
ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ НА СИЛОС КУКУРУЗЫ

**Павел Иванович Подрезов
Николай Георгиевич Мязин**

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Представлены результаты исследований, проведенных в многолетнем стационарном полевом опыте, заложенном в 1969 г. на черноземе типичном. В опыте освоен шестипольный севооборот. Схема опыта состоит из 17 вариантов. Для проведения исследований в 2007–2009 гг. были выбраны семь вариантов и одна культура – кукуруза, возделываемая на силос. Полученные результаты показали, что сельскохозяйственное использование чернозема типичного приводило к его подкислению. При этом добавление калийных удобрений к азотно-фосфорным не оказывало существенного влияния на показатели почвенной кислотности. Внесение органических удобрений как в чистом виде, так и в комплексе с минеральными снижало темпы роста кислотности, но не останавливало этот процесс. Самые высокие показатели минерального азота (183,5 кг/га) отмечены при внесении двойной дозы полного минерального удобрения ($N_{120}P_{120}K_{120}$). Фосфорный режим наиболее благоприятно складывался при внесении высоких доз минеральных удобрений. При интенсивном использовании пашни без внесения удобрений происходило снижение содержания в почве обменного калия, которое стабилизировалось на уровне 5-го класса на вариантах применения двойной дозы калийных удобрений. Совместное внесение органических и минеральных удобрений повышало содержание в почве обменного калия. Использование минеральных удобрений в одинарной и двойной дозах ежегодно давало математически достоверную прибавку урожая: в среднем за 3 года при внесении $N_{60}P_{60}$ получено 250,4 ц/га, а при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 345,5 ц/га. Применение повышенных доз калия не приводило к дальнейшему росту урожайности зеленой массы и при этом снижало ее качество.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: чернозем типичный, минеральные и органические удобрения, агрохимические свойства, кукуруза, урожайность.

THE INFLUENCE OF LONG-TERM APPLICATION OF FERTILIZERS ON AGROCHEMICAL PROPERTIES OF TYPICAL CHERNOZEM, YIELD AND QUALITY OF MAIZE CULTIVATED FOR SILAGE

**Pavel I. Podrezov
Nikolay G. Myazin**

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great

The authors present the results of studies performed in a long-term stationary field experiment laid in 1969 in typical chernozem. The experiment was conducted in six-field crop rotation. The experimental design consists of 17 variants. For research in 2007-2009 the authors selected seven variants and one crop (maize cultivated for silage). The obtained results showed that the use of typical chernozem for agricultural purposes led to its acidification. At the same time, the addition of potassium fertilizers to nitrogen and phosphorus fertilizers did not significantly affect the soil acidity. The application of organic fertilizers both in pure form and in combination with mineral fertilizers reduced the growth rate of acidity, but did not stop this process. The highest levels of mineral nitrogen (183.5 kg/ha) were noted when the double dose of full mineral fertilizer ($N_{120}P_{120}K_{120}$) was applied. The development of phosphorus regimen was most favorable when high doses of mineral fertilizers were applied. Intensive use of arable land without fertilization caused a decrease in the content of exchangeable potassium in the soil; it stabilized at the level of Grade 5 in the variants where the double dose of potassium fertilizers was applied. The combined application of organic and mineral fertilizers increased the content of exchangeable potassium in the soil. The use of mineral fertilizers in single and double doses resulted in the annual mathematically significant yield increase: an average of 250.4 c/ha over 3 years when $N_{60}P_{60}$ was applied and 345.5 c/ha when $N_{60}P_{60}K_{60}$ was applied. The use of increased doses of potassium did not lead to a further increase in the yield of green mass and at the same time reduced its quality.

KEYWORDS: typical chernozem, mineral and organic fertilizers, agrochemical properties, maize, yield.

Введение

Ведущее место в современной отрасли кормопроизводства занимает кукуруза, выращиваемая для получения силоса. Кормовая ценность кукурузы достаточно высока: в 100 кг силоса из початков содержится 40 корм. ед., в стеблях, листьях и початках – 21, в силосе из листьев и стеблей без початков – 15 корм. ед. (в силосе из стеблей и других частей подсолнечника содержится только 13,9 корм. ед.) [4].

Кукуруза является весьма требовательной культурой к условиям произрастания. Она поглощает элементы питания в течение всего периода жизни. В начальный период культура растет медленно и потребность в элементах питания небольшая. Затем рост ее резко усиливается, соответственно, увеличивается и потребление элементов питания. При этом, если в одних исследованиях авторы показывают, что ведущая роль в формировании урожайности кукурузы на силос и увеличении сбора «сырого протеина» принадлежит азоту [1, 2, 3, 11], то в других – приводят данные о роли не только азота, но и других элементов питания при формировании урожая кукурузы на силос, отмечая следующие особенности: на черноземе типичном во второй ротации севооборота первое место принадлежит азоту, второе – фосфору, третье – калию; в третьей ротации при доминирующей роли азота на второе место в формировании урожая выходит калий; в четвертой ротации севооборота доля участия элементов питания в получении дополнительной продукции изменялась: первое место принадлежало калию (34,7%), второе – азоту (33,0%) и третье – фосфору (32,7%) [5, 6, 8, 9, 10].

Целью проведенных исследований являлось изучение влияния многолетнего применения минеральных и органических удобрений на агрохимические свойства чернозема типичного, урожайность и качество кукурузы, возделываемой на силос.

Методика эксперимента

Исследования проводились в многолетнем стационарном полевом опыте, заложенном на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ в 1969 г. на черноземе типичном. В опыте освоен шестипольный севооборот: черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – яровая пшеница – кукуруза на силос – ячмень.

Схема опыта включает 17 вариантов. Для проведения исследований были выбраны следующие семь.

1. Контроль, без удобрений.
5. N₆₀P₆₀.
8. N₆₀P₆₀K₆₀.
9. N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀.
11. 20 т/га навоза.
13. 20 т/га навоза + N₆₀P₆₀K₆₀.
16. N₆₀P₆₀K₁₂₀.

Повторность опыта – 4-кратная. Площадь посевной делянки составляла 230 м² (длина – 50 м, ширина – 4,6 м), учетной – 50 м². Расположение вариантов рендомизированное.

Агрохимическая характеристика почвы пахотного слоя перед закладкой опыта (1969 г.) представлена в таблице 1.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка перед закладкой опыта

Глубина отбора, см	рН _{KCl}	Нг	S	V, %	P ₂ O ₅ по Чирикову, мг/кг почвы	K ₂ O по Масловой, мг/кг почвы
		мг-экв. на 100 г почвы				
0–20	6,0	4,0	41,1	90,9	69	220

Использовались следующие удобрения: аммиачная селитра, суперфосфат двойной, хлористый калий, навоз КРС. Удобрения вносили осенью под вспашку.

Учет урожайности кукурузы на силос проводили при достижении молочно-восковой спелости (первая декада августа). В это время растения кукурузы содержат около 70% воды – количество, необходимое для благоприятного протекания процесса силосования.

Отбор почвенных образцов проводился в начале вегетации (по всходам), в середине вегетации (в период выметывания метелок у кукурузы на силос) и перед уборкой культуры.

Агрохимические анализы почвенных образцов (определение содержания аммонийного азота, нитратного азота, подвижных форм фосфора и калия и др.) проводились по общепринятым методам [7].

Результаты и их обсуждение

Как следует из полученных данных, внесение удобрений приводило к подкислению почвы (табл. 2).

Таблица 2. Физико-химические свойства чернозема типичного под кукурузой на силос перед уборкой урожая, слой почвы 0–40 см (в среднем за 2007–2009 гг.)

Варианты опыта	рН _{KCl}	Hг	S	V, %
		мг-экв. на 100 г почвы		
1. Контроль, без удобрений	5,2	4,6	34,6	88,2
5. N ₆₀ P ₆₀	5,1	4,9	33,3	87,2
8. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,2	4,9	33,2	87,3
9. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	5,1	4,9	32,8	87,1
11. Навоз 20 т/га	5,3	4,6	36,2	88,8
13. Навоз 20 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,3	4,7	34,5	88,0
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	5,2	4,8	33,6	87,5

На контроле, без применения средств химизации, величина рН_{KCl} уменьшалась по сравнению с исходным содержанием на 0,8. На варианте 8 (N₆₀P₆₀K₆₀) величина рН снизилась до 5,2. При внесении N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ (вариант 9) величина рН снизилась до 5,1. Одновременно несколько увеличивалась величина гидролитической кислотности.

А.П. Карповым, А. Дибаве и другими исследователями установлено, что если внесение минеральных удобрений приводит к подкислению почвы, то при применении органических удобрений этот процесс замедляется [2, 3]. Результаты представленных исследований согласуются с полученными ранее данными.

Прямое действие органической и органо-минеральной системы удобрения снижало темпы роста кислотности, но не останавливало этот процесс. Так, при длительном прямом действии 20 т/га органических удобрений (вариант 11) величина рН_{KCl} снизилась до 5,3, а при внесении N₆₀P₆₀K₆₀ на фоне прямого действия 20 т/га навоза – до 5,3.

Анализ влияния удобрений на запасы азота в черноземе типичном позволяет сделать вывод, что внесение удобрений приводит к их увеличению (табл. 3). Так, если на контроле этот показатель составлял 119,2 кг/га, то при внесении N₆₀P₆₀K₆₀ (вариант 8) – возрастал до 152,9 кг/га, а при увеличении дозы минеральных удобрений в два раза (вариант 9) – до 183,5 кг/га.

**Таблица 3. Динамика запасов минерального азота в почве
в период вегетации кукурузы на силос, кг/га (в среднем за 2007–2009 гг.)**

Варианты опыта	Сроки отбора образцов		
	май	июль	сентябрь
1. Контроль, без удобрений	119,2	58,2	76,0
5. N ₆₀ P ₆₀	110,1	67,9	82,3
8. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	152,9	85,2	117,1
9. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	183,5	91,4	127,3
11. Навоз 20 т/га	140,8	94,5	108,0
13. Навоз 20 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	157,2	90,8	111,7
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	146,7	76,7	108,0

Внесение под основную обработку почвы 20 т/га навоза позволило создать запасы минерального азота в начале вегетации кукурузы 140,8 кг/га, а при добавлении к органическим минеральных удобрений (вариант 13) запас минерального азота составил 157,2 кг/га, то есть на уровне варианта с внесением только минеральных удобрений.

К середине вегетации культуры (к периоду наивысшего потребления элементов питания) запасы минерального азота в почве снижались по всем вариантам опыта, а перед уборкой происходило некоторое их восстановление. При этом запасы азота в конце вегетации находились в прямой зависимости от их величины в начале вегетации.

Наиболее заметное восполнение минерального азота во второй половине вегетации произошло на тех вариантах, где вносились органические удобрения. На наш взгляд, это связано с минерализацией гумуса и внесенного навоза, а также с прохождением кукурузой периода максимального потребления элементов питания.

Среди форм минерального азота в начале вегетации кукурузы на силос преобладала нитратная. К середине вегетации преобладающей в общих запасах минерального азота в почве стала аммонийная форма. Причем на вариантах с использованием прямого действия органических удобрений доля аммонийного азота в общих запасах минерального была наибольшей. К концу вегетации кукурузы на силос произошло восполнение нитратного азота в почве и увеличение его доли в общих запасах минерального азота.

Определение содержания фосфора в почве показало, что на контрольном варианте (удобрения не вносили более 40 лет) содержание подвижного фосфора в начале вегетации кукурузы в слое почвы 0–20 см находилось на уровне 64–66 мг/кг почвы (табл. 4). Это связано с корневым питанием растений из более глубоких горизонтов почвы, когда при активной деятельности растений поглощенный фосфор поступает вверх и обогащает почву фосфатами. У растений с глубокопроникающей в материнские породы корневой системой, какой является кукуруза, этот процесс происходит наиболее интенсивно.

Внесение фосфорных удобрений приводило к повышению содержания подвижного фосфора в почве. Если на контроле перед уборкой кукурузы в среднем за 3 года в слое почвы 0–40 см содержание подвижного фосфора составляло 65 мг/кг почвы, то на варианте с одинарной дозой удобрения – 77, а на варианте с двойной дозой – 93 мг/кг почвы. Основное действие удобрений в большей степени проявляется в пахотном слое почвы 0–20 см, что говорит о слабой миграции фосфора внесенных удобрений в более глубокие горизонты.

АГРОНОМИЯ

Таблица 4. Динамика подвижного фосфора в почве в период вегетации кукурузы на силос, мг/кг (в среднем за 2007–2009 гг.)

Варианты опыта	Слой почвы, см	Содержание подвижного фосфора в почве, мг/кг		
		май	июль	сентябрь
1. Контроль, без удобрений	0–20	69	65	67
	20–40	64	62	62
	0–40*	66	64	65
5. N ₆₀ P ₆₀	0–20	83	77	78
	20–40	74	67	74
	0–40	78	72	76
8. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0–20	89	82	80
	20–40	75	75	75
	0–40	82	79	77
9. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	0–20	109	104	95
	20–40	102	94	91
	0–40	106	99	93
11. Навоз 20 т/га	0–20	86	79	77
	20–40	77	74	75
	0–40	81	76	76
13. Навоз 20 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0–20	102	95	87
	20–40	93	87	80
	0–40	98	91	84
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	0–20	90	87	86
	20–40	80	79	79
	0–40	85	83	83

Примечание: *0–40 – среднее содержание в слое 0–40 см.

Распределение содержания необменного калия по вариантам опыта в почве под кукурузой (табл. 5) имело свои особенности. На контрольном варианте и варианте с азотно-фосфорным питанием оно различалось незначительно и достигало наименьшую в опыте величину. Внесение только минеральных удобрений увеличивало его тем сильнее, чем выше была доза калийных удобрений (от 660 мг/кг почвы при использовании N₆₀P₆₀K₆₀ до 739 мг/кг почвы на варианте с внесением N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀).

Таблица 5. Содержание в почве необменного калия под кукурузой на силос, мг/кг почвы, слой 0–40 см (в среднем за 2007–2009 гг.)

Варианты опыта	Начало вегетации	Середина вегетации	Перед уборкой
1. Контроль	570	526	566
5. N ₆₀ P ₆₀	575	527	560
8. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	660	623	664
9. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	739	704	748
11. Навоз 20 т/га	670	626	669
13. Навоз 20 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	758	709	750
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	726	683	725

Содержание необменной формы калия увеличивалось и под влиянием органических удобрений. Причем наибольшим в опыте оно было при совместном использовании 20 т/га навоза и минеральных удобрений в дозе N₆₀P₆₀K₆₀.

В течение роста кукурузы содержание необменной формы калия существенно уменьшалось от начала вегетации к середине, а к уборке урожая вновь возрастало.

Причем на вариантах опыта, где калий поступал в почву с минеральными или органическими удобрениями содержание его необменной формы к концу вегетации было даже несколько выше, чем в начале. Вероятно, это было связано с биологическими особенностями кукурузы: наибольшее потребление калия у нее приходится на первую половину вегетации, а к уборке урожая создавались условия для накопления необменной формы калия, что еще раз доказывает важную роль изучаемой формы калия в питании растений.

Необменные формы калия являются ближайшим резервом пополнения его обменной формы. Оценка содержания обменного калия показывает, что внесение только калийсодержащих удобрений повышало его количество в почве в среднем на 14–54 мг/кг почвы (табл. 6). Так, при внесении калийных удобрений в сочетании с азотно-фосфорными количество обменного калия по сравнению с вариантом N₆₀P₆₀ увеличилось в почве на 32 мг/кг почвы, а по сравнению с контролем – на 40 мг/кг почвы.

Таблица 6. Содержание в почве обменного калия под кукурузой на силос, мг/кг почвы (в среднем за 2007–2009 гг.)

Варианты опыта	Начало вегетации	Середина вегетации	Перед уборкой	Среднее
1. Контроль	139	128	133	133
5. N ₆₀ P ₆₀	146	138	140	141
8. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	177	167	174	173
9. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	199	195	200	198
11. Навоз 20 т/га	168	152	156	159
13. Навоз 20 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	217	208	214	213
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	193	191	192	192

Внесение в почву калийных удобрений на фоне азотно-фосфорных давало математически достоверную прибавку урожая (табл. 7). Так, при внесении N₆₀P₆₀ получено в среднем за три года 250,4 ц/га, а при внесении N₆₀P₆₀K₆₀ – 345,5 ц/га – прибавка от калия составляла 95,1 ц/га.

Таблица 7. Влияние удобрений на урожайность и качество зеленой массы кукурузы (в среднем за 2007–2009 гг.)

Варианты опыта	Урожайность зеленой массы, ц/га	Прибавка урожайности		Содержание протеина		Сбор протеина	
		ц/га	%	%	прибавка к контролю	ц/га	прибавка к контролю
1. Контроль без удобрений	197,6	–	–	6,8	–	13,4	–
5. N ₆₀ P ₆₀	250,4	52,8	26,7	8,6	1,8	21,6	8,2
8. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	345,5	147,9	74,8	8,6	1,8	29,8	16,4
9. N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	335,4	137,8	69,7	10,2	3,4	34,2	20,8
11. 20 т/га навоза	301,7	104,1	52,7	7,4	0,6	22,4	9,0
13. 20 т/га + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	317,4	119,8	60,6	8,4	1,6	26,8	13,4
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	312,4	114,8	58,1	7,0	0,2	21,8	8,4

Неоднозначным оказалось действие органических удобрений. При внесении 20 т/га навоза получена прибавка урожая по сравнению с контрольным вариантом 52,7 ц/га, сов-

местно с оптимальной дозой минеральных удобрений – прирост урожая незначительный – 15,7 ц/га, тогда как прирост урожая от применения той же дозы минеральных удобрений без навоза – 147 ц/га. Таким образом, нами не подтверждается высокая эффективность совместного применения органических и минеральных удобрений.

Удобрения оказали существенное влияние на содержание протеина в зеленой массе кукурузы. Так, если на контрольном варианте в среднем за три года содержание протеина было 6,8%, то на вариантах с применением удобрений оно изменялось в пределах 7,0–10,2%. Максимальными содержание протеина и сбор его с 1 га были на варианте с двойной дозой NPK – соответственно 10,2% и 34,2 ц/га.

Выводы

1. При сельскохозяйственном использовании чернозема типичного наблюдалось его подкисление. Без внесения удобрений актуальная кислотность повышалась на 0,8 ед. Использование минеральных удобрений усиливало этот процесс. Добавление калийных удобрений к азотно-фосфорным не оказывало существенного влияния на показатели почвенной кислотности. Внесение органических удобрений как в чистом виде, так и в комплексе с минеральными снижало темпы роста кислотности, но не останавливало этот процесс.

2. При внесении минеральных удобрений запасы минерального азота в почве в начале вегетации увеличивались по сравнению с контролем. Наибольший запас минерального азота (183,5 кг/га) в начале вегетации создавался при внесении двойной дозы полного минерального удобрения ($N_{120}P_{120}K_{120}$). Из всех удобренных вариантов минимальные запасы минерального азота были при внесении в почву азотно-фосфорных удобрений.

3. Фосфорный режим при длительном применении удобрений в почве в начале вегетации наиболее благоприятно складывался при внесении высоких доз минеральных удобрений. Минимальное количество подвижного фосфора было в почве контрольного варианта, среди удобренных вариантов – при внесении азотно-фосфорных удобрений.

4. В зависимости от уровня удобренности количество обменного калия в почве колебалось в значительных пределах: от 570 до 758 мг/кг почвы. На вариантах с внесением высоких доз минеральных удобрений содержание обменного калия уменьшалось в большей степени, чем при внесении умеренных доз, что связано с большим выносом калия с увеличивавшимся урожаем и переходом части обменного калия в усвояемые формы.

При интенсивном использовании пашни происходило снижение содержания в почве обменного калия и лишь на вариантах с двойной дозой калийных удобрений его содержание стабилизировалось на уровне 5-го класса. Совместное внесение органических и минеральных удобрений повышало содержание в почве обменного калия.

5. Внесение в почву удобрений при возделывании кукурузы на силос в одинарной и двойной дозах ежегодно давало математически достоверную прибавку урожая: в среднем за 3 года при внесении $N_{60}P_{60}$ получено 250,4 ц/га, а при внесении $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 345,5 ц/га. Применение повышенных доз калия не приводило к дальнейшему росту урожайности зеленой массы и снижало ее качество.

Библиографический список

1. Адедиран Д.А. Эффективность локального внесения удобрений под кукурузу : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / Д.А. Адедиран. – Краснодар, 1987. – 22 с.
2. Дибаве А. Действие удобрений при основном внесении на продуктивность кукурузы, возделываемой в полевом севообороте на выщелоченном черноземе : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / А. Дибаве. – Краснодар, 1988. – 24 с.
3. Карпов А.П. Эффективность минеральных удобрений в звене типичного севооборота в лесостепной зоне Поволжья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.04 / А.П. Карпов. – Москва, 1984. – 26 с.
4. Отзывчивость кукурузы на силос на современные удобрения на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности / С.А. Коростылёв, А.Н. Есаулко, М.С. Сигида и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1639.
5. Подрезов П.И. Калийный режим чернозема типичного и его влияние на урожайность и качество кукурузы на силос / П.И. Подрезов // Направления стабилизации развития и выхода из кризиса АПК в современных условиях : тезисы докладов международной науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 1999. – С. 104–105.
6. Подрезов П.И. Эффективность калийных удобрений под сахарную свеклу и кукурузу на силос на черноземе типичном / П.И. Подрезов // Обеспечение стабилизации АПК в условиях рыночных форм хозяйствования : тезисы докладов межрегиональной науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 1997. – С. 220–221.
7. Практикум по агрохимии / Б.А. Ягодин, И.П. Дерюгин, Ю.П. Жуков и др. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 512 с.
8. Тиберькова Г.А. Влияние длительного применения удобрений на пищевой режим почвы и урожайность надземной массы кукурузы / Г.А. Тиберькова // Удобрения и мелиоранты в интенсивном земледелии Центрально-Черноземной полосы : сб. науч. тр. ВГАУ им. К.Д. Глинки. – Воронеж, 1989. – С. 4–13.
9. Тиберькова Г.А. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и урожайность надземной массы кукурузы по ротациям севооборота / Г.А. Тиберькова, Н.Л. Плескова, Л.П. Крутских // Агрохимия. – 1994. – № 1. – С. 44–50.
10. Тиберькова Г.А. Продуктивность кукурузы на силос в третьей ротации севооборота при длительном применении удобрений / Г.А. Тиберькова, Н.Л. Плескова // Достижения аграрной науки – стабилизация сельскохозяйственного производства : тезисы докладов науч. и учеб.-метод. конф. Воронежского ГАУ. – Воронеж : ВГАУ, 1991. – С. 24–25.
11. Штефан В.К. Жизнь растений и удобрения / В.К. Штефан. – Москва : Московский рабочий, 1981. – 240 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ Принадлежность к организации

Павел Иванович Подрезов – старший преподаватель кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: pipodrezov@mail.ru.

Николай Георгиевич Мязин – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», Россия, г. Воронеж, e-mail: agrohimi@ag.vsau.ru.

Дата поступления в редакцию 07.10.2019

Дата принятия к печати 19.11.2019

AUTHOR CREDENTIALS Affiliations

Pavel I. Podrezov, Senior Lecturer, the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia Voronezh, e-mail: pipodrezov@mail.ru.

Nikolay G. Myazin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Dept. of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia, Voronezh, e-mail: agrohimi@ag.vsau.ru.

Received October 07, 2019

Accepted after revision November 19, 2019