

harvest crop. In 2022 the soil in the plot A2 lay complete fallow. The liming of the crop rotation link without rest with a dose of 32 g CaCO₃/vessel increased the vegetative mass of plants by 126 % in the first year of the ameliorant using, in the second year – decreased to 76 %, in the third year – 43 %. On average for the three years of research the bioproductivity in the crop rotation link with complete fallow land was lower by 19.0 %. The relationship between lime doses and the total nitrogen content in plants is non-linear. The use of a half dose of lime (8 g/vessel) reduced the nitrogen content in the biomass of plants in the crop rotation link with complete fallow land (A2) by 0.09 %, and with annual cultivation of spring wheat and white mustard as the postharvest crop (A1) by 0.47 %. With an increase in lime doses from 16 to 32 g/vessel, the enrichment of plant biomass with nitrogen increases. The economic removal of nitrogen by plants has a close direct relationship ($r = 0.89-0.98$) with lime doses. In total, for three years in the crop rotation link without complete fallow land, the specific increase in total nitrogen removal was 13.3 mg N/vessel per 1 g CaCO₃/vessel, in the first year - 54.1 %; in the second – 31.6 %, in the third – 14.3 %. The crop rotation link with complete fallow land had the lower level of specific increase in total nitrogen removal (9.0 mg N per 1 g CaCO₃). There is a non-linear relationship between the nitrate content in plant biomass and lime doses.

Key words: liming of soils, nitrogen nutrition of plants, sod-podzolic soils, soil acidity, nitrogen content in plants, nitrogen removal by plants.

For citation: Makarov V. I., Kokonov S. I. Impact of liming on the nitrogen nutrition of agricultural crops in highly acidic sod-podzolic soil. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2025; 1 (81): 49-57. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_1_49-57.

Authors:

V. I. Makarov✉, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, <https://orcid.org/0000-0002-2240-700X>;

S. I. Kokonov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0001-7201-3909>

Udmurt State Agriculture University, 16 Kirova St., Izhevsk, Russia, 426033

makaroffVI@yandex.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 10.09.2024; одобрена после рецензирования 04.02.2025; принята к публикации 03.03.2025.

The article was submitted 10.09.2024; approved after reviewing 04.02.2025; accepted for publication 03.03.2025.

Научная статья

УДК 633.15:631.82

DOI 10.48012/1817-5457_2025_1_57-64

ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И УРОЖАЙНОСТЬ НАЗЕМНОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ

Хныкин Тимур Владимирович¹, Еряшев Александр Павлович²✉

¹ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», Саранск, Россия

²Мордовский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, Саранск, Россия

¹eryashev_alex@mail.ru

Аннотация. Приводятся результаты исследований, проведенных в Мордовском НИИСХ Республики Мордовия, на черноземах выщелоченных по изменению фотосинтетической деятельности и урожайности наземной массы кукурузы от применения минеральных удобрений под запланированную урожайность зерна 6,2 т/га (фон) и на их фоне в фазе 3–4; 3–4 + 5–6 и 5–6 листьев жидких комплексных удобрений «Мегамикс-Профи», «Мегамикс-Азот» и регулятора роста «Альбит». В среднем за 2021–2023 гг. исследований выявлено, что опрыскивание кукурузы «дополнительными агрохимикатами» в фазе 3–4 + 5–6 листьев и в момент формирования 5–6 листьев не способствовало увеличению фотосинтетического потенциала (1,57 и 1,62 млн м²×дн./га) относительно фазы 3–4 листьев (1,59 млн м²×дн./га). Максимальным он был, по сравнению с контролем (1,44 млн м²×дн./га), с внесением минеральных удобрений

под запланированную урожайность зерна 6,2 т/га, и на этом фоне «Мегамикс-Профи» (1,67 и 1,64 т/га), хотя изучаемые препараты не повышали его по сравнению с фоном. По частным различиям этот показатель преобладал с применением туков и на их фоне жидких комплексных удобрений и регулятора роста на 19,4–6,9 % относительно естественного фона (1,44 млн м²×дн./га), тогда как и здесь последние не способствовали его увеличению (всего на 3,0–0,6 %) против варианта с использованием минеральных удобрений (1,67 млн м²×дн./га). Сроки применения новых препаратов не повлияли на урожайность наземной массы (26,79–27,69 т/га). Максимальной она была в варианте с использованием удобрений с последующим опрыскиванием кукурузы «Альбитом», где превышение над контролем (21,54 т/га) составило 40,2 %, а относительно фона (28,62 % т/га) – 5,5 %. Здесь же данный показатель имел преимущество по частным различиям при двукратном использовании (31,52 т/га) и в фазе 5–6 листьев (30,17 т/га), увеличения составили соответственно: 46,3 и 40,1; 10,1 и 5,4 %.

Ключевые слова: минеральные удобрения, «Мегамикс», «Альбит», кукуруза, фотосинтетический потенциал, урожайность наземной массы.

Для цитирования: Хныкин Т. В., Еряшев А. П. Влияние средств химизации на фотосинтетическую деятельность и урожайность наземной массы кукурузы // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2025. № 1 (81). С. 57-64. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_1_57-64.

Актуальность. Величина листовой поверхности оказывает непосредственное влияние на продуктивность растений. Соответственно внесение удобрений и на их фоне жидких комплексных удобрений и регулятора роста, способствующих увеличению фотосинтетического потенциала, приведет к формированию максимальной урожайности зерна и растительной массы. В свою очередь, формирование максимальной продуктивности сельскохозяйственных культур, в том числе кукурузы, является главной целью агропромышленного комплекса Российской Федерации. В этих целях в последнее время кроме минеральных удобрений применяют жидкие комплексные удобрения, имеющие в своем составе большое количество макро- и микроэлементов в хелатной форме и регуляторы роста, их еще называют «новыми агрохимикатами». Об эффективности обработки посевов последних свидетельствуют исследования, проведенные во многих регионах страны.

В условиях Средневолжского региона В. Г. Васиным установлено, что параметры фотосинтетического потенциала кукурузы в среднем за 2020–2021 гг. находились в пределах от 2,85 до 3,26 млн м²×дн./га, с максимальным значением при обработке посевов препаратами компании Yara Vita у гибрида Амарок – 3,26 млн м²×дн./га [3]. В этом же регионе исследованиями, проведенными Д. И. Трифоновым, выявлено, что лучшим на всех вариантах применения стимулирующих препаратов является гибрид Амарок с максимальным показателем фотосинтетического потенциала в 2022 и 2023 гг. – 3,32 млн м²×дн./га и 3,61 млн м²×дн./га на фоне внесения удобрений на планируемую урожайность 11,0 т/га [8]. О. А. Шуклиной в аналогичных условиях в 2006–2008 гг. на посевах сорго, суданской травы и кукурузы был установлен

наивысший фотосинтетический потенциал при обработке семян и растений препаратом «Байкал ЭМ-1». На сахарном сорго он составлял 1,39 млн м²×дн./га (+ 16,5 % по отношению к контрольному варианту 1,31 млн м²×дн./га), на посевах суданской травы 1,32 млн м²×дн./га (превышение на 12,3 % по отношению к контролю), на посевах кукурузы – 1,69 млн м²×дн./га (выше контроля на 7,4 %) [12].

В опытах А. А. Шершнева (в среднем за 1999–2001 гг.) в Нижнем Поволжье установлено, что наибольшие показатели фотосинтетической деятельности кукурузы были на вариантах с применением биопрепаратов «Альбит» и «Никфан» в сочетании с протравителями, они составили: значение фотосинтетического потенциала – 2,24–2,57 млн м²×дн./га, коэффициента полезного действия фотосинтетически активной радиации – 3,2–3,6 %, коэффициента хозяйственной эффективности (Кхоз – 0,54–0,65) и урожайности сухой биомассы 13,9–15,7 т/га [9].

Н. А. Архиповой в условиях Оренбургской области установлено, что в среднем за 2001–2003 гг. фотосинтетический потенциал посевов кукурузы существенно возрастал под воздействием стимуляторов роста. Наибольшие показатели были отмечены на тех вариантах, где семена обрабатывались препаратами «Гуми», «Агрокор» и «Крезацин». Их фотосинтетический потенциал за весь вегетационный период превышал контрольный вариант (1,36 млн м²×дн./га) на 1,63–2,57 млн м²×дн./га. Преимущество этих вариантов по этому показателю прослеживалось по всем фазам развития растения, что обусловлено более мощным развитием листовой поверхности за весь период вегетации [1].

В. Н. Наумкин в своей работе указывал, что в условиях Центрально-Черноземного ре-

гиона при возделывании кукурузы на черноземной почве в среднем за 2014–2016 гг. наиболее мощный фотосинтетический потенциал в пределах 3,36–3,37 и 3,69–3,71 млн м²×дн./га сформировался на вариантах по вспашке с применением минеральных удобрений N₉₀P₉₀K₉₀ и N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ и регуляторов роста «Гумат К» и «Биосила» [6].

М. М. Оконов в результатах своих исследований, проведенных на посевах зернового сорго в 2009–2012 гг. в условиях богары центральной зоны Республики Калмыкия, отмечал, что площадь листьев у растений сорго без обработки семян колебалась от 40,9 тыс. м²/га до 115,5 тыс. м²/га, с обработкой «Полистином» – 44,7 тыс. м²/га до 136,2 тыс. м²/га и обработкой «Альбитом» – 42,7 тыс. м²/га до 144,0 тыс. м²/га соответственно [7].

В опыте И. А. Шмалько в Ставропольском крае выявлено, что в среднем за 2002–2004 гг. самый высокий фотосинтетический потенциал (2,65 млн м²×дн/га), по отношению к контрольному варианту (1,45 млн м²×дн/га) кукуруза имела при обработке семян стимулятором роста «СИЛК» в дозе 100 г/т на фоне минеральных удобрений (N₆₀P₄₀) [10].

А. Л. Бозиевым в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии установлено, что в среднем за 2021–2023 гг. при совместном применении под кукурузу дозы минеральных удобрений N₉₀P₉₀K₄₅ и жидких микроудобрений «МикроСтим-Бор» и «МикроСтим-Медь» в дозе 0,1 кг/га действующего вещества в фазе 6–8 листьев для проведения фолитарных обработок посевов гибрида Золотой початок 232 МВ, обеспечивалось получение прибавки урожайности зеленой массы до 4,35–4,43 т/га [2].

На выщелоченном черноземе Западного Предкавказья в опыте Д. В. Ломовского (2002–2004 гг.) обработка семян кукурузы микроудобрениями тенсо коктейлем, хелатом цинка и сернокислым цинком приводила к увеличению площади листовой поверхности на 4,5; 4,4 и 2,7 тыс. м²/га, фотосинтетического потенциала посева на 0,27, 0,26 и 0,16 млн м²×дн./га [4].

Влияние минеральных удобрений и на их фоне жидких комплексных удобрений «Мегамикс-Профи», «Мегамикс-Азот» и регулятора роста «Альбит» на фотосинтетическую деятельность кукурузы в условиях выщелоченных черноземов Республики Мордовия не изучалось, что определяет актуальность наших исследований.

Цель исследования – научное обоснование формирования урожайности наземной

массы кукурузы высокими показателями фотосинтетической деятельности при использовании минеральных, жидких комплексных удобрений и регулятора роста.

Задачи исследования – оценить изменение фотосинтетического потенциала кукурузы от агрохимикатов; выявить влияние минеральных удобрений и на их фоне «Мегамикс-Профи», «Мегамикс-Азота» и «Альбита» на урожайности наземной массы.

Материал и методы исследований. Для выполнения поставленных задач закладывались опыты в 2021–2023 гг. на опытном поле первичного семеноводства Мордовского НИИСХ по схеме, приведенной в таблицах 2 и 3.

Размер делянки 22,5 м² (22,5 × 10 м). Повторность в опытах четырехкратная. Размещение вариантов систематическое. Объект исследований – гибрид кукурузы РОСС 190 МВ.

Почва участка под опытом – тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем. Характеристика пахотного слоя по агрохимическим показателям (постоянная во все годы исследований, согласно данным агрохимического описания поля): рН (солевая) – 5,2; гидролитическая кислотность – 6,6 и сумма поглощенных оснований 29,4 мг/экв. на 100 г почвы; степень насыщенности основаниями 81,7 %; содержание гумуса – 6,6 %; нитратного азота 8,7 мг/кг; P₂O₅ – 240, а K₂O – 185 мг/кг почвы.

Предшественник озимая пшеница. Технология возделывания кукурузы общепринятая для зоны, кроме изучаемых вариантов. После уборки предшественника провели вспашку на глубину 28–30 см. При физической спелости почвы выполнили боронование зяби и две культивации. Минеральные удобрения под запланированную урожайность зерна 6,2 т/га (N₁₂₈P₃₇K₃₇ кг/га действующего вещества) вносились перед второй культивацией. Использовали азофоску (N₁₆P₁₆K₁₆) 2,31 ц/га и аммиачную селитру (N₃₄) 2,68 ц/га, жидкие комплексные удобрения «Мегамикс-Профи» (1 л/га) и «Мегамикс-Азот» (2 л/га), регулятор роста «Альбит» (0,05 л/га) в период вегетации согласно схеме опыта (поделаячно). Расход рабочей жидкости 200 л/га. Посев проведен сеялкой СН-16 с шириной междурядий 70 см. В период вегетации проводились три прополки вручную.

Наблюдения, анализы и расчеты выполнены по современным методикам в растениеводстве. Площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал (ФП), определяли согласно распространенным методикам [5, 11]. Уборку и учет урожая наземной массы прово-

дили путем скашивания всех растений с де-
лянки и взвешивания с пересчетом на гектар.

Агрометеорологические условия вегета-
ционного периода кукурузы в 2021–2023 гг. отли-
чались. Развитие кукурузы в 2021 г. от всходов
до восковой спелости шло при слабой сухости
(ГТК = 0,63), а 29 июня в фазе 11–12 листьев
кукурузы прошел дождь с градом и сильно по-
вредил растения, продырявил листья, у неко-
торых обломал стебли, что в дальнейшем сни-
зило урожайность наземной массы. В 2022 г.
период всходы – восковая спелость зерна про-
текал при средней засухе (ГТК = 0,55), в то вре-
мя как в 2023 г. он был переувлажненным
(ГТК = 1,17).

**Результаты исследований и их обсуж-
дение.** Влияние минеральных, жидких ком-
плексных удобрений и регулятора роста на ди-
намику изменения фотосинтетического потен-
циала в зависимости от сроков применения
приводится в таблице 1.

Сроки опрыскивания кукурузы «Мегамикс-
Профи», «Мегамикс-Азотом» и «Альбитом»
не повлияли на фотосинтетический потен-
циал за вегетационный период слабо засушли-
вого 2021 г. Минеральные удобрения и на их
фоне жидкие комплексные удобрения и регу-
лятор роста повысили его на 47,1–25,2 %, одна-
ко, не наблюдалось существенного увеличения
по сравнению с фоном. Аналогичная законо-
мерность отмечалась по частным различиям.
Взаимодействия факторов не выявлено.

Исследованиями фотосинтетического по-
тенциала при средней сухости 2022 г. установ-
лено, что сроки применения «новых агрохими-
катов» не повлияли на него. Применение «Аль-
бита» на фоне минерального питания привело
к его увеличению на 4,1 %. В этом же варианте
в фазах 3–4 + 5–6 и 5–6 листьев, а также «Ме-
гамикс-Профи» с двукратным использованием
отмечено его преимущество по частным разли-
чиям, без взаимодействия факторов.

По проведенным наблюдениям в пере-
увлажненном 2023 г. можно сделать вывод,
что опрыскивание растений жидкими ком-
плексными удобрениями и регулятором ро-
ста, согласно схеме опыта, не оказали влияния
на фотосинтетический потенциал (2,18–2,19
млн м²×дн./га). Удобрения, изучаемые препа-
раты способствовали его увеличению на 8,2–
5,8 % по сравнению с контролем (2,07 млн м²×
дн./га). Тогда как последние не повысили этот
показатель относительно варианта с использо-
ванием одних удобрений (2,24 млн м²×дн./га).
При рассмотрении частных различий выяв-

**Таблица 1 – Изменение
фотосинтетического потенциала от фазы
внесения агрохимикатов и агрофона, млн
м²×дн./га за вегетационный период**

Фаза внесе- ния агро- химикатов (фактор А)	Агрофон (фактор В)	Годы			В сред- нем за 2021– 2023 гг.
		2021	2022	2023	
При форми- ровании 3–4 листьев (контроль)	1. Естест- венный (контроль)	1,04	1,21	2,07	1,44
	2. Удобре- ния (У)	1,53	1,24	2,24	1,67
	3. У + МП	1,44	1,23	2,23	1,63
	4. У + МА	1,46	1,21	2,25	1,64
	5. У + А	1,26	1,23	2,17	1,55
В среднем в фазе 3–4 ли- стьев		1,35	1,23	2,19	1,59
Двукратно 3–4 + 5–6 ли- стьев	1. Естест- венный (контроль)	1,04	1,21	2,07	1,44
	2. Удобре- ния (У)	1,53	1,24	2,24	1,67
	3. У + МП	1,30	1,25	2,17	1,57
	4. У + МА	1,18	1,24	2,21	1,54
	5. У + А	1,43	1,26	2,20	1,63
В среднем в фазе 3–4 + 5–6 листьев		1,30	1,24	2,18	1,57
При форми- ровании 5–6 листьев	1. Естест- венный (контроль)	1,04	1,21	2,07	1,44
	2. Удобре- ния (У)	1,53	1,24	2,24	1,67
	3. У + МП	1,70	1,24	2,22	1,72
	4. У + МА	1,26	1,24	2,21	1,57
	5. У + А	1,56	1,28	2,21	1,68
В среднем в фазе 5–6 ли- стьев		1,42	1,24	2,19	1,62
В среднем по агрофону (В)	1. Естест- венный (контроль)	1,04	1,21	2,07	1,44
	2. Удобре- ния (У)	1,53	1,24	2,24	1,67
	3. У + МП	1,48	1,24	2,20	1,64
	4. У + МА	1,30	1,23	2,22	1,58
	5. У + А	1,42	1,26	2,19	1,62
В среднем по опыту		1,35	1,24	2,19	1,59
НСР ₀₅ А		0,12	0,02	0,03	0,04
НСР ₀₅ В		0,16	0,02	0,04	0,05
НСР ₀₅ АВ		0,16	0,02	0,04	0,05
НСР ₀₅ частных различий		0,27	0,04	0,06	0,09

Примечание: 1. Без удобрений (контр.); 2. Удобрения
(У – фон) – удобрения минеральные, внесенные
под запланированную урожайность зерна 6,2 т/га;
3. У + МП – удобрения + «Мегамикс-Профи»;
4. У + МА – удобрения + «Мегамикс-Азот»;
5. У + А – удобрения + «Альбит». В последующей
таблице аналогично.

лена аналогичная тенденция при всех сроках
использования препаратов. Взаимодействия
факторов не наблюдалось.

В среднем за 2021–2023 гг. исследований
следует, что опрыскивание кукурузы «дополни-
тельными агрохимикатами» в фазе 3–4 + 5–6
листьев и в момент формирования 5–6 листьев
не способствовало увеличению фотосинтетиче-
ского потенциала (1,57 и 1,62 млн м²×дн./га) от-

носителем фазы 3–4 листьев (1,59 млн м²×дн./га). Максимальным он был по сравнению с контролем (1,44 млн м²×дн./га), с внесением минеральных удобрений под запланированную урожайность зерна 6,2 т/га, и на этом фоне «Мегамикс-Профи» (1,67 и 1,64 т/га), хотя изучаемые препараты не повышали его по сравнению с фоном. По частным различиям этот показатель преобладал с применением туков и на их фоне жидких комплексных удобрений и регулятора роста на 19,4 – 6,9 % относительно естественного фона (1,44 млн м²×дн./га), тогда как и здесь последние не способствовали его увеличению (всего на 3,0–0,6 %) против варианта с использованием минеральных удобрений (1,67 млн м²×дн./га). Отмечено взаимодействие факторов.

Преимущественный фотосинтетический потенциал был 2,19 млн м²×дн./га в 2023 г., на втором месте 1,35 млн м²×дн./га в 2021 г. и на третьем 1,24 млн м²×дн./га в 2022 г.

Между фотосинтетическим потенциалом и урожайностью зерна установлена сильная положительная корреляционная зависимость ($r = 0,77$), которую можно выразить уравнением регрессии $y = -10,24 + 23,91 x$; при значении x от 1,4 до 1,7.

Изменения урожайности наземной массы от фазы внесения агрохимикатов и агрофона приведены в таблице 2.

Согласно результатам опыта 2021 г. мы видим, что сроки опрыскивания «дополнительными агрохимикатами» не повлияли на урожайность наземной массы (табл. 2). Однако минеральные удобрения, а также на их фоне «Мегамикс-Профи» и «Альбит» повысили ее на 44,8–35,6 %. При рассмотрении частных различий она преобладала с применением всех агрохимикатов на 60,0–36,4 % за исключением опрыскивания в фазе 3–4 листьев «Альбитом» + фон; двукратно и в фазе 5–6 листьев «Мегамикс-Азотом» + фон. Однако жидкие комплексные удобрения и регулятор роста существенно не повышали данный показатель относительно варианта с внесением туков. Взаимодействие факторов не выявлено.

В 2022 г. внесение в фазе 3–4 + 5–6 и 5–6 листьев «Мегамикс-Профи», «Мегамикс-Азота» и «Альбита» способствовало увеличению наземной массы на 17,4 и 9,6 % по сравнению с их использованием с формированием 3–4 листьев. Применение минеральных удобрений существенно не увеличило ее (на 6,9 %) по сравнению с контролем (15,69 т/га), однако на этом фоне «Мегамикс-Профи» и «Альбит» повысили данный показатель на 11,2 и 14,2 %. Аналогич-

Таблица 2 – Изменения урожайности наземной массы от фазы внесения агрохимикатов и агрофона, т/га

Фаза внесения агрохимикатов (фактор А)	Агрофон (фактор В)	Годы			В среднем за 2021–2023 гг.
		2021	2022	2023	
При формировании 3–4 листьев (контроль)	1. Естественный (контроль)	17,07	15,69	31,87	21,54
	2. Удобрения (фон)	24,71	16,77	44,40	28,62
	3. Фон + МП	23,29	17,34	43,66	28,10
	4. Фон + МА	23,75	13,26	43,36	26,79
	5. Фон + А	20,69	15,75	50,29	28,91
В среднем в фазе 3–4 листьев		21,90	15,76	42,72	26,79
Двукратно 3–4 + 5–6 листьев	1. Естественный (контроль)	17,07	15,69	31,87	21,54
	2. Удобрения (фон)	24,71	16,77	44,40	28,62
	3. Фон + МП	22,10	20,43	42,80	28,44
	4. Фон + МА	19,66	17,08	43,94	26,90
	5. Фон + А	23,32	22,6	48,67	31,52
В среднем в фазе 3–4 + 5–6 листьев		21,37	18,51	42,34	27,41
При формировании 5–6 листьев	1. Естественный (контроль)	17,07	15,69	31,87	21,54
	2. Удобрения (фон)	24,71	16,77	44,40	28,62
	3. Фон + МП	27,32	18,19	43,35	29,62
	4. Фон + МА	20,73	16,54	48,22	28,50
	5. Фон + А	25,26	19,16	46,10	30,17
В среднем в фазе 5–6 листьев		23,02	17,27	42,79	27,69
В среднем по агрофону (В)	1. Естественный (контроль)	17,07	15,69	31,87	21,54
	2. Удобрения (фон)	24,71	16,77	44,40	28,62
	3. Фон + МП	24,24	18,65	43,27	28,72
	4. Фон + МА	21,38	15,63	45,17	27,39
	5. Фон + А	23,09	19,16	48,36	30,20
В среднем по опыту		22,10	17,18	42,61	27,30
НСР ₀₅ А		2,23	1,45	2,29	1,07
НСР ₀₅ В		2,87	1,87	2,96	1,38
НСР ₀₅ АВ		2,87	1,87	2,96	1,38
НСР ₀₅ частных различий		4,98	3,24	5,13	2,40

ная закономерность выявлена по частным различиям, когда двукратное опрыскивание «Мегамикс-Профи» и «Альбитом», а также при 5–6 листьях «Альбитом» привело к формированию максимальной продуктивности. Увеличение ее по сравнению с фоном минерального питания составило 21,8, 34,8 и 14,2 % без взаимодействия факторов.

Сроки обработки жидкими комплексными удобрениями и регулятором роста не повлияли на урожайность наземной массы в 2023 г. Удобрения способствовали ее повышению на 39,3 %, на этом фоне опрыскивание «Альби-

том» увеличило данный показатель на 8,9 %, а по сравнению с контролем – на 51,7 %. В этом же варианте с внесением в фазе 3-4-х листьев на удобренном фоне она преобладала по частным различиям (50,29 т/га), что больше, чем на контроле, на 57,8 % и чем в варианте применения туков – 13,3 %. Взаимодействия факторов не выявлено.

Анализируя данные по урожайности наземной массы в среднем за 2021–2023 гг., необходимо отметить, что сроки применения «новых препаратов» не повлияли на нее. Максимальной она была в варианте с опрыскиванием кукурузы «Альбитом» + фон, где превышение над контролем (21,54 т/га) составило 40,2 %, а относительно фона (28,62 т/га) – 5,5 %.

Здесь же данный показатель имел преимущество по частным различиям при двукратном использовании (31,52 т/га) и в фазе 5–6 листьев (30,17 т/га), увеличения составили соответственно: 46,3 и 40,14; 10,1 и 5,4 %. Взаимодействие факторов не отмечено.

Преимущественная урожайность наземной массы была (42,61) т/га в 2023 г., на втором месте (22,10 т/га) в 2021 и третьем (19,16 т/га) в 2022 г.

Вывод. Применение агрохимикатов способствовало увеличению фотосинтетического потенциала кукурузы, что привело к росту урожайности наземной массы. Она преобладала при внесении минеральных удобрений под запланированную урожайность зерна 6,20 т/га с опрыскиванием «Альбитом» в фазах 3–4 + 5–6 листьев (31,52 т/га) и в фазе 5–6 листьев (30,17 т/га), увеличения составили соответственно 46,3 и 40,1 %; в сравнении с контролем; 10,1 и 5,4 % относительно фона минерального питания.

Список источников

1. Архипов С. М., Архипова Н. А. Влияние предпосевной обработки семян микроэлементами в составе вермикомпоста на фотосинтетическую деятельность посевов кукурузы // Сб. материалов региональной научно-практ. конф. молодых ученых и специалистов. Ч. 3. Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2004, С. 79–80.

2. Повышение продуктивности и качества зерна гибрида кукурузы в зависимости от применения микроудобрений / А. Л. Бозиев, Х. Т. Ногмов, К. З. Кашева, М. Ж. Аширбеков // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 16–24.

3. Васин В. Г., Трифонов Д. И., Саниев Р. Н. Показатели фотосинтетической деятельности растений в посевах кукурузы при выращивании на пла-

нируемую урожайность лактации // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 3–10.

4. Влияние сроков хранения протравленных семян самоопыленных линий и гибридов кукурузы на их посевные качества, вегетацию растений и урожайные свойства / Д. В. Ломовской, Т. Р. Толорая, В. П. Малаканова, А. С. Очнев // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур: материалы X Всероссийской научно-практической конференции, февраль. Пенза. 2006. С. 110–113.

5. Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. Москва: Изд-во АН СССР, 1961. 93 с.

6. Эффективные безопасные приемы повышения урожайности кукурузы на зерно / В. Н. Наумкин, Л. А. Наумкина, А. М. Хлопяников, А. Н. Крюков // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 3 (23). С. 81–87.

7. Оконов М. М., Евчук М. В. Влияние ростостимуляторов альбита и полистина на продуктивность зернового сорго // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 1. С. 29–31.

8. Формирование продуктивности гибридов кукурузы при системном применении препаратов «Мегамикс» / Д. И. Трифонов, Р. Н. Саниев, В. Г. Васин, С. В. Фадеев // Нива Поволжья. 2023. № 1. С. 1009–1016.

9. Влияние биопрепаратов на продуктивность зерновой кукурузы / А. А. Шершнев, Н. Ю. Петров, С. И. Бондаренко [и др.] // Научный вестник ВГСХА. Агрономия. Волгоград, 2002. Вып. 3. С. 45–48.

10. Шмалько И. А., Багринцева В. Н., Ветошкина И. А. Технология возделывания и продуктивность кукурузы // Проблемы производства продукции растениеводства на мелиорированных землях: сб. науч. тр. Ставрополь: АГРУС, 2005. С. 274–276.

11. Шатилов И. С., Замарев А. Г. Фотосинтетическая деятельность кукурузы в зависимости от густоты стояния растений // Известия ТСХА. 1965. Вып. 3. С. 85–88.

12. Щуклина О. А., Постников А. Н. Влияние биопрепаратов на продуктивность кукурузы и суданской травы // Агро XXI. 2009. № 1–3. С. 21–22.

References

1. Arxipov S. M., Arxipova N. A. Vliyanie predposevnoj obrabotki semyan mikroelementami v sostave vermikomposta na fotosinteticheskuyu deyatel'nost' posevov kukuruzy // Sb. materialov regional'noj nauchno-prakt. konf. molodyx uchenyx i specialistov. Ch. 3. Orenburg: RIK GOU OGU, 2004. S. 79–80.

2. Povyshenie produktivnosti i kachestva zerna hybrida kukuruzy v zavisimosti ot primeneniya mikroudobrenij / A. L. Bozиеv, X. T. Nogmov, K. Z. Kasheva, M. Zh. Ashirbekov // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo

gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V. M. Kordova. 2024. № 2(44). S. 16–24.

3. Vasin V. G., Trifonov D. I., Saniev R. N. Pokazateli fotosinteticheskoy deyatelnosti rastenij v posevax kukuruzy pri vyrashhivanii na planiruemyu urozhajnost' laktacii // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii. 2022. №2. S. 3–10.

4. Vliyanie srokov xraneniya protravlennyx semyan samoopylennyx linij i gibridov kukuruzy na ix posevny'e kachestva, vegetaciyu rastenij i urozhajnye svojstva / D. V. Lomovskoj, T. R. Toloraya, V. P. Malakanova, A. S. Ochnev // Selekcija i semenovodstvo sel'skoxozyajstvennyx kul'tur: materialy X Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, fevral'. Penza. 2006. S. 110–113.

5. Nichiporovich A. A. Fotosintez i teoriya polucheniya vy'sokix urozhav. Moskva: Izd-vo AN SSSR, 1961. 93 s.

6. E'ffektivnye bezopasnye priemy povysheniya urozhajnosti kukuruzy na zerno / V. N. Naumkin, L. A. Naumkina, A. M. Xlopyanikov, A. N. Kryukov // Zernobobovy'e i krupyanye kul'tury. 2017. № 3 (23). S. 1–87.

7. Okonov M. M., Evchuk M. V. Vliyanie rostostimulyatorov al'bity i polistina na produktivnost' zernovogo sorgo // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 1. S. 29–31.

8. Formirovanie produktivnosti gibridov kukuruzy pri sistemnom primenenii preparatov «Megamiks» / D. I. Trifonov, R. N. Saniev, V. G. Vasin, S. V. Fadeev // Niva Povolzh'ya. 2023. № 1. S. 1009–1016.

9. Vliyanie biopreparatov na produktivnost' zernovoj kukuruzy / A. A. Shershnev, N. Yu. Petrov, S. I. Bondarenko [i dr.] // Nauchnyj vestnik VGSXA. Agronomiya. Volgograd, 2002. Vy'p. 3. S. 45–48.

10. Shmal'ko I. A., Bagrinceva V. N., Vetoshkina I. A. Texnologiya vozdey'vaniya i produktivnost' kukuruzy // Problemy proizvodstva produkcii rastenievodstva na meliorovannyx zemlyax: sb. nauch. tr. Stavropol': AGRUS, 2005. S. 274–276.

11. Shatilov I. S., Zamarev A. G. Fotosinteticheskaya deyatelnost' kukuruzy v zavisimosti ot gustoty stoyaniya rastenij // Izvestiya TSXA. 1965. Vy'p. 3. S. 85–88.

12. Shhuklina O. A., Postnikov A. N. Vliyanie biopreparatov na produktivnost' kukuruzy i sudanskoj travy // Argo XXI. 2009. № 1–3. S. 21–22.

Сведения об авторах:

Т. В. Хныкин¹, аспирант;

А. П. Ерышев²✉, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией кормопроизводства

¹ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва», ул. Российская, 37, п. Ялга, Саранск, Россия, 430904

²Мордовский НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока, ул. Мичурина, 5, п. Ялга, Саранск, Россия, 430904

²eryashev_alex@mail.ru

Original article

IMPACT OF CHEMICALIZATION AGENTS ON PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY AND YIELD OF CORN TOP MASS

Timur V. Khnykin¹, Alexander P. Eryashev²✉

¹National Research Mordovia State University, Saransk, Russia

²Mordovian Research Institute of Agriculture – Branch of the FSBEI Federal Agricultural Research Centre of the North-East, Saransk, Russia

²eryashev_alex@mail.ru

Abstract. The article considers the results of studies on leached chernozems in the Mordovian Research Institute of Agriculture in the Republic of Mordovia. The studies examined the changes in photosynthetic activity and yield of top corn mass after the use of mineral fertilizers for the planned grain yield of 6.2 t/ha (background) and with the application of liquid complex fertilizers Megamix-Profi, Megamix-Azot and growth regulator Albit in the phase of 3-4; 3-4 + 5-6 and 5-6 leaves. On average for 2021-2023, the studies revealed that spraying corn with additional agrochemicals in the phase of 3-4 + 5-6 leaves and at the time of formation of 5-6 leaves did not contribute to an increase in photosynthetic potential (1.57 and 1.62 million m²×day/ha) relative to the phase of 3-4 leaves (1.59 million m²×day/ha). It was maximum compared to the control plot (1.44 million m²×day/ha) with the introduction of mineral fertilizers for the planned grain yield of 6.2 t /ha and with the application of Megamix-Profi (1.67 and 1.64 t /ha), although the studied preparations did not increase it compared to the background. According to the particular differences, this indicator exceeded in case of application solid mineral fertilizes, with liquid complex fertilizes and growth regulator by 19.4 – 6.9 %, compared with the natural background (1.44 million m²×day/ha), whereas in this case the latter did not contribute to its increase (only by 3.0 – 0.6 %), comparing with the option with the use of mineral fertilizers (1.67 million m²×day/ha). The dates of the use of new preparations did not affect the

yield of the land weight (26.79–27.69 t/ha). It was maximum in the variant with fertilizers application followed by spraying corn with Albit, where the excess over the control plot (21.54 t /ha) was 40.2 %, and comparing with the background (28.62 % t/ha) – 5.5 %. In the variant described above this indicator had an advantage in particular differences with double use (31.52 t/ha) and in the phase of 5-6 leaves (30.17 t/ha), the increases were 46.3 and 40.14; 10.1 and 5.4 %, respectively.

Key words: mineral fertilizers, Megamix, Albit, corn, photosynthetic potential, yield of top mass.

For citation: Khnykin T. V., Yeryashev A. P. Impact of chemicalization agents on photosynthetic activity and yield of corn top mass. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2025; 1 (81): 57-64. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2025_1_57-64.

Authors:

T. V. Khnykin¹, Postgraduate student;

A. P. Yeryashev²✉, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Feed Production Laboratory

¹National Research Mordovia State University, 37 Rossiyskaya St., Yalga village, Saransk, Russia, 430904

²Mordovian Research Institute of Agriculture – Branch of the FSBEI Federal Agricultural Research Centre of the North-East, 5 Michurina St., Yalga village, Saransk, Russia, 430904

²eryashev_alex@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 20.11.2024; одобрена после рецензирования 20.01.2025;

принята к публикации 03.03.2025.

The article was submitted 20.11.2024; approved after reviewing 20.01.2025; accepted for publication 03.03.2025.