

ВЛИЯНИЕ АГРОПРИЕМОВ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВООБОРОТАХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАВОЛЖЬЯ

Подсевалов Михаил Ильич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие и растениеводство»

Тойгильдин Александр Леонидович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Земледелие и растениеводство»

Аюпов Денис Энисович, аспирант кафедры «Земледелие и растениеводство»

ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА

432017 г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел: 8(8422)55-95-75 e-mail: zemledelugsha@yandex.ru

Ключевые слова: плодородие почвы, озимая пшеница, обработка почвы, удобрения, солома

Статья посвящена оценке влияния предшественников, приемов основной обработки почвы, удобрений на биологическую активность чернозема выщелоченного и урожайность озимой мягкой пшеницы. Исследования проводились в многолетнем стационарном полевом опыте в четырех 6-польных севооборотах. Объектом изучения явились посевы озимой пшеницы, размещенной по разным предшественникам, обработке почвы и фонам удобрений. Оценка микробиологической активности почвы под озимой пшеницей методом разложения льняных полотен показала, что она повышалась после чистого пара и составила 46,8 % (больше чем по другим предшественникам на 5,1-11,1%), что объясняется большей влагообеспеченностью пахотного слоя. Этим же и большей пористостью аэрации объясняется повышение микробиологической активности почвы по комбинированной обработке почвы в севообороте (на 3,9 %). Усиливалось разложение полотна в почве по фону удобрений - солома + N60P45K45 (на 3,3 %) за счет наличия свободного азота. Кроме того, интенсивность разложения льняного полотна определялась погодными условиями, складывающимися в период май-июнь. Нами отмечено повышение урожайности озимой пшеницы по чистому пару в сравнении с занятым горохом, люпином и их смесью на 18,0 - 22,0 % с преимуществом комбинированной в севообороте обработкой почвы и повышенного фона удобрений - солома + N60P45K45. Методами корреляционного и регрессионного анализов нами установлена прямая связь ($r=0,852$) урожайности озимой пшеницы (y , т/га) с интенсивностью разложения льняного полотна в почве (x , %), что характеризуется полиномиальным уравнением третьей степени.

Введение

Запасы и режим органического вещества почвы служит основным критерием оценки плодородия почвы, а в последнее время все больше рассматривается и с точки зрения экологической устойчивости почв как компонента биосферы. Основным источником органического вещества почвы в агрофитоценозах служат пожнивно-корневые, растительные остатки, солома и другие биогенные ресурсы, которые, попадая в почву, подвергаются сложным процессам трансформации под действием комплекса микроорганизмов [1]. Микроорганизмы играют ведущую роль в биохимических превращениях веществ и биологическом круговороте химических элементов в агрофитоценозах [2, 3, 4].

Деятельность человека способна усиливать биогеохимическую функцию и регулировать активность микроорганизмов в нужном направлении, поэтому данный показатель может быть использован в качестве показателя по оценке того или иного агроприема. На биологическую активность почвы оказывают влияние режим использования и применяемые агро-

технологии [5]. Считается, что общую биологическую направленность микробиологических процессов в почве достаточно полно отражает интенсивность разложения клетчатки [6, 7].

Цель исследований – оценка влияния предшественников, приемов основной обработки почвы, удобрений на биологическую активность чернозема выщелоченного и урожайность озимой мягкой пшеницы.

Объекты и методы исследований

Исследования выполнялись в многолетнем стационарном полевом опыте кафедры земледелия и растениеводства Ульяновской ГСХА в 4-х 6-польных севооборотах. Объектом изучения явились посевы озимой пшеницы, размещенной по следующим предшественникам (Фактор А): 1) чистый пар 2) горох 3) люпин 4) горох + люпин. Севообороты развернуты во времени и пространстве, культуры размещены на двух системах основной обработки почвы (фактор В): 1) комбинированная (сочетание вспашки и плоскорезной обработки с дифференциацией по глубине в зависимости от биологических требований культур); 2) минимизированная

№ поля	A ₁		A ₂		A ₃		A ₄		B
	C ₁	C ₂							
1	Пар чистый	Пар чистый	Горох	Горох	Люпин	Люпин	Горох + люпин	Горох + люпин	B ₁ B ₂
2	Озимая пшеница	B ₁ B ₂							

A – звенья севооборотов; A₁ – зернопаровой; A₂ – зернобобовое с горохом; A₃ – зернобобовое с люпином; A₄ – зернобобовое со смесью горох + люпин.

B – система обработки почвы: B₁ – комбинированная; B₂ – минимальная.

C – система удобрений: C₁ – солома + NPK (средний фон); C₂ – солома + NPK (повышенный фон);

Рис. 1 – Схема стационарного многолетнего трёхфакторного полевого опыта кафедры земледелия и растениеводства Ульяновской ГСХА

обработка (в расчете на уменьшение глубины, кратности, совмещения операций за счет применения энергосберегающих агрегатов). Под бобовые культуры и пар обработка почвы была следующей: 1) дискование на 10-12 см + безотвальное рыхление на 20-22 см 2) дискование на 10-12 см + культивация на 12-14 см. После уборки предшественника под озимую пшеницу по всем вариантам применялось двукратное дискование соответственно на 8-10 см и 10-12 см + предпосевная культивация на 6-8 см (рис. 1).

Севообороты размещены на двух фонах удобрения (фактор C), под озимую пшеницу дозы были следующими: 1) солома + N₃₀P₃₀K₃₀ (фон средний); 2) солома + N₆₀P₄₅K₄₅ (фон повышенный). Посевная площадь делянок первого порядка 560 м², второго порядка 280 м², и третьего 140 м². Делянки располагаются систематически в трехкратной повторности.

Метеорологические условия за 2013 - 2015 гг. отличались от среднемноголетних, самый благоприятный по влагообеспеченности был 2013 год (ГТК_{май-июнь}=0,88), более засушливый 2015 год (ГТК_{май-июнь}=0,46).

Исследования проводились по общепринятым методикам.

Результаты исследований

Существующие в настоящее время севообороты с непропорциональной структурой посевных площадей, из-за уменьшения поступления в почву свежего органического вещества растительных остатков могут стать одной из причин снижения плодородия почвы [8, 9, 10].

Этот вывод согласуется с мнением С.И. Тютюнова с соавторами [11] и Мельника А.Ф. [7], которые, опираясь на собственные исследования, утверждают, что научно обоснованные севообороты, организованные на принципах плодосмена, остаются доступным и эффективным средством повышения уровня влагообеспеченности, микробиологической деятельности и питания растений, биологическим фактором сохранения и повышения плодородия почвы.

Предшественник является фактором более полного использования экологических ресурсов: света, тепла, влаги, естественного плодородия, находящихся на территории агроландшафта для повышения продуктивности всех культур, в том числе озимой пшеницы. Правильное размещение, оптимальное чередование, эффективная система основной обработки почвы в севообороте и действенная система удобрения являются основой высокопродуктивного функционирования озимой пшеницы [12, 13].

Об эффективности звеньев севооборотов и других агротехнических приемов можно судить по влиянию их на микробиологическую активность почв, которая определяется рядом методик, среди которых доступным является целлюлозоразлагающая активность почвы. Целлюлоза является одним из главных компонентов растительных остатков. Она играет большую роль в почвенных процессах и в формировании ее свойств. По этому показателю можно судить об одной из главных функций микробного сообщества – разложение органического вещества

Таблица 1

Биологическая активность почвы в посевах озимой пшеницы по чистому и занятым парам в зависимости от обработки почвы и удобрений

Севооборот предшественник фактор А	Обработка почвы фактор В	Удобрения фактор С	Разложение ткани, %				В среднем по факторам		
			2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	А	В	С
Пар чистый A ₁	B ₁	C ₁	48,3	52,4	40,6	47,1	46,8 100	45,7 100	41,8 100
		C ₂	51,8	56,7	44,8	51,1			
	B ₂	C ₁	40,7	45,6	39,8	42,0			
		C ₂	48,8	49,3	42,5	46,9			
Горох A ₂	B ₁	C ₁	48,3	51,1	37,3	45,6	44,4 94,9		
		C ₂	51,7	53,8	38,9	48,1			
	B ₂	C ₁	39,9	45,0	36,4	40,4			
		C ₂	46,4	47,8	37,0	43,7			
Люпин A ₃	B ₁	C ₁	37,6	50,6	35,0	41,1	42,1 90,0	41,8 91,5	45,1 109,1
		C ₂	46,6	54,1	36,1	45,6			
	B ₂	C ₁	35,7	44,2	34,7	38,2			
		C ₂	46,2	48,9	35,4	43,5			
Горох + люпин A ₄	B ₁	C ₁	37,9	52,0	35,2	41,7	41,6 88,9		
		C ₂	45,8	53,3	35,9	45,0			
	B ₂	C ₁	37,1	43,5	34,0	38,2			
		C ₂	44,2	45,8	35,1	41,7			

почвы [14]. Нами был использован аппликационный метод определения интенсивности разложения целлюлозы, что определялось заложением льняных полотен. Метод наглядно демонстрирует интенсивность микробиологической деятельности в пахотном горизонте.

Как показывают наблюдения, предшественники, приемы основной обработки почвы, нормы удобрений изменяли почвенные условия и существенно влияли на ход микробиологических процессов, что представлено в табл. 1.

На вариантах со средней нормой удобрения интенсивность разложения клетчатки за 2013 -2015 гг. варьировала от 38,2 % при минимизированной обработке почвы после люпина, до – 51,1 % после чистого пара на повышенном фоне удобрения при комбинированной обработке почвы. Это обусловлено активным течением микробиологических процессов под озимой пшеницей, размещенной по предшественнику с высокой влажностью почвы (чистому пару). Нормы питания способствовали увеличению интенсивности разложения льняного полотна, система удобрения солома + N₆₀P₄₅K₄₅ увеличила интенсивность разложения льняной ткани на 3,3 % (абсолютная величина) или на 9,1 % (относительная величина) по сравнению с вариантом

солома + N₃₀P₃₀K₃₀.

Приемы основной обработки также оказали влияние на микробиологическую активность почвы. Комбинированная в севообороте система основной обработки в сравнении с минимизированной способствовала увеличению интенсивности разложения льняного полотна на 3,9 % (абсолютная величина) 8,5 % (относительная величина), это связано с тем, что при отвальной обработке растительные остатки заделываются на дно борозды, где к тому же создаются более стабильные условия пористости и влажности, чем при поверхностной обработке.

При внесении соломы в почву в ней происходят процессы, приводящие к морфологическим и химическим изменениям исходного органического материала. Осуществляют эти процессы почвенные микроорганизмы, использующие органическое вещество в качестве источника пищи и энергии. К подобным выводам пришли и другие исследователи, которые отмечают увеличение целлюлозоразлагающей активности в вариантах с применением соломы, что приводит к повышению содержания доступных форм элементов минерального питания [15, 16].

Существенное влияние на микробиологическую активность почвы оказывают влагообе-

Таблица 2

Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников, обработки почвы и удобрений, т/га

Предшественник Фактор А	Обработка почвы фактор В	Удобрения фактор С	Год			В среднем	В среднем по факторам		
			2013	2014	2015		А	В	С
Пар чистый А ₁	В ₁	С ₁	3,55	5,55	4,05	4,38	<u>4,46</u> 100	<u>3,84</u> 100	<u>3,67</u> 100
		С ₂	3,82	6,01	4,23	4,69			
	В ₂	С ₁	3,51	5,33	3,92	4,25			
		С ₂	3,78	5,70	4,06	4,51			
Горох А ₂	В ₁	С ₁	3,14	5,08	2,66	3,63	<u>3,66</u> 82,0		
		С ₂	3,44	5,26	2,75	3,82			
	В ₂	С ₁	3,09	4,79	2,55	3,48			
		С ₂	3,38	5,02	2,69	3,70			
Люпин А ₃	В ₁	С ₁	3,27	4,91	2,16	3,45	<u>3,48</u> 78,0		
		С ₂	3,50	5,12	2,23	3,62			
	В ₂	С ₁	3,25	4,73	2,01	3,33			
		С ₂	3,45	4,91	2,15	3,50			
Горох + люпин А ₄	В ₁	С ₁	3,56	4,89	2,14	3,53	<u>3,48</u> 78,0		
		С ₂	3,45	5,04	2,30	3,60			
	В ₂	С ₁	3,14	4,66	2,03	3,28			
		С ₂	3,42	4,90	2,20	3,51			
Среднее			3,42	5,12	2,76	3,77			
НСП ₀₅ А			0,04	0,06	0,09				
В			0,03	0,04	0,06				
С			0,03	0,04	0,06				

спеченность, температурный режим и физическое состояние почвы. В 2013 и 2014 годах для жизнедеятельности микроорганизмов условия увлажнения и температуры были благоприятные (сумма осадков за май - июнь – 66,4 – 75,3 мм, сумма эффективных температур – 1095 - 1089 °С соответственно), разложение льняной ткани находилось в среднем по опыту в пределах 44,2 – 49,6 % (экспозиция 60 суток). Менее благоприятные условия для активной деятельности почвенных микроорганизмов для разложения льняного полотна сложились в 2015 году, разложение составило 37,4 %. Снижение биологической активности объясняется недостаточной влагообеспеченностью - содержание влаги в почве в июне снижалось почти до «мертвых запасов».

В среднем за 2013 - 2015 годы предшественники показали неоднозначное влияние на биологическую активность почвы. Следует отметить, что она была выше по варианту озимой пшеницы после чистого пара и составила 46,8 %. Варианты по занятым горохом и люпином па-

рам на 5,1 – 11,1 % уступали варианту с чистым паром.

Озимая пшеница является основной зерновой культурой на полях сельскохозяйственных предприятий лесостепи Поволжья. В Ульяновской области в 2015 году доля озимой пшеницы в зерновом производстве составила более 40%. Размещение озимой пшеницы по лучшим предшественникам с использованием современных технологий – первооснова накопления высокого урожая.

Интегральным показателем эффективности агротехнологий, применяемых при возделывании сельскохозяйственных культур, является урожайность. В таблице 2 представлены урожайные данные с учетом влияния предшественников, технологий обработки почвы и систем удобрений. Урожайность культуры изменялась по годам в зависимости от изменений водно-теплового режима в посевах, как основного механизма регулирования продукционного процесса растений. Урожайность зерна озимой пшеницы по годам была следующая 2013 г. – 3,42 т/га,

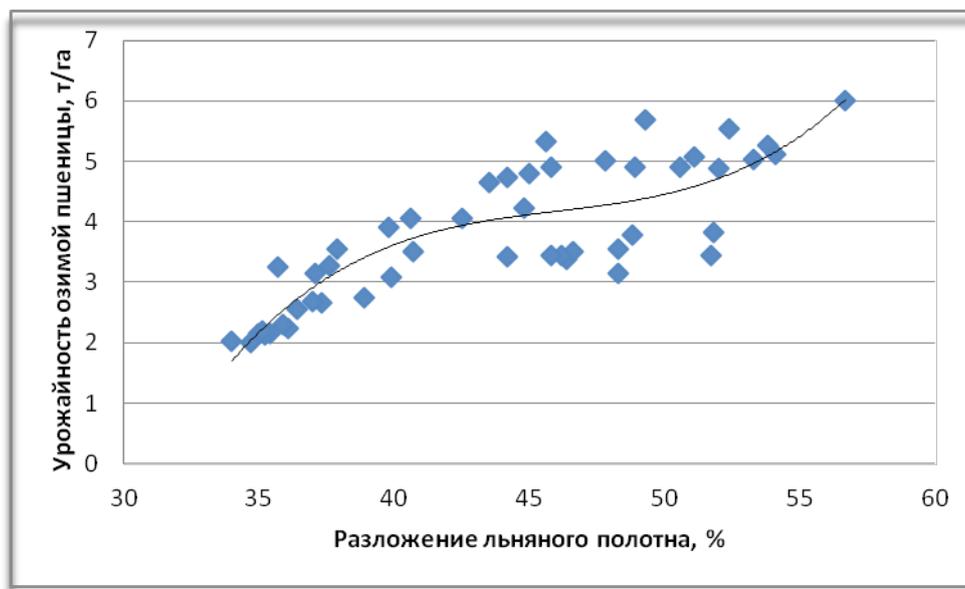


Рис. 2 – Связь разложения льняного полотна (%) с урожайностью озимой пшеницы (т/га), по данным исследований за 2013-2015 гг.

где y – урожайность озимой пшеницы, т/га;
 x – интенсивность разложения льняного полотна, %.

2014 г. - 5,12 т/га, 2015 г. - 2,76. В среднем по опыту за эти годы она составила 3,77 т/га.

Наибольшая урожайность озимой пшеницы достигнута во влажный и теплый вегетационный период 2014 года, особо благоприятной была осень 2013 года после посева. В отдельных вариантах опыта она достигала 6,01 т/га (вариант комбинированной обработки, после чистого пара на повышенном фоне питания).

В 2015 году урожай был в пределах от 2,01 до 4,23 т/га. В этом году снижение урожайности было вызвано, прежде всего, недостатком влаги перед посевом, низким температурным фоном зимы 2014-2015 гг., малоснежным периодом при низких температурах (декабрь 2014 г.).

Учеты показали, что изменения урожайности озимой пшеницы в зависимости от фона минеральных удобрений и применения соломы были достоверными. В среднем в варианте солома + $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайность составила 3,67 т/га, а по фону солома + $N_{60}P_{45}K_{45}$ - 3,87 т/га, разница 0,2 т/га в пользу повышенного фона питания. Комбинированная обработка обеспечила урожайность 3,84 т/га или на 3,7 % больше по сравнению с минимизированной.

На черноземных почвах лесостепи Поволжья наиболее высокая урожайность озимой пшеницы формируется в севообороте после чистого пара 4,46 т/га это на 18,0-22,0 % больше чем после занятого пара (горох, люпин, горох + люпин).

На основании полученных данных установлены корреляционные связи степени разложения льняного полотна с урожайностью озимой пшеницы (рис. 2). Нами установлена тесная связь урожайности озимой пшеницы (y , т/га) со степенью разложения льняной ткани (x , %) в пахотном слое почвы. Зависимость выражается полиномиальным уравнением следующего вида:
 $y = 0,0011x^3 - 0,1451x^2 + 6,7319x - 100,78$; $r = 0,852$

Выводы

1. Оценка микробиологической активности почвы под озимой пшеницей методом разложения льняных полотен показала, что она повышалась после чистого пара, по комбинированной обработке почвы в севообороте и по повышенному фону удобрений - солома + $N_{60}P_{45}K_{45}$.
2. Отмечено повышение урожайности озимой пшеницы по чистому пару в сравнении с занятым горохом, люпином и их смесью на 18-22 % с преимуществом комбинированной в севообороте обработкой почвы и повышенного фона удобрений - солома + $N_{60}P_{45}K_{45}$ в сравнении с фоном солома + $N_{30}P_{30}K_{30}$.
3. Установлена прямая связь ($r=0,852$) между разложением льняного полотна в почве (x , %) и урожайностью озимой пшеницы (y , т/га), что характеризуется полиномиальным уравнением третьей степени.

Библиографический список

1. Орлова, О.В. Состав и функционирование микробного сообщества при разложении соломы злаковых культур в дерново-подзолистой почве / О.В. Орлова // Сельскохозяйственная биология. - 2015. - том 50, 3. - С. 305-314.
2. Звягинцева, Д. Г. Почва и микроорганизмы / Д. Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 256 с.
3. Мишустин, Е.Н. Микробиология / Е.Н. Мишустин, В.Т. Емцев / М.: Агропромиздат, 1987. - 371 с.
4. Мишустин, Е. Н. Ценозы почвенных микроорганизмов / Е.Н. Мишустин // Почвенные организмы как компоненты биогеоценоза. – М.: Наука, 1984. – С. 5-24.
5. Щербаков, А.В. Аэробное целлюлозолитическое сообщество ассоциантов сфагнового мха *Sphagnum fallax* как основа в процессах деградации пожнивных остатков / А.В. Щербаков // Сельскохозяйственная биология. – 2014. Т. 1. - С.54-62.
6. Сорокин, Н.Д. Оценка микробиологической активности почв / Н.Д. Сорокин // Тезисы докладов II съезда общества почвоведов России: Кн.1. – СПб., 1996. – С. 291-292.
7. Мельник, Анатолий Федорович. Научное обеспечение производства качественного зерна озимой пшеницы на основе регулирования агробиологических ресурсов в Центральном Черноземье: автореф. дис...д-ра сельскохозяйственных наук: 06.01.01/ А.Ф. Мельник. – Орел, 2016. – 40 с.
8. Трубилин, И.Т. Научные основы биологизированной системы земледелия в Краснодарском крае / И.Т. Трубилин, Н.Г. Малюга, В.П. Василько. – Краснодар, 2006. – 431 с.
9. Морозов, В.И. Биологизация севооборотов и плодородие почвы в земледелии лесостепи Поволжья/ В.И. Морозов // Поволжье Агро. – 2012. - №5. - С. 8-9
10. Немцев, Н.С. Научно-практические основы совершенствования севооборотов в лесостепи Поволжья / Н.С. Немцев, В.А. Потушанский, А.И. Захаров. - Ульяновск, 2000. – 152 с.
11. Тютюнов, С.И. Плодосменный севооборот – основной фактор сохранения и повышения плодородия почвы в Белгородской области / С.И. Тютюнов, В.Д. Соловиченко, И.В. Логвинов // Земледелие.- 2014.- №2.-С. 29-31.
12. Лошаков, В.Г. Севооборот и плодородие почвы / В.Г. Лошаков. – М.: Изд-во. ВНИИА, 2012. - 512 с.
13. Морозов, В.И. Продуктивность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от приемов биологизации в севооборотах лесостепи Поволжья / В.И. Морозов, М.И. Подсевалов, А.А. Асмус // Материалы Всероссийского «Круглого стола» на тему: «Ресурсосберегающие технологии: опыт, проблемы, перспективы».- Ульяновск, 2007. – 170 с.
14. Сорокина, Н. Д. Оценка микробиологической активности почв / Н. Д. Сорокина // Тез. докл. 2 съезда общ. почвоведов России. Кн.1 – СПб., 1996. – С. 291-292.
15. Хвостов, Н.В. Эффективность использования соломы и минеральных удобрений в звене зернопропашного севооборота на черноземе типичном лесостепи Поволжья: дисс.... канд. с.-х. наук: 06.01.01. / Н.В. Хвостов - Ульяновск, 2003. – 140 с.
16. Новиков, В.М. Влияние агротехнологических приёмов и погодных условий на биологическую активность тёмно-серой лесной почвы при возделывании зернобобовых и крупяных культур / В.М. Новиков // Научно – производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». - № 4 (20) 2016.- С. 116-120.

INFLUENCE OF AGRO TECHNIQUES ON BIOLOGICAL SOIL ACTIVITY AND WINTER WHEAT YIELD IN CROP ROTATION IN THE FOREST-STEPPE OF ZAVOLZHIE REGION

Podsevalov M. I., Toigildin A.L., Ayupov D.E.
FSBEI HE Ulyanovsk SAA named after P.A. Stolypin
432017, Ulyanovsk, Novy Venets

Avenue, 1; tel.: 8(8422)55-95-75 e-mail: zemledelugsha@yandex.ru

Key words: soil fertility, winter wheat, soil tillage, fertilizers, straw.

The aim of the research is to evaluate the influence of predecessors, methods of primary soil tillage, fertilizers on biological activity of leached black soil and yield of winter soft wheat. Research was conducted on the base of perennial stationary field trial in 4 6-field crop rotations. The object of the study was winter wheat crops, cultivated after different predecessors, with different soil tillage and fertilizer ground. The method of flax linen decay was applied to assess the soil microbiological activity on the field of winter wheat. The assessment showed that the microbiological activity increased after complete fallow and was 46,8 % (more than after other predecessors by 5,1-11,1%), which is explained by higher moisture availability of the ploughed layer. This factor, together with greater aeration soil space, explains increase of microbiological activity of combined soil tillage in crop rotation (by 3,9 %). Linen decay in the soil increased on the fertilizer ground of straw+ N60P45K45 (by 3,3 %) due to free nitrogen. Besides, decay intensity of flax linen was determined by weather conditions in the May-June period. We noticed winter wheat yield increase after complete fallow (in comparison with pea, lupine or their mixture predecessors) by 18,0 - 22,0 %. The advantage of combined soil tillage in crop rotation and increased fertilizer ground of straw+ N60P45K45 were also stated. Applying methods of correlation

and regression analysis, we determined direct connection ($r=0,852$) of winter wheat yield (y , t/ha) to intensity of flax linen decay in the soil (x , %), which is characterized by polynomial equation of the third degree.

Bibliography

1. Content and functioning of microbial community in case of decay of grain crop straw in sod-podzolic soil / O.V. Orlova // *Agricultural biology*. - 2015. - V. 50, 3. - pp. 305-314.
2. Zvyagintseva, D. G. Soil and microorganisms / D. G. Zvyagintseva. - M.: Publishing house of MSU, 1987. - 256 p.
3. Mishustin, E.N. Microbiology / E.N. Mishustin, V.T. Emtsev / M.: Agropromizdat, 1987. - 371 p.
4. Mishustin, E.N. Cenoses of soil microorganisms / E.N. Mishustin // *Soil organisms as components of biogeocenosis*. - M.: Nauka, 1984. - pp. 5-24.
5. Shcherbakov, A.V. Aerobic cellulose-lytic community of sphagnum moss *Sphagnum fallax* associates as the basis in the processes of destruction of crop remains / A.V. Shcherbakov // *Agricultural biology*. - 2014. V. 1. - pp. 54-62.
6. Sorokin, N.D. Evaluation of microbiological soil activity / N.D. Sorokin // *Scientific conference abstracts of the II conference of the association of pedologists of Russia: Book 1*. - SPB., 1996. - pp. 291-292.
7. Melnik, Anatoliy Fedorovich. Scientific support of production of quality winter wheat grain on the basis of control of agro biological resources in Central Black soil region: author's abstract of dissertation of Doctor of Agriculture: 06.01.01/ A.F. Melnik. - Orel, 2016. - 40 p.
8. Trubilin, I.T. Scientific basis of biologized system of agriculture in Krasnodar region / I.T. Trubilin, N.G. Malyuga, V.P.Vasilko // *Krasnodar*. - 2006. - 431 p.
9. Morozov, V.I. Biologization of crop rotation and soil fertility in agriculture of forest-steppe of Volga region / V.I. Morozov // *Povolzhie Agro*. - 2012. - №5. - pp. 8-9.
10. Nemtsev, N.S. Science and practice basis of improvement of crop rotation in forest-steppe of Volga region / N.S. Nemtsev, V.A. Potushanskiy, A.I. Zakharov. - Ulyanovsk, 2000. - 152 p.
11. Tyutyunov, S.I. Crop rotation is the main factor of preservation and soil fertility increase in Belgorod region / S.I. Tyutyunov, V.D. Solovichenko, I.V. Logvinov // *Agriculture*. - 2014. - №2. - pp. 29-31.
12. Loshakov, V.G. Crop rotation and soil fertility / V.G. Loshakov. - M.: Publishing house of ARSRIA, 2012. - 512 p.
13. Morozov, V.I. Productivity and quality of winter wheat grain depending on the biologization methods in crop rotation of forest-steppe on Volga region / V.I. Morozov, M.I. Podsevalov, A.A. Asmus // *Materials of All-Russia "Round table", devoted to "Recourse-saving technologies: experience, problems, prospects"*. - Ulyanovsk, 2007. - 170 p.
14. Sorokina, N. D. Evaluation of microbiological soil activity / N.D. Sorokin // *Scientific conference abstracts of the II conference of the association of pedologists of Russia: Book 1*. - SPB., 1996. - pp. 291-292.
15. Khvostov, N.V. Efficiency of application of straw and mineral fertilizers in the sector of grain tilled crop rotation on the black soil, typical for forest-steppe of Volga region: dissertation of Candidate of Agriculture: 06.01.01. / N.V. Khvostov - Ulyanovsk, 2003. - 140 p.
16. Novikov, V.M. Influence of agro technological methods and weather conditions on biological activity of dark gray wooded soil when cultivating leguminous and cereal crops / V.M. Novikov // *Science and production journal "Leguminous and cereal crops"*. - № 4 (20) 2016. - pp. 116-120.