

---

## РАЗДЕЛ 2

# РАСТЕНИЕВОДСТВО

---

УДК 631.82:631.452

### УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КУЛЬТУР СЕВООБОРОТА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Стулин А.Ф.

*Воронежский филиал, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы*

В агроэкологических условиях Центрального Черноземья на выщелоченных черноземах в стационарном опыте в течение 5 ротаций десятипольного севооборота изучено влияние ежегодного внесения различных видов, доз и соотношений минеральных удобрений на продуктивность и качество полевых культур. Установлено, что определяющим фактором повышения урожайности культур являются азотные удобрения, а максимальная прибавка 10,5 т/га з.е. получена при ежегодном внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , при соответствующем показателе 25,2 т/га на неудобренном фоне. В группе зерновых культур прирост составил 51,7%, технических – 35,6%, кормовых – 34,8%. Сбор сахара и подсолнечного масла при внесении этой дозы удобрений увеличивался на 39 и 25%, при показателях на естественном фоне, соответственно, 5,1 и 0,8 т/га.

**Ключевые слова:** культуры севооборота, удобрения, длительное внесение, урожайность, качество.

### PRODUCTIVITY AND QUALITY OF CROP ROTATION CROPS WITH LONG-TERM APPLICATION OF FERTILIZERS IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL CHERNOZEM REGION

Stulin A.F.

*Voronezh branch, All-Russian Scientific Research Institute of Corn*

In the agroecological conditions of the Central Chernozem region on leached chernozems in a stationary experiment during 5 rotations of a ten-field crop rotation, the effect of annual application of various types, doses and ratios of mineral fertilizers on the productivity and quality of field crops was studied. It was found that nitrogen fertilizers are the determining factor in increasing crop yields, and the maximum increase of 10.5 t/ha of grain was obtained with the annual application of  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , with the corresponding indicator of 25.2 t/ha on an unfavorable background. In the group of grain crops, the increase was 51.7%, technical – 35.6%, fodder – 3.48%. The collection of sugar and sunflower oil when applying this dose of fertilizers increased by 39 and 25%, with indicators on a natural background, respectively, 5.1 and 0.8 t/ha.

**Key words:** crop rotation crops, fertilizers, long-term application, yield, quality.

---

Результурующим показателем эффективности любого агротехнического приема служит урожайность культуры, так как именно она является основным показателем сельскохозяйственного производства. Одним из наиболее эффективных приемов повышения урожайности является применение удобрений, которые удовлетворяют потребность растений в элементах минерального питания, усиливают их мобилизацию из почвы при одновременном повышении почвенного плодородия. За счет применения удобрений в земледелии Российской Федерации получают не менее 50 % прироста урожайности сельскохозяйственных культур [1]. При производстве минеральных удобрений в стране 25 млн т д.в. под сельскохозяйственные культуры вносится лишь 3,5 млн т [2]. Эти объемы внесения несопоставимы с мировой практикой: при среднемировых показателях ( $\approx 100$  кг/га) Россия уступает почти в 5 раз [3].

По расчетам ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова при разных сценариях развития АПК потребность зерновых культур при посевной площади 46,7 млн га в минеральных удобрениях в целом по России на 2030 г. составляет в расчете на: инерционный (валовый сбор зерна 100-105 млн т) – 4,2 млн т д.в.; базовый (120-125 млн т) – 7,1 млн т д.в.; оптимистический (145-150 млн т) – 7,4 млн т д.в. Потребность всех культур в минеральных удобрениях Российской Федерации на 2030 г. при трех сценариях развития АПК составляет, соответственно, 6,9, 11,7 и 13,9 млн т д.в. Оптимистический сценарий, рассчитанный на внесение 13,9 млн т минеральных удобрений вполне реален, так как он составляет всего лишь  $\approx 60\%$  от их производства [3,4].

Комплексное влияние всех факторов сельскохозяйственного производства на продуктивность и качество культур, изменение показателей плодородия почвы и предотвращение загрязнения окружающей среды в условиях изменяющегося климата возможно оценить только в длительных полевых опытах с удобрениями.

Целью данной работы было рассмотреть влияние длительного ежегодного внесения минеральных удобрений в севообороте на урожайность и качество культур.

#### **Объекты и методы исследования**

Исследования проводили в длительном стационарном полевом опыте № 152 по реестру Географической сети опытов с удобрениями Российской Федерации [5]. Географические координаты: 51°36'480"СШ и 38°58'159"ВД. Севооборот десятипольный, во времени развернут на 3-х полях, вводимых последовательно одной культурой, с площадью каждого поля 1,1 га, со структурой 50% зерновых, 20% технических и 30% кормовых культур с чередованием культур: вико-овсяная смесь в соотношении 2:1 (*Vicia sativa* L.; *Avena sativa* L.), озимая пшеница (*Triticum aestivum* L.), сахарная свекла (*Beta vulgaris* L., var. *saccharifera*), кукуруза на силос (*Zea mays* L.), озимая пшеница, кукуруза на зерно, вико-овсяная смесь, озимая пшеница, подсолнечник (*Helianthus annuus* L.), ячмень (*Hordeum vulgare* L.).

Минеральные удобрения вносятся ежегодно с 1967 года под каждую культуру в форме  $N_{aa}$ ,  $P_{ст}$ ,  $K_x$  по схеме, представленной в таблице 1. Посевная площадь делянки 269,5 м<sup>2</sup> (4,9 м x 55 м), учетная площадь для зерновых колосовых 225 м<sup>2</sup>, пропашных - 105-195 м<sup>2</sup>. Повторность трехкратная. Размещение делянок систематическое. В опытах применялась традиционная технология возделывания зерновых, кормовых и технических культур, а также соответствующая серийная почвообрабатывающая и посевная техника. Высевали районированные сорта и гибриды сельскохозяйственных культур. Урожайность определяли методом сплошного взвешивания. Статистическая обработка результатов (дисперсионный анализ при 5% уровне значимости) проводилась по Б.А. Доспехову [6].

Почва – чернозем выщелоченный (Chernozems Luvic Pachic), среднемощный, малогумусный, тяжелосуглинистый, на покровной карбонатной глине. Согласно классификации 2004 г. почва относится к агрочерноземам глинисто-аллювиальным, оподзоленным, среднегумусным, среднемощным, среднесуглинистым, на лессовидном карбонатном суглинке [7]. Исходные агрохимические свойства пахотного слоя почвы: гумус 5,6%, общий азот 0,24 %, фосфор 0,15 %, калий 2,0 %, рН<sub>вод.</sub> 6,6 ед.; сумма поглощенных оснований 38,4 ммоль (+)/100 г почвы, степень насыщенности основаниями – более 90%.

Содержание клейковины в зерне озимой пшеницы определяли по ГОСТ 13586.1. сахаристость свеклы по ГОСТ 17421-82. Содержание жира в ядрах подсолнечника по Сокслету [8]. Протеин, крахмал, жир, клетчатка в зерне кукурузы определены методом спектроскопии в ближней инфракрасной области с использованием анализатора «Инфралюм ФТ-12» в лаборатории качества и переработки кукурузы ФГБНУ ВНИИ кукурузы.

### Результаты и их обсуждение

Анализ урожайных данных культур севооборота за 5 ротаций на естественном фоне (вариант без удобрений) показал, что уровень урожайности культур обусловлен видом культуры и погодными условиями в период вегетации растений (таблица 1).

Наиболее высокая продуктивность в группе зерновых культур отмечена для кукурузы 3,42 т/га, с диапазоном изменчивости уровня урожайности по годам от 1,84 до 5,08 т/га. За ней следует озимая пшеница, размещаемая по вико-овсяной смеси – 2,41 т/га (1,85-3,56 т/га), затем ячмень – 1,77 т/га (0,70-2,80), и замыкает группу зерновых озимая пшеница по предшественнику кукуруза на силос – 1,46 т/га (1,04-3,07 т/га).

В группе технических культур урожайность корнеплодов сахарной свеклы на неудобренном фоне составила 28,8 т/га с диапазоном варьирования по годам 14,5-44,3 т/га, у подсолнечника урожайность семян составила 1,53 т/га и 0,95-2,02 т/га соответственно. В группе кормовых культур на этом агрофоне урожайность зеленой массы кукурузы составила 26,2 т/га с диапазоном варьирования по годам 17,4-36,7 т/га.

Урожайность сена викоовсяной смеси составила, соответственно, 3,67 т/га и 1,4-9,5 т/га. Одним из определяющих факторов повышения продуктивности культур севооборота при их выращивании является создание оптимальных условий потребления посевами азота, находящегося в первом минимуме. В среднем за все годы исследований ежегодное внесение  $N_{60}$  повысило урожайность озимой пшеницы, размещенной по вико-овсу, на 21%, а после кукурузы на силос на 39%, для ячменя – 45%, подсолнечника – 16%. Внесение 60 кг/га азота обеспечило прибавку корнеплодов 4,6 т/га, кукурузы на силос – 4,0 т/га, сена вико-овсяной смеси – 0,76 т/га. Эффективность азотного удобрения в значительной степени зависела от погодных условий вегетационного периода. Так в благоприятном 1973 г. прибавка урожайности корнеплодов сахарной свеклы от внесения  $N_{60}$  составила 8,3 т/га, в то время, как в крайне неблагоприятном по увлажнению 1972 г. повышения урожайности не установлено. Совместное внесение азотно-фосфорного удобрения по 60 кг/га каждого элемента достоверно повышало прибавку всех культур по сравнению с прибавкой от одного азота.

Добавление к азотному и фосфорному удобрениям еще и калия достоверно не изменяло уровень урожайности культур севооборота, за исключением ячменя. Однако в засушливые годы отмечено положительное действие как одного калия, так и в составе парных и тройного сочетаний.

Таблица 1

Влияние длительного применения удобрений на урожайность культур в севообороте (среднее за 5 ротаций), т/га

Вариант опыта	Культуры								Продуктивность культур севооборота	Прибавка
	зерновые				технические		кормовые			
	Озимая пшеница*	Озимая пшеница**	Ячмень	Кукуруза	Сахарная свекла	Подсолнечник	Кукуруза, зеленая масса	Вико-овсяная смесь, сено	т/га з.е.	
Без удобрений	2,41	1,46	1,77	3,42	28,8	1,53	26,2	3,67	25,2	0
N <sub>60</sub>	2,91	2,03	2,57	4,15	33,4	1,78	30,2	4,43	30,4	5,2
P <sub>60</sub>	2,55	1,42	1,77	3,44	30,5	1,61	26,6	3,88	26,0	0,8
K <sub>60</sub>	2,51	1,46	1,78	3,46	29,4	1,58	27,0	3,83	25,8	0,6
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	3,28	2,38	2,85	4,53	37,5	1,93	33,6	4,94	34,0	8,8
N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,05	2,14	2,73	4,26	35,7	1,79	31,1	4,49	31,8	6,6
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	2,64	1,50	1,96	3,55	31,5	1,67	27,5	3,99	27,1	1,9
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,48	2,46	3,09	4,71	39,1	2,04	35,0	5,27	35,7	10,5
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	3,43	2,37	3,04	4,63	37,6	1,97	34,3	5,13	34,7	9,5
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub>	3,48	2,45	3,06	4,66	38,9	1,98	34,9	5,39	35,4	10,2
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	3,44	2,49	3,12	4,63	37,9	1,95	34,8	5,10	35,0	9,8
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	3,68	2,70	3,27	5,07	41,4	2,05	37,7	5,58	37,9	12,7
Среднее	3,07	2,07	2,58	4,21	35,1	1,82	31,6	4,64	31,6	
НСР <sub>0,05</sub>	0,22	0,19	0,21	0,35	2,8	0,19	2,9	0,48		

Примечание. Предшественники: \* - вико-овсяная смесь, \*\* - кукуруза на силос.

Уменьшение дозы фосфора в составе полного минерального удобрения с 60 до 30 кг/га и одностороннее увеличение его до 120 кг/га не изменяло уровень урожайности культур независимо от метеорологических условий. Увеличение дозы азота с 60 до 120 кг/га достоверно повышало только урожайность зерна кукурузы и озимой пшеницы по предшественнику кукуруза на силос, на остальных культурах отмечена как тенденция. Повышение урожайности побочной продукции (стебли, ботва и солома) при этой дозе азота отмечено на всех культурах, особенно в благоприятные по увлажнению годы.

Коэффициенты перевода в зерновые единицы сельскохозяйственных культур были для зерна озимой пшеницы и ячменя – 1,00, зерна кукурузы – 1,14, сахарной свеклы – 0,26, подсолнечника – 1,47, кукурузы на силос – 0,17, вико-овса на сено 0,40 [9]. По величине сбора зерновых единиц (т/га) на неудобренном фоне изучаемые культуры севооборота заняли следующий ряд: сахарная свекла > кукуруза, силос > кукуруза, зерно > озимая пшеница по предшественнику вико-овсяная смесь > подсолнечник > ячмень > вико-овсяная смесь на сено > озимая пшеница по кукурузе на силос, соответственно: 7,49 > 4,45 > 3,90 > 2,41 > 2,25 > 1,77 > 1,47 > 1,46 т/га. Среднеежегодная продуктивность культур севооборота в зерновых единицах на варианте без удобрений составила 25,2 т/га, а максимальная прибавка 10,5 и 12,7 т/га отмечена, соответственно, на вариантах N60P60K60 и N120P60K60, что составило 41,7 и 50,4%.

Наряду с количественными изменениями урожайности необходимо иметь сведения о качестве продукции, так как высокие урожаи не всегда коррелируют с хорошими качественными характеристиками [10]. Данное обстоятельство также не позволяет получить обобщающие результаты о влиянии минеральных удобрений на качество урожая в меняющихся погодных условиях на основании результатов краткосрочных (3-5 лет) полевых опытов. Это возможно сделать только в длительных стационарных исследованиях [11].

Результаты определения физических, химических и хлебопекарных качеств зерна озимой пшеницы показали тесную зависимость этих показателей от уровня минерального питания и погодных условий вегетации. Так во влажные годы содержание белка в абсолютных величинах на неудобренном фоне составило 10,54%, а при внесении N<sub>60</sub> повысилось до 11,22%, в то время, как в засушливые годы этот показатель был, соответственно, 13,22 и 14,88%. В среднем внесение N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> повысило стекловидность на 15%, содержание белка в зерне на 1,85%, сырую клейковину на 4,9% и объем хлеба на 32 см<sup>3</sup>, при показателях на неудобренном фоне: стекловидность 77%, белок 12,05%, сырая клейковина 24,7%, объем хлеба 548 см<sup>3</sup>.

Удобрения и место выращивания кукурузы являются важнейшим средством воздействия не только на качество зерна, но и на величину урожайности, последнее подробно изложено в нашей работе [12].

Содержание протеина в зерне кукурузы варьировало на естественном фоне от 7,79 до 10,68% в севообороте, в монокультуре, соответственно, от 7,04 до 8,33% (таблица 2).

Таблица 2

## Влияние длительного внесения удобрений на химический состав зерна кукурузы

Показатели %	Севооборот		Монокультура	
	Без удобрений	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	Без удобрений	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>
Протеин	9,24	11,56	7,24	11,24
Крахмал	68,50	63,44	72,22	63,51
Сахар	2,53	2,76	2,43	2,97
Жир	4,67	4,92	4,60	4,88
Клетчатка	1,29	1,68	1,14	1,56
Зола	0,88	1,10	0,79	1,07

Внесение полного минерального удобрения (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>) повышало содержание протеина в зерне на 2,32% в севообороте, в монокультуре это повышение было больше и составило 4,0% абсолютных величин. Севооборот повышал содержание протеина в зерне кукурузы на неудобренном фоне в сравнении с монокультурой на 27,6% относительных величин, влияние его при внесении полного минерального удобрения было крайне незначительно – всего лишь 2,8%.

Кукурузное зерно – важное сырье для производства крахмала. Доля кукурузы в мировом производстве крахмала составляет почти 75%. Крахмал из кукурузы имеет ряд положительных физических свойств: высокое водопоглощение, набухаемость, способность к пленкообразованию и вязотеку [13]. Содержание крахмала в зерне кукурузы на неудобренном фоне в севообороте составила 68,5%, в монокультуре 72,2%. Независимо от места выращивания кукурузы, удобрения снижали содержание крахмала в зерне кукурузы в севообороте на 5,06%, в монокультуре на 8,71% абсолютных величин. Между содержанием протеина и крахмала в зерне кукурузы отмечена отрицательная связь, аналогичная закономерность установлена и другими исследователями [14], где коэффициент корреляции между этими показателями составил  $r = -0,89$ . Севооборот и удобрения оказывали положительное влияние на содержание сахара, жира, клетчатки и золы. По величине содержания показатели качества зерна кукурузы располагаются в ряд: крахмал > протеин > жир > сахар > клетчатка > зола.

Качество корнеплодов сахарной свеклы сильно зависело от агрофона и погодных условий. В острозасушливом 1972 г. содержание сахара в корнях на неудобренном фоне составило 22,6%, в то время, как во влажном и прохладном 1990 г. этот показатель равнялся 16%. В наших опытах наблюдалось снижение сахаристости корней при одностороннем внесении азота и при повышении его дозы в составе полного удобрения на 0,4%. Это явление обусловлено многими причинами и прежде всего тем, что при усиленном питании азотом идет интенсивный рост свеклы, как корня, так и листьев, и, следовательно, больше расходуется накопленных углеводов. Сами растения при этом имеют более крупные клетки и содержат много воды, вследствие чего концентрация сахара в клеточном соке оказывается более низкой. При внесении P<sub>60</sub> и K<sub>60</sub> сахаристость корней повышалась, соответственно, на 0,4 и 0,7%. В самые различные по погодным условиям годы на фоне N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> получены наиболее высокие сборы сахара (7,1 т/га), при показателе на неудобренном фоне 5,1 т/га. Изменение соотношения N, P, K в полном минеральном удобрении путем увеличения дозы одного из элементов до 120 кг/га не увеличивает сбор сахара.

Наибольшая окупаемость 1 кг д.в. удобрений сбором сахара отмечена на вариантах N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> и N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, соответственно, 9,2 и 11,1 кг. Увеличение N, P и K свыше 60 кг/га приводило к снижению окупаемости единицы удобрений сбором сахара по этим вариантам на 37%.

Минеральные удобрения не способствовали повышению содержания жира в ядрах подсолнечника (таблица 3).

Таблица 3

**Качество семян подсолнечника при длительном внесении удобрений, среднее за 5 ротаций**

Вариант опыта	Показатель			
	Содержание жира в ядре, %	Сбор масла, т/га	Масса 1000 семян, г	Лузжистость, %
Без удобрений	64,0	0,8	64,0	20,4
	60,1-66,6	0,4-1,1	47,0-81,0	18,5-24,4
N <sub>60</sub>	62,6	0,9	66,6	19,9
	58,4-65,2	0,5-1,2	47,3-88,5	17,8-24,7
P <sub>60</sub>	64,4	0,8	64,0	20,4
	61,7-66,3	0,5-1,1	42,5-83,0	18,0-24,6
K <sub>60</sub>	63,7	0,8	64,3	20,4
	60,9-66,7	0,4-1,1	42,2-87,6	17,0-24,2
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	63,7	1,0	67,2	20,5
	61,9-66,0	0,6-1,3	49,6-79,2	17,6-24,3
N <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	63,3	0,9	67,8	20,5
	60,0-65,5	0,5-1,2	50,7-98,4	17,8-24,6
P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	64,6	0,8	65,0	21,2
	62,3-66,8	0,6-1,1	47,0-85,8	19,0-25,4
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	63,9	1,0	69,8	20,6
	61,5-65,9	0,7-1,4	49,6-91,6	18,1-24,0
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>60</sub>	63,9	1,0	68,6	20,4
	61,2-65,8	0,6-1,3	46,1-94,0	17,7-24,0
N <sub>60</sub> P <sub>120</sub> K <sub>60</sub>	64,0	1,0	68,3	20,7
	61,6-66,4	0,6-1,3	50,0-85,8	18,6-25,2
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	63,5	1,0	68,0	20,7
	61,1-66,1	0,5-1,3	49,1-86,8	18,0-26,2
N <sub>120</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	62,2	1,0	69,7	20,4
	60,1-63,6	0,6-1,3	50,6-96,7	18,0-24,0

В вариантах N<sub>60</sub> и N<sub>120</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> в среднем за годы исследований отмечено снижение содержания жира на 1,4 и 1,8% абсолютных величин по сравнению с неудобренным фоном. Наличие многолетних данных за V ротаций десятипольного севооборота позволяет утверждать, что погодные условия в период вегетации подсолнечника оказывали большое влияние на содержание жира в ядрах подсолнечника, чем удобрения.

Так, содержание жира в ядрах на неудобренном фоне изменялось в диапазоне 60,1% в 1998 г. до 66,6% в 1988 г. при средних показателях за I-V ротацию 64,0%. Наибольшее влияние на сбор масла с 1 га оказывало внесение азотно-фосфорного и полного минерального удобрения (по 60 кг/га д.в.): сбор масла в этих вариантах увеличивался на 25% по сравнению с естественным фоном (0,8 т/га).

Изменение соотношения азота, фосфора и калия в полном минеральном удобрении не влияло на сбор масла. Масса 1000 семян подсолнечника на естественном фоне в среднем составила 64 г, меняясь по годам проведения опыта от 47 г в 1996 г. до 81 г в 1999 г. Прирост массы семян в вариантах опыта был в пределах 4-6 г. Лузжистость семян под влиянием удобрений изменялась незначительно, лишь в варианте  $P_{60}K_{60}$  была отмечена тенденция увеличения лузжистости на 0,8% абсолютных величин, в варианте с внесением азота ( $N_{60}$ ) отмечена тенденция к снижению на 0,5%. Лузжистость в большей степени отличалась по годам исследований: на естественном фоне она изменялась от 18,5 в 1986 г. до 24,4% в 1998 г., при среднем показателе за 5 ротаций десятипольного севооборота – 20,4%.

Анализируя результаты исследований по агротехнике и селекции подсолнечника на Воронежской областной опытной станции (ныне – преемник Воронежский филиал ФГБНУ ВНИИ кукурузы) за 1928-1939 гг. [15-16] и сравнивая их с результатами исследований, полученных автором в стационарном опыте по таким показателям качества семян подсолнечника, как масличность и лузжистость, можно констатировать, что за прошедший временной период, благодаря селекционной работе, содержание жира в ядрах подсолнечника повысилось с 55,1-56,9% в 1928-1939 гг. до 60,1-66,6% в 1976-2018 гг., а лузжистость, соответственно, снизилась с 36,2-39,6% до 18,5-24,4%.

### Выводы

В агроэкологических условиях Центрального Черноземья в стационарном полевом опыте на выщелоченных черноземах продуктивность и качество культур севооборота определяли азотные удобрения, внесенные отдельно и в сочетании с фосфорными и фосфорно-калийными при ежегодной дозе 60 кг/га. В среднем за 5 ротаций десятипольного севооборота ежегодное внесение  $N_{60}P_{60}K_{60}$  повысило урожайность зерновых культур в среднем на 51,7%, при продуктивности растений на неудобренном фоне 9,54 т/га з.е. В группе технических культур повышение составило, соответственно, 35,6% и 9,74 т/га з.е., в группе кормовых культур повышение составило 34,8% и 5,92 т/га з.е.

По отзывчивости на полное минеральное удобрение изучаемые культуры заняли следующий ряд: ячмень > озимая пшеница по предшественнику кукуруза на силос > озимая пшеница по вико-овсяной смеси > кукуруза, соответственно: 74,6 > 68,5 > 44,4 > 37,7%.

Удобрения повышали качество растениеводческой продукции. Сбор сахара и подсолнечного масла при внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$  увеличивался на 39 и 25 %, при показателях на естественном фоне, соответственно: 5,1 и 0,8 т/га.

### Список литературы

1. Державин Л.М., Афанасьев Р.А., Мёрзлая Г.Е. Роль агрохимической службы в модернизации сельскохозяйственного производства и обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации. – М.: ВНИИА, 2016. 116 с.
2. Сычев В.Г. Влияние длительного применения минеральных удобрений на основные показатели различных типов почв / В.Г. Сычев // Плодородие. 2021. № 4. С. 3-5. DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.01.
3. Сычев В.Г. Плодородие почв России и пути его регулирования / В.Г. Сычев, С.А. Шафран, С.Б. Виноградова // Агрохимия. 2020. № 6. С. 3-13. DOI: 10.31857/S0002188120060125.
4. Сычев В.Г. Прогноз потребности сельского хозяйства России в минеральных удобрениях к 2030 г. / В.Г. Сычев, С.А. Шафран, Т.М. Духанина // Плодородие. 2016. № 2. С. 5-7.
5. Реестр аттестатов длительных опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами Российской Федерации. Вып. 4. М.: ВНИИА, 2012. С. 12-19.



6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
7. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
8. Петербургский А.В. Практикум по агрономической химии. М.: Колос, 1968. 496 с.
9. Об утверждении коэффициентов перевода в зерновые единицы сельскохозяйственных культур. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Приказ от 6 июля 2017 года № 330. 3 с.
10. Турусов В.И. Влияние предшественников на пищевую режим почвы, урожайность и качество озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в условиях Юго-Востока ЦЧР / В.И. Турусов, О.А. Богатых, Н.В. Дронова, Е.А. Балюнова // Проблемы агрохимии и экологии. 2020. № 2. С. 11-15.
11. Журавлев Д.Ю. Влияние минеральных удобрений на качество зерна культур зернопарового севооборота на южных черноземах Поволжья / Д.Ю. Журавлев, Н.Ф. Климова, Т.М. Ярошенко, В.В. Пронько // Мат-лы корд. совещ. научных учреждений – участников Геосети опытов с удобрениями «Итоги выполнения программы фундаментальных научных учреждений государственных академий на 2013-2022 гг. М.: ВНИИА, 2018. С. 86-91.
12. Стулин А.Ф. Кукуруза (*ZEA MAYS* L.) в монокультуре и севообороте при длительном применении удобрений в условиях Центрального Черноземья / А.Ф. Стулин // Мичуринский агрономический вестник. 2023. № 2. С. 53-59.
13. Багринцева В.Н. Кукуруза на Ставрополье. Технология возделывания и урожайность. Ставрополь: АГРУС, 2021. 256 с.
14. Ивашенко И.Н. Изменение химического состава зерна кукурузы при применении азотного удобрения / И.Н. Ивашенко, В.Н. Багринцева, В.В. Мартиросян // Кукуруза и сорго. 2017. № 3. С. 19-23.
15. Мартынов В.Н. Основные результаты работ по агротехнике подсолнечника // Краткий отчет о работе Воронежской областной опытной станции по агротехнике и селекции масличных культур. Воронеж, 1940. С. 6-40.
16. Таран И.С. Селекция подсолнечника // Краткий отчет о работе Воронежской областной опытной станции по агротехнике и селекции масличных культур. Воронеж, 1940. С. 41-61.

---

**Стулин Александр Федорович**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Воронежский филиал, Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы  
396835, Воронежская обл., Хохольский р-он, п. Опытной станции ВНИИК, ул. Чайнова, 13  
Телефон: 7-47371-90538  
E-mail: stulin\_af@mail.ru