

Научная статья

Original article

УДК 631

DOI 10.55186/25876740_2024_8_3_5

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ ПРИ
МОНОКУЛЬТУРЕ КУКУРУЗЫ**

RATIONAL USE OF FERTILIZERS IN MONOCULTURE OF CORN



Сидакова Маргарита Сарабиевна, к.с.-х.н, доцент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», тел.: +79054358429, sidakova.53@mail.ru

Кишев Алим Юрьевич, к.с.-х.н, доцент, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова», тел.: +7-928-717-10-45, a.kish@mail.ru

Таов Астемир Ахъедович, младший научный сотрудник, ФГБНУ ВНИИ кукурузы, г. Пятигорск, astemir-taov@mail.ru

Sidakova Margarita Sarabievna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, tel.: +79054358429, sidakova.53@mail.ru

Kishev Alim Yuryevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, tel.: +7-928-717-10-45, a.kish@mail.ru

Astemir Akhyedovich Taov, Junior Researcher, Federal State Budgetary Scientific Institution of the Corn Research Institute, Pyatigorsk, astemir-taov@mail.ru

Аннотация. Для получения высокой результативности ведения зернового хозяйства нужна научно-обоснованная система земледелия с учетом прогрессивных технологий применения удобрений, соответствующих конкретным природно-экономическим условиям области, района, отдельного хозяйства и поля. Цель настоящего исследования состоит в изучении влияния минеральных удобрений на агрохимические свойства почвы, урожайность и качество зерна кукурузы, выращиваемой в условиях монокультуры. Полевые опыты проводили в 2021-2022 гг. в условиях предгорной зоны КБР на гибриде кукурузы «Краснодарский 193 МВ», руководствуясь принятыми в земледелии методиками. В силу своих биологических особенностей кукуруза хорошо переносит бессменные посеы и обладает высокой отзывчивостью на минеральные удобрения. На участке, выбранном для исследований, кукуруза выращивается бессменно в течение 8 лет. В нашем опыте наивысшую урожайность 79,2 ц/га дал 4 вариант с дозой удобрений – $N_{60}P_{60}K_{60}$, прибавка при этом составила 15,8 ц/га или 24,9%. Мы можем предположить, что интенсивный круговорот питательных веществ, происходящий за счет микробного сообщества под кукурузой напрямую влияет на продуктивность кукурузы.

С увеличением доз удобрений отмечалось постепенное повышение содержания белка с 8,69% на контроле до 11,06%. Что касается крахмала, то его самое высокое содержание было на контроле – 65,7%.

На вариантах с удобрениями содержание крахмала уменьшилось на 1,3-2,8% и наименьшее его содержание было в 4 варианте с дозой удобрений $N_{120}P_{90}K_{45}$. Повышение содержания жира в зерне кукурузы от действия минеральных удобрений было незначительным и это можно рассматривать лишь как тенденцию.

Таким образом, возделывание кукурузы в монокультуре в агроэкологических условиях предгорной зоны КБР возможно без значительного ухудшения продуктивности и качества зерна при условии внесения $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Abstract. To obtain high efficiency of grain farming, a scientifically based farming system is needed, taking into account advanced technologies for the use of fertilizers that correspond to the specific natural and economic conditions of the region, district, individual farm and field. The purpose of this study is to study the effect of mineral fertilizers on the agrochemical properties of the soil, yield and quality of corn grain grown under monoculture conditions. Field experiments were conducted in 2021-2022. in the conditions of the foothill zone of the CBD on a hybrid of corn "Krasnodar 193 MV", guided by the methods adopted in agriculture. Due to its biological characteristics, corn tolerates permanent crops well and has a high responsiveness to mineral fertilizers. On the site selected for research, corn is grown continuously for 8 years. In our experience, the highest yield of 79.2 c/ha was given by option 4 with a dose of fertilizers - $N_{60}P_{60}K_{60}$, while the increase was 15.8 c/ha or 24.9%. We can assume that the intensive nutrient cycle occurring at the expense of the microbial community under corn directly affects the productivity of cucumbers.

With increasing doses of fertilizers, there was a gradual increase in protein content from 8.69% in the control to 11.06%. As for starch, its highest content was at the control – 65.7%.

In the variants with fertilizers, the starch content decreased by 1.3-2.8% and its lowest content was in the 4th variant with a dose of fertilizers $N_{120}P_{90}K_{45}$. The increase in the fat content in corn grains from the action of mineral fertilizers was insignificant and this can only be considered as a trend.

Thus, the cultivation of corn in a monoculture in agroecological conditions of the foothill zone of the CBD is possible without a significant decrease in productivity and grain quality, provided that $N_{60}P_{60}K_{60}$ is applied.

Ключевые слова: кукуруза, монокультура, питание, удобрения, почва, продуктивность, качество, эффективность.

Keywords: corn, fertilizers, soil, productivity, quality, efficiency.

Введение. Кукуруза является одной из основных культур, возделываемых в Кабардино-Балкарской республике и отсюда вытекает ее

народнохозяйственное значение в социально-экономическом развитии республики. Она занимает 151,6 тыс. га из всей посевной площади республики в 289,1 тыс. га.

Несмотря на то, что в КБР получают сравнительно высокие урожаи зерна (до 50 ц/га), в целом ее урожайность остается низкой, если учитывать потенциальные возможности кукурузы и природно-климатические условия республики. В условиях малоземелья многие сельхозтоваропроизводители республики выращивают кукурузу как монокультуру. Получать при этом высокие урожаи возможно только при оптимизации минерального питания кукурузы и рациональном применении удобрений.

Цель исследования: изучить влияние минеральных удобрений на агрохимические свойства почвы, урожайность и качество зерна кукурузы, выращиваемой в условиях монокультуры.

Объекты и методы исследования. Полевые опыты проводили в 2021-2022 гг. в условиях предгорной зоны КБР на гибриде кукурузы «Краснодарский 193 МВ», руководствуясь принятыми в земледелии методиками [2].

Почвы опытного участка представлены черноземами выщелоченными среднегумусными мощными легкоглинистыми. Мощность гумусового горизонта (А+В) составляет 80-100 см. Реакция почвенного раствора (РН_{сол}) равна 6,9. Содержание гумуса по Тюрину – 4,90%. При анализе почвенных образцов для определения подвижного фосфора и обменного калия пользовались методом Чирикова в модификации ЦИНАО и их содержание составляло: P₂O₅ – 19,2 мг/кг, K₂O – 260 мг/кг. Сумма поглощенных оснований по Каппену–Гильковицу составляет 32,2 мг экв/100 почвы, в их составе доминирует кальций. Легкогидролизуемый азот определяли по Тюрину и Кононовой и составил 78,3 мг/кг почвы. Удельный вес твердого субстрата в горизонте А составляет 2,5 г/см³, объемный вес – 1,0 г/см³, общая скважность в пахотных и подпахотных горизонтах превышает 54%, что обеспечивает удовлетворительную воздухопроницаемость. Климат предгорной зоны умеренно жаркий с суммой температур за период активной вегетации от 2500

до 3000°, увлажнение умеренное – гидротермический коэффициент составляет (ГТК) – 0,9-1,2. За период активной вегетации осадков выпадает 340 мм, а за год 475-500 мм.

В силу своих биологических особенностей кукуруза хорошо переносит бессменные посевы и обладает высокой отзывчивостью на минеральные удобрения. На участке, выбранном для исследований, кукуруза выращивается бессменно в течение 8 лет. Из истории поля: ежегодно вносились осенью (под зябь) фосфорно-калийные удобрения в дозе 50-60 кг. д.в./га, азотные удобрения вносились в подкормку, иногда проводились некорневые подкормки. Учетные данные (архивные) за прошедшие годы об эффективности проведенных мероприятий по удобрению кукурузы отсутствуют. В дальнейшем планируем продолжить исследования для более точного обобщения результатов.

Для достижения поставленной цели нами заложен полевой опыт по следующей схеме:

I – Без удобрений (контроль)

II – N₆₀

III – N₆₀P₆₀

IV – N₆₀P₆₀K₆₀

V – N₁₂₀P₆₀K₆₀

Повторность опыта трехкратная, площадь делянок 50,4 м², размещение делянок – рендомизированное. Объект исследований – гибрид кукурузы Краснодарский 193 МВ, внесенный в ГосРеестр селекционных достижений в 2014 году и районированный для Северо – Кавказского (6) региона. Закладка опыта, наблюдения, обработка результатов исследований проводились согласно общепринятым методикам и рекомендаций [2].

Используемая агротехника была общепринятой для зоны. Урожайность определяли методом сплошного взвешивания.

Результаты исследований. Наблюдения за ростом и развитием кукурузы позволили сделать заключение, что на удобренных фонах, особенно

повышенными дозами растения росли и развивались более интенсивно (табл. 1).

Таблица 1 – Высота растений кукурузы (см) по фазам роста и развития в зависимости от дозы удобрений (среднее за 2021-2022 гг.)

Варианты опытов	фазы	
	4-5 листьев	цветение
I – без удобрений (контроль)	24	88
II – N ₆₀	30	110
III – N ₆₀ P ₆₀	36	112
IV – N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	34	111
V – N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	36	112

Из таблицы 1 видно, что в фазе 4-5 листьев высота растений в удобренных вариантах была больше на 6-12 см, чем на контроле. Положительное действие удобрений на темпы роста растений наблюдалось и в последующие фазы. Высота их в начале метелообразования превосходила контрольные растения в зависимости от доз удобрений.

Кукуруза является культурой, очень отзывчивой на внесение удобрений. Основным показателем при изучении эффективности минеральных удобрений является урожайность кукурузы в различных вариантах опыта.

Данные таблицы 2 свидетельствуют об эффективности минеральных удобрений при выращивании кукурузы на зерно. В условиях опыта, на выщелоченных черноземах предгорной зоны КБР, лимитирующим фактором является азот, хотя необходимым условием хорошего урожая кукурузы нужно оптимальное соотношение элементов питания.

На всех вариантах опыта с удобрениями урожайность была выше, чем на контроле. Причем, урожайность возрастала с увеличением доз азотных удобрений. Повышение доз фосфорных удобрений тоже повышает урожай кукурузы, но, по мнению многих ученых, в меньшей степени.

Таблица 2 – Урожайность зерна гибрида кукурузы Краснодарский 193 МВ (среднее за 2021-2022 гг.)

Варианты опыта	Урожай	Прибавка урожая
----------------	--------	-----------------

	ц/га	ц/га	%
I – без удобрений (контроль)	63,4	-	-
II – N ₆₀	70,5	7,1	11,2
III – N ₆₀ P ₆₀	75,2	11,8	18,6
IV – N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	79,2	15,8	24,9
V – N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	77,8	14,4	22,7
HCP ₀₅	2,87		

В нашем опыте наивысшую урожайность 79,2 ц/га дал 4 вариант с дозой удобрений – N₆₀P₆₀K₆₀, прибавка при этом составила 15,8 ц/га или 24,9%. Мы можем предположить, что интенсивный круговорот питательных веществ, происходящий за счет микробного сообщества под кукурузой напрямую влияет на продуктивность кукурузы.

Наряду с величиной урожая в сельскохозяйственном производстве большое значение имеет уровень содержания биологически ценных веществ – белка, жира, крахмала, сахаров, витаминов, которые характеризуют и определяют качество урожая. Из таблицы 3 видно, что с увеличением доз удобрений отмечалось постепенное повышение содержания белка с 8,69 % на контроле до 11,06%. Что касается крахмала, то его самое высокое содержание было на контроле – 65,7%.

На вариантах с удобрениями содержание крахмала уменьшилось на 1,3-2,8% и наименьшее его содержание было в 4 варианте с дозой удобрений N₁₂₀P₉₀K₄₅. Это подтверждает обратную зависимость между содержанием белка и крахмала в зерне.

Таблица 3 – Влияние удобрений на качество зерна кукурузы
(среднее за 2021-2022 гг.)

Варианты опытов	Содержание в % от сухого вещества			
	сырой протеин	белок	крахмал	жир
I – без удобрений (контроль)	9,25	8,69	65,70	5,13
II – N ₆₀	11,41	10,16	63,20	5,10
III – N ₆₀ P ₆₀	12,12	10,44	64,42	5,47
IV – N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,87	11,06	62,20	5,99
V – N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	12,0	10,35	64,6	5,7

Повышение содержания жира в зерне кукурузы от действия минеральных удобрений было незначительным и это можно рассматривать лишь как тенденцию.

Выводы.

1. В условиях опыта удобрения способствовали более интенсивному росту и развитию растений кукурузы, которое отразилось на высоте растений в фазе 4-5 листьев увеличением на 6-12см, чем на контроле, и в последующие фазы сохранялась такая тенденция.

2. Оптимальное соотношение элементов питания обеспечило наивысшую урожайность 79,2 ц/га на IV варианте с дозой удобрений – $N_{60}P_{60}K_{60}$, прибавка при этом составила 15,8 ц/га или 24,9%.

3. Содержание биологически ценных веществ в зерне на вариантах опыта изменялось под действием удобрений. С увеличением доз удобрений отмечалось постепенное повышение содержания белка с 8,69% на контроле до 11,06% на IV варианте – $N_{60}P_{60}K_{60}$. На опытных вариантах содержание крахмала уменьшилось на 1,3-2,8%, самое высокое содержание крахмала было на контроле – 65,7%.

Литература:

1. Ганжара Н.Ф. Практикум по почвоведению. / М.: Агроконсалт. 2002. С. 280.
2. Гангур, В.В. Царица полей в монокультуре. // Земледелие. 2010. №3. С. 27-29.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. / М.: Агропромиздат. 1985. С. 351.
4. Керефов К.Н., Фиапшев Б.Х. Природные зоны и пояса Кабардино-Балкарской АССР. / Нальчик. 1977. С. 70.
5. Мамсиров Н.И. и др. Кукуруза в севооборотах короткой ротации и рациональное применение удобрений при ее монокультуре. // Земледелие. 2014. №1. С. 35-37.

6. Новичихин А.М., Гончарова Г.В., Балюнова Е.А., Юдина Л.Н. Система применения удобрений под кукурузу в центрально-черноземном регионе. // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. №1(43). Ч. 3. С. 30-35.

7. Воронин В.И., Стулин А.Ф., Блеканов Д.Н., Подрезов П.И., Драчёв Н.А. Оценка продуктивности кукурузы в условиях выращивания её в севообороте и в виде монокультуры при длительном применении удобрений. // Успехи современной науки. 2017. №7. С. 18-25.

8. Стулин А.Ф. Продуктивность кукурузы, выращиваемой в севообороте и монокультуре в условиях длительного применения удобрений. // Зерновое хозяйство России. 2017.

9. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств и режимов почв: Методическое руководство. / Под ред. Е.В. Шеина. / М.: Изд-во МГУ. 2001. С. 200.

10. Стулин А.Ф. Продуктивность кукурузы, выращиваемой в севообороте и монокультуре в условиях длительного применения удобрений. // Зерновое хозяйство России. 2017. №3. С. 63-67.

11. <http://bolshefaktov.ru/v-mire/yekonomika/yeksport-rossiyskogo-zerna-vyros-v-2018-go-4152>

12. Puget P. Stock and distribution of total and corn-derived soil organic carbon in aggregate primary particle fractions for different land use and soil management practices. Soil Science. 2005. V. 170. P. 256-279.

13. Flessa H. Storage and stability of Organic Matter and Fossil Carbon in a Luvisol and Phaeozem with Continuous Maize cropping: A synthesis. Plant Nutrition and Soil Sci. 2008. V. 171. P. 36-51.

14. Kristiansen S.M. Natural ^{13}C abundance and Carbon Storage in Danish Soils under Continuous Silage Maize. Eur. J. of Agron. 2005. V. 22. P. 107-117.

15. Кудеяров В.Н., Заварзин Г.А., Благодатский С.А., Борисов А.В. и др. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России. / М.: Наука. 2007. С. 315.

Literatura:

1. Ganzhara N.F. Praktikum po pochvovedeniyu. / M.: Agrokonsalt. 2002. S. 280.
2. Gangur, V.V. Czaricza polej v monokul`ture. // Zemledelie. 2010. №3. S. 27-29.
3. Dospexov B.A. Metodika polevogo opy`ta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul`tatov issledovanij. / M.: Agropromizdat. 1985. S. 351.
4. Kerefov K.N., Fiapshev B.X. Prirodny`e zony` i poyasa Kabardino-Balkarskoj ASSR. / Na`chik. 1977. S. 70.
5. Mamsirov N.I. i dr. Kukuruza v sevooborotax korotkoj rotacii i racional`noe primenenie udobrenij pri ee monokul`ture. // Zemledelie, 2014. №1. S. 35-37.
6. Novichixin A.M., Goncharova G.V., Balyunova E.A., Yudina L.N. Sistema primeneniya udobrenij pod kukuruзу v central`no-chernozemnom regione. // Mezhdunarodny`j nauchno-issledovatel`skij zhurnal. 2016. №1(43). Ch. 3. S. 30-35.
7. Voronin V.I., Stulin A.F., Blekanov D.N., Podrezov P.I., Drachyov N.A. Ocenka produktivnosti kukuruzy` v usloviyax vy`rashhivaniya eyo v sevooborote i v vide monokul`tury` pri dlitel`nom primenenii udobrenij. // Uspexi sovremennoj nauki. 2017. №7. S. 18-25.
8. Stulin A.F. Produktivnost` kukuruzy`, vy`rashhivaemoj v sevooborote i monokul`ture v usloviyax dlitel`nogo primeneniya udobrenij. // Zernovoe xozyajstvo Rossii. 2017.
9. Polevy`e i laboratorny`e metody` issledovaniya fizicheskix svojstv i rezhimov pochv: Metodicheskoe rukovodstvo. / Pod red. E.V. Sheina. / M.: Izd-vo MGU. 2001. S. 200.
10. Stulin A.F. Produktivnost` kukuruzy`, vy`rashhivaemoj v sevooborote i monokul`ture v usloviyax dlitel`nogo primeneniya udobrenij. // Zernovoe xozyajstvo Rossii. 2017. №3. S. 63-67.
11. <http://bolshefaktov.ru/v-mire/yekonomika/yeksport-rossiyskogo-zerna-vyros-v-2018-go-4152>

12. Puget P. Stock and distribution of total and corn-derived soil organic carbon in aggregate primary particle fractions for different land use and soil management practices. *Soil Science*. 2005. V. 170. P. 256-279.

13. Flessa H. Storage and stability of Organic Matter and Fossil Carbon in a Luvisol and Phaeozem with Continuous Maize cropping: A synthesis. *Plant Nutrition and Soil Sci.* 2008. V. 171. P. 36-51.

14. Kristiansen S.M. Natural ^{13}C abundance and Carbon Storage in Danish Soils under Continuous Silage Maize. *Eur. J. of Agron.* 2005. V. 22. P. 107-117.

15. Kudeyarov V.N., Zavarzin G.A., Blagodatskij S.A., Borisov A.V. i dr. Пулы́ и потоки углерода в наземны́х экосистемах России. / М.: Наука. 2007. С. 315.

© Сидакова М.С., Кишев А.Ю., Таов А.А., 2024. *International agricultural journal*, 2024, №3, 789-799.

Для цитирования: Сидакова М.С., Кишев А.Ю., Таов А.А. Рациональное применение удобрений при монокультуре кукурузы//*International agricultural journal*. 2024. №3, 789-799