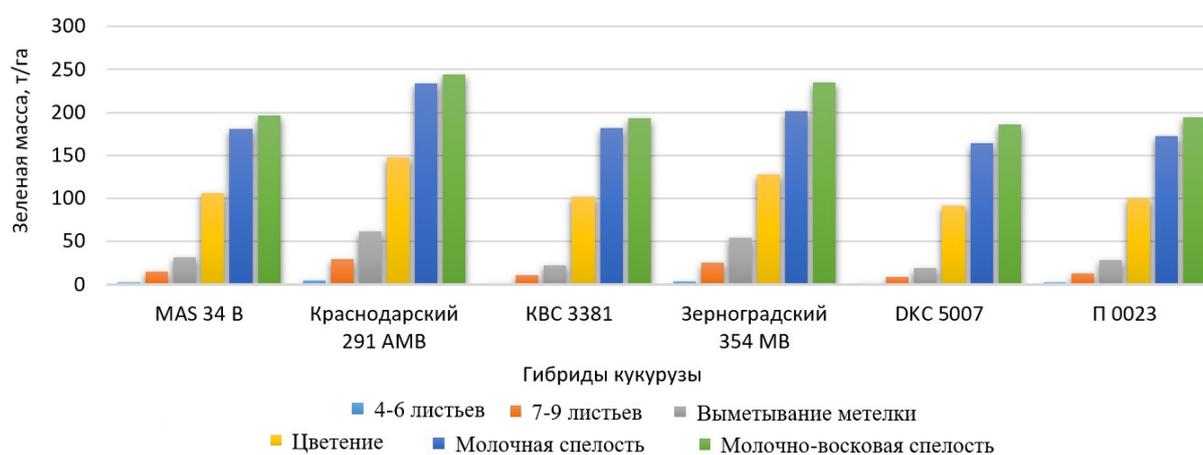


Рисунок 2 – Накопление зеленой массы кукурузы на зерно по вариантам опыта

Figure 2 – Herbage accumulation of corn for grain according to experimental options

В общем среди всех гибридов в фазе молочно-восковой спелости наибольшее накопление зеленой массы у Краснодарского 291 АМВ – 243,99 т/га, а наименьшее – 185,58 т/га у ДКС 5007. Разница между ними составила 31,47 %.

Примечательно, что среднеспелые и среднепоздние сорта также демонстрируют значительные уровни накопления зеленой массы в эти критические фазы. Это подчеркивает сельскохозяйственную ценность данных сортов, поскольку их способность к значительному накоплению зеленой

массы совпадает с важнейшими стадиями молочной и молочно-восковой спелости. Значительное накопление зеленой массы в эти фазы подчеркивает важность оптимизации сельскохозяйственной практики для использования всего потенциала сортов кукурузы, что способствует повышению общей продуктивности выращивания этой культуры.

Установление площади листьев дает возможность, основываясь на процессах фотосинтеза, определить потенциальную урожайность сельскохозяйственных культур.

Динамика площади листовой поверхности кукурузы на разных этапах развития представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Динамика площади листовой поверхности

В м²/га

Table 3 – Dynamics of leaf surface duration

In m²/ha

Вариант опыта		Фаза развития					
		4–6 листьев	7–9 листьев	Выметывание метелки	Цветение	Молочная спелость	Молочно-восковая спелость
Среднеранний	MAS 34 В	1048,5	36411,42	46606,62	55927,94	61520,74	65211,98
	Краснодарский 291 АМВ	1221	39432,18	51656,16	63020,51	69322,56	73481,91
Средне-спелый	КВС 3381	793,1	27490,92	36013,11	44656,25	53587,50	56266,88
	Зерноградский 354 МВ	1088,1	36689,40	48063,11	61520,79	67672,86	70379,78
Средне-поздний	ДКС 5007	619,5	25054,20	33823,17	40587,80	48705,36	51140,63
	П 0023	980,4	33618,90	43704,57	52882,53	57641,96	61100,47

Из данных таблицы 3 видно, что по вариантам опыта наибольшая площадь листовой поверхности в фазе молочно-восковой спелости. У среднераннего гибрида MAS 34 В она достигает 65211,98 м²/га, а у Краснодарского 291 АМВ – 73481,91 м²/га. У среднеспелых гибридов КВС 3381 и Зерноградский 354 МВ площадь листовой поверхности достигает 56266,88 и 70379,78 м²/га соответственно. Наименьшие значения площади листовой поверхности у среднепоздних гибридов, таких как ДКС 5007 и П 0023, они составляют 51140,63 и 61100,47 м²/га.

По данным таблицы 3 построена гистограмма площади листовой поверхности кукурузы на зерно по вариантам опыта (рисунок 3).

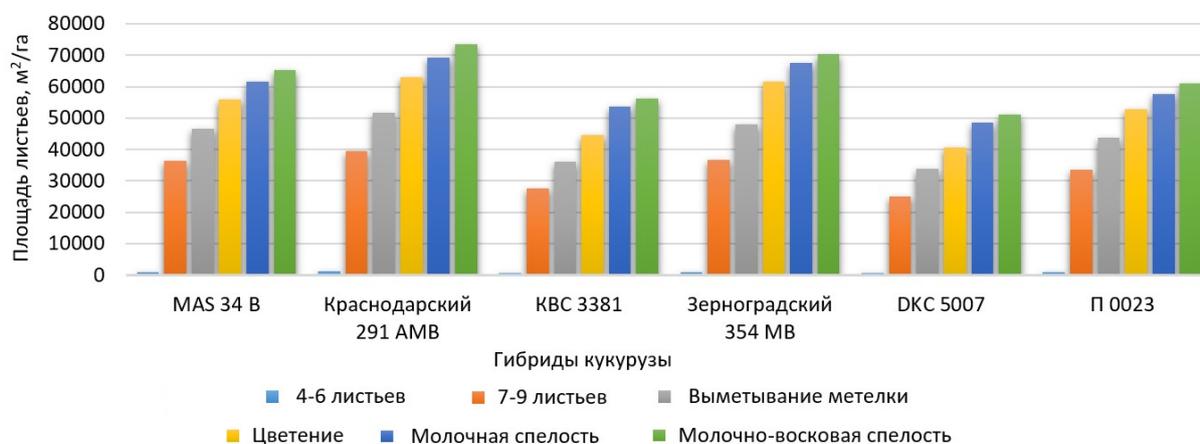


Рисунок 3 – Площадь листовой поверхности кукурузы на зерно по вариантам опыта
Figure 3 – Leaf surface duration of corn for grain according to experimental options

В общем среди всех гибридов в фазе молочно-восковой спелости наибольшая площадь листовой поверхности у Краснодарского 291 АМВ – 73481,91 м²/га, а наименьшая 51140,63 м²/га у ДКС 5007. Разница между ними составляет 43,69 %.

Результаты показывают, что различные гибриды кукурузы имеют разные параметры роста и развития. Например, среднепоздние гибриды ДКС 5007 и П 0023 имеют более низкую высоту растений и меньшее накопление зеленой массы по сравнению со среднеранними и среднеспелыми гибридами. Это может быть важным фактором при выборе гибрида в зависимости от направленности возделывания кукурузы – будь то высокий урожай зерна или зеленой массы.

Наивысшая активность фотосинтеза, выраженная в максимальном накоплении зеленой массы и наибольшей площади листовой поверхности, приходится на фазы молочной и молочно-восковой спелости. Это подчеркивает важность данных фаз в контексте достижения максимальной продуктивности кукурузы для получения зерна. Знание этих временных рамок

может помочь оптимизировать сельскохозяйственные практики, такие как управление поливом и внесение удобрений.

Выводы. На основании проведенных полевых исследований установлено, что наиболее продуктивными гибридами кукурузы при орошении являются: среднеранний Краснодарский 291 АМВ и среднеспелый Зерноградский 354 МВ.

Наибольшая высота растений кукурузы в фазе молочно-восковой спелости была получена у среднеспелого гибрида Зерноградский 354 МВ – 227,1 см, а наименьшая – 200,4 см у гибрида среднепозднего ДКС 5007. Разница между ними составила 13,32 %.

Наибольшее накопление зеленой массы кукурузы в фазе молочно-восковой спелости отмечено у среднераннего гибрида Краснодарский 291 АМВ – 243,99 т/га, а наименьшее – 185,58 т/га у гибрида среднепозднего ДКС 5007. Разница между ними составила 31,47 %.

Наибольшая площадь листовой поверхности кукурузы в фазе молочно-восковой спелости сформировалась у среднераннего гибрида Краснодарский 291 АМВ – 73481,91 м²/га, а наименьшая – 51140,63 м²/га у гибрида среднепозднего ДКС 5007. Разница между ними составляет 43,69 %.

Список источников

1. Серов К. Н. Современное состояние производства кукурузы // Молодой ученый. 2021. № 22(364). С. 78–79. EDN: LQNTPC.
2. Пацала С. В., Горошко Н. В. Сельское хозяйство России: глобальные позиции, структурные пропорции и тенденции развития // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2021. Т. 6, № 1(19). С. 96–108. DOI: 10.21603/2500-3372-2021-6-1-96-108. EDN: FJBLRZ.
3. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security / B. Shiferaw, B. M. Prasanna, J. Hellin, M. Bänziger // Food Security. 2011. Vol. 3. P. 307–327. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0140-5>.
4. Мельник Т. В. Актуальные вопросы возделывания кукурузы на зерно при орошении // Теоретический и практический потенциал современной науки: сб. науч. ст. М., 2019. С. 111–115. EDN: LIBXVE.
5. Кукуруза и сорго в интенсивном земледелии юго-запада Центрального региона России / В. Е. Торилов, С. А. Бельченко, А. В. Дронов, В. В. Дьяченко, В. В. Ланцев. Брянск: Брянский ГАУ, 2018. 208 с. EDN: SXBKSO.
6. Нестерова Е. М., Турчин В. В., Громаков А. А. Возделывание кукурузы на

зерно с использованием регуляторов роста в условиях Ростовской области // Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки и практики в АПК: материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Персиановский, 2021. С. 118–120. EDN: RXQBMM.

7. Семькин В. А., Пигорев И. Я., Оксененко И. А. Возделывание кукурузы на зерно без гербицидов // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 4. С. 44–46. EDN: IQFXMF.

8. Семина С. А., Иняхин А. Г. Влияние условий выращивания на продуктивность фотосинтеза и урожайность кукурузы // Нива Поволжья. 2013. № 1(26). С. 35–39. EDN: QYOMWB.

9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Кн. по требованию, 2012. 352 с.

10. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / В. Г. Сычев [и др.]. М.: Росинформагротех, 2003. 240 с. EDN: TOYFNJ.

11. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2022–2026 годы / А. И. Клименко [и др.]; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Рост. обл. Ростов н/Д., 2022. 736 с. EDN: GHQGWS.

References

1. Serov K.N., 2021. *Sovremennoe sostoyanie proizvodstva kukuruzy* [Current state of corn production]. *Molodoy uchenyy* [Young Scientist], no. 22(364), pp. 78-79, EDN: LQNTPC. (In Russian).

2. Patsala S.V., Goroshko N.V., 2021. *Selskoe khozyaystvo Rossii: globalnye pozitsii, strukturnye proporsii i tendentsii razvitiya* [Agriculture in Russia: global positions, structural proportions and development trends]. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Politicheskie, sotsiologicheskie i ekonomicheskie nauki* [Bulletin of Kemerovo State University. Series: Political, Sociological and Economic Sciences], vol. 6, no. 1(19), pp. 96-108, DOI: 10.21603/2500-3372-2021-6-1-96-108, EDN: FJBLRZ. (In Russian).

3. Shiferaw B., Prasanna B.M., Hellin J., Bänziger M., 2011. Crops that feed the world. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. *Food Security*, vol. 3, pp. 307-327, <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0140-5>.

4. Melnik T.V., 2019. *Aktual'nye voprosy vozdeleyvaniya kukuruzy na zerno pri oroshenii* [Current issues of cultivating corn for grain under irrigation]. *Teoreticheskiy i prakticheskiy potentsial sovremennoy nauki: sb. nauch. st.* [Theoretical and Practical Potential of Modern Science: Collection of Scientific Art]. Moscow, pp. 111-115, EDN: LIBXVE. (In Russian).

5. Torikov V.E., Belchenko S.A., Dronov A.V., Dyachenko V.V., Lantsev V.V., 2018. *Kukuruza i sorgo v intensivnom zemledelii yugo-zapada Tsentral'nogo regiona Rossii* [Corn and Sorghum in Intensive Agriculture of the South-West of the Central Region of Russia]. Bryansk, Bryansk State Agrarian University, 208 p., EDN: SXBKSO. (In Russian).

6. Nesterova E.M., Turchin V.V., Gromakov A.A., 2021. *Vozdeleyvanie kukuruzy na zerno s ispol'zovaniem regulyatorov rosta v usloviyakh Rostovskoy oblasti* [Cultivation of corn for grain with growth regulators in Rostov region]. *Prioritetnye napravleniya razvitiya sel'skokhozyaystvennoy nauki i praktiki v APK: materialy vserossiyskoy (nats.) nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Priority Directions for the Development of Agricultural Science and Practice in the Agro-Industrial Complex: Proc. of the All-Russian (National) Scientific-Practical Conference]. Persianovsky, pp. 118-120, EDN: RXQBMM. (In Russian).

7. Semykin V.A., Pigorev I.Ya., Oksenenko I.A., 2008. *Vozdeleyvanie kukuruzy na zerno bez gerbitsidov* [Cultivation of corn for grain without herbicides]. *Sovremennye naukoymkie tekhnologii* [Modern High Technologies], no. 4, pp. 44-46, EDN: IQFXMF. (In Russian).

8. Semina S.A., Inyakhin A.G., 2013. *Vliyanie usloviy vyrashchivaniya na produktivnost' fotosinteza i urozhaynost' kukuruzy* [Influence of growing conditions on the photosynthesis productivity and maize yields]. *Niva Povolzh'ya* [Crop Field of Volga Region], no. 1(26), pp. 35-39, EDN: QYOMWB. (In Russian).

9. Dosphehov B.A., 2012. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy)* [The Technique of Field Experience (with the Basics of Statistical Analyses of Research Results)]. Moscow, Book on Demand Publ., 352 p. (In Russian).

10. Sychev V.G. [et al.], 2003. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Methodological Guidelines for Conducting Integrated Monitoring of Soil Fertility on Agricultural Lands]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 240 p., EDN: TOYFNJ. (In Russian).

11. Klimenko A.I. [et al.], 2022. *Zonal'nye sistemy zemledeliya Rostovskoy oblasti na 2022–2026 gody* [Zonal Farming Systems of Rostov region for 2022–2026]. Rostov-on-Don, 736 p., EDN: GHQGWS. (In Russian).

Информация об авторах

В. А. Монастырский – ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, valerijmonastyrskij@yandex.ru, AuthorID: 626723, ORCID ID: 0000-0002-0881-4282;

Я. С. Тищенко – младший научный сотрудник, аспирант, Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация, ageeva.yana21@gmail.com, AuthorID: 1203423, ORCID ID: 0009-0002-9138-5083.

Information about the authors

V. A. Monastyrskiy – Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation, valerijmonastyrskij@yandex.ru, AuthorID: 626723, ORCID ID: 0000-0002-0881-4282;

Ya. S. Tishchenko – Junior Researcher, Postgraduate Student, Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novochoerkassk, Russian Federation, ageeva.yana21@gmail.com, AuthorID: 1203423, ORCID ID: 0009-0002-9138-5083.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Все авторы в равной степени несут ответственность за нарушения в сфере этики научных публикаций.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

All authors are equally responsible for ethical violations in scientific publications.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 07.02.2024; одобрена после рецензирования 19.03.2024; принята к публикации 11.04.2024.

The article was submitted 07.02.2024; approved after reviewing 19.03.2024; accepted for publication 11.04.2024.