

Отзыв
на автореферат диссертации на соискание ученой степени
доктора химических наук по специальности
02.00.21 – Химия твердого тела
на тему: «МЕХАНОХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ПРИРОДНЫХ
ПОЛИМЕРОВ И ЕЁ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ»
Бычкова Алексея Леонидовича

В настоящее время перспективность использования механохимических технологий очевидна и с точки зрения экологии, и доступности технических решений. Но использование этих технологий для переработки полимерного возобновляемого сырья в востребованные продукты требует понимания протекающих гетерогенных превращений, знаний о кристаллической структуре полимеров и многоуровневой организации растительного сырья, имеющего не только разупорядоченные и реакционноспособные, но и кристаллические, нуждающиеся в активации фрагменты.

Необходимость изучения физико-химических процессов, протекающих при механохимической обработке твердофазных полимеров природного происхождения, их супрамолекулярных комплексов, материалов и явилась целью рецензируемой работы.

Для исследования физико-химических процессов, протекающих при механохимической обработке полимеров и композитных материалов природного происхождения, соискатель использовал ряд объектов, характеризующихся различиями в химическом составе, морфологии и строении: порошковую целлюлозу, бета-глюкан и лигнин; искусственно полученные композиты из полимеров природного происхождения; биомассу растений (солому пшеницы, тростника, кукурузы, пустые гроздья масличных пальм, шелуху риса и т.п.). Все исследования проведены на современном оборудовании институтов СО РАН, ИВСиДВ СО РАСХН, ИК СО РАН, ГНЦ ВБ «Вектор», ВНИИ ФБиПЖ (г. Боровск, Россия). С помощью комплекса современных химических и инструментальных методов им были впервые изучены физико-химические процессы (изменение морфологии, ультраструктуры, химического состава, свойств поверхности, кристаллической структуры), происходящие в природных полимерах, их супрамолекулярных комплексах и биологических материалах при механохимической обработке в лабораторных, полупромышленных и промышленных условиях.

Формулировка поставленных задач, по сути, обусловила новизну полученных результатов на всех этапах исследований. Так, впервые систематически изучено влияние механохимической обработки на ультраструктурную организацию природных полимеров и влияние разупорядочения супрамолекулярной структуры природных полимеров на их реакционную способность в реакциях ферментативного гидролиза;

сформулированы представления о механизме недиффузионного удаления лигнина из супрамолекулярной структуры материала в процессе термомеханической обработки растительного сырья. Выдвинуто предположение о ключевой роли механического воздействия в совокупном термомеханическом процессе. Впервые определены условия совместной механической обработки гидролитических ферментов и природного полимерного сырья, обеспечивающие устойчивость ферментов и приводящие к образованию реакционноспособных композитов. Также впервые осуществлён механоферментативный гидролиз глюкана клеточных стенок, протекающий в присутствии ограниченного количества воды. Предложен автолокализационный механизм протекающего процесса. Впервые исследован механизм механохимической модификации структуры гуминовых кислот при обработке бурого угля с перкарбонатом натрия. Установлен вклад в твердофазную реакцию щелочной и пероксидной составляющей перкарбоната натрия. Определены условия, при которых реализуется механизм радикального окисления, обусловленный наличием пероксида водорода в структуре перкарбоната натрия. Впервые предложены и реализованы на полупромышленном и промышленном уровне способы механохимической переработки природного полимерного сырья в востребованные продукты: биологически активные маннанолигосахаридные заменители антибиотиков из дрожжевой биомассы, компоненты высоколигнифицированного порошкового биотоплива из растительного сырья, модифицированные гуминовые кислоты из бурого угля, комплексные сорбенты состава «лигноцеллюлозное ядро—гуминовая оболочка» из растительного сырья и бурого угля.

Таким образом, в результате проведенных исследований получены результаты, имеющие важное фундаментальное и теоретическое значение: расширены представления о природе физико-химических процессов, происходящих в природных полимерах (белках, углеводах и полифенолах), их супрамолекулярных комплексах и реальных материалах при механохимической обработке.

Проведенные в лабораторных, полупромышленных и промышленных условиях исследования позволили внедрить полученные результаты в область прикладной механохимии, занимающейся переработкой полимеров природного сырья в востребованные продукты: сорбенты техногенных загрязнений, компоненты биотоплива, добавки к кормам животных, компоненты продуктов питания человека. Конкретными практическими результатами диссертационных исследований явились:

- разработка технология механохимического получения из полимеров биомассы дрожжей экологически чистых маннанолигосахаридных заменителей кормовых антибиотиков; результаты исследований защищены патентами РФ и внедрены на ООО ПО «Сиббиофарм» (г. Бердск), получаемые продукты испытаны на сельскохозяйственных животных;

- разработка технологии механохимического получения компонентов порошкового биотоплива из высоколигнифицированного растительного

сырья; образцы испытаны на 5 МВт огневом стенде Института теплофизики СО РАН и признаны пригодными для использования в качестве топлива для вихревых горелок, внедрение которых позволит повысить эффективность работы серийно выпускаемых газо-мазутных котлов (например, котёл «ДЕ-10-14 ГМ» Бийского котельного завода);

- разработка технологии механохимического получения из бурого угля и механохимически обработанной лигноцеллюлозы ряда гуминсодержащих порошкообразных продуктов, обладающих высокой сорбционной и почвовосстанавливающей активностью; результаты исследований защищены патентом РФ, а продукты испытаны в производственных условиях, в том числе при очистке пластовых вод метаноугольных скважин ООО «Газпром добыча Кузнецк» (г. Кемерово) и в рекультивации поврежденных почв вдоль крупных автомагистралей (г. Новосибирск);

- разработка технологии механохимического гидролиза белковых и углеводных полимеров растительного сырья в биологически доступные компоненты продуктов питания специального, лечебно-профилактического и функционального назначения; результаты исследований защищены патентами РФ и используются на кафедре Технологии и организации пищевых производств НГТУ при разработке новых продуктов питания, а также в образовательном процессе; установленные для целлюлозолитических ферментов пределы термической и механохимической стабильности использованы на ООО ПО «Сиббиофарм» (г. Бердск) для корректировки технологических условий получения препарата «ЦеллоЛюкс-А».

Основные положения, вынесенные на защиту, список опубликованных работ соответствуют формулировке цели исследований и поставленным задачам, свидетельствуют о глубокой проработке темы, а соискатель заслуживает ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.21 – Химия твердого тела.

Доктор фармацевтических наук, профессор,
зав. Лабораторией медико-биологических исследований
Института общей и экспериментальной биологии СО РАН
Тамара Анатольевна Асеева
31 августа 2020 г.

670047 Республика Бурятия
г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6
(3012) 43 47 43; 89085954368
ta-aseeva@mail.ru



Подпись удостоверяю
Ученый секретарь Института
общей и экспериментальной
биологии СО РАН

Козирева Л. П.
31. 08. 2020