

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТРАДИЦИОННЫХ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В СИСТЕМЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В УСЛОВЬЯХ ПРЕДКАМЬЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН**

Л.Ю. Рыжих, А.И. Липатников

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, ул.  
Кремлевская, 18, 420000, +79655887150, [ludarigih@mail.ru](mailto:ludarigih@mail.ru)

*В полевом опыте по изучению эффективности традиционных и ресурсосберегающих способов основной обработки почвы на серых лесных почвах в условиях Предкамья Республики Татарстан в зернотравяном звене зернотравопропашного севооборота был заложен вариант органического земледелия. Схема опыта предусматривала изучение вариантов со способами основной обработки почвы: вспашкой, разноглубинной обработкой, мелкой обработкой и без основной обработки. Показано, что в системе органического земледелия наиболее эффективный способ основной обработки почвы – вспашка на глубину 20 – 22 см.*

**Ключевые слова:** основная обработка почвы; продуктивная влага; клевер на сидерат; органическое земледелие; урожайность; экономическая эффективность.

Применение минеральных удобрений и химических средств защиты растений способствует увеличению количественного показателя урожайности сельскохозяйственных культур. Однако одновременно возрастает и негативное влияние на окружающую среду: загрязнение воды, воздуха и почвы и, как следствие, загрязнение продуктов питания. В связи с этим необходимо минимизировать химическую нагрузку на полях севооборота. Поэтому изучение органического земледелия и выбор оптимального способа основной обработки почвы в системе общего земледелия является актуальной проблемой на сегодняшний день.

Современные изыскания в выборе оптимального способа обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных культур сводятся к ресурсосберегающим технологиям [1].

Авторами установлено, что после вегетации клевера в почве остаются следующие элементы: азот – 90 кг/га д.в., фосфор – 27 кг/га д.в., калий – 70 кг/га д.в., кальций – 120 кг/га д.в. [2]. Поэтому при переходе к органическому земледелию введение в севооборот данной культуры способствует бездефицитному или положительному балансу гумуса.

*Целью исследований* было определить наиболее эффективный способ основной обработки почвы в системе органического земледелия.

*Задачами исследования* было сравнить результаты агрофизических показателей, влажности почвы, засоренности посевов, урожайности сельскохозяйственных культур, традиционных и ресурсосберегающих способов основной обработки почвы и установить наиболее эффективный из них в системе органического земледелия.

**Условия, материалы и методы.** Гидротермический коэффициент за вегетационные периоды в годы проведения исследований (2012 – 2014 гг.) был одинаковым ( $GTK = 0,9$ ).

Почва опытного участка – серая лесная. Почвенные характеристики были следующими:  $pH_{kcl}$  (по ГОСТ 26483-85) – 6,2, содержание подвижных форм фосфора и 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 %.

Опыт по изучению эффективности традиционных и ресурсосберегающих способов основной обработки почвы в системе органического земледелия (2012 – 2014 гг.) был развернут в пространстве и во времени в трех повторениях на четырех полях Татарского НИИСХ в с. Большие Кабаны, Лаишевского района Республики Татарстан. Чередование культур в севообороте: озимая пшеница – картофель – ячмень с подсевом клевера – клевер 1 г. п. на сидерат. Площадь одного поля – 1 га. Схема опыта предусматривала следующие варианты опыта: без основной обработки; мелкая обработка (КСН-3 на глубину 14 – 16 см); разноглубинная обработка (ПЛН-4-35 без предплужника на глубину 16 – 18 см – под ячмень, ПЯ-4-35 на глубину 20 – 22 см с предплужником – под озимую пшеницу); вспашка (плуг ПЛН-4-35 с предплужником на глубину 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 м<sup>2</sup>. На опыте не применялись минеральные удобрения и химические средства защиты растений. В качестве органического удобрения была применена зеленая масса клевера, солома озимой пшеницы и ярового ячменя, которая была заделана в почву, согласно схеме основной обработки почвы.

В опыте выращивали ячмень Тимерхан, клевер Трио, озимую пшеницу Казанская 560.

**Результаты и обсуждение.** Результаты по плотности пахотного слоя показали, что данный показатель был оптимальным для произрастания зерновых культур и находился в пределах 1,29 – 1,34 г/см<sup>3</sup>. В подпахотном слое плотность соответствовала типичным значениям для этого горизонта – 1,47 – 1,50 г/см<sup>3</sup>. Статистически достоверные различия по плотности горизонта 0 – 20 см отмечены между вариантами со вспашкой и мелкой обработкой ( $t_{ст.} = 3,86$ ,  $p = 0,00$ ). На мелкой обработке плотность почвы была больше.

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

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. 1). Статистически значимых различий, по сравнению с контролем, не установлено.

Таблица 1. Общее содержание запасов продуктивной влаги в почве за теплый период (апрель – октябрь), мм

Способ основной 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
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 содержание запасов продуктивной влаги – 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 данный показатель в варианте вспашки составил 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.

В составе сорной растительности за 3 года исследования встречались однолетние и многолетние виды. Карантинные сорняки отсутствовали. Средняя засоренность посевов после вспашки составила 35 шт./м<sup>2</sup>, в варианте с разноглубинной обработкой – 44 шт./м<sup>2</sup>, с мелкой – 60 шт./м<sup>2</sup>, без основной обработки – 72 шт./м<sup>2</sup>. 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.

Урожайность ярового ячменя в 2012 году на всех вариантах обработки почвы была одинаковой (табл. 2)

Таблица 2. Урожайность сельскохозяйственных культур, т/га

Вариант обработки	Ячмень				Клевер 1 г. п. (на сидерат)			Озимая пшеница			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	средняя	2013 г.	2014 г.	средняя	2012 г.	2013 г.	2014 г.	средняя
Вспашка	2,4	1,7	3,9	2,7	13,3	11,8	12,6	1,7	3,5	2,2	2,5

Продолжение таблицы 2											
Разноглубинная обработка	2,4	1,6	3,3	2,4	13,0	11,7	12,4	1,5	3,3	1,8	2,2
Мелкая обработка	2,4	1,2	3,1	2,2	12,5	11,3	11,9	1,4	3,3	1,7	2,1
Без основной обработки	2,4	1,4	3,0	2,3	12,0	11,3	11,7	1,3	3,5	1,6	2,1
НСР <sub>05</sub>	-	0,2	-	-	0,5	0,2	-	-	0,2	0,2	0,2

В 2013 г. урожайность ячменя после вспашки была существенно (НСР<sub>05</sub> = 0,2) больше, чем в варианте разноглубинной обработки, на 0,1 т/га, а по сравнению с вариантами с мелкой обработкой и без основной обработки – на 0,5 т/га и на 0,3 т/га. В 2014 г. урожайность сельскохозяйственных культур не имела существенных различий. Средняя урожайность ячменя за 3 года исследования была выше после вспашки.

Продуктивность клевера на сидерат в 2013 – 2014 гг. в контроле была выше, чем в остальных вариантах (НСР<sub>05</sub> = 0,5 и НСР<sub>05</sub> = 0,2).

Урожайность зерна озимой пшеницы в 2012 г. не имели существенных различий. Различия между всеми вариантами и контролем в 2013 г. и в 2014 году имели существенные различия (НСР<sub>05</sub> = 0,2), преимущество сохранялось за вспашкой.

В таблице 3 представлен баланс гумуса в звене севооборота.

Таблица 3. Баланс гумуса в звене севооборота

Культура	Урожайность, т/га	Минерализация (потери) гумуса, т/га	Коэф. выхода пожнивно-корневых остатков от основной продукции урожайности	Накопление гумуса за счет пожнивно-корневых остатков, т/га		
				Выход пожнивно-корневых остатков, т/га	Выход гумуса из пожнивно-корневых остатков, т/га	Баланс гумуса +/- т/га
Ячмень + клевер	2,4	0,6	1,10	2,64	0,40	-0,2
Клевер 1 г.п. (сидерат)	12,2	0,2	0,35	4,27	0,77	0,57
Озимая пшеница	2,2	0,6	1,30	2,86	0,43	-0,17
Итого	-	1,4	2,75	9,77	1,60	0,2
Среднее по севообороту	-	0,5	0,92	3,26	0,53	0,07

Баланс гумуса в севообороте был положительный – 0,2 т/га, среднее по севообороту – 0,07 т/га.

В соответствии с изменениями урожайности менялась экономическая эффективность производства (таблица 4).

Таблица 4. Экономическая эффективность сельскохозяйственных культур

Вариант обработки	Урожайность (средняя за 3 года), т/га	СВП, тыс. руб./га	Производственные затраты на га, тыс. руб.	Себестоимость 1 т зерна, тыс. руб.	Условный чистый доход, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %
Яровой ячмень + клевер						
Вспашка	2,7	20,25	11,14	4,13	9,11	81,8
Разноглубинная обработка	2,4	18,00	11,14	4,64	6,86	61,6
Мелкая обработка	2,2	16,50	10,65	4,84	5,85	54,9
Без основной обработки	2,3	17,25	10,42	4,52	6,83	65,5
Озимая пшеница						
Вспашка	2,5	13,25	11,02	4,41	2,23	20,2

Продолжение таблицы 4						
Разноглубинная обработка	2,2	11,66	11,02	5,01	0,64	5,8
Мелкая обработка	2,1	11,13	10,54	5,02	0,59	5,6
Без основной обработки	2,1	11,13	10,43	5,00	0,7	6,7

Наибольший уровень рентабельности выращивания ячменя (81,8 %) и пшеницы был отмечен в контроле (20,2 %). Далее следовали варианты с разноглубинной обработкой – 61,6 %, без основной обработки – 65,5 %, с мелкой обработкой – 54,9 % (при возделывании ячменя).

**Выводы.** Все изучаемые способы основной обработки почвы в системе органического земледелия обеспечивали оптимальную плотность пахотного горизонта на уровне 1,29 – 1,34 г/см<sup>3</sup>. При этом наибольшее содержание агрономически-ценных агрегатов в пахотном горизонте отмечено при разноглубинной обработке (69%), а наименьшее в варианте без основной обработки (63%).

Общее содержание продуктивной влаги за 3 года исследования 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./м<sup>2</sup>) по способам основной обработки почвы в севообороте за три года наблюдений отмечено после вспашки.

Самая высокая урожайность всех выращиваемых культур в среднем за годы исследований формировалась в варианте вспашки: ярового ячменя – 2,7 т/га, клевера на сидерат – 12,6 т/га, озимой пшеницы – 2,5 т/га. Соответственно в этом же варианте отмечен наибольший уровень рентабельности: при возделывании ярового ячменя 81,8 %, озимой пшеницы – 20,2 %.

Введение в севооборот культуры клевер способствовал положительному балансу гумуса в звене севооборота в органическом земледелии – 0,2 т/га.

Таким образом, в системе органического земледелия в зернотравяном 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.

Литература:

1. Миникаев Р.В., Хисамова Г.Ш., Сайфиева Г.С. Ресурсосберегающая технология возделывания ячменя на серых лесных почвах в Республике татарстан // Вестник казанского государственного аграрного ун-та. 2012. т.7. №2 (24). С.102–106.
2. Сафиоллин, Ф.Н. Клевер луговой: на корм и семена / Ф.Н. Сафиоллин, К.Х. Галиев. – Казань, 2005. – 228 с.

**EFFICIENCY OF TRADITIONAL AND RESOURCE-SAVING  
METHODS OF SOIL'S TILLAGE IN THE SYSTEM OF ORGANIC  
FARMING IN THE CONDITIONS OF THE KAMA REGION OF  
REPUBLIC OF TATARSTAN**

L. Yu. Ryzhikh, A.I. Lipatnikov

Kazan Federal University, Kremlevskaya str., 18, Kazan, 420000, Russian  
Federation, +79655887150, ludarigih@mail.ru

*In the field's experiment of the efficiency's study of the effectiveness traditional and resource-saving methods of soil's tillage on gray forest soils in the conditions of the Kama region of Republic of Tatarstan, the system of organic farming was laid in the field's crop rotation. The scheme of the experiment included the study of options with methods of soil's tillage: plowing, variable-depth cultivation, surface cultivation and without tillage. It is shown that in the system of organic farming the most effective method of soil's tillage is plowing on the depth of 20-22 cm.*

**Key words:** soil's tillage; available moisture; clover for siderat; organic farming; productivity; economic efficiency.