

## РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОМПЛЕКСНОГО БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ФОТОТРОФОВ

Ткачевская Е.П., Ларкина Е.А., Агурина А.И., Ляпина Е.А.

*Московская государственная академия тонкой химической технологии имени М.В.Ломоносова,*

*Москва, Россия*

## DEVELOPMENT of BIOTECHNOLOGICAL METHODS for PHOTOTROFS COMPLEX APPLICATION

Tkachevskaya E.P., Larkina E.A., Agurina A.I., Lyapina E.A.

*The Lomonosov State Academy of Fine Chemical Technology,*  
[elenatkachevskaya@yandex.ru](mailto:elenatkachevskaya@yandex.ru)

*Moscow, Russia*

Разработка методов комплексного использования биомассы микробных и растительных фототрофов позволяет повысить эффективность использования биопродукта за счёт совмещения схем выделения ценных органических веществ тетрапиррольной, липидной и белковой природы, а также за счёт расширения областей применения выделенных липидов как биологически активных веществ, как биодизельного топлива (биодизеля), как добавок к синтетическим полимерам для улучшения их свойств. Микробные и растительные липиды могут служить источником незаменимых ненасыщенных жирных кислот, проявляющих широкий спектр биологической активности, нужных для медицины, косметологии, диетологии. Для фундаментальных исследований механизмов биохимических реакций требуется проводить выделение не только отдельных классов соединений, но и молекулярных ансамблей, например, включающих природные комплексы фоточувствительных пигментов, липидов и белков (частицы фотосистемы I). Нами отработан способ получения таких частиц из растительных источников и осуществлено применение таких частиц для изучения этапов преобразования энергии и передачи электронов в фотосинтезе методом моделирования хинон-связывающего сайта фотосистемы I. Для липидов, выделенных как из нативной биомассы микробных и растительных биопродуктов (*Cunninghamella*, *Spirulina*), так и из отходов биотехнологической переработки фототрофной бактерии *Rhodobacter capsulatus*, после фракционирования и изучения состава, обосновано применение в качестве добавок к полимерам, обеспечивающих наличие в последних высших жирных кислот или их сложноэфирных производных, антиоксидантов каротиноидной или токоферольной (витамин E) природы. Микробные липиды применялись нами в качестве добавок к синтетическому каучуку для приближения его свойств к натуральному, а также как добавки к другим синтетическим полимерам для улучшения их прочности и износостойкости, для увеличения скорости вулканизации.

Липидная фракция высших жирных кислот, смесь природных микробных или растительных липидов после получения на их основе сложных эфиров жирных кислот и низкомолекулярных спиртов могут найти применение как заменитель дизельного топлива (биодизель).

Фототрофы - перспективные источники для получения фотосенсибилизаторов тетрапиррольной природы. Из лиофилизованной водоросли *Spirulina* нами получены производные феофорбида, активно влияющие

на фотоокисление липидных субстратов в модельных системах. В процессе переработки биомассы *Rhodobacter capsulatus* с целью получения фотосенсебилизаторов (бактериопурпурина и его производных) выделяют фракцию липидных соединений с массовым выходом  $6\% \pm 0,5\%$  от сухой биомассы. С учётом больших объёмов переработки биомассы микробного продуцента *Rhodobacter capsulatus* (достигающих несколько десятков килограммов в год) представляется интересным усовершенствовать биотехнологический процесс на стадиях преработки биомассы и разработать схемы направленного выделения липидных фракций. Кроме того, изучение химической структуры выделенных липидов и таких важных представителей как ненасыщенные жирные кислоты позволяет судить о биологической активности липидов, о перспективности их выделения и использования.

В настоящей работе предложена схема направленного выделения липидных фракций из отходов переработки *Rhodobacter capsulatus* и изучен состав соединений липидной природы с использованием хроматографических и спектральных методов. Изучение липидного остатка показало, что в его состав входят преимущественно каротиноиды и высшие жирные кислоты (в среднем 89,1 % от липидного остатка). Оставшаяся часть представлена токоферолами, липидными хинонами и фитолом. Хроматографическое фракционирование липидного остатка и использование физико-химических методов анализа позволило идентифицировать две группы каротиноидов: первая группа – углеводородные, вторая группа – кислородсодержащие (сфероидены).

Для направленного выделения жирнокислотных компонентов смеси использовалась двухстадийная обработка липидного остатка. Первая стадия заключалась в синтезе метиловых эфиров жирных кислот методом кислотного метанолиза микробных липидов. На второй стадии проводили сорбционную депигментацию этерифицированных липидов с целью отделения каротиноидов. В результате был получен концентрат метиловых эфиров высших жирных кислот в неполярном растворителе. С помощью десорбции полярными растворителями в периодическом режиме была получена фракция каротиноидов. По данной схеме липидный остаток может служить источником метиловых эфиров высших жирных кислот и каротиноидов. Каждый из этих компонентов представляет ценность в качестве биологически активного соединения.