

## РАЗЛОЖЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ МИКРООРГАНИЗМАМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

*Карипов Р.Х., Муранец А.П.*

### Аннотация

На численность и активность комплекса микроорганизмов, участвующие в разложении целлюлозы оказывают влияние ряд факторов, основными из которых является аэрация почвы, влагообеспеченность, количество растительных остатков. Излишняя плотность и низкая влажность почвы отрицательно влияет на развитие микроорганизмов и их активность. Наибольшее разрушение полотна наблюдалось в верхних горизонтах почвы при использовании традиционных и минимальных технологий и достигало 25%. При этом интенсивность разложения целлюлозы по мере углубления в почвенном профиле существенно снижается. При использовании нулевых технологий лишь в верхнем 10 см слое наблюдалась незначительная биологическая активность почвы. В нижележащих слоях почвы она была минимальной, убыль целлюлозы составляла всего 1% от веса заложенного полотна. При нулевой технологии повышается частота встречаемости в почве грибов рода *Fusarium*, что может увеличивать вероятность корневых инфекций при монокультуре.

Ключевые слова: нулевые технологии, интенсивность разложения целлюлозы, обработка почвы, темно-каштановые почвы

### Введение

Интенсивное возделывание культур (севообороты, обработка почвы, мелиорация, внесение минеральных и органических удобрений, пестицидов и ряда других веществ) вызывает те или иные сдвиги в почвенных процессах. В настоящее время широко внедряются нулевые технологии, применение которых, по сравнению с традиционными, позволяет существенно снизить затраты. По данным ФАО ООН, по технологии нулевой обработки обрабатывается около 100 млн. гектаров, среди

которых 84% площадей находится на Американском континенте [1-4]. Первый эксперимент по использованию No-Till был проведен в Бразилии в 1971 г. [5]. Лидерами по применению технологий сберегающего земледелия являются страны - ведущие экспортеры зерна: США, Аргентина, Бразилия, Австралия, Канада. В настоящее время в мире нулевая обработка почвы используется на более чем 95 млн. га, что превышает площадь пашни ЕЭС[6]. Зарубежные исследователи

Vež A. [7], Gauer E. Shaykewich C.F. Stobbe E.N. [8] перечисляет следующие преимущества минимальной обработки почвы: 1) снижается уплотнение почвы; 2) меньше распыляются почвенные агрегаты; 3) упрощается проблема использования растительных остатков; 4) устраняется образование плужной подошвы; 5) повышается инфильтрация влаги; 6) уменьшаются потери почвенного органического вещества вследствие минерализации; 7) уменьшается эрозия почвы; 8) снижается стоимость производимой продукции.

Мульчирующая обработка, преследующая цель сохранять на поверхности почвы возможно большее количество стерни, используется в аналогичных районах США и Канады уже с конца 30-х годов [9].

Многочисленными исследованиями, проведенными в указанных выше странах, установлено, что урожайность зерновых при нулевой обработке почвы не ниже, а чаще даже выше, чем при традиционной. Если для механической обработки почвы требуется до 57 кг/га топлива, то при нулевой обработке с применением гербицидов - 12-19 кг/га. Затраты на сельскохозяйственные машины в этих случаях равны соответственно 108 и 63 долл./га, а затраты рабочего времени на возделывание зерновых до уборки - 2,0-3,0 и 0,5 чел.-ч./га.

По мировой статистике, Россия, также входит в число остальных стран с площадью под сберегающим земледелием около 1 млн. га [10,11].

В настоящее время в производстве на севере Казахстана на смену обычным технологиям также приходят ресурсосберегающие, основанные на частичном или полном отказе от механического воздействия на почву [12].

Наибольшее распространение нулевая технология возделывания зерновых культур получило на черноземах Кустанайской области [13].

Темно-каштановые почвы Северного Казахстана находятся в зоне сухой степи, где дефицит влаги препятствует росту растений и активности микроорганизмов и, следовательно, замедляет разрушение растительных остатков.

Целесообразность того или иного способа обработки почвы во многом определяется наличием растительных остатков и соотношением процессов их накопления и разложения в почве. На скорость накопления и разложения растительных остатков в темно-каштановой почве влияют способы обработки почвы, влагообеспеченность и длительность возделывания пшеницы на одном и том же поле. Целью наших исследований было изучение интенсивности разложения целлюлозы в почве под посевами пшеницы сорта Целинная-Юбилейная в зависимости от технологии обработки почв.

Целлюлоза — наиболее распространенный полисахарид растительного мира. В состав целлюлозы (клетчатки) входит более 50% всего органического углерода биосферы. Высшие растения на 15—50% состоят из целлюлозы.

В связи с большим количеством синтезируемой в природе целлюлозы микроорганизмы, ее разлагающие, играют очень важную роль в процессе минерализации и круговороте углерода. Разнообразие микрофлоры, способной разлагать целлюлозу в почве, позволяет проводить трансформацию этого вещества в различных условиях аэрации, при кислом или щелочном рН, низкой или высокой влажности и температуре. Для большинства микроорганизмов, разлагающих целлюлозу, характерна высокая специфичность по отношению к этому веществу. Целлюлозу разлагают аэробные микроорганизмы (бактерии и грибы) и анаэробные мезофильные и термофильные бактерии.

#### Материалы и методика исследований

Полевые опыты по выявлению влияния ресурсосберегающей технологии на интенсивность разложения целлюлозы микроорганизмами, являющийся одним из показателей интенсивности микробиологической деятельности, в посевах яровой пшеницы проводились на полях землепользования АО «Акмола – Феникс», Акмолинской области в четырехпольном севообороте.

Изучались следующие варианты:

- традиционная технология включала послеуборочное рыхление почвы плоскорезом-глубокорыхлителем ПГ-3-5 на 23-25см, ранневесеннее боронование

агрегатом БМШ-15, предпосевную обработку культиватором ОП-8 и посев сеялкой Джон - Дир 1830 со стрельчатыми лапами;

- минимальная технология состояла из осеннего чизельного рыхления на 23-25см, предпосевного опрыскивания гербицидом Ураган форте в дозе 2 л/га (за 7-8 дней до посева) и посева яровой пшеницы сеялкой Джон - Дир 1830 с анкерными сошниками;

- нулевая технология без механических обработок, перед посевом проводилось опрыскивание гербицидом Ураган форте в дозе 2 л/га и посев сеялкой Джон - Дир 1830 с анкерными сошниками.

Потенциальная активность разложения целлюлозы в темно-каштановой почве определялась в полевых условиях под посевами яровой пшеницы методом аппликаций. Аэробные целлюлозоразрушающие микроорганизмы выделяли на среде Гетчинсона.

#### Результаты исследований

На численность и активность комплекса микроорганизмов, участвующие в разложении целлюлозы оказывают влияние ряд факторов, основными из которых является аэрация почвы, влагообеспеченность, количество растительных остатков. Многочисленными исследованиями установлено, что чрезмерно рыхлое и слишком плотное сложение почвы ухудшают условия жизни растений и оказывают негативное влияние на биологические процессы в ней. Излишняя плотность почвы ограничивает распространение корней,

увеличивает теплопроводность и отрицательно влияет на развитие микроорганизмов почвы и процессы, в которых они участвуют. Вместе с тем чрезмерное рыхление, при обработке ухудшая контакт семян с почвой, также оказывает негативное влияние на биоценозы почвы.

Известно, что для каждого вида растений существует оптимальная плотность почвы. Для большинство зерновых культур она составляет 1,2-1,3 г/см<sup>3</sup>. Эти параметры очевидно и определяют возможные пределы минимализации обработки почвы. В засушливых условиях рыхлое сложение пахотного слоя является одной из причин ухудшения водного режима почвы.

Анализ показал, что перед посевом яровой пшеницы по традиционной технологии обработки плотность почвы слоя 0-30 см была в пределах 1,07 -1,15 г/см<sup>3</sup>. При использовании нулевых

технологий этот показатель повышался до 1,3 г/см<sup>3</sup>

На комплекс почвенных микроорганизмов также большое влияние оказывают органические вещества, поступающие в почву из растительных остатков. В наших исследованиях наибольшее количество стерни сохранилось по варианту с использованием нулевых технологий. При отсутствии механической обработки на поверхности почвы полностью сохраняется стерня, которая способствует не только накоплению зимних осадков, но и эффективно защищает почву от ветровой эрозии. Как видно из таблицы 1 на этом варианте перед посевом яровой пшеницы имелось в среднем за 2009-2011годы 171 шт./м<sup>2</sup> стерни, что на 141 и 73 шт./м<sup>2</sup> стерни соответственно больше, чем на вариантах с традиционной и минимальной технологией обработки почвы.

Таблица 1-Количество стерни в зависимости от технологии обработки почвы

Варианты	2009 г	2010 г	2011 г	Среднее за 3 года
1	2	3	4	5
1 Традиционная	34	35	22	30
2 Минимальная	82	124	88	98
3 Нулевая	189	189	136	171
НСР <sub>05</sub>	4,1	9,8	11,5	

Интенсивность разложения целлюлозы в почвах зависит как от состава микробных ассоциаций, разрушающих целлюлозу, так и от экологических условий,

характерных для данного биоценоза. Целлюлозолитическая активность является важным показателем интенсивности деструкционных процессов в почве. Как видно из рис.

1 процесс разложения целлюлозы наиболее активно наблюдался при

традиционных технологиях возделывания почвы.



а- традиционная технология

б- минимальная технология

в- нулевая технология

Рисунок- 1 Разложение льняного полотна (2 месяца экспозиции)

На интенсивность разложения целлюлозы в почве оказывают влияние несколько факторов и среди них, в первую очередь, технология обработки почвы.

Наибольшее разрушение полотна наблюдалось в верхних горизонтах почвы при использовании традиционных и минимальных технологий обработки почвы и достигало 25%. При использовании нулевых технологий лишь в верхнем 10 см слое почвы наблюдалась невысокая биологическая активность почвы. В слоях почвы более 30 см биологическая активность была минимальной, убыль целлюлозы составляла всего 1% от веса заложенного полотна.

Потенциальная интенсивность разложения целлюлозы при

использовании традиционных технологий была максимальной в слое 0-20см и снижалась на глубине 20-40 см (рис.2). Активность разложения целлюлозы в благоприятных условиях при использовании традиционных технологий была максимальной (33%) в почве слоя 0-10см и снижалась до 10% на глубине 30-40см.

При использовании как минимальных, так и нулевых технологий наблюдалось снижение интенсивности разложения в слое 0-10см соответственно до 17 и 15 % и до 10% в слое почвы 30-40см. При

использовании как минимальных, так и нулевых технологий наблюдалось заметное снижение интенсивности разложения целлюлозы в слое 30-40 см. По всей видимости на этот процесс

оказывало влияние распределения растительных остатков по горизонтам почвы, а в связи с этим и численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов.

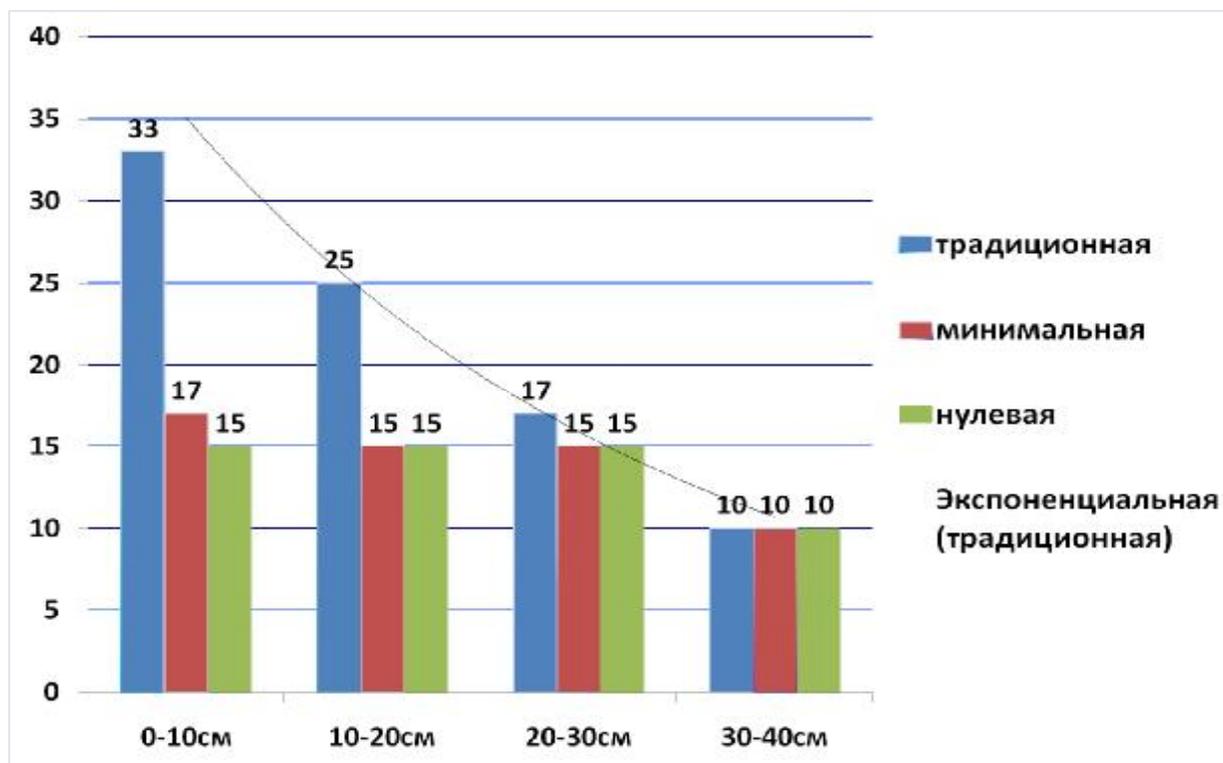


Рисунок 2- Потенциальная целлюлозоразрушающая активность почвы, %

Интенсивность разложения целлюлозы в почвах зависит также от состава и численности микробных ассоциаций, разрушающих целлюлозу.

Численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов в почвах, так же как и других почвенных микроорганизмов, изменяется в течение вегетационного периода, что обусловлено поступлением свежих растительных остатков,

изменением гидротермического режима и других факторов. Из целлюлозоразрушающих грибов в наибольшем количестве выявлялись грибы из рода *Chaetomium* (рис. 3). Они обнаруживались в основном в пахотном слое почвы, что связано с большим содержанием растительных остатков и значительно лучшей аэрацией по сравнению с подпахотным слоем почвы 20-40 см.

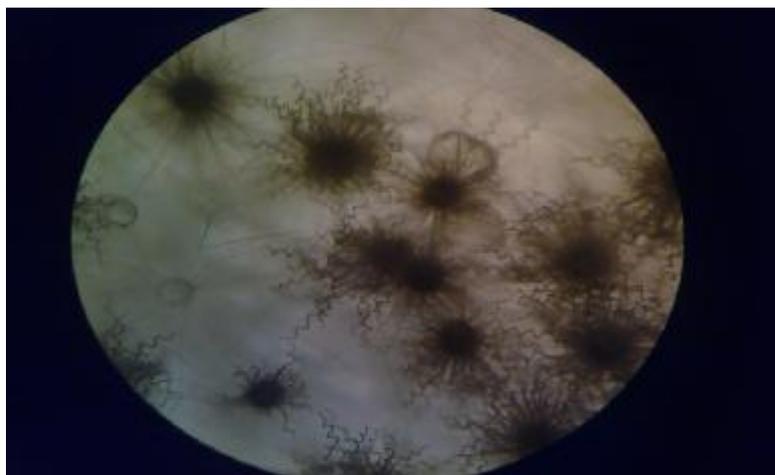


Рисунок 3 - Целлюлозоразрушающий гриб *Chaetomium spirale* (ув. x100)

Из актиномицетов, выделяющихся при разложении целлюлозы, выделялись представители родов *Streptomyces*, *Streptosporangium*, *Micromonospora*, из миксомицетов — представители родов *Dematium*, *Chaetomium*, *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Botrytis*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*. В разрушении целлюлозы участвовали грибы других классов, среди которых много паразитических грибов, вызывающих болезни корневой системы культурных растений.

Таблица-2 Видовой состав и частота встречаемости целлюлозоразрушающих грибов в пахотном слое почвы

Вид гриба	традиционная	минимальная	нулевая
Класс Zygomycetes			
<i>Mucor mucedo</i>	++	+ -	+ -
<i>M. nigricans</i>	+ -	++	++
<i>Rhizopus nigricans</i>	+ -	+ -	+ -
Класс Ascomycetes			
<i>Chaetomium globosum</i>	++	+ -	++
<i>C. spirale</i>	+ -	++	++
Класс Deuteromycetes			
<i>Aspergillus niger</i>	++	++	++
<i>A. ochraceus</i>	+ -	+ -	+ -
<i>Penicillium chrysogenum</i>	++	++	++
<i>Penicillium purpurogenum</i>	--	--	+ -
<i>Penicillium verrucosum</i>	+ -	+ -	--
<i>Trichoderma lignorum</i>	++	++	++
p. <i>Fusarium</i>	+ -	+ -	++

++ - часто встречаемые виды, доминирующие, пространственная частота (60%)

+ - - редко встречаемые виды пространственная и временная частота (30%)

Как видно из таблицы 2, пространственная частота встречаемости миксомицетов из классов Deuteromycetes и Ascomycetes была высокой. Нулевые технологии повышают частоту встречаемости в почве грибов рода Fusarium, что может увеличивать

вероятность корневых инфекций при монокультуре.

В наших опытах наибольший урожай яровой пшеницы в среднем за три года был получен на варианте с минимальной технологией обработки почвы и составил 17,4 ц/га (таблица 3).

Таблица 3 - Урожайность яровой пшеницы за 2009-2011 годы в зависимости от технологии обработки почвы

Вариант	2009г.	2010г.	2011г.	Среднее за три года
1.Традиционная	11,7	7,2	25,7	14,7
2.Минимальная	14,3	10,1	27,9	17,4
3.Нулевая	13,1	9,5	24,2	15,6
НСР <sub>05</sub>	0,6	0,6	1,4	0,7

По этому варианту достоверная прибавка урожая по отношению к традиционной технологии составила 2,7 ц/га, а в сравнении с нулевой технологией – 1,8 ц/га. Урожайность яровой пшеницы на варианте с нулевой технологией оказалась несколько ниже в сравнении с минимальной технологией, но достоверно выше, чем на контроле.

#### Обсуждение полученных данных и заключение

На интенсивность разложения льняного полотна целлюлозоразрушающими микроорганизмами существенное влияние оказывает характер распределения органических остатков и технология обработки почвы.

Наибольшее разрушение полотна наблюдалось в верхних горизонтах почвы при использовании традиционных и минимальных технологий обработки

почвы и достигало 25%. При использовании нулевых технологий лишь в верхнем 10 см слое почвы наблюдалась заметная биологическая активность почвы. В нижележащих же слоях почвы она была минимальной, убыль целлюлозы составляла всего 1% от веса заложенного полотна.

Потенциальная активность разложения целлюлозы в годы проведения исследований была максимальной (33%) в слое почвы 0-10см и снижалась до 10% на глубине

30-40см. При использовании как минимальных, так и нулевых технологий наблюдалось снижение интенсивности разложения до 17 и

15 % в слое 0-10см соответственно и до 10% в слое почвы 30-40см.

### Список литературы

- 1 Amerman C. Tillage and hydrology // U. S. Department of Agric. 1977, № 57, S. 73- 88.
- 2 Cornich P., Mc Neill A. Adaptation of wheat to new tillage systems. – Nat. Workshop tillage systems Grop Product., 1981: E 2-5
- 3 Roberison James A. The soil of the interior planis of Western Canada // Prarik forum, 1984. 9, 2, 217-230.
- 4 Алєн, Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы / пер. с англ. М.Ф. Пушкарева.- М.: Агропромиздат, 1985.- 208 с.
- 5 Mitchell W. The согарарative costs of no- tillage weed control // Northeastern Weed Schiena Society Suppl. Proc., 1983, 37: 22-27.
- 6 Swenson A. Tohnson R. Eсonomics of no-till crop production // N.D. Farm Res., 1982.- С.14-17.
- 7 Vez A. Minimum or intensive soil tillage.// Soil Tillage Res.1984. V.4.N2.P.68
- 8 Gauer E. Shaykewich C.F. Stobbe E.N. Soil temperature and soil water under zero tillage in Vanitoba. – Canadian journal Soil Science 1982, v.62, N 2, p. 46.
- 9 Fenster C. R. Potential and problems of ecofarming in drier environments.- Proceedings of Great Plains Agricultural Coneil ,Nebraska, 1982. p. 55-58
- 10 Банькин В.А. Ресурсосберегающие технологии - будущее земледелие России // Земледелие. - 2006. -№1. - С. 12-13
- 11Рябов, Е.И. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельско- Сельско-хозяйственных культур.- Ставрополь: Издательство СтГАУ «Агрус».- 2003. – 152 с
- 12Немыкин А.А., Никульчев К.А., Немыкин С.А., Захарова Е.Б. Минимализация обработки почвы в Амурской области //Международный научно-исследовательский журнал. – 2015 – № 3.
- 13 Сулейменов М.К. Основы ресурсосберегающей системы земледелия в Северном Казахстане-плодосмен и нулевая или минимальная обработка почвы.- Астана-Шортанды,2011.-С.16-26
- 14 Двуреченский В.И., Гилевич СИ. Новый прием в технологии обработки паров // Агроинформ.- 2007. № 4.-С. 12-15

### Түйін

Зығыр матаның ең көп ыдырауы дәстүрлі және минималды топырақ өңдеу технологияларын пайдаланған кезде топырақтың жоғарғы қабаттарында 25% жетті.

Нолдік технологияларын пайдаланған кезде топырақтың жоғарғы 10 см қабатында биологиялық белсенділігінің жоғарлағаны байқалды. Топырақтың төменгі қабаттарында ол минималды болды, целлюлозаның жалпы салынған зығыр матасының салмағынан азаюы 1% жетті.

Зерттеу жүргізген жылдары целлюлозаның потенциалды ыдырау белсенділігі 0-10 см топырақ қабатында максималды болды (33%) және 30-40 см тереңдікте 10% азайды. Минималды және нолдік технологияларын пайдаланған кезде зығыр матаның ыдырауы 0-10 см топырақ қабатында 17 и 15 % дейін және 30-40см қабатында 10% дейін төмендегені байқалды.

### **Summary**

With conventional and minimum tillage technology greatest destruction of the web was observed in the upper horizons of the soil to 25%. When using seeding only in the upper 10 cm soil layer was observed biological activity of the soil. In the lower layers of soil activity was minimal, cellulose loss of weight of the pledged paintings was only 1%.

During the research potential of cellulose decomposition activity in the soil layer of 0-10 cm was the highest (33%) and decreased at a depth of 30-40 cm to 10%. When using the minimum and seeding in the 0-10 cm layer was observed decomposition rate decrease to 17 and 15%, and in the soil bed of 30-40 cm - up to 10%.