

научно-практической конференции «Университетская наука – региону» Северо-Кавказского федерального университета. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2017. – С.53 – 56.

3. Рытченкова, О.В. Оптимизация процесса получения ферментативных гидролизатов белков молочной сыворотки с применением протеолитических ферментов / О.В. Рытченкова, А.А. Красноштанова // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 8. – С. 663 – 666.
4. Colbert L B and Decker E A (1991) Antioxidant activity of an ultrafiltration permeate from acid whey. *Journal of Food Science* 56 1248–1250.
5. Delikanli B and Ozcan T (2014) Effects of various whey proteins on the physicochemical and textural properties of set type nonfat yoghurt. *International Journal of Dairy Technology* 67 495–503.
6. Gauthier S F and Pouliot Y (2003) Functional and biological properties of peptides obtained by enzymatic hydrolysis of whey proteins. *Journal of Dairy Science* 86 E78–E87.
7. Hernandez-Ledesma B, Davalos A, Bartolome B and Amigo L (2005) Preparation of antioxidant enzymatic hydrolysates from α -lactalbumin and β -lactoglobulin. Identification of active peptides by HPLC–MS / MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53 588–593.
8. Mohan A, Udechukwu M C, Rajendran S R C K and Udenigwe C C (2015) Modification of peptide functionality during enzymatic hydrolysis of whey proteins. *RSC Advances* 5 97400–97407.
9. Philippopoulos C D and Papadakis M T (2001) Current trends in whey processing and utilization in Greece. *International Journal of Dairy Technology* 54 14–19.
10. Sugiarto M, Ye A and Singh H (2009) Characterisation of binding of iron to sodium caseinate and whey protein isolate. *Food Chemistry* 114 1007–1013.
11. Tong L M, Sasaki S, McClements D J and Decker E A (2000) Mechanisms of the antioxidant activity of a high molecular weight fraction of whey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48 1473–1478.

ПРОИЗВОДНЫЕ ХИТИНА И ХИТОЗАНА В БИОТЕХНОЛОГИИ

Варламов В.П.

ФГУ Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук, Институт биоинженерии,
г. Москва varlamov@biengi.ac.ru

В статье представлен обзор перспективных направлений использования хитина и хитозана в различных отраслях биотехнологии.

В настоящее время практическое использование природных полисахаридов, а также их разнообразных модификаций неуклонно растёт. Исследования роли углеводсодержащих биополимеров являются одной из

«горячих точек» современной биотехнологии и родственных научных дисциплин, объединенных под общим названием «Науки о жизни» или «Живые системы». Следует особо отметить такой природный полисахарид как хитин и его дезацетилированное производное – хитозан. За последние годы исследования этих полисахаридов стали отдельной отраслью науки, называемой «хитинологией» [9].

Успешному развитию фундаментальных и практических исследований хитина и хитозана в России, безусловно, способствовало создание в марте 2000 года Общероссийской общественной организации «Российское Хитиновое Общество» (www.chitin.ru), под эгидой которого регулярно проводятся научные конференции.

Важной особенностью хитина и хитозана является практически неограниченные возможности направленной химической и ферментативной модификации, что позволяет получать структуры любого молекулярного веса – от 1 000 000 Да вплоть до мономерных производных (путем химического, физического или ферментативного гидролиза) [3,4,6,10]. Наличие у хитозана свободной аминогруппы открывает широкие возможности его химической модификации с получением производных с самыми разнообразными группами [5]. И, наконец, путем определенных физико-химических воздействий существует возможность получения стабильных наночастиц (10–100 нм) с дзэта-потенциалом от +40 до –40 мВ [11,12,13].

Также следует подчеркнуть выраженную способность хитозана образовывать комплексы с другими полисахаридами, белками, нуклеиновыми кислотами, меланинами. Это позволяет создавать полиэлектролитные композиты для адресной доставки лекарств, для переноса генетической информации, для удаления аллергенов из молочной сыворотки, для получения БАДов с экстрактами лекарственных растений. Следует также отметить использование хитозана в качестве радиопротектора, для очистки сточных вод, для удаления радионуклидов, для получения антикоагулянтов и создания эффективных раневых покрытий и медицинских имплантов [1,7,8].

Работы выполнены при поддержке гранта РНФ (Соглашение № 16-14-00046).

Список литературы:

1. Богословская О.А., Рахметова А.А., Глущенко Н.Н., Овсянникова М.Н., Ольховская И.П., Варламов В.П., Левов А.Н., Ильина А.В., Зубарева А.А. Препарат, ускоряющий ранозаживление. Патент РФ на изобретение № 2 460 532. Опубликовано: 10.09.2012. Бюлл. № 25.
2. Варламов В.П., Лопатин С.А., Алиева Л.Р., Буткевич Т.В., Гавриленко Н.В., Курченко В.П., Харитонов В.Д., Ботина С.Г. Механизмы комплексообразования белков молочной сыворотки с хитозаном // Молочная промышленность. 2014. № 1. С. 60–64.

3. Васильева Т.М., Лопатин С.А., Варламов В.П. Получение низкомолекулярных форм хитина и хитозана в электронно-пучковой плазме// Химия высоких энергий, 2016, т.50, №2, стр. 155-159
4. Васильева Т.М., Васильев М.Н., Лопатин С.А., Варламов В.П. Способ получения низкомолекулярного водорастворимого хитина в электронно-пучковой плазме, Патент РФ на изобретение № 2 595 162 . Опубликовано: 20.06.2016. Бюлл. № 23.
5. Ильина А.В., Варламов В.П. Нейтрализация активных форм кислорода хитозаном и его производными *in vitro/vivo* // Прикладная биохимия и микробиология. 2016. Т. 52. № 1. С.5-20 (обзор).
6. Ильина А.В., Варламов В.П. Противоопухолевая активность гетерохитоолигосахаридов в опытах *in vitro* // Прикладная биохимия и микробиология. 2015. Т. 51. № 1. С. 5–14 (обзор).
7. Куликов С.Н., Тихонов В.Е., Безродных Е.А., Лопатин С.А., Варламов В.П. Сравнительная оценка антибактериальных свойств олигохитозанов в отношении *Klebsiella pneumoniae* // Биоорганическая химия. 2015. Т. 41. № 1. С. 67–73.
8. Рахметова А.А., Богословская О.А., Ольховская И.П., Жигач А.Н., Ильина А.В., Варламов В.П., Глушченко Н.Н. Совместное действие наночастиц органической и неорганической природы на примере наночастиц хитозана и меди в составе мази на процесс ранозаживления и бактериальные клетки // Российские нанотехнологии. 2015. Т.10. № 1-2, С. 119-123.
9. Хитозан. Под. ред. К.Г. Скрябина, С.Н. Михайлова, В.П. Варламова. М.: Центр «Биоинженерия» РАН, 2013. 593 с. Монография. ISBN 978-5-4253-0596-1.
10. Шагдарова Б.Ц., Лопатин С.А., Коновалова М.В., Ильина А.В., Албулов А.И., Варламов В.П. Способ получения низкомолекулярного хитозана и олигомеров хитозана. Патент РФ на изобретение № 2627870. Опубликовано: 14.08.2017. Бюлл. № 23.
11. Zubareva A., Ilyina A., Prokhorov A., Kurek D., Efremov M., Varlamov V., Senel S., Ignatyev P., Svirshchevskaya E. Characterization of protein and peptide binding to nanogels formed by differently charged chitosan derivatives // *Molecules*. 2013. V. 18. P. 7848–7864.
12. Zubareva A.A., Shcherbinina T.S., Varlamov V.P., Svirshchevskaya E.V. Biodistribution of doxorubicine-loaded succinoyl chitosan nanoparticles in mice injected via intravenous or intranasal routes // *Progress on Chemistry and Application of Chitin and Its Derivatives*. 2014. V. XIX. P. 145–154. DOI: 10.15259/PCACD.19.18
13. Zubareva A.A., Shcherbinina T.S., Varlamov V.P., Svirshchevskaya E.V. Intracellular sorting of differently charged chitosan derivatives and chitosan-based nanoparticles// *Nanoscale*, 2015, v.7, p.7942-7962. DOI: 10.1039/c5nr00327. IF=6.23