

agronomicheskim spetsialnostiam / В. А. Доспехов. - Изд. 6-е, ster., perepech. s 5-go izd. 1985 g. – Moskva: Alians, 2011. – 350 s.

7. Metodicheskie ukazaniia po ekologicheskomu ispytaniu ovoshchnykh kultur v otkrytom grunte / VASKhNIL, Otd-nie rastenievodstva i selektsii, VNII selektsii i

semenovodstva ovoshchnykh kultur; [Razrabotali T. V. Makarova i dr.]. - Moskva: VASKhNIL, 1981. – 40 s.; 20 sm.

8. Metodicheskie ukazaniia po selektsii lukovykh kultur / I. I. Ershov, M. V. Alekseeva, V. A. Komissarov [i dr.]. – Moskva, 1997. – 118 s.



УДК 632.937

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-226-8-18-25

В.С. Курсакова

V.S. Kursakova

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ В БОРЬБЕ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

EVALUATION OF MICROBIAL PREPARATION EFFECTIVENESS AGAINST DISEASES OF CULTIVATED PLANTS

Ключевые слова: биопрепараты, инокуляция, диазотрофы, ризосферные бактерии, серая гниль, септориоз, пыльная головня, ризоктониоз.

В течение нескольких лет изучали влияние биопрепаратов диазотрофных бактерий на снижение заболеваемости культурных растений в разных почвенно-климатических зонах. Результаты показали их достаточно высокую эффективность и возможность замены ими химических пестицидов в борьбе с болезнями растений. В условиях Казахской области наблюдали снижение заболеваемости ягод земляники садовой разных сортов серой гнилью на 10-20% по сравнению с контрольными растениями. Причем рассада получена из инокулированных семян Агрофилом и Мизорином в закрытом грунте, при посадке рассады в открытый грунт инокуляцию не проводили, эффект инокуляции проявился в последствии. В Алтайском крае препараты 2П-5, Ризоагрин, Мизорин и грибной препарат «Микориза» снижали заболеваемость септориозом и пыльной головней у яровой мягкой пшеницы Алтайская жница. Наибольший эффект наблюдался от препарата 2П-5 и его смеси с Микоризой. Количество пораженных растений на этих вариантах по сравнению с контролем было в 2 раза ниже. Изучение ризоктониоза картофеля в Новосибирской области под влиянием биопрепаратов «Фитоспорин», «Псевдобактерин» и «Флавобактерин» также показало эффективность использования препаратов против этого заболевания. К концу вегетации распространение и развитие болезни были максимальными на контроле – 100 и 80,7% соответственно, биопрепараты снизили распространение болезни на 30,2-52,7% и развитие болезни – на 5,7-43,4%. Наибольший антифунгальный эффект оказал препарат «Флавобактерин».

Keywords: biological products, inoculation, diazotrophs, rhizospheric bacteria, gray mold, Septoria blight, loose smut, Rhizoctonia blight.

For several years, the influence of biological products of diazotrophic bacteria on reducing the occurrence of cultivated plant diseases in different soil and climatic zones was studied. The research findings showed their rather high efficiency and the possibility of replacing chemical pesticides in plant disease control. In Kazakhstan, decreased gray mold occurrence on garden strawberries of different varieties by 10-20% as compared to the control plants was observed. The strawberry transplant seedlings were obtained from seeds inoculated with Agrofil and Mizorin under greenhouse conditions; when transplanting to open ground, inoculation was not performed, and the inoculation was manifested in the aftereffect. In the Altai Region, the products 2P-5, Rizoagrin, Mizorin and the fungal preparation Mycorrhiza reduced the incidence of Septoria blight and loose smut on spring soft wheat 'Altayskaya zhniitsa'. The greatest effect was observed from the product 2P-5 and its mixture with Mycorrhiza. The number of affected plants in these variants was 2 times lower as compared to the control. The study of potato Rhizoctonia blight in the Novosibirsk Region under the influence of biological products Phytosporin, Pseudobacterin and Flavobacterin also showed the effectiveness of those products against the disease. By the end of the growing season, the spread and development of the disease was maximum in the control - 100% and 80.7%, respectively; the biological products reduced the spread of the disease by 30.2-52.7% and the development of the disease by 5.7-43.4%. Flavobacterin product had the greatest antifungal effect.

Курсакова Валентина Сергеевна, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: kursakova-v@mail.ru.

Kursakova Valentina Sergeevna, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: kursakova-v@mail.ru.

Введение

В сельском хозяйстве нашей страны все большее внимание уделяется вопросам экологического отношения к основным средствам производства в этой отрасли – земледелию и растениеводству. За годы химической революции в почвах агроценозов произошли серьезные нарушения физических, химических и микробиологических процессов за счет нерационального применения агрохимикатов, что привело к снижению их плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур. В частности, применение высоких доз азотных удобрений способствовало существенному подкислению почв, в том числе и черноземных, к смене микробного состава в сторону грибной микрофлоры, увеличению патогенных микроорганизмов и, следовательно, к увеличению заболеваемости многих культурных растений и, как следствие, получению некачественной продукции. Этому также способствовало широкое использование ядохимикатов для борьбы с вредителями и болезнями растений, которые для большинства полезных микроорганизмов являются токсичными. Об этом свидетельствуют такие факты, как уменьшение выделения углекислого газа из почвы, численности нитрифицирующих и азотфиксирующих бактерий, снижение биологической активности почв и др. [1].

В настоящее время в условиях крайней необеспеченности сельского хозяйства необходимыми ресурсами, в том числе минеральными удобрениями и средствами защиты растений, а также в связи с усиливающимся загрязнением почв и окружающей среды следует обратить внимание на естественные ресурсы, в частности на полезные ризосферные микроорганизмы, способствующие повышению почвенного плодородия. На основе таких микроорганизмов разрабатываются землеудобрительные препараты, применение которых способствует увеличению урожайности, очищению почв от фитопатогенов, повышению биологической активности почв. Многие препараты, содержащие ризосферные бактерии, снижают заболевания растений, иногда даже более эффективно, чем химические пестициды. Это так называемые препараты для небобовых растений, содержащие

ассоциативные азотфиксирующие бактерии [2-4].

Применение этих биопрепаратов снижало заболеваемость у зерновых культур корневую гниль в 1,4-1,8 раза, ржавчиной – в 2-3 раза. У картофеля пораженность клубней ризоктониозом уменьшалась в 1,5-1,9 раза, черной ножкой – в 3-5, фитофторозом – в 2-3 раза. При этом лучшие биопрепараты не уступали используемым в настоящее время пестицидам [5].

Такое многогранное действие препаратов diaзотрофных бактерий обусловлено тем, что они выделяют различные антибиотики, подавляющие патогенную микрофлору, стимулируют полезные почвенные микроорганизмы, синтезируют вещества-иммунизаторы и фитогормоны, регулирующие рост и развитие растений, способствуя увеличению урожайности культур и повышению их болезнестойчивости. Все сказанное свидетельствует о том, что биопрепараты ассоциативных азотфиксирующих бактерий являются вполне конкурентноспособными с химическими средствами защиты растений и могут заменять дорогостоящие и токсичные ядохимикаты, применяемые в сельском хозяйстве.

Цель исследования – оценить эффективность микробных препаратов корневых diaзотрофов в снижении заболеваемости злаковых и овощных культур.

Условия, материалы и методы исследования

В разные годы нами были проведены испытания препаратов ассоциативных бактерий на различных сельскохозяйственных культурах с целью выявления их эффективности для повышения урожайности в определенной почвенно-климатической зоне и для оценки степени их влияния на снижение заболеваемости этих культур.

Одной из важных особенностей микроорганизмов diaзотрофов в составе препаратов является синтезирование ими различных антибиотиков, подавляющих возбудителей болезней растений, особенно грибов-микромикетов, поэтому эти препараты являются хорошей альтернативой химическим фунгицидам. По данным исследователей заболеваемость растений при

инокуляции семян биопрепаратами снижается в 1,5-10 раз [3, 5].

В своих исследованиях использовали биопрепараты: 2П-5, «Флавобактерин», «Ризоагрин», «Мизорин», «Агрофил», «Псевдобактерин-2», «Фитоспорин-М», в состав которых входят разные виды азотфиксирующих ассоциативных бактерий. Препарат 2П-5 содержит бактерии *Pseudomonas* sp., основой «Флавобактерина» являются бактерии *Flavobacterium* sp., шт. L 30, «Ризоагрина» и «Агрофила» – разные виды бактерий рода *Agrobacterium*, «Мизорина» – бактерии *Artrobacter mysorens*, шт. 7, «Псевдобактерина» – *Pseudomonas aureofaciens*, шт. BS 1393, «Фитоспорина-М» – *Bacillus subtilis*, шт. 26 D [4].

Опыт № 1 был проведен в 2013-2015 гг. в районе города Усть-Каменогорска Казахской области при получении рассады из семян земляники садовой. Объектами исследования служили три сорта ремонтантной гибридной земляники, отличающиеся высокими вкусовыми качествами: Карамельки F1, Чезан F1 и Медовый вкус F1. Рассаду выращивали из инокулированных семян в условиях закрытого грунта на торфяных таблетках в течение трех месяцев. Для инокуляции использовали препараты ассоциативных бактерий: в 2013 г. – «Агрофил», в 2014 г. – «Флавобактерин», в 2015 г. – «Мизорин». В условиях закрытого грунта наблюдали за развитием рассады, заболеваемостью, определяли динамику высоты и площадь листьев.

Полевой опыт проводили на каштановой почве, где изучали влияние последствия инокуляции биопрепаратами на урожайность плодов земляники и устойчивость к заболеванию серой гнилью. Рассаду высаживали в грунт по схеме 30х60 см в трех повторностях, площадь одной деланки составляла 6 м². Контролем служила рассада, выращенная без инокуляции. В течение вегетации определяли степень пораженности плодов серой гнилью земляники на десяти растениях в трех повторностях [6].

Опыт № 2 провели в 2019 г. в Алейском районе Алтайского края, селе Дружба. Почва опыта чернозем выщелоченный с невысоким содержанием гумуса 4,4%, нейтральной реакцией почвенного раствора, достаточной обеспеченностью калием и фосфором и средней обеспеченностью азотом.

Объектами исследования служил сорт яровой мягкой пшеницы Алтайская жница и препараты ассоциативных фиксаторов азота: 2П-5, «Ризоагрин», «Мизорин» и грибной препарат «Микориза». Площадь одной деланки каждого варианта составляла 180 м². Варианты опыта включали монопрепараты и бинарные смеси препаратов «Диазотрофов» с «Микоризой»: 1) контроль; 2) 2П-5; 3) «Ризоагрин»; 4) «Мизорин»; 5) «Микориза»; 6) «Микориза» + 2П-5; 7) «Микориза» + «Ризоагрин»; 8) «Микориза» + «Мизорин».

В опыте изучали влияние биопрепаратов на снижаемость заболеваний растений пшеницы септориозом и пыльной головней, наиболее распространенных в данном регионе. Степень пораженности листьев септориозом оценивали в фазе восковой спелости по количеству растений, пораженных пятнистостью листьев. Заражение пшеницы пыльной головней определяли в период полной спелости зерна по соотношению поврежденных головней колосьев к общему их количеству. Все учеты проводили в трехкратной повторности на каждом варианте [7].

Опыт № 3. Изучали влияние биопрепаратов «Фитоспорин-М», «Псевдобактерин-2» и «Флавобактерин» на возбудителя заболеваемости ризоктониозом картофеля сорта Кемеровчанин. Исследования проводили в 2021 г. в Новосибирской области на черноземе выщелоченном в мелкоделаночном опыте на площади 60 м² в трех повторностях. Все препараты рекомендованы для борьбы с грибными заболеваниями овощных культур.

Ризоктониоз считается одним из наиболее опасных грибных заболеваний картофеля. Возбудитель ризоктониоза способен приспосабливаться к любым почвенно-климатическим условиям и сохранять жизнеспособность в почве до 5 лет. Пораженные клубни можно использовать в пищу, но их потребительская ценность снижается.

Степень пораженности картофеля ризоктониозом определяли через 4, 6, 10 недель после посадки, в трехкратной повторности. Балл поражения устанавливали по шкале Франка, рассчитывали распространенность и развитие болезни [8]. Товарность клубней определяли по соотношению массы товарного картофеля к массе валового урожая [9].

Результаты исследований

Опыт № 1. Вегетационные периоды 2013 и 2015 гг. отличались большим количеством осадков, 2014 г. был засушливым. В условиях закрытого грунта за три года исследований заболеваний рассады не наблюдалось ни в одном варианте. Влияние препаратов проявилось на увеличении высоты растений и площади их листьев, что важно для получения качественной рассады.

Высадку растений в открытый грунт проводили рассадой, инокулированной в теплицах, без повторной инокуляции. При этом во влажные 2013 и 2015 гг. наблюдалось поражение плодов серой гнилью. В очень засушливом 2014 г. случаев заболевания серой гнилью не было в течение всей вегетации. На отсутствие заболеваемости оказали влияние, видимо, два фактора – препарат «Флавобактерин» и жаркие и засушливые погодные условия. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Степень поражения
саженцев земляники серой гнилью**

Варианты	Пораженность растений, %		
	Агрофил	Флаво-бактерин	Мизорин
Карамельки F1			
Контроль	50	-	40
Инокуляция	30	-	30
Чезан F1			
Контроль	20	-	40
Инокуляция	20	-	20
Медовый вкус F1			
Контроль	40	-	30
Инокуляция	20	-	10

Полученные результаты свидетельствуют о снижении заболеваемости плодов земляники серой гнилью на инокулированных растениях. Агрофил снижал заболеваемость всех сортов земляники в среднем на 20%, Мизорин – на 10-20%. Следовательно, даже в последствии инокулированные растения земляники проявили

большую устойчивость к поражению плодов серой гнилью по сравнению с контрольной группой.

Опыт № 2. Вегетационный период 2019 г. в Приалейской степи Алтайского края характеризовался как недостаточно увлажненный. ГТК за весь период составил 0,8. Больше всего осадков выпало в июне – 89 мм, в остальные месяцы намного ниже нормы – около 30 мм. Для инокуляции использовали препараты ассоциативных фиксаторов азота: 2П-5, «Ризоагрин», «Мизорин» и грибной препарат «Микориза».

Наблюдения показали, что растения пшеницы сорта Жница были поражены в основном двумя заболеваниями – септориозом листьев и пыльной головней.

На контроле поражение листьев септориозом было очень высоким – почти у половины всех растений 45%. На вариантах, инокулированных биопрепаратами, степень заболеваемости была существенно ниже, особенно на варианте с препаратом 2П-5 и при сочетании его с «Микоризой» (рис.).

На этих вариантах площадь распространения септориоза была в 2 раза и более ниже, чем на контроле. На всех остальных вариантах с инокуляцией степень пораженности септориозом была несколько выше. Лишь грибной препарат «Микориза» практически не снижал заболеваемость листьев.

Аналогично действие препаратов проявилось и на возбудителе пыльной головни (рис.). Большее снижение заболеваемости пыльной головней наблюдалось на варианте препарата 2П-5 и его бинарной смеси с «Микоризой», как и на септориозе. Количество пораженных растений на этих вариантах по сравнению с контролем было ниже в 2 раза. Минимальный эффект также получен на Микоризе. Таким образом, из изученных препаратов наиболее эффективным для борьбы с заболеваниями пшеницы является препарат 2П-5, содержащий бактерии рода *Pseudomonas*, а также его бинарная смесь с Микоризой.

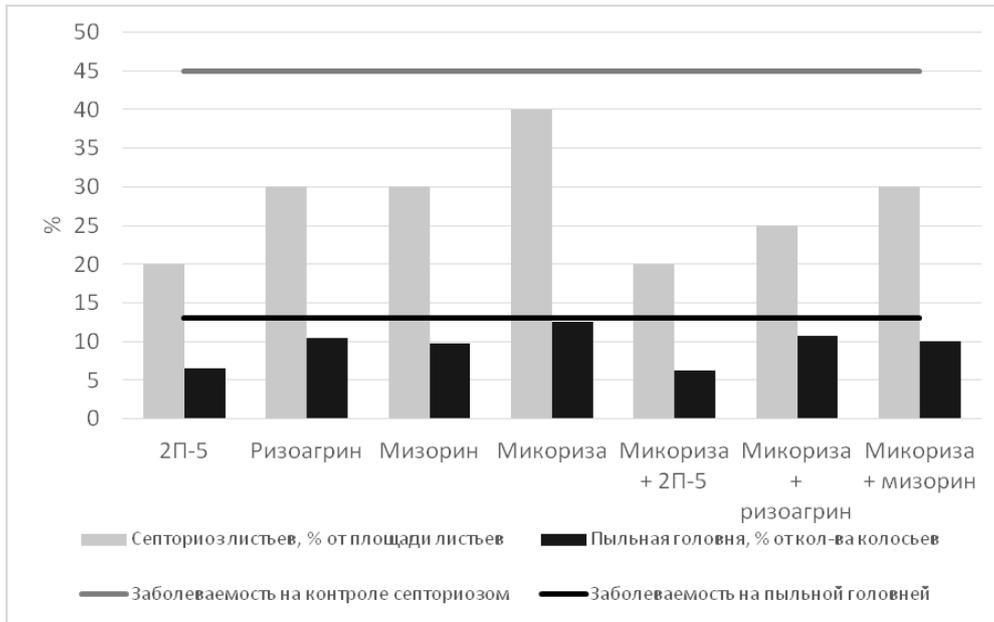


Рис. Заболеваемость пшеницы септориозом и пыльной головней на контроле и на фоне биопрепаратов

Опыт № 3. 2021 г. исследования в Новосибирской области характеризовался как недостаточно увлажненный, ГТК за вегетацию составил 0,9.

В Новосибирской области практически все посевы картофеля поражены ризоктониозом. С этим заболеванием товаропроизводители бо-

рются преимущественно с помощью химических фунгицидов. Замена их на более экологичные микробные препараты является актуальной.

Результаты наблюдений за пораженностью стеблей и столонов картофеля ризоктониозом представлены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние биопрепаратов на фитопатологическое состояние стеблей и столонов картофеля

Вариант опыта	Кол-во стеблей, шт/раст.	Пораженность стеблей ризоктониозом, балл						Количество столонов, шт/раст.		
		0	1	2	3	4	5	общее	пораженных	опавших
Через 10 недель после посадки (01.08.2021 г.)										
Контроль	4,3	0	0	1,3	0,7	2,3	0	20,7	6,7	3,0
Фитоспорин-М	3,3	0	0,7	0,3	0,7	1,7	0	25,3	7,0	3,7
Псевдобактерин	4,3	0,3	0,3	1,7	0	2,0	0	28,3	6,7	7,7
Флавобактерин	5,7	2,7	0,7	1,3	1,0	0	0	37,3	4,0	2,0

Исходя из полученных данных следует, что применение биопрепаратов для защиты картофеля от ризоктониоза способствовало снижению заболеваемости по сравнению с контролем. Количество здоровых стеблей было больше на инокулированных вариантах, поражение подземных органов – столонов также была ниже, что положительно сказалось на урожайности и товарности клубней картофеля.

По мере развития растений картофеля на контроле увеличивалось количество пораженных стеблей и столонов (в баллах), максималь-

ной величины этот показатель достиг через 10 недель после посадки. На вариантах, инокулированных препаратами, степень пораженности была меньшей (табл. 2).

Распространение заболеваемости ризоктониозом через 10 недель на контроле составило 100%, на Фитоспорине-М – 100%, Псевдобактерине-2 – 69,8% и на Флавобактерине – 47,3% (табл. 3). Максимальное снижение распространения болезни наблюдалось на Флавобактерине – 52,7%.

Таблица 3

Распространение и развитие ризоктониоза на картофеле под влиянием биопрепаратов

Вариант	Распространение болезни, %			Развитие болезни, %		
	4-я	6-я	10-я	4-я	6-я	10-я
Контроль	100	100	100	40	38,8	80,7
Фитоспорин М	81,8	75,0	100	38,6	47,9	75,0
Псевдобактерин	71,4	64,2	69,8	65,4	35,7	67,3
Флавобактерин	21,4	38,5	47,3	21,4	38,5	37,3

Развитие болезни в это же время также было существенно ниже по сравнению с контролем на всех вариантах: на Фитоспорине-М – на 5,7%, Псевдобактерине-2 – на 13,4%, Флавобактерине – на 43,4%. Лучший результат по снижению заболеваемости картофеля сорта Кемеровчанин оказал препарат «Флавобактерин».

Снижение заболеваемости картофеля от применяемых биопрепаратов повысило количество и качество товарной продукции клубней (табл. 4).

На инокулированных вариантах все показатели структуры и выход товарной продукции со всей делянки существенно превышали контрольный вариант. Наилучший результат получен от применения препарата «Флавобактерин», в том числе и по выходу товарной продукции. Товарность клубней на варианте Флавобактерина превышала контроль на 8,5%. Наименьший защитный эффект против ризоктониоза оказал препарат «Фитоспорин».

Таблица 4

Влияние биопрепаратов на массу и товарность клубней картофеля

Вариант	Масса клубней с одного куста, кг	Масса клубней картофеля с делянки, кг	Товарная продукция клубней с делянки, кг	Уровень товарности клубней, %
Контроль	0,74	52,9	44,4	83,6
Фитоспорин-М	0,95	58,7	50,5	85,3
Псевдобактерин-2	0,97	57,8	49,8	86,2
Флавобактерин	1,1	69,3	63,8	92,1

Таким образом, применение биопрепаратов, обладающих фунгицидными свойствами, на картофеле сорта Кемеровчанин способствовало значительному снижению пораженности надземной и подземной частей картофеля ризоктониозом. К концу вегетации распространение и развитие болезни было максимальным на контроле – 100 и 80,7% соответственно, биопрепараты снизили распространение болезни на 30,2-52,7% и развитие болезни – на 5,7-43,4%. Наибольший антифунгальный эффект оказал препарат «Флавобактерин».

Выводы

1. В условиях Казахстанской области наблюдали снижение заболеваемости серой гнилью ягод земляники садовой разных сортов на 10-20%. Причем рассада получена из инокулированных семян Агрофилом и Мизорином в

закрытом грунте, при высадке рассады в открытый грунт повторную инокуляцию не проводили.

2. В Алтайском крае биопрепараты 2П-5, «Ризоагрин», «Мизорин» и грибной препарат «Микориза» снижали заболеваемость септориозом и пыльной головней у яровой мягкой пшеницы Алтайская жница. Наибольший эффект оказал препарат 2П-5, где количество пораженных растений септориозом и пыльной головней было в 2 раза ниже, чем на контроле.

3. В Новосибирской области препараты «Фитоспорин», «Псевдобактерин» и «Флавобактерин» снижали заболевание картофеля ризоктониозом. К концу вегетации распространение и развитие болезни были максимальными на контроле – 100 и 80,7% соответственно, биопрепараты снизили распространение болезни на 30,2-52,7% и развитие болезни на – 5,7-43,4%. Наибольший антифунгальный эффект оказал препарат «Флавобактерин».

Библиографический список

1. Мишустин, Е. Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е. Н. Мишустин. – Москва: Наука, 1972. – 342 с. – Текст: непосредственный.
2. Биопрепараты в сельском хозяйстве / И. А. Тихонович, А. П. Кожемяков, В.К. Чеботарь [и др.]. – Текст: непосредственный // Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве. – Москва: Россельхозакадемия, 2005. – 154 с.
3. Завалин, А. А. Новые технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия / А. А. Завалин, А. П. Кожемяков. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2010. – 64 с. – Текст: непосредственный.
4. Экос. Биопрепараты. Использование микробиологических препаратов на основе клубеньковых и ассоциативных ризобактерий в сельском хозяйстве. Описание и характеристика препаратов // Каталог филиала «Экос» ГНУ ВНИИСХМ Россельхозакадемии. – Санкт-Петербург, 2012. – 24 с. – Текст: непосредственный.
5. Кожемяков, А. П. Разработка и перспективы использования биопрепаратов комплексного действия / А. П. Кожемяков, С. В. Тимофеева, Т. А. Попова. – Текст: непосредственный // Защита и карантин растений. – 2008. – № 2. – С. 42-43.
6. Курсакова, В. С. Использование микробных препаратов при выращивании рассады садовой земляники из семян / В. С. Курсакова, Г. А. Болботов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 11 (217). – С. 37-44.
7. Курсакова, В. С. Использование биопрепаратов корневых diaзотрофов для борьбы с болезнями пшеницы / В. С. Курсакова, А. А. Тросничков. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 книгах / XV Международная научно-практическая конференция (12-13 марта 2020 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2020. – Кн. 1. – С. 255-257.
8. Frank, J.A., Leach, S.S. (1980). Comparison of tuberborne and soilborne inoculum in the Rhizoctonia disease of potato. *Phytopathology*, 70, 51-53.
9. Курсакова, В. С. Использование микробных препаратов на картофеле против ризоктониоза в условиях лесостепной зоны Западной Сибири / В. С. Курсакова, С. С. Селивошко. – Текст: непо-

средственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 книгах / XVIII Международная научно-практическая конференция (9-10 февраля 2023 г.), приуроченная к 80-летию Алтайского ГАУ. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2023. – Кн. 1. – С. 244-246.

References

1. Mishustin E.N. Mikroorganizmy i produktivnost zemledeliia. – Moskva: Nauka, 1972. – 342 s.
2. Biopreparaty v selskom khoziaistve / I.A. Tikhonovich, A.P. Kozhemiakov, V.K. Chebotar i dr. // Metodologii i praktika primeneniia mikroorganizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve. – Moskva: Rosselkhozakademii, 2005. – 154 s.
3. Zavalin A.A. Novye tekhnologii proizvodstva i primeneniia biopreparatov kompleksnogo deistviia / A.A. Zavalin, A.P. Kozhemiakov. – Sankt-Peterburg: Khimizdat, 2010. – 64 s.
4. Ekos. Biopreparaty. Ispolzovanie mikrobiologicheskikh preparatov na osnove klubenkovykh i assotsiativnykh rizobakterii v selskom khoziaistve. Opisaniie i kharakteristika preparatov // Katalog filiala «Ekos» GNU VNIISKHM Rosselkhozakademii. – Sankt-Peterburg, 2012. – 24 s.
5. Kozhemiakov A.P. Razrabotka i perspektivy ispolzovaniia biopreparatov kompleksnogo deistviia / A.P. Kozhemiakov, S.V. Timofeeva, T.A. Popova // Zashchita i karantin rastenii. – 2008. – No. 2. – S. 42-43.
6. Kursakova V.S. Ispolzovanie mikrobnykh preparatov pri vyrashchivaniu rassady sadovoi zemliani iz semian / V.S. Kursakova, G.A. Bolbotov // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2022. – No. 11 (217). – S. 37-44.
7. Kursakova V.S. Ispolzovanie biopreparatov kornevykh diazotrofov dlia borby s bolezniami pshenitsy / V.S. Kursakova, A.A. Trosnichkov // Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XV Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia (12-13 marta 2020 g.). – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2020. – Kn. 1. – S. 255-257.
8. Frank, J.A., Leach, S.S. (1980). Comparison of tuberborne and soilborne inoculum in the Rhizoctonia disease of potato. *Phytopathology*, 70, 51-53.
9. Kursakova V.S. Ispolzovanie mikrobnykh preparatov na kartofele protiv rizoktonioza v usloviakh lesostepnoi zony Zapadnoi Sibiri / V.S. Kursakova, S.S. Selivoshko // Agrarnaia nauka – selsko-

mu khoziaistvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XVIII
Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konfer-
entsiia (9-10 fevralia 2023 g.), priurochennaia k

80-letiiu Altaiskogo GAU. – Barnaul: RIO Altaiskogo
GAU, 2023. – Kn. 1. – S. 244-246.



УДК 631.453

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-226-8-25-33

П.А. Котьяк, Е.В. Чебыкина,
А.Н. Воронин, Е.В. Носкова
P.A. Kotyak, E.V. Chebykina,
A.N. Voronin, E.V. Noskova

ИЗМЕНЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУР

CHANGES OF SOIL TOXICITY DUE TO CROPPING TECHNOLOGIES

Ключевые слова: токсичность, дерново-
подзолистая почва, продуктивность.

Одним из экологически важных интегральных показателей состояния почв является её токсичность. Этот показатель особенно актуален в агроценозах, где человек в значительной мере регулирует условия произрастания растений. В статье приводятся данные о влиянии различных технологий возделывания полевых культур на их продуктивность и индекс токсичности почвы. Исследования проводились в полевом стационарном опыте на дерново-подзолистой глееватой почве. Для оценки токсического состояния почвы с различной антропогенной нагрузкой использовали метод фитотестирования с применением высших растений. Итоговым результатом определения токсичности по тест-объекту являются изменения в формировании корневой системы и морфологических характеристик надземной части растения. На основании полученных результатов рассчитывались индексы токсичности оцениваемого фактора. Уровень индекса токсичности почвы опытного участка находился в пределах допустимой степени (средний индекс токсичности в целом по пахотному горизонту составлял в 2021 г. 18,70%; в 2022 г. – 21,41%). Токсичность почвы в 2021 г. как в начале, так и в конце вегетации полевых культур находилась на одном уровне (начало вегетации в слое почвы 0-20 см – ИТ = 21,00%, конец вегетации в слое почвы 0-20 см – ИТ = 16,40%). В 2022 г. на второй год действия факторов токсичность почвы к концу вегетации возросла в 3 раза до умеренной степени токсичности (начало вегетации в слое почвы 0-20 см – ИТ = 11,12%, конец вегетации в слое почвы 0-20 см – ИТ = 31,69%). Культуры с высокой интенсивностью технологий возделывания (ячмень, яровая пшеница) повышают токсичность почвы в большей степени, чем культуры, не требующие высоких доз удобрений и применения пестицидов (многолетние и однолетние травы). Исследуемые культуры формируют наибольший сбор кормовых единиц с единицы площади при возделывании их по

интенсивной технологии в сложившихся погодноклиматических условиях. С учётом гидротермических условий региона производства растениеводческой продукции можно порекомендовать интенсивную технологию с применением удобрений и средств защиты растений, т.к. получены наибольшие урожайности полевых культур.

Keywords: toxicity, sod-podzolic soil, productivity.

One of the ecologically important integral indices of soil condition is its toxicity. This index is especially relevant in the agroecosystem where people largely regulate the plant growth conditions. This paper discusses the impact of various cropping technologies on crop productivity and soil toxicity index. The studies were carried out in a stationary field experiment on sod-podzolic gleyic soil. To evaluate the toxic state of the soil under different anthropogenic load, we used the phytotesting method using higher plants. The final result of determining the toxicity of the test object is a change in the formation of the root system and morphological characteristics of the aerial part of the plant. Based on the results obtained, the toxicity indices of the factor being evaluated were calculated. The level of the soil toxicity index (TI) of the experimental plot was within the acceptable degree (the average toxicity index for the whole arable horizon was 18.70% in 2021; 21.41% in 2022). Soil toxicity in 2021, both at the beginning and at the end of the growing season of field crops, was at the same level (beginning of growing season in a soil layer of 0-20 cm - TI = 21.00%; end of growing season in a soil layer of 0-20 cm - TI = 16.40%). In 2022, on the second year of the factor action, the soil toxicity by the end of the growing season increased 3 times to a moderate degree of toxicity (beginning of growing season in the soil layer of 0-20 cm - TI = 11.12%; end of growing season in the soil layer of 0-20 cm - TI = 31.69%). The crops with high intensity of cultivation practices (barley and spring wheat) increase soil toxicity to a greater extent than the crops that do not require high rates of fertilizers and pesticides (perennial and