

ИНТЕНСИВНОСТЬ РАЗЛОЖЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И ПРЕДШЕСТВЕННИКА

Н.Г. Власенко, чл.-корр. РАН, О.И. Теплякова, к.б.н., Н.А. Коротких, к.с.-х.н., СибНИИЗиХ

Приведены сравнительные данные по целлюлозолитической активности чернозема выщелоченного при возделывании яровой пшеницы по технологии No-Till и технологии, основанной на глубоком безотвальном рыхлении по различным предшественникам в условиях лесостепи Западной Сибири. Распад целлюлозы проходит интенсивнее в условиях технологии No-Till – под пшеницей после горчицы сарептской; в условиях технологии, основанной на глубоком рыхлении – под пшеницей по овсу. Внесение агрохимикатов усиливает целлюлозолитическую активность почвы в обеих технологиях.

Ключевые слова: интенсивность разложения целлюлозы, чернозем выщелоченный, No-Till, глубокое безотвальное рыхление, предшественник, яровая пшеница, удобрения, средства защиты растений.

Утилизация и включение в биологический круговорот послеуборочных остатков полевых культур – первостепенные условия сохранения почвенного плодородия, высокий уровень которого обеспечивают научно обоснованное применение удобрений, оптимальное сочетание в севооборотах сельскохозяйственных культур с различными биологическими свойствами и почвозащитные мероприятия [1-3]. В последние годы в земледелии все активнее практикуют различные виды минимальной обработки почвы, вплоть до прямого посева по необработанной стерне [4]. Сохранению растительных остатков и их накоплению на поверхности почвы в наибольшей степени способствует технология No-Till [5, 6]. При такой технологии растительные остатки мульчируют поверхность почвы, сохраняя влагу и создавая оптимальные условия для развития почвенной микробиоты, обуславливая изменение ее структуры и активности [7, 8].

Известно, что в самой аэробной части пахотного слоя почвы образуется максимальная биомасса микроорганизмов и процессы, осуществляемые этими (аэробными целлюлозоразрушающими) организмами, совершенно отличны от анаэробных [9]. Их особая роль заключается в том, что если в почве за ряд лет накапливаются растительные остатки на всех стадиях разложения (плюс доступные для микроорганизмов свежие фракции гумусовых веществ), азотное питание растений становится более упорядоченным, т. е. с наступлением благоприятной для них влажности и температуры будет происходить усиленное поступление азота. Поскольку те же условия благоприятны и для разложения растительных остатков, то потребности растений будут полнее удовлетворяться именно тогда, когда это им больше всего необходимо. Растительные остатки могут иметь еще большее значение в предотвращении потерь азота из почвы, когда на полях нет растений. Оставленные в верхней части пахотного слоя, они дают возможность микроорганизмам использовать из почвы минеральный азот для усвоения источников углерода. Азот в

органической форме не подвергается нитрификации (и денитрификации), не мигрирует в глубокие горизонты подпочвы и в грунтовые воды [10].

Особенность целлюлозоразлагающих микроорганизмов – их высокая требовательность к источникам азотного питания. Микроорганизмы почв, разрушающие целлюлозу, служат важнейшими поставщиками органических веществ для разнообразных групп микроорганизмов (в том числе азотфиксирующих), связанных общей пищевой цепью. Поскольку активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов зависит также от наличия в почве доступного фосфора и других элементов, то можно считать, что степень распада клетчатки отражает направленность хода микробиологических процессов в целом [11].

Цель исследований – дать сравнительную оценку степени разложения целлюлозы в черноземе выщелоченном под посевами мягкой яровой пшеницы, выращиваемой по технологии, основанной на глубоком безотвальном рыхлении, и по технологии No-Till.

Методика. Исследования проводили в стационарном полевом опыте, заложенном в 2008 г. на поле СибНИИЗиХ в ОПХ «Элитное» Новосибирской области, расположенном в Приобском агроландшафтном районе, почвенно-климатические условия которого типичны для лесостепной зоны Западной Сибири. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый среднемощный. Содержание гумуса в слое 0-30 см около 5%, общего азота – 0,34, валового фосфора 0,30%, pH 6,7-6,8 [12].

В опыте сравнивают две технологии (фактор А): традиционную (зябь глубокая плоскорезная, предпосевная культивация на глубину 6-7 см и посев СЗП-3,6) и No-Till (систематический прямой посев сеялкой, оборудованной анкерными сошниками шириной 2 см). В обоих случаях при уборке поверхность почвы покрывали измельчённой соломой. Эти технологии изучают в двух трехпольных севооборотах (фактор В), где в качестве основной культуры выступает яровая мягкая пшеница, в качестве фитосанитарных и средообразующих культур – овёс и горчица сарептская.

Уровни применения средств химизации (фактор С) включают контроль (без удобрений и пестицидов до 2009 г., с 2010 г. без удобрений + противодудольный гербицид) и комплексное использование агрохимикатов – средств защиты растений и минеральные удобрения в дозе $N_{60}P_{20}$. Площадь делянки по фактору А – $130\text{ м} \times 20\text{ м} = 2600\text{ м}^2$, фактору В – $66\text{ м} \times 20\text{ м} = 1320\text{ м}^2$, по фактору С₁ – $4\text{ м} \times 20\text{ м} = 80\text{ м}^2$, по фактору С₂ – $16\text{ м} \times 20\text{ м} = 320\text{ м}^2$. Повторность опыта 3-кратная.

Наблюдения за процессом распада целлюлозы проводили на всех полях пшеницы на двух уровнях применения средств химизации в 2011-2013 гг. Интенсивность процесса разложения целлюлозы под яровой пшеницей оценивали по убыли массы (%)

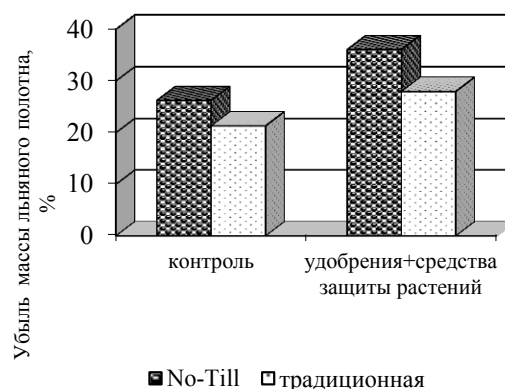
внесенного в почву целлюлозосодержащего материала. Плотна ткани, закрепленные на стеклянных пластинках и помещенные в мешочек из капрона, вносили в почвенные разрезы (слой 0-10 и 10-20 см) в фазе всходов пшеницы (конец мая). Убыль массы полотна в горизонте фиксировали в фазе восковой спелости зерна (середина августа). Повторность опыта – 4-кратная [13, 14]. Статистическую обработку данных проводили по программе СНЕДЕКОР [15].

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались сезонной изменчивостью и крайне неравномерным распределением осадков. В 2011 г. ежемесячный недобор влаги с мая по август составил, соответственно, 22; 35; 28 и 26%. Температура воздуха в мае превысила среднееголетний показатель на 1°C, в июне – на 3,2°C, в июле и августе, напротив, была ниже его на 2,2 и 0,5°C соответственно. Еще более засушливым (52,7% среднееголетних значений) был 2012 г. Недостаток влаги ощущался в июне, когда выпало всего 35,4% среднееголетней нормы осадков и особенно в июле – 4,9% нормы. Среднемесячная температура мая, июня, июля и августа превышала среднееголетние показатели, соответственно, на 1,2; 4,7; 3,6 и 1,6°C. В увлажненном 2013 г. приход атмосферной влаги составил 157% среднееголетнего показателя, превышение зафиксировано в мае и августе – на 54 и 61,4% соответственно. Дефицит тепла наблюдали в мае, июне и I декаде июля, соответственно, на 1,7; 2,3 и 2,5°C ниже нормы.

Результаты и их обсуждение. Обе технологии, изучаемые в опыте, ресурсосберегающие почвозащитные. Первая (на основе безотвального рыхления) ориентируется на максимально возможное сохранение пожнивных остатков, вторая (No-Till) – на сохранение остатков растений на поверхности почвы – один из основополагающих принципов. При технологии No-Till в вариантах, где вносят удобрения и средства защиты растений весной на поверхности почвы в среднем за 2011-2013 гг. сохранялось до 256 г/м² растительных остатков, а в вариантах без удобрений их было меньше на 42 %. В вариантах с традиционной технологией при осенней обработке почвы их заделывалось в почву примерно 43 и 32 % соответственно. При весенней обработке в вариантах глубокого рыхления почти все сохранившиеся растительные остатки заделывали в верхний 10 см слой почвы. В технологии No-Till лишь мизерную их часть заделывали в почву при посеве. Указанные различия определили темпы разложения целлюлозы в вариантах опыта.

Известно, что целлюлозолитическая активность почвы зависит от многих факторов. На активизацию разложения целлюлозы, кроме особенностей агротехники, влияют температура, увлажнение, аэрация почвы [16], внесенные в нее минеральные удобрения [17], биологические свойства растительности [18]. В среднем по опыту за три года исследований за период вегетации пшеницы убыль массы льняного полотна составила 27,9%, сильное влияние на этот показатель оказали условия года (доля вариации 30%). Интенсивность разложения целлюлозы в слое 0-20 см изменялась от 20,8% в условиях засухи (2012 г.) до 37,0% в переувлажненном 2013 г. При исключении этого фактора, наиболее значимое воздействие на

целлюлозолитическую активность почвы оказали применение средств интенсификации (доля вариации 29%) и технология возделывания пшеницы (доля вариации 18%). В среднем по опыту внесение удобрений и средств защиты растений привело к увеличению разложения целлюлозы на 8,2% (рис. 1). В то же время биологическая активность почвы при технологии No-Till была на 6,5% выше, чем при технологии, основанной на глубоком рыхлении почвы. Полученные данные подтверждают результаты опытов, проведенных на выщелоченном черноземе Кемеровской области, где целлюлозолитическая активность почвы была выше на 6,6-9,2% при прямом посеве по необработанной стерне в сравнении с вспашкой [19]. Кроме того, отмечен рост показателя на 1,4% в вариантах севооборота с горчицей сарептской.



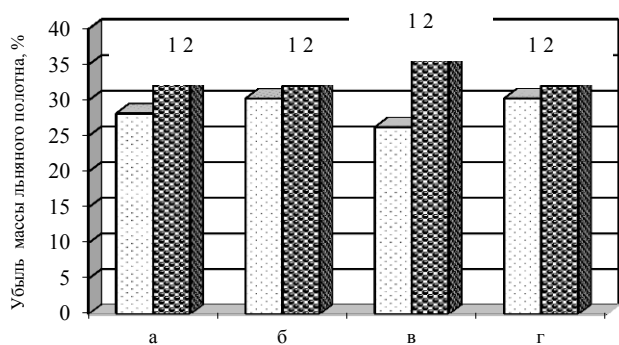
НСР₀₅ по фактору технология и применение агрохимикатов = 2,0

Рис. 1. Влияние технологии возделывания и уровня применения агрохимикатов на интенсивность разложения целлюлозы в слое почвы 0-20 см (2011-2013 гг.)

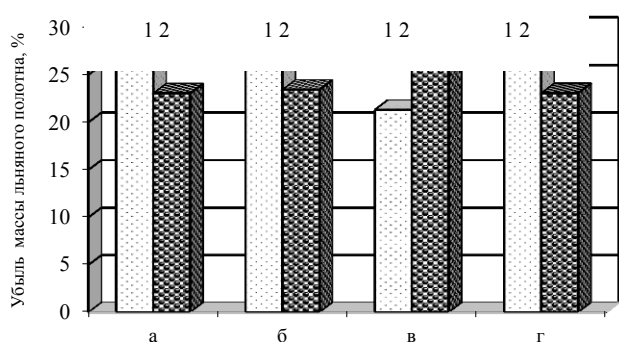
При выращивании пшеницы по технологии No-Till наблюдали усиление биологической активности почвы в севообороте с горчицей сарептской в сравнении с овсом: убыль массы полотна в слое почвы 0-20 см была выше на 5,9% (рис. 2).

При внесении удобрений и средств защиты растений разложение целлюлозы увеличивалось на 9,8%. Не выявлено влияние размещения пшеницы в севообороте на дифференциацию биологической активности почвы по слоям 0-10 и 10-20 см.

При выращивании пшеницы по технологии, основанной на глубоком рыхлении, внесение средств интенсификации привело к усилению биологической активности почвы в слое 0-20 см в среднем по опыту на 6,7% (рис. 3). В севообороте с горчицей сарептской интенсивность разложения полотна была на 3,2% ниже, чем в севообороте с овсом. Кроме того, на 2,4% она была ниже и при размещении пшеницы по пшенице.



А
НСР₀₅ по изучаемым факторам = 2,19



Б
НСР₀₅ по изучаемым факторам = 1,85

Рис. 2. Влияние севооборота, размещения пшеницы, уровня применения агрохимикатов и слоя почвы на степень разложения целлюлозы при технологии No-Till и технологии, основанной на глубоком рыхлении почвы (2011-2013 гг.):

а – севооборот: 1 – с овсом, 2 – с горчицей; б – место пшеницы в севообороте: 1 – первая культура, 2 – вторая культура; в – внесение удобрений и пестицидов: 1 – контроль, 2 – применение комплекса агрохимикатов; г – слой почвы: 1 – 0-10 см, 2 – 10-20 см

Полученные результаты сравнительной оценки интенсивности разложения целлюлозы под посевом яровой пшеницы, выращиваемой на черноземе выщелоченном среднесуглинистом в лесостепи Приобья по безотвальной традиционной и No-Till технологии, позволили выявить следующие особенности. Во-первых, целлюлозолитическая активность почвы усиливается при систематическом прямом посеве по необработанной стерне в сравнении с технологией на основе глубокого безотвального рыхления и больше под пшеницей, размещенной в севообороте с горчицей сарептской. При выращивании пшеницы с обработкой почвы ее биологическая активность выше в севообороте с овсом. Во-вторых, интенсивность разложения целлюлозы усиливается при комплексном применении удобрений и средств защиты растений при возделывании пшеницы как по No-Till технологии, так и по технологии, основанной на глубоком безотвальном рыхлении. И, наконец, в отличие от последней, при No-Till технологии не отмечено дифференциации целлюлозолитической активности почвы по слоям (0-10 и 10-20 см).

Литература

1. Вальков В. Ф., Денисова Т. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И., Кузнецов Р. В. Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2008. – 416 с. 2. Кирюшин В. И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. – М.: КолосС, 2011. – 443 с. 3. Наумкин В. Н., Хлопяников А. М., Наумкин А. В. Направления биологизации земледелия в Центральном регионе // Земледелие. – 2010. – №4. – С. 5-7. 4. Кирюшин В. И. Проблемы минимизации обработки почвы: перспективы и задачи исследований // Земледелие. – 2013. – №7. – С. 3-6. 5. Дерпш Р. Опыт Южной Америки: этапы реализации технологии прямого посева // Ресурсосберегающее земледелие. – 2008. – №1. – С. 6-9. 6. Ефремова Е. Н. Влияние глубины и способа обработки почвы на содержание основных биофильных элементов в растительных остатках // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4(114). – С. 28-32. 7. Govaerts B., Mezzalama M., Sayre K. D., Crossa J., Lichter K., Troch V., Vanherck K., Corte P. D., Deckers J. Long-term consequences of tillage, residue management, and crop rotation on selected soil micro-flora groups in the subtropical highlands // Applied Soil Ecology. – 2008. – V. 38. – P. 197-210. 8. Pankhurst C., Kirkby C., Hawke B., Harch B. Impact of a change in tillage and crop residue management practice on soil chemical and microbiological properties in a cereal-producing red duplex soil in NSW, Australia // Biology and Fertility of Soils. – 2002. – V. 35. – P. 189-196. 9. Виноградский С. Н. Микробиология почвы. – М.: АН СССР, 1962. – 792 с. 10. Востров И. С. Рациональное использование микроорганизмов для повышения потенциального плодородия почв // Вестник с.-х. науки. – 1989. – №1. – С. 103-110. 11. Титова В. И., Козлов А. В. Методы оценки функционирования микробоценоза почвы, участвующего в трансформации органического вещества. – Нижний Новгород, 2012. – 64 с. 12. Кирюшин В. И. Влияние различных способов основной обработки на плодородие выщелоченных черноземов Приобья / В. И. Кирюшин, А. Н. Власенко, Л. Н. Йодко // Почвоведение. – 1991. – № 3. – С. 97-105. 13. Мишустин Е. Н., Петрова А. Н. Определение биологической активности почвы // Микробиология. – 1963. – Т. 32, вып. 3. – С. 479-483. 14. Наплекова Н. Н. Почвенная микробиология. – Новосибирск, 2001. – 48 с. 15. Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере. – Новосибирск, 2004. – 162 с. 16. Захарченко А. Ф. Разложение целлюлозы в зональных почвах Таджикистана // Почвоведение. – 1961. – № 2. – С. 54-62. 17. Нурмухаметов Н. М., Хамидуллин М. Х., Нугманов Р. М. Влияние форм, доз и способов внесения удобрений на биологическую активность почвы // Агротехника и биология полевых культур. – Уфа, 1998. – С. 73-80. 18. Валько В. П., Щур А. В. Особенности биотехнологического земледелия. – Минск: БГАТУ, 2011. – 196 с. 19. Буренок В. П., Язева Л. А., Кукушнев Т. П. Прямой посев при нулевой обработке // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №9. – С. 25-27. 20. Данилова А. А. Биологические свойства чернозема выщелоченного при многолетней минимизации механической обработки: автореф. дисс. д-ра б. н. – М., 2007. – 39 с.

INTENSITY OF CELLULOSE DECOMPOSITION UNDER THE EFFECT OF CULTIVATION TECHNOLOGY AND PRECEDING CROP

N.G. Vlasenko, O.I. Teplyakova, N.A. Korotkikh

*Siberian Researches Institute of Soil Management and Chemicalization of Agriculture
Krasnoobsk, Novosibirsk oblast, 630591 Russia, E-mail: vlas_nata@ngs.ru*

Comparative data on the cellulolytic activity of leached chernozem at the cultivation of spring wheat using the no-till technology and the technology based on deep subsurface loosening after different preceding crops in the forest-steppe conditions of Western Siberia are presented. Cellulose decomposition proceeds more intensively under conditions of no-till technology (under wheat after mustard) and under conditions of the technology based on deep loosening (under wheat after oat). The application of agrochemicals increases the cellulolytic activity of the soil under both technologies.

Keywords: cellulose decomposition rate, leached chernozem, no-till technology, deep subsurface loosening, preceding crop, spring wheat, fertilizers and pesticides