

ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА ЧЕРНОЗЕМАХ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ

Л. Д. Стахурлова¹, А. Ф. Стулин², А. И. Громовик¹

¹Воронежский госуниверситет

²Воронежский филиал ФГБНУ ВНИИКукурузы

Поступила в редакцию 05.11.2014 г.

Аннотация. в пару и при бессменном выращивании кукурузы ухудшаются агрохимические характеристики черноземов выщелоченных, Ежегодное внесение $N_{60}P_{60}K_{60}$ компенсирует потери гумуса, повышает содержание элементов питания растений, достоверно увеличивает среднегодовую продукцию зеленой массы кукурузы. Севооборотный фактор усиливает действие вносимых минеральных удобрений в агроэкологических условиях Центрального Черноземья.

Ключевые слова: чернозем, длительные опыты, гумус, обменные основания, кислотность, удобрения, севооборот, монокультура, кукуруза, урожайность

Abstract. in the fallow and continuous maize growing agrochemical chernozem indices are worsening. Annual $N_{60}P_{60}K_{60}$ application compensate humus loss, increase content of nutrition elements in plants, increase average production of maize green mass. Factor of crop rotation intensifies the influence of mineral fertilizers in agroecological conditions of Central Chernozem region.

Keywords: chernozem, long term experiments, humus, cation-exchange capacity, acidity, fertilizers, rotation, monoculture, maize, productivity

Кукуруза (*Zea mays* L.) – это ценная продовольственная, кормовая и техническая культура. По размерам посевной площади и сбору зерна она занимает третье место в мире после пшеницы и риса. Культура весьма требовательна к наличию в почве органического вещества и элементов питания, только при содержании гумуса более 5 % и рН 6.0 – 8.5 ед. можно получать хороший урожай [1]. В то же время считают, что кукуруза устойчива к бессменному возделыванию, и её монокультура экономически более целесообразна [2, 3]. Однако литературные данные не позволяют сделать однозначные выводы о возможности отказа от севооборотов и переходу к бессменному возделыванию кукурузы [3, 4], к тому же внедрение в производство любого агротехнического приёма должно сопровождаться его всесторонней эколо-

гической оценкой. В этой связи целью настоящей работы было исследование изменений основных показателей плодородия черноземов, продуктивности и выноса элементов питания кукурузой при её бессменном выращивании и в севообороте в агроэкологических условиях Центрального Черноземья.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Длительные стационарные полевые опыты заложены в 1960 году на территории ФГБНУ ВНИИ кукурузы и включены в реестр «Географической сети опытов с удобрениями» (Воронежская обл., Хохольский район). Опыт представлен тремя полями севооборота и одним полем с бессменным посевом кукурузы. Севооборот в опыте десятипольный, в котором 50 % зерновых, 20 % технических и 30 % кормовых культур. Чередование культур в севообороте следующее: вико-овсянная

смесь на сено, озимая пшеница, сахарная свёкла, кукуруза на силос, озимая пшеница, кукуруза на зерно, вико-овсянная смесь на сено, озимая пшеница, подсолнечник, ячмень. Минеральные удобрения вносят ежегодно осенью под вспашку в виде аммиачной селитры (N_{aa}), гранулированного суперфосфата (P_{cr}) и калийной соли (K_x). Посевная площадь делянки 269.5 м², учетная – 192.5 м². Высевали районированные гибриды кукурузы, согласно принятым в зоне агротехническим требованиям. Урожай учитывали методом сплошного взвешивания. Объект исследования: чернозем выщелоченный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый на покровной карбонатной глине. Согласно классификации 2004 года – агрочернозем глинисто иллювиальный. На момент закладки стационарного опыта в пахотном слое содержалось: гумуса 5.6 %, общего азота 0.24 %, фосфора 0.15 %, калия 2.0 %, $pH_{вод}$ 6.6, сумма поглощенных оснований 38.4 ммоль(+) / 100 г почвы, Нг 3.2 ммоль(+) / 100 г почвы, степень насыщенности основаниями превышала 90 %. Для настоящих исследований почвенные образцы отбирали в июне с помощью бура с глубин 0 – 20, 20 – 40 и 40 – 60 см в 5 точках учетной площади из следующих вариантов: «Вечный пар», монокультура кукурузы без удобрений и на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$. Кукуруза в севообороте без удобрений и на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$. Анализ почвенных образцов проводили по общепринятым методам: определение гумуса по И.В. Тюрину, обменных оснований – кальция и магния в некарбонатных и незасолённых почвах комплексометрически, pH

водной вытяжки потенциметрически, гидролитическую кислотность методом Каппена, обменный аммоний по Несслеру, подвижный фосфор по Чирикову, обменный калий по Масловой [5]. Отбор растительных проб и подготовку их для химического анализа проводили согласно методическим указаниям по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями [6]. В растительных образцах определяли содержание общего азота по Кьельдалю, фосфора по Дениже, калия на пламенном фотометре [7]. Вычисления выполнены с использованием программ MS Excel 2007.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Органическое вещество является основным показателем почвенного плодородия, организующим всю почвенную систему в соответствии с потребностями растений [8, 9]. Черноземы выщелоченные Воронежской области были вполне благоприятны для выращивания кукурузы, они содержали более 5 % гумуса в слое 0 – 20 см. В отсутствие растительных остатков, как основного источника формирования гумусовых веществ (пар), и при их незначительном поступлении при бессменном выращивании кукурузы, количество гумуса достоверно снизилось более чем на 0.6 %, в слое 0 – 20 см (табл.1). Возделывание кукурузы в севообороте сдерживало потери гумуса. Однако для оптимизации гумусового состояния основным условием является использование удобрений. Так, на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ содержание гумуса не отличалось от исходного значения.

Таблица 1

Химические, физико-химические и агрохимические показатели черноземов выщелоченных при различных агротехнических приемах

Вариант	Слой, см	Гумус, %	$pH_{вод}$	Ca ⁺² +	Нг	NH ₄ ⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O
				Mg ⁺²				
				ммоль(+)/100г		мг / 100 г		
«Вечный пар»	0-20	4.92	6.0	32.6	5.24	4.8	8.2	16.3
	20-40	4.30	6.1	30.4	5.00	5.0	9.0	16.0
	40-60	3.67	6.5	29.5	2.65	3.8	8.6	15.8
Кукуруза монокультура								
Без удобрений	0-20	4.98	5.9	34.9	5.50	3.4	4.4	15.7
	20-40	4.54	6.2	33.7	4.80	3.6	3.6	19.6
	40-60	3.71	6.4	32.6	3.10	2.9	3.2	15.4
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0-20	5.37	5.6	37.2	6.00	4.7	9.0	20.6
	20-40	4.94	5.9	34.7	5.37	4.1	7.1	19.6
	40-60	3.39	6.3	33.5	2.85	3.2	4.0	16.0
Кукуруза севооборот								
Без удобрений	0-20	5.25	5.9	36.6	5.20	4.6	5.8	17.4
	20-40	4.89	6.2	34.9	4.94	5.0	6.0	16.0
	40-60	3.43	6.6	31.5	2.75	3.2	4.1	15.8
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0-20	5.63	5.7	37.8	5.57	6.3	11.6	21.1
	20-40	5.08	5.9	34.5	4.40	6.4	12.1	19.6
	40-60	3.80	6.6	31.3	2.70	3.5	8.3	16.3

Длительное систематическое применение различных агротехнических приемов на черноземных почвах отразилось и на их физико-химических свойствах, по сравнению с исходной почвой, снизилась сумма поглощенных оснований, а актуальная и гидrolитическая кислотность, наоборот, повысились (табл.1). Показатели, характеризующие состояние почвенного поглощающего комплекса (S), заметно изменялись в пахотной почве и при бессменном выращивании кукурузы, что тесно коррелирует с содержанием гумуса. Для этих показателей $r = 0.76$. Систематическое использование минеральных удобрений повысило количество катионов водорода в составе поглощающего комплекса черноземов выщелоченных, что повлекло за собой снижение степени насыщенности почвы основаниями.

Односторонний вынос элементов питания растений при бессменных посевах сельскохозяйственных культур способствует истощению почвы доступными для растений азота, фосфора и калия. Выращивание кукурузы в севообороте незначительно изменяет пищевой режим в почве и только в вариантах с ежегодным внесением удобрений существенно возрастает количество подвижного фосфора и обменного калия, особенно в севообороте (табл.1).

Результирующим показателем любого агротехнического приема является его влияние на продуктивность культуры. Варьирование урожайности зеленой массы кукурузы за время опыта было довольно существенным, что напрямую зависело от погодных условий, в то же время влияние исследуемых факторов оставалось достоверным. Было выявлено, что на неудобренных делянках монокультуры закономерного снижения продук-

тивности кукурузы за более чем 30-ний период не происходило, несмотря на ухудшение агрохимических свойств почвы, что подтверждает ранее полученные результаты А.П. Щербаковым с соавт. [10]. Севооборотный фактор дает достоверную (18 %) прибавку зеленой массы кукурузы, и нулевая гипотеза о существенности различий отвергается (табл. 2). Ежегодное внесение полного минерального удобрения ($N_{60}P_{60}K_{60}$) значительно увеличивает урожайность культуры, так, в условиях монокультуры прибавка составляет 46 %, в севообороте – 34 %. Севооборотный фактор и удобрения стимулируют ежегодный вынос с урожаем из почвы азота и калия. Нуждаемость растений в подвижном фосфоре была наименьшей, поскольку почва опытного участка хорошо обеспечена этим элементом. Несмотря на то, что черноземы обеспечены и калием, но при возделывании кукурузы необходимость в калийных удобрениях остается, о чем свидетельствует условный отрицательный баланс питательных веществ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пахотной почве и при бессменном выращивании кукурузы в течение 50 лет снижается количество гумуса, обменного аммония, подвижного фосфора и обменного калия, намечается тенденция снижения суммы кальция и магния, возрастает кислотность почвы, Севооборотный фактор не приводит к заметному улучшению основных показателей плодородия почвы. Ежегодное внесение $N_{60}P_{60}K_{60}$ компенсирует потери гумуса, повышает содержание доступных соединений азота, фосфора и калия, достоверно увеличивает среднегодовую продукцию зеленой массы кукурузы. Севооборотный фактор усиливает действие

Таблица 2

Урожайность зеленой массы кукурузы за 5 ротаций севооборота и в монокультуре, и условный баланс питательных веществ (средние данные за 1971 – 2014 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	Ежегодный вынос с урожаем, кг / га			Условный баланс, кг/га		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Кукуруза монокультура								
Без удобрений	22.1	-	46.1	19.8	42.8	-46.1	-19.8	-42.8
$N_{60}P_{60}K_{60}$	32.2	10.1	88.8	33.4	83.9	-28.8	26.6	-23.9
HCP ₀₅	2.8							
Кукуруза севооборот								
Без удобрений	26.2	-	55.9	19.9	64.8	-55.9	-19.9	-64.8
$N_{60}P_{60}K_{60}$	35.0	8.8	94.9	32.2	107.4	-34.9	27.8	-47.4
HCP ₀₅	3.0							

вносимых минеральных удобрений в агроэкологических условиях Центрального Черноземья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щербаков А.П. Почвоведение с основами растениеводства / А. П. Щербаков, Н.А. Протасова, А. Б. Беляев, Л.Д. Стахурлова — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1996. — 235 с.
2. Бондарева В.Ю. Возделывание кукурузы на зерно в насыщенных севооборотах и бесменных посевах / В.Ю. Бондарева — М.: Агропромиздат, 1986. — 49 с.
3. Лебедь Е.М. Удобрение бесменных посевов кукурузы / Е. М. Лебедь, С.М. Крамарев, Л.Г. Подгорная // Кукуруза и сорго. — 2002. — № 6. — С. 8 – 11.
4. Гангур В.В. Царица полей в монокультуре / В.В. Гангур // Земледелие. — 2010. № 3. — С. 27–29.
5. Воробьева Л. А. Химический анализ почв / Л. А. Воробьева — М.: МГУ, 1998. — 272 с.
6. Методические указания по проведению

исследований в длительных опытах с удобрениями. — М.: ВИУА, 1976. — С 15 – 17.

7. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии / А.В. Петербургский. — М.: Колос, 1968. — 195 с.
8. Стахурлова Л.Д. Содержание и состав гумуса черноземов выщелоченных в опыте с удобрениями / Л.Д. Стахурлова, Д.И. Щеглов, А. И. Громовик, О.А. Минакова // Вестник ВГУ. Сер. Химия. Биология., Фармация. 2009. — № 2. — С 145–151.
9. Громовик А. И. Трансформация гумусного состояния чернозема выщелоченного при длительном применении удобрений в зерносеменовом севообороте / А. И. Громовик // Автореферат дисс. канд. биол. наук — Воронеж: Изд-во ВГУ, 2009. — 15 с.
10. Щербаков А.П. Изменение свойств чернозема при длительном применении минеральных удобрений / А.П. Щербаков, А.Ф. Стулин, А.В. Косолапова, М.В. Райхинштейн // Биологические науки. 1989. — № 4. — С. 101 – 108.

Стахурлова Лариса Дмитриевна — канд. биол. наук, доцент кафедры почвоведения и управления земельными ресурсами биолого-почвенного факультета; e-mail: stakhurlova@rambler.ru

Стулин Александр Федорович — канд. сельскохозяйственных наук, вед. сотрудник Воронежского филиала ФГБНУ ВНИИ Кукурузы; e-mail: opytное@vmail.ru

Громовик Аркадий Игоревич — канд. биол. наук, ассистент кафедры почвоведения и управления земельными ресурсами биолого-почвенного факультета E-mail: agrom.ps@rambler.ru

Stakhurlova Larissa D. — Candidate of Biological Science, Lecturer of Soil science and management of soil resources of Biological and Soil science Department, Voronezh State University; e-mail: stakhurlova@rambler.ru

Stulin Alexander F. — Candidate of Agricultural Science, Scientific worker of RSci.I of maize; e-mail: opytное@vmail.ru

Gromovik Arkadiy I. — Candidate of Biological Science, Assistant of Soil science and management of soil resources of Biological and Soil science Department, Voronezh State University