БИНАРНЫЕ ПОСЕВЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА С ДОННИКОМ И ЛЮЦЕРНОЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА БИОГЕННОСТЬ ПОЧВЫ

КОРЖОВ Сергей Иванович, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

ТРОФИМОВА Татьяна Николаевна, Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

СОЛОДОВНИКОВ Анатолий Петрович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

МОЛЧАНОВА Надежда Петровна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Показано, что бинарные посевы подсолнечника с донником и люцерной способствуют оптимизации основных показателей плодородия почвы. Повышается биологическая активность чернозема типичного, разложение льняного полотна увеличивается в 2,1–3,2 раза на вариантах совместного посева подсолнечника с бобовыми культурами по сравнению с одновидовым посевом подсолнечника. Последствие бинарных посевов проявлялось и в посевах озимой пшеницы. Размещение пшеницы по донниковому и люцерновому пару увеличивало темпы разложения льняного полотна в 2,8 и 3,2 раза соответственно по сравнению с посевами по чистому пару. В севообороте с чистым паром в период всходов ячменя коэффициент иммобилизации был самым высоким и превышал другие варианты опыта в 3–4 раза. Это указывает на достаточно большое количество трудно разлагаемых растительных остатков в посевах ячменя. Размещение двух зерновых культур, следующих друг за другом, с широким соотношением C:N приводит к накоплению в почве ингибиторов разложения соломистых остатков. Применение бинарных посевов подсолнечника с донником и люцерной повышало относительный показатель биогенности в период цветения и уборки на 138 и 127 % соответственно. Урожайность озимой пшеницы была наиболее высокой по чистому пару, ячменя и подсолнечника – в севообороте с бинарными посевами культур.

Введение. Современное земледелие строится на ландшафтной основе с использованием биологических приемов сохранения и повышения плодородия почвы [3, 5, 8–11]. Наряду с приемами биологизации земледелия (запашка нетоварной части урожая, посев сидеральных культур и бобовых трав) в ЦЧР широкое распространение может получить такой агроприем, как бинарные посевы бобовых трав с различными сельскохозяйственными культурами. В таких посевах наблюдается положительное взаимодействие возделываемых культур, проявляется синергизм [2, 6, 7].

Длительное использование черноземных почв без достаточного внесения органических удобрений привело к значительному снижению содержания гумуса. Один из способов пополнения свежего органического вещества в почве – совместные посевы бобовых и не бобовых культур. Такие посевы способствуют увеличению поступления растительных остатков в почву, увеличению скорости их минерализации и повышению микробиологической активности чернозема типичного. Работу в данном направлении ведут и сотрудники кафедры земледелия и агроэкологии Воронежского госагроуниверситета.

Цель данных исследований – выявление влияния бинарных посевов на агрофизические, агрохимические, биологические показатели плодородия почвы и фитосанитарное состояние посевов.

Методика исследований. Исследования проводили в стационарном многофакторном опыте, заложенном в филиале Воронежского ГАУ –

К(Ф)Х «ИП Палихов А.А.», которое расположено в северо-западной микроне северной (лесостепной) природно-сельскохозяйственной зоны Воронежской области (Хохольский район).

Анализ почвы и растений проводили по общепринятым методикам. Определение актуальной биологической активности осуществляли с помощью аппликационного метода, который позволяет анализировать скорость распада растительных остатков, в состав которых входит клетчатка. Уровень разложения льняного полотна в пахотном слое почвы определяли водным и воздушным режимами, а также доступностью различных элементов питания для микроорганизмов [1, 4].

Схема опыта включала в себя следующие варианты.

1. Севооборот №1 (контроль): чистый пар – озимая пшеница – ячмень – подсолнечник/кукуруза.

2. Севооборот № 2: сидеральный пар – донник желтый 2-го года жизни – озимая пшеница – ячмень (пожнивный сидерат редька масличная и горчица белая) – бинарный посев подсолнечника с донником желтым/кукурузой.

3. Севооборот № 3: занятый пар (люцерна синяя 2-го года жизни) бинарный посев озимой пшеницы с люцерной синей 3-го года жизни – ячмень (пожнивный сидерат редька масличная и горчица белая) – бинарный посев подсолнечника с люцерной синей/кукурузой.

Люцерну высевали в посевах подсолнечника (первый год жизни люцерны). После уборки подсолнечника люцерна продолжала произрастать в

занятом пару – 2-й год жизни, где она использовалась на кормовые цели. В сентябре озимую пшеницу высевали по люцерне. На следующий год люцерна (3-й год) произрастала на данном поле. Перед созреванием озимой пшеницы проводили десикацию люцерны.

Варианты основной обработки почвы под подсолнечник: вспашка на глубину 20–22 см (контроль); дисковая обработка – на глубину 10–12 см; плоскорезная обработка – на глубину 20–22 см. На всех вариантах солома зерновых культур использовалась в качестве органического удобрения путем заделки ее в почву дисковыми орудиями на глубину 10–12 см сразу после уборки культуры.

Опыт заложен в соответствии с общепринятой методикой полевого опыта. Размещение культур севооборотов систематическое, повторность трехкратная. Севообороты представлены всеми полями в пространстве и во времени (табл. 1). Севооборот № 1 – с чистым паром, севооборот № 2 – с бинарным посевом донника, севооборот № 3 – с бинарным посевом люцерны. Общая площадь делянки – 658 м², учетная – 525 м².

Технология возделывания культур в севооборотах, за исключением изучаемых приемов, общепринятая для региона. После уборки озимой пшеницы солому (как в чистом виде, так и в смеси с растительной массой люцерны синей) использовали в качестве органического удобрения. Исследования проводили на варианте отвальной обработки почвы.

Результаты исследований. Исследования показали, что использование совместных посевов культур способствует увеличению скорости и полноты разложения органических соединений и растительных остатков возделываемых культур за счет повышения микробиологической активности почвы.

Установлена средняя корреляционная зависимость между количеством подвижного фосфора в пахотном слое почвы и разложением льняного полотна ($r = 0,68$), слабая связь между содержанием нитратного азота и уровнем разложения клетчатки ($r = 0,21$) и средняя зависимость между обменным калием и интенсивностью распада ткани ($r = 0,63$). В середине вегетации культур значительной разницы разложения полотна в посевах ячменя не наблюдалось (табл. 2).

Бинарные посевы подсолнечника с донником и люцерной значительно активизировали распад льняной ткани, так как совместные посевы создают благоприятные условия для жизнедеятельности целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Разло-

жение полотна в бинарных посевах в 2,1–3,2 раза происходило интенсивнее, нежели в одновидовых посевах подсолнечника.

В паровых полях создаются наиболее благоприятные условия для развития микроорганизмов, разлагающих целлюлозу. Данные поля часто рыхлятся, повышается аэрация почвы. В чистом пару разложилось 7,59 % льняного полотна. В донниковом пару интенсивность распада льняной ткани была самой высокой, превышая данный процесс в поле чистого пара на 198,0 %, люцерновый пар повышал биологическую активность на 145,6 %.

Последействие бинарных посевов проявлялось и в посевах озимой пшеницы. Размещение пшеницы по донниковому и люцерновому пару увеличивало темпы разложения льняного полотна соответственно в 2,8 и 3,2 раза по сравнению с посевами по чистому пару.

Повышение микробиологической активности бинарных посевов обусловлено бобовым компонентом, улучшением азотного режима почвы, увеличением поступления в почву свежего органического вещества и благоприятным соотношением в нем C:N.

Протекание биологических процессов, их динамику и направленность рассматривали по соотношению различных групп микроорганизмов. Исследования показали, что относительный показатель биогенности (ОП) был самым высоким в посевах озимой пшеницы (рис. 1). Он определяется как соотношение между бактериями, использующими минеральные формы азота, и почвенными микромицетами и характеризует начальную стадию разложения органического вещества, поступившего в почву. Чем больше органики поступило в почву, тем больше ОП. Если он остается высоким, то не вся легкогидролизуемая органика подверглась процессам минерализации.

При появлении всходов озимой пшеницы ОП был самым высоким в севообороте с чистым паром, что указывает на интенсивность процессов разложения органики в паровом поле. Применение бинарных посевов подсолнечника с донником и люцерной повышало ОП в период цветения и уборки соответственно на 138 и 127 %. Данный показатель был высоким в посевах всех культур севооборота с бинарными посевами по сравнению с севооборотом с чистым паром.

Коэффициент иммобилизации – это отношение микроорганизмов, учитываемых на крахмало-амиачном агаре и мяско-пептонном агаре (КАА:МПА), показывает степень разложения органики, в том

Таблица 1

Севообороты, используемые в опыте

Звено № 1	Звено № 2	Звено № 3
Чистый пар	Сидеральный донниковый пар (2-го года)	Занятый пар (люцерна 2-го года)
Озимая пшеница	Озимая пшеница	Бинарный посев озимой пшеницы с люцерной
Ячмень	Ячмень	Ячмень
Подсолнечник, кукуруза	Бинарный посев подсолнечника с донником желтым 1-го года, кукуруза	Бинарный посев подсолнечника с люцерной 1-го года, кукуруза

Интенсивность распада льняной ткани (в среднем за 2015–2016 гг.)

Вариант	Глубина закладки ткани, см	Разложилось ткани, % к исходной массе
Ячмень	0–30	6,40
Ячмень по доннику	0–30	7,88
Ячмень по люцерне	0–30	6,26
Подсолнечник	0–30	2,53
Бинарный посев подсолнечника с донником	0–30	5,48
Бинарный посев подсолнечника с люцерной	0–30	8,16
Пар чистый	0–30	7,59
Пар донниковый	0–30	15,03
Пар люцерновый	0–30	11,05
Озимая пшеница по чистому пару	0–30	3,06
Озимая пшеница по доннику	0–30	8,48
Озимая пшеница по люцерне	0–30	9,66
НСР ₀₅		1,24

числе трудно минерализуемой (рис. 2). Чем выше коэффициент иммобилизации, тем выше степень разложения (разложилось больше органики).

В период всходов полевых культур коэффициент иммобилизации был самым высоким в посевах озимой пшеницы и мало зависел от предшественника. В другие сроки в посевах возделываемых культур прослеживалась одинаковая динамика разложения органического вещества, постепенно снижаясь к уборке и оставаясь при этом достаточно высокой. На завершение процессов разложения органики в почве указывает индекс олиготрофности, или отношение бактерий, учитываемых на среде Эшби и МПА (рис. 3).

В севообороте с чистым паром, в период всходов ячменя, данный показатель был самым высоким и превышал другие варианты опыта в 3–4 раза, что указывает на достаточно большое количество трудно разлагаемых растительных остатков в посевах ячменя. Размещение двух зерновых культур, следующих друг за другом, с широким соотношением С:N приводит к накоплению в почве ингибиторов разложения соломистых остатков. В другие сроки определения этот показатель был одинаковым по всем культурам и в севооборотах.

Окончательный вывод об эффективности того

или иного агротехнического приема делается на основании данных урожайности культур, которая является интегрированным показателем, используемым для оценки изучаемых факторов. Урожайность сельскохозяйственных культур существенно зависела от комплекса приемов биологизации, от приемов основной обработки почвы, от гидротермических условий вегетационного периода и от комплексного воздействия этих факторов на плодородие почвы.

Одновидовой посев подсолнечника на фоне вспашки при использовании на удобрение соломы ячменя способствовал получению от 2,4 до 2,6 т/га семян подсолнечника (табл. 3). Бинарные посева этой культуры на фоне отвальной обработки с применением пожнивных сидератов увеличивали урожайность на 8 %.

В среднем за годы исследований наиболее высокий урожай семян подсолнечника был получен в бинарном посеве подсолнечника с люцерной синей при использовании в качестве пожнивного сидерата редьки масличной по всем вариантам обработки почвы.

Применение приемов биологизации при возделывании озимой пшеницы не дало существенной прибавки урожайности. Как при размещении посева озимой культуры по сидеральному донниковому

Рис. 1. Относительный показатель биогенности:
1 – севооборот с чистым паром;
2 – севооборот с бинарным посевом донника;
3 – севооборот с бинарным посевом люцерны

Рис. 2. Коэффициент иммобилизации:
1 – севооборот с чистым паром;
2 – севооборот с бинарным посевом донника;
3 – севооборот с бинарным посевом люцерны

Рис. 3. Индекс олиготрофности:

1 – севооборот с чистым паром;

2 – севооборот с бинарным посевом донника;

3 – севооборот с бинарным посевом люцерны

пару, так и при бинарном посеве озимой пшеницы с люцерной синей показатель урожайности был существенно ниже, чем на варианте контрольного посева озимой пшеницы по чистому пару, и составил соответственно 3,8 и 4,2 т/га.

Возделывание ячменя в севооборотах с приемами биологизации оказало положительное влияние на величину его урожайности. Если при размещении посева этой зерновой культуры в севообороте № 2 урожайность превышала контрольные значения на 1,1 % (на 0,04 т/га), что является несущественной прибавкой, то в севообороте № 3 это превышение составило уже 3 % (3,4 т/га), или 0,12 т/га.

Заключение. Возделывание культур в севообороте с применением люцерны синей и пожнивной сидерации на фоне заделки в почву соломы злаковых культур обеспечивает более высокие показатели урожайности ячменя и подсолнечника.

Лучшим предшественником озимой пшеницы в условиях ЦЧР является чистый пар. В наших исследованиях урожайность озимой пшеницы по чистому пару составила в среднем за 2 года 4,2 т/га, по донниковому пару 3,8 т/га, что на 9,6 % меньше. Учитывая, что в чистом пару разлагается до 2,5 т/га органического вещества, происходит биологическая и физическая деградация черноземов, поэтому в качестве предшественников мы рекомендуем и донниковый сидеральный пар.

Если в хозяйстве имеется животноводство, то в качестве предшественника озимой пшеницы можно рекомендовать и люцерновый пар. По данному предшественнику урожайность озимой пшеницы уступала урожайности озимой пшеницы по чистому пару, но недобор зерна компенсируется сбором кормовых единиц биомассы люцерны. Кроме того, энергетическая и экономическая эффективность

возделывания озимой пшеницы была выше по сидеральному донниковому и люцерновому пару. Более качественное зерно озимой пшеницы было получено по предшественнику люцерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологические основы плодородия почвы / О.А. Берестецкий [и др.]. – М. : Колос, 1984. – 287 с.
2. Дедов А.А., Дедов А.В., Несмеянова А.М. Влияние темпов разложения растительных остатков на лабильное органическое вещество и урожайность культур севооборота // Земледелие. – 2017. – № 4. – С. 6–9.
3. Денисов Е.П., Солодовников А.П., Мокин А.С. Улучшение агрофизических свойств южных черноземов под влиянием многолетних трав // Кормопроизводство. – 2006. – № 3. – С. 19–21.
4. Жидков В.М., Плещачёв Ю.Н. Возможность использования минимальных обработок при выращивании кукурузы на зерно // Кукуруза и сорго. – 1998. – № 1. – С. 11.
5. Коржов С.И., Воронков В.А. Основная обработка почвы и урожайность кукурузы // Кукуруза и сорго. – 2002. – № 2. – С. 2–4.
6. Коржов С.И., Трофимова Т.А., Маслов В.А. Оценка различных способов использования черноземов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2011. – № 3. – С. 27–29.
7. Люцерна изменчивая в бинарных посевах с подсолнечником и озимой пшеницей / Н.А. Зеленский [и др.] // Земледелие. – 2008. – № 7. – С. 34–35.
8. Плещачёв Ю.Н., Сухов А.Н., Мисюрязев В.Ю. О севооборотах в Нижнем Поволжье // Земледелие. – 2013. – № 2. – С. 3–5.
9. Роль минимальной обработки почвы в сохранении плодородия черноземов после фитомелиорации / А.П. Солодовников [и др.] // Кормопроизводство. – 2016. – № 4. – С. 26–29.
10. Сохранение плодородия почвы и повышение продуктивности ячменя после фитомелиорации / А.П. Солодовников [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 29–34.
11. Трофимова Т.А. Основная обработка почвы под ячмень // Зерновое хозяйство. – 1999. – № 5. – С. 28–29.

Коржов Сергей Иванович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие и агроэкология», Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. Россия.

Трофимова Татьяна Николаевна, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие и агроэкология», Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I. Россия.

394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1.

Тел.: (473) 253-86-31.

Солодовников Анатолий Петрович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Таблица 3

Урожайность культур, т/га (в среднем за 2015–2016 гг.)

Севооборот	Озимая пшеница	Ячмень	Подсолнечник
Севооборот № 1	4,2	2,0	2,4
Севооборот № 2	3,8	2,3	2,6
Севооборот № 3	2,9	3,4	2,6

Молчанова Надежда Петровна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Россия.
410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: (8452) 26-16-28.

Ключевые слова: бинарные посевы; плодородие; чернозем; биологическая активность почвы; подсолнечник; люцерна; донник.

BINARY CROPS OF SUNFLOWER WITH SWEET CLOVER AND ALFALFA AND THEIR INFLUENCE ON SOIL BIOGENEITY

Korzhov Sergei Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture and Agroecology", Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia.

Trofimova Tatyana Nikolaevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture and Agroecology", Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Russia.

Solodovnikov Anatoly Petrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia.

Molchanova Nadezhda Petrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov, Russia.

Keywords: binary sowings; fertility; chernozem soil; soil biological activity.

Binary sunflower sowings with sweet clover and alfalfa improve main indicators of soil fertility thanks to an increased biological activity of typical chernozem, as well as

to an increased rate of decomposition of linen (by 2.1-3.2 times on the variants of combined sowing of sunflower with legume crops as compared to pure sowing of sunflower). The aftereffect of binary sowing was registered in winter wheat plantings. Wheat planting in sweet clover and alfalfa fallow increased the rate of decomposition of linen by 2.8 and 3.2 times, respectively, as compared with plantings in complete fallow. In crop rotation with complete fallow during the germination of barley the coefficient of retrogradation was the highest and exceeded the values of other variants by 3-4 times. This indicates that in barley plantings there remain a great number of hard degradable plant residues. The succession of two crops with a wide C:N ratio leads to the accumulation in the soil of inhibitors of the decomposition of straw residues. Binary sowings of sunflower with sweet clover and alfalfa increased the relative index of biogenesis during the blossom and harvest time by 138% and 127%, respectively. Winter wheat yield was the highest in the variant of complete fallow, barley and sunflower in the rotation with binary sowings of crops.

УДК 636.2.57.089.38

АПОПТОЗ СОМАТИЧЕСКИХ КЛЕТОК Фолликулов И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СТАТУС ООЦИТОВ *BOS TAURUS*

КУЗЬМИНА Татьяна Ивановна, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

СТАНИСЛАВОВИЧ Татьяна Ивановна, Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

МОЛЧАНОВ Алексей Вячеславович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

Проведен анализ апоптозных изменений соматических клеток фолликула (гранулеза и кумулюса) в зависимости от диаметра фолликула (<3 мм, 3–5 мм, 6–8 мм) и функционального статуса ооцита (растущие и завершившие фазу роста). Функциональный статус ооцитов оценивали ВСВ-тестом. Апоптоз в клетках гранулезы и кумулюса, выделенных из фолликулов, содержащих растущие или завершившие фазу роста ооциты, определяли методом TUNEL (Feng W., Pan Zhifang Z. 2014). Показано, что клетки гранулезы из фолликулов коров характеризуются различными показателями уровней апоптоза в зависимости от статуса ооцитов (завершившие рост и растущие), выделенных из этих фолликулов. Доля апоптотических клеток гранулезы в фолликулах, содержащих завершившие фазу роста ооциты, независимо от диаметра фолликула значительно превышала таковую в фолликулах, содержащих растущие ооциты. В клетках кумулюса, напротив, такой тенденции не выявлено. Уровень клеток кумулюса, окружающих ооциты в различном функциональном состоянии, затронутых апоптозом, не имел достоверных различий во всех исследуемых группах эксперимента. Последнее позволяет расценивать уровень апоптозов в клетках гранулезы овариального фолликула коровы как индикатор функционального статуса развивающегося в нем ооцита (растущий или завершивший фазу роста) и предложить использовать данный показатель при прогнозировании качества донорских ооцитов коров.

Введение. Несомненные успехи в совершенствовании селекционных схем разведения крупного рогатого скота основываются и на внедрении клеточных репродуктивных технологий в практику животноводства [3].

Использование донорских ооцитов в качестве источника получения нативных или реконструированных эмбрионов вызывает необходимость разработки эффективных маркеров перспективных потенций женских гамет к со-