

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО
AGRONOMY, FORESTY AND WATER MANAGEMENT**Общее земледелие и растениеводство**
General Farming and Crop Production

Научная статья
УДК 633.15/.16:631.8
doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-7-16

**Формирование элементов продуктивности озимого ячменя и кукурузы
на зерно в зависимости от различных доз вносимых удобрений**

Марина Хажмуратовна Балкарова¹, Хажсет Аскерханович Хамоков^{✉2}

¹Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Кабардино-Балкарской Республике, проспект Ленина, 5а, Нальчик, Россия, 360030

²Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, проспект Ленина, 1в, Нальчик, Россия, 360030

¹mmarinina020@gmail.com

^{✉2}simbioz7591q@yandex.ru

Аннотация. В данной статье анализируются результаты исследований по установлению зависимости продуктивности озимого ячменя и кукурузы от разных доз вносимых удобрений. Опыты проводились в предгорной зоне Кабардино-Балкарии с 2019 по 2021 годы. Почва опытных участков представлена черноземом выщелоченным. Содержание гумуса (по Тюрину) в пределах 3,5%, фосфора – 8,7 мг/100 г, калия – 11,1 мг/100 г (по Чирикову), рН почвы нейтральная – 6,7. В качестве объектов исследований были выбраны сорт озимого ячменя «Вавилон» и сорт кукурузы на зерно «Кавказ 307 МВ». Опыты показали, что на посевах озимого ячменя в вариантах с внесением удобрений показатели элементов продуктивности были выше, чем в контрольных. Повышение доз удобрений (в первый год исследований) с $N_{40}P_{40}$ до $N_{145}P_{160}K_{155}$ приводило к увеличению количества стеблей перед уборкой с 3,48 млн. шт./га до 4,67 млн. шт./га. Количество зерен и вес зерна одного колоса были ощутимо больше при внесении удобрений. Результаты опытов на посевах кукурузы на зерно также показали зависимость элементов продуктивности и структуры урожая от величины вносимого количества удобрений. Увеличение массы 1000 семян при использовании удобрений в первый год проведения опытов составило с 231 до 278, 6 г (около 19%); во второй год – с 213 до 250,4 г (около 14%); в третий – с 224 до 269,7г (около 19%). Длина початков в среднем за три года при внесении удобрений увеличивалась и доходила до 18,2 см. Погодные условия также оказали положительное влияние на формирование элементов продуктивности, что, в конечном итоге, привело к увеличению урожайности посевов.

Ключевые слова: элементы продуктивности, ячмень, кукуруза, климатические условия, удобрения, структура урожая

Для цитирования. Балкарова М. Х., Хамоков Х. А. Формирование элементов продуктивности озимого ячменя и кукурузы на зерно в зависимости от различных доз вносимых удобрений // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2025. № 1(47). С. 7–16.
doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-7-16

Original article

Formation of productivity elements of winter barley and corn for grain, depending on different doses of fertilizers applied

Marina Kh. Balkarova¹, Khazhset A. Khamokov^{✉2}

¹Office of Federal Service of State Registration, Cadastre and Cartography in the Kabardino-Balkarian Republic, 5a Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

²Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 1v Lenin Avenue, Nalchik, Russia, 360030

¹mmarinina020@gmail.com

^{✉2}simbioz7591q@yandex.ru

Abstract. This article analyzes the results of studies to establish the dependence of winter barley and corn productivity on different doses of applied fertilizers. The experiments were conducted in the foothill zone of Kabardino-Balkaria from 2019 to 2021. The soil of the experimental plots is represented by leached chernozem. The humus content (according to Tyurin) is within 3.5%, phosphorus – 8.7 mg/100 g, potassium – 11.1 mg/100 g (according to Chirikov). The soil pH is neutral – 6.7. The winter barley variety "Babylon" and the grain corn variety "Kavkaz 307 MV" were chosen as the objects of research. The experiments showed that in winter barley crops, in the variants with the application of fertilizers, the indicators of productivity elements were higher than in the control ones. An increase in the fertilizer doses (in the first year of the studies) from N₄₀P₄₀ to N₁₄₅P₁₆₀K₁₅₅ resulted in an increase in the number of stems before harvesting from 3.48 million pcs/ha to 4.67 million pcs/ha. The number of grains and the weight of grain in one ear were significantly higher when fertilizers were applied. The results of the experiments on corn crops for grain also showed the dependence of the productivity elements and the structure of the crop on the amount of fertilizers applied. The increase in the weight of 1000 seeds, when using fertilizers, in the first year of the experiments was from 231 to 278.6 g (about 19%); in the second year – from 213 to 250.4 g (about 14%); in the third – from 224 to 269.7 (about 19%). The length of the cobs, on average over three years, increased with the application of fertilizers and reached 18.2 cm. Weather conditions also had a positive effect on the formation of productivity elements, which ultimately led to an increase in crop yields.

Keywords: productivity elements, barley, corn, climate conditions, fertilizers, crop structure

For citation. Balkarova M.Kh., Khamokov Kh.A. Formation of productivity elements of winter barley and corn for grain, depending on different doses of fertilizers applied. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2025;1(47):7–16. (In Russ.).
doi: 10.55196/2411-3492-2025-1-47-7-16

Введение. В сельскохозяйственном производстве при прогнозировании и планировании работ по возделыванию культур, их уборке и прогнозе мероприятий по эффективному использованию ресурсов земельных площадей большое значение имеет использование минеральных органических удобрений [1, 2].

Одним из основных элементов системы земледелия является оптимизация обеспечения растений минеральным питанием с целью сохранения плодородия почвы, получения высоких, стабильных и качественных урожаев.

В Кабардино-Балкарии проводилось много различных исследований по производству сельхозкультур, в том числе и с использова-

нием удобрений. Но при этом вопросы прогнозирования и планирования получения стабильных урожаев при применении различных доз удобрений изучены не в полной мере [3–5].

В процессе производства сельскохозяйственных культур вопросы оптимизации процессов питания, технологические, агрохимические и биологические качества почвы и влияние использования удобрений на экологию являются достаточно актуальными [6, 7].

Цель исследования – установление зависимости урожайности посевов кукурузы на зерно и озимого ячменя от применения различного количества минеральных удобрений; оптимизация технологии их производ-

ства, влияющих, в конечном итоге, на увеличение урожайности культур в природно-климатических условиях предгорной зоны республики.

При проведении опытов ставились задачи:

- разработка способов и возможность получения планируемых урожаев озимого ячменя и кукурузы при использовании расчетных доз удобрений;

- изучение закономерности формирования элементов структуры урожая ячменя и кукурузы при разных вариантах минерального питания.

Материалы, методы и объекты исследования. Опыты проводились в учебно-производственном комплексе Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета имени В. М. Кокова (предгорная зона Кабардино-Балкарской Республики) в период с 2019 по 2021 годы.

При проведении исследований были учтены имеющиеся теоретические рекомендации при производстве сельскохозяйственных культур для условий неорошаемого земледелия. При проведении лабораторных и полевых опытов использовался системный подход, применялся метод математической статистики при обработке полученных результатов исследования.

Схема опытов:

Размер делянок: 7 м * 15 м = 105 м².

Учетная площадь делянок 5 м * 13 м = 65 м².

Опыт проводился на 2-х полях со следующим чередованием культур: кукуруза, кукуруза, ячмень и ячмень, ячмень, кукуруза.

Уровни удобрения:

- 1) контроль (без удобрения);
- 2) 1N 1P (на прибавку урожая в 25%);
- 3) 1N 1P 1K (на прибавку урожая в 25%);
- 4) 2N 2P 2K (на прибавку урожая в 50%);
- 5) 3N 3P 3K (на прибавку урожая в 100%).

Количество повторностей в каждом варианте удобрения 4. Дозы удобрений рассчитаны методом элементарного баланса на прибавку урожая.

Участки, на которых проводились опыты, представлены черноземом выщелоченным. Количество гумуса (по Тюрину) в почве около 3,5%, обменного калия – 11,0 мг/100 г (повышенное, по Чирикову), фосфора – 8,7 мг/100 г почвы. Почвы имеют нейтральную кислотность pH – 6,7.

Объектами исследований были выбраны сорт озимого ячменя «Вавилон» и сорт кукурузы на зерно «Кавказ 307 МВ».

Результаты исследования. По результатам полевых исследований установлено, что величина урожайности посевов ячменя и кукурузы изменялась в зависимости от количества вносимых удобрений [8, 9].

Величины показателей продуктивности ячменя: количество зерен в колосе, количество стеблей, вес зерен одного колоса, вес 1000 семян и показатели урожайности культуры.

Результаты исследований свидетельствуют, что внесение удобрений значительно влияет на величины показателей продуктивности (табл. 1, 2).

Таблица 1. Зависимость величины элементов продуктивности и урожая зерна посевов ячменя от различных доз удобрения

Table 1. Dependence of the value of productivity elements and grain yield of barley crops on different doses of fertilizer

Вариант опыта	Число продуктивных стеблей перед уборкой, млн шт./га			Число зерен в 1 колосе, шт.			Вес зерна 1 колоса, г			Масса 1000 зерен, г			Биологическая урожайность, т/га		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Контроль	3,30	3,11	2,65	27,5	27,4	28,9	1,00	0,96	1,01	36,3	35,0	34,9	2,76	2,64	2,84
N ₄₀ P ₂₀	3,48	3,39	3,22	29,7	30,3	30,9	1,17	1,16	1,17	39,4	38,2	37,8	3,49	3,53	3,63
N ₄₀ P ₂₀ K ₃₅	3,53	3,36	3,50	30,1	30,0	30,6	1,18	1,16	1,16	39,1	38,6	37,8	3,58	3,50	3,58
N ₇₀ P ₄₀ K ₆₀	4,30	3,97	4,07	30,0	30,2	30,4	1,22	1,19	1,21	40,6	39,4	39,8	3,68	3,67	3,71
N ₁₄₅ P ₈₀ K ₁₂₀	4,67	4,48	4,43	27,8	31,4	31,2	1,17	1,24	1,25	42,0	39,7	40,0	3,56	3,89	3,92

Таблица 2. Зависимость показателей урожайности и формирования элементов продуктивности озимого ячменя от применения разных доз минеральных удобрений, (в среднем за 2019-2021 гг.)

Table 2. Dependence of yield indicators and formation of productivity elements of winter barley on the use of different doses of mineral fertilizers, (on average for 2019-2021)

Вариант опыта		Число продуктивных стеблей перед уборкой, млн. шт./га	Число зерен в 1 колосе, шт.	Вес зерна 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га
1	Контроль	3,06	27,8	0,98	35,5	3,00
2	N ₄₀ P ₂₈	3,36	30,4	1,17	38,5	3,94
3	N ₄₀ P ₂₈ K ₃₅	3,46	30,4	1,17	38,5	4,05
4	N ₇₀ P ₅₃ K ₆₇	4,11	30,3	1,21	40,0	4,98
5	N ₁₄₅ P ₁₀₇ K ₁₃₀	4,53	31,0	1,25	40,5	5,67

Но, в зависимости от климатических условий, мы имеем разные показатели структуры урожая. Например, в контрольном варианте число продуктивных стеблей оказалось меньше, чем в остальных, и находилось в пределах 3,29; 3,10 и 2,75 млн шт./га, что говорит о снижении данного показателя.

Влияние погодных условий на элементы структуры урожая при внесении удобрений было не таким заметным. Но внесение удобрений в нарастающем количестве все же приводило к увеличению показателей структуры урожая.

Повышение количества применяемых удобрений (в начале исследования, 2019 г.) с N₄₀P₄₀ до N₁₄₅P₁₆₀K₁₅₅ привело к увеличению количества стеблей с 3,46 до 4,65 млн шт./га.

Результаты проведенных исследований с применением удобрений показали влияние их на показатели структуры урожая по сравнению с контрольным вариантом.

В частности, в контрольном варианте масса зерен с 1 колоса составляла 27,4-28,2 г, а при внесении удобрений находилась в пределах 29,7-30,9 г.

Как показали проведенные опыты, применение удобрений в нарастающем порядке приводит к повышению веса зерен на одном колосе. По сравнению с контрольным вариантом, где масса зерен одного колоса находилась в пределах 0,95-1,00 г, внесение удобрений под посевы увеличило этот показатель до 1,15-1,24 г. Вес 1000 зерен также имел тенденцию к увеличению и составил 37,8-42,0 г при внесении удобрений, а в контрольном варианте – 35,0-36,3 г.

Прогнозируемая урожайность посевов озимого ячменя в 2019 г. была выше, чем в остальные годы, когда наблюдались периодические ухудшения погодных условий. Так, в 2019 г. показатель прогнозируемой урожайности равнялся 3,33 т/га, в 2020 г. – 3,02 т/га, а в 2021 г. – 2,76 т/га. Внесение под посевы ячменя расчетных доз удобрений привело к повышению показателей элементов продуктивности, в результате чего биологическая урожайность равнялась в 2019 г. – 5,98 т/га, в 2020 г. находилась в пределах 5,5 т/га, а в 2021 г. составляла 5,57 т/га. В вариантах с внесением более высоких доз удобрений показатели урожайности были выше.

Если в среднем за три года значение продуктивных стеблей перед уборкой находилось в пределах 3,04 млн шт./га, то использование удобрений приводило к повышению значения этого показателя на 10-46%. В частности, применение удобрений в количестве N₁₄₅P₁₀₇K₁₃₀ увеличило их количество до 4,52 млн. шт./га.

Соответствующую тенденцию к увеличению наблюдаем и по другим показателям структуры урожая: масса 1000 зерен и вес зерна с 1 колоса – 1,24 и 40,4 г соответственно, в вариантах применения наибольших доз удобрений – 380 кг действующего вещества – N; P₂O₅ и K₂O.

За все годы исследований данные по биологической урожайности составили (в среднем): 39,5-57,0 ц/га (при применении удобрений) и 30,3 ц/га – на контроле.

В ходе полевых опытов по исследованию посевов кукурузы на зерно были определены

величина стояния посевов, количество початков на 1 растении и на 1 гектаре, количество зерен одного початка, вес 1000 зерен, длина початка.

Проведенные исследования позволили установить, что внесение удобрений существенного влияния не оказало на показатели

большинства составных элементов продуктивности растений. Но в то же время использование удобрений значительное влияние оказало на увеличение веса 1000 зерен, веса зерен с 1 початка и количества зерен 1 початка (табл. 3-6).

Таблица 3. Зависимость показателей структуры урожая кукурузы от применения различных норм и систем удобрений, 2019 г.

Table 3. Dependence of corn yield structure indicators on the use of various fertilizer rates and systems, 2019

Вариант опыта		Показатели густоты растений, тыс. шт./га	Показатели кол-ва початков, тыс. шт./га	Число початков на одном растении, шт.	Показатели длины початков, см	Кол-во рядков на одном початке	Кол-во зерен на рядках початка	Кол-во зерен одного початка, шт.	Вес зерен одного початка, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
1	Контроль	54,9	61,0	1,11	16,4	12	21,1	297,0	68,9	232,0	4,19
2	N ₅₀ P ₅₀	53,6	61,1	1,12	17,5	12	23,9	332,5	90,4	272,0	5,42
3	N ₅₀ P ₅₀ K ₂₅	53,7	61,4	1,13	17,1	12	23,9	336,2	92,0	273,7	5,58
4	N ₉₅ P ₉₅ K ₅₀	54,9	62,1	1,14	18,1	12	24,2	354,4	98,2	277,1	6,14
5	N ₁₉₀ P ₁₉₀ K ₁₀₅	53,7	62,9	1,13	18,0	12	24,6	360,0	100,2	278,6	6,08

Таблица 4. Зависимость показателей структуры урожая кукурузы от применения различных норм и удобрений, 2020 г.

Table 4. Dependence of corn yield structure indicators on the use of various rates and fertilizers, 2020

Варианты		Показатели густоты растений, тыс. шт./га	Показатели кол-ва початков, тыс. шт./га	Число початков на одном растении, шт.	Показатели длины початков, см	Кол-во рядков на одном початке	Кол-во зерен на рядках початка	Кол-во зерен одного початка, шт.	Вес зерен одного початка, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
1	Контроль	52,6	60,1	1,12	15,9	12	20,4	287,2	61,1	213,0	3,59
2	N ₅₀ P ₂₀	52,7	60,2	1,12	16,0	12	22,5	330,6	72,5	219,5	4,27
3	N ₅₀ P ₂₀ K ₂₀	52,7	60,2	1,12	16,0	12	22,4	329,2	73,7	224,1	4,35
4	N ₉₅ P ₄₀ K ₄₀	53,0	61,0	1,13	16,8	12	23,7	347,4	86,1	248,0	5,15
5	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₈₀	52,8	61,0	1,13	17,0	12	24,0	351,6	88,0	250,4	5,25

Исследования показали, что применение удобрений позволило превысить показатели длины початка на растениях в сравнении с контрольным вариантом. Этот показатель составил по годам исследований соответствен-

но 16, 5; 16,0 и 16,4 см (в контрольном варианте); а внесение удобрений под посевы повысило этот показатель на 1,0-1,6 см в 2019 г.; 1,0-1,9 см – в 2020 и 2021 гг., что составило 6,5-10,1% и 6,1-12,3% соответственно.

Таблица 5. Зависимость показателей структуры урожая кукурузы от применения различных норм и систем удобрений, 2021 г.

Table 5. Dependence of corn yield structure indicators on the use of various fertilizer rates and systems, 2021

Варианты	Показатели густоты растений, тыс. шт./га	Показатели кол-ва початков, тыс. шт./га	Число початков на одном растении, шт.	Показатели длины початков, см	Кол-во рядков на одном початке	Кол-во зерен на рядках початка	Кол-во зерен одного початка, шт.	Вес зерен одного початка, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
1 Контроль	52,7	60,7	1,11	15,3	12	20,0	293,0	65,6	224,0	3,83
2 N ₅₀ P ₂₀	52,8	60,4	1,12	16,3	12	22,7	333,4	84,2	252,8	4,97
3 N ₅₀ P ₂₀ K ₂₀	52,8	60,4	1,12	16,4	12	22,7	333,4	85,0	255,2	5,02
4 N ₉₅ P ₅₀ K ₄₅	52,8	61,0	1,13	17,2	12	24,1	353,0	94,3	267,3	5,62
5 N ₁₉₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	53,0	61,1	1,13	17,3	12	24,4	357,2	96,3	269,7	5,76

Таблица 6. Зависимость показателей структуры урожая кукурузы от применения различных норм и удобрений (в среднем, за 2019-2021 гг.)

Table 6. Dependence of corn yield structure indicators on the use of various rates and fertilizers (on average, for 2019-2021)

Варианты	Показатели густоты растений, тыс. шт./га	Показатели кол-ва початков, тыс. шт./га	Число початков на одном растении, шт.	Показатели длины початков, см	Кол-во рядков на одном початке	Кол-во зерен на рядках початка	Кол-во зерен одного початка, шт.	Вес зерен одного початка, г	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
1 Контроль	53,0	60,3	1,11	15,2	12	20,0	292,3	65,3	223,5	3,84
2 N ₅₀ P ₃₀	53,0	60,6	1,12	16,3	12	22,7	332,2	82,4	248,1	4,89
3 N ₅₀ P ₃₀ K ₂₂	53,1	60,7	1,12	16,3	12	22,7	333,0	83,6	251,1	4,97
4 N ₉₅ P ₆₂ K ₄₅	53,2	61,3	1,13	17,0	12	24,0	351,6	92,8	264,1	5,57
5 N ₁₉₀ P ₁₂₃ K ₉₅	53,1	61,3	1,13	17,1	12	24,3	356,4	94,8	266,2	5,68

В контрольных вариантах в годы проведения исследований количество зерен составило 21,2; 20,5 и 20,0 соответственно. Применение удобрений под посевы позволило повысить эти показатели до 2,7-4,4; 2,9-4,5 и 2,6-4,3 шт.

Как известно, от длины початков и количества зерен в рядках початка зависит и общее число зерен одного початка. Исследования показали, что значения этого показателя увеличиваются при внесении расчетных доз удобрений под посевы, и по годам исследований он составил 361,0, 352,6 и 357,3 шт., тогда как на контроле эти показатели нахо-

дились в пределах; 298,0, 288,2 и 293,3 шт. соответственно.

Показатели веса зёрен одного початка также повысились от применения удобрений в 2019 г. с 101,0 г (на 44%), в 2020 г с 62,0 до 88,7 г (на 42%) и в 2021 году с 66,3 до 97,0 г (на 45%).

Установлено, что применение удобрений в малых, средних и повышенных дозах ведет к увеличению показателей продуктивности посевов.

По результатам первого года исследований внесение удобрений приводило к повышению веса 1000 зерен до 20% – с 232 до

279,7 г.; во втором году исследований этот показатель увеличился до 15% – с 214 до 251,6 г; и на 20% – в третьем году исследований – с 225 до 270,8 г.

Среднегодовое (за три года) внесение $N_{95}P_{62}K_{45}$ и $N_{190}P_{123}K_{95}$ приводило к увеличению длины початков до 18,1 и 18,2 см соответственно по сравнению с контрольным вариантом, где этот показатель составлял 16,3 см.

Внесение удобрений под посеы также приводило к увеличению количества зерен в рядке початка до 13–21%.

Повышение количества удобрений до $N_{95}P_{62}K_{45}$ приводило к увеличению количества зерен в рядке до 25,2%, а увеличение доз вносимых удобрений не приводило к существенному росту этого показателя.

Применение удобрений в возрастающем порядке приводило к увеличению веса 1000 зерен с 253 до 270,8 г по сравнению с контрольным вариантом, где этот показатель составлял 225 г.

Применение удобрений в норме $N_{50}P_{30}K_{22}$ приводило к увеличению веса зерен одного

початка до 28%, а при норме $N_{95}P_{62}K_{45}$ и $N_{190}P_{123}K_{95}$ – до 45% по сравнению с контрольным вариантом – 66,3 г.

Необходимо указать, что у растений кукурузы изменение показателей продуктивности происходило не в прямой зависимости от дозы вносимых удобрений. При увеличении количества удобрений с $N_{95}P_{62}K_{45}$ к $N_{190}P_{123}K_{95}$ увеличение показателей было несущественным. На наш взгляд, это было связано с дефицитом влаги в почве в период проведения опыта.

Показатели площади листовой поверхности растений кукурузы также имели прямую зависимость от внесения удобрений (табл. 7). Величины данного показателя определялись во всех фазах роста и развития растений. По полученным результатам можно констатировать, что величина площади листовой поверхности растений кукурузы во всех вариантах опыта была значительно выше при внесении удобрений по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 7. Влияние разных систем удобрения на динамику увеличения площади листовой поверхности кукурузы на зерно, м²/га
Table 7. Effect of different fertilization systems on the dynamics of increase in the leaf surface area of grain corn, m²/ha

Варианты опыта		Фазы роста и развития			
		фаза 5-6 листов	фаза выметывания	фаза молочной спелости	фаза молочно-восковой спелости
2019 г.	Контроль	4820	24645	27344	26115
	$N_{50}P_{50}$	5210	26244	31914	31110
	$N_{50}P_{50}K_{25}$	5224	26187	31723	31425
	$N_{95}P_{95}K_{50}$	5322	28344	33572	32998
	$N_{190}P_{190}K_{105}$	5399	28988	34640	34010
2020 г.	Контроль	3960	20174	23921	23120
	$N_{50}P_{20}$	4240	23542	26453	25928
	$N_{50}P_{20}K_{20}$	4175	23029	26710	26026
	$N_{95}P_{40}K_{40}$	4265	25117	28819	28130
	$N_{190}P_{80}K_{80}$	4384	25443	29900	28980
2021 г.	Контроль	4109	20280	22360	22010
	$N_{50}P_{20}$	4450	22040	26129	25687
	$N_{50}P_{20}K_{20}$	4516	22985	26240	25195
	$N_{95}P_{50}K_{45}$	4602	25328	28120	27710
	$N_{190}P_{100}K_{100}$	4583	26650	29830	29043
Среднее	Контроль	4296	21700	24542	23748
	$N_{50}P_{30}$	4633	23942	28165	27575
	$N_{50}P_{30}K_{22}$	4638	24067	28224	27549
	$N_{95}P_{62}K_{45}$	4730	26263	30170	29613
	$N_{190}P_{123}K_{95}$	4789	26694	31457	30678

По усредненным показателям (за три года), площадь ассимиляционной поверхности листьев у посевов кукурузы была значительно выше в вариантах внесения удобрений (табл. 7).

Исследования показали, что применение удобрений под посевы кукурузы способст-

вовало увеличению показателей высоты растений, однако зависимость была непропорциональной (табл. 8). В результате проведения опытов выявлено, что в разных фазах роста и развития растений кукурузы влияние удобрений на высоту растений проявлялось по-разному.

Таблица 8. Влияние разных систем удобрения на динамику увеличения высоты растений кукурузы на зерно, см

Table 8. Effect of different fertilization systems on the dynamics of increase in the height of grain corn plants, cm

Варианты опыта		Фазы роста и развития			
		фаза 5-6 листьев	фаза выметывания	фаза молочной спелости	фаза молочно- восковой спелости
2019 г.	Контроль	37,7	149,4	209,5	208,7
	N ₅₀ P ₅₀	43,4	162,7	224,9	221,9
	N ₅₀ P ₅₀ K ₂₅	44,5	164,8	225,3	223,6
	N ₉₅ P ₉₅ K ₅₀	44,3	186,3	236,4	233,9
	N ₁₉₀ P ₁₉₀ K ₁₀₅	43,8	191,4	243,2	241,1
2020 г.	Контроль	36,4	142,6	177,6	176,1
	N ₅₀ P ₂₀	41,8	154,2	204,8	201,6
	N ₅₀ P ₂₀ K ₂₀	41,8	153,4	211,3	204,3
	N ₉₅ P ₄₀ K ₄₀	43,1	168,8	216,4	213,1
	N ₁₉₀ P ₈₀ K ₈₀	42,7	174,5	229,8	226,7
2021 г.	Контроль	37,6	140,8	175,3	171,6
	N ₅₀ P ₂₀	42,3	148,5	211,2	210,1
	N ₅₀ P ₂₀ K ₂₀	42,6	149,3	209,3	211,4
	N ₉₅ P ₅₀ K ₄₅	43,1	170,1	221,4	219,5
	N ₁₉₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	43,1	178,5	226,7	223,3
Среднее	Контроль	37,3	144,2	187,5	185,5
	N ₅₀ P ₃₀	42,5	155,1	213,0	211,6
	N ₅₀ P ₃₀ K ₂₂	42,9	155,8	215,3	213,2
	N ₉₅ P ₆₂ K ₄₅	43,5	175,1	224,7	222,3
	N ₁₉₀ P ₁₂₃ K ₉₅	43,2	181,5	233,2	230,4

Взаимосвязь этих факторов изменения показателей от применения удобрений повлияла в конечном итоге на значения показателей продуктивности исследуемых культур.

Выводы. 1. Проведенные исследования позволили определить, что увеличение показателей урожайности исследуемых культур находилось в прямой зависимости от количества вносимых удобрений, которые были рассчитаны балансовым методом. Внесение малых, средних и повышенных норм минеральных удобрений под посевы озимого ячменя оказало положительное влияние на показатели продуктивности культуры, такие как вес 1000 зерен, число зерен и вес зерен 1 колоса, количество стеблей перед уборкой, что при-

вели к увеличению урожайности зерна с 2,7 (на контроле, без удобрения) до 5,5 т/га.

2. В вариантах, где вносились удобрения, не было такой определенной взаимосвязи между погодными условиями и значениями элементов структуры урожая. Вместе с тем во все годы проведения опытов с ростом дозы удобрения показатели элементов структуры урожая повышались.

3. В первый год исследования увеличение доз вносимых удобрений от N₄₀P₄₀ до N₁₄₅P₁₆₀K₁₅₅ сопровождалось возрастанием числа продуктивных стеблей перед уборкой. Число зерен в колосе и масса зерна 1 колоса были значимо выше в вариантах удобрения, чем в контрольном варианте, но между вари-

антами с внесением удобрений показатели практически не различались.

4. Исследования на посевах кукурузы также выявили зависимость урожайности культуры от применения минеральных удобрений. В частности, внесение удобрений ока-

зало значительное влияние на такие показатели, как вес зерен одного початка, длина початков, число зерен одного початка. Доказано, что внесение удобрений оказывает не столь существенное влияние на остальные показатели структуры урожайности растений.

Список литературы

1. Андреев С. С. Организационно-экономическое обоснование применения минеральных удобрений под зерновые культуры: автореферат дис. ... канд. экон. наук. Москва: ВНИИЭСХ, 1999. 23 с.
2. Багринцева В. Н. Исследования по совершенствованию технологии возделывания кукурузы в Ставропольском крае // Кукуруза и сорго. 2008. № 1. С. 16–20. EDN: RARKEL
3. Батьков Б. О. Зависимость между содержанием подвижного фосфора, эффективностью фосфорных удобрений и урожаем кукурузы на предкавказских черноземах в условиях орошения // Бюллетень ВИУА. 1974. № 2. С. 59.
4. Бельтюков Л. П., Чепец Е. С. Применение удобрений, сроки и способы уборки озимого ячменя: монография. Пос. Персиановский: Изд-во Донского государственного аграрного университета, 2015. 183 с. ISBN: 978-5-98252-229-0. EDN: UIIJEJ
5. Бозиев Х. К., Кумахов В. И. Продуктивность гибридов кукурузы на выщелоченных черноземах // Аграрная наука. 2008. № 6. С. 15–16. EDN: JUNGBP
6. Тарчоков Х. Ш. Технология производства кукурузы (Технология ухода за посевами). Нальчик, 2000. 16 с.
7. Хачетлов Р. М. Технология производства кукурузы (Программирование урожаев). Нальчик, 2000. 20 с.
8. Шалов Т. Б. Урожайность культур в зависимости от использования расчётных доз удобрения в условиях вертикальной зональности КБР // Материалы Всероссийской научной конференции «Агрохимия на пороге XXI века» // Бюллетень ВИУА. 1998. № 111. С. 24–26. EDN: VRPUSD
9. Шалов Т. Б. Урожайность подсолнечника и кукурузы в степной и горной зонах Кабардино-Балкарии при использовании расчётных доз удобрений // Бюллетень ВИУА. 1997. № 110. С. 51–52. EDN: VRPUQF

References

1. Andreev S.S. *Organizacionno-ekonomicheskoe obosnovanie primeneniya mineral'nyh udobrenij pod zernovye kul'tury: avtoreferat dis. ... kand. jekon. nauk* [Organizational and economic justification for the use of mineral fertilizers for grain crops: abstract of dis. ... candidate of economic sciences]. Moscow: VNIIESSH, 1999. 23 p. (In Russ.)
2. Bagrintseva V.N. Issledovaniya po sovershenstvovaniyu tekhnologii vozdelvaniya kukuruzy v Stavropol'skom krae. *Kukuruza i Sorgo*. 2008;(1):16–20. (In Russ.). EDN: RARKEL
3. Bat'kov B.O. Zavisimost' mezhdru sodержaniem podvizhnogo fosfora, effektivnost'yu fosfornyh udobrenij i urozhaem kukuruzy na predkavkazskih chernozemah v usloviyah orosheniya. *Bulleten VIUA*. 1974;(2):59. (In Russ.)
4. Beltyukov L.P., Chepets E.S. *Primenenie udobrenij, sroki i sposoby uborki ozimogo yachmenya: monografiya* [Application of fertilizers, timing and methods of harvesting winter barley: monograph]. Village Persianovsky: Izd-vo Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2015. 183 p. ISBN: 978-5-98252-229-0. (In Russ.). EDN: UIIJEJ
5. Bozиеv Kh.K., Kumakhov V.I. Productivity of maize hybrids on loss-alkali chernozem. *Agrarian Science*. 2008;(6):15–16. (In Russ.). EDN: JUNGBP
6. Tarchokov H.Sh. *Tekhnologiya proizvodstva kukuruzy (Tekhnologiya uhoda za posevami)* [Technology of corn production (Technology of crop care)]. Nalchik, 2000. 16 p. (In Russ.).
7. Khachetlov R.M. *Tekhnologiya proizvodstva kukuruzy (Programmirovaniye urozhaev)* [Technology of corn production (Programming of yields)]. Nalchik. 2000. 20 p. (In Russ.)
8. Shalov T.B. Urozhajnost' kul'tur v zavisimosti ot ispol'zovaniya raschyotnyh doz udobreniya v usloviyah vertikal'noj zonal'nosti KBR. *Bulleten VIUA*. 1998;(111):24–26. (In Russ.). EDN: VRPUSD

9. Shalov T.B. Urozhajnost' podsolnechnika i kukuruzy v stepnoj i gornoj zonah Kabardino-Balkarii pri ispol'zovanii raschyotnyh doz udobrenij. *Bulleten VIUA*. 1997;(110):51–52. (In Russ.) EDN: VRPUQF

Сведения об авторах

Балкарова Марина Хажмуратовна – кандидат сельскохозяйственных наук, специалист-эксперт, Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Кабардино-Балкарской Республике

Хамокков Хажсет Аскерханович – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий специалист, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова, SPIN-код: 8228-5620

Information about the authors

Marina Kh. Balkarova – Candidate of Agricultural Sciences, specialist-expert, Office of the Federal Service for State Registration, Cadastre and Cartography of the Kabardino-Balkarian Republic

Khazhset A. Khamokov – Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Specialist, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, SPIN-code: 8228-5620

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

*Статья поступила в редакцию 10.02.2025;
одобрена после рецензирования 28.02.2025;
принята к публикации 10.03.2025.*

*The article was submitted 10.02.2025;
approved after reviewing 28.02.2025;
accepted for publication 10.03.2025.*