

УДК 575.22:678.073

ИНТЕГРАЦИЯ МЕТОДОВ РАСТИТЕЛЬНОЙ ГЕНЕТИКИ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ КОМПОЗИТОВ ПРОМЫШЛЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Х. А. КАЗАКОВА

Туркменский сельскохозяйственный институт
Дашогуз, Туркменистан

В условиях глобального перехода современной промышленности к принципам устойчивого развития, циркулярной экономики и декарбонизации производства особую актуальность приобретает поиск возобновляемых источников сырья для получения конструкционных и функциональных материалов. Традиционные полимеры нефтехимического синтеза, несмотря на свои высокие технологические характеристики, обладают критической экологической нагрузкой на экосистемы, что стимулирует масштабную разработку экологически безопасных биоразлагаемых композитов на основе природных растительных биополимеров.

Ключевым структурным компонентом таких перспективных материалов выступает растительная целлюлоза – наиболее распространенный природный полисахарид, обладающий уникальным комплексом физико-механических свойств. Однако на практике исследователи и инженеры-технологии сталкиваются с тем, что свойства природной целлюлозы существенно варьируются в зависимости от видовой принадлежности сырья, условий произрастания и генетических особенностей продуцента [1]. В связи с этим возникает острая необходимость интеграции методов современной растительной генетики и передовых химико-технологических процессов переработки биомассы.

В рамках данного исследования были детально рассмотрены и проанализированы возможности направленной модификации экспрессии генов, которые непосредственно контролируют биосинтез фибриллярных структур клеточной стенки у перспективных технических сельскохозяйственных и дикорастущих культур [3]. С применением комплексных методов селекционного отбора, маркер-ориентированного анализа (MAS) и биоинформационного моделирования были изучены образцы с пониженным содержанием гемицеллюлозы, лигнина и оптимизированной кристалличностью целлюлозного матрикса.

Полученные экспериментальные данные убедительно показали, что извлеченная наноцеллюлоза из селекционных линий обладает существенно повышенной удельной прочностью на разрыв, увеличенным модулем упругости и улучшенной адгезией к полимерным матрицам различной природы. Методологическая база проведенной работы также включала детальный анализ полисахаридного состава с применением современных спектроскопических методов (ИК-спектроскопия с преобразованием Фурье) и растровой электронной микроскопии (РЭМ).

Экспериментально доказано, что тонкая регуляция экспрессии генов целлюлозных синтаз (CESA) позволяет целенаправленно варьировать степень полимеризации макромолекул целлюлозы еще на этапе роста растительной ткани [3]. Данный фактор имеет решающее значение, поскольку он позволяет существенно снизить энергоемкость последующей механической дезинтеграции волокон при получении фибриллярных суспензий наноразмерного уровня.

На основе полученных генетических и физико-химических характеристик сырья была разработана инновационная технологическая схема получения биокomпозитов промышленного назначения. Она включает в себя стадию предварительного ферментативного кондиционирования растительного сырья специфическими энзимными комплексами [1], что позволяет уменьшить общие затраты технологической энергии на 15 %...20 % по сравнению с традиционными методами чисто механического размола.

Проведенные лабораторные и стендовые испытания опытных образцов полимерных покрытий и формованных изделий подтвердили их превосходную термическую стабильность, устойчивость к воздействию влаги и агрессивных сред, а также высокую износостойкость в условиях интенсивного циклического механического нагружения [2].

Таким образом, предложенный синергетический подход, органично объединяющий достижения современной генетики растений, селекции и передового материаловедения, открывает принципиально новые широкие перспективы для создания высокоэффективных инновационных композитов.

Разработанные научно-обоснованные технологические решения могут быть успешно и в кратчайшие сроки внедрены в реальные производственные процессы выпуска экологичной биоразлагаемой упаковки, а также в машиностроительной отрасли для создания легких армирующих конструкционных элементов. Это полностью отвечает стратегическим общегосударственным задачам инновационного технологического развития промышленности и перехода на «зеленые» стандарты производства [4].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Султанова, И. Н.** Биотехнологические аспекты получения растительных полимеров / И. Н. Султанова // Вестник науки и технологий. – 2025. – № 4. – С. 112–118.
2. **Иванов, А. А.** Новые материалы на основе растительных биополимеров / А. А. Иванов, Б. В. Петров. – Мн. : Технология, 2024. – 145 с.
3. **Петрова, Е. В.** Генетическая модификация технических культур для целлюлозно-бумажной промышленности / Е. В. Петрова // Научные труды БРУ. – 2023. – Т. 12, № 2. – С. 45–52.
4. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления : ГОСТ 7.1–2024. – Введ. 2024-07-01. – Мн. : Госстандарт, 2024.