

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.77>**ФОРМИРОВАНИЕ АССИМИЛЯЦИОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ РОССИЙСКОЙ СЕЛЕКЦИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА**

Научная статья

Куулар Э.А.^{1,*}, Суюндуков Я.Т.², Канзываа С.О.³¹ ORCID : 000-002-2439-7220;^{1,3} Тувинский государственный университет, Кызыл, Российская Федерация² Сибайский институт, филиал Уфимского университета науки и технологий, Сибай, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (enasai8688[at]mail.ru)

Аннотация

В работе представлены результаты полевого опыта по сравнительному исследованию площади листовой поверхности и урожайности зеленой массы гибридов кукурузы и гибридной популяции российской селекции в условиях лесостепной зоны Республики Тыва на темно-каштановых легкосуглинистых почвах. Изучались гибриды Росс 140 св, КС 178 св, Росс 199 мв, Росс 130 мв, КР 194 мв и гибридная популяция Российская 2 в качестве стандарта был принят гибрид Корифей. Закладка опыта, фенологические наблюдения, учеты и анализы проводились по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Показано, что гибриды Краснодарской селекции, за исключением гибрида КС 178, достоверно превышали стандарт по площади ассимиляционной поверхности и урожайности зеленой массы. В относительно засушливом 2022 году урожайность зеленой массы кукурузы по вариантам опыта составила 45,2÷54,6 т/га, в относительно благоприятном 2023 году – 51,2÷74,9 т/га. Между урожайностью зеленой массы кукурузы и площадью ассимиляционной поверхности растений отмечена прямая тесная корреляционные связи ($r = 0,90$). Гибриды Росс 199, Росс 130, Росс 140, КР 194 и гибридная популяция Российская 2 могут быть рекомендованы для возделывания в условиях Республики Тыва.

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, Республика Тыва, площадь листьев, зеленая масса.**FORMATION OF ASSIMILATION SURFACE AND YIELD OF GREEN MASS OF MAIZE HYBRIDS OF RUSSIAN SELECTION IN CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TYVA**

Research article

Kuular E.A.^{1,*}, Suyundukov Y.T.², Kanzivaa S.O.³¹ ORCID : 000-002-2439-7220;^{1,3} Tuvan State University, Kyzyl, Russian Federation² Sibai Institute, Branch of Ufa University of Science and Technology, Sibay, Russian Federation

* Corresponding author (enasai8688[at]mail.ru)

Abstract

The work presents the results of a field experiment on the comparative study of leaf area and green mass yield of maize hybrids and hybrid population of Russian selection in the conditions of forest-steppe zone of the Tyva Republic on dark chestnut light loamy soils. Hybrids Ross 140 cv, KS 178 cv, Ross 199 mv, Ross 130 mv, KR 194 mv and hybrid population Russian 2 were studied. Hybrid Korifei was taken as a standard. Laying of the experiment, phenological observations, records and analyses were carried out according to the methodology of the state variety testing of agricultural crops. It is shown that the hybrids of Krasnodar selection, except for hybrid KS 178, significantly exceeded the standard in the area of assimilative surface and yield of green mass. In relatively dry year 2022, the yield of green mass of maize on the variants of the experiment was 45,2÷54,6 t/ha, in relatively favourable year 2023 – 51,2÷74,9 t/ha. Between the yield of green mass of maize and the area of assimilative surface of plants, a direct close correlation ($r = 0,90$) was noted. Hybrids Ross 199, Ross 130, Ross 140, KR 194 and hybrid population Russian 2 can be recommended for cultivation in the conditions of the Republic of Tyva.

Keywords: maize, hybrid, Republic of Tyva, leaf surface area, green mass.**Введение**

Республика Тыва расположена на юге восточной Сибири и имеет обширную территорию, составляющую 168 604 км². Здесь преобладает горно-котловинный рельеф, который характеризуется наличием большого количества гор, занимающих 82% всей территории республики. Остальные 18% представлены равнинными участками, которые предоставляют возможность для осуществления сельскохозяйственной деятельности [8].

Климат Республики Тыва характеризуется континентальными особенностями: холодной, продолжительной и малоснежной зимой, прохладным летом в горах, жарким и засушливым летом в межгорных котловинах, небольшим количеством осадков и большой амплитудой температур как внутри суток, так и в разные годовые периоды. Благоприятный вегетационный период для сельскохозяйственных культур составляет 90-130 дней. По природно-климатическим условиям большая часть республики приравнивается к районам крайнего севера [1].

Успешное развитие животноводства в Республике Тыва зависит от комплексного решения взаимосвязанных факторов, среди которых особое место принадлежит обеспеченности животных кормами и их эффективному использованию. Однако слабая кормовая база в республике сдерживает развитие животноводства на должном уровне. Поэтому увеличение объемов производства кормов и улучшение их качества имеет большое научное и практическое

значение и является приоритетным направлением развития сельского хозяйства республики. Важное место в этом может принадлежать возделыванию кукурузы, являющейся одной из наиболее высокопродуктивных кормовых культур.

Для кукурузы характерна высокая продуктивность, связанная с физиологией фотосинтеза и большой площадью листьев [4], [5], [10], [12]. Большое научное и практическое значение имеют качество кормов, получаемых из кукурузы, их химический состав, переваримость, общая, белковая и энергетическая питательность [11]. Высокий спрос на эту культуру определяет необходимость создания сортов и гибридов, пригодных к механической уборке с оптимальной высотой растений и высотой закрепления початка [2]. При подборе гибридов и сортов любой культуры необходимо учитывать все стрессовые факторы для конкретной зоны, в том числе и водный режим. Кукуруза экономнее других растений расходует влагу [3]. Значительный потенциал для увеличения урожайности и питательной ценности кукурузы заключается во внедрении высокопроизводительных гибридов, которые устойчивы к неблагоприятным условиям окружающей среды. Однако для наиболее полной реализации их потенциала требуется соответствующий уровень агротехники [7], которая должна разрабатываться в каждом отдельном регионе с учетом биологических особенностей гибридов кукурузы и почвенно-климатических условий данной местности с целью обеспечения получения высоких и устойчивых урожаев.

Целью данного исследования является сравнительное изучение урожайности зеленой массы гибридов кукурузы российской селекции, которые ранее не выращивались в условиях Республики Тыва. В число главных задач входило выявление особенностей формирования листового аппарата и определение урожайности зеленой массы гибридов и гибридной популяции кукурузы российской селекции в условиях Республики Тыва.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2022-2023 гг. на опытном участке в условиях КФХ Серена Мергена, расположенного Пий-Хемском кожууне Республики Тыва. Полевой опыт заложен в соответствии с основными требованиями по методике ГСИ. Фенологические наблюдения, учеты и анализы проводились по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Площадь листовой поверхности растения определяли по методике, предложенной Институтом экспериментальной ботаники [6].

Опыты были заложены в условиях лесостепной зоны на темно-каштановых почвах легкосуглинистого гранулометрического состава. Агрохимические показатели почвы: гумус по Тюрину – 4,5%, азот по Корнфильду – 112 мг/кг, подвижный фосфор и обменный калий по Мачигину – соответственно 33 и 458 мг/100 г, рН_{сол} – 7,4 ед.

Схема опыта включала следующие варианты:

1 вариант – гибрид Корифей (St), 2 вариант - гибридная популяция Российская 2, 3-7 варианты – гибриды Росс 140 св, КС 178 св, Росс 199 мв, Росс 130 мв и КР 194 мв. Повторность четырехкратная, размещение делянок – рендомизированное.

Предшественник - картофель. Технология подготовки почвы и уход за растениями общепринятые для зоны. Срок посева 21 мая. Схема посева 70x30. В период вегетации проводились соответствующие учеты и наблюдения. Урожайность определялась поделочно путем взвешивания зеленой массы.

Результаты и обсуждение

Для обобщения результатов опыта были использованы метеорологические данные с метеостанции г. Туран (табл. 1, рис. 1, 2).

Таблица 1 - Метеорологические данные местности Туран Пий-Хемского района

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.77.1>

Период	Температура воздуха, °С			Средняя температура за период, °С		Сумма осадков, мм	
	в среднем за год	max	min	летний	зимний	за год	за вегет. период
Ср.много летние	-5,5	+27,1	-23,0	+19,1	-31,5	218	177
2022 год	-0,7	+20,2	-28,6	+18,3	-26,4	144	98
2023 год	0,2	+21,7	-26,1	+18,1	-23,9	243	172

Примечание: 2022-2023 гг

Из таблицы 1 следует, что средняя температура в годы исследований была значительно выше средних многолетних за 1993-2023 гг. В особенности отличился в данном отношении 2023 год. В то же время средняя температура летнего периода в 2022 и 2023 годах была ниже на 0,8 и 1,0°С соответственно.

Следует отметить, что на среднюю температуру воздуха вегетационного периода 2023 года оказала влияние температура мая месяца, которая была на 5,8°С ниже, чем в 2022 году (рис. 1). В июне и сентябре температура воздуха была одинаковой, в июле-августе – выше в 2023 году.

По сумме осадков годы исследований оказались разные (рис. 2). В 2022 году она была на 74мм меньше нормы, а в 2023 году, наоборот, больше на 25мм. Вегетационные периоды значительно отличались по количеству осадков: в 2022

году – меньше нормы на 79 мм, в 2023 году она была на уровне нормы. Отмечено, что вегетационный период 2023 года по условиям атмосферного увлажнения также был ближе к норме.

В целом, в 2023 году условия вегетационного сезона были более благоприятными для растений кукурузы.

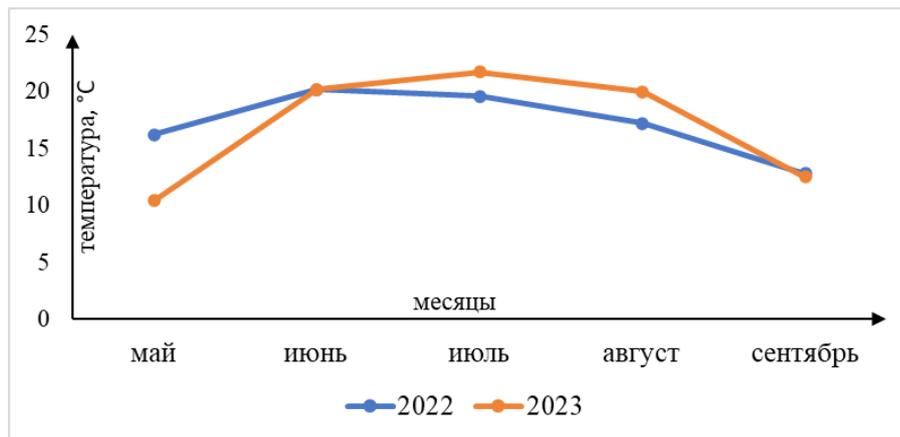


Рисунок 1 - Среднемесячная температура воздуха за вегетационный период
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.77.2>

Примечание: 2022-2023 гг

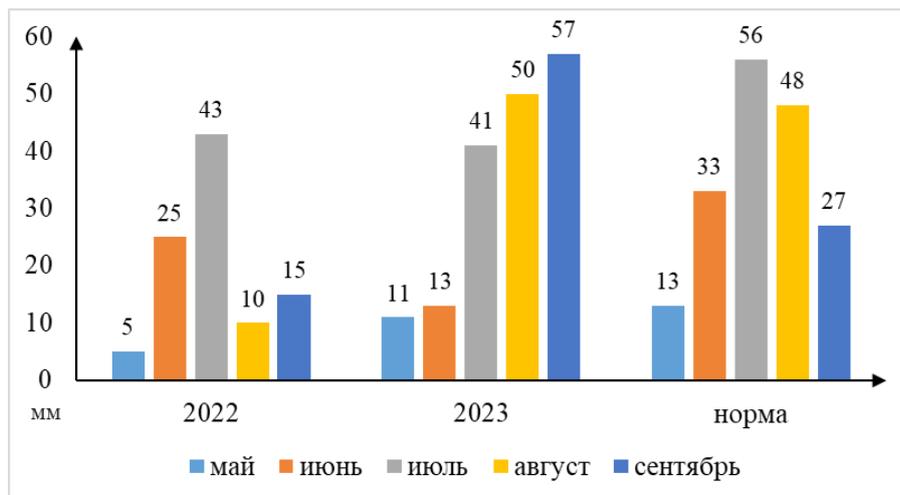


Рисунок 2 - Сумма осадков за 2022-2023 гг
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.77.3>

Для сравнительного изучения и правильного подбора гибридов с высокими показателями продуктивности фотосинтеза нами проводилось определение площади листовой поверхности растений кукурузы (табл. 2).

Таблица 2 - Площадь листовой поверхности растений

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.77.4>

Вариант	$X_{cp} \pm Sx_{cp}$		Среднее за 2 года
	2022 год	2023 год	
Корифей (St), м ² /га	16944±925	21423±1365	19183,5
Российская 2, м ² /га	21171±814	25670±896	23420,5
Росс 140, м ² /га	16020±1412	25470±1389	20745,0
КС 178, м ² /га	16837±942	19654±1058	18245,5
Росс 199, м ² /га	18721±813	25170±883	21945,5
Росс 130, м ² /га	19979±1761	22396±2393	21187,5

КР 194, м ² /га	20367±1070	20811±1457	20589,0
----------------------------	------------	------------	---------

Как в 2022, так и в 2023 годах наибольшая площадь ассимиляционной поверхности получена у растений гибридной популяции Российская 2, которая была в 1,24 и 1,19 раза больше стандарта (гибрид Корифей) соответственно по годам. В условиях более засушливого 2022 года на втором месте по данному показателю оказался гибрид КР 194, который превышал стандарт в 1,20 раза, в относительно благоприятном 2023 году – гибриды Росс 140 и Росс 199, показатели которых были на уровне гибридной популяции Российская 2. Наименьшей листовой поверхностью характеризовался гибрид КС 178, показатели которого в 2022 году были на уровне стандарта, в 2023 году – ниже в 1,09 раза.

Отмечено, что в условиях более благоприятного вегетационного периода 2023 года во всех вариантах опыта, за исключением гибрида КР 194, площадь ассимиляционной поверхности растений была в 1,12÷1,59 раза больше, чем в 2022 году. В варианте с гибридом КР 194 показатели площади листьев в течение двух лет исследований остались неизменными.

Согласно средним показателям площади листьев кукурузы за 2 года исследований, все варианты, за исключением КС 178, по площади ассимиляционной поверхности превышали стандарт. Наибольшей листовой поверхностью растений характеризовалась гибридная популяция Российская 2 (больше стандарта на 22%), наименьшей – гибрид КС 178 (меньше стандарта на 5%). Достаточно высокие показатели получены у гибридов Росс 199, Росс 130, превышающие стандарт на 10-14%. Гибриды Росс 140 и КР 194 по данному показателю занимали промежуточное положение.

Благодаря складывающимся благоприятным погодным условиям в годы исследований сформирована достаточно высокая урожайность зеленой массы кукурузы (табл. 3). В относительно засушливом 2022 году урожайность по вариантам опыта составила 45,2÷54,6 т/га. В более благоприятном 2023 году она варьировала в пределах от 51,2 до 74,9 т/га.

Таблица 3 - Урожайность зеленой массы кукурузы в 2022-2023 гг

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.77.5>

Вариант	2022 год		2023 год		Средняя за 2 года	Прибавка
	Урожайность	Прибавка	Урожайность	Прибавка		
Корифей (St), т/га	49,0	-	54,3	-	51,6	-
Российская 2, т/га	54,7	5,7	74,9	20,6	64,8	13,4
Росс 140, т/га	50,2	1,4	65,8	11,5	58,0	6,4
КС 178, т/га	45,1	-3,9	51,2	-3,1	48,1	- 3,5
Росс 199, т/га	52,3	3,7	71,1	16,9	61,9	10,3
Росс 130, т/га	53,4	4,5	69,2	14,9	61,3	9,7
КР 194, т/га	50,9	1,9	58,8	4,6	54,9	3,3
НСР ₀₅ , т/га	-	1,2	-	1,9	-	-

В 2022 году в опытных вариантах, за исключением гибрида КС 178, урожайность зеленой массы превышала стандарт (гибрид Корифей) на 1,4÷5,7 т/га (НСР₀₅=1,2 т/га). Наибольшей урожайностью отличилась гибридная популяция Российская 2, превысившая стандарт на 5,7 т/га. Урожайность гибрида КС 178 была достоверно ниже стандарта. Следует отметить, что величины урожайности тесно коррелируют с показателями площади ассимиляционной поверхности растений кукурузы ($r = 0,75$).

Как и в предыдущем году, в 2023 году во всех исследуемых вариантах (кроме гибрида КС 178) получена урожайность выше контроля на 4,6÷20,6 т/га при значении НСР₀₅=1,9 т/га. Самая высокая урожайность также получена у гибридной популяции Российская 2 (74,9 т/га), наименьшая – у гибрида КС 178 (51,2 т/га). Коэффициент корреляции между урожайностью зеленой массы кукурузы и площадью листовой поверхности составил 0,79.

По данным двухлетних исследований коэффициент корреляционной взаимосвязи (r) урожайности зеленой массы и показателя листовой поверхности растений кукурузы равен 0,90. О прямой зависимости урожайности кукурузы от формирования ассимиляционной поверхности было отмечено также в работе Н. А. Сидельниковой и В. В. Смирновой [9].

В целом, гибриды отечественной селекции, за исключением гибрида КС 178, превышали стандарт (гибрид Корифей) по урожайности зеленой массы, располагаясь в следующем убывающем ряду: Российская 2, Росс 199, Росс 130, Росс 140 и КР 194.

Заключение

Сравнительное исследование различных гибридов кукурузы российской селекции в условиях лесостепной зоны Республики Тыва (Пий-Хемский кожуун) на темно-каштановых легкосуглинистых почвах показало, что варианты Российская 2, Росс 199, Росс 130, Росс 140 и КР 194 формируют высокую урожайность зеленой массы, достоверно превышающую стандарт (гибрид Корифей). Данные варианты могут быть рекомендованы для возделывания в кормовых целях в условиях Республики Тыва. Наибольшей урожайностью отличилась гибридная популяция Российская 2. Гибрид КС 178 показал низкую урожайность по сравнению как со стандартом, так и с другими исследуемыми гибридами. Уровень урожайности в значительной степени определяется величиной площади ассимиляционной поверхности растений.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Государственный доклад о состоянии и об охране среды Республики Тыва за 2022 год // Правительство Республики Тыва. — URL: <https://mpr.rtyva.ru/upload/files/f20552f3-27a1-4008-a63b-ac4cd11e921a.pdf> (дата обращения: 29.02.2024).
2. Гусева С.А. Использование биометрических методов для оценки модельной популяции сахарной кукурузы / С.А. Гусева, О.С. Башинская, О.С. Носко [и др.] // Journal of Agriculture and Environment. — 2022. — № 8(28). — DOI: 10.23649/jae.2022.28.8.006.
3. Гусева С.А. Оценка относительной засухоустойчивости сортообразцов сахарной кукурузы в лабораторных условиях / С.А. Гусева, Ю.В. Бочкарева, Д.П. Волков [и др.] // Journal of Agriculture and Environment. — 2023. — № 5(33). — DOI: 10.23649/JAE.2023.33.4.
4. Кадыров С.В. Рост и развитие гибридов кукурузы при разных нормах высева в условиях лесостепи Центрального Черноземья / С.В. Кадыров, М.Ю. Харитонов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. — 2018. — № 4 (59). — С. 30-36.
5. Кадыров С.В. Урожайность и качество семян кукурузы при разных нормах высева / С.В. Кадыров, М.Ю. Харитонов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. — 2016. — № 1(48). — С. 12-16.
6. Ламан Н.А. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / Н.А. Ламан [и др.] — Минск: Навука і тэхніка, 1996. — 101 с.
7. Нурлыгаянов Р.Б. Состояние производства продукции растениеводства в Республике Тыва от предков по настоящее время / Р.Б. Нурлыгаянов, С.О. Канзываа, Э.-С.А. Куулар // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. — 2023. — № 1(65). — С. 45-49. — DOI: 10.31563/1684-7628-2023-65-1-45-49.
8. Регионы, России Республика Тыва // Сельское хозяйство. — URL: <http://www.agrien.ru/reg/тыва.html> (дата обращения: 29.02.2024).
9. Сидельникова Н.А. Влияние различных условий выращивания на формирование ассимиляционной поверхности кукурузы / Н.А. Сидельникова, В.В. Смирнова // Успехи современного естествознания. — 2018. — № 12-2. — С. 310-314.
10. Филин В.И. Густота посева и способ обработки почвы как фактор повышения зерновой продуктивности кукурузы на южных черноземах Волгоградской области / В.И. Филин, Б.В. Михин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. — 2014. — № 1(33). — С. 112-117.
11. Швецов Н.Н. Использование кукурузы для заготовки кормов по разным технологиям / Н.Н. Швецов, Г.С. Походня, Ю.П. Бреславец // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. — 2023. — Т. 256. — № 4. — С. 317-321. — DOI: 10.31588/2413_4201_1883_4_256_317.
12. Шпаар Д. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.] — Минск: ФУАинформ, 1999. — 192 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gosudarstvennyj doklad o sostojanii i ob ohrane sredy Respubliki Tyva za 2022 god [State report on the state and environmental protection of the Republic of Tyva for 2022] // Pravitel'stvo Respubliki Tyva [Government of the Republic of Tyva]. — URL: <https://mpr.rtyva.ru/upload/files/f20552f3-27a1-4008-a63b-ac4cd11e921a.pdf> (accessed: 29.02.2024). [in Russian]
2. Guseva S.A. Ispol'zovanie biometricheskikh metodov dlja ocenki model'noj populjacji saharnoj kukuruzy [Use of biometric methods to assess the model population of sugarcane corn] / S.A. Guseva, O.S. Bashinskaja, O.S. Nosko [et al.] // Journal of Agriculture and Environment. — 2022. — № 8(28). — DOI: 10.23649/jae.2022.28.8.006. [in Russian]

3. Guseva S.A. Ocenka odnositel'noj zasuhoustojchivosti sortoobrazcov saharnoj kukuruzy v laboratornyh uslovijah [Evaluation of relative drought tolerance of sugarcane maize varieties under laboratory conditions] / S.A. Guseva, Ju.V. Bochkareva, D.P. Volkov [et al.] // Journal of Agriculture and Environment. — 2023. — № 5(33). — DOI: 10.23649/JAE.2023.33.4. [in Russian]
4. Kadyrov S.V. Rost i razvitie gibrinov kukuruzy pri raznyh normah vyseva v uslovijah lesostepi Central'nogo Chernozem'ja [Growth and development of maize hybrids at different seeding rates in the conditions of the forest-steppe of the Central Black Earth Region] / S.V. Kadyrov, M.Ju. Haritonov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Voronezh State Agrarian University]. — 2018. — № 4 (59). — P. 30-36. [in Russian]
5. Kadyrov S.V. Urozhajnost' i kachestvo semjan kukuruzy pri raznyh normah vyseva [Maize seed yield and quality at different seeding rates] / S.V. Kadyrov, M.Ju. Haritonov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Voronezh State Agrarian University]. — 2016. — № 1(48). — P. 12-16. [in Russian]
6. Laman N.A. Metodicheskoe rukovodstvo po issledovaniju smeshannyh agrofytocenozov [Methodological guide for the study of mixed agrophytocenoses] / N.A. Laman [et al.] — Minsk: Navuka i tjechnika, 1996. — 101 p. [in Russian]
7. Nurlygajanov R.B. Sostojanie proizvodstva produkcii rastenievodstva v Respublike Tyva ot predkov po nastojashhee vremja [State of crop production in the Republic of Tyva from ancestors to the present time] / R.B. Nurlygajanov, S.O. Kanzyvaa, Je.-S.A. Kuular // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of Bashkir State Agrarian University]. — 2023. — № 1(65). — P. 45-49. — DOI: 10.31563/1684-7628-2023-65-1-45-49. [in Russian]
8. Regiony, Rossii Respublika Tyva [Regions, Russia Republic of Tyva] // Sel'skoe hozjajstvo [Russia Regions]. — URL: <http://www.agrien.ru/reg/tyva.html> (accessed: 29.02.2024). [in Russian]
9. Sidel'nikova N.A. Vlijanie razlichnyh uslovij vyrashhivaniya na formirovanie assimiljacionnoj poverhnosti kukuruzy [Influence of different growing conditions on the formation of assimilative surface of corn] / N.A. Sidel'nikova, V.V. Smirnova // Uspehi sovremennoego estestvoznaniya [The successes of modern natural science]. — 2018. — № 12-2. — P. 310-314. [in Russian]
10. Filin V.I. Gustota poseva i sposob obrabotki pochvy kak faktor povysheniya zernovoj produktivnosti kukuruzy na juznyh chernozemah Volgogradskoj oblasti [Sowing density and tillage method as a factor in increasing grain productivity of maize on southern chernozems of Volgograd region] / V.I. Filin, B.V. Mihin // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vyshee professional'noe obrazovanie [Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity complex: Science and higher professional education]. — 2014. — № 1(33). — P. 112-117. [in Russian]
11. Shvecov N.N. Ispol'zovanie kukuruzy dlja zagotovki kormov po raznym tehnologijam [Use of corn for fodder preparation by different technologies] / N.N. Shvecov, G.S. Pohodnja, Ju.P. Breslavец // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.Je. Baumana [Scientific notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman]. — 2023. — Vol. 256. — № 4. — P. 317-321. — DOI: 10.31588/2413_4201_1883_4_256_317. [in Russian]
12. Shpaar D. Kukuruza [Corn] / D. Shpaar [et al.] — Minsk: FUAinform, 1999. — 192 p. [in Russian]