

# УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГУМИФИКАЦИИ ВТОРИЧНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ

Н.Ю. Громова, к.т.н., доцент

Тверской государственной технической университет (Россия)

При получении и переработке сельскохозяйственной биомассы основные затраты связаны с поддержанием плодородия почв, и в первую очередь, почв Нечерноземной зоны с низким содержанием гумуса, что существенно сказывается на стоимости и качестве продуктов питания. Для минимизации затрат на «лечение» почвы, то есть поддержания и восстановления ее плодородия и продуктивности, в настоящее время широко используют биопрепараты и биоудобрения на основе гумусовых веществ, основным сырьем для производства которых служат каменные или бурые угли, торф, сапрпель, лигносульфат (продукт гидролиза целлюлозы), отходы животноводческих комплексов, очистных сооружений,

При гумификации вторичного органогенного природного сырья используются чаще всего специфические штаммы микроорганизмов (микроскопических грибов рода *Aerobakter*, *Enterobakter*, актиномицетов и др.). В основе биоконверсии целлюлозо-лигниновых отходов лежат два биохимических процесса: гидролитическое расщепление целлюлозы и лигнина под действием ферментов микроорганизмов и рост клеток микроорганизмов на продуктах гидролиза. Так как первая стадия является лимитирующей, то для ускорения ее протекания используют различные методы: кислотного или щелочного гидролиза, низкочастотный ультразвук, каталитические.

Для повышения эффективности использования возобновляемых энергетических ресурсов необходимо разработать научно-обоснованную методологию комплексной переработки биомассы фотосинтезирующих растений (возобновляемый источник энергии) для получения полезных продуктов и материалов, а именно, биотоплива (биогаза, биодизеля), биогумуса, биоудобрений, биопрепаратов, биотестов для диагностики почв, воды, воздуха, заболеваний человека.

Одним из перспективных методов биоконверсии целлюлозо-лигниновых отходов является использование эффективных микроорганизмов при анаэробной ферментации периодическим способом (ЭМ-технологии). Для получения гумифицированного продукта по инновационной технологии (ЭМ-технологии) использовали сообщество эффективных микроорганизмов, которые содержатся в биологически активном препарате «Тамир», и целлюлозо-лигниновые отходы:

- пищевые — высушенные после заварки листья чая;
- промышленные — опилки;
- сельскохозяйственные — солома ячменя.

Препарат «Тамир» разработан на основе японского аналога ЭМ Waste Treatment и предназначен для ускоренной утилизации бытовых и сельскохозяйственных отходов (остатков пищи, ботвы, сорных растений), а также для восстановления дренажа, устранения неприятных запахов. Препарат «Тамир» — это живое сообщество 86 полезных почвенных микроорганизмов существующих в симбиозе (молочнокислых, азотфиксирующих, фотосинтезирующих, целлюлозоразрушающих бактерий, одноклеточных микроорганизмов, микроскопических грибов), известные как «ЭМ-микроорганизмы» (*effective microorganisms*), с усиленной способностью к переработке и ферментации органических отходов. Используется более чем в 80 странах в животноводстве для переработки отходов, устранения запахов и получения высококачественного ферментированного удобрения, кормовых биологически активных добавок.

Основным преимуществом анаэробной ферментативной переработки целлюлозо-лигниновых отходов от других систем утилизации является минимальная затрата энергии на процесс ферментации и производство дополнительной энергии в виде биогаза. Технологическая схема гумификации проста и легко вписывается в существующую технологию биоконверсии растительных отходов.

Установка получения гумифицированного продукта занимает небольшую площадь и, благодаря герметичности ферментаторов, в атмосферный воздух не выделяются токсичные выбросы. Процесс гумификации осуществляется в мезофильных условиях в течение 4 недель с образованием влажного субстрата черного цвета — влажный гумус (эффективный гумифицированный продукт — ЭГП). Побочный продукт производства (биогаз), используется

для получения дополнительной тепловой энергии на технологические нужды (подогрев воды в теплообменнике), что позволяет снизить долю энергетических затрат в себестоимости готовой продукции. При внесении ЭГП в почву происходит настрой основной массы микроорганизмов на ее регенерацию и восстановление биологической активности и плодородия. Другими словами происходит «лечение почвы» за счет переработки мертвого органического вещества в легкодоступную и легкоусвояемую форму для растений. При этом вырабатываются физиологически активные вещества: ферменты, аминокислоты, витамины, сахара, фитогормоны, биофунгициды и пр., которые способствуют росту и развитию растений, защите их от болезней.

Исследование качества ЭГП проводили методом биотестирования на примере модельной системы почва-растение, с использованием техногенной почвы, отобранной в радиусе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) энергетических систем города Твери. При диагностике почв Тверского региона, которые относят к дерново-подзолистым, было обнаружено, низкое содержание гумуса (около 20%), фосфора, обменного калия. Кроме того, почвы техногенных систем формируются зачастую на щебне, дробленном асфальте, городском мусоре, загрязнены нефтью и продуктами ее переработки, промышленными и бытовыми отходами, выбросами автомобильного транспорта, атмосферными осадками, выпадающими в радиусе санитарно-защитных зон. При этом снижается продолжительность жизни древесной и другой растительности в городских экосистемах. Для поддержания плодородия таких почв необходимо создавать условия, при которых, вымывание и потеря почвой питательных веществ будут минимальными.

Выбор компонентов модельной системы проводили в соответствии с Международным стандартом ИСО 11269-2. Отбор проб почв неизвестного состава проводили в летнее время (июнь 2008 г) в радиусе (СЗЗ) источников загрязнения: зона № 1 – зона механического завода, зона № 2 ТЭЦ-1, сквер селитебной территории города Твери. В качестве тест растений рассматривались семена односемядольных растений 1-й категории (ячмень) и двусемядольных растений 2-й категории (салат). Для полива тест растений применялась вода водопроводная и поверхностная вода, отобранная из реки Тьмака, вблизи СЗЗ № 1 и № 2. В качестве контрольных образцов использовали почву известного состава (ТУ 0391-030-57302407-05) и дистиллированную воду при поливе. ЭГП вносили в техногенную почву во влажном состоянии.

Основными технологическими стадиями выращивания тест растений на различных субстратах являются: подготовка тест семян и почвы к посеву, посев семян, уход за посевами, уборка растений, статистическая обработка полученных результатов. Подготовку семян тест растений к посеву проводили путем протравливания, определения всхожести на фильтре, фракционирования проростков. Так, всхожесть тест салата на фильтре составляет 80 %, а ячменя 62 %. По результатам фракционирования семян тест растений была отобрана фракция с оптимальной длиной проростков на фильтре 3,0–5,0 см для посева в почву.

Анализ всхожести салата и ячменя в системе почва-растение показал, что в контроле 1 и 2 всхожесть отобранных фракций составила 100 % при поливе дистиллированной, водопроводной и водой из реки Тьмака. В почвах техногенных зон всхожесть тест растений снижается в ряду: дистиллированная вода > водопроводная вода > вода реки Тьмака.

Следует отметить, что тест растение 2-й категории (ячмень) более чувствителен к загрязнению почвы. Всхожесть ячменя при поливе речной водой в 5 раз меньше, чем при поливе дистиллированной водой.

Относительный прирост салата в техногенной зоне № 2 уменьшается в ряду:

$$H_2O_{\text{dist}} > H_2O_{\text{водопр.}} > H_2O_{\text{речная}} .$$

Оценку степени загрязнения техногенных зон № 1 и № 2 определяли по коэффициенту фитотоксичности ( $K_{\phi}$ ), рассчитанному по формуле

$$K_{\phi} = \frac{M_k - M_x}{M_k} \cdot 100 ,$$

где  $M_k$  — масса контрольного растения,  $M_x$  — масса растения, выращенного в техногенной зоне.

Оценку эффективности ЭГП в модельной системе почва-растение проводилась по изменению роста и развития тест растений на примере почвы техногенной зоны № 2. При внесении в почву техногенной зоны № 2 ЭГП увеличилась всхожесть салата на 30 % при поливе водой из реки Тьмака, улучшились условия для формирования корневой системы, коэффициент фитотоксичности по абсолютной величине вырос в восемь раз.

Таким образом, при биотестировании почв города Твери вблизи санитарно-защитных зон ТЭЦ-1 или механического завода было установлено, что эти почвы загрязнены, причем степень загрязненности почвы техногенной зоны № 1 больше, чем техногенной зоны № 2. Внесение гумифицированного продукта ЭГП способствует снижению техногенного воздействия источников загрязнения и улучшает условия роста и развития тест растений.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА: ЭКОНОМИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

*И.И. Гургенидзе, к.э.н., доцент, Одоко Дан, магистрант  
Белорусский государственный аграрный технический университет (г. Минск)*

Наращивание объемов производства в аграрном секторе экономики должно сопровождаться повышением конкурентоспособности отечественных товаров на внешних рынках продовольствия. Среди множества проблем, которые предстоит решить на этом пути, исключительно важное место будет отводиться снижению материалоемкости, и особенно энергоемкости конечной продукции. Это вызвано, прежде всего, высоким удельным весом материальных затрат в себестоимости конечной продукции, во-вторых, энергоемкость производства отечественной сельскохозяйственной продукции превышает аналогичный показатель стран Западной Европы и США в 1,5–2,0 раза, что необоснованно увеличивает топливную и электроэнергетическую составляющую в себестоимости конечной продукции. Республика не располагает в достаточных объемах собственными энергетическими ресурсами и вынуждена ежегодно импортировать порядка 83 % от суммарной потребности экономики страны в основном высококачественных энергоносителей в виде природного газа и сырой нефти. Это делает республику уязвимой в части ее энергетической безопасности. Необходимо также учитывать постоянно усиливающееся давление на экономику энергетики сельского хозяйства и всей отрасли в целом такого важного фактора внешней среды как непрерывный рост мировых цен на сырую нефть и нефтепродукты и другие виды энергоносителей, особенно природного газа. Это обстоятельство отрицательно влияет на внешнеторговый баланс республики, делая его дефицитным. Так, по сравнению с 2000 годом стоимость природного газа для производственных потребителей села выросла с 68,09 до 186,50 \$/ту.т., т.е. в 2,74 раза, дизельного топлива — с 218,01 до 604,32\$/ту.т. (2,77 раза), мазута — с 72,99 до 239,09 \$/ту.т. (3,28 раза), печного-бытового топлива — с 171,39 до 370,99\$/ту.т. (2,16 раза), тариф на электроэнергию, отпускаемую для производственных нужд села — с 3,3 до 10,7 цента за 1кВт·ч (3,24 раза), каменный уголь — с 70,63 до 256,48\$/ту.т. (3,63 раза), дрова (пиленые и колотые) — с 25,06 до 211,11\$/ту.т. (8,42 раза), топливные брикеты — с 45,96 до 172,63\$/ту.т. (3,76 раза). Однако рост цен на энергоносители это еще не все препятствия, с которыми придется столкнуться сельскохозяйственным производителям в деле повышения экономической эффективности и конкурентоспособности своей продукции. Предстоит планомерно решить не простой вопрос приведения в соответствие цен на энергоносители с их потребительской стоимостью. В сложившихся в республике экономических условиях соотношение между удельной теплотой сгорания угля, природного газа, мазута и ПБТ составляет 1,00:1,37:1,65:1,73, в то время как соотношение оптовых цен за 1ту.т. по состоянию на 10.03.2003 — 1,00:0,42:0,78:1,59 (1984 г. — 1,00:0,45:1,38:1,77; 1992 г. — 1,00:0,62:2,84:5,11; 1995 г. — 1,00:0,73:0,50:0,95; 2001 г. — 1,00:0,68:1,05:1,93; 2005 г. — 1,00:0,45:0,68:1,62), а в настоящее время на 20.12.2010 — 1,0:0,73:0,93:1,45. Эти соотношения не учитывают энергетическую эффективность их использования в источниках энергии сельского потребителя, т.е. среднегодовой эксплуатационный КПД. При полном учете затрат на использование энергоносителей и энергетических установок в явном виде обнаруживается существующий в настоящее время в республике перекос в ценообразовании на ТЭР, т.е. несоответствие фактического уровня цен на энергоносители их потребительской стоимости. На внутреннем рынке нашей республики по-прежнему поддерживается низкий уровень цен на природный газ. Именно это обстоятельство как раз и стимулирует повышенный спрос на этот высококачественный вид топлива. Выравнивание экономических условий хозяйствования требует устранения этого недостатка путем увеличения цен на высококачественные