

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ, СРОКА СЕВА И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ

С. В. КРАВЦОВ, Н. Ф. НАДТОЧАЕВ, А. А. БОРОВИК

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222164, e-mail: corn2007@mail.ru

(Поступила в редакцию 30.01.2026)

Исследования проводились в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию в 2024–2025 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 0,4–0,9 м, содержащей в пахотном слое 2,36–2,40 % гумуса, 296–297 мг/кг P_2O_5 , 320–323 мг/кг K_2O , pH 5,67–5,88. Теплые погодные условия первой половины вегетации 2024 г., в отличие от 2025 г., благоприятствовали быстрому росту и развитию растений кукурузы. Но в период интенсивного роста и в критическую фазу развития растений в оба года было достаточно осадков, что обеспечило гибридам приблизительно одинаковую высоту, соответствующую их сортовым характеристикам. Опыт включал 4 отечественных гибрида: ПОЛЕССКИЙ 111 (ФАО 230), ВИВАЛЕН 3218 (ФАО 230), ПОЛЕССКИЙ 212 (ФАО 210) и ДАРЬЯН (ФАО 210), которые высевались в 4 срока с интервалом в 2 недели, начиная с середины апреля, увеличенной нормой высева семян, позволяющей после полных всходов сформировать густоту стояния растений 70, 90, 110 и 130 тыс./га.

Исследования показали, что длина листьев кукурузы в большей степени зависела от срока сева, увеличиваясь с середины апреля до конца мая ($r = 0,77$), а ширина листьев – от густоты стояния растений, повышение которой с 70 до 130 тыс./га приводило к ее уменьшению ($r = -0,98$). Количество листьев на 1 растении кукурузы определяли морфобиологические особенности гибрида и срок сева. Оно возрастало от раннего к более позднему сроку ($r = 0,81$). Плотность стеблестоя в посевах на этот показатель не влияла. Загущение посева с 70 до 130 тыс. растений на 1 га приводило к уменьшению площади листовой поверхности 1 растения ($r = -0,76$), а продолжительный сев (с середины апреля до конца мая) – к ее повышению ($r = 0,73$). Независимо от температурных условий вегетационного периода площадь листьев находилась в соответствии со свойственными генотипу показателями ($r = 0,99$). В среднем по всем вариантам опыта гибрид Полесский 212 сформировал ассимиляционную поверхность, равную 33,6 тыс. м²/га, Вивален 3218 – 36,6 тыс., Дарьян – 37,8 тыс. и Полесский 111 – 41,1 тыс. м²/га. С увеличением густоты стояния растений с 70 до 130 тыс./га площадь листьев в среднем за 2 года возрастала с 28,4 тыс. м²/га до 45,5 тыс. м²/га. В 2024 г. максимального значения площадь листьев достигала при севе 15 мая (в среднем 42,3 тыс. м²/га), в 2025 г. – при севе 29 мая (39,4 тыс. м²/га), а минимального – при раннем севе 16–17 апреля (35,5 и 30,9 тыс. м²/га).

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, площадь листьев, густота стояния растений, срок сева.

The studies were conducted at the Scientific and Practical Center for Agriculture of the National Academy of Sciences of Belarus in 2024–2025 on sod-podzolic sandy loam soil underlain by moraine loam at a depth of 0.4–0.9 m, containing 2.36–2.40 % humus, 296–297 mg/kg P_2O_5 , 320–323 mg/kg K_2O , and a pH of 5.67–5.88 in the arable layer. Warm weather conditions during the first half of the 2024 growing season, unlike those in 2025, favored the rapid growth and development of corn plants. However, during the period of intensive growth and the critical phase of plant development in both years, there was sufficient precipitation, which ensured that the hybrids reached approximately the same height, corresponding to their varietal characteristics. The test included four domestic hybrids: POLESKIY 111 (FAO 230), VIVALEN 3218 (FAO 230), POLESKIY 212 (FAO 210), and DARYAN (FAO 210). These were sown in four stages, two weeks apart, beginning in mid-April, at an increased seeding rate, allowing for plant densities of 70, 90, 110, and 130,000/ha after full emergence.

Research showed that corn leaf length was largely dependent on sowing time, increasing from mid-April to late May ($r = 0.77$), while leaf width was more dependent on plant density, with an increase from 70,000 to 130,000/ha leading to a decrease ($r = -0.98$). The number of leaves per corn plant was determined by the morphological and biological characteristics of the hybrid and sowing time. It increased from earlier to later dates ($r = 0.81$). The density of the stem stand in the sowing did not affect this indicator. Thickening the sowing from 70 to 130 thousand plants per 1 ha led to a decrease in the leaf surface area of 1 plant ($r = -0.76$), and prolonged sowing (from mid-April to the end of May) – to its increase ($r = 0.73$). Regardless of the temperature conditions of the growing season, the leaf area corresponded to the indicators characteristic of the genotype ($r = 0.99$). On average, for all experimental variants, the Poleskiy 212 hybrid formed an assimilation surface equal to 33.6 thousand m² / ha, Vivalen 3218 – 36.6 thousand, Daryan – 37.8 thousand and Poleskiy 111 – 41.1 thousand m² / ha. As plant density increased from 70,000 to 130,000 m²/ha, leaf area increased on average over two years from 28,400 m²/ha to 45,500 m²/ha. In 2024, leaf area peaked when sowing on May 15 (averaging 42,300 m²/ha), in 2025, when sowing on May 29 (39,400 m²/ha), and peaked with early sowing on April 16–17 (35,500 and 30,900 m²/ha).

Key words: corn, hybrid, leaf area, plant density, sowing time.

Введение

Площадь листьев является одним из основных показателей фотосинтетической деятельности, характеризующих продукционный процесс в посевах сельскохозяйственных культур. Гибриды кукурузы со сравнительно поздним созреванием имеют более продолжительный период листообразования и обладают большим фотосинтетическим потенциалом, в то же время ультраранние формы раньше завершают формирование листового аппарата и переходят к генеративному периоду развития [1]. Фотосинтетический потенциал связан с количеством листьев на растении и их размерами. Число листьев на главном побеге определяется морфобиологическими особенностями гибридов [2, 3]. На показатели площади листьев одного растения и ассимиляционной поверхности на 1 га наряду с морфобиологическими особенностями гибридов значительное влияние оказывают метеорологические условия вегетационного периода [3, 4, 5, 6]. Максимальной величины площадь листовой поверхности кукурузы достигает от фазы появления метелок до фазы молочно-восковой спелости зерна [7, 8]. При уве-

личении нормы высева семян уменьшается облиственность одного растения, но при этом увеличивается площадь листовой поверхности на 1 га за счет увеличения количества растений на единицу площади [2, 9, 10]. На формирование листовой поверхности растений кукурузы также оказывает влияние срок сева, по которому нет единого мнения. По данным С.В. Никитина [11], при более позднем посеве в конце апреля по сравнению с более ранним на 2 недели площадь листовой поверхности одного растения уменьшилась. По результатам других исследователей [12], при ранних сроках сева (1–10 апреля) она была наименьшей и максимального значения достигала при севе 30 апреля.

Основная часть

Полевые опыты проводили в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию в 2024–2025 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 0,4–0,9 м, с содержанием в пахотном слое 2,36–2,40 % гумуса, 296–297 мг/кг P_2O_5 , 320–323 K_2O мг/кг, pH 5,67–5,88. Осенью под вспашку были внесены минеральные удобрения в виде аммофоса и хлористого калия ($P_{60}K_{120}$) и органические удобрения (60 т/га подстилочного навоза КРС). Обработка почвы осенью включала дискование, вспашку, весной – дискование и предпосевную культивацию АКШ. Общим фоном применялся карбамид (N_{120}), внесенный под дискование. В фазу 2–3 листьев кукурузы применялись гербициды Люмакс, 3,5 л/га + Дублон, 0,5 л/га. Семена отечественных гибридов ПОЛЕССКИЙ 111 (ФАО 230), ВИВАЛЕН 3218 (ФАО 230), ПОЛЕССКИЙ 212 (ФАО 210) И ДАРЬЯН (ФАО 210), протравленные препаратами Максим XL, 1 л/т и Табу, 5 л/т, высевались в 4 срока увеличенной нормой высева семян, позволяющей после полных всходов сформировать густоту стояния растений 70, 90, 110 и 130 тыс/га.

Погодные условия первой половины вегетации 2024 г., в отличие от 2025 г., были благоприятными по теплу, что способствовало быстрому росту и развитию растений кукурузы. Но в период интенсивного роста и критическую фазу развития растений в оба года было достаточно осадков, что обеспечило гибридам приблизительно одинаковую высоту, соответствующую их сортовым характеристикам.

Измерение листовой поверхности проводилось после цветения початков в фазу начала формирования зерна путем замера на 20 растениях всех зеленых листовых пластинок и затем путем перемножения наибольшей ширины листа на его длину и на коэффициент 0,75 определялась суммарная площадь.

Анализ длины листьев показал (рис. 1), что в среднем по 64 вариантам опыта в 2024 г. она составляла 61,6 см, в 2025 г. – 58,5 см. Варьирование этого показателя в зависимости от густоты стояния растений было незначительным – 0,7 % в 2024 г. и 1,1 % в 2025 г. Длина листьев не зависела от плотности стеблестоя кукурузы ($r = -0,04$). В то же время срок сева оказывал на этот показатель сильное влияние ($r = 0,77$), обеспечивая увеличение длины от раннего к более позднему сроку сева. Этот фактор вызывал большее варьирование данного признака (4,6 и 5,7 % соответственно годам исследований). Такой разницы нет даже между гибридами, где $v = 1,6$ и 4,4 %. Гибриды по-разному реагировали на условия года изменением длины листьев, в результате чего по ним между годами установлена слабая корреляционная связь ($r = 0,18$) при следующих средних показателях: 61,7 см у гибрида Полесский 111, 60,7 см – Вивален 3218, 59,5 см – Полесский 212 и 58,3 см – Дарьян.

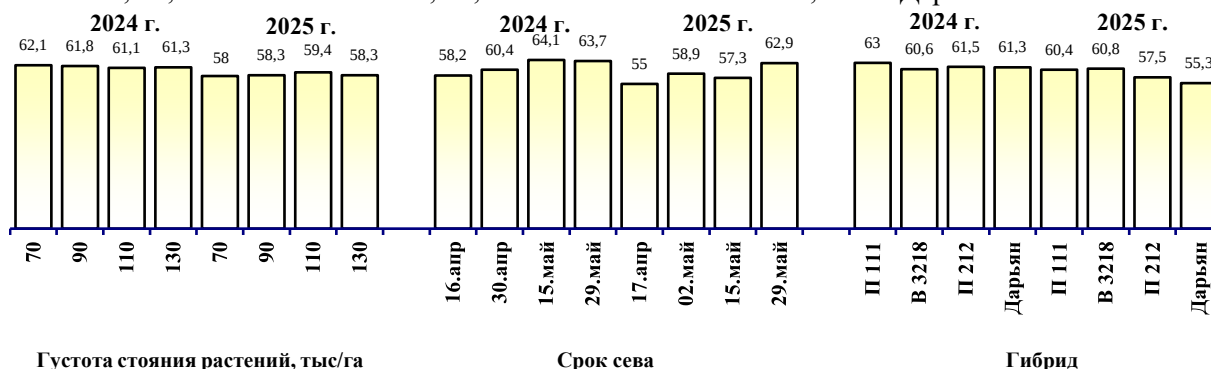


Рис. 1. Длина листьев у гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений, срока сева в 2024 и 2025 гг., см

В отличие от длины листьев, их ширина в среднем по опыту была одинаковой оба года, составив 7,3 см при коэффициенте варьирования в зависимости от густоты стояния растений в пределах 70–130 тыс/га 7,1 % в 2024 г. и 5,2 % в 2025 г. (рис. 2). Увеличение плотности стеблестоя приводило к уменьшению ширины листьев ($r = -0,98$). Срок сева на ширину листьев, в отличие от длины, оказывал менее значительное влияние ($v = 1,7$ – $1,8$ %) с обратной корреляционной зависимостью по мере его проведения ($r = -0,25$). Слабая связь и у гибридов между годами исследований ($r = 0,24$) при коэффициенте варьирования 4,0 и 2,6 %. Гибрид Полесский 111 в среднем за 2 года имел показатель 7,1 см, Вивален 3218 – 7,2 см, Полесский 212 – 7,25 см, Дарьян – 7,55 см. Между длиной листьев и их шириной у гибридов отмечена сильная обратная зависимость ($r = -0,94$).

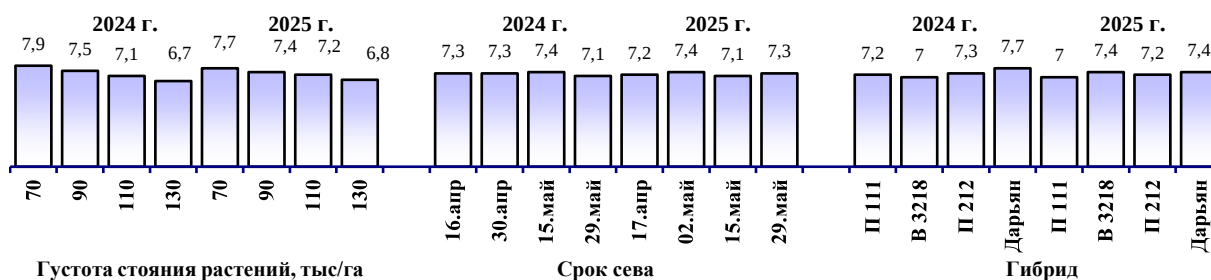


Рис. 2. Ширина листьев у гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений, срока сева в 2024 и 2025 г., см

Количество ассимилирующих листьев на 1 растении не зависело от нормы высевы семян ($r = -0,06$) с незначительным варьированием (0,5–0,8 %) и в среднем по опыту в учетный период составляло 11,1 шт. в 2024 г. и 10,7 шт. в 2025 г. (рис. 3). Этот показатель сильно зависел от срока сева, увеличиваясь от раннего к позднему ($r = 0,81$) с варьированием по годам 3,8 % и 5,1 % соответственно. Также сильная связь отмечена между годами и у гибридов ($r = 0,79$) при значительно возросшем коэффициенте варьирования 8,4 и 9,3 %. Гибрид Полесский 111 в среднем за 2 года на 1 растении имел 12,0 листьев, Вивален 3218 – 10,7, Полесский 212 – 9,8, Дарьян – 11,5 шт.

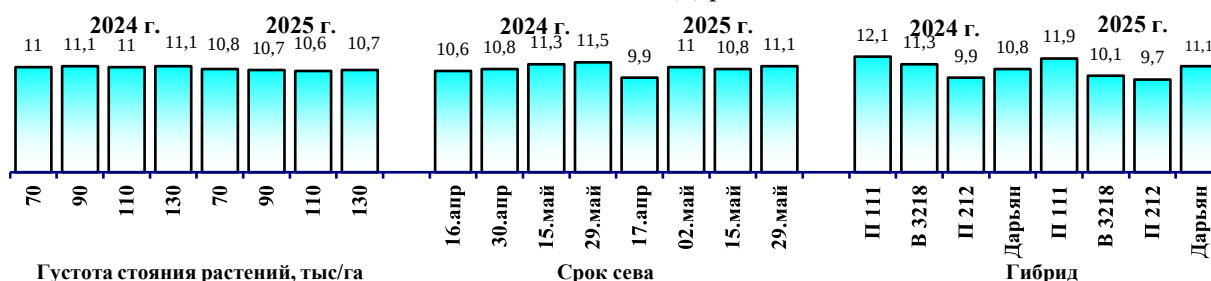


Рис. 3. Количество листьев на 1 растении у гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений, срока сева в 2024 и 2025 г., шт.

Площадь листьев на одном растении кукурузы в 2024 г. составляла 39,4 дм², в 2025 г. – 36,1 дм² (рис. 4). То есть при малоблагоприятных для культуры погодных условиях она уменьшилась на 8,4 %, что, как показано выше, произошло за счет снижения их количества и длины.

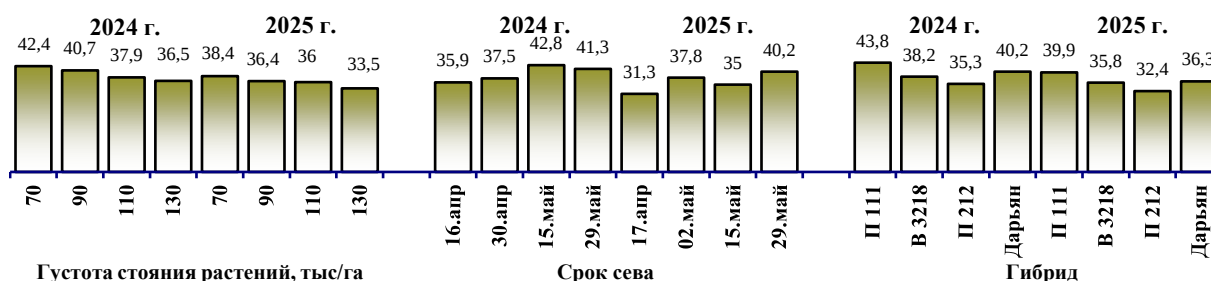


Рис. 4. Площадь листьев на 1 растении у гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений, срока сева в 2024 и 2025 г., дм²

Увеличение плотности стеблестоя приводило к снижению площади листьев на 1 растении ($r = -0,76$) при варьировании данного показателя 6,8 % в 2024 г. и 5,6 % в 2025 г. От раннего к более позднему сроку сева площадь листьев на 1 растении возрастала ($r = 0,73$), увеличилось и ее варьирование, составившее 8,2 и 10,6 %. Но самая сильная корреляционная связь отмечена по гибридам между годами исследований ($r = 0,99$) при коэффициенте варьирования 9,1 и 8,5 %. Гибрид Полесский 111 в среднем за 2 года на 1 растении имел площадь листовой поверхности 41,8 дм², Вивален 3218 – 37,0, Полесский 212 – 33,8, Дарьян – 38,1 дм². Загущение посева с 70 до 130 тыс. растений на 1 га приводило к соответствующему повышению площади листовой поверхности кукурузы ($r = 0,97$) с 29,8 тыс. м² до 47,4 тыс. м²/га в 2024 г. и с 26,9 тыс. м² до 43,6 тыс. м²/га в 2025 г. при варьировании данного показателя в пределах 19,3–20,7 % (рис. 5). Сев с середины апреля до конца мая также способствовал повышению площади листовой поверхности кукурузы на 1 гектаре ($r = 0,71$) с меньшими показателями варьирования (8,0–10,5 %). Почти такое же варьирование и между гибридами (7,9–8,7 %). В среднем за 2 года площадь листьев у гибрида Полесский 111 наибольшая – 41,1 тыс. м²/га, затем следуют Дарьян (37,8 тыс.), Вивален 3218 (36,6 тыс.) и завершает Полесский 212 (33,6 тыс. м²/га).

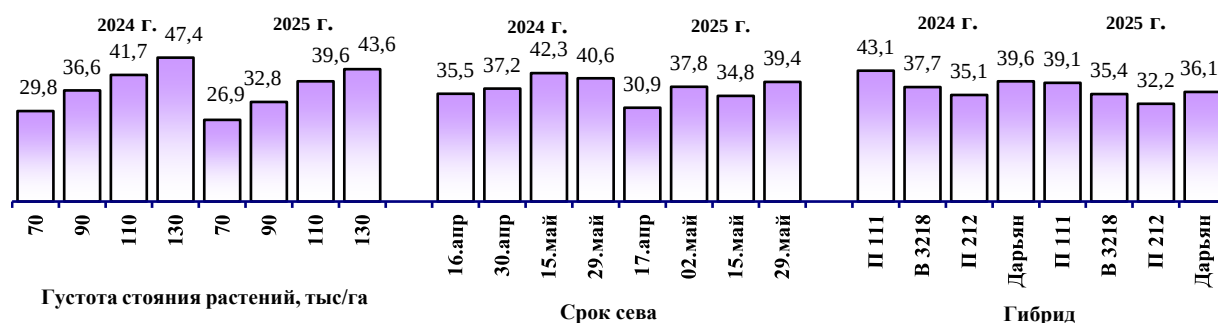


Рис. 5. Площадь листьев на 1 гектаре у гибридов кукурузы в зависимости от густоты стояния растений, срока сева в 2024 и 2025 г., тыс. м²

Корреляционный анализ показал, что если между площадью листьев на 1 гектаре и густотой стояния растений отмечена сильная прямая зависимость ($r = 0,97$), то между площадью листьев и урожайностью сухого вещества – средняя ($r = 0,52$). Между площадью листьев на 1 гектаре и сроком сева коэффициент корреляции составлял 0,71, а между площадью листьев и урожайностью сухого вещества в зависимости от срока сева он стал обратным ($r = -0,46$). Средняя прямая связь выявлена между площадью листьев используемого гибрида и его урожайностью в сухом веществе ($r = 0,33$). Даже ширина листьев находится в большей зависимости с урожайностью ($r = 0,47$), чему, возможно, есть объяснение, когда широкие эректоидные листья обеспечивают более эффективное использование солнечной энергии благодаря направленному к источнику света расположению и меньшему затенению нижних листьев.

Закключение

1. Длина листьев кукурузы в большей степени зависит от срока сева, увеличиваясь с середины апреля до конца мая ($r = 0,77$), а ширина листьев – от густоты стояния растений, повышение которой с 70 до 130 тыс./га приводит к ее уменьшению ($r = -0,98$).

2. Количество листьев на 1 растении кукурузы определяется морфобиологическими особенностями гибрида и сроком сева, возрастая от раннего к более позднему ($r = 0,81$). Плотность стеблестоя в посеве на этот показатель не влияет.

3. Загущение посева с 70 до 130 тыс. растений на 1 га приводит к уменьшению площади листовой поверхности 1 растения ($r = -0,76$), а продолжительный сев (с середины апреля до конца мая) – к ее повышению ($r = 0,73$). Независимо от температурных условий вегетационного периода площадь листьев находится в соответствии со свойственными генотипу показателями ($r = 0,99$).

4. Площадь листьев на 1 гектаре возрастает с увеличением густоты стояния растений в пределах 70–130 тыс./га. Она также увеличивается от раннего срока сева в середине апреля до сева во второй половине мая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченко, В. В. Продуктивность ультраранних и раннеспелых гибридов кукурузы и оптимизация сроков их уборки на силос в условиях среднего и южного Урала: автореф. дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Кравченко Владимир Вячеславович; Уральский НИИСХ. – Тюмень, 2015. – 16 с.
2. Харитонов, М. Ю. Урожайность гибридов кукурузы в зависимости от нормы высева семян в лесостепи ЦЧР: автореф. дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Харитонов Михаил Юрьевич; Воронежский ГАУ. – Воронеж, 2020. – 23 с.
3. Малышева, Е. В. Агробиологическое обоснование повышения урожайности и качества зерна кукурузы на серых лесных почвах в условиях лесостепи Центрального Черноземья: автореф. дисс... доктора с.-х. наук: 06.01.01 / Малышева Екатерина Владимировна; Курская ГСХА. – Брянск, 2022. – 44 с.
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. Кошелева, И. К. Оптимизация приемов возделывания кукурузы на зерно в условиях лесостепи Среднего Поволжья: дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Кошелева Ирина Камишановна; Самарская ГСХА. – Кинель, 2018. – 206 с.
6. Мигулев, П. И. Продуктивность гибридов кукурузы при программировании урожайности в условиях Верневолжья: дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Мигулев Павел Иванович; Тверская ГСХА. – Тверь, 2019. – 127 с.
7. Евдакова, М. В. Продуктивность гибридов кукурузы разных групп спелости на зерно в Центрально-Черноземной зоне: дисс... канд. с.-х. наук: 4.1.1 общее земледелие и растениеводство / Евдакова Мария Викторовна; Орловский ГАУ. – Орел, 2023. – 175 с.
8. Наумкин, В. Н. Агроэкологические основы повышения урожайности и качества зерна кукурузы в условиях юго-западных районов Нечерноземной зоны Российской Федерации: автореф. дисс... д-ра с.-х. наук: 06.01.09 растениеводство / Наумкин Виктор Николаевич; Московская СХА. – Москва, 1994. – 42 с.
9. Богданов А. З. Продуктивность и кормовая ценность гибридов кукурузы, возделываемых на силос в центральной части Беларуси при различной густоте стояния растений, сроках сева и уборки // Автореферат дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Богданов Артем Збигневич; Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Жодино, 2023. – 22 с.
10. Сидельникова, Н. А. Влияние различных условий выращивания на формирование ассимиляционной поверхности кукурузы / Н. А. Сидельникова, В. В. Смирнова // Advances in current natural sciences. – 2018. – № 12. – С. 310–314.
11. Никитин, С. В. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность гибридов кукурузы в зоне неустойчивого увлажнения: автореф. дисс... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Никитин Сергей Васильевич; ГНУ ВНИИ кукурузы РАСХН. – Ставрополь, 2012. – 22 с.
12. Кирячек, С. А. Урожайность кукурузы разных групп скороспелости в зависимости от сроков посева и густоты растений в северной зоне Краснодарского края / С. А. Кирячек, В. П. Малаканова, М. В. Марченко, А. Б. Никитенко // Научный журнал КубГАУ. – 2021. – №168 (04). – URL: <https://ej.kubagro.ru> (дата обращения: 21.01.2026).