

АГРОНОМИЯ



УДК 633.15:631.8:631.445.4(571.15)

О.И. Антонова,
А.Г. Шестаков
 O.I. Antonova,
 A.G. Shestakov

УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ КУКУРУЗЫ НА ЧЕРНОЗЕМАХ УМЕРЕННО ЗАСУШЛИВОЙ И КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

MAIZE NUTRITION MANAGEMENT ON THE CHERNOZEMS OF TEMPERATE ARID AND FOREST-OUTLIER STEPPES OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: кукуруза, аммиачная селитра, азофоска, листовые подкормки, интермаг профи, кукуруза, гербициды, урожайность.

Кукуруза является одной из основных культур, используемых в качестве сочного корма для сельскохозяйственных животных. Минеральные удобрения позволяют существенно повысить продуктивность и качество полученной зеленой массы. В связи с особенностями питания кукурузы и уровнем плодородия черноземных почв умеренно засушливой и колючной степи Алтайского края целью исследований явилось изучение питательного режима почвы и особенностей потребления кукурузой основных элементов питания по разным фонам допосевного удобрения при использовании гербицидов. Полевые опыты проводились в 2012-2013 гг. в ФГУП ПЗ «Комсомольское» Павловского района, входящего в зону умеренно-засушливой колючной степи, подзону обыкновенных черноземов. В опыте возделывался раннеспелый гибрид РОСС 199, норма высева 20 кг/га. Посев проведен сеялкой «Оптима». Схема опыта включала 4 фона удобрений: 1) неудобренный; 2) N_{70} ; 3) $N_{86}P_{16}K_{16}$; 4) $N_{102}P_{32}K_{32}$. Удобрения вносили разбрасывателем «Гаспар» с последующей заделкой культиватором. Использовали аммиачную селитру и азофоску (16:16:16). В фазу 3-5-х листьев опытное поле обрабатывали гербицидом «Кассиус», ВРП в дозе 0,04 кг/га с «Сателлит Ж» – 0,2 л/га. Гербицид уничтожает двудольные и злаковые сорняки. Внесение полного минерального удобрения $N_{86}P_{16}K_{16}$, $N_{102}P_{32}K_{32}$ улучшает питательный режим в почве для кукурузы. Под влиянием внесенных удобрений кукуруза более экономно расходует влагу на потребление сухого вещества, т.к. запасы продуктивной влаги в течение вегетации даже в засушливый год были близки к контролю. Полное удобрение в обоих сочетаниях повышает потребление основных элементов и обеспечивает получение более высокой урожайности, содержания сухого вещества и протеина.

Keywords: maize, ammonium nitrate, NPK fertilizer, foliar dressing, Intermag Profi kukuruza (maize) supplementary fertilizer, herbicides, crop yield.

Maize is one of the major crops used as succulent forage for farm animals. Mineral fertilizers significantly increase the yield and quality of obtained herbage. In the context of the features of maize nutrition and chernozem fertility of temperate arid and forest-outlier steppes of the Altai Region, the research goal was the study of soil nutritive regime and the features of maize's intake of the essential nutrients against different backgrounds of pre-planting fertilization and herbicides application. The field trials were conducted in 2012-2013 on the farm of FGUP PZ "Komsomolskoye" in the zone of temperate arid forest-outlier steppe and ordinary chernozem subzone. An early-season hybrid ROSS 199 was planted for the trial at the rate of 20 kg ha by Optima planter. The following four fertilization backgrounds were studied: 1) no fertilizers, 2) N_{70} , 3) $N_{86}P_{16}K_{16}$, and 4) $N_{102}P_{32}K_{32}$. The fertilizers were applied by Gaspardo spreader and incorporated by a cultivator. Ammonium nitrate and NPK fertilizer (16:16:16) were applied. At the phase of 3-5 leaves the trial field was treated with Cassius (WS) herbicide at the dose of 0.04 kg ha and Satellite (L) herbicide, 0.2 L ha, to kill dicotyledonous and poaceous weeds. The application of complete mineral fertilizer $N_{86}P_{16}K_{16}$, $N_{102}P_{32}K_{32}$ improves the soil nutritive regime for maize. Under the effect of the applied fertilizers maize consumed less moisture for dry matter consumption as the available moisture reserves during the growing season was close to the control even in an arid year. The complete fertilizer in both combinations increases the consumption of the essential nutrients and ensures higher yields with higher dry matter and protein content.

Антонова Ольга Ивановна, д.с.-х.н., проф., каф. почвоведения и агрохимии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. 905-980-5180. E-mail: niihim1@mail.ru.

Шестаков Андрей Геннадьевич, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. 903-910-5167. E-mail: niihim1@mail.ru.

Antonova Olga Ivanovna, Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agro-Chemistry, Altai State Agricultural University. Ph.: 905-980-5180. E-mail: niihim1@mail.ru.

Shestakov Andrey Gennadyevich, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. Ph.: 903-910-5167. E-mail: niihim1@mail.ru.

Введение

Кукуруза является одной из основных культур, используемых в качестве сочного корма для сельскохозяйственных животных. Минеральные удобрения позволяют существенно повысить продуктивность и качество полученной зеленой массы [1, 2].

Корневая система молодых растений кукурузы развивается медленно, поэтому питательные вещества почвы используются этой культурой сравнительно поздно – через 1-1,5 мес. после появления всходов [3, 4]. В связи с этим кукуруза нуждается в применении удобрений даже на плодородных почвах. Важное значение принадлежит азоту, который регулирует рост растений, сроки прохождения фаз, оказывает влияние на скорость и характер физиологических и биохимических процессов, на величину и качество урожая. В условиях низкой обеспеченности почв азотом, создания повышенного увлажнения для усиления азотного питания необходима азотная подкормка.

В связи с особенностями питания кукурузы и уровнем плодородия черноземных почв умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края целью наших исследований явилось изучение питательного режима почвы и особенностей потребления кукурузой основных элементов питания по разным фонам допосевного удобрения при использовании гербицидов.

Объекты и методы исследований

Полевые опыты проводились в 2012-2013 гг. в ФГУП ПЗ «Комсомольское» Павловского района, входящего в зону умеренно засушливой колючей степи, подзону обыкновенных черноземов.

В опыте возделывался раннеспелый гибрид РОСС 199, норма высева 20 кг/га. Посев проведен сеялкой «Оптима». Схема опыта включала 4 фона удобрений: 1) неудобренный; 2) N_{70} ; 3) $N_{86}P_{16}K_{16}$; 4) $N_{102}P_{32}K_{32}$. Удобрения вносили разбрасывателем «Гаспар» с последующей заделкой культиватором. Использовали аммиачную селитру и азофоску (16:16:16).

В фазу 3-5-х листьев опытное поле обрабатывали гербицидом «Кассиус», ВРП в дозе 0,04 кг/га с «Сателлит Ж» – 0,2 л/га. Гербицид уничтожает двудольные и злаковые сорняки.

Площадь опытной делянки – 1,25 га, повторность четырехкратная. Учет урожая проводили сплошной уборкой 5 п.м. в пятикратной повторности на каждой делянке.

Для суждения об обеспеченности растений элементами питания проводили почвенную диагностику в основные фазы роста, для чего отбирали почвенные образцы с глубины 0-20 и 20-40 см.

В почвенных образцах определяли полевую влажность, содержание нитратного азота ионометрическим методом, подвижный фосфор и обменный калий в водной вытяжке – по методу Чирикова.

В те же сроки отбирали растительные образцы, в которых анализировали содержание сухого вещества весовым методом, содержание нитратного азота – ионометрическим методом ГОСТ 26951-86, подвижного фосфора и обменного калия – по методу Чирикова [5]. В период уборки в зеленой массе проводили анализ по определению показателей качества (сухого вещества, NO_3 , протеина, клетчатку). Достоверность действия удобрений определялась по Б.А. Доспехову [6].

Результаты исследования

Погодные условия вегетационных периодов в годы исследований были неодинаковы. 2012 год характеризовался большей засушливостью и повышенными температурами, а 2013 год – более высоким увлажнением и пониженными температурами. За вегетацию 2012 г. сумма температур превысила многолетнюю норму на $243^{\circ}C$, а в 2012 г. была ниже на $118^{\circ}C$. Сумма осадков в 2012 г. составила 175 мм, а в 2013 г. – 307 мм против 202 мм по норме. При этом осадки в 2012 г. выпадали очень неравномерно и имели ливневый кратковременный характер. Для этого года была характерна низкая относительная влажность воздуха, а дневные температуры достигали $30-35^{\circ}C$. 2013 г. отличался пониженными дневными температурами, которые опускались даже в июне до $6-8^{\circ}C$, а в ночное время – до $5-6^{\circ}C$ и ниже. Отмеченные особенности оказали влияние на запасы продуктивной влаги, питательный режим в почве и формирование урожайности зеленой массы.

В таблице 1 приведены данные по запасам продуктивной влаги в почве.

Согласно приведенным данным, во все периоды наблюдений запасы продуктивной влаги как в пахотном, так и в слое 0-40 см в

условиях 2012 г. по всем вариантам опыта были ниже и составляли в начале вегетации 9,1-15,3 мм в слое 0-20 и 12,79-19,08 в слое 0-40 см. В период выметывания метелки они снизились до 4,8-8,4 мм в верхнем и до 9,6-16,2 мм в сорокасантиметровом слое. К периоду цветения в связи с выпавшими осадками они увеличились, соответственно, до 11,1-14,43 и до 23,61-33,58 мм. Во все сроки несколько выше запасы влаги были по варианту $N_{86}P_{16}K_{16}$, что возможно обусловлено варьированием запасов влаги на опытном поле. В целом по удобренным вариантам и на контроле запасы влаги были близкими.

В 2013 г. во все сроки запасы влаги были значительно выше. Несколько более заметное снижение происходило в середине вегетации в период выметывания, когда кукуруза начинает интенсивно потреблять влагу и наращивать массу. В этот период по удобренным вариантам в обоих горизонтах более заметно снизились запасы влаги. К периоду уборки количество влаги увеличилось из-за осадков и прекращения роста кукурузы. По вариантам опыта они были также близкими, что позволяет заключить об экономном расходе влаги на формирование сухой массы растений под влиянием удобрений даже в засушливые годы.

Погодные условия оказали влияние на интенсивность процесса нитрификации. Высокие температуры в 2012 г. и более низкая урожайность зеленой массы кукурузы обусловили более высокий уровень нитратного азота в почве по сравнению с 2013 г. (табл. 2).

Так, в среднем за вегетацию содержание нитратов варьировало в 2012 г. в пределах 15,2-32,7 мг/кг в слое 0-20 см и 12,6-28,1 мг/кг в подпахотном горизонте, а в 2013 г. – соответственно, 5,8-6,7 и 4,8-6,9 мг/кг.

При этом в оба года в обоих горизонтах уровень нитратов по удобренным вариантам был выше контроля, составляя в среднем в слое 0-40 см в 2012 г. 23,9-30,4 мг/кг против 13,9 мг/кг и в 2013 г. – 5,6-6,9 против 5,3 мг/кг. Несколько выше количество нитратов было по варианту $N_{86}P_{16}K_{16}$.

Из данных таблицы 2 следует, что 2012 г. в почве отмечалось и более высокое содер-

жание подвижного фосфора и обменного калия. Наблюдается слабая тенденция повышения их количества в пахотном слое по варианту $N_{102}P_{32}K_{32}$, по остальным вариантам – близкое их содержание с контролем, что свидетельствует об улучшении питания растений не только азотом, но и фосфором и калием.

В таблице 3 показано содержание элементов питания в общей массе растений.

В процессе фотосинтеза в растениях образуются различные органические соединения, в образовании которых участвуют основные элементы питания. Для суждения об обеспеченности растений проводят растительную диагностику и по полученным значениям судят о соответствии их оптимальным для культуры уровням.

Накопление элементов питания различалось по годам, срокам и вариантам удобрений. Так, к фазе цветения в 2013 г. в растениях было выше содержание азота и ниже фосфора и калия по сравнению с 2012 г. При этом к уборке (молочная спелость зерна) содержание всех элементов снижалось. В 2012 г. уборку культуры проводили в фазу цветения, согласно срокам определения от выметывания к цветению произошло по одним вариантам снижение азота (контроль, N_{70}), а по полным сочетаниям – увеличение, по фосфору – в основном слабое снижение, а по калию – повышение.

По сравнению с оптимальными уровнями содержания элементов, установленных В.В. Церлинг (1990), отмечается оптимальное содержание в оба года азота по полным сочетаниям и в 2013 г. – по всем вариантам, по фосфору наблюдается значительное превышение, что обусловлено особенностями фосфатного режима алтайских черноземов [7]. По потреблению калия оно было оптимальным только по варианту $N_{102}P_{32}K_{32}$ в 2012 г. Более низкое содержание в 2013 г., вероятно, может быть обусловлено его вымыванием под влиянием осадков. Однако согласно полученным данным можно сказать, что под влиянием изучаемых удобрений складываются лучшие условия питания, способствующие получению более высокой продуктивности.

Таблица 1

Запасы продуктивной влаги в почве, мм

Вариант	Глубина, см	2012 г.			2013 г.		
		14.05	01.08	16.08	03.06	03.07	16.08
Контроль	0-20	10,52	5,2	13,4	20,65	18,93	29,30
	0-40	15,41	11,1	24,2	29,20	44,86	45,68
N_{70}	0-20	9,77	5,3	11,1	19,15	19,58	26,64
	0-40	12,79	10,1	24,96	23,18	43,52	43,76
$N_{86}P_{16}K_{16}$	0-20	15,3	8,4	14,43	12,21	27,79	31,3
	0-40	19,08	16,2	33,58	22,79	54,17	52,72
$N_{102}P_{32}K_{32}$	0-20	9,1	4,8	12,77	12,65	25,75	33,74
	0-40	16,0	9,6	23,61	23,49	53,47	46,59

Таблица 2

Содержание подвижных питательных веществ в почве в среднем за вегетационный период, мг/кг

Вариант	Глубина, см	2012 г.			2013 г.		
		NO ₃	P ₂ O ₅	H ₂ O	NO ₃	P ₂ O ₅	H ₂ O
Контроль	0-20	15,2	160	95	5,8	137	60
	20-40	12,6	160	85	4,8	143	46
	0-40	13,9	160	90	5,3	140	49
N ₇₀	0-20	28,0	165	94	6,1	133	66
	20-40	19,8	167	80	5,1	145	44
	0-40	23,9	166	87	5,6	139	55
N ₈₆ P ₁₆ K ₁₆	0-20	32,7	162	93	6,7	140	68
	20-40	28,1	166	87	6,9	150	46
	0-40	30,4	164	90	6,8	145	57
N ₁₀₂ P ₃₂ K ₃₂	0-20	29,9	176	106	6,0	163	65
	20-40	25,9	158	96	5,3	130	53
	0-40	27,9	167	101	5,7	145	59

Таблица 3

Содержание азота, фосфора и калия в растениях, %

Вариант	2012 г.						2013 г.					
	1.08			16.08 (цвет.)			16.08 (цвет.)			2.09 (мол. Спел.)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	1,13	0,95	1,05	0,75	1,0	1,25	1,61	0,65	1,15	1,3	0,8	0,95
N ₇₀	1,03	1,04	1,21	0,85	1,01	1,36	1,80	0,7	1,29	1,25	0,6	1,25
N ₈₆ P ₁₆ K ₁₆	1,35	1,06	1,30	1,65	1,01	1,45	2,35	0,95	1,4	1,9	1,0	0,95
N ₁₀₂ P ₃₂ K ₃₂	1,35	1,33	1,42	1,5	1,09	1,72	1,55	0,72	0,94	1,5	0,48	0,88
Опт уровень по Церлинг				1,3-1,7	0,21-0,31	>1,66	1,3-1,7	0,27-0,31	>1,66	1,3-1,7	0,17-0,26	>1,33

Таблица 4

Урожайность зеленой массы кукурузы, т/га

Вариант	Урожайность, т/га			Содержание сух. вещества, %			Содержание NO ₃ , мг/кг			Содержание протеина, %		
	2012 г.	2013 г.	ср. за 2 года	2012 г.	2013 г.	ср. за 2 года	2012 г.	2013 г.	ср. за 2 года	2012 г.	2013 г.	ср. за 2 года
Контроль	22,5	29,5	26,0	22,1	21,7	21,9	125	191	158	6,15	8,19	7,17
N ₇₀	23,8	29,8	26,8	19,6	25,6	22,6	110	389	249	6,55	7,88	7,21
N ₈₆ P ₁₆ K ₁₆	29,1	44,3	36,7	29,1	23,4	26,2	127	275	201	6,77	11,97	9,37
N ₁₀₂ P ₃₂ K ₃₂	25,3	48,6	36,95	29,3	19,0	24,1	110	195	152	8,5	9,45	8,97
НСР _{0,5} т/га	2,54	1,23										

Исходя из данных таблицы 4 внесенные удобрения в оба года повышали урожайность зеленой массы. В 2012 г. сформировалась ее меньшая величина, что обусловлено засушливыми условиями.

В среднем за 2 года по удобренным вариантам получена урожайность 26,8-36,95 т/га при 26 т/га на контроле, или выше в 1,03-1,42 раза. В 1,4-1,42 раза она увеличивалась по вариантам полного сочетания.

Повысилось и содержание сухого вещества с 21,9 до 22,6-26,2%. Содержание нитратов в зеленой массе при ПДК = 500 мг/кг, хотя и увеличилось в отдельных случаях до 275-389 мг/кг, но не превышало допустимый уровень. Количество протеина также повы-

шалось, особенно по фонам полного сочетания, достигая в среднем за 2 года 8,97-9,37% против 7,17 на контроле.

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- внесение полного минерального удобрения N₈₆P₁₆K₁₆, N₁₀₂P₃₂K₃₂ улучшает питательный режим в почве для кукурузы;
- под влиянием внесенных удобрений кукуруза более экономно расходует влагу на потребление сухого вещества, т.к. запасы продуктивной влаги в течение вегетации даже в засушливый год были близки к контролю;

– полное удобрение в обоих сочетаниях повышает потребление основных элементов и обеспечивает получение более высокой урожайности, содержания сухого вещества и протеина.

Библиографический список

1. Олешко В.П., Яковлев В.Я., Шукис Е.Р. Полевое кормопроизводство в Алтайском крае: состояние, проблемы и пути решения. – Барнаул, 2005. – 317 с.
2. Волков А.И., Кирилов Н.А., Прокорова Л.Н. Перспективные сорта и гибриды на зерно для Волго-Вятского региона // Аграрная Россия. – 2013. – № 10. – С. 5-7.
3. Володарский Н.И. Биологические основы возделывания кукурузы. – М.: Колос, 1986. – 255 с.
4. Кукуруза (выращивание, уборка, консервирование и использование) / под ред. Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV Агродело», 2009. – 300 с.
5. Гинзбург Г.Е., Щеглова Г.М., Вульфнус Е.В. Ускоренный метод сжигания почв и растений // Почвоведение. – 1963. – № 5. – С. 89-86.
6. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. – М., 1979. – 416 с.

7. Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справочник. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.

References

1. Oleshko V.P., Yakovlev V.Ya., Shukis E.R. Polevoe kormoproizvodstvo v Altaiskom krae: sostoyanie, problemy i puti resheniya. – Barnaul, 2005. – 317 s.
2. Volkov A.I., Kirilov N.A., Prokorova L.N. Perspektivnye sorta i gibridy na zerno dlya Volgo-Vyatskogo regiona // Agrarnaya Rossiya. – 2013. – № 10. – S. 5-7.
3. Volodarskii N.I. Biologicheskie osnovy vozdelvaniya kukuruzy. – M.: Kolos. – 1986. – 255 s.
4. Kukuruza (vyrashchivanie, uborka, konservirovanie i ispol'zovanie) pod red. D. Shpaara. – M.: ID ООО «DLV Agrodelo», 2009. – 300 s.
5. Ginzburg G.E., Shcheglova G.M., Vul'fnus E.V. Uskorenniy metod szhiganiya pochv i rastenii // Pochvovedenie. – 1963. – № 5. – S. 89-86.
6. Dospekhov B.A. Metodika opytnogo dela. – M., 1979. – 416 s.
7. Tserling V.V. Diagnostika pitaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur, Spravochnik. – M.: Agropromizdat, 1990. – 235 s.



УДК 635.92

М.И. Иванова, А.Н. Сармосова
M.I. Ivanova, A.N. Sarmosova

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТИ СЕМЯН КАПУСТНЫХ КУЛЬТУР

COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT QUALITIES OF COLE CROPS' SEEDS

Ключевые слова: семейство Капустные, индау посевной, двурядник тонколистный, горчица сарептская, разнокачественность семян, окраска семян, дозаривание семенных растений, репродукция семян, срок посева семян, урожайность зелени и семян.

Представлены результаты исследований по сравнительному анализу разнокачественности семян зеленных капустных культур. У индау посевного в партии семян зеленовато-серые семена составили в среднем 32,9%, светло-коричневые – 67,1%. Масса 1000 семян у зеленовато-серых семян оказалась выше на 0,28 г по сравнению со светло-коричневыми семенами. При дозаривании семенных растений в грунте в потомстве процент зеленовато-серых семян увеличивался в 1,5 раза. Чем позже произведен посев семян, тем ниже процент семян с зеленовато-серой окраской, полученных от посева зеленовато-серых и светло-коричневых семян. У двурядника тонколистного в

партии семян содержание темно-коричневых семян составило 25,2%, светло-коричневых – 74,8%. При этом масса 1000 семян у темно-коричневых семян оказалась выше на 0,03 г по сравнению со светло-коричневыми семенами. Чем выше среднесуточная относительная влажность воздуха и количество выпавших осадков за июль-август, тем выше масса 1000 семян темно-коричневой ($r = 0,98-0,93$ соответственно) и светло-коричневой окраски ($r = 0,80-0,89$ соответственно). В потомстве от посева темно-коричневых семян число семян темно-коричневой окраски составило 0,4%, светло-коричневой – 0,2%. Чем раньше произведен посев, тем больше семян светло-коричневой окраски. У горчицы сарептской в партии семян в среднем содержание темно-коричневых семян составило 71,6%, светло-коричневых – 28,4%. Масса 1000 семян у темно-коричневых семян оказалась выше на 0,45 г по сравнению со светло-коричневыми семенами. Чем выше среднесуточная температура воздуха,