УДК 633.11 «324»:631.445.41

ЦЕЛЛЮЛОЗОЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО ПРИ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА С УЧЕТОМ ПОРАЖАЕМОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ФИТОПАТОГЕНАМИ

ШУТКО Анна Петровна, *Ставропольский государственный аграрный университет*
ЗАЩЕПКИН Евгений Евгеньевич, *Ставропольский государственный аграрный университет*
ТУТУРЖАНС Людмила Васильевна, *Ставропольский государственный аграрный университет*
ПЕРЕДЕРИЕВА Вера Михайловна, *Ставропольский государственный аграрный университет*

Технология возделывания (обработки почвы), формирующая показатели плотности почвы и содержания продуктивной влаги, оказывает влияние на целлюлозолитическую активность почвы. Дана оценка целлюлозолитической активности пахотного слоя при технологиях минимальной обработки почвы и прямого посева и ее влияния на распространение и развития болезней озимой пшеницы на черноземе выщелоченном в условиях Центрального Предкавказья. Установлено преимущество минимальной технологии по уровню целлюлозолитической активности почвы, которая составила 44,2 %. Отмечены различия в фитосанитарном состоянии и урожайности озимой пшеницы. При технологии прямого посева распространенность и развитие пиренофороза и септориоза в 1,6–2,0 раза превышают величины этих показателей в контроле (минимальная технология). В среднем за 2012–2015 гг. урожайность озимой пшеницы при возделывании по минимальной технологии составила 3,64 т/га против 2,73 т/га при возделывании по технологии прямого посева. Непосредственная связь между уровнем целлюлозолитической активности и развитием корневой гнили не установлена (коэффициент корреляции r = 0,081–0,088).

Введение. Современная ситуация в аграрном секторе экономики требует особого и пристального внимания со стороны товаропроизводителей с точки зрения снижения затрат энергии, себестоимости производимой продукции и увеличения рентабельности производства продукции растениеводства. В связи с этим широкое распространение получают ресурсосберегающие технологии, в том числе минимальная и нулевая обработки почвы. Нулевая технология основана на отсутствии какой-либо механической обработки почвы. Она предусматривает так называемый прямой посев, который производится по необработанной почве [1, 3]. Технология широко распространена в ряде стран Южной Америки, где за последние годы посевная площадь при нулевой технологии увеличилась до 100 млн га,в Аргентине – 20 млн га [13]. В Российской Федерации под этой технологией находится лишь около 1 % сельхозугодий [6].

Нулевая технология имеет ряд преимуществ, в том числе сокращение дефляции и водной эрозии, уменьшение потерь органического углерода и накопление органического вещества, сохранение влаги в почве, нитрификация азота, поступление в почву минерального компонента, улучшение структуры почвы. Согласно данным Министерства сельского хозяйства, в Российской Федерации эрозии подвержено 58,6 % сельскохозяйственных угодий, причем каждый год площадь эродированных земель увеличивается на 400–500 тыс. га, а потери плодородного слоя почвы достигают 1,5 млрд т. Более того, ресурсосберегающая технология позволяет снизить процент влияния погодных условий и климата на эффективность растениеводства в сравнении с традиционными технологиями [20].

В.Б. Нарушев, Е.В. Одиноков, Д.С. Косолапов [12] отмечают, что технология прямого посева способствует поддержанию оптимальной плотности почвы, сохранению гумуса и агрономически ценной структуры, рациональному использованию влаги и элементов питания. Урожайность озимой и яровой пшеницы при прямом посеве и при отвальной обработке почвы практически одинаковая.

А.П. Солодовников и др. [4] установили, что плотность почвы пахотного слоя чернозема южного в условиях Саратовского Правобережья в вариантах с технологиями сберегающего земледелия находится в пределах оптимальных значений для культур сплошного сева (1,1–1,3 г/см^3). Однако следует отметить, что при отказе от вспашки возникают некото-

рые проблемы, в том числе фитосанитарного характера. По данным А.П. Солодовникова и др. [7], общая засоренность посевов чечевицы при минимальной и нулевой технологиях увеличивается по сравнению со вспашкой соответственно на 47 и 88 %. И.С. Полетаев и др. [2] отмечают, что на варианте с нулевой обработкой почвы (прямой посев) появляется значительное количество зимующих сорняков.

По мнению К.И. Пимонова, Г.И. Коссе и А.М. Струк [14], основной недостаток возделывания культур по нулевой технологии – значительное увеличение применения пестицидов, которое отрицательно отражается на экологическом состоянии агроценозов и территории в целом.

Б.А. Смирнов, П.А. Котяк, Е.В. Чебыкина [17], Т.С. Лавринова [8], A.R. Leake [22] установили, что способы обработки, предшественники и минеральные удобрения не только существенно изменяют агрохимические свойства почвы, но и оказывают большое влияние на численность и жизнеспособность почвообитающих грибов – возбудителей корневой гнили и их антагонистов.

Многообразные биохимические процессы, происходящие в почве, характеризуются понятием «биологическая активность». Один из ее показателей – целлюлозолитическая активность пахотного слоя, с которой связано разложение пожнивных остатков – источника инфекции корневой гнили. Разложение клетчатки обеспечивают целлюлозоразрушающие микроорганизмы: бактерии, грибы, актиномицеты, которые осуществляют жизнедеятельность в аэробных и анаэробных условиях, при большом диапазоне температур, кислотности среды и влажности. К целлюлозоразрушающим аэробным почвенным бактериям относятся рр. *Cytophaga, Sorangium и Polyangium*. В анаэробных условиях целлюлозоразрушающей способностью обладают бактерии рода *Clostridium*. Бактерии рода *Pseudomonas* относятся к факультативным анаэробам, которые разрушают целлюлозу и в кислородных условиях, и без доступа кислорода [15].

Цель данной работы – оценка целлюлозолитической активности пахотного слоя при технологиях минимальной обработки почвы и прямого посева и ее влияния на распространение и развитие болезней озимой пшеницы на черноземе выщелоченном в условиях Центрального Предкавказья.

Методика исследований. Исследования проводили в 2013–2015 гг. в условиях стационарного опыта кафедры растениеводства и селекции им. профессора Ф.И. Бобрышева Ставропольского государственного аграрного университета.Технологии прямого посева изучали в 9-польном севообороте: горох – озимая пшеница – озимый рапс – озимая пшеница – кукуруза на зерно – соя – озимая пшеница – подсолнечник – озимая пшеница. Согласно теории физиологического иммунитета Т.Д. Страхова, фосфорно-калийные и азотные удобрения существенно влияют на поражаемость растений фитопатогенами, поэтому схема опыта предусматривала изучение поражаемости озимой пшеницы корневой гнилью и листовыми пятнистостями (септориоз, пиренофороз) при технологиях минимальной обработки почвы и прямого посева на неудобренном фоне.

В качестве контроля выступала минимальная система обработки почвы, так как территория Ставропольского края является зоной, подверженной ветровой и водной эрозии: каждый четвертый гектар пашни разрушен от действия ветра и воды. По данным А.Г. Хлопянова и др. [21], эрозионные процессы активно проявляются на площади 1009 тыс. га, или 25,7 % пашни, соответственно почвозащитная поверхностная обработка почвы ежегодно проводится на площади свыше 350 тыс. га из 1400 тыс. га, отводимых под озимые зерновые культуры [16].

Общая площадь делянки составляла 250 м^2, учетная – 150 м^2. Опыт закладывали в трехкратной повторности. Размещение вариантов – систематическое, делянок – трехъярусное.

Поражаемость озимой пшеницы корневой гнилью и листовыми пятнистостями определяли в соответствии с методиками ВИЗР [11]. Целлюлозолитическую активность пахотного слоя определяли по методу Е.Н. Мишустина, И.С. Вострова и А.Н. Петровой (по интенсивности разложения льняного полотна); плотность почвы в слое 0–30 см – методом режущего кольца; запасы продуктивной влаги в почве – перед посевом, во время весеннего возобновления вегетации и в полную спелость на глубине 1 м, послойно.

Статистическую обработку результатов исследований проводили стандартными методами дисперсионного и корреляционного анализа [5].

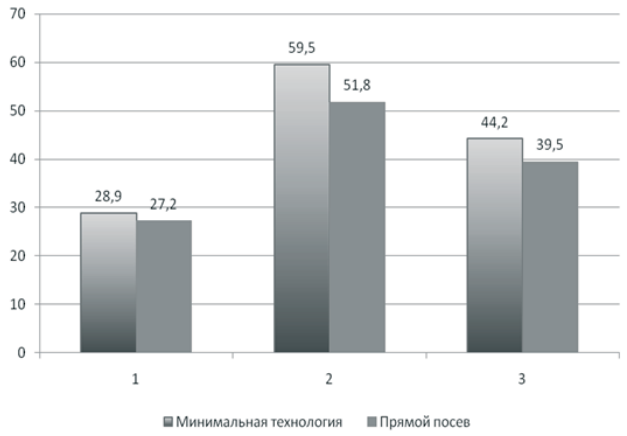
Результаты исследований. Исследования показали, что целлюлозолитическая активность почвы зависит от технологии возделывания и погодных условий. В 2013 г. засуха в летний период и, как следствие, снижение влажности почвы, привели к снижению целлюлозной активности почвы и нивелированию различий между технологиями. Степень разложения льняного полотна составила 27,2 % при прямом посеве и 28,9 % при минимальной технологии (см. рисунок). Анализ погодных

условий данного сельскохозяйственного года свидетельствует, что дефицит влаги отмечался с момента посева до весеннего возобновления вегетации (в сентябре – октябре 76–83 %, январе – феврале 31–78 %), осадки в марте сменились засухой в апреле – мае.

При невысоком уровне целлюлозолитической активности чередование влажных и засушливых условий в фазу весеннего кущения благоприятствовало развитию возбудителей фузариозной корневой гнили (распространенность составила 90 %, развитие 14,4 % при прямом посеве против 12,3 % при минимальной технологии).

Благоприятным режимом увлажнения как в период посева и начальной вегетации озимой пшеницы, так и в весенний период характеризовался 2013/14 сельскохозяйственный год. Благодаря этому активность почвенной микрофлоры значительно увеличилась и превысила таковые показатели предыдущего года в 1,9 и 2,1 раза соответственно при прямом посеве и минимальной обработке почвы.Очевидно, что избыток влаги от 14 % в марте до 97 % в мае при технологии прямого посева приводит к переувлажнению чернозема выщелоченного, его излишнему уплотнению, снижению аэрации и угнетению целлюлозолитической микрофлоры.

Причиной снижения биологической активности почвы является также недостаток механического смешивания почвы, который приводит к снижению уровня разложения органических веществ по сравнению с традиционной обработкой почвы с оборотом пласта. Исследования, проведенные Д.А. Ткаченко, В.М. Передериевой, О.Б. Алтуниной [18], показали, что при поверхностном способе обработки почвы уменьшается количество пор аэрации, следовательно и приток кислорода,



Влияние технологии возделывания озимой пшеницы на целлюлозолитическую активность почвы (эффективность разложения льняного полотна в пахотном слое за период от кущения до полной спелости), %: 1 – 2013 г. ($НСР_{05}$ 0,4 %); 2 – 2014 г. ($НСР_{05}$ 6,2 %); 3 – 2015 г. ($НСР_{05}$ 0,7 %)

который является необходимым фактором для деятельности целлюлозоразлагающих почвенных микроорганизмов.

Таким образом, в более благоприятном по режиму влажности 2014 г. льняное полотно разложилось более чем на 50 %. При этом минимальная технология обработки почвы, обеспечивающая измельчение растительных остатков и более тесный контакт с частицами почвы, характеризуется более высоким уровнем целлюлозолитической активности и разложения льняного полотна (59,5 %) по сравнению с технологией прямого посева (51,8 %).

Чередованием избытка и недостатка влаги, начиная с посева озимой пшеницы, характеризовался 2014/15 сельскохозяйственный год. Это благоприятствовало развитию патогенной микрофлоры, вызывающей корневую гниль. В итоге распространенность болезни достигла 100 %. При этом наблюдалась и активность полезной целлюлозолитической микрофлоры (степень разложения льняного полотна составила 39,5–44,2 %). В среднем за этот период установлено преимущество минимальной технологии по уровню целлюлозолитической активности почвы, которое составило 44,2 %. Вероятно, в условиях внедрения прямого посева еще не завершилась адаптация биологической фракции почвы к новым условиям.

Как отмечает В.И. Фаизова [19], грибы очень требовательны к условиям аэрации. Она установила, что на черноземах южных при минимальной технологии в фазу осеннего кущения озимой пшеницы численность микромицетов составляла 19 млн КОЕ/г почвы, к фазе колошения этот показатель увеличился до 200. При нулевой технологии количество грибов по сравнению с минимальной технологией меньше на 30 тыс. КОЕ/г почвы. К фазе колошения этот показатель возрастал, но был ниже по сравнению с минимальной обработкой. Это объясняется отсутствием питательного субстрата в почве. Пожнивные остатки не заделываются в почву, остаются на поверхности. По результатам наших исследований и исследований А.Г. Матвеева [10] (в фазу полной спелости плотность почвы в горизонте 0–30 см за 2011–2014 гг. составила 1,40 г/см^3 против 1,30 г/см^3 при минимальной технологии) при технологии прямого посева, при достаточном уровне увлажнения, в черноземе выщелоченном, подверженном процессам слитизации, отмечается недостаток кислорода, который и снижает активность микробиологических процессов в почве.

Исследования Е.В. Максимовой и О.Н. Макуриной [9], направленные на изучение целлюлозоразлагающей активности почв

Влияние плотности почвы и содержания продуктивной влаги на целлюлозолитическую активность почвы

Технология	Коэффициент корреляции		Коэффициент детерминации	
	плотность почвы в слое 0–10 см	содержание продуктивной влаги в слое 0–50 см	плотность почвы в слое 0–10 см	содержание продуктивной влаги в слое 0–50 см
Минимальная	–0,862	–0,377	0,743	0,142
Прямой посев	–0,978	–0,471	0,956	0,222

в зависимости от предпосевной обработки почвы, показали, что для всех вариантов поверхностной обработки почвы прослеживается тенденция увеличения целлюлозоразлагающей активности к концу вегетационного периода озимых культур (июнь).

Расчет коэффициентов корреляции и детерминации свидетельствует о том, что при минимальной технологии в слое 0–50 см уровень целлюлозолитической активности на 74 % зависит от плотности и только на 14,2 % от влажности почвы. Связь носит обратный характер (см. таблицу). При технологии прямого посева эти показатели выше и составляют соответственно 95,6 и 22,2 %.

Заключение. Технология возделывания (обработки почвы), формирующая показатели плотности почвы и содержания продуктивной влаги, оказывает влияние на целлюлозолитическую активность почвы. В свою очередь, отмечаются различия в фитосанитарном состоянии и урожайности озимой пшеницы. При технологии прямого посева, при отсутствии достоверных различий по поражаемости корневой гнилью, распространенность и развитие пиренофороза и септориоза в 1,6–2,0 раза превышает величины этих показателей в контроле (минимальная технология). В среднем за 2012–2015 гг. урожайность озимой пшеницы при возделывании по минимальной технологии составила 3,64 т/га, по технологии прямого посева – 2,73 т/га. Непосредственная связь между уровнем целлюлозолитической активности и развитием корневой гнили не установлена (коэффициент корреляции r = 0,081–0,088).

На черноземе выщелоченном тяжелосуглинистом Центрального Предкавказья, склонном к повышенной слитизации, с фитосанитарной точки зрения очевидно преимущество минимальной обработки. Это связано с тем, что уплотнение почвы на начальном этапе внедрения технологии прямого посева, определяющее низкий уровень целлюлозолитической активности почвы и, как следствие, минерализации растительных остатков, сопровождается увеличением степени поражения озимой пшеницы листовыми пятнистостями, что приводит к снижению урожайности культуры по сравнению с минимальной технологией обработки почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние прямого посева на плодородие почвы и урожайность полевых культур в Саратовском Правобережье / В.Б. Нарушев [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3(53). – С. 54–55.

2. Влияние энергосберегающих обработок почвы на фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы / И.С. Полетаев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2014. – № 10. – С. 28–31.

3. Выращивание озимой пшеницы по технологии прямого посева в условиях Ростовской области / Н.А. Зеленский [и др.]// Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 670–680.

4. Динамика плотности почвы чернозема южного при минимализации основной обработки / А.П. Солодовников [и др.]// Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 5–7.

5. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

6. *Дрепа Е.Б., Попова Е.Л.* Совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур в полевом зернопропашном севообороте // Вестник АПК Ставрополья. – 2011. – № 2. – С. 12–13.

7. Засоренность посевов чечевицы на фоне минимализации обработки почвы и применения гербицида в Поволжье / А.П. Солодовников [и др.] // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 6. – С. 34.

8. *Лавринова Т.С.* Влияние возрастающих доз азотного удобрения на численность почвенных патогенов и структуру урожая яровой пшеницы // Агрохимический вестник. – 2012. – № 1. – С. 32–34.

9. *Максимова Е.В., Макурина О.Н.* Зависимость

целлюлозоразлагающей активности почв в зависимости от предпосевной обработки почвы // Вестник Самарского ГУ. – 2006. – № 7 (47). – С. 123–127.

10. *Матвеев А.Г.* Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания и удобрений на выщелоченном черноземе Центрального Предкавказья: дис. ... канд. с.-х. наук. – Ставрополь, 2015. – 148 с.

11. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под ред. В.И. Долженко. – СПб.: ВИЗР, 2009. – 378 с.

12. *Нарушев В.Б., Одиноков Е.В., Косолапов Д.С.* Влияние прямого посева на плодородие почвы и продуктивность полевых культур в степном Поволжье // Плодородие. – 2013. – № 5 (74). – С. 6–8.

13. *Небавский В., Чернявская С.* «No-Till» vs «Классика» // Аграрный консультант. – 2011. – № 1. – С. 16–20.

14. *Пимонов К.И., Коссе Г.И., Струк А.М.* Возделывание и использование нетрадиционных полевых культур на Дону. – пос. Персиановский: Изд-во ДонГАУ, 2012. – 166 с.

15. *Пряженникова О.Е.* Целлюлозолитическая активность почв в условиях городской среды // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2011. – № 3(47). – С. 9–13.

16. Сайт Министерства сельского хозяйства Ставропольского края. – URL: http://www.mshsk.ru/.

17. *Смирнов Б.А., Котяк П.А., Чебыкина Е.В.* Влияние разных по интенсивности систем обработки и удобрений на изменение биологических показателей плодородия почвы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 10 (48). – С. 16–20.

18. *Ткаченко Д.А., Передериева В.М., Алтунина О.Б.* Повышение целлюлозолитической активности почвы агротехническими приемами // Актуальные вопросы экологии и природопользования: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф.– Ставрополь: Агрус, 2005.– Т. 2. – С. 29–31.

19. *Фаизова В.И.* Сезонные сукцессии микромицетов на черноземах южных при различных способах обработки почвы // Эволюция и деградация почвенного покрова: сб. науч. ст. – Ставрополь: АГРУС, 2015. – С. 414–417.

20. *Фомина Е., Старостина Л.*Безотвальная обработка почвы, или нулевые технологии // Агромир XXI. – 2012. – № 2. – С. 10–14.

21. Экологические проблемы сельского хозяйства Ставропольского края / А.Г. Хлопянов [и др.] // Вестник АПК Ставрополья. – 2015. – № 2 (спецвыпуск). – С. 14–20.

22. *Leake A.R.* Intergrated pestmanagement forconservation agriculture. In: Garcia-Torres, L., Benites, J., Martinez-Vilela, A., Holgado-Cabrera, A. (eds.), Conservation agriculture: pEnvironment, Farmers Experiences, Innovations, Socio-economy, Polyci. Kluwer Academia Publischers, Dordrecht/Boston/London, 2003, P. 271–279.

Шутко Анна Петровна, *д-р с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой «Химия и защита растений», Ставропольский государственный аграрный университет. Россия.*

Защепкин Евгений Евгеньевич, *аспирант кафедры «Химия и защита растений», Ставропольский государственный аграрный университет. Россия.*

Тутуржанс Людмила Васильевна, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Химия и защита растений», Ставропольский государственный аграрный университет. Россия.*

Передериева Вера Михайловна, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Общее земледелие, растениеводство и селекция им. профессора Ф.И. Бобрышева», Ставропольский государственный аграрный университет. Россия.*

355017, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.

Тел.: (8652) 35-59-66.

***Ключевые слова**: чернозем выщелоченный; технология прямого посева; целлюлозолитическая активность почвы; озимая пшеница; корневая гниль; листовые пятнистости.*

CELLULOLYTIC ACTIVITY OF LEACHED BLACK EARTH FOR NO-TILL IN CONNECTION WITH THE QUESTION OF WINTER WHEAT DISEASES

Shutko Anna Petrovna, *Doctor of Agricultural sciences, Associate Professor, Head of the chair "Chemistry and Plant Protection", Stavropol State Agrarian University. Russia.*

Zaschepkin Evgeniy Evgenevich, *Candidate of Agricultural Sciences, Stavropol State Agrarian University. Russia.*

Tuturzhans Lyudmila Vasilevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Pro-fessor of the chair "Chemistry and Plant Protection", Stavropol State Agrarian University. Russia.

Perederieva Vera Mihaylovna, *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "General Agriculture, Crop Production and Selection named after Professor F.I. Bobryishev", Stavropol State Agrarian University. Russia.*

***Keywords:** leached black earth; no-till; cellulolytic activity; winter wheat; root rot; leaf spots.*

The technology of soil cultivation, which forms the indices of soil density and the content of productive moisture, affect the cellulolytic activity of the soil. There are presented the results of studies on the evaluation of the cellulolytic activity of the arable layer for the mini-till and no-till and its influence on the development of winter wheat diseases on leached black earth in the conditions of Central Ciscaucasia. The advantage of mini-till in the level of cellulolytic activity of the soil was established, which amounted to 44.2%. Probably, the adaptation of the biological fraction of the soil to new conditions has not yet been completed in conditions of the introduction of no-till: when there is a sufficient level of moistening in leached black earth, subject to the processes of soil consolidation, there is a lack of oxygen, which reduces the activity of microbiological processes in the soil. In turn, there are differences in the phytosanitary condition and productivity of winter wheat. For the no-till the development of Pyrenophora spp. and Septoria spp. is 1.6-2 times higher than the values of these parameters in the control (mini-till). Average for 2012-2015 the productivity of winter wheat for the mini-till was 3.64 tons per hectare against 2.73 tons per hectare for the no-till. The direct correlation between the level of cellulolytic activity and the development of root rot was not established (the correlation factor = 0.081-0.088).