

## АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И УРОЖАЙНОСТЬ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. И. МИЛЛЕР,  
аспирант,

В. В. РЗАЕВА,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой,

С. С. МИЛЛЕР,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Государственный аграрный университет Северного Зауралья

(625003, г. Тюмень, ул. Республики, д. 7)

**Ключевые слова:** обработка почвы, способ обработки, кукуруза, запасы доступной влаги, плотность почвы, урожайность.

Впервые в условиях северной лесостепи Тюменской области было изучено влияние основной обработки чернозема выщелоченного и органических удобрений на агрофизические свойства, урожайность кукурузы на силос. В результате проведенных исследований по изучению влияния основной обработки почвы на агрофизические свойства почвы и урожайность кукурузы был выявлен наилучший вариант основной обработки почвы. Плотность почвы в тридцатисантиметровом слое характеризуется рассыпчатым сложением  $0,98-1,02 \text{ г/см}^3$  перед посевом кукурузы; рыхлым и плотным ( $1,15-1,17 \text{ г/см}^3$ ) в фазу 7-го листа и плотным ( $1,20-1,24 \text{ г/см}^3$ ) перед уборкой по всем изучаемым вариантам. Наилучшие условия по запасам доступной влаги во все фазы развития кукурузы были на отвальном способе  $7,8-26,7 \text{ мм}$  в двадцатисантиметровом слое и  $86,9-138,5 \text{ мм}$  в метровом в сравнении с безотвальным рыхлением. В среднем за два года исследований при возделывании кукурузы на силос по основной обработке почвы в северной лесостепи Тюменской области по данным 2016 г. и 2017 г. преимущество наблюдалось за отвальным способом обработки, максимальная урожайность кукурузы получена на отвальном варианте с органическими удобрениями  $39,9 \text{ т/га}$ , по безотвальному способу снижение зеленой массы составило  $5,3 \text{ т/га}$ . Органические удобрения существенно увеличивали урожайность зеленой массы кукурузы по всем способам обработки почвы, при отказе от органических удобрений произошло снижение урожайности кукурузы на  $10,5 \text{ т/га}$  по отвальному и на  $9,3 \text{ т/га}$  по безотвальному способу. Максимальная урожайность получена на контроле с внесением органических удобрений –  $39,5 \text{ т/га}$ .

## AGROPHYSICAL PROPERTIES AND YIELD CORN DEPENDING ON THE MAIN PROCESSING OF THE SOIL IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF THE TYUMEN REGION

E. I. MILLER,  
post-graduate student,

V. V. RZAYEVA,

candidate of agricultural sciences, associate professor, head of department,

S. S. MILLER,

candidate of agricultural sciences, associate professor, State Agrarian University of Northern Trans-Urals

(7 Respubliky Str., 625003, Tyumen)

**Keywords:** soil treatment, method of processing, corn, reserves of available moisture, soil density, yield.

In the first conditions of the Northern forest-steppe of the Tyumen region the influence of the main processing of leached chernozem and organic fertilizers on agrophysical properties, the yield of corn on silage is studied. As a result of the research on the influence of the main soil tillage on the agrophysical properties of the soil and the yield of corn, the best option of the main soil tillage was revealed. The density of the soil in the thirty-centimeter layer is characterized by crumbly addition of  $0.98-1.02 \text{ g/cm}^3$  before sowing corn; loose and dense ( $1.15-1.17 \text{ g/cm}^3$ ) in the phase of 7th leave and dense ( $1.20-1.24 \text{ g/cm}^3$ ) before harvesting for all the studied options. The best conditions for the stocks of available moisture in all phases of development of corn was on the way non-return  $7.8-26.7 \text{ mm}$  in twenty centimeters layer of  $86.9-138.5 \text{ mm}$  per meter compared to moldboard tillage. On average over two years of research in the cultivation of maize for silage on the main tillage in the northern forest-steppe of the Tyumen region according to the data of 2016 and 2017, an advantage was observed in the dump processing method, the maximum yield of corn obtained on non-return variant with organic fertilizers to  $39.9 \text{ t/ha}$ , subsurface method the reduction of green mass amounted to  $5.3 \text{ t/ha}$ . Organic fertilizers significantly increased the yield of green mass of corn in all methods of tillage, in the rejection of organic fertilizers decreased corn yield of  $10.5 \text{ t/ha}$  at non-return method and  $9.3 \text{ t/ha}$  for subsurface tillage method. The maximum yield was obtained at the control with the application of organic fertilizers –  $39.5 \text{ t/ha}$ .

*Положительная рецензия представлена Л. Н. Скипным, доктором сельскохозяйственных наук, профессором, заведующим кафедрой Тюменского индустриального университета.*

Продукция такой пропашной культуры как кукуруза – основа обеспечения кормами животноводства. Поэтому разработка оптимальных сочетаний способов основной обработки почвы и удобрений под эту культуру позволяет максимально использовать потенциал растений и получать высокие урожаи с хорошим качеством продукции, что сегодня весьма актуально [9].

Кукуруза – очень требовательная культура к температуре почвы и воздуха. Одним из важных аспектов получения высокого урожая сельскохозяйственных культур, в частности кукурузы, является поддержание благоприятных агрофизических свойств почвы, оказывающих значительное влияние на водный, воздушный режим, рост, развитие и урожайность кукурузы [3].

Одним из основных элементов любой системы земледелия является основная обработка почвы, которая оказывает влияние на все процессы, происходящие в почве и на взаимоотношения растений с почвой [8].

Важная роль в сохранении и повышении плодородия почвы принадлежит севообороту, в котором чередование культур с разными биологическими особенностями содействуют защите почвы от эрозии, улучшению ее агрофизических свойств почвы [5].

Одним из основных факторов плодородия в почве является влага. Запасами влаги в почве определяется уровень урожайности любой возделываемой культуры [6].

Главный источник почвенной влажности – атмосферные осадки, количество и разделение которых во времени зависят от климата данной территории и метеорологических условий отдельных лет [2].

Количество влаги, содержащееся в почве, определяет многочисленные технологические процессы, происходящие в ней, и особенно трансформация питательных элементов и прибытие их с водой в растение в течение вегетационного периода [1].

По данным ученых, при различных системах основной обработки запасы продуктивной влаги в ме-

тровом слое почвы достоверно отличаются друг от друга. Это обусловлено формированием крупных структурных агрегатов с преобладанием глыбистой фракции, способствующих усиленному иссушению верхнего слоя почвы [10].

Способы основной обработки почвы в первую очередь по-разному влияли на содержание в ней влаги. Учеными было отмечено, что в годы с большим осенне-зимним влагозапасом незначительное преимущество было за вариантом с оборотом пласта, а в годы с меньшим влагозапасом – преимущество за безотвальным вариантом. Наблюдения за плотностью почвы показали, что в вариантах отвальной обработки она находилась в пределах оптимальных значений [7].

Обработкой в значительной мере определяются показатели физических свойств почвы и, в первую очередь, ее плотность. Излишне плотная почва плохо впитывает влагу атмосферных осадков, слишком рыхлая почва хорошо впитывает, но также легко ее теряет. Для создания запасов почвенной влаги и рационального использования их нужна оптимальная для конкретных условий плотность почвы [4].

**Цель и методика исследований**

Целью наших исследований было выявление эффективного способа основной обработки чернозема выщелоченного по влиянию на агрофизические свойства и урожайность кукурузы на силос в северной лесостепи Тюменской области.

Опыт по изучению влияния основной обработки почвы на агрофизические свойства и урожайность кукурузы на силос проводится в зернопропашном севообороте (кукуруза – яровая пшеница – овес) на опытном поле ГАУ Северного Зауралья в 1,5 км от д. Утешевой Тюменского района с использованием полевых и лабораторных методов в сочетании с наблюдениями за метеорологическими условиями, почвой и растениями на черноземной почве в условиях Северного Зауралья по схеме (табл. 1).

Весной при наступлении физической спелости почвы проводят ранневесеннее боронование зубковыми

Таблица 1  
Схема опыта  
Table 1

**The scheme of experience**

Способ основной обработки почвы <i>The method of primary tillage</i>	Внесение удобрений <i>Fertilization</i>	
	органические удобрения (навоз) <i>organic fertilizer (manure)</i>	без удобрений <i>without fertilizer</i>
Отвальный (контроль) <i>Depleted (control)</i>	вспашка, 28–30 см <i>plowing, 28–30 cm</i>	вспашка, 28–30 см <i>plowing, 28–30 cm</i>
Безотвальный <i>Moldboard</i>	рыхление, 28–30 см <i>loosening, 28–30 cm</i>	рыхление, 28–30 см <i>loosening, 28–30 cm</i>

Таблица 2  
Плотность почвы (г/см<sup>3</sup>) при возделывании кукурузы по основной обработке почвы, 2016–2017 гг.

Table 2

Soil density (g/cm<sup>3</sup>) in the cultivation of maize for the main tillage, 2016–2017

Способ основной обработки почвы <i>The method of primary tillage</i>	Вариант <i>Variant</i>	Слой почвы, см <i>Soil layer, cm</i>	Перед посевом <i>Before sowing</i>	Фаза 7 листа <i>Phase of 7th leave</i>	Перед уборкой <i>Before yielding</i>
Отвальный (контроль) <i>Depleted (control)</i>	без органических удобрений <i>without organic fertilizer</i>	0–10	0,88	1,03	1,10
		10–20	0,95	1,16	1,23
		20–30	1,12	1,24	1,30
		0–30	0,99	1,15	1,21
	с внесением органических удобрений <i>with organic fertilizer</i>	0–10	0,89	1,03	1,09
		10–20	0,99	1,16	1,22
		20–30	1,06	1,24	1,29
Безотвальный <i>Moldboard</i>	без органических удобрений <i>without organic fertilizer</i>	0–10	0,94	1,09	1,14
		10–20	0,99	1,17	1,27
		20–30	1,08	1,24	1,33
		0–30	1,01	1,17	1,24
	с внесением органических удобрений <i>with organic fertilizer</i>	0–10	0,96	1,05	1,12
		10–20	1,00	1,19	1,25
		20–30	1,10	1,26	1,31
		0–30	1,02	1,17	1,22

Таблица 3  
Запасы доступной влаги (мм) при возделывании кукурузы по основной обработке почвы, 2016–2017 гг.

Table 3

Reserves of available moisture (mm) in the cultivation of maize for the main tillage, 2016–2017

Способ основной обработки почвы <i>The method of primary tillage</i>	Вариант <i>Variant</i>	Слой почвы, см <i>Soil layer, cm</i>	Перед посевом <i>Before sowing</i>	Фаза 7 листа <i>Phase of 7th leave</i>	Перед уборкой <i>Before yielding</i>
Отвальный (контроль) <i>Depleted (control)</i>	без органических удобрений <i>without organic fertilizer</i>	0–20	24,7	21,5	7,8
		0–100	132,5	132,4	86,9
	с внесением органических удобрений <i>with organic fertilizer</i>	0–20	22,7	20,1	7,6
		0–100	129,2	130,4	86,5
Безотвальный <i>Moldboard</i>	без органических удобрений <i>without organic fertilizer</i>	0–20	26,7	19,0	6,8
		0–100	138,5	126,3	83,0
	с внесением органических удобрений <i>with organic fertilizer</i>	0–20	25,0	18,6	5,9
		0–100	137,7	122,4	82,0
НСР <sub>05</sub>	0–20	A-1,9 B-1,5 AB-1,7	A-2,1 B-1,4 AB-1,9	A-0,8 B-0,5 AB-0,6	
	0–100	A-4,6 B-1,5 AB-3,9	A-5,4 B-2,0 AB-5,1	A-3,1 B-0,4 AB-2,8	

боровами БЗСС-1,0 в два следа поперек направления основной обработки. При наступлении оптимальных сроков посева пропашных культур проводят предпосевную обработку почвы культиватором КПС-4 на глубину 7–8 см под кукурузу с одновременным боронованием; посев проводим кукурузы во второй декаде мая сеялкой СТВ 8КУ на глубину 7–8 см с слепопосевным прикатыванием.

В опыте высевают районированный гибрид кукурузы Катерина СВ. Убирают кукурузу в фазу молочной спелости на силос комбайном CLAAS.

После уборки сельскохозяйственной культуры выполняют основную обработку почвы, согласно схеме опыта. Вспашку проводим плугом ПН-8-35, безотвальное глубокое рыхления орудием ПЧН-2,3. Исследования предусматривают варианты с внесе-

Таблица 4  
Урожайность зеленой массы кукурузы на силос (т/га) по основной обработке почвы

Table 4

The yield of green mass of corn for silage (t/ha) for the main tillage

Способ основной обработки почвы <i>The method of primary tillage</i>	Вариант <i>Variant</i>	2016	2017	2016–2017
Отвальный (контроль) <i>Depleted (control)</i>	без органических удобрений <i>without organic fertilizer</i>	30,2	28,7	29,4
	с внесением органических удобрений <i>with organic fertilizer</i>	40,3	39,5	39,9
Безотвальный <i>Moldboard</i>	без органических удобрений <i>without organic fertilizer</i>	24,9	25,8	25,3
	с внесением органических удобрений <i>with organic fertilizer</i>	36,0	33,3	34,6
НСР <sub>05</sub>		А-3,54 В и АВ-4,20	А-2,97 В и АВ-3,56	А-3,25 В и АВ-3,88

нием органических удобрений (навоз) в норме 30 т/га агрегатом РОУ.

#### Результаты исследований

Плотность почвы перед посевом кукурузы в слое 0–10 см по всем вариантам, составила от 0,88–0,96 г/см<sup>3</sup> (табл. 2). В слое 10–20 см плотность почвы была более плотная и составляла от 0,95–1,00 г/см<sup>3</sup>. В слоях 0–10 см и 10–20 см по всем вариантам было рассыпчатое сложение почвы. На безотвальном варианте без внесения удобрений в слое 20–30 см почва была наиболее плотная и составляла 1,12 г/см<sup>3</sup>.

В фазу 7 листа наблюдалось по всем вариантам уплотнение почвы на 0,15–0,17 г/см<sup>3</sup> в слое 0–10 см и составляло от 1,03–1,09 г/см<sup>3</sup>, что соответствовало рассыпчатому и рыхлому сложению. В слое 10–20 см также наблюдалось уплотнение почвы на 0,08–0,14 г/см<sup>3</sup> и составляло от 1,03–1,19 г/см<sup>3</sup>. Плотность почвы в слое 20–30 см составляла от 1,24–1,27 г/см<sup>3</sup>, что соответствует плотному сложению.

Перед уборкой кукурузы на всех вариантах и по всем слоям тенденция к уплотнению почвы сохранялась.

В целом по всем вариантам плотность почвы 0–30 см слое была оптимальной и составляла 1,20–1,24 г/см<sup>3</sup> перед уборкой.

Перед посевом кукурузы запасы доступной влаги в двадцати сантиметровом слое на всех способах обработки почвы были удовлетворительные 22,7–26,7 мм (табл. 3). В метровом слое запасы доступной влаги характеризовались оптимальной обеспеченностью по всем вариантам – 129,2–138,5 мм. Запасы доступной влаги в метровом слое почвы при безотвальном способе выше отвального на 6,0 мм по варианту без внесения органических удобрений.

В фазу 7 листа наблюдались удовлетворительные показатели в двадцатисантиметровом слое от 18,6 до 21,5 мм, при безотвальном способе снижение запасов влаги составило 2,5 мм в сравнении с отвальным способ. В метровом слое наибольшие запасы влаги были отмечены на отвальном способе – 132,4 мм, что соответствует хорошей обеспеченности.

Перед уборкой в двадцатисантиметровом слое по всем вариантам показатели оценивались как неудовлетворительные от 5,9 до 7,8 мм. Метровый слой почвы по запасам доступной влаги характеризовался как плохой по всем вариантам.

В 2016 г. наибольшая урожайность кукурузы 40,3 т/га получена при отвальном способе обработки с внесением органических удобрений, при отказе от удобрений урожайность кукурузы снизилась на 10,1 т/га и составила 30,2 т/га (табл. 4).

По безотвальному способу урожайность кукурузы составила 24,9–36,0 т/га, внесение органических способствовало прибавке 11,1 т/га. Сравнивая способы обработки почвы необходимо отметить, что урожайность кукурузы по отвальному способу выше безотвального на 5,35 т/га по варианту без органических удобрений и на 4,3 т/га по вариантам с внесением удобрений.

Урожайность кукурузы в 2017 г. составила от 25,8 до 39,5 т/га. Максимальная урожайность получена на контроле с внесением органических удобрений – 39,5 т/га, по безотвальному – меньше на 6,2 т/га. При отказе от удобрений произошло снижение урожайности кукурузы на 10,8 т/га по отвальному и на 7,5 т/га по безотвальному способу.

В среднем за два года исследований наибольшая урожайность получена на отвальном варианте с органическими удобрениями 39,9 т/га, по безотвальному способу произошло снижение зеленой массы на 5,3 т/га, она составила 34,6 т/га.

#### Выводы

1. Плотность почвы при возделывании кукурузы на силос независимо от основной обработки почвы в тридцатисантиметровом слое была оптимальной за все фазы развития растений и находилась в пределах 0,98–1,24 г/см<sup>3</sup>.

2. Запасы доступной влаги перед посевом и в фазу 7 листа соответствовали удовлетворительной обеспеченностью 18,6–26,7 мм в двадцатисантиметровом слое по всем вариантам. Метровый слой почвы перед

посевом и в фазу 7 листа характеризовался хорошей обеспеченностью (130,4–138,5 мм) по отвальному способу и удовлетворительными по безотвальному (122,4–129,2 мм). Перед уборкой на всех вариантах обеспеченность доступной влагой была плохая.

3. При возделывании кукурузы на силос по основной обработке почвы в северной лесостепи Тюмен-

ской области по данным 2016 г. и 2017 г. преимущество наблюдалось за отвальным способом обработки, где урожайность кукурузы составила 39,9 т/га. Также органические удобрения существенно увеличивали урожайность зеленой массы кукурузы по всем способам обработки почвы.

### Литература

1. Бельтюков Л. П., Донцов В. Г., Кувшинова Е. К. Влияние различных технологий возделывания на водный, пищевой режимы почвы и продуктивность подсолнечника // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2015. № 3. С. 126–138.
2. Горбунова М. С., Цвынтарная Л. А. Влажность почвы в севооборотах с разными видами паров и урожайность зерновых культур // Вестник ИрГСХА. 2016. № 76. С. 22–27.
3. Демин Е. А. Возможность выращивания кукурузы по зерновой технологии в Тюменской области. М., 2017. С. 558–561.
4. Листопадов И. Н., Гаева Э. А., Мищенко А. Е. и др. Оптимизация обработки почвы в севооборотах // Земледелие. 2013. № 7. С. 4–8.
5. Максюттов Н. А., Жданов В. М. Плодородие почвы и основные приемы его сохранения и повышения // Земледелие. 2014. № 8. С. 22–23.
6. Миллер С. С. Влияние основной обработки почвы на агрофизические свойства и урожайность яровой пшеницы в ООО «Возрождение» Заводоуковского района Тюменской области // Прорывные инновационные исследования : сб. ст. II Междунар. науч.-практ. конф. М., 2016. С. 64–67.
7. Плескачев Ю. В., Кошечев И. А. Сравнительная эффективность способов основной обработки почвы при выращивании ячменя // Главный агроном. 2014. № 1. С. 29–32.
8. Рзаева В. В., Федоткин В. А. Качество основной обработки почвы и оценка глубины посева яровой пшеницы // Земледелие. 2013. № 5. С. 23–24.
9. Самыкин В. Н., Соловиченко В. Д., Логвинов И. В. Действие удобрений и основной обработки почвы на урожайность и качество зеленой массы и зерна кукурузы // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 9. С. 51–53.
10. Фисунов Н. В., Еремин Д. И. Влияние обработки почвы и способа посева на водопотребление озимой пшеницы в Зауралье // Земледелие. 2013. № 3. С. 24–26.

### References

1. Belyukov L. P., Dontsov V. G., Kuvshinova E. K. Influence of different technologies of cultivation on water, food soil conditions and productivity of sunflower // Scientific Journal of the Russian Research Institute of Reclamation Problems. 2015. No. 3. P. 126–138.
2. Gorbunova M. S., Cvanara L. A. Soil Moisture in crop rotations with different types of vapors and the yield of grain crops // Herald of ISAA. 2016. No. 76. P. 22–27.
3. Demin E. A. The Possibility of growing corn on grain technology in the Tyumen region. M., 2017. P. 558–561.
4. Listopadov I. N., Gaeva E. A., Mishchenko A. E. et al. Optimization of soil cultivation in crop rotations // Agriculture. 2013. No. 7. P. 4–8.
5. Maksyutov N. A., Zhdanov V. M. Soil fertility and basic techniques for its conservation and improvement // Agriculture. 2014. No. 8. P. 22–23.
6. Miller S. S. Effect of primary tillage on agrophysical properties and yield of spring wheat in ООО “Revival” Zavodoukovsk district of the Tyumen region // Innovative breakthrough research : collection of articles of II International scientific-practical conference. M., 2016. P. 64–67.
7. Pleskachev Y. V., Koshcheev I. A. Comparative effectiveness of methods of basic soil cultivation at cultivation of barley // Chief Agronomist. 2014. No. 1. P. 29–32.
8. Rzaeva V. V., Fedotkin V. A. Quality of the main tillage and assessment of the depth of sowing of spring wheat // Agriculture. 2013. No. 5. P. 23–24.
9. Semykin V. N., Solovchenko V. D., Logvinov I. V. Effect of fertilizer and primary tillage on yield and quality of green mass and grain maize // Achievements of Science and Technology of Agriculture. 2012. No. 9. P. 51–53.
10. Fisunov N. W., Eremin D. I. Influence of tillage and method of sowing on water use of winter wheat in the Urals // Agriculture. 2013. No. 3. P. 24–26.