

ВЛИЯНИЕ УДОБРИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ НА УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ПОЧВЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПОЙМЫ Р. ОКИ КАЛИЕМ

Шичков Вадим Петрович¹, Захарова Ольга Алексеевна²

^{1,2}Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университета имени П.А. Костычева», г. Рязань, Россия

²ol-zahar-ru@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований подвижного калия и урожайность кукурузы на зеленую массу в АО «Московское» Рязанского района Рязанской области на двух участках аллювиальной почвы Центральной поймы р. Оки

Проблема и цель. Характерной особенностью аллювиальной почвы является затопления в период половодья, что изменяет питание растений.

Цель исследования - обосновать эффективность удобрительных средств на урожайность кукурузы и обеспеченность питательными веществами аллювиальной почвы центральной поймы р. Оки.

Одной из задач исследования является оценка обеспеченности калием аллювиальной почвы Центральной поймы р. Оки при возделывании кукурузы.

Методология. Исследования начаты в 2024 году в АО «Московское» Рязанского района Рязанской области. Почва аллювиальная среднего уровня плодородия (содержание гумуса 3,2...3,6%). В исследованиях основной культурой являлась кукуруза на зеленую массу. Эта культура требует плодородной почвы, отчуждает с урожаем большое количество питательных веществ, особенно калия. Для получения экспериментальных данных по теме исследования нами были использованы мелкоделяночный полевой опыт и лабораторные методы исследований почвы и растений кукурузы.

Результаты. Проведенные исследования показали незначительное снижение подвижного калия при возделывании кукурузы на участке NI. На участке NII, составило 4,1 %, что связано с истощением запасов этого элемента в доступной для растений форме. На остальных вариантах - 2,7-3,2 %. На участке NII изменения аналогичные, а на NII 3, NII4– на 0,2 % вынос калия выше, что связано с увеличением биомассы кукурузы и большим выносом питательных элементов из почвы.

Наибольшая урожайность получена на варианте NII3 – 42,1 т/га на первом участке и 44,7 т/га на варианте NII4 на втором участке. Большая урожайность на участке NII на варианте NII4 – 44,7 т/га в сравнении с NII3 – 43,5 т/га свидетельствует о более быстром разложении дернины и большим содержанием обменного калия под действием гуминового препарата. Полученные результаты исследований имеют предварительную оценку, опыт продолжается.

Заключение. Полученные результаты исследований имеют предварительную оценку, опыт продолжается. Итоги после первого года проведения исследований показывают необходимость уточнения доз внесения удобрительных средств на планируемую урожайность в связи с отрицательным балансом обменного калия.

Ключевые слова: аллювиальная почва, подвижный калий, кукуруза.

Original article

INFLUENCE OF FERTILIZERS ON CORN YIELD AND POTASSIUM SUPPLY OF ALLUVIAL SOILS OF THE CENTRAL FLOODPLAIN OF THE OKA RIVER

Shichkov Vadim Petrovich¹, Zakharova Olga Alekseevna²

^{1,2}*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev", Ryazan, Russia*

²ol-zahar-ru@yandex.ru

Abstract. *The article presents results of a study of the exchangeable potassium and silage corn yield at Moskovskoye JSC, Ryazan District, Ryazan Region, on two plots of alluvial soil in the central floodplain of the Oka River.*

Problem and purpose. *A characteristic feature of the alluvial soil is flooding during the flood period.*

The purpose of the study was to ground the efficiency of fertilizers for corn yield alluvial soil nutrients of the central floodplain of the Oka River.

One of the objectives of the study was to assess the potassium supply of the alluvial soil of the Central Floodplain of the Oka River during corn cultivation.

Methodology. *The study began in 2024 at Moskovskoye JSC, Ryazan District, Ryazan Region. The soil was alluvial and of medium fertility (humus content 3.2–3.6%). The main crop used in the study was silage corn. This crop requires fertile soil and takes a large amount of nutrients, especially potassium, with the harvest. To obtain experimental data on the research topic, we used small-plot field experiments and laboratory methods for studying soil and corn plants.*

Results. The conducted studies revealed a negative trend in the accumulation of exchangeable potassium during corn cultivation in NI plot. A decrease in NII plot was 4.1%, which was due to the depletion of this element in a plant-available form. In other options, the decrease was 2.7-3.2%. NII plot had the same changes and in options NII3 and NII4 the exchangeable potassium content decreased more due to the increase of corn biomass and greater nutrient removal from the soil.

The highest yield was obtained in NI3 option – 42.1 dt/ha in the first plot and 44.7 dt/ha in NII4 option second plot. The higher yield in NII plot of NII4 option (44.7 dt/ha) compared to NII3 option (43.5 dt/ha) indicated faster turf decomposition and higher exchangeable potassium content under the influence of the humic preparation. The obtained research results are preliminary, and the experiment is ongoing.

Conclusion. The research results after the first year indicate the need to refine fertilizer application rates for the planned yield due to the negative exchangeable potassium balance.

Keywords: alluvial soil, exchangeable potassium, corn.

Введение

Аллювиальные почвы занимают небольшие площади в России, в европейской ее части они в значительной степени включены в сельскохозяйственный оборот, но исследований по рациональному применению удобрений на таких почвах, по их калийному режиму крайне мало, что и обуславливает научную и производственную актуальность. Эти почвы отличаются от других одновременным почвообразованием с аккумуляцией аллювиальных частиц, что ведет к формированию невыраженных границ почвенных горизонтов.

Аллювиальные почвы в регионе изучались фрагментарно с геологическим (А.В. Кривцов) и мелиоративным (Л.В. Кирейчева, В.М. Яшин, А.В. Ильинский) уклоном. Использование аллювиальной почвы в сельскохозяйственном производстве не изучалось. Аллювиальные почвы на территории региона используются для возделывания кормовых и овощных культур только в двух хозяйствах: АО «Московское» Рязанского района и АО «Красный Маяк» Спасского района.

На территории Рязанской области в пойме р. Оки сформированы аллювиальные почвы, которые отличаются периодическим затоплением и отложением наносов [1], что сдвигает сроки посева сельскохозяйственных культур.

Исследования ведутся на двух участках аллювиальной почвы в АО «Московское», в котором площадь, используемая под сельскохозяйственные угодья, составляет более 2 тыс.га.

Ретроспектива участка проведения исследований свидетельствует о возделывании культур в севообороте до 1990-х годов, затем часть земель была выведена из сельскохозяйственного оборота и находилась в виде залежных земель, а другая – использовалась в качестве пашни. В дальнейшем планируется возвращение залежных земель в сельскохозяйственный оборот для укрепления кормовой базы. В связи с этим в программу исследований были

включены два участка (рисунок 2): NI - агрофитоценоз, предшествующей культурой была викоовсяная смесь; NII - залежь, земли которой длительное время не возделывались и были заняты злаково-травянистой растительностью. При проведении ботанического обследования на участке луга выделена ассоциация *Elytrigetum urticetosum*. Видовая насыщенность небогатая с доминированием *Elytrigia répens*, *Urtica dióica* и *Phalaris arundinacea* [3]. Участки разделены грунтовой дорогой, их удаленность друг от друга составляет 150 м, а общая площадью - 5 га. Рельеф участков ровный. В 2024 году наблюдалось затопление продолжительностью 15 дней (рисунок 1), в 2025 году из-за малоснежной теплой зимы разлива не было, но из-за возвратных заморозков в первой половине мая сроки сева были сдвинуты на две недели.



Рисунок 1- Половодье в АО «Московское», 2024 г.
Figure 1 - Flood in JSC Moskovskoye, 2024

Проблема и цель. Характерной особенностью аллювиальной почвы является затопления в период половодья, что изменяет питание растений.

Цель исследования - обосновать эффективность удобрительных средств на урожайность кукурузы и обеспеченность питательными веществами аллювиальной почвы центральной поймы р. Оки.

Одной из задач исследования является оценка обеспеченности калием аллювиальной почвы Центральной поймы р. Оки при возделывании кукурузы.

Методология. Итогом описания почвенного профиля при откопке шурфа в АО Московское явилось установление отличительных особенностей в виде мощной дернины, не ярко выраженным гумусовым горизонтом, его комковатой структурой, наличием железистых пятен, неравномерным распределением слоев аллювия, влажным переходным горизонтом с запахом ила, сизо-ржавым – охристым оглеенным переходным горизонтом. Тип почвы - аллювиальные луговые насыщенные [1].

В опыте возделывалась кукуруза районированного раннеспелого гибрида Дарина МВ – (ФАО 190) для универсального использования. Эта культура требует плодородной почвы, отчуждает с урожаем большое количество

питательных веществ, особенно калия. Для восполнения дефицита калия в почве нами вносились удобрительные средства [2].

Для получения экспериментальных данных по теме исследования нами были использованы мелкоделяночный полевой опыт и лабораторные методы исследований почвы и растений кукурузы.

Площадь делянок на обоих участках - 10 м² (ширина 2 м, длина 5 м), расположение делянок рендомизированное, повторность опыта 4-х кратная.

Схема опыта включала варианты:

Фактор А – удобрения

Участок NI (агрофитоценоз)

NI1- контроль (без удобрений),

NI2- N₉₀P₆₀K₉₀- фон

NI3 - Навоз 20т/га + фон

NI4 - «Экор» 150 л/га+ фон

Участок NII (залежь)

NII1- контроль (без удобрений),

NII2- N₉₀P₆₀K₉₀- фон

NII3 - Навоз 20т/га + фон

NII4 - «Экор» 150 л/га+ фон

Фактор Б – севооборот

Участок NI (агрофитоценоз)

Вико-овсяная смесь

Участок NII (залежь)

Злаково-травянистая растительность

Возделывание кукурузы на зеленую массу было проведено по общепринятой технологии с дополнительным внесением удобрительных средств в виде обработки пожнивных остатков гуминовым препаратом («Экор»), внесением минеральных удобрений (диаммофоска) и навоза КРС под основную обработку почвы.

Агротехника возделывания кукурузы – общепринятая для региона. Обработка почва включала вспашку с внесением гуминовым препаратом («Экор»), навоза КРС, 2/3 дозы минеральных удобрений. Весной работы начали с культивации и внесения остатка минеральных удобрений. Посев производили 30 мая пунктирным способом с шириной междурядья 60 см и нормой высева 90 тыс. шт/га (на делянку 90 шт.).



Рисунок 2 – Вид двух участков перед закладкой опыта:
агрофитоценоз (справа) и залежь (слева)

Figure 2 – View of two plots before the experiment:

Погодные условия в вегетационные периоды 2024 года характеризовались на фоне избыточного увлажнения в первой половине, недостаточным - во второй, а 2025 года, наоборот, дефицитом влаги в почве в начале и избытком в конце проведения опыта.

В опыте изучалось содержание одного из элементов, необходимого для нормальной жизнедеятельности растений кукурузы – калия. Калий способствует участвует в углеводном и белковом обмене веществ, повышает устойчивость растений к засухе, полеганию и грибковым заболеваниям, обеспечивает хорошую наполненность зерна, способствует накоплению углеводов в тканях кукурузы и др. Этот элемент интенсивно поглощается в начале онтогенеза. В фазу образования метелки наблюдается максимум потребления, а фазу цветения поступление калия стабилизируется. Наступление фазы молочной и восковой спелости ведет к снижению потребления калия в результате приближения завершения вегетации. Калий, в отличие от азота, является менее мобильным элементом, но более подвижным чем фосфор. Для усвоения растениями калия необходимо нахождение его в зоне ризосферы. Это свидетельствует о том, что ценным для растений является подвижный калий, а не его валовое содержание в почве [4].

Из литературных источников известно, что кукуруза из почвенного раствора усваивает положительно заряженные ионы K^+ . Большая часть калия в почвах находится в виде алюмосиликатных минералов. В минеральных удобрениях калий наиболее распространен в соединениях с серой в виде K_2SO_4 и в соединении с хлором – KCl . Для кукурузы, как и для большинства сельскохозяйственных культур, наиболее предпочтительной соединением является сульфат калия [5].

Подвижный калий в почве определялся по методу Кирсанова в соответствии с ГОСТ Р 54650- 2011 «Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО» в лаборатории ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова» перед закладкой опыта в 2024 году, в этом же году осенью были внесены удобрительные средства, в 2025 году ранней весной после оттаивания почвы (апрель) и после уборки урожая (сентябрь) (таблица 1). Статистическая обработка результатов исследования проводилась на компьютерной программе Statistika 10.

Результаты исследования почвы двух участков в 2024 году показали содержание обменного в залежи 168,8 мг/100 г, в агрофитоценозе - 142,1 мг/100 г, а что на 18,7 % меньше (при $p < 0,95$), что объясняется выносом калия из почвы.

В 2024 г. осенью на этих же участках были внесены удобрительные средства для создания положительного баланса обменного калия при возделывании кукурузы на зеленую массу (таблица 1).

Таблица 1 - Содержание подвижного калия на участках опыта

Уча сто к	Вариант	Содержание K ₂ O		Убыль	
		Весна 2025 (до посева)	Осень 2025 (после уборки)	мг/100 г	%
I З	NI1- контроль (без удобрений)	142,8±2,2	137,2±2,2	5,6	4,1
	NI2-N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ - фон	144,4±2,2	140,2±2,2	4,2	2,9
	NI3 - Навоз 20т/га + фон	145,8±2,2	141,6±2,2	4,2	2,9
	NI4 - «Экор» 150 л/га+ фон	145,3±2,2	141,4±2,2	3,9	2,7
II З	NI1- контроль (без удобрений)	169,3±2,2	164,1±2,2	5,2	3,2
	NI2- N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ - фон	172,3±2,2	166,3±2,2	5,4	3,2
	NI3 - Навоз 20т/га + фон	173,3±2,2	167,7±2,2	5,6	3,4
	NI4 - «Экор» 150 л/га+ фон	173,6±2,2	168,1±2,2	6,1	3,4

p<0,95

Анализируя представленные данные в таблице 1 можно отметить на вариантах NI1, NI2, снижение содержания подвижного калия по 3,2 %, на NI3, NI4– на 3,4%, что свидетельствует о лучшей реакции растений на внесение навоза, которая проявляется увеличении биомассы кукурузы. Однако по градации обеспеченности калием (по Сычеву) почва относится к уровню, с повышенным содержанием элемента. Проследить динамику накопления подвижного калия за 1 год исследования не представляется возможным из-за его вариабельности.

По градации степени влажности, состояние почвы на участке агрофитоценоза характеризовалась как умеренная, а на участке залежи – хорошая. Как сказано выше, в 2025 году отсутствие половодья сказалось на водном режиме почвы. В результате внесения удобрительных средств урожайность кукурузы возросла (таблица 2).

Таблица 2 - Урожайность кукурузы по вариантам опыта

Участок	Вариант	Урожайность т/га	±	
			т/га	%
I З	NI1- контроль (без удобрений),	32,1	-	-
	NI2- N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ - фон	38,9	6,8	18
	NI3 - Навоз 20т/га + фон	42,1	10,0	24
	NI4 - «Экор» 150 л/га+ фон	41,7	9,6	24
II З	NI1- контроль (без удобрений),	33,9	-	-
	NI2- N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ - фон	39,7	5,8	15
	NI3 - Навоз 20т/га + фон	43,5	9,6	22
	NI4 - «Экор» 150 л/га+ фон	44,7	10,8	24

НСП_{0,5} – 0,9 т/га

Оценивая урожайность на участках NI, наибольшее значение установлено на варианте NI3, а на участке NII на варианте NII4, которая составила 42,1 и 44,7 т/га соответственно. Данное различие объясняется большим запасом обменного калия в почве, который является приоритетным элементом для кукурузы.

Заключение

Проведенные исследования показали незначительное снижение подвижного калия при возделывании кукурузы на участке NI. На участке NII, составило 4,1 %, что связано с истощением запасов этого элемента в доступной для растений форме. На остальных вариантах - 2,7-3,2 %. На участке NII изменения аналогичные, а на NII 3, NII4– на 0,2 % вынос калия выше, что связано с увеличением биомассы кукурузы и большим выносом питательных элементов из почвы.

Наибольшая урожайность получена на варианте NI3 – 42,1 т/га на первом участке и 44,7 т/га на варианте NII4 на втором участке. Большая урожайность на участке NII на варианте NII4 – 44,7 т/га в сравнении с NII3 – 43,5 т/га свидетельствует о более быстром разложении дернины и большим содержанием обменного калия под действием гуминового препарата. Полученные результаты исследований имеют предварительную оценку, опыт продолжается.

Итоги после первого года проведения исследований показывают необходимость уточнения доз внесения удобрительных средств на планируемую урожайность.

Библиографический список

1. Добровольский, Г.В. Почвы речных пойм центра Русской равнины / Г.В. Добровольский. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 290 С. URL: <https://s.eruditor.one/file/2062429/>
2. Захарова, О.А. Моделирование ингибирования численности микроорганизмов в аллювиальной почве центральной поймы р.Оки / О.А. Захарова, О. В. Евдокимова, В.П. Шичков// Сетевой научный журнал РГАТУ, 2024. - №4(6). – С. 29-40. DOI:10.36508/journal.2024.70.88.005
3. Кулагина, Н.А. Динамика окислительно-восстановительного потенциала в зависимости от температурного режима и влажности аллювиальной осушенной почвы / Н. А. Кулагина, Н. В. Полякова // Вестник Нижегородского государственного аграрного университета, 2020. - № 4. - С. 5-9. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/357209>
4. Силаев, А. Л. Содержание химических элементов в естественном травостое пойменных лугов / А. Л. Силаев, А. L. Silaev, Г. В. Чекин [и др.] // Экологический Вестник Северного Кавказа, 2024. - № 1. - С. 167-173. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/355793>
5. Чекин, Г. В. Распределение железа в аллювиальных почвах запада Брянской области / Г. В. Чекин, Е. В. Просянников, А. Л. Силаев, Е. В. Смольский //

Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2021. - № 2. - С. 15-24. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/349064>

References

1. Dobrovolsky, G.V. *Soils of river floodplains of the central Russian Plain* / G.V. Dobrovolsky. - M.: Moscow State University Publishing House, 2005. - 290 p. URL: <https://s.eruditor.one/file/2062429/>
2. Zakharova, O.A. *Modeling of inhibition of the number of microorganisms in the alluvial soil of the central floodplain of the Oka River* / O.A. Zakharova, O.V. Evdokimova, V.P. Shichkov // *Online Scientific Journal of RSATU*, 2024. - No. 4 (6). - P. 29-40. DOI:10.36508/journal.2024.70.88.005
3. Kulagina, N.A. *Dynamics of the oxidation-reduction potential depending on the temperature regime and moisture content of alluvial drained soil* / N. A. Kulagina, N. V. Polyakova // *Bulletin of the Nizhny Novgorod State Agrotechnological University*, 2020. - No. 4. - Pp. 5-9. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/357209>
4. Silaev, A. L. *Content of chemical elements in the natural grass stand of floodplain meadows* / A. L. Silaev, A. L. Silaev, G. V. Chekin [et al.] // *Ecological Bulletin of the North Caucasus*, 2024. - No. 1. - Pp. 167-173. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/355793>
5. Chekin, G. V. *Distribution of iron in alluvial soils of the western Bryansk region* / G. V. Chekin, E. V. Prosyannikov, A. L. Silaev, E. V. Smolsky // *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*, 2021. - No. 2. - P. 15-24. URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/349064>