

И.В. Рукавицина, Г.Н. Чуркина, К.К. Кунанбаев

Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева, Акмолинская область, п. Шортанды, Казахстан  
(E-mail: nrcescolab@mail.ru)

## Оценка биологической активности черноземных почв в зависимости от технологий возделывания пшеницы и рапса в условиях Северного Казахстана

Интенсивное использование почвенных ресурсов без соблюдения технологии возделывания культур приводит к снижению продуктивности агроценозов. В статье представлены экспериментальные исследования по биологической активности черноземной почвы. В качестве параметров, характеризующих влияние обработки почвы на микробиологическую активность, определялись интенсивность эмиссии углекислого газа, активность уреазы, содержание микробной биомассы и целлюлозолитическая активность, в зависимости от традиционной, минимальной и нулевой технологии возделывания пшеницы и рапса. Полевые испытания проводились на многолетних полевых стационарах ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева». Закладка полевых опытов, отбор проб и микробиологический анализ проводились общепринятыми методами. Установлено, что обработка почвы оказывает существенное влияние на показатели уреазной активности и приводит к ее накоплению в верхнем почвенном горизонте, независимо от культуры возделывания. Наиболее высокое накопление микробной биомассы происходит при технологии No-Till в посевах рапса. Интенсивное выделение диоксида углерода наблюдалось при нулевой и минимальной обработке почвы, независимо от культуры возделывания. Технологии возделывания пшеницы и рапса оказывают существенное влияние на целлюлозолитическую активность, что способствует интенсивному распаду клетчатки.

*Ключевые слова:* обработка почвы, технология возделывания, черноземы южные карбонатные, эмиссия углекислоты, уреазная активность, целлюлозолитическая активность, микробная биомасса.

### Введение

Известно, что любое воздействие на почву приводит к изменению ее физико-химических и биологических свойств. Последние в большей степени подвержены этим изменениям, поскольку живые организмы, населяющие почву, являются более чувствительными представителями биоценоза.

Значительное влияние на свойства почвы оказывает механическая обработка, цель которой заключается в повышении эффективного плодородия, создании наиболее благоприятных условий для роста и развития растений и, как следствие, получении высокого урожая. Однако в современном земледелии присутствует ряд проблем, связанных с интенсивным характером обработки почвы. Это в первую очередь большие затраты энергии, ускоренная минерализация гумуса, развитие эрозийных и дефляционных процессов, уплотнение почвы. Поэтому одной из задач современного земледелия является уменьшение этих негативных последствий, особенно в части ресурсо- и энергосбережения [1, 2].

В частности, традиционные методы интенсивной обработки почвы рано или поздно способствуют снижению запасов почвенного гумуса, уменьшению почвенно-биологической активности и эрозии, вплоть до деградации почвы. Прямой посев (No-Till), т.е. полный отказ от любой обработки почвы, напротив, является такой системой, при которой снижается эрозия, повышается содержание гумуса, восстанавливается микробная биомасса в почве, улучшается структура почвы и в результате — повышается плодородие [3].

Тем не менее независимо от выбора той или иной технологии обработки почвы изменения ее биологических свойств неизбежны. Для объективной достоверной оценки биологической активности (БА) почвы достаточно определения набора наиболее информативных показателей, отражающих разные параметры биологического состояния. К числу таких показателей можно отнести ферментативную активность, интенсивность выделения углекислого газа (дыхание почвы), численность и качественный состав основных групп почвенных микроорганизмов и некоторые другие [4].

Более устойчивым и чувствительным показателем биогенности почвы, отличающимся резистентностью к действию краткосрочных неблагоприятных условий, является ферментативная активность почвы [5]. Почвенные ферменты катализируют многочисленные реакции превращения органи-

ческого вещества почвы: гидролиз, расщепление, окисление и другие реакции, в результате которых почвы обогащаются доступными для растений и микроорганизмов питательными веществами [6].

Эмиссия углекислого газа почвами является важным звеном круговорота углерода в экосистемах [7]. Наблюдая за этим процессом в экосистемах, можно выявить интенсивность минерализации органического вещества под действием природных и антропогенных факторов, оценить поступление углекислоты в атмосферу.

Важным живым компонентом почвы и лабильной части почвенного органического вещества является микробная биомасса, которая играет значительную роль в образовании почвенных агрегатов [8, 9]. Почвенные микроорганизмы являются катализаторами, определяющими скорость и направленность многих биологических и биохимических реакций [10, 11]. В связи с этим величина биомассы микроорганизмов является существенным показателем, определяющим как интенсивность круговорота веществ в экосистеме, так и направленность почвообразовательного процесса [12]. Почвенная микробная биомасса содержит небольшую долю общего органического вещества почвы, но она более динамична, чем общее органическое вещество почвы. Измерения почвенной микробной биомассы могут показать воздействие обработки почвы на потенциальные изменения в органическом веществе почвы, прежде чем такие эффекты могут быть обнаружены путем измерения общего органического вещества почвы [13].

В связи с изложенным выше целью нашей работы было изучение влияния различных технологий основной обработки почвы на показатели ее биологической активности в условиях Северного Казахстана.

#### *Материалы и методы исследования*

Изучение микробиологической активности почвы проводили на черноземах южных карбонатных в период с 2015 по 2017 гг. на стационарах лаборатории точного земледелия ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева». Исследования проводили в плодосменных севооборотах с посевами пшеницы и рапса. Схема опытов включала традиционную технологию (ПГ-3-5, на 25–27 см), минимальную 1 (КПШ-9, на 10–12 см), минимальную 2 (ЩП-4,5, на 25–27 см) и нулевую технологию (прямой посев).

Для определения биомассы микроорганизмов и уреазной активности проводили отбор почвенных образцов по генетическим горизонтам в период всходов и созревания культур. Образцы отбирали с глубины 0–10, 10–20 и 20–30 см. Энзиматическую активность почвы определяли по активности ферментов класса гидролаз — уреазы, колориметрическим методом с реактивом Несслера на спектрофотометре DR-3900 («НАСН-LANGE») [14]. Определение биомассы почвы осуществляли регидратационным методом [15]. Эмиссию углекислого газа (дыхание почвы) при изучении биологических показателей определяли методом Карпачевского [16].

Целлюлозолитическую активность, учитывающую клетчаткоразрушающие свойства почвы, определяли аппликационным методом. В почву на глубину 0–30 см закапывали хлопчатобумажные полотна на делянке на глубину 0–30 см в трехкратной повторности. Экспозиция составляла 3 месяца. После этого полотна извлекали из почвы, очищали от земли, просушивали и взвешивали. Об интенсивности целлюлозоразлагающей активности почвы судили по разности весов контрольного, неэкспонированного в почве хлопчатобумажного полотна и извлеченной из почвы разложившейся ткани, активность выражали в процентах [17].

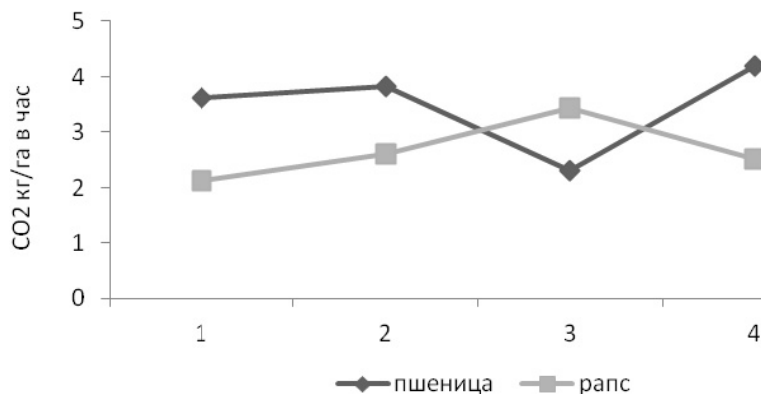
Выраженность процессов распада клетчатки оценивали по шкале: < 10 % — очень слабая; 10–30 % — слабая; 30–50 % — средняя; 50–80 % — сильная; > 80 % — очень сильная [18].

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по методике Доспехова [19], а также методом дисперсионного и корреляционного анализа с использованием пакета программ Excel и AGROS. Графическое оформление результатов проводили в программе Microsoft Excel.

#### *Результаты исследования и их обсуждение*

##### *Эмиссия диоксида углерода*

Проведенные исследования показали, что в посевах пшеницы и рапса эмиссия углекислоты за период исследований изменялась как по годам, так и по технологиям обработки почвы. В среднем за 3 года в посевах пшеницы при разных уровнях обработки почвы она варьировала от 2,3 до 4,19 CO<sub>2</sub> кг/га в час, в посевах рапса — от 2,13 до 3,43 кг CO<sub>2</sub>/га в час (рис. 1).



1 — традиционная обработка; 2 — минимальная обработка 1;  
3 — минимальная обработка 2; 4 — No-Till (без обработки)

Рисунок 1. Продуцирование углекислоты в посевах пшеницы в зависимости от технологии возделывания (2015–2017 гг.)

Динамика продуцирования диоксида углерода по культурам и годам также значительно варьировала. Максимальное выделение углекислоты было отмечено в 2016 г. в посевах пшеницы и рапса. Показатель эмиссии в посевах пшеницы колебался от 1,34 до 7,03 кг CO<sub>2</sub>/га в час, с максимальным значением на варианте с мелкой плоскорезной обработкой, в посевах рапса — от 2,11 до 5,71 кг CO<sub>2</sub>/га в час на варианте с применением щелевателя. В условиях 2015 г. показатели эмиссии углекислоты на всех вариантах были средние. Однако в посевах пшеницы в зависимости от технологии эмиссия углерода была выше и варьировала от 3,28 до 4,29 кг CO<sub>2</sub>/га в час в сравнении с посевами рапса (1,86–3,43 кг CO<sub>2</sub>/га в час). Наименьшее выделение диоксида углерода происходило в 2017 г. как в посевах пшеницы, так и в посевах рапса, независимо от технологии. При минимальной технологии 1 в посевах пшеницы оно составляло 1,14 кг CO<sub>2</sub>/га в час, при традиционной — 1,85 кг CO<sub>2</sub>/га в час. В посевах рапса минимальное выделение углекислоты наблюдалось при традиционной технологии (0,71 кг CO<sub>2</sub>/га в час), максимальное — при нулевой (1,71 кг CO<sub>2</sub>/га).

Проведенный корреляционный анализ не выявил четкой зависимости продуцирования углекислоты от таких показателей, как влажность почвы и уреазная активность. Однако была обнаружена обратная коррелятивная связь средней степени между выделением диоксида углерода и микробной биомассой ( $r = -0,60 \pm 0,33$ , коэффициент детерминации составлял 0,36, или 36 % влияния).

Анализируя полученные данные по эмиссии углекислоты за трехлетний период, следует заключить, что обработка почвы оказывает непосредственное влияние на выделение диоксида углерода. Интенсивность продуцирования углекислоты была выше на варианте с минимальной и нулевой технологией, независимо от культуры, что, возможно, объясняется ненарушенностью почвенной биоты, способной перерабатывать больше почвенного углерода и эмитировать его в виде углекислого газа. Отмеченное подтверждают и ряд исследователей [20].

#### *Уреазная активность почвы*

По результатам трехлетних исследований уреазная активность почвы изменялась в зависимости от технологии. В посевах пшеницы она варьировала в среднем от 2,80 до 3,67 мг NH<sub>3</sub>/10 г почвы (рис. 2).

Высокая уреазная активность наблюдалась в посевах пшеницы при минимальной технологии 1 (мелкая плоскорезная обработка), низкая — при технологии No-Till. Значительные колебания активности уреазы в посевах пшеницы просматривались и по годам. В условиях 2015 г. она была наиболее высокой и варьировала по технологиям от 4,21 до 5,4 мг NH<sub>3</sub>/10 г почвы. В 2016 г. этот показатель изменялся от 2,01 до 2,86 мг NH<sub>3</sub>/10 г почвы, в 2017 г. — от 1,64 до 3,10 мг NH<sub>3</sub>/10 г почвы.

Следует отметить, что в посевах пшеницы активность уреазы была более высокой к концу вегетации, независимо от технологии. Очевидно, это связано с высокой концентрацией органического материала в корнеобитаемом слое и более активной деятельностью почвенных микроорганизмов.

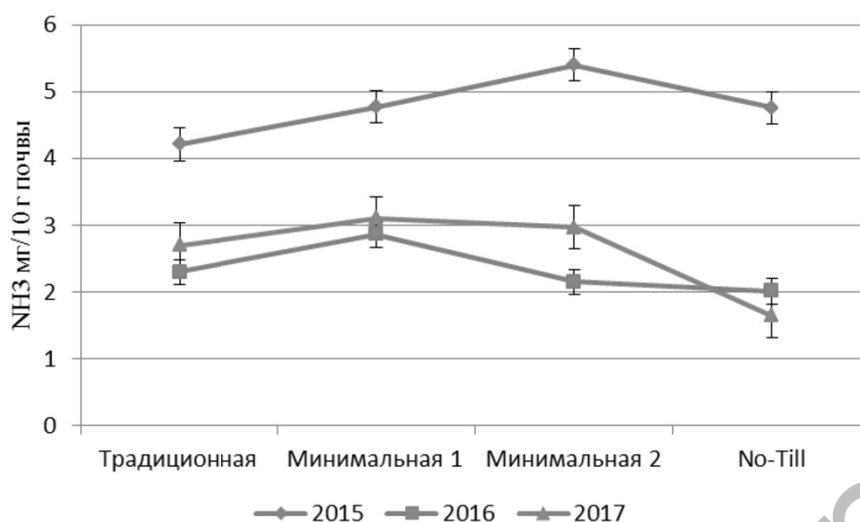


Рисунок 2. Уреазная активность в посевах пшеницы в плодосменном севообороте в зависимости от технологии возделывания

Прослеживалась четкая тенденция снижения уреазной активности с глубиной по почвенному профилю, достигая минимального значения в слое 20–30 см, что также отмечают и другие исследователи [21].

В посевах рапса в период созревания, так же как и в посевах пшеницы, прослеживалась динамика увеличения уреазной активности по всем технологиям. На изучаемых технологиях в слое почвы 0–10 см активность уреазы была значительно выше по сравнению с более глубокими слоями, что обусловлено высокой концентрацией биомассы в верхнем горизонте.

Изменение уреазной активности прослеживалось и по годам. В условиях 2015 г. активность уреазы в посевах рапса практически на всех технологиях была высокой и варьировала от 4,18 до 5,92 3,10 мг  $\text{NH}_3/10$  г почвы (рис. 3).

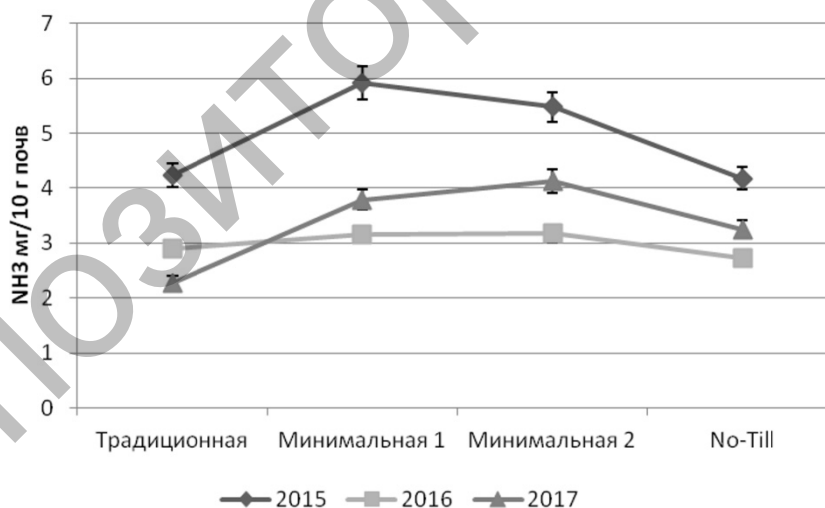


Рисунок 3. Уреазная активность в посевах рапса в плодосменном севообороте в зависимости от технологии возделывания

В 2016 г. она изменялась от 2,73 до 3,17 мг  $\text{NH}_3/10$  г почвы, а в 2017 г. — от 2,28 до 4,13 мг  $\text{NH}_3/10$  г почвы. В среднем за период исследований уреазная активность колебалась от 3,14 мг  $\text{NH}_3/10$  г почвы при традиционной технологии до 4,29 мг  $\text{NH}_3/10$  г почвы при минимальной 1.

Проведенный статистический анализ выявил обратную коррелятивную связь сильной степени между показателями уреазы и влажностью почвы ( $r = -0,91 \pm 0,21$ ), однако эта связь не являлась существенной. Не было выявлено связи и между накоплением уреазы и содержанием микробной биомассы.

В посевах рапса проведенный корреляционный анализ выявил обратную коррелятивную связь сильной степени между уреазой и микробной биомассой ( $r = -0,91 \pm 0,21$ ), но она не являлась существенной. Влажность почвы также не оказывала влияния на накопление уреазы в посевах рапса ( $r = -0,79 \pm 0,32$ ).

Таким образом, при изучении активности уреазы было установлено, что независимо от культуры и технологии возделывания ее накопление было максимальным в верхнем почвенном горизонте (0–10 см). К концу вегетации культур уреазная активность значительно увеличивалась. В посевах рапса ее активность была значительно выше, чем в посевах пшеницы — на 10,8–14,5 %.

Применение мелкой плоскорезной обработки как в посевах пшеницы, так и в посевах рапса в течение трехлетних исследований способствовало увеличению уреазной активности почвы. При технологии No-Till в посевах пшеницы уреазная активность была слабой и составляла 2,8 мг  $\text{NH}_3/10$  г почвы. В посевах рапса при традиционной технологии активность фермента уреазы снижалась до 3,14 мг  $\text{NH}_3/10$  г почвы.

#### *Микробная биомасса*

Проведенные трехлетние исследования показали, что наибольшее содержание микробной биомассы (ПМБ) содержалось в плодосменном севообороте в посевах пшеницы, возделываемой по минимальной технологии 1 (68,1 мг С/кг почвы), меньшее количество ПМБ — при традиционной технологии (47,3 мг С/кг почвы). Отмечается и дифференциация микробной биомассы по слоям почвенного горизонта. В посевах пшеницы ее концентрация увеличивалась с глубиной, достигая максимума в нижнем горизонте (20–30 см) по всем технологиям возделывания.

В посевах рапса накопление углерода микробной биомассы было значительно ниже и варьировало от 69,8 мг С/кг почвы при минимальной технологии 2 (щелевание) до 115,9 мг С/кг почвы при технологии No-Till. Не было выявлено четкой закономерности по распределению ПМБ по почвенному профилю в зависимости от технологии возделывания.

В весенний период в посевах пшеницы и рапса количество микробной биомассы значительно превалировало в сравнении с осенним периодом, что обусловлено затуханием микробиологических процессов.

Корреляционный анализ не выявил четкой зависимости содержания ПМБ от ферментативной активности.

В целом, можно отметить, что в плодосменном севообороте в посевах пшеницы, возделываемой по минимальной технологии 1, содержалось наибольшее количество микробной биомассы (68,1 мг С/кг почвы), меньшее — при традиционной технологии (47,3 мг С/кг почвы). В посевах рапса накопление углерода микробной биомассы было значительно ниже при минимальной технологии 2 (щелевание) (69,8 С мг/кг почвы), а при технологии No-Till оно достигало 115,9 мг С/кг почвы.

#### *Целлюлозолитическая активность почвы*

Показателем общей биологической активности является деятельность целлюлозолитических микроорганизмов, которая определяется степенью распада и убыли сухой массы льняной ткани в почве за определенный период времени. Значительное влияние на скорость распада клетчатки оказывает наличие легкодоступного азота, что позволяет судить о мобилизационных процессах, происходящих в почве [22].

По результатам трехлетних исследований было установлено, что распад клетчатки в посевах пшеницы и рапса соответствовал среднему уровню. Более интенсивно он протекал в посевах рапса и в среднем в слое 0–30 см составлял от 28,45 до 53,4 %. В посевах пшеницы разложение клетчатки было несколько ниже — 27,3–41,3 %.

В условиях 2015 г. как в посевах пшеницы, так и в посевах рапса распад целлюлозы протекал слабее в сравнении с 2016 и 2017 гг. (рис. 4, 5).

Следует отметить, что разложение клетчатки было неравномерным по горизонту почвенного профиля и более интенсивное разложение наблюдалось в слое 20–30 см, независимо от года исследования, культуры и технологии возделывания.

При обобщении полученных данных можно отметить, что в посевах пшеницы при минимальной технологии 1 более эффективно клетчатка разлагалась в слое 10–20 см (37,3 %), а в остальных вариантах — в слое 20–30 см.

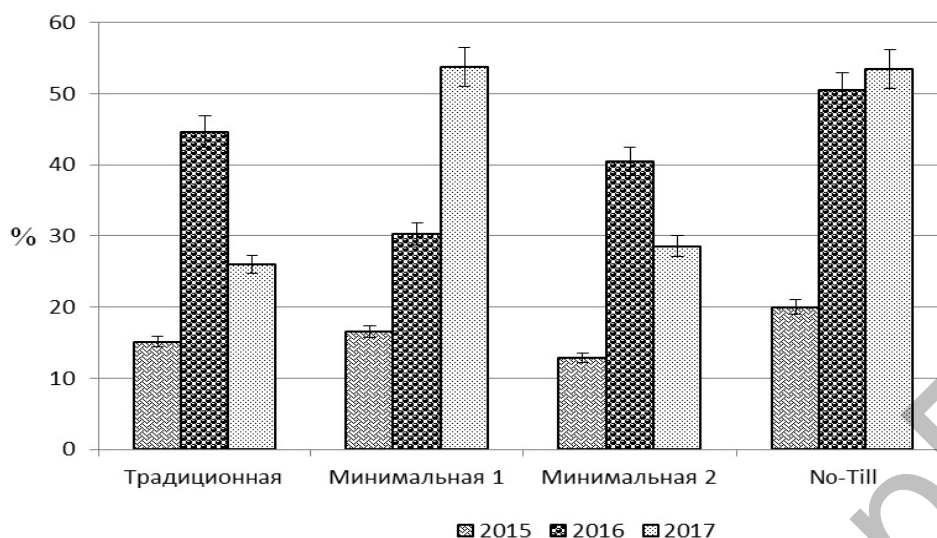


Рисунок 4. Интенсивность разложения целлюлозы (%) в посевах пшеницы в зависимости от технологии возделывания в плодосменном севообороте в слое 0–30 см

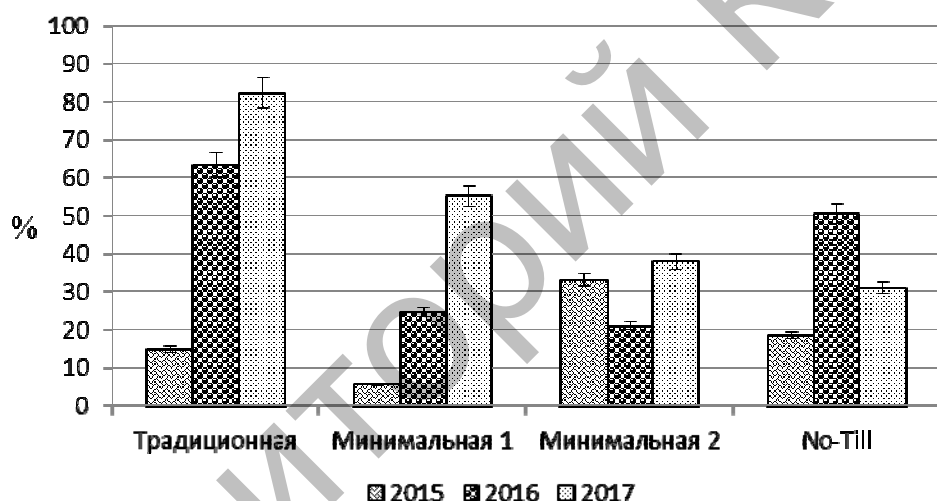


Рисунок 5. Интенсивность разложения целлюлозы (%) в посевах рапса в зависимости от технологии возделывания в плодосменном севообороте в слое 0–30 см

В посевах рапса более интенсивный распад клетчатки протекал при минимальной 1 и нулевой технологиях в слое 0–10 см, а при традиционной и минимальной 2 технологиях — в слое 20–30 см. Проведенный корреляционный анализ не выявил четкой зависимости влияния таких показателей, как влажность, микробная биомасса на интенсивность распада клетчатки. Установленная обратная коррелятивная связь средней степени между распадом клетчатки и уреазной активностью ( $r = -0,50 \pm 0,50$ ) не являлась существенной.

Резюмируя изложенное выше, можно заключить, что на интенсивность распада клетчатки в посевах пшеницы и рапса непосредственное влияние оказывают технологии возделывания. По данным многолетних наблюдений в посевах пшеницы активный процесс разложения целлюлозы наблюдался при технологии No-Till (41,3 %), а в посевах рапса — при традиционной технологии (53,4 %).

#### Заключение

Исходя из полученных данных по эмиссии углекислоты в посевах пшеницы и рапса при разных уровнях технологии возделывания, было установлено, что обработка почвы оказывает непосредственное влияние на процессы дыхания почвы. Активное продуцирование углекислоты отмечалось на варианте с минимальной и нулевой технологией, независимо от культуры.

Накопление уреазы было максимальным в верхнем почвенном горизонте (0–10 см), независимо от культуры и технологии ее возделывания. К концу ротации культур уреазная активность значительно увеличивалась. В посевах рапса активность фермента уреазы была значительно выше, чем в посевах пшеницы (на 10,8–14,5 %). Применение минимальной технологии 1 (мелкой плоскорезной обработки) как в посевах пшеницы, так и в посевах рапса способствовало увеличению уреазной активности почвы. При технологии No-Till в посевах пшеницы уреазная активность была слабой и составляла 2,8 мг NH<sub>3</sub>/10 г почвы. При традиционной технологии в посевах рапса наблюдалось снижение активности уреазы до 3,14 мг NH<sub>3</sub>/10 г почвы.

В плодосменном севообороте наибольшее количество микробной биомассы (68,1 мг С/кг почвы) содержалось в посевах пшеницы, возделываемой по минимальной технологии 1, меньшее — при традиционной технологии (47,3 мг С/кг почвы). В посевах рапса высокое накопление углерода микробной биомассы (115,9 мг С/кг почвы) было отмечено при технологии No-Till, значительно ниже (69,8 мг С/кг почвы) при применении щелевания (минимальной технологии 2).

На интенсивность распада клетчатки в посевах пшеницы и рапса непосредственное влияние оказывают технологии возделывания. По данным многолетних наблюдений в посевах пшеницы активный процесс разложения целлюлозы наблюдался при технологии No-Till (41,3 %), а в посевах рапса — при традиционной технологии (53,4 %).

### Список литературы

- 1 Дорожко Г.Р. Адаптивные энерго- и почвосберегающие технологии возделывания полевых культур / Г.Р. Дорожко, О.И. Власова, А.И. Тивиков // Экология и устойчивое развитие сельской местности: материалы междунар. науч.-практ. конф. (19–21 марта 2012 г.). — Ставрополь: Ставропольское изд-во «Параграф», 2012. — С. 91–95.
- 2 Коржов С.И. Влияние обработки почвы на биологические процессы / С.И. Коржов // Вестн. Воронежского гос. аграрн. ун-та. — 2010. — № 3. — С. 14–17.
- 3 Лицуков С.Д. Микробиологическая активность почвы при различных системах земледелия / С.Д. Лицуков, А.И. Титовская, А.В. Акинчин, А.Н. Сегидин // Вестн. Курской гос. с.-хоз. академии. — 2013. — № 8. — С. 1–3.
- 4 Вальков В.Ф. Методология исследования биологической активности почв (на примере Северного Кавказа) / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников // Научная мысль Кавказа: науч. и обществ.-теор. журн. — 1999. — № 1(17). — С. 18–25.
- 5 Куприченко М.Т. Ферменты в почвах Предкавказья: монография / М.Т. Куприченко, Т.Н. Антонова. — Ставропольский НИИСХ. — Ставрополь: АГРУС, 2010. — 192 с.
- 6 Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв / Ф.Х. Хазиев. — М., 1976. — 180 с.
- 7 Ларионова А.А. Годовая эмиссия CO<sub>2</sub> из серых лесных почв Южного Подмосковья / А.А. Ларионова, Л.Н. Розанова, Т.С. Дёмкина, И.В. Евдокимов, С.А. Благодатский // Почвоведение. — 2001. — № 1. — С. 72–80.
- 8 Полянская Л.М. Содержание и структура микробной биомассы как показатель экологического состояния / Л.М. Полянская, Д.Г. Звягинцев // Почвоведение. — 2005. — № 6. — С. 706–714.
- 9 Guilherme M.C. Shifts in microbial community composition and physiological profiles across a gradient of induced soil degradation / M.C. Guilherme, M.F. Fernandes, D.D. Myrold, P.J. Bottomley // Soil biology & biochemistry. — 2009. — Vol. 73, No. 4. — P. 1327–1334.
- 10 Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения: учебник для вузов / В.В. Добровольский. — М.: ВЛАДОС, 1999. — 384 с.
- 11 Brooks P. The soil microbial biomass: concept, measurement and applications in soil ecosystem research / P. Brooks // Microb. and Environ. — 2001. — Vol. 16, No. 3. — P. 131–140.
- 12 Щур А.В. Биологическая активность почвы как показатель эффективного плодородия при различных способах обработки почвы и видах удобрений [Электронный ресурс] / А.В. Щур, В.П. Валько, О.В. Валько. — 2013. — С. 195. — Режим доступа: [http://izdenister.kaznau.kz/files/parts/2014\\_4/2014\\_4\\_40.pdf](http://izdenister.kaznau.kz/files/parts/2014_4/2014_4_40.pdf).
- 13 Lupwoyi N.Z. Soil microbial biomass and carbon dioxide flux under wheat as influenced by tillage and crop rotation / N.Z. Lupwoyi, W.A. Rica, G.W. Clayton // Can. J. Soil. — 1999. — Vol. 79, No. 2. — P. 273–280.
- 14 Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. — М.: Изд. МГУ, 1991. — 302 с.
- 15 Мирчинк Т.Г. Современные подходы к оценке биомассы и продуктивности грибов и бактерий в почве / Т.Г. Мирчинк, Н.С. Паников // Успехи микробиологии. — 1985. — Т. 20. — С. 198–226.
- 16 Минеев В.Г. Практикум по агрохимии / В.Г. Минеев. — М.: Изд. МГУ, 2001. — 689 с.
- 17 Казеев К.Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков. — Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 2003. — 216 с.
- 18 Федорец Н.Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н.Г. Федорец, М.В. Медведева. — Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. — 84 с.
- 19 Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.

20 Мазиров И.М. Влияние сельскохозяйственных культур и технологий обработки почвы на почвенные потоки углекислого газа в агроэкосистемах в условиях Московского региона / И.М. Мазиров, Б.Н. Боротов, А.С. Щепелева, П.К. Глушков, М.М. Визирская // Почвоведение — продовольственной и экологической безопасности страны: тезисы докл. VII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Всерос. с междунар. участием науч. конф. (Белгород, 15–22 августа 2016 г.). — Белгород: Изд. дом «Белгород», 2016. — С. 41–42.

21 Непомилуев В.Ф. О биохимической активности дерново-подзолистых почв / В.Ф. Непомилуев, М.А. Козырев // Изв. Тимирязевск. с.-хоз. академии. — М., 1970. — № 21. — С. 162–167.

22 Мишустин Е.Н. Аппликационные методы в почвенной микробиологии / Е.Н. Мишустин, И.С. Востров. — Киев: Урожай, 1971. — С. 3–12.

И.В. Рукавицина, Г.Н. Чуркина, К.К. Кунанбаев

### **Солтүстік Қазақстанның жағдайында бидай мен рапсты өңдеу технологиясына байланысты қара топырақтың биологиялық белсенділігін бағалау**

Өсіру технологиясын сақтамай топырақ ресурстарын қарқынды пайдалану, агроценоздардың өнімділігін төмендетуге әкеледі. Мақалада қаратопырақты жердің биологиялық белсенділігі туралы эксперименттік зерттеулер көрсетілген. Дәстүрлі, ең төменгі және нөлдік технологиясымен бидай мен рапс өсіру бойынша микробиологиялық белсенділікке топырақты өңдеудің әсері: көміртек диоксиді, уреазы белсенділігі, микробтық биомасса құрамы мен целлюлозалық қарқындылығы параметрлер арқылы анықталды. Дала сынақтары «А.И. Бараев атындағы Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС-нің көпжылдық стационарларында өткізілді. Дала эксперименттерін, сынамаларды іріктеу және микробиологиялық талдауды жалпыға бірдей қабылданған әдістермен жүзеге асыру жүргізілді. Топырақты өңдеу уреазы белсенділігіне айтарлықтай әсер етеді және өсіру мәдениетіне қарамастан, оның жоғарғы топырақтың көкжиегінде жинақталуына әкеледі. Микробтық биомассаның ең көп жинақталуы раптағы No-Till технологиясымен жүзеге асырылды. Көмірқышқыл газының қарқынды шығарылуы өсіру мәдениетіне қарамастан, нөлдік және минималды өңдеумен өтеді. Рапс және бидай өсіру технологиясы топырақ микроағзаларының целлюлозалық белсенділігіне айтарлықтай ықпал етеді және целлюлозаның қарқынды ыдырауына әкеледі.

*Кілт сөздер:* топырақты өңдеу, өсіру технологиясы, оңтүстік карбонатты қаратопырақтар, көмірқышқыл эмитсиясы, уреазы белсенділік, целлюлозды белсенділік, микробтық биомасса.

I.V. Rukavitsina, G.N. Churkina, K.K. Kunanbayev

### **Assessment of the biological activity of chernozem soils, depending on the technologies of cultivation of wheat and rape in the conditions of Northern Kazakhstan**

Intensive use of soil resources without observing the technology of cultivation leads to a decrease in the productivity of agrocenoses. The article presents experimental studies on the biological activity of chernozem soil. The intensity of carbon dioxide emission, urease activity, microbial biomass content and cellulolytic activity were determined as parameters characterizing the effect of soil treatments on microbiological activity, depending on the traditional, minimal and zero technology of cultivation of wheat and rape. Field tests were carried out at the multi-year field hospitals of the Scientific and Production Center of Grain Farm named after Yu. A.I. Barayev». The tabulation of field experiments, sampling and microbiological analysis was carried out by generally accepted methods. It is shown that soil treatment has a significant effect on urease activity and leads to its accumulation in the upper soil horizon regardless of the cultivation culture. The highest accumulation of microbial biomass occurs with No-Till technology in rapeseeds. Intensive release of carbon dioxide occurs with zero and minimal tillage, regardless of the cultivation culture. The technology of rapeseed and wheat cultivation has a significant effect on the cellulolytic activity of soil microorganisms and leads to an intensive decay of cellulose.

*Keywords:* soil cultivation, cultivation technology, southern carbonate chernozems, carbon dioxide emission, urease activity, cellulolytic activity, microbial biomass.



## References

- 1 Dorozhko, G.R., Vlasova, O.I., & Tivikov, A.I. (2012). Adaptivnye enerho- i pochvosberehaiushchie tekhnologii vozdel'nyaniia polevykh kultur [Adaptive energy- and soil-saving technologies for cultivation of field crops]. Proceedings from Ecology and sustainable development of rural areas. *Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia (19–21 marta 2012 hoda) — International scientific and practical conference* (pp. 91–95). Stavropol: Stavropolskoe izdatel'stvo «Paragraf» [in Russian].
- 2 Korzhov, S.I. (2010). Vliianie obrabotki pochvy na biolohicheskie protsessy [Effect of soil cultivation on biological processes]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo ahrarnogo universiteta. — Bulletin of Voronezh State Agrarian University*, 3, 14–17 [in Russian].
- 3 Litsukov, S.D., Titovskaya, A.I., Akinchin, A.V., & Segidin, A.N. (2013). Mikrobiolohicheskaia aktivnost pochvy pri razlichnykh sistemakh zemledeliia [Microbiological activity of soil under different farming systems]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii — Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 8, 1–3 [in Russian].
- 4 Valkov, V.F., Kazeev, K.Sh., & Kolesnikov, S.I. (1999). Metodolohiia issledovaniia biolohicheskoi aktivnosti pochv (na primere Severnogo Kavkaza) [Methodology of the study of biological activity of soils (on the example of the North Caucasus)]. *Nauchnaia mysl Kavkaza: Nauchnyi i obshchestvenno-teoreticheskii zhurnal — Scientific thought of the Caucasus: Scientific and socio-theoretical journal*, 1(17), 18–25 [in Russian].
- 5 Kuprichenkov, M.T., & Antonova, T.N. (2010). *Fermenty v pochvakh Predkavkazia [Enzymes in soils of Ciscaucasia]*. Stavropol: AGRUS [in Russian].
- 6 Khaziev, F.H. (1976). *Fermentativnaia aktivnost pochv [Enzymatic activity of soils]*. Moscow [in Russian].
- 7 Larionova, A.A., Rozanova, T.S., Demkina, I.V., & Evdokimov, S.A. (2001). Hodovaia emissiia CO<sub>2</sub> iz serykh lesnykh pochv Yuzhnogo Podmoskovia [Annual CO<sub>2</sub> emission from gray forest soils of Southern Moscow Region]. *Pochvovedenie — Soil Science*, 1, 72–80 [in Russian].
- 8 Polianskaia, L.M., & Zviagintsev, D.G. (2005). Soderzhanie i struktura mikrobnoi biomassy kak pokazatel ekolohicheskogo sostoianiia [The content and structure of microbial biomass as an indicator of the ecological state]. *Pochvovedenie — Soil Science*, 6, 706–714 [in Russian].
- 9 Guilherme, M.S., Fernandes, M.F., David D. & Myrold Peter J. Botto. (2009) Shifts in microbial community composition and physiological profiles across a gradient of induced soil degradation. *Soil biology & biochemistry*, 73, 4, 1327–1334.
- 10 Dobrovolskii, V.V. (1999). *Geografiia pochv s osnovami pochvovedeniia [Geography of soils with the basics of soil science]*. M.: VLADOS [in Russian].
- 11 Brooks, P. (2001). The soil microbial biomass: concept, measurement and applications in soil ecosystem research. *Microb. And Environ.*, 16, 3, 131–140.
- 12 Shchur, A.V., Valko, V.P., & Valko, O.V. (2013). Biolohicheskaia aktivnost pochvy kak pokazatel effektivnogo plodorodiia pri razlichnykh sposobakh obrabotki pochvy i vidakh udobrenii [Biological activity of soil as an indicator of effective fertility with different methods of soil cultivation and types of fertilizers] Retrieved from *izdenister.kaznau.kz* [http://izdenister.kaznau.kz/files/parts/2014\\_4/2014\\_4\\_40.pdf](http://izdenister.kaznau.kz/files/parts/2014_4/2014_4_40.pdf) [in Russian].
- 13 Lupwoyi, N.Z., Rica W.A., & Clayton G.W. (1999). Soil microbial biomass and carbon dioxide flux under wheat as influenced by tillage and crop rotation. *Can. J. Soil*, 79, 273–280.
- 14 Zviagintsev, D.G. (Eds.). (1991). *Metody pochvennoi mikrobiologii i biokhimii [Methods of soil microbiology and biochemistry]*. Moscow: MGU Publ. [in Russian].
- 15 Mirchink, T.G., & Panikov, N.S. (1985). Sovremennye podkhody k otsenke biomassy i produktivnosti hribov i bakterii v pochve [Modern approaches to the assessment of biomass and productivity of fungi and bacteria in soil]. *Uspekhi mikrobiologii — The successes of microbiology*, 20, 198–226 [in Russian].
- 16 Mineev, V.G. (2001). *Praktikum po ahrokhimii [Workshop on agrochemistry]*. Moscow: MSU Publ. [in Russian].
- 17 Kazeev, K.Sh., Kolesnikov, S.I., & Valkov, V.F. (2003). *Biolohicheskaia diahnostika i indikatsiia pochv: metodolohiia i metody issledovaniia [Biological diagnostics and soil indication: methodology and methods of research]*. Rostov-on-Don: RSU Publ. [in Russian].
- 18 Fedorets, N.G., & Medvedeva, M.V. (2009). *Metodika issledovaniia pochv urbanizirovannykh territorii [Method for studying soils in urban areas]*. Petrozavodsk: Karelskii nauchnyi tsentr RAN [in Russian].
- 19 Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia) [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]*. Moscow: Agropromizdat [in Russian].
- 20 Mazirov, I.M., Borotov, B.N., Shchepeleva, A.S., Glushkov, P.K., & Vizirskaia, M.M. (2016). Vliianie selskokhoziaistvennykh kultur i tekhnologii obrabotki pochvy na pochvennye potoki uhlekisloho haza v ahroekosistemakh v usloviakh Moskovskogo rehiona [Influence of agricultural crops and technologies of soil cultivation on soil carbon dioxide flows in agroecosystems in the conditions of the Moscow region]. Abstracts of the Soil science — food and ecological security of the country: VII sez'd Obshchestva pochvovedov im. V.V. Dokuchaeva i Vserossiiskoi s mezhdunarodnym uchastiem nauchnoi konferentsii (15–22 avgusta 2016 hoda) — VII Congress of the Soil Science Society named after V.V. Dokuchaev and the All-Russian International Scientific Conference (2016, August, 15–22). (pp. 41–42). Belgorod: Izdatelskii dom «Belgorod» [in Russian].
- 21 Nepomiluev, V.F., & Kozyrev, M.A. (1970). O biokhimicheskoi aktivnosti dernovo-podzolistykh pochv [On the biochemical activity of sod-podzolic soils]. *Izvestiia Timiriachevskoi selskokhoziaistvennoi akademii — News of Timiryazev Academy of Agricultural Academy*, 21, 162–167 [in Russian].
- 22 Mishustin, E.N., & Vostrov, I.S. (1971). *Applikatsionnye metody v pochvennoi mikrobiologii [Applied methods in soil microbiology]*. Kiev: Urozhai [in Russian].