

ВЛИЯНИЕ БИОМАССЫ РАСТЕНИЙ И ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА**Ахметзянов М.Р., Хузина Г.К., Таланов И.П.**

Реферат. Насыщение почвы органическими остатками, внесение соломы предшественника и пожнивного сидерата стимулировало биологическую активность почвы, а использование различных видов основной обработки почвы изменила агрофизические свойства почвы. Результатами исследований было установлено, что внесение пожнивного сидерата и соломы способствовали поддержанию оптимальной плотности сложения почвы в звене севооборота, а комбинированная обработка обеспечивала лучшие условия, чем по вспашке. Эти же варианты способствовали снижению твердости почвы, а также оказывали положительное влияние на образование структурных агрегатов. По комбинированной обработке почвы содержание структурных агрегатов на фоне внесения минеральных удобрений в слое 0-20 см превышало варианты со вспашкой на 5,2%, с использованием пожнивного сидерата – на 3,2% и с применением соломы – на 2,5%. По комбинированной обработке почвы после озимой ржи глыбистость пашни составила 19,7 – 22,8 %, после гороха – 17,3-19,7 %, после яровой пшеницы – 20,9-23,7%. По вариантам вспашки эти показатели составили 21,0-24,4, 19,6-21,4 и 23,5-26,0%. Максимальная урожайность зерна озимой ржи (4,37 т/га), гороха (2,42 т/га) и яровой пшеницы (3,37 т/га) получена на вариантах комбинированной обработки почвы и фонах питания с внесением пожнивного сидерата.

Ключевые слова: плотность сложения, структурно-агрегатный состав, глыбистость, пористость почвы, урожайность.

Введение. Основная обработка почвы, изменяя ее агрофизические свойства, определяет интенсивность и направленность биологических процессов, что в последующем отражается на накоплении доступных форм питательных веществ, прежде всего, азота. Плотность сложения почвы оказывает большое влияние на водный, воздушный, тепловой режимы и продуктивность растений. При уплотнении почвы до 1,30-1,35 г/см² отмечается угнетение растений. Существенное влияние способы основной обработки оказали на общую пористость чернозема южного. При отвальной вспашке и плоскорезном рыхлении с глубиной обработки 20–22 см пористость в слое почвы 0–30 см имела наибольшие значения – 55,4 и 53,9 % [1,2].

Наименьшая плотность формируется при отвальной вспашке – 1,11 г/см³, применение плоскорезного рыхления и уменьшение его глубины приводит к существенному увеличению плотности сложения почвы: плоскорезное рыхление на 20-22 см увеличивает плотность сложения до 1,14 г/см³, а на глубину 10-12 см – до 1,26 г/см³. Аналогично плотность сложения почвы достоверно возрастала с увеличением глубины почвенного горизонта на всех вариантах основной обработки [3,4,5].

Приемы биологизации (солома, сидерация, многолетние бобовые травы) обеспечивают существенное улучшение агрофизических свойств почвы. Так, плотность почвы на варианте с применением приемов биологизации была на 0,04- 0,07 г/см³ меньше, чем на контроле. В севооборотах с применением при-

емов биологизации прирост гумуса составил 1,7 – 2,6 т/га, в то время как на контроле отмечалось уменьшение его содержания на 0,15%. Возделывание культур с применением приемов биологизации обеспечивает существенную прибавку урожайности [5,6,7].

Главный путь повышения рентабельности производства в хозяйстве – это снижение затрат на производство продукции. Самый высокий уровень рентабельности наблюдали на посевах озимой пшеницы, где предшественником черного пара была суданская трава на семена и сено – 136,1 – 111,0%. Это объясняется тем, что при одинаковой агротехнике, а значит и затратах труда, одинаковой цене реализации озимой пшеницы, производственных затратах роль сыграла урожайность, она составила 18,2 – 16,2 ц/га. Низкий уровень рентабельности отмечался на варианте яровой твердой пшеницы – 30%, где была низкая урожайность – 9,2 ц/га и не сыграла большой роли высокая цена реализации [8,9,10].

Целью наших исследований являлось изучение влияния способов обработки почвы в зернопаровом звене севооборота с внесением растительной биомассы (соломы и пожнивного сидерата) на агрофизические свойства почвы, урожайность и показатели качества зерна.

Условия, материалы и методы исследований. Схема опытов и агротехника. Для изложения результатов исследований нами приведены культуры в звене второй ротации севооборота: – озимая рожь (после однолетних трав) – горох – яровая пшеница. Учетная площадь делянки – 70 м² (10х7,0 м). Исследова-

ния проводились в 2006-09 гг.

Схема опытов: Фактор А – Основная обработка почвы:

1. Отвальная вспашка (на глубину 22-24, 24-26 см).

2. Комбинированная обработка (под озимую рожь – поверхностная (БДТ-3) на глубину 8-10 см; под горох – лушение стерни (ЛДГ-10) + вспашка (ПН-4-35) на 24-26 см; под яровую пшеницу – безотвальная обработка плугом ПН-4-35 с Мальцевскими корпусами на глубину 22-24 см).

Фактор В – Фоны питания: 1. Минеральный; 2. Солома (после озимой ржи 3-4 т/га, гороха 2-2,2 т/га); 3. Пожнивной сидерат (после озимой ржи получено 3,5 и гороха 5,5 т/га) зеленую массу заделали тяжелыми дисковыми боронами БДТ-3 на глубину 6-8 см.

Посев озимой ржи (Эстафета Татарстана) проводили с нормой высева 4,5 млн всхожих семян на 1 га, гороха (Казанец) с нормой высева 1,2 млн шт./га, яровой пшеницы (Мис) с нормой высева 6,0 млн шт./га. Дозы минеральных удобрений на фоне минерального питания проводили расчетно: под озимую рожь на 4,0 т/га – (N₅₅, P₁₂₅, K₈₅), под горох на 2,5 т/га – (P₈₉, K₃₅), под яровую пшеницу на 3,0 т/га – (N₁₉, P₂₀, K₃₅).

Анализ и обсуждение результатов исследований. Наши исследования показали, что в период возобновления вегетации озимой ржи плотность сложения почвы в слое 0-20 см на фоне минерального питания составила по вспашке 1,11 г/см³, по комбинированной обработке – 1,17 г/см³, перед посевом гороха - 1,16 – 1,17 г/см³ и перед посевом яровой пшеницы – 1,23 и 1,22 г/см³. На фонах с внесением соломы и пожнивного сидерата эти показатели на 0,1- 0,2 г/см³ были ниже, чем на фоне с внесением только минеральных удобрений. Перед уборкой урожая по всем исследуемым культурам почва уплотнялась. Так, на посевах озимой ржи плотность сложения почвы по вспашке составила 1,34 г/см³, по комбинированной обработке – 1,33 г/см³, на посевах го-

роха 1,32 и 1,30 г/см³ и на посевах яровой пшеницы соответственно 1,35 и 1,34 г/см³. На посевах яровой пшеницы плотность сложения почвы подходила к критическому значению, при которой использование элементов питания из почвы затруднялось. На фонах с внесением соломы и пожнивного сидерата было ниже, чем по минеральному фону питания на 0,2-0,4 г/см³.

Следовательно, внесение соломы и пожнивного сидерата способствовали поддержанию оптимальной плотности сложения почвы в звене севооборота, а комбинированная обработка обеспечивала лучшие условия, чем по вспашке.

Наблюдения за твердостью почвы на посевах озимой ржи показала, что сравнительно большая твердость в слое 0-10 см была на минеральном фоне – 17,0-18,8 кг/см² в фазу выхода в трубку, тогда как с применением пожнивного сидерата она составила 13,2-14,5 кг/см² и 12,8-13,6 кг/см² на фоне с использованием соломы (табл. 1). В слое 10-20 см твердость почвы повышалась и составила соответственно по фонам питания 29,9-29,6, 23,9-23,8 и 21,0-20,1 кг/см². Перед уборкой урожая уплотнение почвы доходило на минеральном фоне в слое 10-20 см до 30,8-30,7 кг/см², на фоне внесения пожнивного сидерата – до 27,9-27,0 и на фоне внесения соломы – до 26,7-25,1 кг/см².

Таким образом, меньшее уплотнение пахотного слоя почвы происходило на фонах с внесением органической биомассы. От внесения пожнивного сидерата плотность почвы снизилась по сравнению с минеральным фоном на 2,9-3,7 кг/см², от внесения измельченной соломы – на 4,1-5,6 кг/см². В течение всей вегетации растений озимой ржи незначительное снижение твердости почвы происходило на вариантах применения комбинированной обработки почвы.

Внесение в почву пожнивного сидерата и измельченной соломы способствовали повышению устойчивости почвы к уплотнению, где значения твердости почвы в слое 0-10 см были на 0,4-2,1 кг/см² ниже, чем на минераль-

Таблица 1 – Твердость пахотного слоя почвы под посевами культур в звене севооборота, кг/см²

Обработка почвы	Озимая рожь				Горох				Яровая пшеница			
	Выход в трубку		Перед уборкой		Бутонизация		Перед уборкой		Кушение		Перед уборкой	
	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см
I. Фон - минеральный												
Вспашка	17,0	29,9	25,5	30,8	6,3	17,2	24,6	30,8	5,7	17,0	24,0	31,1
Комбинированная	18,8	29,6	25,1	30,7	5,8	15,3	21,8	29,7	6,4	15,0	21,8	29,2
II. Фон - пожнивной сидерат												
Вспашка	13,2	23,9	19,0	27,9	5,9	15,7	20,5	29,6	5,2	16,3	23,1	29,7
Комбинированная	14,5	23,8	18,8	27,0	5,2	14,6	19,4	28,3	5,9	14,4	20,1	27,6
III. Фон - солома												
Вспашка	12,8	21,0	18,2	26,7	4,2	13,8	17,4	27,5	5,1	16,1	21,7	28,8
Комбинированная	13,6	20,1	17,9	25,1	4,3	13,3	17,0	27,0	5,9	14,0	18,2	26,7

ном фоне.

Перед уборкой урожая почва уплотнилась по всем фонам питания и приемам основной обработки почвы в слое 0-10 см до 17,0-24,6 кг/см², в слое 10-20 см – до 27,0-30,8 кг/см². Однако варианты с комбинированной основной обработкой почвы приводили к снижению плотности почвы, особенно на фонах с внесением пожнивного сидерата и соломы.

Под посевами яровой пшеницы твердость пахотного слоя почвы в слое (0-10 см) была меньше уплотнена и составила 5,7-6,4 кг/см² на минеральном фоне и 5,1-5,9 кг/см² на фонах с внесением пожнивного сидерата и соломы.

В слое 10-20 см значения твердости почвы были не высокими и по вариантам опыта составили 14,0-17,0 кг/см², с незначительным снижением на фонах с внесением растительной биомассы. Перед уборкой урожая яровой пшеницы твердость почвы на минеральном фоне достигла 31,1-29,2 кг/см² с незначительным снижением на фонах с внесением пожнивного сидерата и соломы.

Важнейшим показателем агрофизического состояния пахотного слоя почвы является структурность, которая характеризуется следующими показателями: отличная – >70% водопрочных агрегатов, хорошая – 70-55%, удовлетворительная – 55-40%, неудовлетворительная – 40-20%, плохая - меньше 20%, это оказывает влияние на интенсивность испарения влаги, равномерность заделки семян.

Структурно-агрегатный состав почвы после уборки озимой ржи показал, что положительное влияние на образование структурных агрегатов размером 0,25-10,0 мм оказали фоны с внесением соломы и пожнивного сидерата, особенно на вариантах комбинированной обработки почвы. Общее содержание структурных агрегатов в слое 0-10 см почвы на фоне применения только минерального удобрения составило 41,1-44,1%, в слое 10-20 см – 44,5-49,3 %, коэффициент структурности 0,75-0,88% (табл. 2).

На фоне внесения пожнивного сидерата показатели структурно-агрегатного состава почвы возросли по слоям почвы до 45,9-48,9%, 51,5-51,6%, 48,7-50,2% и коэффициент структурности – до 0,95-1,0%. От внесения соломы произошло более существенное повышение – до 52,1-57,4, 54,6-56,4, 53,3-56,9 %, коэффициент структурности – до 1,14-1,32%.

Фоны питания и способы обработки почвы оказывали на изменение структурных агрегатов в пахотном слое под посевами гороха. На вариантах с минеральным фоном питания содержание структурных агрегатов в слое 0-20 см составило 44,2-49,4%, при внесении пожнивного сидерата она повысилась до 51,8-55,0%, на фоне с использованием соломы – до 56,4 - 58,9%, коэффициент структурности на этих фонах составило соответственно 0,79–0,97, 0,96–1,17 и 1,16–1,30%. Содержание структурных агрегатов на фоне внесения минеральных удобрений в слое 0-20 см по комбинированной обработке почвы было больше, чем по вспашке на 5,2%, с использованием пожнивного сидерата – на 3,2% и с применением соломы - на 2,5%.

Аналогичные изменения происходили на посевах яровой пшеницы, где фоны с внесением растительной биомассы и комбинированная обработка почвы улучшали структурное состояние почвы, по сравнению с отвальной вспашкой и внесением только расчетных доз минеральных удобрений.

По вариантам комбинированной обработки почвы на всех культурах и фонах питания глыбистость пашни была меньше, чем по вспашке. По комбинированной обработке почвы после озимой ржи она составила 19,7 – 22,8 %, после гороха – 17,3-19,7 % и после яровой пшеницы – 20,9-23,7%, тогда как по вспашке эти показатели составили соответственно 21,0-24,4, 19,6-21,4 и 23,5-26,0% (табл. 3). Снижение глыбистости почвы по комбинированной обработке почвы можно объяснить тем, что в звене севооборота применялась разноглубинная обработка почвы (отвальная, безотвальная

Таблица 2 – Структурно-агрегатный состав почвы после уборки озимой ржи и гороха, %

Варианты обработки	Озимая рожь			Коэфф. структурности	Горох			Коэфф. структурности
	структурность				структурность			
	0-10 см	10-20 см	0-20 см		0-10 см	10-20 см	0-20 см	
I. Фон- минеральный								
1	41,1	44,5	42,8	0,75	44,9	44,5	44,2	0,79
2	44,1	49,3	46,7	0,88	48,7	50,1	49,4	0,97
II. Фон - пожнивной сидерат								
1	45,9	51,5	48,7	0,95	51,0	52,6	51,8	0,96
2	48,9	51,6	50,2	1,01	53,2	56,8	55,0	1,17
III. Фон - солома								
1	52,1	54,6	53,3	1,14	55,5	57,4	56,4	1,16
2	57,4	56,4	56,9	1,32	57,8	60,1	58,9	1,30

Таблица 3 – Глыбистость пахни после основной обработки почвы, (средняя), %

Варианты обработки	После озимой ржи	После гороха	После яровой пшеницы
I. Фон - минеральный			
Вспашка	24,4	21,4	26,0
Комбинированная	22,8	19,7	23,7
II. Фон - пожнивной сидерат			
Вспашка	21,3	20,7	24,9
Комбинированная	20,1	18,2	21,4
III. фон – солома			
Вспашка	21,0	19,6	23,5
Комбинированная	19,7	17,3	20,9

и поверхностная).

Применение дополнительно растительной биомассы (пожнивного сидерата и соломы) в звене севооборота способствовало лучшему крошению почвы и уменьшению глыбистости, чем от применения только минеральных удобрений.

Следовательно, применение разноглубинной обработки почвы в севообороте и использование растительной биомассы растений в виде пожнивного сидерата и соломы способствуют более качественной разделке почвы с меньшим образованием глыб, чем по отвальной вспашке с применением только расчетных доз минеральных удобрений.

Пористость пахотного слоя почвы перед посевом яровой пшеницы находилась в пределах 52,7-69,9% от общего объема почвы и соответствует оптимальным значениям для роста и развития яровой пшеницы (табл. 4). На

фонах с применением биофакторов (пожнивного сидерата и соломы) сохранилась относительно большая пористость почвы, по сравнению с минеральным фоном. На фоне применения пожнивного сидерата пористость почвы в слое 0-10 см по комбинированной обработке составила 69,7%, в слое 10-20 см – 66,3%, на фоне внесения соломы – 71,3 и 69,9%, или больше, чем по минеральному фону на 13,5 и 13,1% и 15,1 и 16,7%. Варианты с применением отвальной вспашки на всех фонах питания уступали по общей пористости пахотного слоя вариантам комбинированной обработки почвы.

Пористость пахотного слоя почвы под посевами яровой пшеницы в течение вегетации растений уменьшалась, из-за уплотнения почвы, однако на фонах с внесением пожнивного сидерата и соломы и комбинированной обработки почвы была близка к оптимальному

Таблица 4 – Общая пористость пахотного слоя почвы под яровой пшеницей, %, (в среднем за 2008-2009 гг.)

Варианты обработки	Перед посевом		После уборки	
	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см
I. Фон - минеральный				
Вспашка	49,1	52,7	38,7	41,3
Комбинированная	56,2	53,2	43,0	47,3
II. Фон - пожнивной сидерат				
Вспашка	60,4	64,6	41,3	48,9
Комбинированная	69,7	66,3	48,9	50,4
III. фон – солома				
Вспашка	64,5	67,8	43,6	52,3
Комбинированная	71,3	69,9	51,6	55,7

Таблица 5 – Урожайность культур в звене севооборота, т/га

Варианты обработки	Озимая рожь	Горох	Яровая пшеница
I. Фон – минеральный			
Вспашка	3,65	1,95	2,87
Комбинированная	3,92	2,13	3,13
II. Фон - пожнивной сидерат			
Вспашка	3,92	2,20	3,12
Комбинированная	4,37	2,42	3,37
III. фон – солома			
Вспашка	3,79	2,05	2,96
Комбинированная	4,12	2,26	3,22

значению. Общая пористость почвы от применения пожнивного сидерата в слое 10-20 см после уборки яровой пшеницы была на 7,6-3,1%, на фоне применения соломы – на 11,0-8,4% выше, по сравнению с фоном внесения расчетных доз удобрений.

Следовательно, использование пожнивного сидерата и соломы, проведение комбинированной обработки в севообороте существенно повышают общую пористость почвы, чем при отвальной вспашке и внесении минеральных удобрений.

Учет урожайности показал, что на всех фонах питания по комбинированной обработке почвы получен максимальный урожай культур в звене севооборота. На фоне внесения расчетных доз минеральных удобрений по вспашке получено 3,65 т/га зерна озимой ржи, 1,95 т/га гороха и 2,87 т/га яровой пшеницы. Варианты комбинированной обработки почвы имели преимущество в формировании урожая на 0,27, 0,18 и 0,26 т зерна с 1 га, чем по вспашке (табл. 5).

Более высокая урожайность озимой ржи, гороха и яровой пшеницы сформировались на фоне внесения пожнивного сидерата по комбинированной обработке почвы (4,37, 2,42 и 3,37 т/га), или больше чем на минеральном

фоне по отвальной вспашке на 0,72, 0,47 и 0,50 т/га.

Выводы. Применение пожнивного сидерата и соломы при комбинированной основной обработке почвы способствовали существенному улучшению агрофизических показателей почвы под посевами культур в звене севооборота. Снижение уплотненности почвы в начале вегетации растений наблюдалась по отвальной вспашке, а перед уборкой урожая – по комбинированной обработке. Меньшее уплотнение пахотного слоя почвы в опытах происходило на фонах с внесением пожнивного сидерата и соломы. От внесения пожнивного сидерата плотность почвы снизилась по сравнению с минеральным фоном на 2,9-3,7 кг/см², от внесения измельченной соломы – на 4,1-5,6 кг/см². На этих же вариантах происходило повышение содержания структурных агрегатов, сохранилась относительно большая пористость почвы, по сравнению с минеральным фоном и отвальной обработкой. Максимальная урожайность зерна озимой ржи (4,37 т/га), гороха (2,42 т/га) и яровой пшеницы (3,37 т/га) сформировалась по комбинированной обработке почвы с внесением пожнивного сидерата.

Литература

1. Медведев И.Ф. Изменение агрофизических и агрохимических свойств чернозема южного при различных способах обработки почвы/И.Ф. Медведев, В.А. Назаров, Д.И. Губарев, Н.М. Жолинский, С.С. Деревягин // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 14-19.
2. Кафарена В.И. Особенности применения почвозащитной технологии в степных районах Поволжья/ В.И. Кафарена, Ю.Ф. Курдюков, И.П. Моторыгин // Почвоохранное земледелие в Поволжье. – Саратов. – 1985. – С. 44–62.
3. Айтемиров А.А. Биология земледелия – вклад в будущее/А.А. Айтемиров, Т.Т. Бабаев, М.М. Абдулгалимов//Горное сельское хозяйство. – 2016. – № 3. – С. 95-101.
4. Жолинский Н.М. Особенности применения основной обработки почвы под зерновые культуры в склоновых агроландшафтах Саратовского Правобережья/Н.М. Жолинский, Н.М. Соколов, И.Н. Кораблева // Основы рационального природопользования: сб. науч. работ; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2005. – С. 91-94.
5. Сафин Р.И. Контроль переуплотнения почвы в ресурсосберегающем земледелии / Р.И. Сафин, К.А. Хафизов, Б.Г. Зиганшин, А.Р. Валиев, Р.В. Миникаев, Р.М. Низамов, Р.Н. Хафизов, Г.С. Сайфиева, И.Г. Манюкова, М.Р. Ахметзянов, Л.З. Каримова, А.В. Дмитриев: методические рекомендации // . – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2018. – 48 с.
6. Коротких Е.В. Влияние приемов биологизации на сохранение плодородия почв/Е.В. Коротких// Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – № 2 (30). – С. 46-50.
7. Куликова А.Х. Экологические аспекты основной обработки почвы в условиях лесостепи Поволжья / А.Х. Куликова // Дифференциация систем земледелия и плодородие чернозема лесостепи Поволжья: сб. науч. тр. – Ульяновск, 1996. – С. 33–36.
8. Оленин О.А. Звено севооборота с сидеральным паром, органическая система удобрений и поверхностная основная обработка почвы/О.А. Оленин//Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 2 (156). – С. 8.
9. Корчагин В.А. Использование соломы и сидератов на удобрение в биологизированных системах земледелия: практическое руководство/В.А. Корчагин, И.А. Чуданов. – Самара. – 2002. – 27с.
10. Таланов И.П. Влияние приёмов основной обработки почвы и фонов питания на продуктивность культур в звене севооборота / Таланов И.П., Ахметзянов М.Р., Макарова О.И., Ярмиев И.И. // Вестник Казанского ГАУ. – 2009. – Т. 13. – №3. – С.115-117.

Сведения об авторах:

Ахметзянов Марсель Равилович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия, защиты растений и селекции, e-mail: marsel-praktika@mail.ru
Хузина Гулина Котдусовна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры физвоспитания

Таланов Иван Павлович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии и почвоведения, e-mail: Taianow.Ivan@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия.

IMPACT OF PLANT BIOMASS AND MAIN TILLAGE METHODS ON THE AGROPHYSICAL PARAMETERS OF THE SOIL AND PRODUCTIVITY OF CULTURES AT A CROP ROTATION

Akhmetzyanov M.R., Khuzin G.K., Talanov I.P.

Abstract. The saturation of the soil with organic residues, the introduction of straw from the precursor and the harvest siderate stimulated the biological activity of the soil, and the use of various types of basic soil treatment changed the agro-physical properties of the soil. The results of research have found that the introduction of greenhouse siderate and straw contributed to maintaining the optimal density of the soil in the crop rotation link, and the combined treatment provided better conditions than in plowing. On the same variants, a decrease in the soil hardness occurred, positively influenced the formation of structural aggregates. For combined tillage, the content of structural aggregates on the background of mineral fertilizer application in the 0-20 cm layer exceeded the options with plowing by 5.2%, with the use of crop green manure by 3.2% and with the use of straw by 2.5%. For the combined tillage after winter rye, the cultivation of arable land was 19.7 - 22.8%, after pea - 17.3-19.7%, after spring wheat - 20.9-23.7%. For plowing options, these figures were 21.0-24.4, 19.6-21.4 and 23.5-26.0%. The maximum grain yield of winter rye (4.37 tons per hectare), pea (2.42 tons per hectare) and spring wheat (3.37 tons per hectare) was obtained on the variants of combined tillage and food backgrounds with the introduction of crop siderate.

Key words: addition density, structural-aggregate composition, lumpiness, soil porosity, yield.

References

1. Medvedev I.F. Changes in the agro-physical and agrochemical properties of southern chernozem with different methods of tillage. [Izmenenie agrofizicheskikh i agrokhimicheskikh svoystv chernozema yuzhnogo pri razlichnykh sposobakh obrabotki pochvy]. / I.F. Medvedev, V.A. Nazarov, D.I. Gubarev, N.M. Zholinskiy, S.S. Derevyagin // *Agrarnyy nauchnyy zhurnal. - Agrarian scientific journal*. 2017. - №2. - P. 14-19.
2. Kafarena V.I. *Osobennosti primeneniya pochvozaschitnoy tekhnologii v stepnykh rayonakh Povolzhya. // Pochvookhrannoe zemledelie v Povolzhe*. [Features of the use of soil-protective technology in the Volga steppe region. // Soil conservation agriculture in the Volga region]. / V.I. Kafarena, Yu.F. Kurdyukov, I.P. Motorygin – Saratov. - 1985. – P. 44–62.
3. Aytemirov A.A. Biology of agriculture - a contribution to the future. [Biologiya zemledeliya – vklad v budushee]. / A.A. Aytemirov, T.T. Babaev, M.M. Abdulgaliyev // *Gornoe selskoe khozyaystvo. - Mining agriculture*. - 2016. - №3. - P. 95-101.
4. Zholinskiy N.M. *Osobennosti primeneniya osnovnoy obrabotki pochvy pod zernovye kultury v sklonovykh agrolandshaftakh Saratovskogo Pravoberezhya. // Osnovy ratsionalnogo prirodopolzovaniya: sb. nauch. rabot*. [Features of the main tillage application for grain crops in sloping agrolandscapes of the Saratov Right Bank. / N.M. Zholinsky, N.M. Sokolov, I.N. Korableva // Fundamentals of environmental management: collection of scientific works]. FGOU VPO “Saratovskiy GAU”. – Saratov. – 2005. – P. 91-94.
5. Safin R.I. *Kontrol pereuplotneniya pochvy v resursosberegayuschem zemledelii metodicheskie rekomendatsii*. [Control of over soil compaction in resource-saving agriculture: guidelines]. / R.I. Safin, K.A. Khafizov, B.G. Ziganshin, A.R. Valiev, R.V. Minikaev, R.M. Nizamov, R.N. Khafizov, G.S. Sayfiyeva, I.G. Manyukova, M.R. Akhmetzyanov, L.Z. Karimova, A.V. Dmitriev: // “Kazanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet”. Kazan. - 2018. – P. 48.
6. Korotkikh E.V. The impact of biologization methods on the preservation of soil fertility. [Vliyanie priemov biologizatsii na sokhranenie plodorodiya pochvy]. / E.V. Korotkikh // *Vestnik APK Verkhnevolzhya. – The Herald of Upper Volga agriculture*. - 2015. - № 2 (30). - P. 46-50.
7. Kulikova A.Kh. *Ekologicheskie aspekty osnovnoy obrabotki pochvy v usloviyakh lesostepi Povolzhya. // Differentatsiya sistem zemledeliya i plodorodie chernozema lesostepi Povolzhya: sb. nauch. tr*. [Ecological aspects of the main tillage in the conditions of the forest-steppe of the Volga region. // Differentiation of farming systems and fertility of the chernozem of the forest-steppe of the Volga region: collection of scientific works]. Ulyanovsk. - 1996. - P. 33–36.
8. Olenin O.A. Crop rotation link with green manure steam, organic fertilizer system and surface soil tillage. [Zveno sevooborota s sideralnym parom, organicheskaya sistema udobreniy i poverkhnostnaya osnovnaya obrabotka pochvy]. / O.A. Olenin // *Agrarnyy vestnik Urala. - Agrarian Herald of the Urals*. - 2017. - № 2 (156). - P. 8.
9. Korchagin V.A. *Ispolzovanie solomy i sideratov na udobrenie v biologizirovannykh sistemakh zemledeliya: prakticheskoe rukovodstvo*. [Use of straw and green manures for fertilizer in biologized farming systems: a practical guide]. V.A. Korchagin, I.A. Chudanov // Samara. - 2002. – P. 27.
10. Talanov I.P. The impact of the main tillage methods and nutritional background on the crop productivity in the link of crop rotation. [Vliyanie priemov osnovnoy obrabotki pochvy i fonov pitaniya na produktivnost kultur v zvene sevooborota]. / Talanov I.P., Akhmetzyanov M.R., Makarova O.I., Yarmiev I.I. // *Vestnik Kazanskogo GAU. – The Herald of Kazan State Agrarian University*. – 2009. – Vol. 13. – №3. – P. 115-117

Authors:

Akhmetzyanov Marsel Ravilovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor of General agriculture, plant protection and breeding Department, e-mail: marsel-praktika@mail.ru

Khuzina Gulina Kotdusovna – Ph.D. of Agricultural field. Sciences, Senior Lecturer of Physical Education Department

Talanov Ivan Pavlovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Agrochemistry and soil science Department, e-mail: Taianow.Ivan@yandex.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.