

**THE CONTENT OF CHLOROPHYLL IN THE LEAVES OF SPRING SOFT WHEAT, DEPENDING ON THE ROOT NUTRITION WITH MACRO-FERTILIZERS AND FOLIAR GROWTH STIMULANTS**

**N. A. Voronkova, V. A. Volkova, N. A. Tsyganova, N. F. Balabanova**  
**Omsk Agrarian Scientific Center, prosp. Koroleva, 26, 644012, Omsk, Russia, e-mail: volkovaVA1989@yandex.ru**

*The most important component of the photosynthetic apparatus are pigments. The intensity of the photosynthesis process and the productivity of plants depend on their qualitative composition and quantitative ratio. Studies have found that the application of mineral fertilizers increased the content of Cl (a+ b) in the tube exit phase by 114% and in the earing phase by 14%. Foliar top dressing with growth stimulants (Succinic acid and Biostim Grain) in combination with the introduction of mineral fertilizers activated the work of the photosynthetic apparatus of spring soft wheat. The complex application of mineral fertilizers with foliar top dressing with Succinic acid provided the maximum chlorophyll index of wheat crops in the earing phase – 119,8 kg/ha. A close correlation was revealed between the yield of spring soft wheat with the content of chlorophyll a, b in the leaves and their amounts in the tube exit phase ( $r=0,95-0,96$ ) and with the content of chlorophyll a in the earing phase ( $r=0,86$ ).*

**Key words:** chlorophyll, photosynthesis, mineral fertilizers, growth stimulants, foliar feeding, yield, spring wheat.

УДК УДК633.15:632.954

DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.06

**ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ НА СОДЕРЖАНИЕ И ВЫНОС  
МАКРОЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО  
В УСЛОВИЯХ ЮГА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ**

**Е.В. Тюкина, к.с.-х.н., А.Ю. Червяков, Д.В. Бочкарев, д.с.-х.н., Н.В. Смолин, д.с.-х.н., Е.О. Солдатов,**  
**Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва**  
**Аграрный институт**

**430904, Республика Мордовия, г. Саранск, р/н Ялга, ул. Российская 37.**  
**т. 89603360152; E-mail: tyukinakatya@yandex.ru, т. 8960-337-18-51;**  
**E-mail: BochkarevDV@yandex.ru т. 89093252029**

*Представлены результаты влияния гербицидов Дублон, Дублон Голд, Дублон Супер, Балерина, Торнадо на химический состав зерна кукурузы в условиях юга Нечерноземной зоны. Рассчитаны баланс и вынос основных макроэлементов. Установлено, что применяемые гербициды, за счет снижения конкуренции сорных растений за элементы питания, повышали содержание азота в зерне кукурузы от 17 до 29 %, фосфора от 9 до 23 %. Расчет выноса элементов из почвы показал, что по уровню потребления их можно расположить в следующем ряду  $N > K_2O > P_2O_5$ .*

**Ключевые слова:** кукуруза, гербицид, Дублон, Дублон Голд, Дублон Супер, Балерина, химический состав зерна, вынос, азот, фосфор, калий.

Для цитирования: Тюкина Е.В., Червяков А.Ю., Бочкарев Д.В., Смолин Н.В., Солдатов Е.О. Влияние гербицидов на содержание и вынос макроэлементов при возделывании кукурузы на зерно в условиях Юга Нечерноземной зоны// Плодородие. – 2022. – №1. – С. 21-24. DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.06.

При внедрении новых элементов технологии возделывания культур, которые значительно изменяют параметры продуктивности растений и повышают потенциал сортов и гибридов, необходимо определить содержание и баланс основных макроэлементов, их динамику под воздействием изучаемых факторов, чтобы правильно установить объем компенсации их выноса.

При повышении продуктивности сельскохозяйственных культур изменяется элементный состав растений и, следовательно, увеличивается вынос питательных веществ за пределы поля, при этом меняется характер круговорота элементов питания [3]. Д.Н. Прянишников, А.В. Петербургский отмечали необходимость изучения прихода и расхода питательных элементов в земледелии и важную роль баланса в агрохимической науке [5]. Вынос макроэлементов растениями неустойчив и обусловлен целым рядом факторов природного и антропогенного характера. Из последних наиболее значимыми являются генетические особенно-

сти культуры, от которых напрямую зависит величина продуцируемого урожая [1, 2].

В условиях лесостепи юга Нечерноземной зоны производство кукурузы на зерно ведется сравнительно недавно и связано с появлением новых скороспелых сортов и гибридов [3, 9]. В этой обширной полосе европейской части России исследования по влиянию гербицидов на урожайность зерна кукурузы не проводили. По результатам экспериментов ряда отечественных авторов [6-8], проведенных в других почвенно-климатических зонах, применение гербицидов из различных химических групп достоверно увеличивало концентрацию общего азота в зерне и зеленой массе кукурузы.

**Методика.** Опыт по определению эффективности системного применения гербицидов в посевах кукурузы на зерно проводился в 2014-2016 г. Схема включала следующие варианты: 1) Дублон, 1,2 л/га (никосульфурон, 40 г/л), 2) Дублон Голд, 0,07 кг/га (никосульфурон, 600 г/кг + тифенсульфурон метил, 150 г/кг), 3) Дублон Супер, 0,5 кг/га (дикамба, 425 г/кг + никосульфурон,

125 г/кг), 4) Дублон, 1,2 л/га + Балерина, 0,3 л/га (никосульфурон, 40 г/л + сложный 2-этилгексильный эфир 2,4 – Д кислоты, 410 г/л + флорасулам, 7,4 г/л), 5) Дублон Голд, 0,07 кг/га + Балерина, 0,25 л/га. Гербициды вносили с ПАВ Адыо в дозе 0,2 л/га в фазе 4-5-го листа развития кукурузы. Расход рабочего раствора 200 л/га. В опыте выращивали среднеранний гибрид кукурузы НК Фалькон (ФАО – 190). Почва опытного участка – чернозем выщелоченный, содержание гумуса – 6,4 %,  $pH_{\text{сол}}$  6,1,  $P_2O_5$  – 143 мг/кг,  $K_2O$  – 196 мг/кг.

Основная осенняя обработка почвы включала двукратное дискование на глубину 10–12 см. Весенняя подготовка почвы состояла из боронования и двух предпосевных культиваций на глубину 6–8 см. В опыте вносили минеральные удобрения в дозе  $N_{89}P_{52}K_{52}$ . Погодные условия в период проведения опытов заметно различались. ГТК в 2014 г. = 0,5, в 2015 г. = 1,1, в 2016 г. = 0,8, что характерно для климата юга Нечерноземной зоны. Химический состав зерна кукурузы определяли на приборе ИК-анализатор «Инфралюм ФТ-10».

**Результаты и их обсуждение.** Проведенными трехлетними исследованиями установлено, что содержание азота в зерне кукурузы изменялось по вариантам опыта от 1,22 до 1,75 %. Использование гербицидов во все годы исследований статистически достоверно увеличивало накопление этого элемента (табл. 1).

**1. Содержание и вынос макроэлементов в зерне кукурузы в зависимости от применения гербицидов (в среднем за 3 года)**

Вариант	Содержание, г/кг			Вынос элементов питания с урожаем зерна, кг/га		
	азот	фосфор	калий	азот	фосфор	калий
Без гербицида (контроль)	11,72	1,41	3,56	33,4	4,0	10,2
Дублон	14,99	1,65	3,61	89,5	9,9	21,6
Дублон Супер	13,81	1,74	3,38	90,5	11,4	22,1
Дублон Голд	14,52	1,66	3,53	116,2	13,3	28,2
Дублон + Балерина	14,49	1,60	3,65	131,13	14,5	33,0
Дублон Голд + Балерина	15,19	1,54	3,31	146,3	14,8	31,9

Анализ содержания азота в зерне кукурузы показал, что высокая засоренность на контроле способствовала снижению этого показателя в среднем на 24 % по сравнению с вариантами, на которых применялись гербициды.

Обработка посевов кукурузы гербицидами значительно уменьшила отрицательный эффект от засоренности и увеличила накопление азота в зерновках. Наибольшее его содержание выявлено в варианте с применением баковой смеси Дублона Голд с Балериной. Прибавка к контролю по содержанию азота в этом варианте составила 30 %. Другие варианты с применением гербицидов несколько уступали действию баковой смеси Дублона Голд с Балериной, однако они также существенно повышали этот показатель по сравнению с контрольным вариантом.

О влиянии гербицидов на динамику содержания фосфора существуют весьма противоречивые мнения. Ряд исследователей [6, 7] полагают, что применение гербицидов Дуал Голд и Диален Супер в смеси с Милагро, а также Дуал Голд, Диален Супер и Милагро не приводило к достоверному накоплению фосфора в зерне кукурузы. Ими отмечена динамика содержания фосфора по вышеуказанным вариантам в интервале от 0,25 до 0,27 % и от 0,20 до 0,22 %.

Иная закономерность получена в исследованиях О.И.

Солнцевой [8]. В ее опытах применение гербицидов МайсТер Пауэр, Титус Плюс, Люмакс повышало содержание фосфора с 0,21 до 0,26–0,31 г/кг. Аналогичная закономерность отмечена на других культурах в исследованиях М.О. Наумова с соавт. [4], Я.Н. Сундуковой с соавт. [10].

В нашем опыте концентрация фосфора в зерне кукурузы изменялась по годам в зависимости от погодных условий от 0,13 до 0,19 %. Отмечено достоверное изменение в содержании этого элемента в зависимости от применения гербицидов. Более высокое содержание фосфора наблюдалось в варианте с применением гербицида Дублон Супер. По сравнению с контрольным вариантом данный показатель увеличивался на 23 %. В вариантах с обработкой Дублоном, Дублоном Голд и баковой смесью Дублон + Балерина в среднем за годы исследований статистически достоверная прибавка к контролю составляла от 13 до 18 %, но между этими вариантами существенных различий не выявлено. Минимальное содержание фосфора в зерне кукурузы было в варианте с применением баковой смеси гербицидов Дублона Голд с Балериной.

Анализ средних трехлетних данных показал, что применение гербицидов не оказывало достоверного влияния на изменение содержания калия в зерне кукурузы, за исключением варианта с обработкой посевов кукурузы баковой смесью Дублона Голд с Балериной. Статистически доказано, что в этом варианте содержание калия было на 7 % ниже по сравнению с контрольным вариантом.

Корреляционно-регрессионный анализ сопряженных данных показал, что между содержанием элементов питания в зерне кукурузы и полученной в опыте урожайностью ( $Y$ , т/га) существует достоверная высокая зависимость ( $n = 20$ , интервал урожайности кукурузы от 3,25 до 11,96 т/га), которая выражалась следующими уравнениями нелинейной регрессии:

$$N, \text{ г/кг} = 0,526 + 3,84 Y - 0,243 Y^2 \quad R^2 = 0,865;$$

$$P_2O_5, \text{ г/кг} = 0,105 + 0,393 Y - 0,026 Y^2 \quad R^2 = 0,897;$$

$$K_2O, \text{ г/кг} = 0,304 + 0,960 Y - 0,063 Y^2 \quad R^2 = 0,803.$$

Экстремумы функций второго порядка, построенные на основе уравнений, свидетельствуют о последовательном увеличении содержания азота в зерне кукурузы до урожайности 7,5 т/га, фосфора и калия – до урожайности 8,0 т/га. Полученные уравнения могут применяться для проектирования системы удобрения культуры при использовании современных эффективных гербицидов.

Расчет выноса элементов питания показал, что по уровню отчуждения из почвы их можно расположить в следующем ряду  $N > K_2O > P_2O_5$ .

Проведенные расчеты выявили, что отчуждение азота сильно варьировало – от 33 до 146 кг/га. Значительный вред, причиняемый сорными растениями, сводил вынос азота культурой к минимуму. Увеличение урожая по фонам применения гербицидов повышало вынос азота растениями кукурузы с 2,7 до 4,4 раз.

Содержание и, как следствие, отчуждение фосфора с урожаем кукурузы было минимальным – от 4 до 15 кг/га. Наибольшим оно было на делянках с применением баковых смесей Дублона и Балерины, а также Дублона Голд и Балерины, что выше контроля в 3,6 раза.

Расчет выноса калия выявил, что он находился в пределах от 10 до 42 кг/га. Наибольшим вынос калия из почвы был в варианте с обработкой посевов кукурузы

смесью Дублон + Балерина, что было в 3,3 раза выше, чем в контрольном варианте.

Проведенные расчеты показали, что использование гербицидов Дублон, Дублон Голд, Дублон Супер, Дублон + Балерина, Дублон Голд + Балерина повышало урожайность сельскохозяйственных культур и, как следствие, в разы увеличивался вынос основных элементов питания из почвы. Это следует учитывать при выборе простого или расширенного воспроизводства плодородия почвы и расчета потребности в минеральных удобрениях.

Определение хозяйственного баланса, как разности между количеством поступивших в почву вместе с минеральными удобрениями макроэлементов и объемом элементов питания, отчуждаемым с зерном, показал, что по азоту положительное сальдо рассчитано только в контрольном варианте (без применения гербицидов) (табл. 2).

## 2. Баланс макроэлементов (в среднем за 3 года)

Гербицид	Урожайность зерна, т/га	Нетто-баланс, кг/га			Интенсивность баланса, %		
		азот	фосфор	калий	азот	фосфор	калий
Контроль (без гербицида)	3,66	52,1	47,6	40,8	241	1172	464
Дублон	8,29	-17,9	40,2	26,3	83	442	202
Дублон Супер	9,26	-21,0	38,1	25,1	81	375	193
Дублон Голд	9,60	-30,9	38,3	22,9	74	379	178
Дублон + Балерина	10,46	-41,3	37,6	19,2	68	361	158
Дублон Голд + Балерина	10,78	-51,8	37,7	21,3	63	364	169

В варианте с внесением гербицидов урожайность зерна кукурузы возрастала в 2,3-2,9 раза. В варианте с применением баковой смеси Дублона Голд и Балерины при повышенном уровне выноса азота отмечена самая низкая интенсивность баланса азота.

В отличие от азота, нетто-баланс фосфора и калия с применением гербицидов был положительным. При внесении на посевах кукурузы гербицидов интенсивность баланса фосфора и калия увеличивалась. Следует отметить, что всю листовую массу кукурузы оставляли в поле.

**Выводы.** Применение гербицидов в опыте способствовало увеличению концентрации азота в зерне кукурузы. Наибольшее его содержание было в вариантах с применением гербицида Дублона и смеси Дублона

Голд с Балериной. По сравнению с контролем повышение содержания азота в этих вариантах составило 28 и 30 % соответственно. В отношении фосфора выявлено, что в среднем за годы наблюдений наибольшее его содержание было в варианте с обработкой посевов гербицидом Дублон Супер, что выше контрольного варианта на 23 %. На уровень содержания калия в зерне кукурузы исследуемые гербициды достоверного влияния не оказывали.

Изучаемые в опыте гербициды и их баковые смеси значительно снижали засоренность посевов и повышали урожайность зерна кукурузы. При этом существенно увеличивался вынос основных элементов питания из почвы. Это, в свою очередь, влечет за собой применение дополнительных доз минеральных удобрений для бездефицитного баланса NPK.

## Литература

1. Войтович Н.В. Потребление питательных веществ урожаем в различных агроценозах Центрального Нечерноземья / Н.В. Войтович, Б.П. Лобода // Агрехимия. – 2005. – № 10. – С. 48–52.
2. Ивойлов А.В. Эффективность удобрения и известкования выщелоченного чернозема: монография / А.В. Ивойлов. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2015. – 264 с.
3. Моисеев А.А. Влияние удобрений на содержание основных элементов питания в зерне кукурузы на черноземе выщелоченном в условиях лесостепи среднего Поволжья / А.А. Моисеев, А.В. Ивойлов // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2019. – № 4 (29). – С. 16–25.
4. Наумов М.О. Урожайность, содержание и вынос элементов минерального питания амарантом при использовании органоминерального удобрения и гербицида / М.О. Наумов, Д.В. Бочкарев, Н.В. Смолин, А.Н. Никольский, С.В. Емельянов // Агрехимический вестник. – 2020. – № 5. – С. 41–44.
5. Петербургский А.В. Агрехимия и физиология питания растений. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 184 с.
6. Семина С.А. Средства химизации, регуляторы роста и биохимический состав кукурузы / С.А. Семина, А.Г. Иняхин // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – Т. 2. – № 3 (13). – С. 229–233.
7. Семина С.А. Удобрения, гербициды и биохимический состав кукурузы / С.А. Семина, Ю.А. Семина // Инновационные технологии в АПК: Теория и практика. Сб. ст. II Всеросс. науч.-практ. конф. – Пенза, 2014. – С. 147–150.
8. Солнцева О.И. Действие гербицидов на химический состав корма из кукурузы // Агрехимический вестник. – 2019. – № 2. – С. 65–67.
9. Сотченко В.С. Перспективы производства зерна и семян кукурузы в Российской Федерации на период до 2020 года // Кукуруза и сорго. 2020. – № 4. – С. 3–9.
10. Сундукова Я.Н. Влияние гербицидов на содержание химических элементов в семенах сортов льна-долгунца с средним Предуралье / Я.Н. Сундукова, И.Ш. Фатыхов, Е.В. Корепанова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3 (36). – С. 5–6.

## THE EFFECT OF HERBICIDES ON THE CONTENT AND REMOVAL OF MACRONUTRIENTS DURING THE CULTIVATION OF CORN FOR GRAIN IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF THE NON-CHERNOZEM ZONE.

*E.V. Tyukina – Ph.D. Sci., Associate Professor of the Department of Agronomy and Landscape Architecture, National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva, Agrarian Institute, 430904, Republic of Mordovia, Saransk, R/ p Yalga, st. Russian 37.*

*A.Yu. Chervyakov is a postgraduate student of the Department of Agronomy and Landscape Architecture, National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva, Agrarian Institute, 430904, Republic of Mordovia, Saransk, R/ p Yalga, st. Russian 37, t. 89603360152; E-mail: tyukinakatya@yandex.ru*

*D.V. Bochkarev – Dr. s.-kh. Sci., Professor of the Department of Agronomy and Landscape Architecture, National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva, Agrarian Institute, 430904, Republic of Mordovia, Saransk, R/ p Yalga, st. Russian 37, t. 8960-337-18-51; E-mail: BochkarevDV@yandex.ru*

*N.V. Smolin – Dr. s.-kh. sciences, head. Department of Agronomy and Landscape Architecture, National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev, Agrarian Institute, 430904, Republic of Mordovia, Saransk, rp Yalga, st. Russian 37, t. 89093252029*

*E.O. Soldatov is a student of the Department of Agronomy and Landscape Architecture, National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva Agrarian Institute, 430904, Republic of Mordovia, Saransk, district Yalga, st. Russian 37.*

The results of the influence of the herbicides Dublon, Dublon Gold, Dublon Super, Ballerina, Tornado on the chemical composition of corn grain in the conditions of the south of the Non-Chernozem zone are presented, the balance and removal of the main macronutrients are calculated. It was found that the applied herbicides, by reducing the competition of weeds for nutrients, increased the nitrogen content in the corn grain from 17 to 29%, phosphorus from 9 to 23%. The calculation of the removal of elements from the soil showed that, according to the level of consumption, they can be arranged in the following order:  $N > K_2O > P_2O_5$ .

Key words: corn, herbicide, Dublon, Dublon Gold, Dublon Super, Ballerina, chemical composition of grain, removal, nitrogen, phosphorus, potassium.

УДК 631.416.7

DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.07

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КАЛЬЦИЯ И ЕГО РЕЗЕРВНЫХ ФОРМ В ОРОШАЕМЫХ ЛУГОВЫХ И СЕРОЗЕМНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВАХ

*А. Ахатов, к.с.-х.н., С.С. Буриев к.с.-х.н., А.К. Ходжиев к.т.н., В.Б. Нурматова, м.н.с.,  
Научно-исследовательский институт окружающей среды и природоохранных технологий при  
Государственном комитете Республики Узбекистан по экологии и охране окружающей среды  
Республика Узбекистан, Ташкент, 100043, проспект Бунёдор, дом 7а,  
e-mail:nurmatoffkennel@gmail.com*

Рассматривается распределение резервных (общих, потенциальных, ближних и лабильных) форм кальция на орошаемых луговых и сероземно-луговых почвах опытного участка в Гулистанском районе Сырдарьинской области Республики Узбекистан, а также в фермерских хозяйствах “Сохил” и “Ок олтин”. Изучали резервные формы кальция, определяли их легкоусвояемые формы для растений с целью последующего внесения кальцийсодержащих удобрений. Исследования показали, что на орошаемых сероземно-луговых сильнозасоленных среднесуглинистых почвах резерв кальция в пахотном слое составляет 310 мг/100 г почвы, в подпахотном слое на глубине 60-76 см наблюдается его уменьшение и в последующих горизонтах он вновь увеличивается. Лабильная резервная форма кальция в этих почвах колеблется от 175 до 260 мг/100 г почвы. Потенциальная резервная форма кальция как в орошаемых луговых, так и в сероземно-луговых почвах, колеблется, соответственно, от 98,04 до 91,65 %. При высокой концентрации гипса и карбонатов кальция, потенциальная резервная форма в почвах преобладает над другими типами резервных форм кальция и ее потенциальный запас колеблется от 14001 до 4063 мг/100 г почвы. По почвенному профилю изучаемых почв распределение форм кальция неравномерно. Щелочная среда почв, характерная для среднеазиатского региона, способствует накоплению потенциальной формы кальция, не усваиваемой растениями. Изучаемые орошаемые луговые и сероземно-луговые почвы требуют внесения кальцийсодержащих удобрений для пополнения нехватки лабильных и ближних резервных форм кальция, наиболее важных для растений.

Ключевые слова: орошаемая луговая почва, сероземно-луговая почва, формы кальция, гипс, почвенный профиль.

Для цитирования: Ахатов А., Буриев С.С. Ходжиев А.К. Нурматова В.Б. Распределение кальция и его резервных форм в орошаемых луговых и сероземно-луговых почвах//Плодородие. – 2022. – №1. – С. 24-28.  
DOI: 10.25680/S19948603.2022.124.07.

Сельскохозяйственные растения требуют, помимо азота, фосфора и калия, определенное количество кальция для нормального развития в течение всего вегетационного периода. Из научной литературы известно, что орошаемые почвы, распространенные в Центрально-азиатском регионе, считаются богатыми кальцием и, вероятно, поэтому не уделяется особого внимания минеральным удобрениям, содержащим кальций. Последующие исследования показали, что содержание кальция в орошаемых почвах уменьшается, а оставшегося количества недостаточно для роста и развития растений. Отмечена необходимость внесения кальцийсодержащих удобрений на орошаемых и особенно на засоленных почвах [11, 12]. Изучены и проанализированы формы кальция в почвах Джизакской и Сырдарьинской областей Республики Узбекистан [3]. Выявлено недостаточное количество водорастворимых соединений кальция в отличие от других его форм.

Российские ученые [7] показали важность содержания кальция в почве для растений. Изучена потребность в кальции и магнии в системе удобрения растений [19]. Приведены образующиеся формы и количество кальция в условиях агрогенеза промытых черноземов Западного Кавказа [17]. Показан дефицит кальция в почвах рисо-

вых полей [18]. Ученый Белорусского государственного университета изучил влияние кальция и магния на кислотность почв Беларуси [9]. Отмечено в сельскохозяйственных посевных почвах накопление кальция и  $SR^{90}$  [15]. Изучены содержание кальция в дерново-подзолистых почвах [20], состояние и движение его в системе почва-растение [4], влияние кальцийсодержащих соединений на питание сельскохозяйственных культур [6]. Ученые Омского государственного аграрного университета подробно изучили баланс стронция и кальция в растениях и почвах [8]. Установлена активность ионов кальция, натрия и калия в лугово-каштановых почвах Северо-Каспийского региона [10]. Оценены состояние кальция и плодородия черноземов, важность кальция [14]. На основании экспериментов на пахотных почвах определили потери кальция [16]. Учеными был проведен ряд исследований по оптимизации кислотности почвы и кальциевого баланса [1]. Формы кальция в почвах аридной зоны не изучены.

В Узбекистане, на орошаемых луговых и сероземно-луговых почвах, кальцийсодержащие минеральные удобрения не применяют, так как эти почвы традиционно считаются богатыми кальцием. Учитывая, что в климатических условиях Узбекистана потенциальная