

увеличивает емкость лузги на 30% по сравнению с ортофосфорной кислотой.

Аналогичные исследования были проведены с лузгой гречихи. Изотермы нативной и модифицированной раствором NaOH лузги гречихи можно (рисунок 2) отнести к типу S2, а изотерму модифицированной лузги гречихи  $H_3PO_4$  – к типу S4 по классификации Гильса.

Максимальная емкость в этом случае составила 180 мг/г при обработке ортофосфорной кислотой, в то время как обработка гидроксидом натрия показала значительно худшие результаты.

В результате проведенных исследований выявлено, что при активации лузги гречихи целесообразно использовать раствор  $H_3PO_4$ , а лузги подсолнечника – раствор NaOH.

## ПРИМЕНЕНИЕ РЯСКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА

Аль Кассаб Али Абдулкарим

Научный руководитель – к.т.н., и.о. зав. каф. В.В. Тихонов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, peroeyes@gmail.com*

Истощение невозобновляемых источников энергии (газ, нефть) и загрязнение окружающей среды вызывают значительные опасения. Ежегодно во всем мире отмечается интенсивный рост техногенного химического загрязнения водоемов, вызванный развитием химической промышленности, химизацией сельского хозяйства, широким использованием новых препаратов в быту и на производстве, что вызывает необходимость искать новые способы предупреждения попадания повышенных концентраций этих веществ в организм человека с водой. Особое опасение вызывает загрязнение водоемов нефтепродуктами, фенолами, тяжелыми металлами (медь, цинк, свинец, кадмий, никель, ртуть), сульфатами, хлоридами, соединениями азота и фосфора [1].

В последнее время большое количество исследований направленно на использование биологических методов очистки сточных вод, в том числе от тяжелых металлов, соединений азота и фосфора. В качестве биоагентов используют различные виды бактерий, устойчивых к действию тяжелых металлов, морские водоросли, активный ил. Перспективным в этом направлении, является использование ряски. Различные виды рясковых, имеют исключительную способность захватывать и аккумулировать тяжелые металлы, металлоиды, превосходя в этом плане водоросли и других макрофитов.

Кроме того, после очистки загрязненных вод ряска может быть переработана в биогаз, являющимся альтернативным источником энергии и позволяющим уменьшить зависимость от нефти и природного газа. Ряска обладает высокой

скоростью поглощения питательных веществ и высоким выходом биомассы, что наделяет ее высоким потенциалом для использования в качестве биотоплива. При выращивании ряски на сточных водах прирост биомассы составляет 39,1–105,9 т/(га•год), что значительно выше прироста биомассы других потенциальных «энергетических» культур. Содержание крахмала в ряске может достигать 31,0–45,8% от сухой массы. С помощью технологии ферментации 94,7% этого крахмала может быть переработано в этанол [2].

Целью данной работы является: исследование возможности очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, соединений азота и фосфора с использованием ряски; исследование процесса ферментации ряски в этанол двумя штаммами дрожжей.

В качестве субстрата для роста биомассы ряски предполагается использовать сточные воды, содержащие соединения азота и фосфора помещённые в биореакторы ( $V=110$  л), имитирующие различные лагуны. Начальная плотность массы ряски около 30 г/м<sup>2</sup>, что позволяет исключить ингибирование роста растений из-за их высокой плотности. Сбор ряски планируется осуществлять каждые 3–5 дней таким образом, чтобы плотность биомассы в биореакторе составляла около 60 г/м<sup>2</sup>. Уровень воды и температура в биореакторе должна поддерживаться на уровне 22–37 °С, освещённость – 7–14 тыс. лк в течении 16 ч/д. Для поддержания концентрации растворенного кислорода и однородности водного раствора используется аквариумный компрессор.

Производство этанола из крахмала включает в себя ряд процессов, а именно: желатинизацию, гидролиз и ожижение крахмала и ферментацию полученного раствора декстрозы. Желатинизация включает нагревание крахмальных гранул, что приводит к ослаблению водородных связей и делает крахмал более растворимым в воде.

Сахара меньшего размера легко разрушаются микроорганизмами (например, *Saccharomyces CEREVISIAE*) при отсутствии кислорода в процессе гликолиза. В результате микроорганизмы

получают энергию в форме АТФ, а этанол образуется как побочный продукт.

Так как часть глюкозы используется для строительства клетки ряски и синтеза других соединений, максимальный выход этанола при идеальных условиях не превышает 90–95% от теоретического. Процесс брожения осуществляется при оптимальном значении pH 3,5–4 и температуре 30–40 °C и так же зависит от концентрации этанола и субстрата.

### Список литературы

1. Сычев Ю.Н. БЖД: учебно-практическое пособие / Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – М., 2005. – 226с.
2. Семейство рясковые (*Lemnaceae*). / Жизнь растений: в 6-ти томах. – М.: Просвещение, 1982. – 542с.

## НОВЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕАГЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИВАЛЕНТНОГО ЙОДА ДЛЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

В.В. Аникин, С.В. Харченко, А.Н. Логунова, Т.Н. Колчогошева  
Научный руководитель – к.х.н., ст. преп. А.А. Троян

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, aatroyan@yandex.ru

В настоящее время большое значения для синтеза органических соединений имеют подходы, который соответствует концепции «зеленая» химия. Одна из основных тенденций усовершенствования химических процессов с точки зрения «зеленой» химии или химии в интересах устойчивого развития заключается в использовании безопасных реагентов и растворителей (вода), уменьшение количества стадий и снижение образования побочных продуктов, сточных вод и твердых отходов [1].

В последние годы возрос интерес к соединениям поливалентного йода (СПИ), которые являются эффективными окислительными реагентами, участвующими в многочисленных реакциях синтеза органических соединений. В практику органического синтеза внесены такие реагенты, как диацетоксиодобензол или фенилиодозоацетат –  $\text{PhI}(\text{OAc})_2$ , фенилиодозотрифторацетат –  $\text{PhI}(\text{OCOCF}_3)_2$ , дихлороидобензол или фенилиодозодихлорид –  $\text{PhICl}_2$ , фенил или толилиодозодифторид –  $\text{PhIF}_2$  и  $4\text{-CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{IF}_2$ , иодобензол, реагенты Косера ([гидрокси(тозилокси)йод]бензол), Зефинова, Десс–Мартина и т.п. [2, 3].

Особый интерес вызывают реагенты поливалентного йода (ПВЙ), которые широко используются в области органической химии в качестве термически стабильных окислителей. Реагент Косера используется в окисления карбонильных соединений, окисления олефинов, в раскрытии ароматического кольца, деароматизации фенолов и синтезе иодониевых солей [3].

Ограничением широкого использования СПИ являются трудности, связанные с их доступностью, устойчивостью и удобством их использования. Синтез СПИ, зачастую, протекает в несколько стадий с использованием токсичных органических растворителей, требующих дополнительных способов выделения и регенерации. Поэтому поиск простых методов синтеза новых реагентов и исследование их свойств в соответствии с концепцией «зеленой» химии является актуальным [4].

Настоящая работа посвящена синтезу соединений поливалентного йода на основе йодбензола, изучению свойств и возможности практического применения.

Известны способы применения реагента Косера *in situ* в реакции перегруппировки