

## ВЛИЯНИЕ СОЛОМЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ И БИОЛОГИЧЕСКИЙ УРОЖАЙ ЯЧМЕНЯ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ В УСЛОВИЯХ ЦЧР

**Лукин Алексей Леонидович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Биология и защита растений»

**Мараева Ольга Борисовна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология и защита растений»

**Селявкин Сергей Николаевич**, магистр кафедры «Биология и защита растений»  
ФГБОУ ВПО Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I

394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1; тел.: 8 (4732) 2537788, e-mail: Loukine@mail.ru

**Ключевые слова:** микроорганизмы, активность ферментов, показатели плодородия почвы

Изучены показатели численности различных групп микроорганизмов и активности ферментов при выращивании ячменя на черноземе выщелоченном. Полученные значения подтверждают корреляции между содержанием и активностью почвенной микробиоты и показателями плодородия почвы. В работе определены основные группы почвенной микробиоты, влияющие на коэффициент минерализации органического вещества. Установлена взаимосвязь коэффициента минерализации с показателем структуры урожая при выращивании ячменя на черноземе выщелоченном.

### Введение

Актуальной проблемой современных агротехнологий остается контроль уровня плодородия почвы. Важной задачей при этом является учет численности и активности почвенных микроорганизмов [1, 2, 3, 4]. При интенсивном земледелии баланс гумуса в почве зависит не только от количества поступившей в нее органики, но и эффективности ее последующей трансформации [5]. Оценка влияния органического удобрения в виде соломы, обработанной микроорганизмами, на численность и активность почвенной микробиоты представляет интерес и позволит всесторонне оценить эффективность процесса выращивания растений [6, 7, 8]. Активность почвенных ферментов также является одним из показателей биологического состояния почвы [9]. В каждом типе почвы складывается характерный определенный для нее качественный и количественный состав ферментов, оценка которого – существенный элемент биологического состояния почвы.

### Объекты и методы исследований

Для решения поставленных задач на территории Ботанического сада ВГАУ имени Б.А. Келлера в 2012-2014г.г. был заложен ми-

кроделяночный опыт по изучению элементов биологической активности чернозема выщелоченного.

Микроделяночная схема содержала варианты:

1. Фон; 2. Фон+ячмень; 3. Фон+солома; 4. Фон+солома+ микроорганизмы (м.о.) +ячмень; 5. Фон+солома+ м.о.+ячмень+м.о.

В качестве фона использовалась почва, обработанная по типу пара, заделка соломы и обработка соломы микроорганизмами препарата Байкал ЭМ 1 из расчета 300 л/га рабочего раствора проводилась осенью. Семена обрабатывались микроорганизмами 10 л/т рабочего раствора при норме высева 500 шт/м<sup>2</sup>.

Почва в месте проведения эксперимента относится к чернозему выщелоченному среднегумусному с повышенным содержанием фосфора и калия и считается одной из наиболее плодородных (таблица 1).

Микроорганизмы, использующие органические формы азота, выращивались на мясопептонном агаре (МПА), актиномицеты, использующие минеральные формы азота, определялись на крахмало-аммиачном агаре (КАА). Микомицеты учитывались на

Таблица 1

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного в месте проведения эксперимента (2012-2014 гг.)

Вариант	Содержание гумуса, %	pH <sub>ккл</sub>	Mг-экв на 100 г почвы		V, %	Содержание мг/кг	
			Hr	S		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	3,61	5,25	2,67	27,3	91,1	115	78
2	4,05	5,26	2,62	29,9	91,9	112	83
3	4,72	5,53	2,35	29,7	92,7	128	101
4	4,37	5,49	2,46	29,8	92,4	117	111
5	4,39	5,42	2,52	29,8	92,2	118	109

Таблица 2

#### Ферментативная активность почвы\*

Вариант	Уреаза	Каталаза	Фосфатаза	Инвертаза
1	20,0	2,20	20,7	6,0
2	32,0	1,75	18,9	11,7
3	42,0	2,35	21,6	8,7
4	36,0	2,45	23,9	13,5
5	40,0	2,75	30,6	17,1

\*Единицы активности ферментов: Уреаза - мг N-NH<sub>4</sub> на 10г почвы за 24 час, Каталаза - мл 0,1M KMnO<sub>4</sub> на 1г почвы за 20 мин, Фосфатаза - мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на 10г почвы в час, Инвертаза - мг глюкозы на 1г почвы за 24 час

среде Чапека. Азотобактерии и олигонитрофильные микроорганизмы (в том числе дрожжи *Lipomyces*) выращивались на среде Эшби. Целлюлозоразрушающие микроорганизмы определялись на среде Гетчинсона. Для учета бациллярных форм микроорганизмов использовался смешанный агар: МПА + сусло в отношении 1:1. МПА готовили обычным способом – из семибаллингового сусла (pH 7,0) и 2% агар-агара, непосредственно перед посевом [3;4]. Сроки учета микроорганизмов зависели от состава питательной среды и группы учитываемых микроорганизмов. На МПА учет спорных и не спорных форм бактерий проводили на 2-3 сутки роста, на КАА – на седьмой – десятый день, на среде Чапека и сусло-агаре на 5-7 сутки инкубации, а питательной среде Эшби проводят на 5-6 сутки. Активность ферментов определяли по общепринятым методикам [9].

#### Результаты исследований

В таблице 1 представлены результаты изменения агрохимических показателей почвы при выращивании ячменя и использовании соломы в качестве органического удобрения. На всех вариантах произошло повышение содержания гумуса, при этом увеличение этого показателя на 0,5 % отмечено

уже на варианте с внесением только соломы. Ежегодное внесение соломы повысило содержание органического вещества в целом в 1,3 раза.

На варианте с использованием препарата Байкал ЭМ 1 для обработки соломы и семян перед посевом также отмечено повышение содержания гумуса в 1,2 раза, а увеличение доступных форм фосфора и калия достигло на вариантах 4 и 5 на 2 и 42 % соответственно.

В таблице 2 приведена ферментативная активность почвы по вариантам.

Во всех вариантах наблюдается высокая активность уреазы, которая связана со значительным поступлением в почву органического вещества, являющегося субстратом для фермента и источником питания микроорганизмов. Исследования показали, что максимальная активность фермента в почве отмечена на варианте 3. В этом же варианте определена и высокая численность аммонифицирующих бактерий (табл. 3). На вариантах с внесением соломы (вар. 2;5) активность этого фермента в 1,2 раза ниже, чем в варианте 3.

Активность каталазы незначительно варьирует в почве разных вариантов. При вне-

Таблица 3

Количество микроорганизмов в почве (шт.  $10^4$  КОЕ в 1г абс. сухой почвы на различных типах питательных сред) 2012-2014 гг.

Вариант	Тип питательной среды					
	МПА	КАА	Чапек	Гетчинсон	Эшби	КАА/МПА
1	103	235	54	10	35	2,3
2	134	186	23	56	8	1,4
3	110	163	73	18	58	1,4
4	176	168	51	53	27	0,9
5	189	153	72	88	55	0,8

сении в почву соломы активность каталазы незначительно уменьшается, что связано недостаточной численностью анаэробных целлюлозоразлагающих бактерий. На вариантах 3;4;5 была выявлена повышенная численность (до 2 раз) микроорганизмов, разлагающих клетчатку в аэробных условиях (табл. 3).

Важную роль в обеспечении растений элементами минерального питания играет фосфатаза, повышение активности которой отмечено на вариантах 3;4;5, при внесении соломы, обработанной микроорганизмами.

Активность инвертазы определяется уровнем содержания органического вещества в почве, и определение инвертазной активности почвы является одним из главных критериев оценки ее общей биологической активности. Почва варианта 5 показала возрастание значений активности этого фермента по сравнению с другими вариантами, что свидетельствует об увеличении содержания в почве легкогидролизуемых углеводов при внесении соломы.

Изучение численных групп микроорганизмов при выращивании различных культур, в том числе и ячменя, является важным показателем биологического состояния почв и свидетельствует о динамичном состоянии углерод- и азотсодержащих соединений в прикорневой зоне растений. В таблице 3 приведены данные по содержанию различных групп микроорганизмов в почве.

По соотношению общей численности микроорганизмов, утилизирующих минеральный азот, к численности микроорганизмов, ассимилирующих азот органических соединений (КАА : МПА), т.е. по коэффициенту напряженности можно судить о процессах трансформации органического вещества почвы. При внесении соломы в почву наимень-

шее значение этого соотношения отмечено при обработке соломы препаратом Байкал ЭМ 1, а наибольшее значение (в 2,8 раза) получено на варианте, находящемся под паром (фон), что свидетельствует о высоком уровне процессов минерализации.

Численность различных групп микроорганизмов, как видно из таблицы 3, существенно ниже для данного типа почвы, однако данные свидетельствуют о достаточно высоком уровне окультуренности почвы, при котором численность микромицетов в 3-5 раз ниже численности почвенных бактерий. К концу вегетации происходит постепенное увеличение численности азотфиксирующих микроорганизмов, однако процессы деструкции соломы на почве, находящейся под паром, вызывают снижение их численности. Количество азотобактера в почве было наибольшим как при выращивании ячменя на исходном фоне, так и при обработке соломы и семян Байкалом ЭМ 1, что свидетельствует об отсутствии фитотоксического эффекта почвы на окружающую микробиоту, а увеличение численности целлюлозоразрушающих бактерий подтверждает усиление процессов гумификации органики на вариантах с внесением и соломы, и микроорганизмов.

Данные таблицы 4 подтверждают положительное действие обработки семян и соломы микроорганизмами препарата Байкал ЭМ 1 на элементы структуры урожая. На вариантах с внесением соломы и обработкой микроорганизмами увеличивалось число продуктивных стеблей, озерненность и продуктивность колосьев. Наиболее стабильным показателем оказалась масса 1000 штук, но в результате улучшения других показателей масса зерна с деланки увеличилась с 148,2 до 185 г. на  $1 \text{ м}^2$  к уборке на варианте 1 с форми-

## Формирование элементов структуры урожая ячменя

Вариант	Число растений в пробе, шт.,	Число продуктивных стеблей в пробе, шт.,	Продуктивная кустистость	Число всех стеблей (продуктивный, подгон, подсед)	Общая кустистость	Высота, см.	Число зерен, шт.*	Масса зерна, гр.*	Озерненность*	Продуктивность колосьев, гр.*	Масса зерна в пробе, гр.	Продуктивность 1 растения	Масса 1000 зерен, гр.
1	226	203	0,9	514	2,3	55	539	24,4	21,6	1,0	148,2	0,66	41,6
2	233	214	0,9	540	2,3	65	825	37	33,0	1,5	171,4	0,74	43,2
3	235	215	0,9	560	2,4	65	894	44,8	35,8	1,8	185,0	0,79	44,2

где : 1. Фон+ячмень; 2. Фон+солома+ м.о.+ячмень; 3. Фон+солома+м.о. +ячмень+м.о.

\* Анализ 25 колосьев

ровалось 514 продуктивных стеблей, а при использовании микроорганизмов (варианты 2 и 3) - 540 и 560 шт. соответственно.

Масса зерна с одного колоса на варианте без обработки микроорганизмами составила 0,98 г, а при использовании увеличилась до 1,48–1,79 г. Наибольший показатель урожайности получен при использовании микроорганизмов для обработки семян и соломы - 1,85 т/га, а на варианте 1 составил только 1,48 т/га.

#### Выводы

Таким образом, изучено влияние соломы на изменение показателей плодородия чернозема выщелоченного. Установлено, что при выращивании ячменя максимальное значение показателя органического вещества достигается на варианте с использованием препарата Байкал ЭМ 1 при совместной обработке соломы и семян. На варианте применения соломы и микроорганизмов выявлено увеличение ферментативной активности. Соотношение групп зимогенной и автохтонной микробиоты уменьшается постепенно от контрольного варианта. Наименьшее значение 0,8 получено при внесении соломы и семян, обработанных микроорганизмами. В работе показано, что обработка семян и соломы препаратом Байкал ЭМ 1 способствовала увеличению озерненности, повышению продуктивности колосьев и в результате этого увеличению урожайности.

#### Библиографический список

1. Звягинцев, Д.Г. Почва и микроор-

ганизмы / Д.Г.Звягинцев.– М.: Изд-во МГУ, 1987. – 256 с.

2. Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е.Н. Мишустин.– М.: Наука, 1972.– 343 с.

3. Мишустин, Е.Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов/ Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1975. – 107 с.

4. Мишустин, Е.Н. Микробиология / Е.Н. Мишустин, В.Т. Емцев.– Агропромиздат, 1987.– 368 с.

5. Верзилин, В.В. Биология почв среднерусского Черноземья (диагностика и пути решения) / В.В. Верзилин, С.И. Коржов, Н.И. Придворев.- Воронеж: Истоки, 2005. – 247 с.

6. Куликова, А.Х. Влияние минеральных удобрений, биологических препаратов Байкал ЭМ-1 и Ризоагрин на свойства почвы и урожайность ячменя / А.Х. Куликова, С.А. Никифорова, В.С. Смывалов // Агрехимия.– 2013. – № 5.– С. 31-39.

7. Колсанов, Г.В. Солома в системе удобрения культур на черноземах лесостепи поволжья / Г.В. Колсанов, А.Х. Куликова, Н.В. Хвостов // Научные разработки и научно-консультационные услуги Ульяновской ГСХА: сборник. Информационно-справочный указатель. – Ульяновск, 2006. – С. 14-15.

8. Безлер, Н.В. Солома ячменя как органическое удобрение в зернопаропропашном севообороте / Н.В. Безлер, И.В. Черепухина // Сахарная свекла. – 2012. - №6. – С. 24-27.

9. Хазиев, Ф.Х. Ферментативная активность почв / Ф.Х. Хазиев. – М.: Наука, 1976. –179 с.