

*G.F. Sharipova, graduate student, V.A. Kolesar, R.I. Safin, Kazan Kazan State Agrarian University, 420015, Kazan, 65 K. Marx st., radiksaf2@mail.ru*

*For two years (2018 and 2019), the effect of foliar application of fertilizers of the Metallocene series on crop yields and mineral nutrition of two soybean varieties was studied. Crop processing was carried out in the budding phase, the beginning of flowering with preparations containing copper, zinc and manganese in the recommended norms.*

*Differences of varieties for spraying with different fertilizers are established. In the Russian variety of Milyausha, the highest level of yield was achieved with the use of the Metallocene with manganese, and in the variety Annushka with copper. The spraying by Metallocene did not affect protein content in soybean grain. The maximum protein harvest from 1 ha with soybean was obtained using fertilizer with manganese on the cv. Milyausha. The spraying of all micronutrient fertilizers on both varieties led to an increase in the content in the grain and an increase carry-over with a crop of macroelements.*

*Key words: soybeans, varieties, micronutrient fertilizers, foliar application, productivity, protein content in grain.*

УДК 633.15:631.816.1:631.423.3

## ДИНАМИКА МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ ПОД ПОСЕВАМИ КУКУРУЗЫ НА ЗЕЛЕНУЮ МАССУ В УСЛОВИЯХ ПРЕДВОЛЖЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН ПРИ ВНЕСЕНИИ ПОВЫШЕННЫХ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

**М.Ю. Михайлова, кандидат с.-х. наук, ст. преподаватель кафедры «Агрохимия и почвоведение»,  
Р.В. Миникаев, доктор с.-х. наук, зав. кафедрой «Агрохимия и почвоведение»,  
ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ»  
420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 65, E-mail: [Marisha.m.u@mail.ru](mailto:Marisha.m.u@mail.ru)**

*Представлены некоторые данные исследований по улучшению питательного режима серых лесных почв Предволжья Республики Татарстан под посевами кукурузы на зеленую массу. Наблюдаются компенсация выноса макроэлементов с урожаем и повышение урожайности на 12,4-18,7 т/га зеленой массы при внесении  $N_{60}P_{54}K_{168}$  на 50 т/га и на 34,3-38,4 т/га в варианте с внесением  $N_{180}P_{154}K_{294}$  на 70 т/га.*

*Ключевые слова: кукуруза на зеленую массу, минеральные удобрения, макроэлементы, питательные элементы, хозяйственный вынос, коэффициенты использования.*

DOI: 10.25680/S19948603.2020.114.03

Кукуруза – одна из основных мировых кормовых культур, не имеющая равных по содержанию питательных компонентов и продуктивности. Она дает наиболее ценный зеленый корм и силос для крупного рогатого скота при молочном направлении сельскохозяйственного предприятия. За счет расширения посевных площадей под кукурузой в общей структуре хозяйств отрасль животноводства получает прочную устойчивую и высокоценную кормовую базу.

В последние годы остро стоит проблема повышения почвенного плодородия и улучшения физических, химических и биологических свойств почвы. Происходит относительный дефицит баланса элементов питания. К сожалению, это глобальная проблема всего человечества планеты.

Такой прием интенсификации, как внесение минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур положительно влияет и на почвенные показатели [10]. Ежегодное внесение расчетных доз удобрений позволяет компенсировать вынос питательных элементов из почвы основной и побочной продукцией.

Включение минеральных удобрений в общий состав системы севооборотов помогает стабилизировать почвенный поглощающий комплекс и улучшает агрохимические свойства почв [4].

Доказано, что в посевах кукурузы на силос в силу ее агротехники происходит интенсивное накопление нит-

ратного азота [7]. За вегетационный период в среднем за 18 лет в ее посевах накапливается азота 1,8 мг/100 г почвы на удобренном и 1,9 мг/100 г на удобренном фоне. При этом доля влияния погодного фактора на накопление нитратного азота в почве составляла 25%.

В посевах кукурузы за счет внесения минеральных удобрений установлена тесная положительная корреляционная связь ( $r=0,82$ ) между содержанием нитратного азота во время появления всходов кукурузы и урожаем ее зеленой массы [8].

Динамику макроэлементов в посевах кукурузы от применения удобрений также исследовали многие ученые в других регионах России [1-3, 6, 9].

Между повышением урожайности сельскохозяйственных культур, улучшением качества получаемой продукции и созданием оптимальных условий минерального питания растений существует неразрывная связь.

Без внесения удобрений невозможно получить хороший урожай. В результате такие действия приведут к деградации почв, ухудшению ее свойств, резкой потере урожайности и невыполнению продовольственной программы [5].

**Методика.** На серой лесной тяжелосуглинистой почве в условиях Предволжья Республики Татарстан в 2013-2015 гг. проводились исследования с закладкой двухфакторного опыта с последовательным размещением делянок.

#### Схема опыта:

Фактор А – гибриды: 1 – Краснодарский 194 МВ, 2 – Кремень 200 СВ, 3 – Косеникс, 4 – РОСС 140 СВ, 5 – Ньютон (в таблицах указана соответствующая нумерация 1, 2, 3, 4, 5).

Фактор Б – фоны питания: первый фон – без удобрений (контроль), второй фон –  $N_{60}P_{54}K_{168}$  на 50 т/га, третий фон –  $N_{180}P_{154}K_{294}$  на 70 т/га.

Расчетно-балансовым методом по данным выноса питательных веществ из почвы и удобрений были рассчитаны дозы внесения минеральных удобрений.

Содержание макроэлементов в почве определяли: азот и подвижный фосфор по Кирсанову, обменный калий пламенно-фотометрическим методом.

Урожайность зеленой массы измеряли косвенным методом с отбором средней пробы из валового сбора всей массы.

Статистическую обработку полученных данных про-

водили с использованием стандартной компьютерной программы. Чтобы оценить достоверность результатов в вариантах опыта и различия между ними использовали критерий Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение.** Динамика основных макроэлементов в исследуемом опыте имела следующую картину. Перед посевом в варианте без применения минеральных удобрений содержание азота в серой лесной почве составляло 44,8-46,3 мг/кг почвы, подвижного фосфора 187 – 201, обменного калия 96 – 107 мг/кг почвы (табл. 1). Увеличение содержания питательных элементов в почве обеспечивалось внесением минеральных удобрений. Однако происходило их интенсивное потребление в процессе нарастания биомассы растений кукурузы. Исходя из полученных данных за три года исследований в течение вегетации кукурузы, наблюдалось снижение содержания нитратов в пахотном слое почвы под всеми изучаемыми гибридами.

**1. Содержание макроэлементов в серой лесной почве (в слое 0-30 см), мг/кг почвы**

Фон питания	Гибриды*	Фаза развития кукурузы								
		Перед посевом			Цветение			Полная зрелость		
		NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	1	46,3	195	105	42,9	172	96	34,7	146	90
	2	45,0	199	101	41,6	176	93	32,8	148	85
	3	45,0	190	99	40,1	169	88	31,5	151	81
	4	44,8	187	96	40,3	155	80	33,1	142	72
	5	46,1	201	107	41,8	182	92	32,0	146	80
$N_{60}P_{54}K_{168}$	1	59,8	246	128	50,5	214	113	41,0	182	100
	2	58,6	244	129	49,7	210	115	42,8	179	102
	3	58,8	239	126	51,3	208	118	41,5	171	108
	4	58,5	243	126	49,0	222	115	40,6	193	107
	5	60,1	249	130	52,3	225	119	39,4	190	98
$N_{180}P_{154}K_{294}$	1	68,6	271	165	52,8	234	138	44,0	202	123
	2	67,4	276	168	53,3	239	141	45,8	208	131
	3	67,8	268	159	53,5	221	125	43,9	199	111
	4	68,3	261	151	51,8	240	119	42,5	218	108
	5	69,4	275	171	52,5	226	146	40,6	174	110
HCP <sub>05</sub> : А		0,33	6,87	3,93	0,55	2,74	3,92	0,67	4,90	3,25
В		0,29	2,68	3,36	0,50	4,72	3,63	0,55	4,34	4,41
АВ		0,51	4,96	6,06	1,71	6,24	5,69	1,97	5,01	5,15

\*Название гибридов указаны в тексте при описании схемы опыта.

Большой потребляющей способностью по азоту характеризовался гибрид Ньютон. Потребление азота по вариантам опыта составило 14,1 мг/кг в варианте без удобрений. На фоне с внесением NPK на 50 т/га эта величина увеличилась на 6,6 мг/кг (20,7 мг/кг). На фоне с внесением расчетных доз NPK на 70 т/га потребление азота было 28,8 мг/кг почвы (на 14,7 и 8,1 мг/кг больше предыдущих вариантов).

Потребление подвижного фосфора было более равномерным, чем азота. В течение вегетации оно, даже в варианте без улучшения пищевого режима, составило 48 мг/кг почвы. Максимальное потребление фосфора отмечено также в посевах гибрида Ньютон (101 мг/кг почвы). Тенденция к максимальному потреблению обменного калия гибридом Ньютон также сохранилась. Анализируя результаты содержания элементов питания в почве под посевами кукурузы, можно сделать следующий вывод: более интенсивное потребление макроэлементов, независимо от гибридов, происходило в период от всходов до цветения. При посеве гибрида Ньютон в варианте с максимальными дозами внесения минеральных удобрений создавался лучший пищевой режим почвы для роста и развития кукурузы.

Анализируя вынос макроэлементов из почвы с урожаем зеленой массы, можно заключить, что существует прямая зависимость между получением запланирован-

ных урожаев и максимальным выносом элементов (табл. 2). Для получения 56,9 т/га зеленой массы гибрид РОСС 140 СВ вынес из почвы 170,7 кг/га азота, 68,3 фосфора и 256,1 кг/га калия.

**2. Средние показатели за 3 года хозяйственного выноса элементов питания, коэффициентов использования макроэлементов из удобрений, урожайности зеленой массы**

Фон питания	Гибриды	Хозяйственный вынос элементов питания, кг/га			Коэффициент использования макроэлементов из удобрений			Урожайность зеленой массы, т/га
		NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Без удобрений	1	75,4	30,2	113,1	-	-	-	25,4
	2	72,6	29,0	108,9	-	-	-	24,2
	3	68,8	27,5	103,2	-	-	-	22,9
	4	67,8	27,1	101,7	-	-	-	22,6
	5	84,2	33,7	126,3	-	-	-	28,1
$N_{60}P_{54}K_{168}$	1	123,8	49,5	185,7	50,0	31,8	43,2	41,3
	2	128,8	51,5	193,2	51,0	33,9	47,2	42,9
	3	106,0	42,4	159,0	52,3	30,5	47,9	35,3
	4	113,4	45,4	170,1	53,3	31,4	46,0	37,8
	5	131,7	52,7	197,6	55,2	33,2	47,7	43,9
$N_{180}P_{154}K_{294}$	1	182,3	72,9	273,5	54,4	35,1	47,2	60,8
	2	187,7	75,1	281,6	52,9	35,2	48,7	62,6
	3	177,6	71,0	266,4	51,8	35,3	48,8	59,2
	4	170,7	68,3	256,1	53,8	36,0	50,9	56,9
	5	195,9	78,4	293,9	56,7	37,3	52,7	65,3

С урожайностью 59,2 т/га гибрид Коеникс вынес 177,6 кг/га азота, 71,0 фосфора и 266,4 кг/га калия. Получение максимальной урожайности (65,3 т/га) у гибрида Ньютон привело к большему выносу элементов питания из почвы. Вынос азота стал больше на 25,2 кг/га, фосфора – на 10,1 и калия – на 37,8 кг/га. Можно констатировать, что за счет внесения минеральных удобрений улучшается пищевой режим в почве, наблюдается положительная корреляция ростовых показателей кукурузы (площадь листьев, высота растений, надземная биомасса, сухая масса и существенно повышается хозяйственный вынос элементов питания с урожаем).

Коэффициенты использования питательных элементов из удобрений на изучаемых удобренных фонах увеличились. У гибрида Краснодарский 194 МВ в варианте с внесением  $N_{60}P_{54}K_{168}$  коэффициенты были 50,0 по азоту, 31,8 по фосфору и 43,2 по калию. С увеличением доз удобрений коэффициенты увеличились на 4,4 по азоту, на 3,3 по фосфору и на 4,0 по калию.

По другим гибридам в варианте с расчетными дозами для получения 70 т/га зеленой массы коэффициенты увеличились на 1,9 по азоту, 4,6 по фосфору и 4,9 по калию.

Внесение расчетных доз минеральных удобрений обеспечило получение запланированных урожаев зеленой массы в обоих удобренных вариантах. В варианте с внесением  $N_{60}P_{54}K_{168}$  для получения 50 т/га урожайность составила 35,3-43,9 т/га, в варианте  $N_{180}P_{154}K_{294}$  на 70 т/га – от 56,9 до 65,3 т/га. В обоих вариантах лучшей отзывчивостью на улучшение питательного режима почвы характеризовались гибриды Ньютон и Кремень 200 СВ. Их продуктивность была близка к запланированной урожайности зеленой массы. Климатические условия вегетационного периода в исследуемые годы не позволили получить запланированный урожай.

**Выводы.** Внесение расчетных доз минеральных удобрений под посевами кукурузы на зеленую массу улучшало питательный режим серой лесной почвы. Коэффициенты использования питательных элементов из удобрений по исследуемым гибридам увеличивались (более 50% по азоту, от 30 до 37 по фосфору и от 43 до 52% по калию). Исследуемые приемы интенсификации

способствовали получению высоких урожаев. Внесение  $N_{60}P_{54}K_{168}$  обеспечило максимальную прибавку урожая 18,7 т/га. При внесении  $N_{180}P_{154}K_{294}$  прибавки урожая в зависимости от гибридов были следующие: у гибрида Краснодарский 194 МВ – 35,7 т/га, Кремень 200 СВ – 38,4, Коеникс – 36,3, РОСС 140 СВ – 34,3 и Ньютон – 37,2 т/га.

#### Литература

1. Драчев, Н.А. Влияние минеральных удобрений на плодородие почвы и урожайность кукурузы на силос в условиях Липецкой области / Драчев Н.А., Миронова К.А., Кравченко В.А. // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2019. – № 1(11). – С. 67-71.
2. Невзоров, А.И. Действие различных доз и способов внесения минеральных удобрений на содержание в почве азота при выращивании кукурузы на силос / Невзоров А.И., Пальчиков Е.В. // Вопросы современной науки и практики. – 2016. – № 4(62). – С. 19-24.
3. Несторенко, С.Н. Изучение влияния минеральных удобрений и биогумуса на урожайность кукурузы / Несторенко С.Н., Говоруха О.Н. // АCADEMY. – 2019. – № 3(42). – С. 38-41.
4. Пузанова, В.А. Влияние систем обработки почвы и применения минеральных удобрений при возделывании кукурузы на зерно на свойства чернозема выщелоченного / Пузанова В.А., Подколзин О.А. // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. – Сб. статей по материалам 73-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2017 г. -Краснодар.: Изд-во Кубанского ГАУ, 2018. – С. 98-101.
5. Сабирова, Р.М. Биоплант Флора – удобрение нового поколения / Сабирова Р.М., Шакиров Р.С., Бикмухаметов З.М. // Вестник Казанского ГАУ. – 2019. – № 2 (53). С. 37-42.
6. Серая, Т.М. Сравнительная эффективность органических и минеральных удобрений при возделывании кукурузы на дерново-подзолистой супесчаной почве / Серая Т.М., Бирюкова О.М., Богатырева Е.Н., Мезенцева Е.Г., Бирюков Р.Н. // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 2(47). – С. 70-77.
7. Скороходов, В.Ю. Влияние погодных факторов вегетации и фона питания на накопление нитратного азота в почве под сельскохозяйственными культурами на черноземах Оренбургского Предуралья / Скороходов В.Ю. // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101. – № 2. – С. 176-185.
8. Чуб, М.П. Влияние минеральных удобрений на пищевой режим чернозема южного и урожайность кукурузы (*Zea mays* L.) в Поволжье / Чуб М.П., Пронько В.В., Ярошенко Т.М., Климова Н.Ф., Журавлев Д.Ю. // Проблемы агрохимии и экологии. – 2015. – № 1. – С. 3-8.
9. Шмидт, А.Г. Влияние минеральных удобрений на продуктивность кукурузы при возделывании с однолетними травами / Шмидт А.Г. // Плодородие. – 2011. – № 5(62). – С. 17-18.
10. Gaffarova L. G. Typical Signs and Properties of Agricultural- Podzolic Soils of Northern Forest-Steppe IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 272 (2019). – p. 032096.

## DYNAMICS OF MACRONUTRIENTS IN GRAY FOREST SOIL UNDER MAIZE CROPS FOR GREEN MASS IN THE CONDITIONS OF THE PRE-VOLGA REGION OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN WHEN APPLYING INCREASED NORMS OF MINERAL FERTILIZERS

*M.Y. Mikhailova, senior lecturer of the Department of Agrochemistry and soil science, candidate of agricultural Sciences  
R.V. Minikaev, Doctor of Agricultural Sciences, head of the Department of Agrochemistry and soil science.  
FSBEI "Kazan state agrarian University", 65 K. Marx street, Kazan, 420015, RT.  
e-mail: Marisha.m.u@mail.ru*

*This article presents some research data on improving the nutritional regime of gray forest soils of the pre-Volga region of the Republic of Tatarstan under maize crops for green mass. There is compensation for the removal of macronutrients from the crop, and an increase in yield by 12.4-18.7 t / ha of green mass when applying  $N_{60}P_{54}K_{168}$  to 50 t / ha and 34.3-38.4 t / ha in the variant with the introduction of  $N_{180}P_{154}K_{294}$  to 70 t / ha.*

*Keyword. Maize for green mass, mineral fertilizers, macronutrients, nutritional elements, household take-out, utilization factors.*