

10. Rokka V. M., Pietilä L., Pehu E. Enhanced production of dihaploid lines via anther culture of tetraploid potato (*Solanum tuberosum* L. ssp *tuberosum*) lines // Amer. Potato J. 1996. Vol. 73. P. 1–12.
11. Mix G. Production of dihaploid plantlets from anthers of autotetraploid genotypes of *Solanum tuberosum* // Potato Res. 1983. Vol. 26, N 1. P. 63–67.
12. Johansson L. B. Increasing induction of embryogenesis and regeneration in anther cultures of *Solanum tuberosum* L. // Potato Res. 1988. Vol. 31. P. 145–149.
13. Snider K. T., Veilleux E. Factors affecting variability in anther culture and in conversion of androgenic embryos of *Solanum phureja* // Plant Cell Tissue Organ Cult. 1994. Vol. 36. P. 345–354.
14. Фёдоров А.А. Жизнь растений в шести томах. Том 5. Часть 1. Цветковые растения / Под ред. А. Л. Тахтаджяна. – М.: Просвещение, 1980. 430 с.
15. Dunwell J.M., Sunderland N. Anther culture of *Solanum tuberosum* L. // Euphytica. 1973. Vol. 22. Pp. 317–323.
16. Физиология растений: Учебник для студентов вузов / Под ред. Ермакова И.П.. М.: Издательский центр «Академия». 2005. 640 с.
17. Сельдимирова О.А., Круглова Н.Н. Формирование полиэмбрионидов в культуре *in vitro* как этап биотехнологии клонирования пшеницы // Известия Уфимского научного центра РАН. 2014. № 1. С. 22–26.
18. Rihova L., Tupy J. Manipulation of division symmetry and developmental fate in cultures of potato microspores // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 1999. Vol. 59. P. 135–145.

PLOWING OF CEREALS STRAW WITH *HUMICOLA FUSCOATRA* AS A METHOD OF MAINTAINING EFFECTIVE SOIL FERTILITY

Cherepukhina I. V.,

The A. L. Mazlumov All-Russian research institute of sugar beet and sugar
Voronezh State University

Bezler N. V.,

The A. L. Mazlumov All-Russian research institute of sugar beet and sugar

Kumitskij D. A.

Voronezh State University

Abstracts. As a result of the research it was found that the use of cellulolytic micromycete *Humicola fuscoatra* when plowing barley straw contributes to an increase in the microbiological and biochemical activity of the soil, which is confirmed by the calculated index (integral indicator of the soil biological state). During four years of the experiment this method influence a multifunctional positive effect on the microbiological and biochemical properties of the soil, which contributes to an increase in the effective and potential fertility and, as a result, in the productivity of the crops of the grain-fallow-crop rotation. The yield of winter wheat was 27.5 c/ha, which is higher by 2.4 c/ha of control and by 6.2 c/ha relative to the use of one straw. The yield increase of sugar beet was 8.6 t/ha. The yield of barley also had a positive trend, its increase in relation to plowing straw without additional components was 35.4%, which was the result of accelerated decomposition of barley straw and accumulation of nutrients in the previous three years.

Keywords: barley straw, *Humicola fuscoatra*, integral indicator of the biological state of the soil, crop yields, grain-fallow-crop rotation.

ЗАПАШКА СОЛОМЫ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР СОВМЕСТНО С *HUMICOLA FUSCOATRA* КАК МЕТОД ПОДДЕРЖАНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Черепухина И. В.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им А.Л. Мазлумова», ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Безлер Н. В.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им А.Л. Мазлумова»,

Кумицкий Д. А.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Аннотация. В результате проведенных исследований установлено, что использование целлюлозолитического микромицета *Humicola fuscoatra* при запашке соломы ячменя способствует увеличению микробиологической и биохимической активности почвы, что подтверждается расчетным показателем ИПБСП (интегральный показатель биологического состояния почвы). На протяжении четырех данный прием проявляет полифункциональное положительное действие на микробиологические и биохимические свойства почвы, что способствует повышению эффективного и потенциального плодородия и, в результате, продуктивности культур парового звена зернопаропропашного севооборота. Урожайность озимой пшеницы составляла 27,5 ц/га, что выше на 2,4 ц/га контроля и на 6,2 ц/га относительно использования одной соломы. Прибавка урожая сахарной свеклы была – 8,6 т/га. Урожайность ячменя также имела положительную динамику, ее увеличение по отношению к запашке соломы без дополнительных компонентов составляло 35,4%, что происходило в результате ускоренного разложения ячменной соломы и накопления питательных веществ в предыдущие три года.

Ключевые слова: солома ячменя, *Humicola fuscoatra*, ИПБСП (интегральный показатель биологического состояния почвы), урожайность культур, зернопаропропашной севооборот.

Внесение соломы в почву в качестве удобрения активизирует почвенную микрофлору, потому что внесенный материал представляет собой субстрат, в составе которого содержание углерода значительно превышает содержание азота [1, 2, 8]. С ростом микробиологической активности возрастает и ферментативная активность почвы [3, 6].

В ЦЧР в условиях недостаточного увлажнения скорость микробиологического разложения соломы затягивается на несколько лет. Ускорить процесс трансформации соломы и предотвратить негативные последствия от ее запашки можно при помощи специализированного штамма целлюлозолитического микромицета и дополнительных компонентов для активизации его жизнедеятельности. При этом в почве останутся продукты полураспада, которые могут быть включены в процесс синтеза молекул гумуса.

В лаборатории эколого-микробиологических исследований почв из чернозема выщелоченного был выделен штамм целлюлозолитического микромицета, обладающего высокой активностью. Лабораторные исследования показали, что его использование приводит к ускорению разложения соломы на 50 % [5].

Полевой опыт был заложен в зернопаропропашном севообороте. Общая площадь полевого опыта составила 432 м², длина каждой делянки 5 м, ширина 5,4 м, площадь – 27 м². Солому на делянки вносили вручную в дозе 4 т/га после уборки ячменя. Дополнительные

компоненты (целлюлозолитический микромицет *Humicola fuscoatra*, азотное удобрение и питательную добавку) непосредственно перед вспашкой.

Одним из индикаторов биологической активности почвы является интегральный показатель биологического состояния почвы (ИПБСП). При его расчете максимальное значение каждого показателя (численность различных эколого-трофических групп микроорганизмов, активность ферментов (полифенолоксидазы, уреазы, фосфатазы, каталазы), содержание щелочногидролизуемого азота и гумуса в почве принимается за 100% и по отношению к нему в процентах выражается значение этого же показателя при использовании других приемов [4].

Нами установлено, что заплата соломы с аборигенным штаммом целлюлозолитического микромицета в пару и на следующий год под озимой пшеницей способствовала повышению общей биологической активности почвы, что подтверждается высокими значениями ИПБСП (рис. 1).

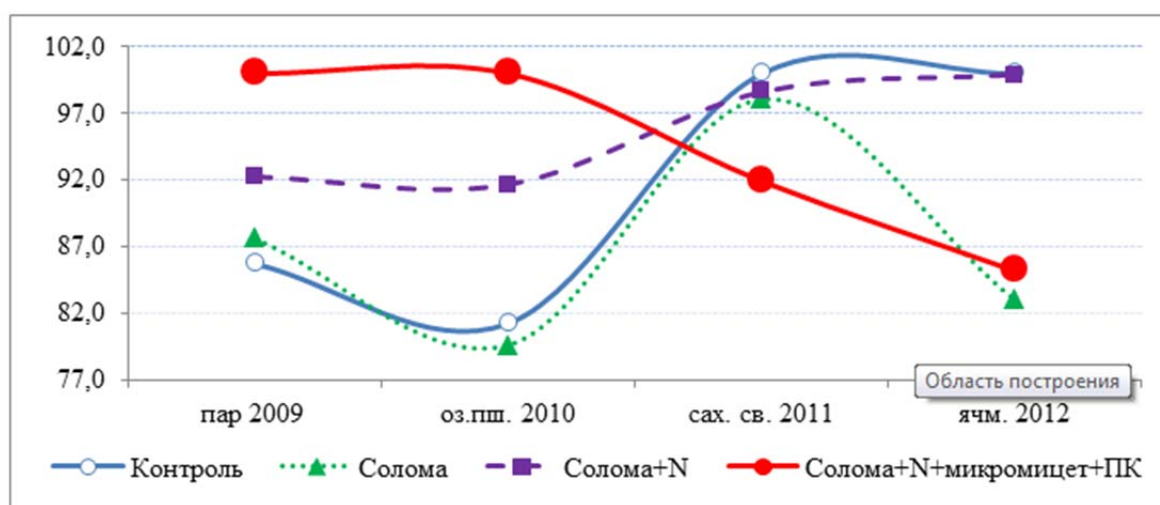


Рисунок 1. Динамика ИПБСП при заплата соломы

На третий год в посевах сахарной свеклы и, особенно, на четвертый год в посевах ячменя наблюдалось снижение показателей биологической активности, поскольку солома практически полностью разложилась.

Тем не менее, на протяжении трех лет именно при совместном использовании соломы с аборигенным штаммом *Humicola fuscoatra* был получен наибольший урожай каждой последующей культуры севооборота.

Интегральным показателем уровня эффективного плодородия почвы является урожай возделываемых культур. Эффективное плодородие, в свою очередь, определяется активностью протекающих в почве биологических процессов, т. е. зависит от жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. В результате, органические и неорганические соединения почвы и удобрений трансформируются из форм, недоступных для питания растений, в растворимое состояние, происходят процессы синтеза и минерализации гумусовых веществ, фиксация атмосферного азота, накапливаются продукты жизнедеятельности микроорганизмов – физиологически активные вещества, стимулирующие рост корневых систем и усвоение ими питательных веществ из почвы и др. [7].

В результате исследований выявлено, что урожайность озимой пшеницы составила 25,2 ц/га (табл. 1). Это близко к средним статистическим показателям для Воронежской области. Также выявлено прямое воздействие накопления фракции щелочногидролизуемого азота на формирование урожая озимой пшеницы (коэффициент корреляции равен 0,90).

Таблица 1. Продуктивность культур зернопаропропашного севооборота

Вариант	Озимая пшеница	Сахарная свекла			Ячмень
	Урожайность, ц/га	Масса 100 растений, г	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Урожайность, ц/га
Контроль	25,2	38,0	34,9	18,1	15,2
Солома	21,4	39,3	38,2	18,2	11,3
Солома + N	21,1	41,6	34,2	18,3	14,9
Солома + N + <i>H.fuscoatra</i> + ПК	27,5	44,8	43,5	18,3	17,5
<i>HCP₀₅</i>	1,9	2,8	5,8	--	2,4

Внесение соломы ячменя без дополнительных компонентов вызвало снижение урожайности озимой пшеницы на 3,8 ц/га, из-за накопления токсичных для растений веществ, в основном в виде фенольных кислот [7]. Кроме того снижение урожайности согласуется с данными по содержанию щелочногидролизующего азота, которого накопилось на 13,0 кг/га меньше, чем в контроле к началу вегетации озимой пшеницы. Добавление азотного удобрения к соломе результатов не дало, и значительных изменений в продуктивности культуры установлено не было: урожайность озимой пшеницы составила 21,1 ц/га. Последствие разложения соломы ячменя с целлюлозолитическим микромицетом на второй год после ее заделки способствовало росту продуктивности озимой пшеницы. Было выявлено увеличение урожая культуры до 27,5 ц/га, что выше на 2,4 ц/га контроля и на 6,2 ц/га относительно использования одной соломы.

В зернопаропропашном севообороте за озимой пшеницей следует сахарная свекла, конечная продуктивность которой связана с накоплением массы растений в начальный период роста. Заделка ячменной соломы способствовала некоторому росту массы 100 проростков относительно контроля. Дополнительное внесение азотного удобрения с соломой увеличило этот показатель на 8,7 %, а совместная заделка соломы, целлюлозолитического микромицета, питательной добавки и азотного удобрения повысила его на 15,2 % по сравнению с контролем и на 14,8 % – при внесении одной соломы.

Урожайность сахарной свеклы без внесения удобрений составила 34,9 т/га. Заделка соломы в почву повысила урожайность до 38,2 т/га. Совместное использование соломы ячменя с азотным удобрением не оказало достоверного влияния на развитие сахарной свеклы, продуктивность культуры составила 34,2 т/га. После заделки соломы ячменя в пару совместно с целлюлозолитическим микромицетом, азотом и питательной добавкой отмечено повышение урожайности сахарной свеклы до 43,5 т/га (прибавка урожая – 8,6 т/га). Это объясняется увеличением содержания щелочногидролизующего азота в почве (коэффициент корреляции 0,77) и продуцированием физиологически активных веществ диазотрофами, численность которых под сахарной свеклой резко возросла к середине вегетационного периода. Определение сахаристости корнеплодов показало, что при использовании соломы ячменя с микромицетом-целлюлозолитиком и соломы только с азотным удобрением наблюдается тенденция к повышению этого показателя относительно контроля и применения одной соломы до 18,31 и 18,28%, соответственно.

На четвертый год изучения последствий заделки соломы ячменя и дополнительных компонентов установлено, что урожайность следующей культуры севооборота – ячменя в контроле составила 15,2 ц/га, заделка одной соломы снизила ее до 11,3 ц/га (25,7%). При внесении соломы с азотным удобрением урожай культуры остался на уровне контроля – 14,9 ц/га. Использование с соломой ячменя целлюлозолитического микромицета и дополнительных компонентов была выявлена положительная динамика урожайности и значительное ее увеличение (на 35,4%) по отношению к заделке соломы без дополнительных компонентов,

что происходит в результате ускоренного разложения ячменной соломы и накопления питательных веществ в предыдущие три года.

Таким образом, использование целлюлозолитического микромицета способствует уменьшению токсического действия веществ, выделяющихся при разложении соломы, а также на протяжении четырех лет проявляет полифункциональное положительное действие на микробиологические и биохимические свойства почвы, что способствует повышению эффективного и потенциального плодородия. В результате, активизируются процессы накопления щелочногидролизующего азота, участвующего в формировании урожая последующей культуры севооборота: на второй год наблюдается увеличение продуктивности озимой пшеницы на третий – сахарной свеклы, а на четвертый отмечается тенденция увеличения урожайности ячменя.

Библиографический список

1. Верниченко Л.Ю. Влияние соломы на почвенные процессы и урожай сельскохозяйственных культур / Л.Ю. Верниченко, Е.Н. Мишустин // Использование соломы как органического удобрения. – Москва: Изд-во «Наука», 1980. – С. 3-24.
2. Егоров М.А. Подвижное органическое вещество как один из показателей степени окультуренности ее / Егоров М.А. // Зап. Харьков. СХИ. – 1938. – Т. 1. – Вып. 2. – С. 3-38.
3. Емцев В.Т. Влияние соломы на микробиологические процессы в почве при ее использовании в качестве органического удобрения / В.Т. Емцев, Л.К. Ницэ // Использование соломы как органического удобрения. – Москва: Изд-во «Наука», 1980. – С. 70-99.
4. 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 Рост. ун-та, 2003. – 204 с.
5. Колесникова М.В. Формирование плодородия чернозема выщелоченного при интродукции аборигенного штамма целлюлозолитического микромицета и дополнительных компонентов при заправке соломы озимой пшеницы / М.В. Колесникова, Н.В. Безлер, Б.Л. Агапов // Агрохимия. – 2014. – №8. – С.17-25.
6. Комаревцева Л.Г. Использование соломы в качестве органического удобрения под ячмень / Л.Г. Комаревцева, О.А. Собенникова // Труды Кировского сельскохозяйственного института. – 1978. – С. 165-176.
7. Лобков В.Т. Почвоутомление при выращивании полевых культур / В.Т. Лобков. – М.: Колос, 1994. – 112 с.
8. Лобков В.Т. Почвоутомление при выращивании полевых культур / В.Т. Лобков. – М.: Колос, 1994. – 112 с.
9. Придворев Н.В. Влияние послеуборочных растительных остатков на микробиологические процессы в почве / Н.В. Придворев // Научные труды Вор. СХИ, 1977. – С. 194-202.