

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ДЕСТРУКЦИИ И ГУМИФИКАЦИИ ПОЖНИВНЫХ ОСТАТКОВ
ЗЕРНОВЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ГРУППЫ
«ЭКСТРАСОЛ»**

Петров В.Б., Чеботарь В.К.

*Государственное научное учреждение, Всероссийский научно –
исследовательский*

институт сельскохозяйственной микробиологии

*Сжигание пожнивных остатков и соломы однозначно вредоносно и преследуется в административном порядке. Предполагаемая ответственность для юридических лиц – штраф от 50 до 200 тысяч рублей. Но, несмотря на это, **уборку урожая многие сельхозпроизводители заканчивают именно сжиганием стерни.***

Очевидно, что без гумуса не может быть плодородия почвы, всех ее агрономически важных свойств. Макромолекулы гумусовых веществ обеспечивают полноценную жизнь биоты, устойчивую энергетику, физические и обменные свойства почвы. При этом сам процесс гумификации органики относится к числу хоть и наиболее часто описываемых в почвоведении, но до сих пор, по-видимому, наименее изученных (Лыков, 1985, Кирюшин, 2000). Во всех звеньях процесса гумификации активно и параллельно с климатическими и физико-химическими факторами принимают участие различные группы микроорганизмов. В первую очередь это ризосферные и сапрофитные бактерии, включая актинобактерии и грибы. Гумус в почве образуется и накапливается из нескольких источников органики. Основной – это надземный и подземный опад и корневые экссудаты растений, второстепенный – перегнивание макро-, мезо- и микробиоты.

В агроценозах важнейшими источниками органики служат удобрения и пожнивные остатки сельхозкультур (Тейт, 1991). Но за последние десятилетия на полях зерновых России устоялась практика сжигания последних. И это происходит в современных условиях повсеместной нехватки органических удобрений. Помимо нанесения прямого ущерба, а именно уничтожения энергоресурсной, подкормленной минеральными удобрениями органики как потенциального агента гумификации, происходит разрушение уже деформированной избытком пестицидов и агрохимикатов структуры полезной почвенной микрофлоры. Перегрев поверхностных слоев почвы во время пала моментально нарушает сложные

пищевые цепи педоценоза, а в долгосрочном аспекте – нормальный цикл трансформации и гумификации органических веществ. Второй распространенный метод утилизации пожнивных остатков зерновых – заделка в почву измельченной соломы – во многих случаях также оказывается небезопасным. На таких органических остатках хорошо развивается и зимует гнилостная, а также сапрофитная патогенная грибная и бактериальная микрофлора. В последние годы достаточно широко, в качестве вынужденной полумеры, применяется пролив пожнивных остатков водными растворами азотных удобрений. Однако результат также не может считаться удовлетворительным, поскольку данным приемом по сути инициируется процесс биохимического сжигания органики до углекислого газа, воды и аммиака.

В настоящее время активно разрабатываются и внедряются альтернативные методы утилизации пожнивных остатков, предполагающих более полное вовлечение их в биологический круговорот с применением современных комплексных микробиологических препаратов.

Методологические основы, математические модели, технологии производства и применения спектра микробных препаратов, позволяющих ускорить процесс деструкции разнообразных органических, в том числе пожнивных остатков разработаны во Всероссийском институте сельскохозяйственной микробиологии (Свиридова, Воробьев, Петров). Хорошо известен традиционный подход к биодеструкции – разработка микробиологических препаратов на основе моделирования ускорения природного процесса гумификации органического вещества путем подбора штаммов для создания грибо-бактериальных комплексов (Свиридова). Данный подход, достаточно эффективный на опытных установках при переработке малых количеств органики в ограниченном пространстве, становится технологически и логистически ущербным при масштабировании на реальные огромные посевные площади зерновых. Дело в том, что сложные микробиологические композиции обычно оказываются короткоживущими, взаимно антагонистичными, вещественно и консистентно неупорядоченными, то есть требующими спецтехники и больших трудозатрат для внесения на поля.

Нам представляется, что наиболее принципиальными моментами, определяющими агрономическую ценность современных технологий биодеструкции пожнивных остатков являются:

- направленность и глубина преобразования органики, характер последствие на почвенную микробиоту ;
- агроэкологическая и экономическая предсказуемость

технологического приема;

– совместимость с существующей в хозяйствах широкозахватной техникой (опрыскивающей, поливной, внесения калиброванных гранулятов).

Конечными задачами настоящей исследовательской и технологической работы мы видим превращение возможно большей части органики, вырабатываемой агроценозом в гуминоподобные вещества, позволяющие восполнять дефицитный баланс гумуса, оздоровление почвенной микробиоты, в широком смысле – создание одного из механизмов управления плодородием в интенсивных системах земледелия с использованием микробиологических препаратов группы экстрасол.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования являлись :

– характеристика комплекса почвенных лигнинразлагающих, целлюлозолитических и гуматразлагающих микроорганизмов, ответственных за трансформацию пожнивных остатков зерновых культур (солома, стерня, корневой опад) до гумусоподобных веществ и завершающих жидких и газообразных продуктов распада;

– состав и свойства гумусовых веществ из образцов пахотного горизонта почвы, а именно чернозема южного окультуренного, отобранных на полях с различной технологией утилизации остатков послеуборочной органики.

*Опыты по подбору и контролю композиции препарата экстрасол на основе штаммов *Bacillus subtilis* для деструкции соломы в южном черноземе в лабораторных условиях.*

Проведены с использованием стандартных методов определения целлюлазной активности в чашках Петри, в которых на увлажненную почву выкладывались фрагменты целлулоидной пленки. Варианты отличались наличием стартового азотного питания в виде водного раствора мочевины (доза 20 мг/ 1 чашка) и штаммами микроорганизмов (рабочий раствор везде 1×10^6 КОЕ/мл) . Время экспозиции – 72 часа при температуре 20 C⁰ . Активность определяли по разнице в весе фрагментов пленки до и после опыта. Повторность определений – 6–и кратная.

Полевые производственные опыты по изучению влияния полученных компостов на почвенное плодородие.

Для производственной апробации предлагаемой технологии 1 августа 2009 г. сотрудниками ГНУ ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г.Санкт-Петербург) , ГНУ ВНИИ зерновых культур и инновационной

компании «Бисолби-Дон» (г.Зерноград Ростовской обл.) был заложен в ЗАО «Нива», Веселовского р-на Ростовской обл. полевой производственный опыт по использованию микробиологического препарата Экстрасол для биодеструкции пожнивных остатков озимой пшеницы на площади 58 га. Почвы - южные черноземы пахотные среднесуглинистые. Расход препарата составлял 1 л/га. Для обработки пожнивных остатков использовали баковую смесь, состоящую из 500 литров воды, 1 литра Экстрасола и 25 кг/га азота в виде мочевины. Обработку проводили вечером. После опрыскивания баковой смесью, пожнивные остатки сразу же заделывались в почву. В качестве контроля служил участок поля площадью 116 га, где пожнивные остатки было сожжены. Осенью 2009 г. на контрольном и опытном участках была высажена озимая пшеница с.Ермак. Агротехника выращивания зерновых на опытном и контрольных полях не отличалась и является стандартной для данного агроклиматического района.

Текущий визуальный контроль за разложением запаханной соломы проводился на протяжении весны-лета 2010 г. главным агрономом ЗАО «Нива» и агрономом ООО «Бисолби-Дон» и показал практически полное исчезновение различных фрагментов пожнивных остатков на поле, обработанном экстрасолом. Для проведения микробиологических и биохимических анализов в июле 2010 г. были отобраны репрезентативные образцы почвы (метод конверта) из пахотного горизонта (0-20 см).

При проведении микробиологического анализа использовались стандартные микробиологические методы. Определена влажность почвенных образцов. Были приготовлены серийные разведения почвенной суспензии (10 г на 100 мл воды) до 10^{-6} , посев осуществляли глубинным методом, который в отличие от поверхностного метода дает более точную характеристику параметров состояния микробиоты. Определена численность:

- 1- микромицетов (среда Чапека с молочной кислотой),
- 2- протеолитических (аммонифицирующих) бактерий (МПА),
- 3,4 - амилитических бактерий и актиномицетов (КАА),
- 5-азотфиксирующих бактерий (среда Эшби),
- 6- педобактерий, участвующих в процессах конверсии гумуса (нитритный агар).

По окончании проведения экспериментов во всех опытах по вариантам отбирали почвенные образцы, в которых определяли микробиологические и физико-химические показатели по стандартным методам исследований.

Численность основных групп микроорганизмов определена методом

предельных разведений () при высеве суспензии на следующие среды: протеолитические бактерии – МПА; амилолитические бактерии – КАА; актиномицеты – КАА; целлюлозоразлагающие микроорганизмы – жидкая среда Гетчинсона с фильтровальной бумагой; гуминдеструкторы – нитритный агар (НА); микромицеты – на среде Чапека с молочной кислотой.

Идентификацию культур микроорганизмов проводили по стандартным методам ().

Лабораторное изучение состава и свойств гумусовых веществ почвы

Для определения вектора и направленности первичных процессов преобразования органического вещества пожнивных остатков в различных вариантах производственного опыта сотрудниками кафедры агрохимии биолого-почвенного факультета СПбГУ в исследуемых образцах почв было изучено: содержание общего углерода и азота (по Тюрину), содержание 1 и 2 фракций гумусовых веществ в щелочной непосредственной (0,1 н. NaOH) и пирофосфатной (0,1 М $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) вытяжках (по Кононовой-Бельчиковой), их оптическая плотность (по Плотниковой-Пономаревой), содержание и качество (по коэффициенту оптической плотности) лабильных водорастворимых органических веществ (по Шульцу-Кершенсу), комплексный показатель гумусового состояния почв (по Орловой-Плотниковой). Повторность измерений – 4-х кратная.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее перспективным направлением управления преобразованием пожнивных остатков зерновых представляется способ позднее-летней (для озимых), либо осенней (для яровых культур) обработки полей после уборки бациллярным препаратом экстрасол совместно с внесением стартового азотного питания. Внесенный азот практически моментально включается в пищевые цепи в последствии закрепляется в гумусовом комплексе почвы как резерв для будущего урожая. Расход препарата экстрасол составляет 1 л/га, азотных удобрений – 20-25 по д.в. кг/га. В условиях лабораторного опыта было показано, что такой метод увеличивает целлюлазную активность более чем в 3 раза (Рис.1). Вывод нашел подтверждение в модельных вегетационных и полевых демонстрационных опытах.

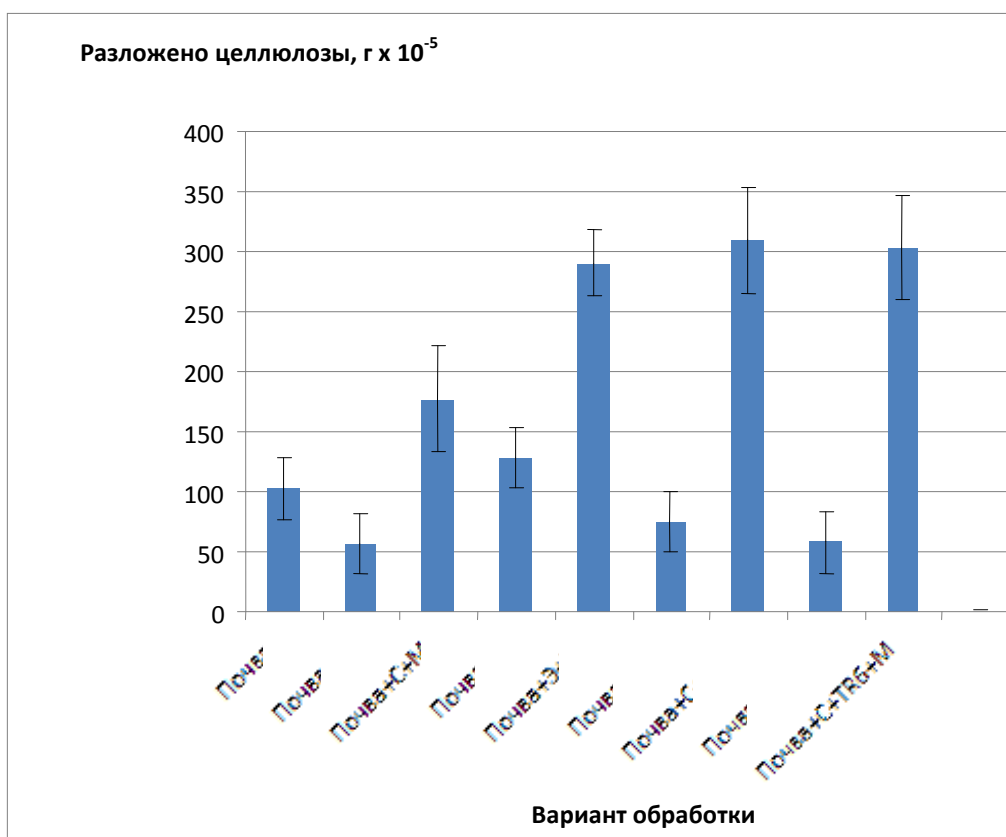


Рис.1. Изменение целлюлазной активности почвы при разложении соломы с использованием микробиологических препаратов на основе *Bacillus subtilis* в условиях лабораторного опыта.

Обозначения к рис.1: Почва – чернозем южный, С – солома оз.пшеницы, Э – экстрасол (композиция шт. *Bacillus subtilis*, базовый шт. –Ч-13), Т-6 – (*Bacillus subtilis* шт. Tr-6). М – стартовое минеральное питание.

Существенные различия в микробном пейзаже почв изучаемых вариантов производственного опыта были обнаружены на среде Чапека (табл.1). Так, число микромицетов в образце №1 (обработка Экстрасолом) было в два раза больше, чем в образце №2. На чашках наблюдались колонии микромицетов родов *Penicillium*, *Trichoderma* и *Fusarium*. Во втором образце дополнительно наблюдалось появление грибов *Trichoderma* двух видов – белого цвета как в образце №1 и зеленого цвета. Полученные данные свидетельствуют об интенсивном размножении на растительных остатках микромицетов, которые являются основными деструкторами растительных остатков в почве.

На среде МПА, где учитывались аммонифицирующие бактерии, отмечался однообразный пейзаж бактерий порядка трех видов, с преобладанием флуоресцирующих псевдомонад. Результаты анализа показали, что общее число бактерий в образце №1 почвы была выше в 1,72 раза, чем во втором образце. Это также свидетельствует об интенсификации процессов аммонификации в почве. Отмечено преобладание

в образце №1 по сравнению с образцом №2 амилолитических бактерий и гуматмодификаторов в 1,9 и 2,54 раза соответственно. В то же время, количество азотфиксирующих бактерий и актиномицетов содержание в исследуемых образцах почвы значимо не отличалось. Учитывая изложенные ниже быстрые и принципиальные изменения состава и свойств гумуса после применения экстрасола можно предположить, что управление стартовым процессом гумификации связано в большой степени именно с направленной активизацией почвенного микробного комплекса, включающего микромицеты, протеолиты, амилолитические бактерии и бактерии – гуматмодификаторы (синонимы в настоящей статье гуматдеструкторы, педобактерии).

Таблица 1. Результаты микробиологического анализа почвенных образцов (в тыс. КОЕ/на г почвы) при различных способах утилизации пожнивных остатков

№ п/п	Показатели	Образец №1, обработка Экстрасолом	Образец №2, сжигание
1.	Микромицеты	19	9
2.	Протеолиты	11670	6560
3.	Азотфиксаторы	60	63
4.	Амилолитические бактерии	35360	18650
5.	Актиномицеты	1373	1727
6.	Гуматмодификаторы	3330	1312
7.	Общее количество бактерий	53812	31366
8.	Влажность, %	12	12

Таким образом, результаты микробиологического анализа позволяют сделать вывод, что применение Экстрасола в качестве биодеструктора приводит к интенсификации в почве микробиологических процессов разложения растительных остатков и конверсии азота.

В условиях лабораторного опыта определена целлюлазная активность образцов исследуемых почв (табл.2). В образце № 1 (вариант – Экстрасол) показатель активности оказался в 3,3 раза выше, чем в образце №2 (вариант – сжигание).

Таблица 2. Целлюлазная активность почвенных образцов пахотного горизонта в образцах почв производственного опыта.

Вариант опыта	вес навески целлюлозы	вес навески целлюлозы	разложено целлюлозы, г	разложено целлюлозы, % от
---------------	-----------------------	-----------------------	------------------------	---------------------------

	до начала опыта, г	через 72 часа, г		стартовой навески
Образец №1, обработка Экстрасолом	0.0720	0.0689	0.0031	<u>4.31</u>
Образец №2, сжигание пожнивных остатков	0, 0701	0.0692	0.0009	<u>1.30</u>
НСР 0.05				<u>2.01</u>

Обе исследованные почвы по количеству и качеству органического вещества, комплексному показателю гумусового состояния и коэффициенту гумификации соответствуют окультуренным южным черноземам юга России (табл.3) .

Таблица 3. Общее содержание и качественные характеристики органического вещества окультуренных южных черноземов.

Вариант опыта	C _{общ.} , %	Обогащенность орг. в-ва азотом (C/N)	Гумусовые вещ-ва (ГК + ФК), %	К*	Лабильные формы органич. в-ва	
					C, мг/мл	E _C ^{мг/мл}
Образец №1, обработка Экстрасолом	2,21	10,0	0,81	0,41	0,284	2,2
Образец №2, сжигание пожнивных остатков	2,23	9,3	0,84	0,55	0,320	2,2

* комплексный показатель гумусового состояния почв.

Несмотря на практически одинаковое содержание общего углерода, в исследуемых образцах наблюдаются значительные различия в содержании 1-ой фракции гуминовых веществ – наиболее подвижной и активной фракции в составе всего органического вещества (табл.4). Увеличение этой фракции в почве, обработанной препаратом «Экстрасол», может указывать на то, что в ней запущены активные механизмы трансформации и гумификации органического вещества пожнивных остатков.

Таблица 4. Фракционно-групповой состав гумуса окультуренных темно-каштановых почв (абсол. значения*/относ. значения**)

Вариант опыта	ГК			ФК			C _{ГК} / C _{ФК}
	1	2	Сумма	1а+1	2	Сумма	
1	$\frac{0,11}{5,0}$	$\frac{0,49}{22,2}$	$\frac{0,60}{27,2}$	$\frac{0,16}{7,2}$	$\frac{0,05}{2,3}$	$\frac{0,21}{9,5}$	2,86
2	$\frac{0,08}{3,6}$	$\frac{0,52}{23,3}$	$\frac{0,60}{26,9}$	$\frac{0,15}{6,7}$	$\frac{0,09}{4,0}$	$\frac{0,24}{10,7}$	2,51

* к 100 г почвы;

**к 1 г $C_{\text{общ}}$.

Существенно различаются в исследованных почвах и значения коэффициента оптической плотности – важного показателя химической «зрелости» гумусовых кислот (табл.5). Наибольшие различия между образцами наблюдаются также в гуминовых кислотах 1-ой фракции, что позволяет сделать вывод об интенсификации трансформации пожнивных остатков, следствием чего является усиление ароматизации молекул гуминовых веществ и значительном углублении процесса их гумификации уже на начальном этапе процесса.

Таблица 5. Коэффициент оптической плотности гумусовых веществ окультуренных темно-каштановых почв ($E_c^{\text{мг/мл}}$)

Вариант опыта	Вытяжки		фракции ГК	
	0,1 н. NaOH	0,1 М $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	1	1+2
Образец №1, обработка Экстрасолом	5,4	9,2	10,6	22,7
Образец №2, сжигание пожнивных остатков	3,7	8,3	5,4	21,1

Увеличение коэффициента оптической плотности всего комплекса гумусовых веществ, а также возрастание как относительного, так и абсолютного содержания гуминовых кислот 1-ой фракции, безусловно, надо рассматривать как важнейшее положительное следствие предлагаемой технологии биодеструкции пожнивных остатков (табл.6). Почвы южных регионов при окультуривании и интенсивном сельскохозяйственном использовании быстро обедняются именно этими ценными с позиций плодородия органическими соединениями, что зачастую приводит как к структурной деградации самого гумуса, так и общей дегумификации обрабатываемых почв. И именно недостаток гумусовых веществ 1-й фракции, как правило, является фактором, лимитирующим плодородие обрабатываемых черноземов и каштановых почв.

Таблица 6. Обобщенная характеристика параметров гумусовых веществ, свидетельствующих о вовлечении в процесс гумификации пожнивных остатков в опыте

Вариант опыта	Коэффициент оптической плотности гумусовых веществ ($E_c^{\text{мг/мл}}$)					Содержание ГК, %	
	Лабильные формы водной	Общая в вытяжке 0.1 NaOH	Общая в вытяжке 0,1 М $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	ГК в вытяжке NaOH	ГК в вытяжке 0,1 М $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	ГК-1	Σ

	ВЫТЯЖКЕ						
Образец №1, обработка Экстрасолом	2.24	5,39*	9,18	10,63	22,71	0.11	0.6
Образец №2, сжигание пожнивных остатков	2.18	3,74	8,31	5,43	21,12	0.08	0.6

* Примечание . Жирным шрифтом выделены наиболее существенные различия

Наиболее информативным показателем активизации стартового процесса гумификации оказывается увеличение содержание гуминовых кислот 1 фракции, а направленность и глубина преобразований органики хорошо и достоверно отслеживается по оптической плотности гумуса и гуминовых кислот в непосредственной 0.1 н NaOH вытяжке.

По результатам проведенного исследования можно предположить, что при дальнейшем внесении препарата Экстрасол, вместо традиционных методов утилизации пожнивных остатков, возможен более выраженный положительный эффект и, соответственно, более контрастное и, соответственно агрономически более значимое изменение показателей гумусового состояния почв. Учитывая хозяйственную и экологическую важность проблемы, поднятой в настоящей работе, авторы начали многолетние мониторинговые исследования в группе хозяйств Ростовской области, выполняемые на должной методологической статистической основе.

Вероятные механизмы активизации процессов деструкции и гумификации труднорастворимой органики под влиянием введения микробиологических препаратов. (В излагаемых версиях предусматривается возможность как совпадения точек зрения, . так и развитие плодотворной дискуссии).

1. Литературная версия. Образование генно-метаболической сети (ГМС) при ведущей роли почвенных грибов. В минерализации органических остатков растений и в образовании гумуса важнейшую роль играют почвенные грибы. Они могут осуществлять гумификацию лигнинсодержащих растительных остатков. При этом вероятно, что в полезную деструктивную деятельность принудительно могут вовлекаться и фитопатогенные микроорганизмы, которые в этом случае оказываются неспособными переключаться на агрессивную деятельность по отношению к растениям (Терехова, 2007).

Важным шагом на пути повышения скорости и эффективности

биогумификации органических субстратов является объединение микромицетов, актиномицетов и бактерий в ГМС (Колчанов Н.А., 1997, 2000, 2004; Лихошвай В.А., 2001). В ГМС микроорганизмы осуществляют последовательную деструкцию исходных субстратов и подпитывают друг друга энергией и питательными веществами. Затраты энергии в ГМС меньше, чем при агрессивной деятельности по отношению к живым растениям или при разложении гумусовых веществ.

В почвенных условиях вероятность образования необходимой ГМС чрезвычайно мала. Поэтому целью исследований в данной схеме является поиск условий, при которых микроорганизмы могут объединяться в ГМС с заданным конечным продуктом биотрансформации. В лабораторных условиях создаются специальные биохимические и биофизические условия, в которых происходит организация микроорганизмов в гумификационную ГМС, в составе которой выделены следующие микроорганизмы-доминанты: **микромицеты** - *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus* и **бактерии**: *Flavobacterium* sp., *Bacillus subtilis* (способны к азотфиксирующей активности), штаммы *Pseudomonas* sp. (стрептомицинустойчивые) и *Mycobacterium*.

Группой авторов (Воробьев, Свиридова...) создана композиция биокомпоста на основе комплексного биопрепарата Баркон для разложения опилок, коры и древесины хвойных пород - наиболее сложного в отношении биодеструкции органического субстрата. В результате многолетних исследований показано, что после применения Баркона жизнедеятельность фитопатогенных микромицет, в т.ч. рода *Fusarium* подавлялась, а преобладание получали *Penicillium* sp и *A. niger.*, т.е. наиболее активные участники трансформационных процессов органики в почве.

Активность микробиологических процессов в компосте зависит от вносимых доз NPK, при этом наибольшая интенсивность деструкции наблюдается в присутствии биопрепарата и половинной дозы NPK. При компостировании численность микромицет коррелирует с численностью целлюлозолитических бактерий, а гуматразлагающих бактерий - с численностью протеолитических бактерий. Возможно, что эти две пары микроорганизмов осуществляют параллельную деструкцию исходных субстратов, трансформируя целлюлозу и лигнин соответственно. Амилитические бактерии компоста, возможно, осуществляют общие контрольные и пищевые функции в создающемся ГМС. Наиболее существенные корреляционные связи с содержанием углерода и азота в почве обнаружены у гуминдеструкторов и микромицетов.

Высказано предположение, что внесенная в почву ГМС привлекает

микрофлору, и она включается в звенья интродуцированной ГМС. В почве микромицеты объединяются с амилолитическими бактериями, гуматразлагающие бактерии – с протеолитическими бактериями.

Наиболее интенсивно производят деструкцию гуматразлагающие бактерии. Они же (в отличие от остальных физиологических групп микроорганизмов) наименее чувствительны к изменению типа почв и занимают в ГМС более стабильное положение.

Микроорганизмы меняют свое положение в ГМС. На первых этапах деструкции в основном участвуют микромицеты, гуматразлагающие и целлюлозолитические микроорганизмы. Протеолитические и амилолитические бактерии играют вспомогательную роль, и, возможно, обеспечивают остальные микроорганизмы энергией и питательными веществами. Наблюдается сильная корреляционная связь микромицетов с содержанием углерода и азота в почве, что свидетельствует об их активном участии в трансформационных процессах, связанных, в том числе и с синтезом гумусовых соединений.

Повышение общей численности микроорганизмов в вариантах полевого опыта с использованием Баркона отмечается за счет увеличения группы целлюлозолитических и протеолитических бактерий, способствующих трансформации древесных отходов в компоненты гумусовых веществ (). В результате наблюдается повышение количества углерода и гумуса в этих вариантах. Выявлен положительный эффект от применения БАРКОН на плодородие почвы – на дерново-подзолистой почве было отмечено увеличение содержания органического углерода, а баланс трансформационных потоков сдвигается в сторону синтеза гумуса.

2. Авторская версия. Введение в агроценоз контролируемого бактериального агента, биосанация и стимуляция активности комплекса аборигенной почвенной микробиоты, ответственной за трансформацию органики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В производственных опытах, помимо описанных, выявлены следующие дополнительные положительные эффекты от внедрения в биоутилизацию пожнивных остатков зерновых предлагаемой технологии с применением Экстрасола:

-подавление патогенной микрофлоры, освобождение экониш для развития и активности аборигенной целлюлозолитической и лигниндеструкторной микробиоты;

- мобилизация из почвенного пула и вовлечение в агропроцесс труднодоступных форм фосфора, калия и ряда микроэлементов.

На поле , обработанном в августе 2009 г. Экстрасолом, в процессе уборки урожая зерновых летом 2010 г. выявлен эффект последействия , выразившийся в увеличении урожайности пшеницы на 3 ц/га и повышении содержания клейковины. Полученная прибавка урожая (в денежном выражении – это приблизительно 1400 руб./га) полностью окупает затраты на проведенные обработки пашни микробиологическим препаратом Экстрасол.

Таким образом, учитывая высокую технологичность, безопасность, срок хранения (24 месяца) совместимость с удобрениями и пестицидами, имеющейся в хозяйствах сельхозтехники микробиологический препарат «Экстрасол» может стать реальным средством управления плодородием в долгосрочном аспекте, а также процессами деструкции и гумификации пожнивных остатков на зерновом клине России. Несколько слов о сиюминутной экономике описываемого процесса биодеструкции с применением биопрепаратов. Так, постановлением Администрации Ростовской области от 09.06.2010 № 234 введены штрафные санкции хозяйствам за выявление поджога соломы и стерни с причинением вреда лесополосам до 200 тыс. руб., за сам факт пала до 50 тыс.руб. Отдельно, сопоставимые штрафные суммы начисляются ответственным должностным лицам. Надо сказать, что в Западной и Северной Европе сегодня штрафы уже на 2 порядка больше. За варварское отношение к биоте пахотных почв в ряде случаев судебное преследование доводит дело до лишения прав землевладельца на ведение сельского хозяйства. Пора и в России также жестко оценивать наносимый ущерб как эффективному, так и оставшемуся потомкам потенциальному плодородию земли. Остается добавить, что для повышения эффективности предлагаемую схему обработок пашни «Экстрасолом» с азотной поддержкой можно корректировать на региональном уровне, отталкиваясь от свойств почв, агроклиматического и экономического потенциала территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: изд. МСХА, 2000. 473 с.

2. Колчанов Н.А. , Лихошвай В.А., Лыков А.Д. Гумус и плодородие почвы. М., 1985.с.192.
3. Методические рекомендации ВНИИСХМ. Некоторые новые методы количественного учета почвенных микроорганизмов и изучение их свойств. Л., 1987. 52 с.
4. Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах. Л., 1975. –82 с.
5. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв. М. Изд-во МГУ. 1974. – 382 с.
6. Орлова Н.Е., Бакина Л.Г. , Орлова Е.Е. Методы изучения содержания и свойств гумуса. СПб, Изд-во СПбГУ, 2007. – 145 с.
7. Петербургский А.В. (ред). Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. –656 с.
8. Петров В.В., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России// «Достижения науки и техники АПК», 2002, № 10. С. 16–20.
9. Петров В.В., Ковалева Н.М., Свиридова О.В. и др. Управление свойствами агроценоза Северо-Запада России с применением спектра новейших микробиологических препаратов. Матер. межрегион. научно –практ. конф. «Почвенные ресурсы Северо-Запада России: их состояние, охрана и рациональное использование. 15–17 мая 2008 г. СПбГУ. Изд-во Политех. ун-та., 2008. С. 167–175.
10. Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании и интенсивном окультуривании почв. М.: ВАСХНИЛ, 1984 . – 96 с.
11. Свиридова О.В. и др. Способ разложения древесины. Авт. свид. № 1792974 от 8 окт. 1992 г. Бюл. изобр. №5. 1993.
12. Свиридова О.В., Воробьев Н.И., Петров В.В. Микробиологическая деструкция древесных отходов и вовлечение лигнинсодержащих компонентов в агроэкосистему // Матер. науч.конф. «Постгеномная эра в биологии и проблемы биотехнологии». Казань.17–18 июня 2004 г. Казань, 2005 . С. 75–76.
13. Тейт Р. Органическое вещество почвы: Биологические и экологические аспекты / Р. Тейт // М.-Мир.-1991.-с.400.
14. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М.: Агропромиздат, 1987. –232 с.
15. Терехова 2007
16. Тихонович И.А., Кожемяков А.П., Чеботарь В.К. и др. Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве. М.: Россельхозакадемия, 2005.– 154 с.
17. Чеботарь В.К., Завалин А.А., Кипрушкина Е.Н. Эффективность применения биопрепарата экстракол. М.: Изд-во ВНИАА, 2007.–216 с.