



УДК 633.111 633.366 632.582 632.581

Е.Ю. ТОРОПОВА, доктор биологических наук, профессор,
С.Н. ПОСАЖЕННИКОВ*, заместитель директора,
Е.Ю. МАРМУЛЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

ФГБОУ ВПО Новосибирский государственный аграрный университет,

*ЗАО «Колыбельское»

e-mail: marmuleva.elena@yandex.ru

КОМПЛЕКСНАЯ ФИТОСАНИТАРНАЯ РОЛЬ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Представлена оценка комплексной фитосанитарной активности предшественников яровой пшеницы против возбудителей корневых гнилей, семян сорняков, а также их влияния на повышение разнообразия почвенной микрофлоры, привлечение в агроценозы полезной энтомофауны в южной лесостепи Новосибирской области. Исследования проведены в агроценозах Краснозерского района Новосибирской области в 2011–2013 гг. Предшественники (пар, донник желтый, яровая пшеница) улучшали фитосанитарное состояние почвы по снижению плотности популяции фитопатогенов – возбудителей корневых гнилей зерновых культур. Биологическая эффективность донника в очищении почвы от фитопатогенов составила в среднем по годам 35,5 %, пара – 41,8 %, от семян сорняков 2 и 5,2 раза соответственно. Выявлено стимулирующее действие предшественников на микробиологическую активность почвы и численность энтомофагов. Ограничение развития корневых гнилей донником в течение вегетации было на уровне 16–69 %, паром – только в конце вегетации на уровне 11–34 %. Урожайность яровой пшеницы по фитосанитарным предшественникам была в 1,4–1,7 раза выше по сравнению с повторным возделыванием.

Ключевые слова: пар, донник, яровая пшеница, фитопатоген, корневая гниль, предшественник, фитофаг, энтомофаг, семена сорняков, микроорганизмы.

Яровая пшеница – главная зерновая культура Западной Сибири, продукционный потенциал которой в регионе реализуется не в полной мере [1]. В экстремальных условиях южной лесостепи Новосибирской области яровую пшеницу возделывают по разным предшественникам, механизмы влияния которых на сообщество вредных организмов и продукционные свойства пшеницы изучены недостаточно. Для наиболее полного использования биологического потенциала сельскохозяйственных культур в севооборотах важно при их размещении учитывать возможности повышения микробиологической активности почвы, очищения почвы от покоящихся структур возбудителей корневых гнилей и семян сорняков, ограничивать паразитическую активность возбудителей корневых гнилей и вредоносность фитофагов, привлекать в агроценозы полезных насекомых [1, 2].

Цель исследования – оценить комплексную фитосанитарную активность предшественников яровой пшеницы против возбудителей корневых гнилей и семян сорняков, а также их роль в повышении разнообразия почвенной микрофлоры, привлечении в агроценозы полезной энтомофауны в южной лесостепи Новосибирской области.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в агроценозах Краснозерского района Новосибирской области в 2011–2013 гг. Ежегодно исследовали 9 агроценозов яровой пшеницы сорта Баганская 95, возделываемой по разным предшественникам. Обработка почвы под яровую пшеницу различалась по предшественникам: после донника проводили культивацию на 15–20 см с последующим весенним боронованием, при подготовке пара производили три культивации на 10 см и одну глубокую обработку чизельным плугом на глубину 30 см с последующим боронованием перед посевом, после пшеницы производили прямой посев по стерне. Использовали стандартные методы учета почвенных фитопатогенов, сапротрофных почвенных микроорганизмов, наблюдения за наземными насекомыми, учета корневых гнилей дифференцированно по органам, а также элементов структуры урожая [1, 3, 4]. Тип почвы – чернозем обыкновенный солонцеватый, обеспеченность азотом по данным агрохимических анализов средняя во всех агроценозах, фосфором – низкая. Донник желтый сорта Сибирский возделывали по рекомендованной зональной технологии [5].

Годы исследований отличались разнообразием погодных условий. В 2012 г. вегетационный период характеризовался острой засухой на фоне высоких температур, особенно в июле. В 2011 г. май и июнь были теплее, июль и август – холоднее нормы, сумма осадков близка к среднемуголетним значениям. Погодные условия периода вегетации 2013 г. можно охарактеризовать как очень влажные и прохладные.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 представлены результаты оценки влияния предшественников на плотность в почве конидий *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. – возбудителя обыкновенной корневой гнили зерновых культур. В 2011 г. чистый пар и донник обладали практически равными фитосанитарными свойствами, подавляя возбудителя на 41 и 38 % соответственно по сравнению с зерновым предшественником. Численность конидий на полях после яровой пшеницы составляла 3,4–8,4 порога вредоносности. В 2012 г. фитосанитарное состояние почвы по заселенности конидиями возбудителя корневых гнилей значительно ухудшилось по сравнению с 2011 г. Все поля оказались заселены фитопатогеном в катастрофической степени. Это связано с активным размножением *B. sorokiniana* в 2011 г., хорошим выживанием конидий зимой и в течение засушливой вегетации 2012 г. Отсутст-

Таблица 1
Влияние предшественников на плотность конидий *B. sorokiniana* в почве по годам, шт./г возд.-сух. почвы

Предшественник	Число проанализированных полей	Пределы колебаний			Средняя плотность
		2011 г.	2012 г.	2013 г.	
Пар	15	50–125	340–735	280–420	149,2
Донник	7	75–85	455–600	310–450	165,0
Пшеница	19	85–210	485–975	890–1345	256,3

вие влаги привело к снижению микробиологической активности почвы, что снизило естественное разложение конидий *B. sorokiniana* бактериями. Фитопатоген очень устойчив к засухе, она практически не оказывает на него негативного влияния, даже увеличивает агрессивность [6].

Чистый пар и донник показали практически равные фитосанитарные свойства, подавляя возбудителей на 26,4 и 27,8 % соответственно. В 2013 г. все поля были заселены фитопатогенами в катастрофической степени, выше порога вредоносности (ПВ = 20–30 конидий) в 13–53,8 раза. Чистый пар и донник подавляли возбудителей на 75,8 и 66,5 % соответственно.

Деградация конидий *B. sorokiniana* напрямую связана с микробиологической активностью почвы [6]. Результаты учетов сапротрофных почвенных микроорганизмов представлены в табл. 2.

Возделываемые культуры оказывали существенное влияние на микробиологическую активность почвы. После донника отмечена самая высокая численность грибов и бактерий, потребляющих органический азот. Бактерии-аммонификаторы после донника имели в 7,7 раза более высокую численность по сравнению с пшеницей. Бактерии, потребляющие неорганические формы азота, значительно все были представлены после пара. Коэффициент минерализации (МПА/КАА) составил по паровому предшественнику очень большую величину (4,7), свидетельствуя о существенном накоплении нитратов после пара в результате активного разложения органических остатков. После донника этот показатель был ниже (1,13), что может быть связано с уплотнением почвы и наличием в ней большого количества растительной массы, которая еще не успела разложиться к следующему вегетационному периоду. Численность целлюлозолитических микроорганизмов на среде Гетчинсона невелика, что характерно для солонцеватых почв, и была примерно на одном уровне по всем предшественникам.

Представленные параметры фитосанитарного и микробиологического статуса почвы оказали влияние на пораженность яровой пшеницы корневыми гнилями (табл. 3). В первой половине вегетации 2011 г. зерновые культуры в значительной степени поражались ими. На всех образцах развитие и распространенность болезни превысили порог вредоносности (10 %), что соответствует уровню умеренной эпифитотии. Значительное поражение пшеницы связано прежде всего с высокой заселенностью почвы конидиями *B. sorokiniana*. Донник и пар как фитосанитарные предше-

Таблица 2
Численность почвенных микроорганизмов в ризосфере яровой пшеницы (2012, 2013 гг.)

Предшественник	Грибы на ЧА × 10 ³	Бактерии-аммонификаторы на МПА × 10 ³	Бактерии-нитрификаторы на КАА × 10 ⁴	Целлюлозолитические микроорганизмы на СГ	
				грибы × 10 ⁴	бактерии × 10 ⁴
Пар	2,7	5,3	24,7	1,7	2,0
Донник	3,0	15,3	17,3	1,3	0,7
Пшеница	1,7	3,0	12,0	2,5	0,5
НСР ₀₅	0,6	1,2	2,3	0,8	0,2

Таблица 3

**Развитие обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы по годам и предшественникам
(кушение – начало трубкования), %**

Предшественник	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее
Пар	16,5	31,8	31,9	26,7
Донник	16,8	18,7	24,0	19,8
Пшеница	19,5	28,1	32,3	26,6
НСР ₀₅	1,7	3,7	4,7	3,8

стенники снизили развитие корневых гнилей по сравнению с зерновым предшественником на 14–16 %.

В 2012 г. на всех образцах развитие болезни превысило порог вредности в 1,5–3 раза, что соответствует уровню умеренной эпифитотии. Донник в 2012 г. снизил развитие корневых гнилей по сравнению с зерновым предшественником на 33,5 %. Самое значительное их развитие в 2012 г. отмечено после пара вследствие его высокой заселенности конидиями фитопатогенов и повышения восприимчивости растений к болезням из-за возможного дисбаланса макроэлементов (N : P) [2]. Особенно сильное поражение болезнью отмечено на первичных корнях и эпикотиле, что объяснялось большой глубиной посева (из-за весенней засухи она составила 6–7 см), а также повреждением внутрисктеблевыми вредителями (злаковые мухи).

В начале вегетации 2013 г. развитие болезни превысило порог вредности в 2–5 раз, что соответствует уровню сильной эпифитотии. Донник в 2013 г. снизил развитие корневых гнилей по сравнению с зерновым предшественником на 38,8 %, с паром – на 24,8 %. Таким образом, в первой половине вегетации биологическая активность донника в среднем по трем годам составила 25,6 % и превышала паровой предшественник.

Результаты учетов развития корневой гнили перед уборкой яровой пшеницы приведены в табл. 4. К концу вегетации 2011 и 2012 гг. уровень развития болезни на полях по зерновым предшественникам превышал порог вредности (15 %) в 2–3 раза. Биологическая эффективность донника перед уборкой в 2011 г. составила 69 %, пара – 34,3 % по сравнению с предшественником яровой пшеницей, в 2012 г. – 32,1 и 13,6 % соответственно.

Уровень развития болезни к концу вегетации 2013 г. на полях по зерновым предшественникам превышал порог вредности в 2,5–3,5 раза, биологическая эффективность донника составила 34,2 %, пара – 10,9 % по сравнению с зерновым предшественником.

Таблица 4

Развитие корневой гнили на яровой пшенице перед уборкой по годам и предшественникам, %

Предшественник	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее
Пар	28,7	43,9	36,0	36,2
Донник	13,5	34,5	26,6	24,9
Пшеница	43,7	50,8	40,4	45,0
НСР ₀₅	2,2	3,6	4,9	4,9

Коэффициент корреляции между развитием корневых гнилей и заселенностью почвы возбудителем данного заболевания в конце вегетации составил 0,69–0,76, что свидетельствует о наличии тесной зависимости между развитием корневой гнили на подземных органах и активностью размножения *B. sorokiniana* на прикорневых листьях зерновых культур.

Высокая биологическая эффективность донника и пара против корневых гнилей обусловлена помимо очищения почвы и ограничением активности внутрисклеблевых вредителей, которые в зоне исследований включают злаковых мух (*Oscinella pusilla* Mg., *Phorbia genitalis* Schnalb., *Mayetiola destructor* Say.). Коэффициент корреляции между развитием корневой гнили и заселением стеблей вредителями составляет $r = 0,67$, т.е. связь тесная. В среднем за 3 года учетов число растений пшеницы, поврежденных злаковыми мухами после донника, было в 6,7 раза ниже по сравнению с повторным возделыванием и в 4,5 раза – по сравнению с паром.

Данные по видовому составу и встречаемости семян сорняков представлены в табл. 5. Они свидетельствуют о высокой засоренности полей хозяйства семенами сорняков: превышение порога вредоносности (50 млн шт./га) составило 12,5–64,5 раза. Основные засорители – просяные злаковые сорняки (просо сорнополевое и куриное), которые составили в сумме 45–70,9 % общего банка семян сорняков. Такая высокая засоренность связана прежде всего с активным размножением сорняков в изреженных посевах. Известно, что просяные сорняки обладают низкой конкурентной способностью на ранних этапах органогенеза. Если посев достаточно густой, существенная часть семян не всходит, и потенциал размножения просяных растений ниже в 506 раз в расчете на 1 м² [7]. Хорошие очищающие свойства проявили донник и пар, снизив засоренность почвы в 2 и 5,2 раза соответственно.

Природные популяции энтомофагов во многом определяют успех формирования и поддержания стабильного состояния и разнообразия агроценозов [3]. Изучение видового состава энтомофауны агроценоза донника позволило оценить природный фонд полезных членистоногих.

Учеты показали, что на посевах донника присутствовали представители 8 отрядов и 23 семейств насекомых. Таксономическое разнообразие менялось по годам, во влажные годы оно было несколько выше. Так, в

Таблица 5
Влияние предшественников на засоренность почвы семенами доминирующих видов сорняков (2011–2013 гг.), млн шт./га

Вид	Предшественник			НСР ₀₅
	пшеница	донник	пар	
Просо куриное	1471,1	970,3	219,1	378,7
Просо сорнополевое	813,8	125,2	62,6	94,1
Щирица запрокинутая	688,6	438,2	313,0	109,6
Гречиха вьюнковая	250,4	0	31,3	50,2
Мышей сизый	0	31,3	0	16,1
Общая засоренность	3223,9	1565,0	626,0	17,1

Таблица 6

Влияние предшественников на урожайность яровой пшеницы (2011–2013 гг.)

Предшественник	Число колосьев, шт./м ²	Число зерен в колосе	Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, ц/га
Пар	279	22,7	26,2	11,7
Донник	288	21,7	27,9	14,0
Пшеница	239	22,0	25,9	8,3
Среднее ...	269	22,1	26,7	10,7
НСР ₀₅	83,6	5,8	3,6	3,3

наиболее увлажненном 2014 г. выявлено максимальное разнообразие – 23 семейства, тогда как в засушливом 2012 г. – 18, в 2011 г. – 17. Доля влияния года на таксономический состав насекомых составила 17 %, что свидетельствует о стабильности энтомокомплекса донника при изменении погодных условий вегетации.

Среди вредителей во все годы доминировали жесткокрылые (долгоносики, листоеды), полужесткокрылые (щитники, слепняки), чешуекрылые (совки, огневки), равнокрылые (тли, цикадки). Вредители не превышали порогов вредоносности. Энтомофаги были представлены 9 семействами. Соотношение полезных и вредных таксонов составило примерно 1 : 1, что значительно превышает эффективные соотношения и свидетельствует о фитосанитарной функции донника в агроландшафтах.

Фитосанитарные функции донника и пара как предшественников зерновых культур оказали положительное влияние на продуктивность яровой пшеницы (табл. 6).

В годы исследований агроценозы яровой пшеницы характеризовались изреженностью, число продуктивных стеблей формировалось на 30–40 % ниже оптимального для зоны уровня (350 шт./м²). Донник и пар оказали положительное влияние на формирование элементов структуры урожая. Биологическая урожайность пшеницы по доннику и пару была достоверно выше, чем по пшенице, разница между фитосанитарными предшественниками статистически недостоверна.

Коэффициент корреляции между поражением растений корневыми гнилями в конце вегетации и урожайностью составил $r = -0,71$, между повреждением внутрестеблевыми вредителями и урожайностью – $r = -0,60$. Это свидетельствует о том, что вредные организмы были важным лимитирующим фактором урожайности яровой пшеницы.

ВЫВОДЫ

1. Донник желтый и пар показали себя перспективными в фитосанитарном и продукционном отношении предшественниками яровой пшеницы в южной лесостепи Новосибирской области, ограничивая выживание и размножение всех биологических групп вредных организмов (фитопатогены, фитофаги, сорняки), обеспечивая существенное увеличение урожайности.

2. Биологическая эффективность донника в очищении почвы от фитопатогенов составила в среднем по годам 35,5 %, пара – 41,8 %, что связано с повышением микробиологической активности почвы. Ограничение развития корневых гнилей донником в течение вегетации было на уровне 16–69 %, паром – лишь в конце вегетации на уровне 11–34 %.

3. Донник и пар очищали почву от семян сорняков в 2 и 5,2 раза соответственно.

4. Фитосанитарные предшественники ограничивали поврежденность пшеницы внутривредителями, донник привлекал в агроценозы полезных насекомых.

5. Урожайность яровой пшеницы по фитосанитарным предшественникам была в 1,4–1,7 раза выше по сравнению с повторным возделыванием.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Стецов Г.Я. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии / под ред. М.С. Соколова, В.А. Чулкиной. – М.: Колос, 2009. – 670 с.
2. Агротехнический метод защиты растений / под ред. А.И. Каштанова – М.: ИВЦ «Маркетинг», 2000. – 336 с.
3. Защита растений от вредителей / И.В. Горбачев и др. – М.: Колос, 2002. – 472 с.
4. Кураков А.В. Методы выделения и характеристики комплексов микроскопических грибов наземных экосистем: учеб.-метод. пособие. – М.: МАКС Пресс, 2001. – 92 с.
5. Гончаров П.Л. Кормовые культуры Сибири: биолого-ботанические основы возделывания. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 1992. – 264 с.
6. Торопова Е.Ю. Экологические основы защиты растений от болезней в Сибири / под ред. В.А. Чулкиной. – Новосибирск, 2005. – 370 с.
7. Торопова Е.Ю., Иванова М.П. Влияние основной обработки почвы и предшественников на развитие корневых гнилей яровой пшеницы в лесостепи Новосибирской области. – Вестн. НГАУ. – 2010. – № 1 (13). – С. 12–15.

Поступила в редакцию 19.06.2014

**E.YU. TOROPOVA, Doctor of Science in Biology, Professor,
S.N. POSAZHENNIKOV*, Deputy Director,
E.YU. MARMULEVA, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor**

*Novosibirsk State Agrarian University,
*Close Corporation "Kolybelskoye"
e-mail: marmuleva.elena@yandex.ru*

SYSTEMIC PHYTOSANITARY ROLE OF SPRING WHEAT PREDECESSORS IN THE SOUTHERN FOREST STEPPE OF NOVOSIBIRSK REGION

The aim of our study was to assess the complex phytosanitary activity of spring wheat predecessors against root rot pathogens and weed seeds as well as their effect on improving soil microflora diversity and attracting useful entomofauna to agroecosystems of the southern forest steppe in Novosibirsk Region. Investigations were carried out in Krasnozersky District of Novosibirsk Region in 2011–2013. Predecessors (fallow, yellow sweet clover, spring wheat) improved the phytosanitary condition of soil by decreasing population densities of phytopathogens – agents of common root rots. Biological effectiveness of sweet clover in purifying soil from phytopathogens averaged 35.5 percent across years, that of fallow 41.8 percent, from weed seeds 2 and 5.2 times, respectively. The stimulating effect of predecessors on microbial activity of soil and entomophage populations was found out. Depression of root rots development by sweet clover during the growing season was 16–69 percent, by fallow 11–34 percent towards the end of the growing season. Spring wheat yield after phytosanitary predecessors was 1.4–1.7 times higher as compared with continuous growing.

Keywords: fallow, sweet clover, spring wheat, phytopathogen, root rot, predecessor, phytophage, entomophage, weed seeds, microorganisms.