

КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ БИОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ РЕГИОНА



А.Н. Пыткин,
Пермский филиал Института
экономики УрО РАН



Н.М. Тарасов,
Пермский филиал Института
экономики УрО РАН



Д.А. Баландин,
Пермский филиал Института
экономики УрО РАН

Рассмотрены вопросы совершенствования механизма и инструментов снижения негативного антропогенного воздействия на окружающую среду и реабилитации естественных экосистем сельских территорий Пермского края методом комплексного применения новых биотехнологий, позволяющих вовлекать отходы сельскохозяйственного производства и лесопромышленного комплекса в новый производственный цикл в качестве исходных материалов для рекультивации сельскохозяйственных угодий и восстановления техногенно загрязненных природных объектов и почв.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, микробиологическая переработка отходов, устойчивое эколого-экономическое развитие, экологизация сельских территорий.

Исторический процесс развития цивилизации, индустриализация и промышленное освоение природных ресурсов, сопровождающееся возрастанием негативного антропогенного воздействия на окружающую среду, бурный рост численности населения в развивающихся странах,

прогнозируемые глобальные климатические изменения обострили на рубеже II и III тысячелетий нашей эры проблемы обеспечения населения продовольствием и питьевой водой в планетарном масштабе.

Изучение природы и закономерностей развития современного общества ведет к

расширению рамок теоретического диапазона концептуальных положений устойчивого развития в аспектах социально-экономического, экологического и пространственного подходов, что обусловливает необходимость разработки механизмов снижения негативного антропогенного воздействия на окружающую среду и реабилитации естественных экосистем сельских территорий региона, в том числе путем комплексного применения новых биотехнологий.

Реализация разработанных и принятых мировым сообществом принципов устойчивого развития поставила на межгосударственном уровне в качестве ключевой задачу реализации экологически устойчивой социально-экономической концепции развития человечества, основывающейся на балансе интересов ныне живущего и будущего поколений.

Роль методов биотехнологии в переработке отходов жизнедеятельности человека огромна. В развитых странах миллионы тонн отходов пищевого производства (молочная сыворотка, барда, отходы животноводства и др.) перерабатываются с применением методов промышленной биотехнологии. Так, в настоящее время в Европейском союзе в секторе сельского и лесного хозяйства используется или обезвреживается порядка 64 % отходов животного и растительного происхождения. Аналогичный показатель в Российской Федерации составляет 28 % (74,5 млн т).

Биотехнологии в мировом лесном секторе используются в практике глубокой переработки древесины, утилизации отходов. В отечественном секторе наукоемких технологий по переработке лесных ресурсов в настоящее время наблюдается отставание в развитии производства инновационных биопродуктов на основе комплексной глубокой переработки всей биомассы древесины (биорефайнинг).

Древесные и технологические отходы, включая щепу и кору, щелока, шламы, осадки, скоп и т.п., используются, в основном, в качестве биотоплива для получения теплоэнергии. Лидерами в разра-

ботке и использовании новых биотехнологий в лесопромышленном комплексе являются Финляндия, Швеция и США. По мнению ведущих мировых компаний, уже во втором десятилетии нынешнего века возможна замена до 30 % традиционной продукции целлюлозно-бумажной промышленности на инновационную.

В качестве примера комплексного использования биотехнологий для переработки отходов сельскохозяйственного и лесоперерабатывающего производств может служить способ микробиологической трансформации органического сырья в экологически чистый и высокоэффективный продукт – биогумус.

Необходимо отметить, что основными источниками в современной индустрии органических удобрений являются продукты переработки отходов сельскохозяйственного производства (навоза, помета) и различных растительных целлюлозосодержащих отходов (остатки растений, отходы деревопереработки).

Следует учесть и то, что в необработанном виде эти отходы представляют реальную угрозу для человека и окружающей среды. Вместе с ними в почву, воду и атмосферу попадает большое количество разнообразных возбудителей болезней, пестициды, микотоксины, экзотоксиканты, высокотоксичные химические вещества (фенолы, тяжелые металлы и т.п.). Кроме того, навоз и помет могут служить источниками крайне опасных заболеваний, таких как сибирская язва, бруцеллез, чума свиней, энцефалит, ящур, рожа, кокцидиоз и многие другие. Растущие города также вносят свою лепту в загрязнение окружающей среды. Городские отстойники сточных вод и содержащийся в них канализационный ил, фекальные стоки, бытовые отходы – все это вносит свой вклад в загрязнение почвы, воды и пищи.

Наблюдения зарубежных и отечественных экологов показали, что широкое применение минеральных удобрений, помимо кратковременного повышения урожайности, приводит к снижению естественного плодородия почв, уничтожению

полезной почвенной микрофауны. Рядом исследователей предложена концепция повышения урожайности за счет питания не самих сельскохозяйственных культур, а почвенно-обитающих микроорганизмов. Данное научное направление получило развитие с созданием новой технологии «ЭМ-вермикюльтивирование». Внедрение данной технологии позволило передовым аграрным производителям практически полностью исключить применение химических удобрений, пестицидов и повысить потребительские качества производимой сельскохозяйственной продукции.

В странах Западной Европы, Америки, Японии, Китая для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур в почву вносят биогумус, полученный с помощью технологий вермикюльтивирования, причем о производстве гумуса в открытой печати практически ничего не публикуется. Все технологии по получению и использованию гумуса закрыты для широкой печати как сведения стратегической важности.

Осознавая стратегическую важность поддержки плодородия почв, правительства США, Японии, Германии, Австрии стимулируют производителей гумуса, в том числе предоставлением безвозмездных кредитов и т.п.

В целях преодоления сложившегося отставания российской практики применения биотехнологий в переработке отходов сельскохозяйственного производства и лесопромышленного комплекса в настоящее время реализуется государственная «Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года», включающая в себя основные направления и этапы их внедрения. Реализация поставленных государством целей и задач определяет необходимость проведения фундаментальных исследований не только в области биотехнологий, но и формирования теоретического базиса разработки, внедрения соответствующих механизмов и инструментов.

Следует отметить, что для современ-

ной России, несмотря на наличие беспрецедентных природных богатств и потенциалов устойчивого эколого-экономического развития, характерно обострение антагонистических противоречий между жизнедеятельностью человека и окружающей средой. В наибольшей степени эти противоречия наблюдаются в таком процессе, как деградация земель сельскохозяйственного назначения. Так, за последние 50 лет несоблюдение воспроизводственных норм при эксплуатации главного богатства страны – черноземов Центрально-Черноземного района (половина всех мировых площадей) – привело к потере более чем 30 % гумуса и сокращению плодородного слоя на 10–15 см [3]. Природоёмкое ведение агропромышленного производства, интенсивная добыча природных ископаемых, сопровождаемая эрозией, засолением и химическим загрязнением почв, привели к масштабной деградации сельских территорий.

Безусловно, в значительной степени это обусловлено наблюдаемыми в течение XX века двумя структурными трансформациями форм общественного сельскохозяйственного производства: от капиталистической к социалистической и обратно к капиталистической. Переход прав на всеобщее средство сельскохозяйственного производства, землю, от общинной формы собственности к частной, затем – к коллективной и государственной, а в последствии – вновь к частной, сопровождался разрушением традиционных укладов, производственных связей и другими процессами, достаточно широко освещенными в научной литературе и публицистике.

В постсоветский период эти процессы обострились и сопровождались не только деградацией почв, но и беспрецедентным выбытием земель сельскохозяйственного назначения. За два последних десятилетия посевные площади Российской Федерации сократились на 32,1 % [4].

К сожалению, приходится констатировать, что показатели выбытия сельскохозяйственных угодий Пермского края превзошли общероссийские и составили

46,2 %. Предпосылками сложившейся ситуации в регионе, по нашему мнению, послужили не только тенденции, характерные для отечественного сельского хозяйства в целом, но и системные недостатки в управлении агропромышленным комплексом Пермского края, в том числе в вопросах экологизации аграрного производства.

Состояние агропромышленного комплекса Российской Федерации обострило проблему стабилизации и восстановления сельскохозяйственных угодий для повышения плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, интенсификации земледелия и улучшения общей экологической обстановки.

Согласно опубликованным данным, в настоящее время более 56 миллионов гектаров пашни характеризуются низким содержанием гумуса. Среднегодовой дефицит гумуса в пахотном слое в среднем по Российской Федерации составляет 0,52 тонны на гектар. Уменьшение внесения минеральных удобрений не позволяет восстанавливать потерю питательных веществ почв, а развал российского животноводческого комплекса снизил объемы применения органических удобрений [6].

Реализация федеральных программных документов не смогла переломить негативные тенденции в Пермском крае по неэффективному использованию земельных ресурсов, бесхозяйственности, экологическому загрязнению, снижению уровня плодородия, эрозии земель и других отрицательных явлений.

Негативное воздействие промышленности и сельского хозяйства на экологическую среду сельских территорий региона имеет сложный, комплексный характер. Потенциальные источники антропогенного воздействия на экологию по видам, воспринимающим элементам и набору загрязняющих веществ относятся к нескольким типам. В первую очередь это горнодобывающая промышленность, затем – промышленные и крупные сельскохозяйственные предприятия, коммунальное хозяйство крупных населенных пунктов.

Промышленные предприятия использу-

ют экологически несовершенные многоотходные технологии. В результате образуется большое количество отходов, складирование и хранение которых происходит в местах, не отвечающих элементарным санитарным и экологическим требованиям. Значительная их часть размещается на землях сельскохозяйственного назначения. В результате фильтрации отходов фиксируется загрязнение подземных вод тяжелыми металлами, нефтепродуктами, пестицидами и т.д. Настоящим бедствием для сельских территорий являются свалки бытовых отходов и навозосборники животноводческих комплексов. К числу наиболее существенных негативных последствий техногенных изменений относится загрязнение пресных подземных вод как наиболее чувствительного элемента геологической среды. Негативным последствием интенсивного развития лесопромышленного комплекса в регионе являются короотвалы.

Так, в пределах города Краснокамска находятся терриконы короотвала, образовавшиеся в результате многолетней деятельности целлюлозно-бумажного комбината. В результате химико-биологического разложения древесных остатков происходит загрязнение окружающей среды близлежащих микрорайонов города Краснокамска и поселка Новый Крым, а также граничащих речных водоемов реки Камы и устья реки Малая Ласьва фенольными соединениями и тяжелыми металлами. Основную опасность для окружающей среды представляет один из компонентов коры – лигнин.

При обычных условиях лигнин является достаточно стабильным соединением. Однако при складировании коры в больших количествах в глубине отвала происходит процесс гниения, при этом температура внутри отвала повышается выше 200 °С. В результате биохимических процессов лигнин разлагается на ряд органических соединений, в частности фенолы. Одноатомные фенолы являются легко растворимыми в воде соединениями и представляют собой сильные нервные яды, вызывающие общие отравления даже через ко-

жу, на которую действуют прижигающе.

Кроме того, короотвал является пожароопасным объектом, при горении которого в атмосферу выделяется большое количество ядовитых и канцерогенных соединений. Пожар короотвала летом 2010 года обострил не только экологическую, но и социальную обстановку в районе. Дым, образовавшийся в результате горения отходов, заволок весь Краснокамск и его окрестности. Жители проводили многочисленные митинги и даже перекрывали федеральную трассу, протестуя против некомпетентности властей и неспособности оперативного решения техногенной проблемы. Ситуация широко освещалась средствами массовой информации, к решению проблемы подключились региональные и федеральные власти. Пожар потушили, но проблема ликвидации источника экологической опасности до настоящего времени не решена. К ликвидации очага техногенного загрязнения окружающей среды Краснокамска были подключены широкие научные круги, выделенные в рамках федеральной экологической программы по ликвидации последствий катастроф бюджетные средства заинтересовали бизнес.

Большинство предлагаемых способов решения проблемы предусматривало использование тех или иных химических реагентов, что не исключает возможности вторичного загрязнения окружающей среды.

В качестве альтернативы предложенным методам могла бы стать технология, позволяющая исключить биологическое воздействие тяжелых металлов, которые могут присутствовать в короотвале, за счет перевода их в экологически неактивную форму, трансформировать объект путем биологической переработки отходов лесопроизводства, загрязняющих окружающую среду, в пожаробезопасное и востребованное сельскохозяйственным производством органическое удобрение – биогумус, а также осуществляющая микробиологическое разрушение фенолов и других биотоксикантов.

Содержимое короотвала представляет

собой сложную смесь из древесных остатков разного размера и степени разложения в сочетании с гумифицированными остатками разложившейся древесины, строительного мусора (бетон, железобетонной конструкции, бревна и т.п.).

Факторами, сдерживающими процессы разложения коры, являются большой объем древесных остатков, избыточная влажность субстрата и его частичная консервация в условиях недостатка воздуха и низких температур зимнего периода. Недостаток кислорода в нижних слоях отвала снижает уровень гумификации. Для древесных остатков характерны также низкая зольность, низкое содержание азота и высокое содержание углерода. Соотношение органического углерода к азоту C:N \approx 60.

Технологический процесс предусматривает:

- сортировку фракций короотвала;
- микробиологическую обработку субстрата и его трансформацию в биоудобрение;
- внесение полученного биоудобрения под технические сельскохозяйственные культуры;
- проведение биологической рекультивации земель сельскохозяйственного назначения.

Технологическая модель процесса переработки короотвала представлена на рисунке.

После переработки короотвала рекомендуется рекультивация поверхности грунта ложи отвала с помощью полученного биогумуса с последующим озеленением территории.

Новизна предложения заключается в использовании в технологических процессах рационального природопользования целого комплекса микроорганизмов, позволяющих выстроить цепочку непрерывной биологической переработки отходов материального производства и их вовлечение в процессы реабилитации экосистем сельских территорий Пермского края. Применение биологических препаратов, позволяет полностью исключить возможность какого-либо химического

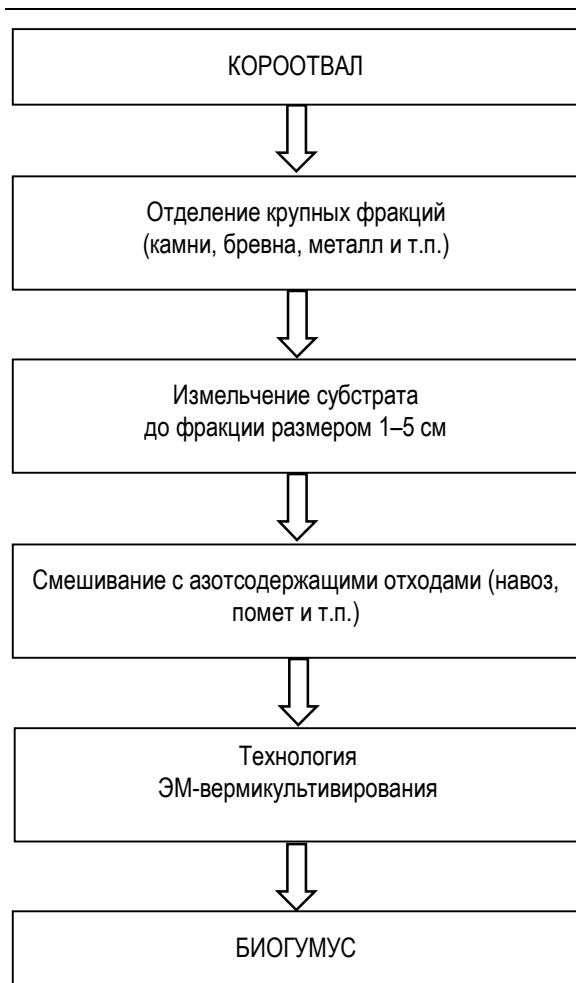


Рис. Переработка короотвала целлюлозно-бумажного комбината

загрязнения окружающей среды.

Переработка короотвала по данному методу не требует строительства капитальных сооружений, подготовки высококвалифицированных специалистов, способствует созданию дополнительных рабочих мест и решает проблему обеспечения населения высококачественными, экологически чистыми продуктами питания. Использование предлагаемой биотехнологии при ликвидации Краснокамского короотвала позволит существенно улучшить экологическую обстановку в районе и полностью ликвидировать источник пожароопасной ситуации.

Микробиологическая переработка короотходов позволяет решать проблему сохранения и восстановления плодородия почв в регионе. Определенный интерес к использованию продуктов переработки короотвала проявлен рядом азиатских стран.

Ликвидация короотвала в Красно-

камске, а также решение аналогичных ситуаций в других территориях региона является социальным заказом общества, позволит снять социальную напряженность и восстановить доверие населения к органам государственной власти.

Метод является универсальным и позволяет перерабатывать различные виды лесопромышленных, сельскохозяйственных и бытовых отходов. Переработанные отходы могут быть использованы для производства высококачественных (с высоким содержанием протеина и углеводов) кормов для сельскохозяйственных животных.

Так, в 2012 году в Чернушинском районе Пермского края одно из сельскохозяйственных предприятий произвело сброс жидкого навоза на территорию площадью 160 га вне объектов размещения отходов. Взысканные с организации административные штрафы не могут компенсировать ущерб, нанесенный окружающей среде. К сожалению, такие ситуации в регионе не единичны. Использование биопереработки отходов животноводства позволило бы не только предотвратить экологические бедствия, но и получить гумус, применение которого повысило бы плодородие почв.

Предлагаемая методика применения биотехнологий не имеет аналогов в российской практике рационального природопользования, обуславливает необходимость соответствующего социально-экономического обоснования ее реализации в сельских территориях Пермского края и позволяет сократить разрыв между Российским и мировым уровнями использования биотехнологий в переработке отходов сельскохозяйственного производства и лесопромышленного комплекса. Широкое применение биотехнологий в Пермском крае позволит довести уровень переработки отходов животного и растительного происхождения в секторе сельского и лесного хозяйства Пермского края до 60–65 %.

Можно сформулировать *выводы*: стратегическими целями в сфере охраны окружающей среды сельских территорий Пермского края должны стать оздоровле-

ние экологической обстановки и обеспечение экологической безопасности населения, сохранение и восстановление природных экосистем.

Экологизация сельских территорий Пермского края должна основываться на сочетании административных и экономических методов планирования, регулирования и контроля и регламентироваться соответствующими нормативными актами.

Таким образом, сохранение благополучного состояния окружающей среды, здоровья населения территорий, подвергнутых риску последствий техногенных катастроф, обуславливает необходимость применения безотходных технологий по обезвреживанию и переработке отходов животноводства и лесопереработки.

Для достижения этих целей необходимо решить следующие задачи:

– снижение техногенной нагрузки на окружающую среду от выбросов и сбросов загрязняющих веществ, размещения отходов производства и потребления;

– обеспечение экологической безопасности населения и сельских территорий края;

– сохранение биологического разнообразия и устойчивости природных экосистем;

– рекультивация нарушенных земель сельскохозяйственного назначения на территории края.

Реализация предлагаемых мер является одним из инструментов обеспечения устойчивого развития сельских территорий на основе достижения баланса между антропогенным воздействием на окружающую среду и самовосстановлением биоэкосистем и природного потенциала.

Социально-экономическое обоснование внедрения новых биотехнологий, полностью исключая химическое загрязнение окружающей среды, позволит с большой степенью достоверности прогнозировать результативность их применения в социальном, экономическом и экологическом аспектах устойчивого развития и совершенствовать механизм снижения негативного антропогенного воздействия на окружающую среду и способствовать реабилитации экосистем сельских территорий Пермского края.

Библиографический список

1. *Баландин Д.А., Баландина О.Г.* Оценка ухудшения экологического состояния Пермского края и города Перми // Актуальные вопросы современной науки: сб. науч. тр. / Пермский институт переподготовки и повышения квалификации кадров агропромышленного комплекса. Вып. II. – Пермь: изд-во СПУ «МиГ», 2010.
2. *Баландин Д.А., Тарасов Н.М.* Современные технологии как необходимый элемент повышения экономической эффективности агропромышленного комплекса Пермского края. – Пермь: изд-во СПУ «МиГ», 2011. – 117 с.
3. *Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш.* Экономика природопользования: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2004. – XXVI, 501 с.
4. *Пыткин А.Н., Баландин Д.А.* Социально-экономические аспекты функционирования сельских муниципальных образований Пермского края. – Екатеринбург: изд-во Института экономики Уральского отделения РАН, 2012. – 177 с.
5. *Тарасов Н.М., Баландин Д.А.* Биотрансформация органических отходов как метод уменьшения антропогенного воздействия на экологическую среду // Перспективы повышения конкурентных преимуществ региона: теория и практика (посв. 25-летию Пермского научного центра УрО РАН): сб. науч. тр. / Пермский филиал Института экономики УрО РАН. – Пермь: изд-во ООО «Полиграф Сити», 2012. – С. 88–92.
6. Федеральная целевая программа «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006–2010 годы и на период до 2013 года», утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 20 февраля 2006 г. № 99. [Электр. ресурс]. Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».

**THE COMPLEX IMPLEMENTATION OF NEW BIOTECHNOLOGIES
FOR THE REHABILITATION OF NATURAL ECOSYSTEMS AS A TOOL
FOR IMPLEMENTING SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF REGIONAL
RURAL TERRITORIES**

A.N. Pytkin, N.M. Tarasov, D.A. Balandin

The article considers the issues of improving the mechanism and instruments to reduce the negative anthropogenic impact on the environment and rehabilitation of Perm Krai's rural territories natural ecosystems. The authors reveal the complex implementation of new biotechnologies, allowing to involve the wastes of the agricultural production and the timber industrial complex in a new production cycle as a materials source for recultivating agricultural lands and restoring industrially polluted natural objects and soils.

Сведения об авторах

Пыткин Александр Николаевич, доктор экономических наук, директор, Пермский филиал Института экономики УрО РАН, 614990, г. Пермь, ул. Ленина 13А; e-mail: pfi@mail.ru

Тарасов Николай Михайлович, кандидат химических наук, научный сотрудник, Пермский филиал Института экономики УрО РАН, e-mail: pfi@mail.ru

Баландин Дмитрий Аркадьевич, научный сотрудник, Пермский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института экономики УрО РАН, e-mail: pfi@mail.ru

Материал поступил в редакцию 01.02.2013 г.