

III INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE



**CONSERVING
SOILS AND WATER
2018**

PROCEEDINGS

ISSN 2535-0234 (Print)
ISSN 2535-0242 (Online)



**SCIENTIFIC TECHNICAL UNION
OF MECHANICAL ENGINEERING
“INDUSTRY 4.0”**

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ ПОСЛЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

FEATURES OF ACCUMULATION OF PRODUCTIVE MOISTURE AFTER DIFFERENT METHODS OF SOIL'S TILLAGE

Кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент Рыжих Л.Ю.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия
E-mail.ru: ludarigih@mail.ru

Abstract: The article presents the results of comparisons of tillage methods of luvisols in the Kama region zone of the Republic of Tatarstan in the grain-grass part of crop rotation. The design of the experiment included variants with plowing, variable-depth cultivation, surface cultivation and without tillage. During the investigations was determined the content of productive moisture, agrophysical properties of soil, crop infestation, productivity and profitability of crops. It is shown that the accumulation of productive moisture in the soil during the vegetation periods of agricultural plants is not the same after different methods of soil's tillage. It is proved that on luvisols under the conditions of Kama region of Republic of Tatarstan the method of soil's tillage, which provides the greatest accumulation of productive moisture, optimum agrophysical properties, maximum yield and profitability – plowing to a depth 20-22 cm.

KEYWORDS: TILLAGE OF SOIL, PRODUCTIVE MOISTURE, SOIL DENSITY, CROP ROTATION, YIELD, PROFITABILITY.

1. Введение

Известно, что территория Республики Татарстан относится к зоне рискованного земледелия. Однако получение высокого количественного показателя урожайности сельскохозяйственных культур имеет положительную тенденцию. В связи с потеплением климата в республике, влага становится лимитирующим показателем получения урожайности. Поэтому выбор оптимального способа основной обработки почвы должен быть направлен на сохранение продуктивной влаги в почве [5].

На основании проведенного анализа данных метеорологических наблюдений агрометеорологической станции ФГБНУ «Татарского научно-исследовательского института сельского хозяйства» за 11 лет (2005 – 2015 гг.) (станция располагается в 16 км от г. Казань) показано, что среднегодовая температура воздуха повысилась на 1,2°C, по сравнению со средней величиной этого показателя за предыдущие 30 лет. Потепление в большей степени затронуло летний период.

Изучение особенностей накопления продуктивной влаги в условиях блокирующего антициклона и, как следствие, высоких среднесуточных температур воздуха в вегетационный период в 2010 г. показало, что активное ее испарение из почвы по капиллярам происходит из-за переуплотнения пахотного горизонта [3]. Доказано, что механическая обработка почвы изменяет плотность почвы временно, так как взрыхленный слой впоследствии начинает оседать, возвращаясь к своему равновесному состоянию [6,7]. Современные изыскания в выборе оптимального способа обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур в Татарстане сводятся в основном к ресурсосберегающим технологиям [2,4].

2. Методика и условия проведения исследования

Исследования по изучению особенностей накопления продуктивной влаги после различных способов основной обработки почвы проведены в Прикамском ландшафтном районе Западного Предкамья Республики Татарстан на серых лесных почвах [1]. Опыт заложен в зернотравнопропашном севообороте (2012-2014 гг.) на четырех полях Татарского НИИСХ в с. Большие Кабаны, Лаишевского района. Чередование культур в севообороте: озимая пшеница – картофель – ячмень с подсевом клевера – клевер 1 г.п. на сидерат (поскольку опыт был развернут в 2012 г. в поле с клевером варианты основной обработки почвы отсутствовали, поэтому результаты урожайности этой культуры представлены только за 2013 и 2014 гг.). Площадь одного поля – 1 га. Схема опыта предусматривала следующие способы основной

обработки почвы: без основной обработки; мелкая обработка (КСН-3 на глубину 14-16 см); разноглубинная обработка (ПЛН-4-35 без предплужника на 16-18 см – под ячмень, ПЯ-4-35 на 20-22 см с предплужником – под озимую пшеницу); вспашка (плуг ПЛН-4-35 с предплужником на 20-22 см, контроль). Предпосевная обработка почвы и уход за посевами были одинаковыми и общепринятыми в Республике Татарстан. Расположение опытных делянок рендомизированное. Учетная площадь одной делянки – 161 м². Под ячмень вносили удобрения в дозе N₆₀P₄₀K₅₀, под клевер – K₁₀, под пшеницу – N₄₀K₁₀. В опыте выращивали ячмень Тимерхан, клевер Трио, озимую пшеницу Казанская 560.

Гидротермический коэффициент за вегетационные периоды в годы проведения исследований (2012-2014 гг.) был одинаковым (ГТК = 0,9). Среднеголетняя норма вегетационного периода в условиях Предкамья Татарстана – сумма активных температур – 1850°C, сумма атмосферных осадков – 268 мм. Отклонение вегетационных период от среднеголетней нормы: 2012 год – температурный дефицит 17% от нормы, влажностный дефицит 50% от нормы; 2013 год – температурный дефицит 27% от нормы, влажностный дефицит 71% от нормы; 2014 год – температурный дефицит 2% от нормы, влажностный дефицит 51% от нормы.

Серая лесная почва опытного участка характеризовалась следующими агрохимическими показателями: рН_{сол} (по ГОСТ 26483-85) – 6,2, содержание подвижных форм фосфора в калия (по ГОСТ 26207-91) – 335,0 и 210 мг/кг соответственно щелочногидролизуемого азота – 106,4 мг/кг, гумуса (по ГОСТ 26213-91) – 4,8 %.

3. Результаты и дискуссия

3.1 Изменение агрофизических показателей после различных способов основной обработки почвы

Исследования показали, что плотность почвы в периоды исследования по способам основных обработок была оптимальной для произрастания зерновых культур (табл. 1).

Таблица 1. Плотность после различных способов обработки почвы (среднее за 3 года)

Глубина отбора образцов, см	Вспашка	Разноглубинная обработка	Мелкая обработка	Без основной обработки
0 – 20	1,30 ± 0,04	1,29 ± 0,04	1,34 ± 0,04	1,31 ± 0,04
20 – 40	1,48 ± 0,05	1,50 ± 0,04	1,47 ± 0,04	1,49 ± 0,05

Статистически достоверные различия по плотности горизонта 0-20 см отмечены только между вариантами со вспашкой и мелкой обработкой (tct. = 3,86, p = 0,00). В варианте мелкой обработке плотность была выше.

Содержание агрономически-ценных агрегатов в пахотном слое серой лесной почвы по вариантам обработки варьировало от 63 до 69 %, что можно оценивать, как хорошее (табл. 2).

Таблица 2. Структурно-агрегатный состав после различных способов основной обработки почвы (среднее за 3 года)

Вариант обработки	Содержание воздушно-сухих агрегатов 10-0,25 в % к массе, M ± m	Оценка структурного состояния	Коэффициент структурности (K)
Вспашка	66 ± 1	Хорошее	1,9
Разноглубинная обработка	69 ± 1	Хорошее	2,2
Мелкая обработка	64 ± 2	Хорошее	1,7
Без основной обработки	63 ± 0	Хорошее	1,7

Статистически значимые различия величин этого показателя, по сравнению с контролем, установлены в вариантах с разноглубинной обработкой (W = 5, p = 0,02) и без основной обработки (W = 45, p = 0,00). Доля агрономически-ценных структурных агрегатов в почве на фоне разноглубинной обработки была на 3 % выше, чем в контроле, а в варианте без основной обработки на 3 % ниже.

Водопрочность почвенных агрегатов в опыте находилась в пределах 39,0 – 45,0 %. Объективную оценку снижения или повышения их доли осуществляли с помощью расчета средневзвешенного диаметра почвенных частиц (табл. 3).

Таблица 3. Средневзвешенный диаметр водопрочных агрегатов (мм) после различных способов основной обработки почвы (среднее за 3 года)

Вспашка	Разноглубинная обработка	Мелкая обработка	Без основной обработки
0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,0	0,6 ± 0,0
W = 11	W = 11	W = 36	W = 10
p = 0,08	p = 0,08	p = 0,05	p = 0,07

Статистически значимых различий между изучаемыми вариантами и контролем не установлено.

3.2 Особенности накопления продуктивной влаги после различных способов обработки почвы

Содержание продуктивной влаги в пахотном слое почвы в 2012 г. по вариантам обработки находилось в пределах 186-201 мм, в метровом – 634-671 мм (табл. 4). Статистически значимых различий, по сравнению с контролем, не установлено.

Таблица 4. Общее содержание продуктивной влаги за теплый период (апрель – октябрь), мм

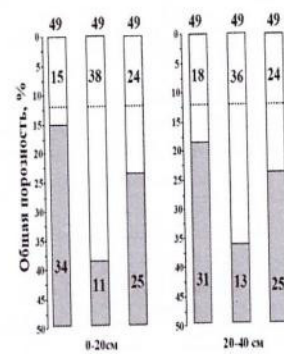
Вариант обработки	2012 г.				2013 г.		2014 г.	
	0-20 см	0-100 см	0-20 см	0-100 см	0-20 см	0-100 см	0-20 см	0-100 см
Вспашка	200	652	199	784	110	601		
Разноглубинная обработка	186	641	189	734	121	555		
Мелкая обработка	189	671	181	762	101	489		
Без основной обработки	201	634	183	745	102	426		

В 2013 г. в варианте со вспашкой она составила 199 мм, что оказалось достоверно больше на 18 мм, чем после мелкой обработки, и на 16 мм, по сравнению с вариантом без основной обработки (W = 108, p = 0,02 и W = 105,5, p =

0,03 соответственно). В метровом слое содержание продуктивной влаги на фоне вспашки составило 784 мм, что на 22 мм больше, чем после мелкой обработки, и на 39 мм, по сравнению с вариантом без основной обработки (W = 105, p = 0,03; W = 111, p = 0,01 соответственно). В 2014 г. значимые различия по содержанию продуктивной влаги в пахотном слое установлены между контролем и разноглубинной обработкой (W = 11,5, p = 0,04). В метровом горизонте величина этого показателя в варианте со вспашкой (601 мм) была выше, чем при мелкой обработке, на 112 мм (W = 48,5, p = 0,02), а по сравнению с вариантом без основной обработки – на 175 мм (W = 55, p = 0,00). В среднем за 3 года общее содержание продуктивной влаги за теплый период в варианте со вспашкой составило 679 мм, что на 38 мм больше, чем при мелкой обработке, и на 78 мм по сравнению с вариантом без основной обработки.

3.2.1 Наполнение порового пространства влагой в различные вегетационные периоды

Изучено наполнение порового пространства влагой в различные периоды на варианте без основной обработки (не подвергавшейся основной механической обработке) (фиг. 1). Общая порозность почвы пахотного и подпахотного слоев была 49 %, что оценивается как удовлетворительная.



Фиг. 1 Наполнение порового пространства влагой серой лесной почвы в различные периоды (апрель 2012, июнь 2013, сентябрь, 2014) - оптимальное соотношение содержания воздуха и воды в поровом пространстве

Наполнение порового пространства воздухом в пахотном слое в апреле 2012 года было 15%, водой 34%, что практически соответствовало оптимальному, подпахотный слой имел значения наполнения пор воздухом 18%, водой 31%. В жаркий период июня 2013 года наблюдается резкий влажностный дефицит в пахотном и подпахотном слоях.

В сентябре 2014 года влажностный дефицит так же сохраняется.

Общая порозность почвы за 3 года исследования в пахотном слое почвы по вариантам основных обработок почвы оценивается как удовлетворительная и колеблется в пределах 45 – 53 %. В различные вегетационные периоды роста и развития сельскохозяйственных культур сохраняется общая тенденция дефицита влаги в почве. Аналогичная тенденция заполнения порового пространства влагой сохраняется и в слое 20 – 40 см. На вариантах вспашки и разноглубинной обработки в жаркий период июня 2013 года наблюдается капиллярное подтягивание влаги из более уплотненного слоя 20 – 40 см в верхлежащий слой.

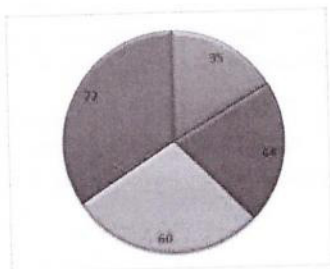
Анализируя результаты порозности аэрации можно сделать вывод, о том, что за все три года исследования объем пор занятых воздухом превышает оптимальный объем, а содержание пор занятых водой ниже оптимального уровня. В первую очередь связано с недостатком атмосферных осадков за вегетационные периоды развития растений. Относительно невысоки динамичный уровень заполнения порового пространства

водой осложнял водообеспечение культурных растений, но одновременно облегчал прогревание 40-сантиметровой толщи почвы.

3.3 Засоренность посевов, урожайность и экономическая эффективность по способам основной обработки почвы

В составе сорной растительности за 3 года исследования встречались однолетние и многолетние виды. Карантинные сорняки отсутствовали.

Средняя засоренность посевов после вспашки составила 35 шт./м²,



Фиг. 2 Общая засоренность посевов по способам основной обработки почвы (среднее за 3 года)

- 1 Вспашка
- 2 Разноглубинная обработка
- 3 Мелкая обработка
- 4 Без основной обработки

в варианте с разноглубинной обработкой – 44 шт./м², с мелкой – 60 шт./м², без основной обработки – 72 шт./м² (фиг. 2). Различия по величине этого показателя между контролем и экспериментальными вариантами были статистически значимыми (по критерию Вилкоксона) – $W = 78, p = 0,00$; $W = 78, p = 0,00$; $W = 77, p = 0,00$ соответственно.

Средняя урожайность ячменя за 3 года после вспашки составила 3,7 т/га, что было больше сбора зерна в варианте с разноглубинной обработкой на 0,6 т/га, с мелкой обработкой и без основной обработки – на 0,8 т/га (табл. 5).

Таблица 5. Урожайность сельскохозяйственных культур (среднее за 3 года, 2012 – 2014 гг.), т/га

Вариант обработки	Ячмень + клевер	Клевер 1 г.п. (на сидерат).	Озимая пшеница
Вспашка	3,7	14,2	3,2
Разноглубинная обработка	3,1	13,1	3,0
Мелкая обработка	2,9	11,8	2,6
Без основной обработки	2,9	11,6	2,6

поскольку опыт был развернут в 2012 г. в поле с клевером варианты основной обработки почвы отсутствовали, поэтому результаты урожайности этой культуры представлены только за 2013 и 2014 гг.

В среднем за 2 года урожайность клевера 1 г.п. (на сидерат) сохранялась в пользу варианта со вспашкой (14,2 т/га), по сравнению с разноглубинной обработкой, составило 1,1 т/га, с мелкой обработкой – 2,4 т/га и без основной обработки – 2,6 т/га.

Урожайность зерна озимой пшеницы в среднем за 3 года на варианте вспашки составила 3,2 т/га. На варианте разноглубинной обработки этот показатель составил 3,0 т/га. Тогда на ресурсосберегающих вариантах он был идентичен – 2,6 т/га.

В соответствии с изменениями урожайности менялась экономическая эффективность производства. Наибольший уровень рентабельности выращивания ячменя (105,5 %) и пшеницы был отмечен в контроле (44,9 %). Далее следовали варианты с разноглубинной обработкой – 102,9 и 40,2 % соответственно, без основной обработки – 102,7 и 29,9 %, с мелкой обработкой – 98,3 и 27,0 %.

4. Выводы

На серых лесных почвах Предкамья Республики Татарстан в условиях потепления периода вегетации различные приемы основной обработки обеспечивали формирование оптимальной плотности пахотного горизонта на уровне 1,29-1,34 г/см³. При этом наибольшее содержание агрономически ценных структурных агрегатов в пахотном горизонте отмечено при разноглубинной обработке (69 %), а наименьшее в варианте без основной обработки (63 %).

За три года исследования общее содержание продуктивной влаги в варианте со вспашкой (679 мм) было на 38 мм больше, чем после мелкой обработки, и на 78 мм, по сравнению с вариантом без основной обработки. Наименьшее количество сорных растений (35 шт./м²) по способам основной обработки почвы в севообороте за три года наблюдений отмечено после вспашки.

За три года исследований при различных приемах основной обработки почвы объем пор, занятых воздухом, превышал оптимальный объем, а содержание пор, занятых водой, было ниже оптимального уровня. Общая пористость почвы слоя 0 – 20 см была удовлетворительной и находилась в диапазоне 47 – 53%, слой 20 – 40 см имел значения 40 – 47%.

Самая высокая урожайность всех выращиваемых культур в среднем за годы исследований формировалась на фоне отвальной обработки: ярового ячменя – 3,7 т/га, клевера на сидерат – 14,2 т/га, озимой пшеницы – 3,1 т/га.

Соответственно в этом же варианте отмечен наибольший уровень рентабельности: при возделывании ярового ячменя 105,5 %, озимой пшеницы – 44,9 %.

Таким образом, в зерноотравном звене севооборота на серых лесных почвах Предкамья Татарстана наиболее эффективный способ основной обработки почвы обеспечивающий формирование стабильных урожаев зерна ярового ячменя и озимой пшеницы – вспашка на глубину 20-22 см.

5. Литература

- Ермолаев, О.П. Ландшафты Республики Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ / О.П. Ермолаев, М.Е. Игонин, А.Ю. Бубнов, С.В. Павлова. – Казань: «Слово». – 2007. – 411 с.
- Миникаев Р.В., Хисамова Г.Ш., Сайфиева Г.С. Ресурсосберегающая технология возделывания ячменя на серых лесных 1. почвах в Республике Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного ун-та. 2012. Т. 7. №2 (24). С.102–106.
- Рыжих, Л.Ю. Роль севооборотов и рациональных способов основной обработки почвы в системе земледелия / Л.Ю. Рыжих, Г.Ф. Копосов, А.И. Липатников, Т.Г. Кольцова // Земледелие. 2014. № 2. С.14–16.
- Шакиров Р.С., Гилаев И.Г. Агрофизические свойства и водный режим серой лесной почвы при различных системах удобрений и способах обработки почвы на примере яровой пшеницы // Вестник Казанского государственного аграрного ун-та. 2013. Т.8. №4(30). С.160–164.
- Шайтанов О.Л., Тагиров М.Ш. Современные изменения климата на территории Татарстана и влияние на сельскохозяйственное производство. Казань: Изд-во Фолиант, 2013. 28 с.
- Franzen H., Lal R., Ehlers W. Tillage and mulching effects on physical properties of a Tropical Alfisol // Soil Till. Res. 54. 1994. 5. Pp. 329–346.
- Franzluebbers A.J., Hons F.M., Zuberer D.A. Tillage and crop effects on seasonal dynamics of soil CO₂ evolution, water content, 6. temperature and bulk density // Applied Soil Ecology. 1995. 2. Pp. 95–109.