

3. Методы химии углеводов // Под ред. Н.К. Кочеткова. – М.: Мир, 1967. – 565 с.
4. Greenwood C.T. Aspects of the physical chemistry of starch // Adv. Carbohydrate Chem. – 1956. – № 11. – P. 335 – 393.
5. Гемидцеллюлозы / М.С. Дудкин, В.С. Громов, Н.А. Ведерников, Р.Г. Каткевич, Н.К. Черно. – Рига: Зинатне, 1991. – 488 с.
6. Кочетков Н.К., Чижов О.С. Избирательные методы расщепления полисахаридных цепей. Ч. 2: Избирательное расщепление ксилана березы // Н.К. Кочетков, О.С. Чижов // Изв. АН СССР. Сер. Хим. – 1968. – № 9. – С. 2089 – 2091.
7. The biochemistry of plants / A. Darwill, M. Macneil, P. Albersheim et al. – N. Y.: Acad. Press. – 1980. – Vol. 1. – P. 92 – 162.
8. Song M.J. Structure of a xylan from basswood (*Tilia americana* L.) / M.J. Song, T.E. Timell // Cellulose Chem. Technol. – 1971. – Vol. 5, № 1. – P. 67 – 74.
9. Kohn R. Distribution pattern of uronic acid units in 4-O-Methyl-D-glucurono-D-xylan of beech (*Fagus sylvatica* L.) // Coll Czechosl. Chem. Communications. – 1986. – Vol. 51, № 10. – P. 2243 – 2249.
10. Шарков В.И. Химия гемидцеллюлоз // В.И. Шарков, Н.И. Куйбина. – М.: Лес. пром-сть, 1972. – 440 с.
11. Голивец Г.И., Величко Т.А. Характеристика строения ксиланов стебля хмеля // Химия, биохимия и использование гемидцеллюлоз. Тез. докл. III Всесоюз. конф. – Рига, 1985. – С. 23 – 24.
12. Nakamori S.A. Rapid permethylation of glycolipid and polysaccharides catalyzed by methylsulfanyl carbanion in dimethyl sulfoxide // J. Biochem. – 1964. – Vol. 55. – № 2. – P. 205 – 207.
13. Дудкин М.С. Строение глюкоманнана древесины *Fraxinus excelsion* / М.С. Дудкин, Н.Г. Шкантова, М.А. Парфентьева // Химия природных соединений. – 1973. – № 5. – С. 598 – 600.
14. Шарков В.И. Исследование ксилоуронида из древесины осины / В.И. Шарков, Н.И. Куйбина, Ю.П. Соловьева // Журн. приклад. химия. – 1967. – Т. 40. – № 11. – С. 2609 – 2611.

УДК 577.11/12:66.022.1_035.2

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЛИЗОЦИМСОДЕРЖАЩИХ БИОПОЛИМЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Озолина С.А., канд. хим. наук, доцент; Тирон-Воробьева Н.Б., м.н.с. ПНИЛ
Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса

*Предложена схема комплексной переработки регионального растительного сырья с получением биополимерных комплексов с лизоцимной активностью. В качестве лизоцимсодержащего сырья рассмотрены растения семейства капустных (Brassicaceae): хрен обыкновенный (*Armoracia rusticana*) и капуста белокочанная (*Brassica oleracea*).*

*A scheme for complex processing of regional plant materials was proposed. The main products were biopolymer complexes with lysozyme activity. As raw examined cabbage family plants (Brassicaceae): horseradish (*Armoracia rusticana*) and cabbage (*Brassica oleracea*).*

Ключевые слова: лизоцим, лизоцимная активность, лизоцимсодержащие биополимерные комплексы, растения семейства капустных.

В последние годы в развитых странах мира интенсифицируется производство лизоцима – фермента класса гидролаз. Основная функция лизоцима в организме человека и животных заключается в препятствии проникновению чужеродных бактерий (создание так называемого «барьера»). Этим обусловлено присутствие лизоцима в составе физиологических жидкостей организма: слез, слюны, носовой слизи, а также молока.

Он широко используется для обогащения продуктов детского питания на молочной основе. Такая необходимость определяется полной утратой лизоцимом его активности при термической обработке молока, используемого для их производства [1]. В пищевой индустрии лизоцим получил распространение как консервант, позволяющий удлинить сроки хранения колбасных изделий, молочных продуктов, плодов, овощей [2]. С лечебной и профилактической целью фермент находит применение в медицине и косметологии [3-5].

Для указанных целей, как правило, употребляют лизоцим животного происхождения, производимый в промышленных масштабах из белка куриных яиц методом прямой кристаллизации [6-8]. Однако выделение фермента упомянутым способом из других сырьевых источников не представляется возможным.

Между тем, растительные ферменты имеют ряд преимуществ по сравнению с животными, их использование в медицине и нутрициологии является предпочтительным [9].

Как известно из литературных источников [10], для получения высокоочищенных препаратов лизоцима из растительных объектов (репы *Raphanus*, *Armoracia rusticana*) эффективно использование метода специфической сорбции (фермент-субстратное взаимодействие) на хитине и его олигомерах. Но [11] эти сорбенты достаточно дорогостоящи, применение их для промышленных целей нецелесообразно.

Целью настоящего исследования явилась разработка технологии комплексного использования регионального растительного сырья с получением в качестве основного продукта лизоцимсодержащих комплексов.

В качестве сырья рассматривали растения семейства *Brassicaceae*, в частности *Armoracia rusticana* и *Brassica oleracea*. Ранее было показано, что носителем лизоцимной активности является соковая часть растений. Учитывая, что лизоцим представляет собой амфолит (белок), для его концентрирования могут быть использованы полимеры, как катионной, так и анионной природы [12-13]. Наиболее эффективным оказалось применение хитозана и пектина.

Показано, что при смешивании растворов пектина или хитозана с соковой частью *Brassica oleracea* в состав нерастворимых комплексов переходило соответственно 65,1 % и 95,0 % от общего количества лизоцима, содержащегося в соке растения. При концентрировании лизоцимной составляющей *Armoracia rusticana* в случае использования пектина осаждалось 46,6 %, а хитозана – 93,3 % лизоцима.

Принципиальная технологическая схема комплексной переработки *Brassica oleracea* представлена на рис. 1.

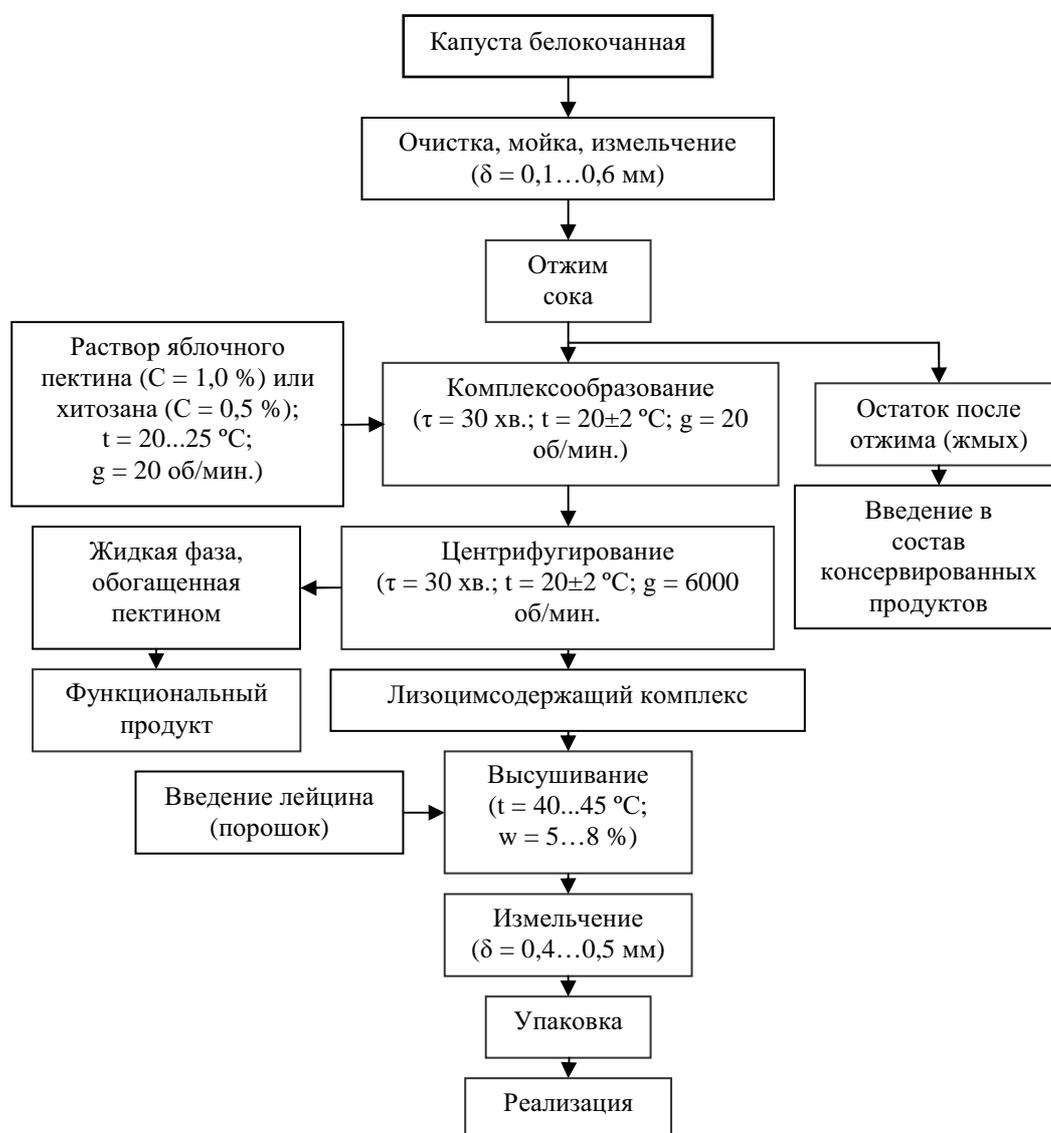


Рис. 1 – Принципиальная технологическая схема комплексной переработки капусты белокочанной

Общие процессы подготовки сырья включают: сортировку по качеству и размерам, инспекцию, калибрование, отбраковывание, очистку кочанов от верхних листьев, мойку, удаление кочерыг, измельчение сырья.

Отжим сока осуществляют на фильтровальных центрифугах. Его выход составляет около 80-90 см³ в расчете на 100 г свежего сырья [14].

На следующем этапе к соку прибавляют раствор яблочного пектина (C = 1,0 %) или хитозана (C = 0,5 % в 3 % растворе уксусной кислоты). Процесс проводят при постоянном перемешивании при t = 20...25 °C в течение 30 минут.

Осадок отделяют центрифугированием (скорость 6000 об/мин, 30 мин), далее к нему добавляют при перемешивании лейцин, активирующий действие лизоцима [15].

Твердый продукт с влажностью 45...55 % высушивают при температуре (40...45) °C до конечной влажности не более 8,0 %. Далее его измельчают до размера частиц d = 0,4 ... 0,5 мм.

Кроме того, нами показано, что наиболее полное извлечение лизоцимной составляющей из корнеплодов *Armoracia rusticana* достигается при их обработке 1/15 М фосфатным буферным раствором, pH 4,8. Эта операция осуществляется при перемешивании в течение 1 часа и температуре 20±2 °C. Возможен и другой путь: отжим сока из измельченного сырья с дополнительной обработкой жмыха в указанных выше условиях. Впоследствии сок и экстракт объединяют (рис. 2).

Твердый остаток *Armoracia rusticana* (после отделения экстракта) промывают водой для удаления неорганических соединений, входящих в состав экстрагента. Возможно его дальнейшее использование для пищевых целей в качестве приправы.

На последующих этапах в технологической схеме получения комплексов с лизоцимной активностью предусматривается осуществление тех же операций, что и при переработке *Brassica oleracea* (рис. 1).

Полученные биополимерные комплексы с лизоцимной активностью пакуют в вакуумную тару.

При отделении соковой части *Brassica oleracea* в качестве побочного продукта образуется твердый остаток (жмых), который может быть использован как составляющая овощных консервированных продуктов. Возможно также применение его в кормопроизводстве.

Соковая часть после прибавления пектина и отделения твердого остатка, в составе которого концентрируется лизоцимная составляющая, характеризуется содержанием пектиновых веществ 0,03 % и может быть использована в качестве функционального продукта.

В основу получения лизоцимсодержащих комплексов из *Armoracia rusticana* положены те же основные технологические принципы.

Отличия на стадии подготовки сырья следующие: мойка корнеплодов *Armoracia rusticana* осуществляется последовательно на моечных машинах непосредственно после замачивания их на 1-2 часа в холодной воде с последующим измельчением.

Показано, что выход лизоцимсодержащих комплексов из 100 см³ сока *Brassica oleracea* при использовании пектина и хитозана составляет 290,0 и 380,0 мг, а из *Armoracia rusticana* – 390,0 и 420,0 мг соответственно.

В составе лизоцимсодержащих комплексов преобладающими компонентами являются белковые вещества – 62,2-65,0 % и полисахариды – 35,5-37,0 %.

Сравнительная характеристика их лизоцимной активности проводилась по общепринятой методике – степени лизиса лиофилизированных клеток *Micrococcus lysodeikticus* [16, 17]. Активность комплексов с пектином и хитозаном, полученных на основе *Brassica oleracea* и *Armoracia rusticana* составляет: 3,26; 4,26; 4,66; 9,33 ед. акт./мин. соответственно.

Дана характеристика антибактериальной активности лизоцимсодержащих комплексов на основе *Brassica oleracea* в сравнении с лизоцимом белка куриных яиц. Отмечено их бактериостатическое действие в отношении таких штаммов бактерий, как Гр⁻ - отрицательные (*Escherichia coli* УКМ В-906, *Klebsiella pneumoniae* ОНУ-111, *Pseudomonas aeruginosa* ОНУ-211). Показано, что по отношению к *Salmonella enteritidis* ОНУ-236 и *Planococcus citreus* ОНУ-265 лизоцимсодержащий комплекс на основе хитозана более эффективен, нежели лизоцим белка куриных яиц.

На основании полученных результатов можно предполагать возможность использования комплексов в качестве диетических добавок антимикробной направленности.

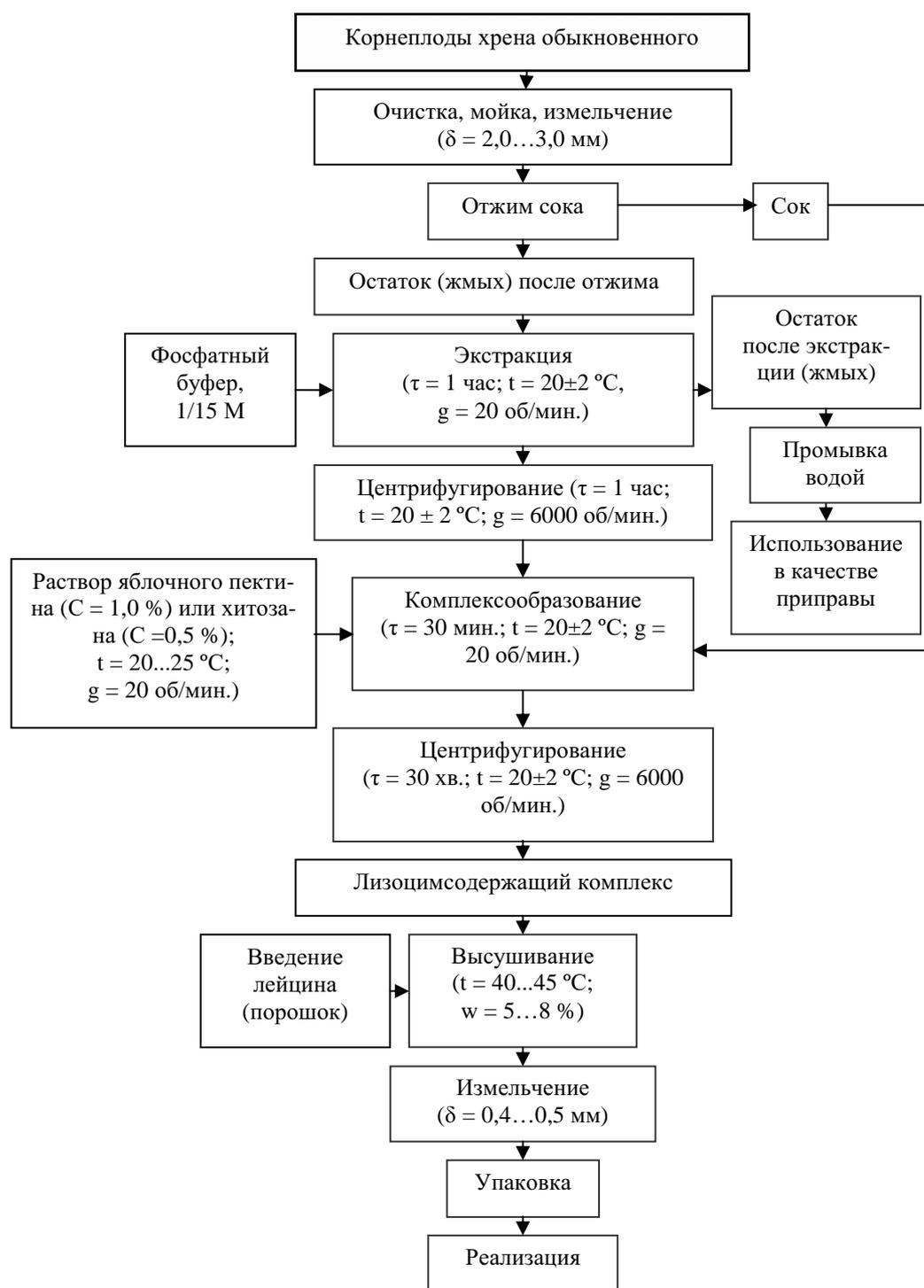


Рис. 2 – Принципиальная технологическая схема комплексной переработки корнеплодов хрена обыкновенного

Выводы

Разработаны принципиальные технологические схемы комплексной переработки регионального растительного сырья *Armoracia rusticana* и *Brassica oleracea*. Получаемые в соответствии с предложенными схемами лизоцимсодержащие комплексы проявляют антимикробную активность, представляется перспективным их использование в качестве диетических добавок соответствующей направленности.

Література

1. Дорофейчук, В. Г. Механизмы защитной функции лизоцима, фундаментальное и прикладное значение [Текст] / В. Г. Дорофейчук // Нижегород. мед. журнал. – 1996. – № 2. – С. 9-13.
2. Корес, W. Характеристика лизоцима. Часть 2. Выделение и возможные пути использования [Текст] / W. Корес, T. Trziska // Przem. spoz. – 1997. – Vol. 51. – P. 36-38.
3. Дьячкова, С. Я. Бактерицидные свойства в исследованиях общей сывороточной бактерицидности лизоцима, β -лизинов и чувствительности химиопрепаратов к микроорганизмам [Текст] / С. Я. Дьячкова // Вестник ВГУ. Серия химия, биология, фармация. – 2003. – № 1. – С. 96-98.
4. Salton, M. R. The properties of lysozyme and its action on microorganisms [Text] / M. R. Salton // Bacteriol. Rev. – 1957. – № 21. – P. 82–100.
5. Щербакова, Э. Г. Некоторые новые аспекты клинического применения лизоцима [Текст] / Э. Г. Щербакова, Г. А. Растунова // Нов. в трансфузиол. – 1995. – № 10. – С. 51-56.
6. Vekilov, P. G. High resolution in-situ interferometric studies of lysozyme crystal growth morphology and kinetics [Text] / P. G. Vekilov, F. Rosenberger // AIAA Pap. – 1995. – Vol. 3579. – P. 1-8.
7. Nadarajan, A. The averaged face growth rates of lysozyme crystals: the effect of temperature [Text] / A. Nadarajan, E. L. Forsythe, M. L. Pusey // J. Cryst. Growth. – 1995. – Vol. 151. – P. 163-172.
8. Weiss, M. S. Crystallization, structure solution and refinement of hen egg-white lysozyme at pH 8,0 in the presence of MPD [Text] / M. S. Weiss, G. J. Palm, R. Hilgenfeld // Acta crystallogr. D. – 2000. – Vol. 56. – P. 952-958.
9. Тележенко, Л. Н. Научные основы сохранения биологически активных веществ при переработке фруктового и овощного сырья [Текст] : дис. ... докт. техн. наук / Тележенко Любовь Николаевна. – Одесса, 2004. – 448с.
10. Minic, Z. Purification and characterization of a novel chitinase-lysozyme, of another chitinase, both hydrolysing *Rhizobium meliloti* Nod [Text] / Biochem. J. – 1998. – Vol. 332. – P. 329-335.
11. Афанасьева, Т. И. Работы З. В. Ермольевой и ее школы в области выделения и изучения лизоцима [Текст] / Т. И. Афанасьева // Антибиотики и химиотерапия. – 1998. – № 5. – С. 18-23.
12. Ledward, D. A. Protein – polysaccharide interactions. – In: Polysaccharides in Food [Текст] / D. A. Ledward; eds. J. M. V. Blanshard, J. R. Mitchell. – Butterworth, London, 1979. – P. 205–217.
13. Nakamura, S. Role of positive charge of lysozyme in the excellent emulsifying properties of Maillard-type lysozyme-polysaccharide conjugate [Text] / S. Nakamura, K. Kobayashi et al. // J. Agric. Food Chem. – 1994. – Vol. 42. – P. 2688-2691.
14. Тірон-Воробйова, Н. Б. Вилучення ферментних комплексів з лізоцимною активністю з рослинної сировини [Текст] / Н. Б. Тірон-Воробйова, О. В. Біла // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі: тези доп. Всеукр. наук. конф. студ. і молод. вчених, Харків, 20 квітня 2010р., ХДУХТ – X., 2010. – С. 6.
15. Тірон Н. Б. Можливість створення рослинних комплексів, що володіють лізоцимною активністю [Текст] / Н. Б. Тірон // 73 наук. конф. молодих учених, асп. і студ., Київ, 23 – 24 квіт. 2007 р. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.»: тез. доп. – К., 2007. – Ч. 2. – С. 90.
16. Черно, Н. К. Отримання лізоцимовмісної біологічно активної добавки на основі капусти білокачанної [Текст] / Н. К. Черно, С. О. Озоліна, Н. Б. Тірон-Воробйова // Новітні технології оздоровчих продуктів харчування XXI ст.: Міжнар. наук.-практ. конф., 21 жовтня 2010 р., ХДУХТ. – X., 2010. – С. 263-264.
17. Jolles, P. What's new in lysozyme research? [Text] / P. Jolles, J. Jolles // Molecular and cellular biochemistry. – 1984 – № 364. – P. 303-304.

УДК 664:061.3-035.2

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЕКСТРАКТІВ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

**Бурдо А.К., канд. техн. наук, Тележенко Л.М., д-р техн. наук, професор
Одеська національна академія харчових технологій**

Кулінарна обробка рослинних продуктів і деякі інші способи їх переробки приводять до втрат великої кількості біологічно-цінних речовин. Тому дуже важливо розробити таку технологію отримання