

## ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА СВОЙСТВА ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА РОССИИ

А.Н. КРЮКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, E-mail: krukov31@rambler.ru.

А.Н. КИЗИЛОВ, аспирант

О.Ю. АРТЕМОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

\*А.М. ХЛОПЯНИКОВ, доктор сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО БЕЛГОРОДСКИЙ ГАУ ИМЕНИ В.Я. ГОРИНА

\*ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Аннотация.** На протяжении всего периода вегетации растений кукурузы на всех вариантах опыта за годы исследований получены оптимальные показатели плотности почвы, лишь отмечена тенденция к ее снижению по безотвальной обработке. В фазу всходов растений по поверхностной обработке на 12-14 см по вариантам с внесением минеральных туков  $N_{90}P_{90}K_{90}$  в сочетании с соломой 5 т/га, сидератом 7 т/га, навозом 30 т/га и раздельном их применении плотность почвы составила 1,16-1,18 г/см<sup>3</sup>. По безотвальному рыхлению на 28-30 см плотность почвы снижалась и оставалась на том же оптимальном уровне 1,11-1,14 г/см<sup>3</sup>. В фазу молочно-восковой спелости кукурузы по способам основной обработки тенденция по плотности почвы сохранялась, а совместное внесение минеральных и органических удобрений приводило к разуплотнению почвы по сравнению с контролем. Совместное внесение минеральных и органических удобрений увеличивало запасы продуктивной влаги в фазу всходов в слое почвы 0-30 см по поверхностному рыхлению до 49,0-50,4 мм, безотвальному рыхлению – до 52,0-54,7 мм и слое 0-100 см – до 169,8-172,4 мм и 172,4-174,8 мм, что на 3,0-4,3 мм и 2,6-2,4 выше соответственно основной обработки почвы. В фазу полной спелости зерна кукурузы запасы продуктивной влаги были меньше на вариантах с лучшим режимом питания растений и более высокой урожайностью. Самое высокое разложение клетчатки в среднем за два года наблюдалось на варианте с применением минеральных удобрений в дозе  $N_{90}P_{90}K_{90}$  в сочетании с соломой 5 т/га, сидератом 7 т/га и навозом 30 т/га и составила 36,3% по поверхностной обработке и 38,6% безотвальному рыхлению. Эти варианты способствовали получению самой высокой урожайности зерна кукурузы – 50,7 т/га по поверхностной и 52,9 т/га по безотвальной обработкам.

**Ключевые слова:** кукуруза, урожайность, обработка почвы, удобрения.

**Для цитирования:** Крюков А.Н., Кизиллов А.Н., Артемова О.Ю., Хлопяников А.М. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на свойства почвы и урожайность кукурузы на зерно в условиях Центрально-Черноземного региона России. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 4(52):215-221. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-4-215-221

## THE INFLUENCE OF PRIMARY TILLAGE METHODS AND FERTILIZERS ON SOIL PROPERTIES AND GRAIN CORN YIELD IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION OF RUSSIA

A.N. Kryukov, A.N. Kizilov, O.Yu. Artemova, A.M. Khlopyanikov\*

FSBEI HE V.YA. GORIN BELGOROD STATE AGRARIAN UNIVERSITY

\*FSBEI HE BRYANSK STATE UNIVERSITY

**Abstract:** During the cultivation of corn for grain over the years of field experiments, optimal soil density values were obtained in all experimental variants throughout the entire vegetation period of plants, only a tendency towards its decrease was noted with no-till cultivation. Thus, in the phase of plant emergence with surface cultivation at 12-14 cm in variants with the introduction of mineral fertilizers  $N_{90}P_{90}K_{90}$  in combination with organic fertilizers straw 5 t/ha, green manure 7 t/ha, manure 30 t/ha and their separate application, the soil density was 1.16-1.18 g/cm<sup>3</sup>. With no-till loosening at 28-30 cm, the soil density decreased and remained at the same optimal level of 1.11-1.14 ha/cm<sup>3</sup>. In the milky-wax ripeness phase of corn, the trend in soil density was maintained by the primary tillage methods, and the combined application of mineral and organic fertilizers resulted in soil loosening compared to the control. It was also found that the combined application of mineral and organic fertilizers increased the reserves of productive moisture in the germination phase in the 0-30 cm soil layer by surface loosening to 49.0-50.4 mm, non-moldboard loosening to 52.0-54.7 mm and in the 0-100 cm layer to 169.8-172.4 mm and 172.4-174.8 mm, which is 3.0-4.3 mm and 2.6-2.4 mm higher, respectively, than in the primary tillage. The research results showed that in the phase of full ripeness of corn grain, the reserves of productive moisture were lower in the variants with a better plant nutrition regime and a higher yield of corn grain. It was also established that the highest decomposition of fiber on average over two years was observed in the variant with the use of mineral fertilizers at a dose of  $N_{90}P_{90}K_{90}$  in combination with straw 5 t/ha, green manure 7 t/ha and manure 30 t/ha and amounted to 36.3% for surface cultivation and 38.6% for moldboard-less loosening. These variants contributed to obtaining the highest yield of corn grain 50.7 t/ha for surface cultivation and 52.9 t/ha for moldboard-less cultivation.

**Keywords:** corn, yield, soil cultivation, fertilizers.

### Введение

Ключевой проблемой современного аграрного комплекса является ускоренное и устойчивое наращивание зерна и кормов, удовлетворение потребностей населения страны отечественными недорогими и одновременно качественными продуктами питания, а сельскохозяйственных животных кормами. В условиях биологизации земледелия решение этой проблемы связано с переходом на ресурсосберегающие, малозатратные экологически обоснованные агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур [1, 2].

Центрально-Черноземный регион имеет благоприятные почвенно-климатические условия для интенсивного ведения полевого кормопроизводства, обеспечения животноводства собственными кормами в полной потребности. Вместе с тем имеющийся потенциал региона используется далеко не полностью. Урожайность большинства кормовых культур, и прежде всего кукурузы (*Zea mays* L.), как в данном регионе, так и в России в целом, значительно ниже возможной, а качество кормов остается низким [3, 4].

Биологизация земледелия особенно при возделывании кукурузы на зерно, требует не только размещения её в кормовых и полевых севооборотах, но и правильного научного обоснованного подбора высокопродуктивных гибридов, рациональных видов и способов применения органических и минеральных удобрений, способов основной обработки почвы [5,6]. Оптимизация применения этих основных технологических приемов позволяет трансформировать технологии возделывания кукурузы применительно к почвенно-климатическим условиям региона, существенно увеличить урожайность, повысить рентабельность производства, снизить энергозатраты [7, 8]. Всё это и определяет необходимость комплексного изучения влияния радикальных приёмов основной обработки почвы, органических и минеральных удобрений, средств защиты растений на водные, агрофизические и биологические свойства почвы, урожайность кукурузы, что является необходимым условием для биологизации земледелия.

### Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2022 и 2023 гг. на агрономическом факультете Белгородского ГАУ и АО «Бирючинский» Красногвардейского района Белгородской области. Почва опытного участка чернозём выщелоченный, среднемощный, глинистый.

Агрохимические показатели почвы: содержание гумуса 4,8%, гидролизуемого азота 147 мг/кг, подвижного фосфора 96 мг/кг, обменного калия 159 мг/кг, рН солевой вытяжки 5,50.

Объектом исследования был гибрид кукурузы **Машук 335**, который возделывали в зернопропашном севообороте после озимой пшеницы. Площадь учетных делянок в опыте 168 м<sup>2</sup> (40х4,2 м), размещение делянок систематическое, в трёхкратной повторности. Схемой опыта было предусмотрено два способа основной обработки почвы: поверхностная обработка на глубину 12-14 см и безотвальная обработка на 28-30 см; пять фонов удобрений: **1.** без удобрений; **2.** N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>; **3.** N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>+солома+ сидерат; **4.** N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>+навоз 30т/га; **5.** N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>+солома+сидерат+навоз 30 т/га.

В качестве органических удобрений использовали навоз 30 т/га, сидерат (зелёная масса горчицы белой) 7 т/га, солому озимой пшеницы 5 т/га, минеральные удобрения в дозе N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>, весной под предпосевную обработку почвы вносили N<sub>74</sub>P<sub>74</sub>K<sub>74</sub>, а при посеве в рядки азофоску N<sub>16</sub>P<sub>16</sub>K<sub>16</sub>. Поверхностную обработку почвы проводили дисковой бороной HORSCH Joker RT, глубокое рыхление – глубокорыхлителем GASPARDO ARTIGLIO.

Посев кукурузы проводили с нормой высева 80 тыс. шт/га семян шестирядной сеялкой KINZE-2000 с междурядьями 70 см., в оптимальные сроки посева. Уход за посевами общепринятый для региона. Уборку урожая проводили зерноуборочным комбайном CLHNS Jaguar. При закладке полевого опыта руководствовались методикой полевого опыта по Б.А. Доспехову (1985), учеты и наблюдения проводили согласно существующим методикам, принятым в опытах по земледелию и растениеводству.

### Результаты и их обсуждение

Важным агрономическим показателем почвы является плотность, которая оказывает влияние не только на плодородие почвы, но и на рост и развитие растений, урожайность кукурузы. Наблюдения, проведенные в 2022-2023 гг. по влиянию приемов основной обработки почвы и удобрений на плотность чернозема типичного показали, что она была оптимальной по вариантам опыта и срокам определения.

Как по поверхностной обработке на 12-14 см, так и по безотвальному рыхлению на 28-30 см плотность почвы находилась в близком состоянии к оптимальным значениям. Полученные результаты показали, что плотность пахотного слоя почвы по поверхностной обработке была на 0,03-0,06 г/см<sup>3</sup> выше, чем по безотвальной обработке, это связано с уплотнением нижнего слоя почвы 15-30 см (табл. 1).

Таблица 1

**Плотность почвы в слое 0-30 см под кукурузой на зерно в зависимости от приемов возделывания, г/см<sup>3</sup> (2022-2023 гг.)**

Варианты опыта	Всходы		Полная спелость	
	Поверхностная обработка	Безотвальная обработка	Поверхностная обработка	Безотвальная обработка
Контроль (без удобрений)	1,19	1,16	1,27	1,25
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1,19	1,15	1,27	1,26
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +солома 5т/га + сидерат 7т/га	1,17	1,14	1,25	1,23
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +навоз 30 т/га	1,18	1,12	1,24	1,22
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома 5т/га +сидерат 7 т/га + навоз 30 т/га	1,16	1,11	1,23	1,20

Также установлено, что внесение минеральных удобрений в дозе N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> без органических удобрений не приводило к снижению плотности почвы по обоим приемам

основной обработки, которая была на уровне контроля. Тогда как совместное применение минеральных и органических удобрений снижало плотность почвы.

Результаты наблюдений за запасами продуктивной влаги в течение вегетационных периодов 2022 и 2023 гг. показали, что на влагонакопление и водопотребление в значительной степени влияли приемы основной обработки почвы и удобрения. Совместное внесение органических и минеральных удобрений увеличивали запасы влаги в фазу всходов в слое почвы 0-30 см по поверхностной обработке до 49,0-50,4 мм, безотвальной рыхлению – до 52,6-54,7 мм. и слое 0-100 см с 169,8 до 172,4 мм и 172,4 до 174,8 мм соответственно и обеспечивали хорошие условия для дальнейшего роста растений кукурузы (табл. 2).

Таблица 2

**Запасы продуктивной влаги в почве под кукурузой на зерно, мм (ср.2022-2023 гг.)**

Варианты опыта	Всходы		Полная спелость	
	Слой почвы, см			
	0-30	0-100	0-30	0-100
<b>Поверхностная обработка на 12-14 см</b>				
Контроль (без удобрений)	48,9	160,2	15,3	94,6
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	47,2	162,4	14,2	91,3
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома 5т/га + сидерат 7т/га	49,0	170,8	13,3	90,2
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + навоз 30т/га	49,3	169,8	12,2	89,8
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +солома 5т/га+сидерат 7 т/га+навоз 30 т/га	50,4	172,4	12,4	87,6
<b>Безотвальная обработка на 28-30 см</b>				
Контроль (без удобрений)	49,9	163,5	17,4	102,4
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	48,7	165,2	16,6	100,2
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома 5т/га+ сидерат 7т/га	52,6	172,4	16,0	97,4
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + навоз 30т/га	53,0	173,0	15,6	96,2
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +солома 5т/га+сидерат 7 т/га+навоз 30 т/га	54,7	174,8	15,2	95,3

Необходимо отметить, что к уборке различия по запасам продуктивной влаги также зависели от приемов основной обработки и различных видов органических удобрений в сочетании с минеральными и существенно снижались по сравнению с первым определением в фазу всходов растений кукурузы. Также установлено, что запасы продуктивной влаги были меньше на вариантах опыта с лучшим режимом питания растений и более высокой урожайностью зерна кукурузы.

Важным показателем плодородия является биологическая активность почвы, которая характеризуется общей биологической активностью микроорганизмов, их интенсивностью разлагать клетчатку, которая определяется по степени разрушения и убыли ее сухой массы за определенный период времени. По нашим данным установлено, что при проведении безотвальной обработки отмечено увеличение биологической активности почвы в слое 0-30 см по сравнению с поверхностной обработкой. Наибольшая активность разложения ткани по безотвальной обработке связана с улучшением аэрации в нижнем слое почвы. Применение минеральных удобрений в сочетании с органическими оказывали значительное влияние на разложение клетчатки. Варианты опыта с применением органических удобрений соломы 5 т/га, сидератов 7 т/га, навоза 30 т/га, в сочетании с минеральными N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> по обоим способам основной обработки почвы способствовали более интенсивному разложению ткани. На контрольном варианте без удобрений и минеральном фоне N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> в среднем за два года активность разрушения целлюлозы была существенно ниже – 24,9 и 31,3%, чем по поверхностной обработке – 26,2 и по безотвальной – 32,8%. Следует отметить, что самое высокое разрушение клетчатки в среднем за два года наблюдалось на варианте с применением минеральных удобрений N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> в сочетании с органическими соломой 5 т/га, сидератом 7 т/га, навозом 30 т/га и составило 36,3% по поверхностной обработке и 38,6% при безотвальном рыхлении.

Следовательно, внесение органических удобрений в сочетании с минеральными активизирует плодородие почвы, рост и развитие растений и в конечном итоге повышает урожайность зерна кукурузы (табл. 3).

Таблица 3

**Целлюлозоразрушающая активность почвы в слое 0-30 см под кукурузой на зерно в зависимости от приемов возделывания, % к исходной массе (ср. за 2022-2023 гг.)**

Варианты опыта	23.07-01.09 2022 г.	22.07-31.08 2023 г.	Среднее за 2 года
<b>Поверхностная обработка на 12-14 см</b>			
Контроль (без удобрений)	24,2	25,7	24,9
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	30,6	32,0	31,3
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома 5т/га + сидерат 7т/га	33,4	35,6	34,5
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + навоз 30т/га	34,2	36,8	35,5
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома 5т/га + сидерат 7 т/га + навоз 30 т/га	35,2	37,3	36,3
<b>Безотвальная обработка на 28-30 см</b>			
Контроль (без удобрений)	25,3	27,0	26,2
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	31,4	34,2	32,8
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома 5т/га+ сидерат 7т/га	34,6	36,7	35,7
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + навоз 30т/га	35,7	38,7	37,2
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома 5т/га + сидерат 7 т/га + навоз 30 т/га	37,2	40,0	38,6

Урожайность зерна кукурузы на протяжении двух лет зависела, как от основной обработки почвы, так и от различных сочетаний применяемых минеральных и органических удобрений. В среднем за годы исследований урожайность зерна кукурузы по безотвальной обработке на 28-30 см была выше, чем по поверхностной: на контрольном варианте она составила 40,0 т/га по безотвальной обработке и 38,6 т/га – на поверхностной. Выше была получена урожайность биомассы на варианте с внесением минеральных удобрений N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> по безотвальной обработке – 45,4 т/га и по поверхностной – 43,8 т/га (табл. 4).

Таблица 4

**Урожайность зерна кукурузы в зависимости от технологических приемов возделывания, т/га**

Варианты опыта	2022 г.	2023 г.	Среднее, т/га	Отклонение	
				т/га	%
<b>Поверхностная обработка на 12-14 см</b>					
Контроль (без удобрений)	37,5	39,7	38,6	-	-
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	42,6	45,0	43,8	5,2	13,5
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома 5т/га + сидерат 7т/га	43,2	46,8	45,0	6,4	16,6
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + навоз 30т/га	44,3	48,0	46,2	7,6	19,6
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома 5т/га + сидерат 7 т/га + навоз 30 т/га	48,1	53,2	50,7	12,1	31,1
<b>Безотвальная обработка на 28-30 см</b>					
Контроль (без удобрений)	38,8	41,2	40,0	-	-
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	43,8	47,0	45,4	5,4	13,5
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома 5т/га+ сидерат 7 т/га	46,0	49,6	47,8	7,8	19,5
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + навоз 30т/га	46,9	50,2	48,9	8,9	22,3
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + солома 5т/га + сидерат 7 т/га + навоз 30 т/га	50,4	55,4	52,9	12,9	32,6
НСР <sub>05</sub>	2,7	2,9			

Экспериментально доказано, что органические удобрения солома 5 т/га, сидерат 7 т/га в сочетании с минеральными туками  $N_{90}P_{90}K_{90}$  увеличивали урожайность на 7,8 т/га или 19,5% по безотвальной обработке и 6,4 т/га или 16,6% – по поверхностной по сравнению с контролем. На вариантах опыта с внесением  $N_{90}P_{90}K_{90}$  в сочетании с навозом 30 т/га урожайность зерна увеличивалась на 8,9 т/га или 22,3% – на безотвальной и 7,6 т/га или 19,9% по поверхностной обработке.

Полное сочетание минеральных удобрений  $N_{90}P_{90}K_{90}$  и органических – соломы 5 т/га, сидерата 7 т/га и навоза 30 т/га способствовали получению самой высокой урожайности зерна кукурузы – 52,9 т/га по безотвальной обработке и 50,7 т/га – по поверхностной обработке. Общий прирост зерна по сравнению с контролем составил 32,6 и 31,1% соответственно способом основной обработки почвы.

### **Заключение**

Таким образом, на основании проведенных исследований на черноземе типичном Центрально – Черноземного региона установлено, что для формирования высоких урожаев зерна кукурузы необходимо применять безотвальную обработку почвы на 28-30 см, внесение минеральных удобрений  $N_{90}P_{90}K_{90}$  в сочетании с соломой озимой пшеницы 5,0 т/га, сидератом горчицы белой 7,0 т/га, навозом 30 т/га, что обеспечивает урожайность зерна на уровне 51,0 т/га по поверхностной и 53,0 т/га по безотвальной обработкам почвы. Этому способствовали оптимальные показатели плотности почвы, ее биологическая активность, запасы продуктивной влаги в пахотном и метровом слоях почвы.

### **Литература**

1. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства. Концепция - Пушкино. – 1994. – 174 с.
2. Беляк В.Б. Биологизация сельскохозяйственного производства (теория и практика). - Пенза: ОАО Изд. – во: Полиграфический комплекс «Пензенская правда». – 2008. – 320 с.
3. Шевченко В.Е., Федотов В.А. Биологизация и адаптивная интенсификация земледелия в Центральном Черноземье. - Воронеж: Изд.- во ВГАУ. – 2004. – 306 с.
4. Наумкин В.Н., Стебаков В.А., Хлопяников А.М., Наумкин А.В. Эколого-биологические аспекты адаптивности ресурсосберегающих технологий возделывания полевых культур в условиях ЦЧР. // Вестник Курской сельскохозяйственной академии. – 2001. – № 4. – С. 42-43.
5. Воронин А.Н., Крюков А.Н. Влияние погодных условий и питательного режима почвы на урожайность силосной кукурузы. // Аграрная наука в условиях инновационного развития АПК: Сборник докладов национальной конференции. Белгород, 30 ноября 2020 года. - Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина. – 2020. – С. 20-21.
6. Акинчин А.В., Кузнецова Л.Н., Линков С.А. Формирование урожая и качества силоса кукурузы в зависимости от способов основной обработки почвы и удобрений. // Кукуруза и сорго. – 2012. – № 3. – С. 18-20.
7. Крюков А.Н., Наумкин В.Н., Хлопяников А.М. Морфологические и биологические особенности кукурузы и приёмы её возделывания. // Аграрная наука в условиях инновационного развития АПК: Сборник докладов национальной конференции. Белгород, 30 ноября 2020 г. Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина. – 2020. – С. 76-77.
8. Ширяев А.В., Акинчин А.В., Кузнецова Л.Н. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на возврат в почву элементов питания с корневой массой кукурузы. // Кукуруза и сорго. – 2006. – № 6. – С. 10-12.

### **References**

1. Zhuchenko A.A. Strategy for adaptive intensification of agriculture. Concept, Pushchino, 1994, 174 p. (In Russian)
2. Belyak V.B. Biologization of agricultural production (theory and practice), Penza: OJSC Publishing House, printing complex "Penzenskaya Pravda", 2008, 320 p. (In Russian)
3. Shevchenko V.E., Fedotov V.A. Biologization and adaptive intensification of agriculture in the Central Black Earth Region, Voronezh: Publishing house - VSAU, 2004, 306 p. (In Russian)

4. Naumkin V.N., Stebakov V.A., Khlopyanikov A.M., Naumkin A.V. Ecological and biological aspects of adaptability of resource-saving technologies for cultivating field crops in the conditions of the Central Chernobyl Region. *Bulletin of the Kursk Agricultural Academy*. 2001, no. 4, pp. 42-43. (In Russian)
5. Voronin A.N., Kryukov A.N. The influence of weather conditions and soil nutritional regime on the yield of silage corn. Agricultural science in the conditions of innovative development of the agro-industrial complex: Collection of reports of the national conference. Belgorod, November 30, 2020, Belgorod, November 30, 2020. Belgorod: Gorin Belgorod State Agrarian University, 2020, pp. 20-21. (In Russian)
6. Akinchin A.V., Kuznetsova L.N., Linkov S.A. Formation of the yield and quality of corn silage depending on the methods of basic tillage and fertilizers. *Kukuruza i sorgo*, 2012, no. 3, pp. 18-20. (In Russian)
7. Kryukov A.N., Naumkin V.N., Khlopyanikov A.M. Morphological and biological features of corn and methods of its cultivation. Agricultural science in the conditions of innovative development of the agro-industrial complex: Collection of reports of the national conference. Belgorod, November 30, 2020, Belgorod, November 30, 2020, Gorin Belgorod State Agrarian University, 2020, pp. 76-77. (In Russian)
8. Shiryaev A.V., Akinchin A.V., Kuznetsova L.N. The influence of methods of basic soil cultivation and fertilizers on the return of nutrients to the soil with the root mass of corn. *Kukuruza i sorgo*, 2006, no.6, pp. 10-12. (In Russian)