

УДК 631.452: 631.559

UDC 631.452: 631.559

4.1.1 – Общее земледелие, растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

4.1.1 – General farming, crop production
(agricultural sciences)

**ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ ОСНОВНОЙ
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И СИСТЕМЫ
УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ПЛОТНОСТЬ
ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО В
ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ КРАСНОДАРСКОГО
КРАЯ**

**INFLUENCE OF THE PRIMARY SOIL
TILLAGE AND FERTILIZER APPLICATION
SYSTEMS IN WINTER WHEAT CULTIVATION
ON THE DENSITY OF LEACHED
CHERNOZEM SOIL IN THE CENTRAL ZONE
OF THE KRASNODAR REGION**

Василько Валентина Павловна
к.с.-х.н., профессор
SPIN-код автора: 7271-3617
E-mail: vasilko.v@kubsau.ru

Vasilko Valentina Pavlovna
Candidate of Agricultural Sciences, Professor
Author SPIN: 7271-3617
E-mail: vasilko.v@kubsau.ru

Логойда Тимофей Владимирович
к.с.-х.н., доцент
SPIN-код автора: 4820-9406
E-mail: t.logoyda@yandex.ru

Logoida Timofey Vladimirovich
Candidate of Agricultural Sciences, Associate
Professor
Author SPIN: 4820-9406
E-mail: t.logoyda@yandex.ru

Ничипуренко Евгений Николаевич
к.с.-х.н., доцент
SPIN-код автора: 1795-2430
E-mail: nichipurenko-1993@mail.ru

Nicipurenko Evgeny Nikolaevich
Candidate of Agricultural Sciences, Associate
Professor
Author SPIN: 1795-2430
E-mail: nichipurenko-1993@mail.ru

Федорова Тамара Дмитриевна
аспирант
SPIN-код автора: 6455-9812
E-mail: tamarafedorova24@mail.ru

Fedorova Tamara Dmitrievna
postgraduate student
Author SPIN: 6455-9812
E-mail: tamarafedorova24@mail.ru

Рябинов Алексей Тимофеевич
студент
SPIN-код автора: 7897-0276
E-mail: rya_binov@icloud.com
*Кубанский государственный аграрный
университет имени И.Т. Трубилина.
Россия, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13*

Ryabinov Alexey Timofeevich
student
Author SPIN: 7897-0276
E-mail: rya_binov@icloud.com
*Kuban State Agrarian University named after I.T.
Trubilin. Russia, 350044, Krasnodar, Kalinina, 13*

В статье представлено исследование влияния системы основной обработки почвы и системы удобрений на плотность чернозема выщелоченного при возделывании озимой пшеницы. Актуальность темы обусловлена необходимостью получения высоких урожаев озимой пшеницы с одновременным воспроизводством почвенного плодородия на фоне меняющихся почвенно-климатических условий. Результаты проведенного исследования показали, что использование безотвальной обработки почвы и применение органических удобрений создают условия для произрастания озимой пшеницы, наиболее близкие к оптимальным, что обуславливает повышение урожайности на фоне других вариантов опыта.

The article presents a study of the effect of the primary soil tillage and fertilizer application systems on the density of leached chernozem soil during winter wheat cultivation. The relevance of the topic is due to the need to obtain high yields of winter wheat while simultaneously reproducing soil fertility against the background of changing soil and climatic conditions. The results of the study showed that the use of tillage-free tillage and the use of organic fertilizers create conditions for the growth of winter wheat that are closest to optimal, which leads to an increase in yields against the background of experimental options

Ключевые слова: ОЗИМАЯ ПШЕНИЦЫ,

Keywords: WINTER WHEAT, SOIL DENSITY, FERTILIZER SYSTEM, SOIL TILLAGE

ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ, СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ,
ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-218-019>

Введение.

Большинство сельскохозяйственных операций, используемых для регулирования процессов, протекающих в почве и влияющих на условия произрастания растений, связаны с изменением степени рыхлости пахотного слоя и созданием почвенных агрегатов необходимого размера с преобладанием агрономически ценных – 0,25–10 мм. Именно проведение этих операций влияет на сложение почвы, то есть на соотношение объемов ее твердой фазы и различных видов пор, которые заполнены воздухом или почвенным раствором. Таким образом, сложение почвы обуславливает два взаимозависимых показателя – плотность почвы и ее общую порозность.

Под плотностью почвы (объемной массой) понимается показатель, который характеризует отношение массы абсолютно сухой почвы к занимаемому ею объему в образце, чье естественное сложение не нарушено. Эта величина отражает способность почвы обеспечивать опору растениям, а также осуществлять движение воды и воздуха к корням [1].

Экологический оптимум почвенных характеристик для большинства сельскохозяйственных культур включает в себя плотность корнеобитаемой толщи, значения которой находятся в пределах 1,10–1,30 г/см³. В условиях повышенной плотности угнетается развитие корневой системы, нарушается нормальное поглощение ею воды и растворенных в ней минеральных веществ.

Для возделывания озимой пшеницы наиболее пригодны почвы с высоким содержанием гумуса, мощностью гумусового слоя от 80 до 200 см, оптимальными водно-физическими свойствами. К таким почвам относятся различные подтипы черноземов, которые при рыхлом строении

<http://ej.kubagro.ru/2026/04/pdf/19.pdf>

пахотного слоя имеют плотность $0,95-1,1 \text{ г/см}^3$, а под влиянием осадков приобретают несколько более плотное строение и имеют объемную массу $1,25-1,36 \text{ г/см}^3$. Сильнее уплотнятся почвы с более низкой водопрочностью агрегатов, в результате чего рост и развитие корневой системы озимой пшеницы постепенно угнетается.

Одними из ключевых факторов, оказывающих влияние на исследуемый показатель, являются содержание в почве органического вещества и система ее обработки.

Материалы и методы исследования.

Исследования проводились в стационарном опыте, заложенном в Кубанском ГАУ, в учебно-опытном хозяйстве в условиях центральной зоны Краснодарского края. Схема и условия проведения опыта представлены на рисунке 1.

<p>Опыт по возделыванию озимой пшеницы сорта Стиль 18. Повторность трехкратная, размещение делянок систематическое, последовательное. Общая площадь делянки 168 м², учетная – 48 м².</p>		
<p>Схема опыта</p>		<p>Условия проведения опыта</p>
<p>Фактор А – система основной обработки почвы:</p> <p>1) Отвальная – обработка плугом на глубину 20–22 см (контроль);</p> <p>2) Безотвальная – обработка плоскорезом на глубину 20–22 см + обработка рыхлителем на глубину 70 см в севообороте под сахарную свеклу и кукурузу.</p>	<p>Фактор В – система удобрений:</p> <p>1) Без удобрений (обеспечивает 50%-ый баланс гумуса в севообороте) (контроль);</p> <p>2) Минеральная – доза N₄₀ под основную обработку + N₃₀P₂₀ рано весной + N₃₀ в фазу выхода в трубку (обеспечивает 75%-ый баланс гумуса в севообороте);</p> <p>3) Органическая – N₃₀P₂₀ рано весной + N₃₀ в фазу выхода в трубку + внесение в севообороте навоза в дозе 80 т/га под сахарную свеклу, 6,6 т/га соломы озимой пшеницы под посев люцерны и 2,5 т/га соломы сои под посев кукурузы на зерно (обеспечивает 125%-ый баланс гумуса в севообороте).</p>	<p>Климат – умеренно-континентальный;</p> <p>Почва – чернозем выщелоченный;</p> <p>Ландшафт – низинно-западинный;</p> <p>Севооборот – 7-польный травяно-зернопропашной, насыщен люцерной – 28,5%, озимой пшеницей – 28,5%, соей – 14,3%, кукурузой – 14,3%, сахарной свеклой – 14,3%.</p>

Рисунок 1 – Схема и условия проведения опыта

Образцы почвы с ненарушенным сложением были отобраны в конце вегетации озимой пшеницы в пяти слоях почвы. На каждом варианте опыта (в трехкратной повторности) было отобрано по 5 образцов в слоях 5-10 см, 15-20 см, 25-30 см и по 3 образца в слоях 45-50 см, 65-70 см. Определение плотности почвы проводилось методом патронов (цилиндров) по ГОСТ 5180-2015.

Статистическая обработка данных была проведена в программе STATISTICA с дисперсионным анализом и расчетом НСР₀₅.

Результаты и обсуждения.

Результаты определения плотности почвы во всех слоях на всех вариантах опыта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Плотность почвы при возделывании озимой пшеницы сорта Стил 18 в зависимости от системы основной обработки почвы и системы удобрений, г/см³ (после уборки, 2025 г.)

Система основной обработки почвы	Слой, см	Система удобрений		
		без удобрений (контроль)	минеральная	органическая
Отвальная (контроль)	5–10	1,43	1,44	1,39
	15–20	1,43	1,44	1,41
	25–30	1,44	1,44	1,42
	45–50	1,49	1,45	1,43
	65–70	1,50	1,50	1,46
	0–30	1,43	1,44	1,41
	45–70	1,50	1,48	1,45
Безотвальная	5–10	1,39	1,39	1,37
	15–20	1,43	1,44	1,42
	25–30	1,44	1,44	1,41
	45–50	1,47	1,42	1,41
	65–70	1,45	1,45	1,43
	0–30	1,42	1,42	1,40
	45–70	1,46	1,44	1,42
НСР ₀₅	-	0,01	0,02	0,01

Основываясь на данных таблицы 1, можно установить обратную зависимость значений плотности почвы от количества поступившего в нее органического вещества: с увеличением статьи его прихода снижается плотность почвы. Так, на всех вариантах опыта с органической системой удобрений зафиксировано уменьшение плотности почвы во всех пяти исследуемых слоях относительно контроля. Это связано с тем, что органическое вещество оказывает несколько положительных эффектов на агрофизические факторы плодородия почвы. Оно является склеивающим агентом в процессе образования структурных агрегатов, а при лучшей степени оструктуренности почвы в ней возрастает доля агрономически

ценных агрегатов, что приводит к увеличению суммарного объема пор и, следовательно, снижению плотности почвы. Кроме того, при увеличении массовой доли гумуса, имеющего плотность твердой фазы $1,30\text{--}1,40\text{ г/см}^3$, в общем объеме почвы снижается и плотность ее твердой фазы, которая в первую очередь обуславливается плотными минералами.

На варианте опыта с безотвальной обработкой и применением органической системы удобрений плотность почвы в пахотном слое $0\text{--}30\text{ см}$ и подпахотном слое $45\text{--}70\text{ см}$ составила $1,40\text{ г/см}^3$ и $1,42\text{ г/см}^3$ соответственно: эти значения наиболее близки к тем, что находятся в оптимальном диапазоне. Значения показателя плотности почвы на контроле в аналогичных слоях составили $1,43\text{ г/см}^3$ и $1,50\text{ г/см}^3$.

Установлено, что на обоих вариантах опыта с проведением безотвальной обработки почвы значения плотности почвы в пахотном и подпахотном слоях были ниже, чем на вариантах с отвальной обработкой. Объяснение таких результатов сводится к тому, что проведение дополнительных рыхлений на глубину 70 см в ротацию севооборота способствует лучшему разуплотнению почвы пахотного и подпахотного слоев и не позволяет образовываться сильно уплотненному слою почвы – плужной подошве.

Использование минеральной системы удобрений как при проведении отвальной, так и при проведении безотвальной обработки не привело к увеличению плотности почвы в слое $0\text{--}30\text{ см}$ более чем на $0,1\text{ г/см}^3$ относительно соответствующих по обработке вариантов опыта без удобрений. Однако при сопоставлении соответствующих по обработке вариантов опыта можно проследить увеличение плотности во всех исследуемых слоях при использовании минеральной системы удобрений относительно органической.

Данные по плотности почвы обработаны статистически, что позволяет судить о достоверной разнице в исследуемых вариантах.

После уборки озимой пшеницы способом прямого комбайнирования нами были проведены расчеты урожайности на каждом из вариантов опыта, результаты которых представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Урожайность озимой пшеницы сорта Стиль 18 в зависимости от системы основной обработки почвы и системы удобрений, ц/га (2025 г.)

Система основной обработки почвы	Система удобрений	Урожайность средняя	Отклонение от контроля	
			ц/га	%
Отвальная (контроль)	Без удобрений (контроль)	52,3	–	–
	Минеральная	68,5	16,2	30,9
	Органическая	74,6	22,3	42,6
Безотвальная	Без удобрений	54,7	2,4	4,5
	Минеральная	72,2	20,0	38,2
	Органическая	76,1	23,8	45,5
НСР ₀₅	-	2,8	-	-

На основе данных таблицы 2 прослеживается зависимость продуктивности озимой пшеницы от значений показателя плотности почвы. На вариантах опыта со значениями приближенными к оптимальным наблюдается увеличение урожайности возделываемой культуры.

Так, самая высокая урожайность озимой пшеницы составила 76,1 ц/га, что больше урожайности на контроле на 23,8 ц/га или 45,5%. Она была зафиксирована на варианте опыта, на котором проводилась безотвальная обработка почвы и использовалась органическая система удобрений: среди всех вариантов на нем была зафиксирована самая низкая плотность почвы в слоях 0–30 см и 45–70 см. Несколько более низкая урожайность отмечена на варианте опыта с отвальной обработкой и органической системой удобрений – 74,6 ц/га, что выше урожайности на

контрольном варианте на 22,3 ц/га или 42,6%: плотность почвы на этом варианте была несколько выше.

В условиях плотности почвы 1,42–1,44 г/см³ после уборки озимой пшеницы, которой характеризовался слой 0–30 см на вариантах опыта с минеральной системой удобрений, растения демонстрировали в некоторой степени более низкий уровень продуктивности. Так, при проведении отвальной обработки была зафиксирована урожайность 68,5 ц/га, при проведении безотвальной обработки – 72,2 ц/га, что ниже чем на соответствующих по обработке почвы вариантах с органической системой удобрений на 6,1 ц/га и 3,9 ц/га соответственно.

Статистическая обработка данных позволяет нам утверждать, что все прибавки урожайности на исследуемых вариантах достоверны.

Следовательно, внесение в севообороте органических удобрений и безотвальное рыхление способствует созданию наиболее благоприятного для растений агрофизического состояния почвы: плотность почвы в слое 0–30 см принимает значение 1,40 г/см³, наиболее близкое к оптимальным 1,10–1,30 г/см³, наблюдается формирование благоприятной структуры пахотного горизонта, что обеспечивает лучшую доступность питательных элементов, воды и воздуха для растений. Достоверность результата также подтверждается многочисленными опытами, проводимыми на Кубани со времен основания первых научных учреждений, в ходе которых установлена оптимальная плотность чернозема выщелоченного для жизнедеятельности озимой пшеницы – 1,25 г/см³.

Выводы:

1. Значения показателя плотности почвы, наиболее приближенные к находящимся в оптимальном диапазоне, отмечены на варианте опыта с безотвальной обработкой почвы и органической системой удобрений. Они составили 1,40 г/см³ и 1,42 г/см³ в слоях 0–30 см и 45–70 см соответственно. Такие показатели обусловлены характером воздействия на

почву сельскохозяйственных орудий в процессе основной обработки и объема поступления в почву органического вещества, представленного навозом и корнепожнивными остатками культур, которые возделываются в севообороте.

2. Вариант с безотвальной обработкой почвы и органической системой удобрений характеризовался оптимальным физическим состоянием почвы среди всех исследуемых вариантов: плотность почвы в слое 0–30 см на нем составила 1,40 г/см³. Применение органических удобрений в системе предшественников способствовало улучшению агрофизических характеристик почвы, что привело к повышению обеспеченности почвы доступными питательными элементами, оптимизации биохимической активности почвенной среды и поддержанию благоприятной структуры почвенных агрегатов. Таким образом, сочетание безотвальной обработки почвы и органической системы удобрений сформировало комплекс оптимальных почвенных параметров, повысило продуктивность агроценоза: была отмечена урожайность озимой пшеницы 76,1 ц/га.

3. На вариантах опыта как с отвальной, так и с безотвальной обработкой с некоторой степенью уплотненности слоя почвы 0–30 см (плотность почвы 1,42–1,44 г/см³) применение минеральных удобрений не способствовало улучшению агрофизического состояния пахотного слоя, из-за чего озимая пшеница снизила свою продуктивность относительно соответствующих по обработке почвы вариантов с применением органических удобрений: урожайность озимой пшеницы составила 68,5 ц/га и 74,6 ц/га соответственно.

Литература

1. Ничипуренко, Е. Н. Динамика гумуса в низинно-западинном агроландшафте в зависимости от технологии возделывания озимой пшеницы / Е. Н. Ничипуренко, В. П.

Василько, Т. Д. Федорова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 95. – С. 102-108. – DOI 10.21515/1999-1703-95-102-108.

References

1. Nichipurenko, E. N. Dinamika gumusa v nizинno-zapadинnom agrolandshafte v zavisimosti ot tehnologii vozdeyvanija ozimoj pshenicy / E. N. Nichipurenko, V. P. Vasil'ko, T. D. Fedorova // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – № 95. – S. 102-108. – DOI 10.21515/1999-1703-95-102-108.