

# НЕКОТОРЫЕ БИОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ СОЛОМЫ

*Н. В. Безлер, д.с.-х.н., И. В. Черепухина, ВНИИ сахарной свеклы и сахара им. А. Л. Мазлумова*

Изучено влияние аборигенного штамма микромицета-целлюлозолитика, выделенного из чернозема выщелоченного, на ускоренное разложение соломы ячменя. При интродукции в свойственную ему среду он активизирует жизнедеятельность микрофлоры почвы, которая вызывает повышение активности почвенных ферментов, сопряженных с круговоротом и трансформацией азота и фосфора. В результате происходит накопление элементов питания в доступной для растений форме, что способствует поддержанию и повышению эффективного плодородия почвы.

**Ключевые слова:** разложение соломы ячменя, микромицет-целлюлозолитик, ферментативная активность почвы, накопление элементов питания, эффективное плодородие.

В настоящее время в Воронежской области солому как нетоварную часть зерновых колосовых культур не используют. Излишки ее составляют от 2 до 3,5 млн т [5,10]. Использование такого объема соломы может обеспечить ежегодное восполнение запасов органического вещества в пахотных почвах [11]. Известно, что при внесении 4 т/га соломы в почву поступает около 1800 кг углерода, 20 азота, 8 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 36 кг K<sub>2</sub>O [9]. Для поддержания естественного плодородия в агрофитоценозах зернопаропропашных севооборотов можно использовать солому зерновых культур.

Однако отношение углерода к азоту в соломе очень широкое – C:N – 70-90:1, что замедляет скорость ее разложения. Поэтому на начальных этапах ее деструкции происходит иммобилизация азота почвы, кроме того могут накапливаться токсичные для растений вещества [6,8].

Предотвратить негативные последствия заделки соломы можно с помощью микромицетов-целлюлозолитиков и дополнительных компонентов для активизации их жизнедеятельности. Установлено, что в зонах недостаточного увлажнения их использование способствует ускорению разложения соломы на 75% [2].

Цель исследований - изучить деструкцию соломы ячменя под воздействием микромицета-целлюлозолитика.

**Методика.** Полевой опыт был заложен в 2009 г. в зернопаропропашном севообороте ВНИИСС. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный тяжелосуглинистый. Почвенные образцы отбирали в пару в 2009-2011 гг. (после заделки соломы ячменя), в посевах озимой пшеницы в 2010-2011 гг. и в посевах сахарной свеклы в 2011 г. (последствие деструкции соломы). Численность почвенных микроорганизмов учитывали методом посева почвенной суспензии на элективные питательные среды [7,12]. Ферментативную активность почвы определяли по классическим методикам [13], содержание щелочногидролизуемого азота – по методу Корнфилда, подвижного фосфора – по Чирикову [1].

**Результаты и их обсуждение.** Сопряженное изучение микробиологических и биохимических процессов, происходящих в почвах, позволяет сделать выводы о скорости, направленности и глубине протекания биологических процессов трансформации органических веществ [4].

Главными разрушителями целлюлозы в почве, из которой на 70% состоит солома зерновых культур, являются целлюлолитические микроорганизмы. Их численность в черноземе невелика, интродукция микромицета-целлюлозолитика с азотом и питательной добавкой (ПК) способствовала увеличению в паре численности целлюлозоразрушающей микрофлоры. В течение трех сроков наблюдения их количество возрастало от 2,66 – в мае до 4,04 – в июле и до 4,60 – в сентябре, что выше контроля, соответственно, на 0,17; 2,33 и 1,85 млн КОЕ в 1 г абсолютно сухой почвы (а.с.п.) (рис. 1).

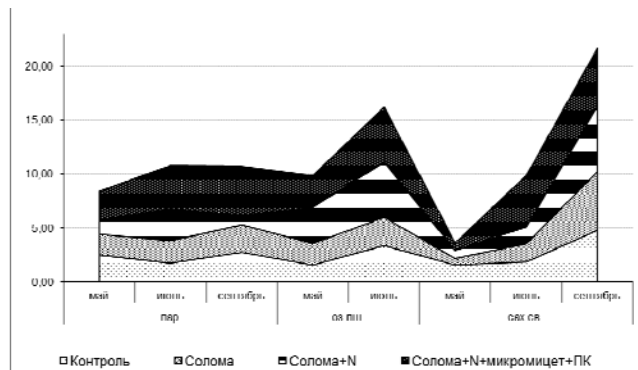


Рис. 1. Динамика численности целлюлозолитических микроорганизмов

Весной в посевах озимой пшеницы численность целлюлозолитиков при внесении соломы с азотом, микромицетом-целлюлозолитиком и ПК была ниже, чем при использовании соломы и азота на 0,49 млн КОЕ в 1 г а.с.п., что свидетельствует об истощении субстрата к этому моменту, а значит и о более активном разложении соломы под воздействием специализированного микроорганизма. Летом их количество было практически на одном уровне: 5,10 и 5,09 млн КОЕ в 1 г а.с.п.

В посевах сахарной свеклы (на третий год разложения соломы ячменя) наибольшее значение численности целлюлозоразрушающей микрофлоры отмечено в июле – 4,79 млн КОЕ в 1 г а.с.п. при совместном использовании соломы и микромицета-целлюлозолитика, что на 2,97 больше, чем на контроле, и на 3,07 млн КОЕ в 1 г а.с.п., чем при использовании соломы без дополнительных компонентов. Это объясняется поступившими пожнивными остатками после уборки предшествующей озимой пшеницы. Привнесенный субстрат способствует восстановлению активности покоящихся форм целлюлозолитиков.

Биологически зафиксированный азот в процессе жизнедеятельности бактерий, грибов, растений и т.д. поступает в почву в виде различных органических соединений, в трансформации которых на определенном этапе принимают участие уреазы. Они катализируют гидролиз мочевины до аммиака и диоксида углерода [3].

Результаты исследований показали, что использование соломы с микромицетом-целлюлозолитиком привело к повышению уреазной активности почвы в паре к концу вегетационного периода. В мае она составила 2,07, в июле отмечено снижение до 1,68, а в сентябре – увеличение активности фермента до 2,20 мг NH<sub>3</sub> в 1 г почвы за 24 ч (рис.2).

Последствие разложения соломы ячменя с дополнительными компонентами также положительно сказывается на уреазной активности почвы. В мае в посевах озимой пшеницы значение этого показателя превысило контроль на 1,00 мг, а в июле – на 1,45 мг NH<sub>3</sub> в 1 г а.с.п. за 24 ч.

Под сахарной свеклой в мае активность уреазы достигла высоких значений при заделке соломы ячменя с микромицетом-целлюлозолитиком – 5,00 мг NH<sub>3</sub> в 1 г почвы за 24 ч, что выше, чем при использовании соломы без дополнительных компонентов в 1,8 раза. В июле произошло общее снижение уреазной активности (с 4,00 до 1,50 мг на контроле, и с 5,00 до 1,75 мг NH<sub>3</sub> в 1 г почвы за 24 ч – при внесении соломы с микромицетом-целлюлозолитиком). В сентябре заделка соломы с азотом способствовала росту активности фермента до 5,75 мг, а с микромицетом и дополнительными компонентами – 4,50 мг NH<sub>3</sub> в 1 г почвы за 24 ч. Это косвенно свидетельствует об ускорении деструкции соломы в последнем случае,

так как субстрат и продукты его полураспада были использованы диазотрофами в более ранний период.

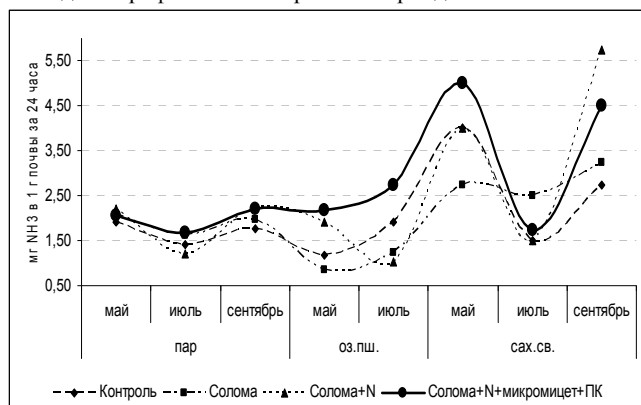


Рис. 2. Динамика уреазной активности почвы

Таким образом, заплата соломы ячменя с микробицетом-целлюлолитиком, азотом и питательной добавкой способствовала увеличению численности микроорганизмов, принимающих участие в трансформации органических соединений азота, что на второй и третий год исследований содействовало повышению уреазной активности и, в конечном итоге, сказалось на накоплении щелочногидролизующего азота. Содержание его в почве характеризует потенциальные запасы азота в доступной для растений форме [14].

В паровом звене севооборота заплата соломы ячменя с микробицетом-целлюлолитиком, азотом и ПК способствовала накоплению щелочногидролизующего азота: его содержание в почве в сентябре увеличилось на 3,0 мг/кг. Использование соломы ячменя без дополнительных компонентов вызвало снижение содержания этой формы азота (весной на 6,8 мг/кг, в июле – на 1,2, в октябре – на 3,9 мг/кг относительно контроля), что происходит из-за его иммобилизации в процессе деструкции соломы (рис.3).

Отмечено, что в посевах озимой пшеницы запасы щелочногидролизующего азота ниже, чем в пару, что связано с выносом его формирующимся урожаем культуры. Однако последствие разложения соломы ячменя при использовании специализированного микробицета и дополнительных компонентов также положительно сказывалось на накоплении доступной для растений формы азота. Так, в мае его количество превышало контроль на 14,2%, а в июле – на 18,0%.

На третий год разложения соломы в посевах сахарной свеклы при использовании минерального азота содержание щелочногидролизующей формы в весенний и осенний периоды было практически на одном уровне, как и при использовании соломы с дополнительными компонентами. А в июле наблюдалось увеличение количества подвижной формы азота до 74,3 мг/кг, что на 8,2 мг/кг выше, чем при заплата соломы без каких-либо дополнительных компонентов. Это происходит, по-видимому, за счет повышения общей численности диазотрофов в этот период (коэффициент корреляции 0,86).

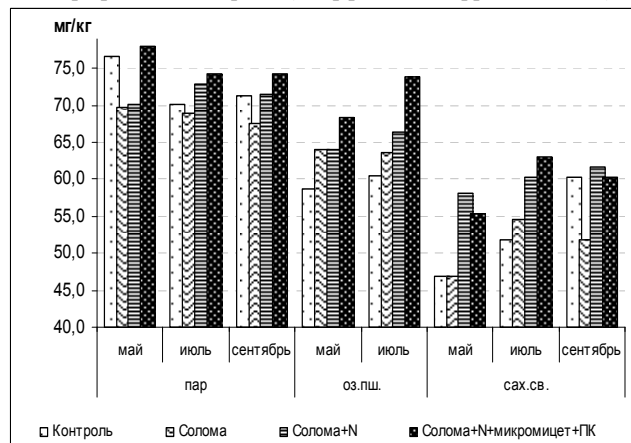


Рис. 3. Динамика содержания щелочногидролизующего азота в почве

Для формирования оптимального фона фосфорного питания большое значение имеет фермент фосфатаза. Она катализирует процессы минерализации органофосфатов и продуцируется в почву, в основном, в процессе жизнедеятельности фосфобактерий. Её активность характеризует обеспеченность растений доступным фосфором.

Внесение соломы ячменя совместно с микробицетом-целлюлолитиком, азотным удобрением и питательной добавкой способствовало повышению фосфатазной активности в пару в мае до 3,6, что на 30% превышает контроль и на 21,4% внесение соломы (рис. 4).

Исследованиями подтверждены общая закономерность близости динамики активности фермента к динамике численности фосфобактерий и обратно пропорциональная зависимость по содержанию фосфора (коэффициент корреляции - 0,55). Выявлено, что наиболее благоприятный режим фосфорного питания складывается при добавлении микробицета-целлюлолитика к соломе ячменя. Содержание фосфора в пахотной почве увеличивалось в среднем на 3,0 мг/100 г почвы, что связано с активизацией почвенной микрофлоры. На следующий год произошло его снижение в связи с использованием культурой, что, в конечном итоге, выразилось в повышении продуктивности озимой пшеницы и сахарной свеклы.

Таким образом, заплата в пару соломы ячменя с микробицетом-целлюлолитиком, азотом и питательной добавкой способствовала увеличению в почве (под покровом озимой пшеницы и на следующий год в посевах сахарной свеклы) численности микроорганизмов, принимающих участие в трансформации органических соединений азота и фосфора. Это привело к повышению активности соответствующих ферментов и накоплению элементов питания в доступной для растений форме, что благоприятствовало поддержанию эффективного плодородия почвы.

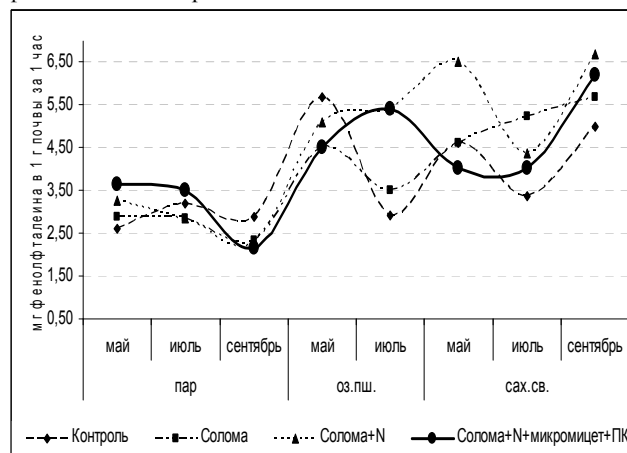


Рис. 4. Динамика фосфатазной активности почвы

#### Литература

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: МГУ, 1970. – 487 с.
2. Безлер Н. В., Колесникова М. В. Разложение соломы озимой с помощью микробицетов-целлюлолитиков // Биологические препараты. Сельское хозяйство. Экология: Практика применения (под ред. П. А. Кожевина). – М.: ООС «ЭК Кооперация», 2008. – С. 296.
3. Галстян А. Ш., Симонян Г. Н. Изучение ферментативной активности эродированных почв // Биологический журнал Армении. – 1980. – Т.33, №10. – С. 1105-1111.
4. Гельцер Ю. Г. Показатели биологической активности в почвенных исследованиях // Почвоведение. – 1990. – №9. – С. 47-59.
5. Дедов А. В. Воспроизводство органического вещества почвы в земледелии ЦЧР// Автореф. дис. ... док. с-х. н. – Воронеж, 2000. – 40 с.
6. Лобков В. Т. Почвоутомление при выращивании полевых культур. – М.: Колос, 1994. – 112 с.
7. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 243 с.
8. Мишустин Е. Н. Использование соломы в качестве удобрения // Почвоведение. – 1971. – №8. – С. 49-54.
9. Пшибельский В. В., Гаврилюк М. С. Солома озимых культур как органическое удобрение в свекловичном севообороте // Использование соломы как органического удобрения. – 1980. – С. 186-192.
10. Об утверждении рекомендаций по утилизации пожнивных

остатков и соломы: Приказ Управления по экологии и природопользованию Воронежской области от 12.03.2007 № 132. 11. Русакова И. В., Еськов А. И. Оценка влияния длительного применения соломы на воспроизводство органического вещества дерново-подзолистой почвы // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. –

2011. – №5. – С. 28-31. 12. Tenner E. 3. Практикум по микробиологии. – М.: Дрофа, 2004. – 255 с. 13. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука, 2003. – 189 с. 14. Щербаков А. П., Рудай И. Д. Плодородие почв, круговорот и баланс питательных веществ. – М.: Колос, 1983. – 189 с.

#### **SOME BIOCATALYTIC PROCESSES OF EFFECTIVE FERTILITY FORMATION AT THE USE OF BARLEY STRAW AS AN ORGANIC FERTILIZER**

***N.V. Bezler, I.V. Cherepukhina***

***Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar VNIIS, Ramon' raion, Voronezh oblast, 396030 Russia***

***E-mail: icherepukhina@gmail.com***

*The effect of an indigenous strain of cellulolytic micromycete isolated from leached chernozem on the accelerated decomposition of barley straw was studied. When introduced to its peculiar environment, it promoted the vital functions of soil microflora, which increased the activity of soil enzymes associated with nitrogen and phosphorus cycles. This resulted in the accumulation of plant-available nutrients, which contributed to the maintenance and increase of effective soil fertility.*

*Keywords: decomposition of barley straw, cellulolytic micromycete, soil enzyme activity, accumulation of nutrients, effective fertility.*