Научная статья
УДК 633.142

ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НОВОГО ГИБРИДА КУКУРУЗЫ ШИХАН

[1]Булат Гилимханович Ахияров, [1]Дамир Рафаэлович Исламгулов,
[2]Ришат Рифмильевич Абдулвалеев, [1]Луиза Мунировна Ахиярова
[1]ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, Республика Башкортостан, Уфа, Россия
[2]ФГБОУ ВО «УГНТУ», Республика Башкортостан, Уфа, Россия

Аннотация. В данной статье рассмотрены особенности минерального питания кукурузы на чернозёмах выщелоченных в условиях Республики Башкортостан. Наличие такой информации поможет сократить затраты на удобрения, повышающие устойчивость растений к неблагоприятным условиям роста и развития. Исследования проводили в условиях Учебно-научного центра БГАУ. Проведено изучение разных доз минерального митания с целью установления оптимального питания и повышения продуктивности гибрида кукурузы. Изучен линейный рост растений и площадь листовой поверхности кукурузы в зависимости от минерального питания. Установлена динамика накопления зеленой массы в разные периоды роста в заисимости от уровня питания. Установлены оптимальные дозы внесения минеральных удобрений для нового гибрида кукурузы Шихан. Гибрид Шихан - (ФАО 170), раннеспелый трёхлинейный гибрид универсального направления использования. Холодостойкий гибрид, с хорошим начальным развитием. Рекомендован для возделывания по интенсивной технологии на зерно и силос с содержанием зерна восковой спелости, в регионах с ограниченным периодом вегетации. Его главное преимущество – засухоустойчивость, высокая урожайность, быстрая отдача влаги зерном при созревании. Гибрид ремонтантный, созревает на зелёном стебле, даёт высокий урожай зерна. Наибольшая продуктивность гибрида кукурузы Шихан была при внесении минерального удобрения в дозе N103P60K222, где получено 42,38 т/га зеленой массы.

Ключевые слова: кукуруза, силос, удобрение, минеральное питание, доза, гибрид Шихан.

Для цитирования: Оптимизация минерального питания нового гибрида кукурузы Шихан / Б.Г. Ахияров, Д.Р. Исламгулов, Р.Р. Абдулвалеев, Л.М. Ахиярова // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 1 (101). С. 24-28.

Original article

OPTIMIZATION OF MINERAL NUTRITION OF THE NEW SHIKHAN CORN HYBRID

[1]Bulat G. Akhiyarov, [1]Damir R. Islamgulov, [2]Rishat R. Abdulvaleev, [1]Luiza M. Akhiyarova
[1] Bashkir State Agrarian University, Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia
[2]Ufa State Petroleum Technical University, Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia

Abstract. This article discusses the features of the mineral nutrition of corn on leached chernozems in the conditions of the Republic of Bashkortostan. The availability of such information will help reduce the cost of fertilizers that increase plant resistance to adverse growth and development conditions. The research was carried out in the conditions of the Educational and Scientific Center of the BSAU. The study of different doses of mineral nutrition was carried out in order to establish optimal nutrition and increase the productivity of a corn hybrid. The linear growth of plants and the area of the leaf surface of corn depending on mineral nutrition were studied. The dynamics of the accumulation of green mass in different periods of growth, depending on the level of nutrition, has been established. The optimal doses of mineral fertilizers for the new hybrid of Sheehan corn have been established. Sheehan hybrid - (FAO 170), an early-maturing three-line hybrid of universal use. A cold-resistant hybrid, with good initial development. It is recommended for cultivation using intensive technology for grain and silage with a grain content of waxy ripeness, in regions with a limited growing season. Its main advantage is drought resistance, high yield, fast moisture return of grain during ripening. The hybrid is remontant, matures on a green stem, and yields a high grain yield. The greatest productivity of the Shihan corn hybrid was when applying mineral fertilizer at a dose of N103P60K222, where 42.38 t/ha of green mass was obtained.

Keywords: corn, silage, fertilizer, mineral nutrition, dose, Shihan hybrid.

For citation: B.G. Akhiyarov, D.R. Islamgulov, R.R. Abdulvaleev, L.M. Akhiyarova. Optimization of mineral nutrition of the new Shikhan corn hybrid. Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024; (1): 24-28(In Russ.).

Введение. В создании прочной кормовой базы в хозяйствах республики важное место отводится кукурузе, как основной силосной культуре, которая при соблюдении технологии возделывания дает по сравнению с другими кормовыми культурами, наибольший выход кормовых единиц с 1 га посева [1, с. 178].

Исследованиями научных учреждений республики и опытом производства доказано, что в условиях республики, особенно её предуральской степной и южной лесостепной зонах, можно получать урожай зеленой массы кукурузы с зерном молочно-восковой и восковой спелости, а при использовании на посев наиболее раннеспелых гибридов - и полной спелости [2, с. 28].

Основными требованиями современной технологии возделывания кукурузы являются: использование для посева раннеспелых гибридов с продолжительностью вегетационного периода не более 120 дней, посев в оптимально ранние сроки, внесение необходимой нормы минеральных удоб-

рений, формирование оптимальной густоты стеблестоя на поле, эффективное применение почвенных и повсходовых гербицидов, а также других средств защиты растений [3, с. 3].

В 100 кг зерна кукурузы содержится 134 корм. ед., овса-100, ячменя-127 корм. ед. Зерно кукурузы в раздробленном и размолотом виде хорошо усваивается животными, В нем содержится до 10% белка, 60-65% крахмала, свыше 4% жира [4, с. 68]. Высокой питательностью отличаются початки кукурузы и кукурузные стебли. Стебли сохраняют кормовую ценность даже в фазе полной спелости зерна и используются для приготовления силоса, а также скармливаются в сухом измельченном виде [6, с. 47]. В 100 кг силоса из початков содержится примерно 40 корм. ед., в стеблях, листьях и початках -21, в силосе из листьев и стеблей без початков- 15 корм. ед. Силос из стеблей и других частей подсолнечника имеет только 13,9 корм. ед. Кукуруза, убранная в фазе молочно-восковой спелости зерна, дает ценный силос, питательная ценность которого при этом повышается на 15-20 % (в 100 кг силоса содержится 28-32 кормовых единиц) [7, с. 54].

Цель исследований. Целью наших исследований являлось получение устойчивых урожаев зеленой массы кукурузы с початками молочно-восковой и восковой спелости при внесении различных доз минеральных удобрений.

Задачи исследований. В связи с этим были поставлены следующие задачи:

- провести фенологические наблюдения;
- определить густоту стояния растений;
- изучить накопление зеленой и воздушно-сухой массы в динамике;
- определить структуру урожая;
- провести учет урожая зеленой массы.

Материалы и методы исследования. Постановку полевых опытов проводили по Б. А. Доспехову. Наступление фенологических фаз - согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Содержание гумуса определяли по ГОСТ 26213-91; валового азота - по Къельдалю; минеральные формы - по А.Н. Бочкареву и В.Н. Кудеярову; подвижного фосфора и обменного калия - по методу Чирикова (ГОСТ 26204-91); кислотность определяли в 1,0 н KCl вытяжке потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85).

Исследования по оптимизации минерального питания нового гибрида кукурузы Шихан, созданного в условиях республики Башкирским ГАУ совместно с Всероссийским НИИ кукурузы, проводили в условиях Учебно-научного центра Башкирского ГАУ. В 2021 году гибрид Шихан включен в государственный реестр селекционных достижений и стояла задача разработать сортовую адаптированную технологию его возделывания. Гибрид Шихан - (ФАО 170), раннеспелый трёхлинейный гибрид универсального направления использования. Холодостойкий гибрид, с хорошим начальным развитием. Рекомендован для возделывания по интенсивной технологии на зерно и силоса с содержанием зерна восковой спелости в регионах с ограниченным периодом вегетации. Его главное преимущество – засухоустойчивость, высокая урожайность, быстрая отдача влаги зерном при созревании. Гибрид ремонтантный, созревает на зелёном стебле, даёт высокий урожай зерна. Устойчив к ломкости стебля ниже початка во время вегетации пузырчатой головне, стеблевым гнилям и ломкости стебля, среднеустойчив к пыльной головне и фузариозу початков. Устойчив к прикорневому полеганию, к поражению стеблевыми гнилями, пыльной и пузырчатой головней, а также к повреждению кукурузным стеблевым мотыльком.

Характеристика почвы опытного участка: почва - чернозем выщелоченный, среднемощный, среднегумусный, тяжелосуглинистый на делювиальном карбонатном суглинке. Агрохимические показатели пахотного слоя: содержание гумуса – 6,1±0,2; нитратный азот – 0,47±0,02; фосфора – 0,18±0,01; калия – 1,5±0,03%; сумма поглощенных оснований – 39,3±0,3 мг-экв. на 100 г почвы; pH_{kcl} -5,4±0,1.

Результаты и их обсуждение. Линейный рост кукурузы в значительной степени определяется погодными условиями, находясь в прямой зависимости от освещения, температуры и влажности воздуха. Теплая и влажная погода лета 2021-2023 годов оказала благоприятное влияние на темпы роста растений кукурузы.

Исследованиями выявлено, что растения кукурузы в первоначальный период растут медленно - 1.5см/сутки. Это происходит до образования первого надземного стеблевого узла, так как в это время усиленно развивается корневая система. Затем темпы роста постепенно увеличиваются, достигая максимума перед выметыванием, до 5.1см/сутки. После цветения рост в высоту прекращается. За короткий период растения накапливают до 75% органической массы (табл. 1).

Таблица 1 - Линейный рост кукурузы в зависимости от внесения минеральных удобрений, см

Вариант	Дата определения						
	1.06	15.06	1.07	15.07	1.08	15.08	30.08
2021 г.							
N33K32	7,2	20,9	74,8	106,8	204,0	262,0	280,0
N61P12K123	7,5	23,0	77,9	108,1	213,0	285,0	289,0
N103P60K222	7,6	25,5	78,3	110,0	219,0	292,0	293,0
2022 г.							
N33K32	7,1	21,2	75,0	96,0	202,0	267,0	281,0
N61P12K123	7,3	26,0	80,0	101,9	211,0	288,0	292,0
N103P60K222	7,7	25,1	82,0	108,7	222,0	292,0	295,0
2023 г.							
N33K32	7,3	22,4	74,6	97,1	210,0	269,0	284,0
N61P12K123	7,6	26,8	81,3	103,4	215,0	292,0	297,0
N103P60K222	7,7	26,2	84,0	109,2	229,0	298,0	298,0

По мере улучшения пищевого режима почвы среднесуточные приросты и высота растений возрастали.

Как отмечалось выше, для формирования высокого урожая зеленой массы, посевы кукурузы должны образовывать листовую поверхность площадью не менее 60-80 тыс. кв.м/га.

В опытах, для определения площади листьев, брались 10 растений с каждой повторности, их средняя площадь листьев приведена в таблице 2.

Исследованиями многих авторов установлена прямая зависимость между урожаем и площадью листовой поверхности растений [8, с. 7]. Поэтому изыскание приемов, способствующих формированию оптимальной площади листьев является одной из важнейших задач полеводства.

Большая площадь листьев не всегда соответствует высокому урожаю, так как при чрезмерном развитии листового аппарата в посевах возрастает взаимное затенение. Вследствие этого ухудшается освещенность, наблюдается снижение чистой продуктивности фотосинтеза, что нередко является причиной снижения урожайности.

На зависимость формирования листовой поверхности от обеспеченности растений питательными веществами указывает в своих работах В.С. Сотченко [9, с. 10].

Интенсивность нарастания листовой поверхности одного растения и на единицу площади посева была неодинаковой в течении всей вегетации и достигла максимальных значений в период с 3-5 августа по 23-25 августа (табл. 2).

Одним из важнейших показателей фотосинтетической деятельности посевов является время функционирования листьев. Многочисленные исследования показывают, что важное условие увеличения интенсивности фотосинтеза – создание благоприятных условий минерального питания.

Таблица 2 - Площадь листьев растений кукурузы в зависимости от внесения минеральных удобрений, тыс. $м^2$/га

Вариант	Дата определения						
	01.06	15.06	01.07	15.07	01.08	15.08	30.08
2021 г.							
N33K32	1,17	8,51	25,92	39,49	71,35	86,52	94,59
N61P12K123	1,22	8,55	28,19	46,02	77,36	87,81	101,51
N103P60K222	1,21	8,62	29,70	48,85	83,43	90,50	104,59
2022 г.							
N33K32	1,18	8,80	26,56	42,09	73,02	86,51	96,82
N61P12K123	1,20	9,01	28,56	47,20	78,06	87,80	103,90
N103P60K222	1,19	9,36	29,30	48,26	84,91	92,21	108,45
2023 г.							
N33K32	1,17	8,94	26,67	42,12	73,16	86,53	96,96
N61P12K123	1,22	9,12	28,93	47,23	78,12	87,91	104,23
N103P60K222	1,23	9,38	29,45	48,29	84,99	92,38	109,37

Результаты наших исследований показали, что урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от уровня минерального питания составляла по годам пользования 23,1 – 38,6 т/га (табл. 3). В таблице 3 приводится накопление зеленой массы растениями кукурузы в течение вегетационного периода.

Таблица 3 - Динамика накопления зеленой массы в зависимости от внесения минеральных удобрений, т/га

Варианты	Дата определения						
	01.06	15.06	01.07	15.07	01.08	15.08	30.08
2021 г.							
N33K32	0,74	2,70	4,62	10,78	17,71	22,33	23,90
N61P12K123	0,75	3,07	5,22	11,69	20,02	24,64	31,57
N103P60K222	0,77	3,07	5,53	12,31	21,95	29,65	34,73
2022 г.							
N33K32	0,76	2,93	5,98	13,64	22,60	41,72	46,47
N61P12K123	0,77	3,35	6,30	14,89	24,74	42,50	52,52
N103P60K222	0,79	3,89	6,98	15,90	25,37	43,03	53,83
2023 г.							
N33K32	0,75	2,70	4,83	11,54	18,40	30,72	23,87
N61P12K123	0,76	3,13	5,30	12,39	20,94	25,10	33,57
N103P60K222	0,77	3,18	5,69	13,70	22,33	30,03	38,58

Таким образом, в среднем за годы опыта наибольшая урожайность зеленой массы получена в третьем варианте опыта, которая составила 42,38 т/га. Продуктивность посевов первого и второго вариантов составила 31,41 и 39,22 т/га зеленой массы, соответственно. На формирование продуктивности посевов кукурузы оказали влияние густота стояния растений и почвенно-климатические условия (табл. 3).

Биологическая урожайность и элементы её структуры определяются для анализа эффективности отдельных технологических приемов, оценки качества уборки и прогноза валовых сборов. Биологическая урожайность – масса урожая посева с 1 га, при 100% чистоте.

Таблица 4 - Структура урожая зеленой массы кукурузы в зависимости от внесения минеральных удобрений, %

Варианты	Доля участия, %		
	початки	листья	стебель
N33K32	37	41	18
N61P12K123	38	42	19
N103P60K222	46	42	12

Таким образом, независимо от общей урожайности структура урожая растений кукурузы примерно одинакова. Небольшое отклонение отмечается в 3 варианте в пользу увеличения процента початков (табл. 4).

Конечная цель наших исследований - определение урожайности надземной биомассы кукурузы. На различных вариантам опыта за годы исследований были получены следующие результаты: средняя урожайность за годы опыта составила 31,41 т/га в 1 варианте; 39,22 и 42,38 т/га в 2 и 3 вариантах, соответственно (табл. 5).

Таблица 5 - Урожайность зеленой массы кукурузы в зависимости от внесения минеральных удобрений, т/га

Варианты	Урожайность зеленой массы, т/га				Откл.
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	средняя	+/-
N33K32	23,90	46,47	23,87	31,41	-
N61P12K123	31,57	52,52	33,57	39,22	7,81
N103P60K222	34,73	53,83	38,58	42,38	10,97
$НСР_{05}$	1,02	0,93	1,03	1,01	-

В ходе исследований выявлено, что урожайность растений кукурузы по вариантам опыта варьирует в зависимости от последействий минеральных удобрений. Согласно вариантам опыта наибольшая урожайность получена в 3 варианте, однако фактически полученная урожайность показывает, что урожайность культуры не доходит до планируемой максимальной, что связано с природно-климатическими условиями региона.

Выводы. Для получения высокого урожая зеленой массы кукурузы необходимо формировать листовую поверхность площадью не менее 70 – 80 тыс. кв.м./га, которая обеспечивает оптимальную фотосинтетическую деятельность посевов. Урожайность зеленой массы кукурузы находится в прямой зависимости от последействия минерального питания. Так, в среднем за годы проведения опытов наибольшая урожайность зеленой массы получена в варианте с внесением N103P60K222 в расчете на 40 т урожая зеленой массы.

Список источников

1. Сотченко Д.Ю., Мартиросян В.В., Жиркова Е.В. Химический состав зерна гибридов кукурузы отечественной селекции // Наука – главный фактор инновационного прорыва в пищевой промышленности: сб. материалов юбилейного форума, посвящ. 85-летию со дня основания ФГАНУ "Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности". 2017. С. 177-180.

2. Формирование урожая гибридов кукурузы в условиях Республики Башкортостан / Б.Г. Ахияров, Б.Н. Сотченко, Р.Р. Абдулвалеев и др. // Пермский аграрный вестник. 2020. № 1 (29). С. 28-37.

3. Подбор гибридов кукурузы селекции ФГБНУ ВНИИ кукурузы для условий Республики Башкортостан / В.С. Сотченко, И.Ю. Кузнецов, Б.Г. Ахияров и др. // Кукуруза и сорго. 2018. № 1. С. 3-8.

4. Черкашина А.В., Сотченко Е.Ф. Оценка адаптивной способности и стабильности раннеспелых гибридов кукурузы // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 2 (100). С. 68-76.

5. Ахияров Б.Г., Мухаметшин А.М., Авсахов Ф.Ф. Продуктивность гибридов кукурузы в условиях Республики Башкортостан // Наука молодых – инновационному развитию АПК: материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. 2016. С. 3

6. Сотченко, Е.Ф., Орлянская Н.А., Сотченко Д.Ю. Сравнительная оценка новых раннеспелых гибридов кукурузы по урожайности и адаптивности // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 1 (99). С. 46-54.

7. Скорость потери влаги зерном кукурузы в период созревания в зависимости от генотипа и условий среды / В.С. Сотченко, А.Э. Панфилов, А.Г. Горбачева и др. // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56, № 1. С. 54-65.

8. Исходный материал для создания раннеспелых гибридов кукурузы / Д.Ю. Сотченко, А.С. Войтов, Д.Ю. Сотченко, А.А. Таов // Кукуруза и сорго. 2020. № 4. С. 3-9.

9. Сотченко В.С., Сотченко Ю.В. Состояние и перспективы селекции и семеноводства кукурузы // Кукуруза и сорго. 2021. № 2. С. 5-11.

Информация об авторах:

Б.Г. Ахияров – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, bsau-bulat@ rambler.ru.

Д.Р. Исламгулов - доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и точного земледелия, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ. damir_islamgulov@mail.ru.

Р.Р. Абдулвалеев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры специальной химической технологии, ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет, rishatkim@mail.ru

Л.М. Ахиярова – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимического анализа и биотехнологии, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, akhijarva-luiza@rambler.ru

Information about authors:

B.G. Akhiyarov - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Crop Production, Plant Breeding and Biotechnology, Bashkir State Agrarian University, bsau-bulat@rambler.ru.

D.R .Islamgulov - Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Precision Agriculture, Bashkir State Agrarian University, damir_islamgulov@mail.ru.

R.R. Abdulvaleev - Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Special Chemical Technology, Ufa State Petroleum Technical University, rishatkim@mail.ru.

L.M. Akhiyarova - Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Biochemical Analysis and Biotechnology, Bashkir State Agrarian University, akhijarva-luiza@rambler.ru.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 16.11.2023; одобрена после рецензирования 24.11.2023, принята к публикации 31.01.2024.

The article was submitted 16.11.2023; approved after rewiewing 24.11.2023; accepted for publication 31.01.2024.

© Ахияров Б.Г., Исламгулов Д.Р., Абдулвалеев Р.Р., Ахиярова Л.М.