

муки второго сорта. По сравнению с мукой, где содержание ртути составляет $0,0048 \pm 0,001$ мг/кг, в готовой продукции – 0,003 мг/кг.

Технологическая схема производства хлебобулочных изделий при безопасном способе приготовления теста имеет этап выпечки тестовых заготовок. Выпечка тестовых заготовок осуществляется в хлебопекарных печах. Температура выпечки – $220\text{--}240^\circ\text{C}$. Продолжительность выпечки зависит от массы и формы заготовок и составляет 15–60 минут. Ртуть – довольно летучий металл, и под действием высоких температур ее содержание уменьшается.

Выводы

1. Концентрация тяжелых металлов в муке исследуемых сортов не превышает ПДК. Исключение составляет концентрация ртути в муке первого сорта, которая в два раза превышает ПДК.

2. В готовой продукции (хлеб «Фирменный»), изготовленной из муки первого сорта, по сравнению с содержанием в исходном сырье произошло незначительное увеличение свинца, кадмия, меди. В хлебе «Белый», изготовленном из муки второго сорта, концентрация тяжелых металлов не превышает ПДК для этих веществ.

Литература

1. Шмалько Н.А., Беликова А.В., Росляков Ю.Ф. Использование экструдированных продуктов в хлебопечении // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 7 – С. 90–92.
2. Коршенко Л.О. Влияние растительных добавок на хлебопекарные свойства пшеничной муки и качество хлеба: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2000. – 186 с.
3. Типсина Н.Н., Селезнева Г.К. Использование разных сортов муки в производстве хлебобулочных изделий // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 10. – С. 204–209.



УДК 615.012.8:577.16(045)

Е.В. Аверьянова, М.Н. Школьников

ВЛИЯНИЕ АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ РАЗНЫХ МАРОК НА КАЧЕСТВО РУТИНА В ПРОЦЕССЕ ОЧИСТКИ

В статье приводятся экспериментальные данные об очистке образца рутина-сырца, полученного из зеленой массы травы гречихи, активированными углями разных марок на древесной и кокосовой основе; показана зависимость содержания рутина от марки угля, высоты слоя сорбента и продолжительности элюирования.

Ключевые слова: трава гречихи, рутин-сырец, уголь активированный.

E.V. Averyanova, M.N. Shkolnikova

EFFECT OF ACTIVATED CARBONS OF DIFFERENT BRANDS ON THE QUALITY OF RUTIN IN THE CLEANING PROCESS

The article presents experimental data on the cleaned sample rutin raw, obtained from the green mass of grass buckwheat activated carbons of different brands on the wood and coconut; the dependence of the content of rutin from coal grade, the height of the layer of sorbent and duration of elution.

Key words: grass buckwheat, rutin raw, coal activated.

Введение. В настоящее время проблема заболеваний, связанных с нарушением проницаемости стенки кровеносных сосудов, остается актуальной. В медицинской практике для лечения этих заболеваний используются лекарственные препараты, обладающие Р-витаминной активностью на основе рутина как вещества, способного укреплять стенки капилляров и повышать их прочность [1].

Фармацевтическая промышленность выпускает достаточно широкий ряд лекарственных форм, содержащих в своём составе витамин Р (рутин): Аскорутин, Асковертин, Ундевит, Троксерутин, Венорутон и

др.; БАДов – Флавигран, Витамикс, Венорм, Малти-Комплекс, Каскарутол-Эдас и др., производимых на основе субстанции рутина. На сегодняшний день основным источником получения рутина являются бутоны софоры японской (*Sophora japonica* L.), однако в нашей стране отсутствует сырьевая база данного растения.

Субстанция рутина – это импортное сырье, основными поставщиками которого являются Бразилия, Германия и КНР.

Для замены дорогостоящей импортной субстанции предлагается получать рутин из сырья, широко культивируемого на территории России, – травы гречихи (*Fagopyri herba*). В культивируемых сортах травы гречихи посевной содержится до 8 % рутина, а также сопутствующие флавоноиды (кверцетин, изокверцетин) [2, 3].

Цель исследований. Разработка способа очистки рутина, за основу которого взят метод препаративной хроматографии с использованием в качестве сорбента активированных углей разных марок.

Задачи исследований. Провести сравнительный анализ выхода и качества рутина, полученного в результате элюирования через слой активированного угля 6 марок.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований являлись образцы рутина-сырца, очищенные методом препаративной хроматографии на слое активированного древесного и кокосового угля 6 марок.

Физико-химические показатели углей представлены в таблице.

Физико-химические показатели активированных углей различных марок [4]

Марка угля	Внешний вид	Адсорбционная активность по метиленовому голубому, мг/г	Массовая доля золы, %	Массовая доля влаги, %	Насыпная плотность, г/дм ³	Прочность при истирании, %
ОУ-А ГОСТ 4453-74	Тонкодисперсный порошок черного цвета	225	4,6	4,7	270	60
ОУ-В ГОСТ 4453-74	Тонкодисперсный порошок черного цвета	-	10,0	10,0	290	-
БАУ-А ГОСТ 6217-74	Зерна черного цвета	60,0	6,0	10,0	240	60
БАУ-МФ ГОСТ 6217-74	Зерна черного цвета	70,0	10,0	10,0	-	-
NWC-Р спецификация FCC	Черный порошок	300,0	5,0	15,0	300	-
NWM-Р спецификация FCC	Черный порошок	280,0	10,0	15,0	300	-

Стоимость используемых в работе углей от 90 руб/кг для БАУ-А до 160 руб/кг для NWC-Р (по состоянию на 31 декабря 2014 г.).

Результаты исследований и их обсуждение. Рутин-сырец был получен из травы гречихи двукратной экстракцией 70%-м раствором этилового спирта. Выход составил $4,44 \pm 0,05$ % (на а.с.в.); содержание основного вещества в образце – 75,74 %; температура плавления 162 °С; кристаллы серо-зеленого цвета. Согласно требованиям нормативной документации, содержание рутина должно быть не менее 95,00 % (ГФ 11), а в образце ГСО – не менее 98,5 %. В качестве растворителя и элюента для хроматографии был использован 99,5%-й метанол.

В колонку длиной 360 мм, диаметром 15 мм, помещают активированный уголь (высота слоя от 10 до 100 мм). Колонку промывают 99,5%-м метанолом. Образец рутина растворяют в 50 мл горячего 99,5%-го метанола. Раствор наносят на подготовленный слой сорбента, подачу метанола в колонку осуществляют со скоростью 1 капля в секунду.

Осаждение кристаллов проводят хлороформом в соотношении 1:2 при комнатной температуре в течение 24 часов. Сушка в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы.

Высота слоя сорбента в колонке соответствует номеру образца рутина очищенного.

После очистки рутин с использованием различных марок углей проверялось содержание основного вещества в каждом из образцов методом ВЭЖХ (высокоэффективный жидкостной хроматограф Милихром А-02 с УФ детектором и колонкой хроматографической из нержавеющей стали Ø 2×75мм, заполненной обращенно-фазовым сорбентом. ProntoSIL 120-5C18 AQ, с пакетом программного обеспечения. Подвижная фаза ацетонитрил для жидкостной хроматографии (ЧДА) по ТУ 6-09-14-2167-84, о.с.ч.).

На основе полученных данных построены диаграммы зависимости выхода и содержания рутин от высоты слоя сорбента и продолжительности элюирования (рис. 1–6).

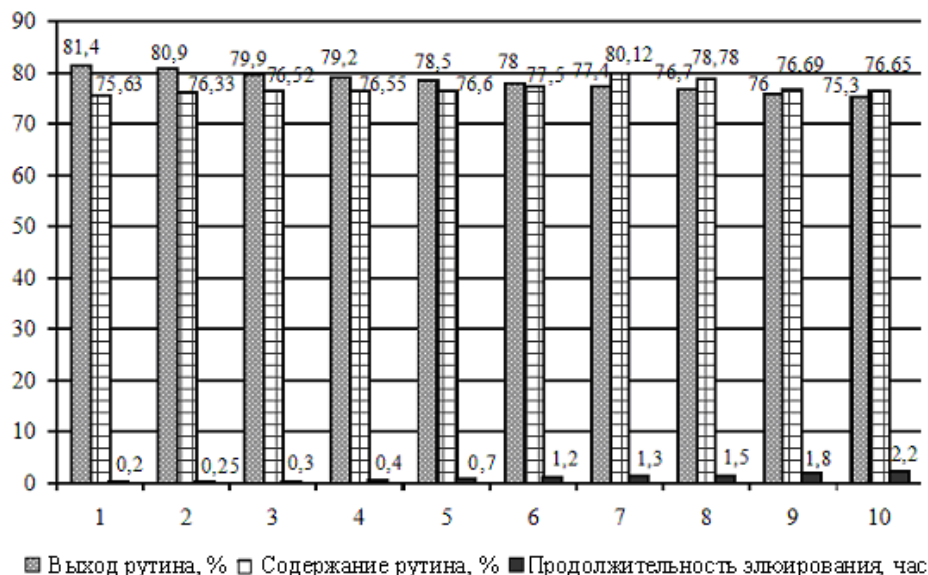


Рис. 1. Диаграмма зависимости выхода и содержания рутин от высоты слоя сорбента и продолжительности элюирования (уголь марки БАУ-А)

Диаграмма, представленная на рисунке 1, наглядно показывает, что при использовании в качестве сорбента активированного угля марки БАУ-А максимальное содержание рутин в образце № 7 составляет 80,12 %, продолжительность элюирования 80 минут, выход 77,4 %, высота слоя сорбента 70 мм.

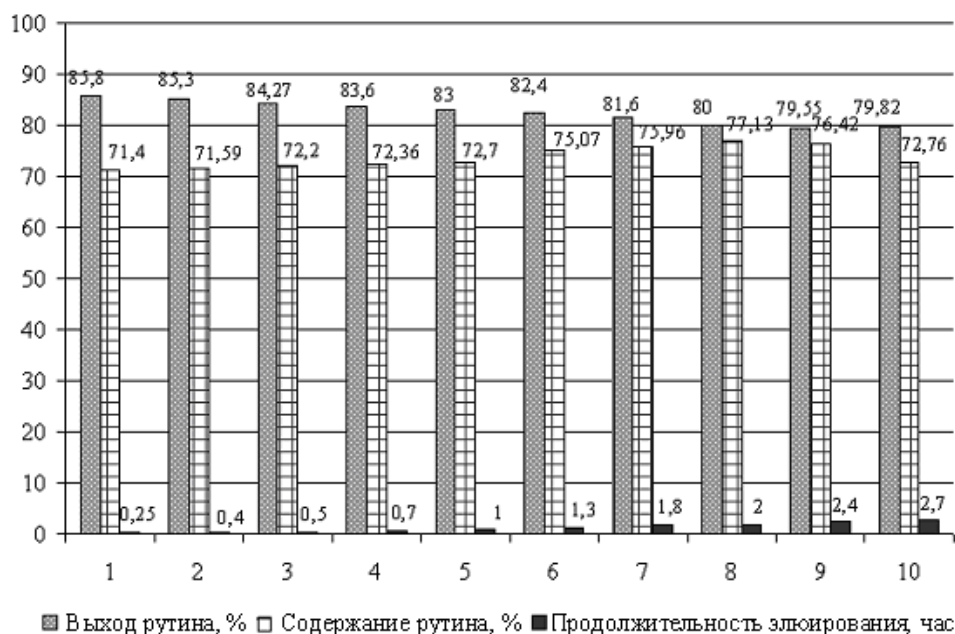


Рис. 2. Диаграмма зависимости выхода и содержания рутин от высоты слоя сорбента и продолжительности элюирования (уголь марки БАУ-МФ)

Диаграмма рисунка 2 отражает результаты очистки при использовании активированного угля марки БАУ-МФ. Максимальное содержание рутина (77,13 %) наблюдается в образце №8 при высоте слоя активированного угля 80 мм, времени элюирования 2 часа. Выход составил 80 %. Несмотря на достаточно высокий выход, содержание рутина в образце значительно ниже минимально допустимого.

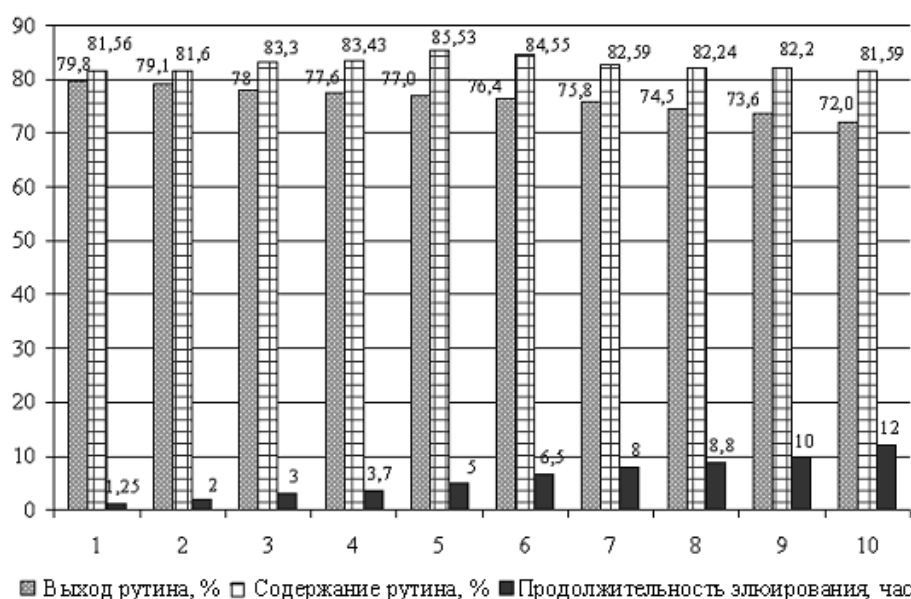


Рис. 3. Диаграмма зависимости выхода и содержания рутина от высоты слоя сорбента и продолжительности элюирования (уголь марки ОУ-А)

По диаграмме рисунка 3 можно сделать вывод, что при использовании в эксперименте осветляющего угля марки ОУ-А наибольшее содержание рутина получено в образце №5 и составляет 85,53 %. Высота слоя сорбента 50 мм, время элюирования 5 часов, выход 77 %.

Несмотря на то что этот образец не соответствует требованиям нормативной документации, в сравнении с предыдущими образцами содержание основного вещества в нем выше на 4,5 %.

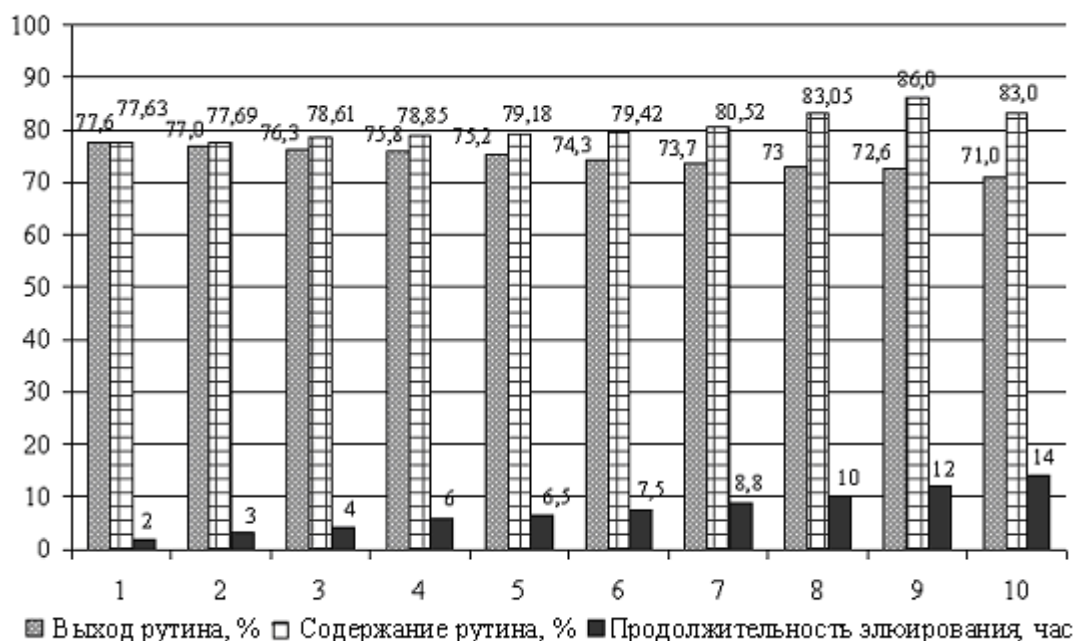


Рис. 4. Диаграмма зависимости выхода и содержания рутина от высоты слоя сорбента и продолжительности элюирования (уголь марки ОУ-В)

По диаграмме рисунка 4 можно сказать, что при использовании осветляющего угля марки ОУ-В наибольшее содержание рутина получено для образца № 9. При высоте слоя сорбента 90 мм, времени элюирования 12 часов и выходе 72,60 % содержание рутина составляет 86,00 %. Это лучший сорбент из рассмотренных активированных углей древесного происхождения.

На рисунках 5 и 6 представлены диаграммы зависимости выхода рутина и степени его очистки от высоты слоя сорбента и продолжительности процесса с использованием углей коксового происхождения.

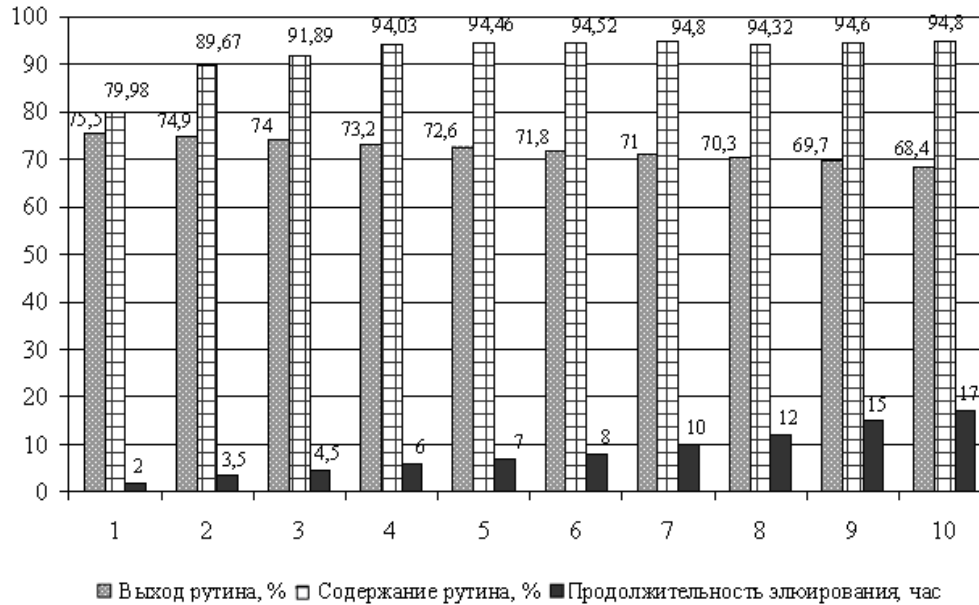


Рис. 5. Диаграмма зависимости выхода и содержания рутина от высоты слоя сорбента и продолжительности элюирования (уголь марки NWC-P)

Из диаграммы рисунка 5 видно, что при использовании марки угля NWC-P высота слоя сорбента, начиная с 50 мм, влияет на качество очистки рутина-сырца незначительно (от 94,46 до 94,80 %), при увеличении продолжительности элюирования с 7 часов для образца №5 до 17 часов для образца №10, кроме того, с увеличением высоты слоя наблюдается снижение выхода рутина на 0,6–0,8 % на каждые 10 мм высоты слоя.

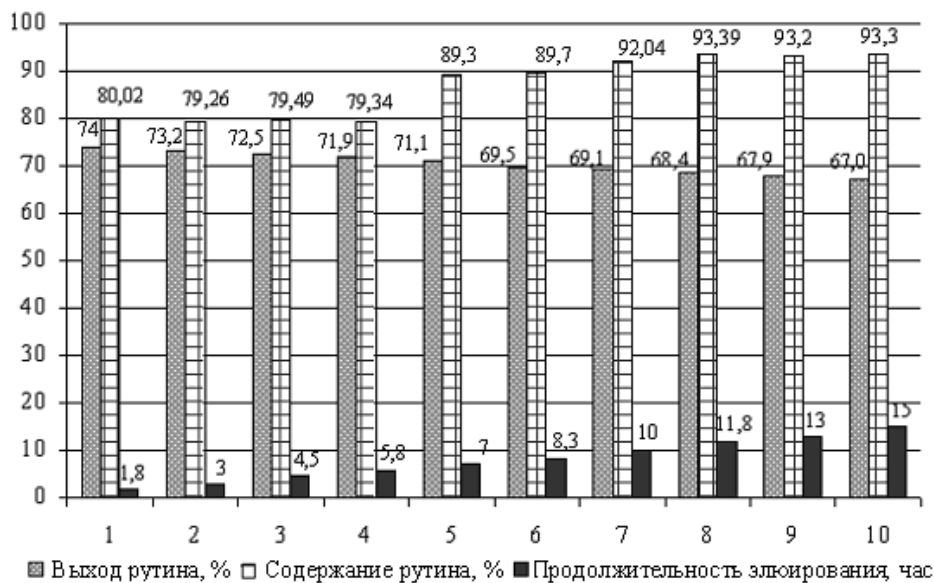


Рис. 6. Диаграмма зависимости выхода и содержания рутина от высоты слоя сорбента и продолжительности элюирования (уголь марки NWM-P)

Диаграмма рисунка 6 показывает, что содержание рутина в очищенном образце резко увеличивается (на 10 %) при изменении высоты слоя угля с 40 мм для образца №4 до 50 мм для образца №5, и при высоте слоя 80 мм достигается наилучшая степень очистки рутина-сырца для марки угля NWM-P – 93,39 % основного вещества.

Таким образом, на основе полученных экспериментальных данных определено, что уголь марки NWC-P обладает лучшей адсорбционной способностью. Выход рутина (72,60 %), его содержание (94,46 %), продолжительность фильтрации (7 часов) и высота слоя сорбента (50 мм) являются наилучшими показателями для того, чтобы рекомендовать уголь этой марки для процесса очистки рутина-сырца и использования очищенного образца в пищевой промышленности при производстве специализированных продуктов питания, а также в качестве сырья для производства биологически активных добавок к пище.

Литература

1. Биологическая активность растительных источников флавоноидов / А.В. Крикова, Р.С. Давыдов, Ю.Н. Мокин [и др.] // Фармация. – 2006. – Т 54, № 3. – С. 17–18.
2. Смирнова Е.Б., Кузьминов В.А. Гречиха как источник рутина ценного лекарственного сырья // Вестник Саратов. госагроун-та им. Н.И. Вавилова. – 2010. – № 8. – С. 35–38.
3. Куркин В.А. Фармакогнозия: учеб. – 2-е изд., перераб. и доп. – Самара: ООО «Офорт»; ГОУ ВПО «СамГМУ Росздрава», 2007. – 1239 с.
4. Обзор рынка активированного угля в СНГ: отчет / Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов, металлургии и химической промышленности. – 7-е изд. – М.: ООО «ИНФО-МАЙН», 2015. – 22 с.



УДК 664.951.7:639.4

Ю.М. Позднякова, Г.Н. Ким,
Н.Н. Ковалев, А.Д. Перцева

БИОКОНВЕРСИЯ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ТРЕПАНГА МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ И ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА

Проведено обоснование условий ферментативного гидролиза мышечной ткани трепанга *Apostichopus japonicus*: pH, соотношение вода: сырье, выбор и концентрация ферментных препаратов, время. Для интенсификации процесса ферментативного гидролиза применен способ предварительной ультразвуковой обработки экстрактов мышечной ткани трепанга. Определены его оптимальные условия (время и мощность).

Ключевые слова: ферментативный гидролиз, ультразвуковая обработка, трепанг, биоконверсия.

Yu. M. Pozdnyakova, G.N. Kim,
N.N. Kovalev, A.D. Pertseva

BIOCONVERSION OF TREPANGMUSCLE TISSUEBY ULTRASONIC TREATMNT AND ENZYMATIC HYDROLYSIS METHOD

The substantiation of the conditions of the muscle tissue enzymatic hydrolysis of *Apostichopus japonicas* trepang: pH, ratio of water: raw stuff, choice and concentration of enzyme preparations, the time, is conducted. To intensify the enzymatic hydrolysis process the method of the preliminary ultrasonic treatment of the trepang muscle tissue extracts is applied. Its optimal conditions (time and power) are determined.

Key words: enzymatic hydrolysis, ultrasonic treatment, trepang, bioconversion.

Введение. Трепанг – промысловые съедобные беспозвоночные из рода голотуррий, которые ценятся не только за органолептические характеристики, но и за химический состав, элементы которого обладают рядом функциональных свойств. Современные лабораторные исследования подтвердили наличие в тканях трепанга биологически активных веществ, таких как гликозиды, каротиноиды, полиненасыщенные жирные