

хімічним складом дозволяє захистити серце й судини від атеросклерозу, знизити ризик захворювання на цукровий діабет, покращити роботу печінки та запобігти відкладенню холестерину на стінках судин.

Список літератури

1. Ларина Т. В. Тропические и субтропические плоды : справочник товароведа / Т. В. Ларина. – М. : ДеЛи, 2002. – 254 с.

2. МакКанс Р. А. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов : справочник / Р. А. МакКанс, Е. М. Уиддоусон; / [пер. с англ. 6-го изд. под общ. ред. д-ра мед. наук А. К. Батурина]. – СПб. : Профессия, 2006. –415 с.

Отримано 30.03.2012. ХДУХТ, Харків.

© Л.І. Сєногонова, 2012.

УДК 602.4:[547.458:577.112]

С.О. Озоліна, канд. хім. наук, доц. (ОНАХТ, Одеса)

Н.Б. Тірон-Воробйова, мол. наук. співроб. ПНДЛ (ОНАХТ, Одеса)

ВЗАЄМОДІЯ З ПОЛІСАХАРИДАМИ ЯК СПОСІБ КОНЦЕНТРУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН БІЛКОВОЇ ПРИРОДИ

Показано можливість вилучення переважної більшості лізоциму з соку хрону звичайного і його концентрування у вигляді нерозчинних комплексів з пектином або хітозаном. У комплексоутворенні провідна роль належить електростатичній взаємодії між біополімерами.

Показана возможность практически полного извлечения лизоцима из сока хрена обыкновенного и его концентрирования в виде нерастворимых комплексов с пектином или хитозаном. В комплексообразовании ведущая роль принадлежит электростатическому взаимодействию между биополимерами.

The possibility of extraction of lysozyme from the juice of horseradish and its concentration in the form of insoluble complexes with pectin or chitosan was shown. Leading role in the complex-forming belongs to the electrostatic interaction between the biopolymers.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Лізоцим – поширений в природі захисний фермент. Він виявлений в організмах

людини, тварин, рослин, мікроорганізмів. Відкритий понад 80 років тому, він привернув до себе увагу фахівців як антимікробний засіб. Саме тому він використовується в складі медичних препаратів, посилює дію антибіотиків і частково заміщує їх у деяких курсах лікування, його вводять до складу дієтичних добавок, часто поєднуючи з пробіотиками. Лізоцим зажаданий також як харчова добавка – консервант.

У промисловості лізоцим отримують з білка курячих яєць прямою кристалізацією – методом, який є прийнятним лише для цієї сировини [1]. Але використання препаратів тваринного походження пов'язано з ризиками виявлення їх побічних дій щодо організму людини. Рослинні ферменти в цьому сенсі мають певні переваги – вони позбавлені згаданих недоліків. Між тим, у літературі відсутні відомості щодо промислових способів вироблення лізоциму з рослинних джерел. Тому розроблення методів отримання препаратів із лізоцимною активністю з рослинної сировини є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Перспективними джерелами отримання лізоциму є рослини сімейства капустяних (*Brassicaceae*). Вилучення високоактивного препарату лізоциму з соку коренеплодів хрону звичайного (*Armoracia rusticana*) можливо з використанням фермент-субстратної хроматографії на глюкохітіні [2]. Проте реалізація цього методу в промислових масштабах є технічно складною і високоартісною.

Відомо спосіб концентрування сполук білкової природи шляхом осадження їх з розчинів за допомогою аніонних полісахаридів. Але використання таких полімерів як пектин, натрій альгінат, натрій карбоксиметилцеллюлоза виявилось недоцільним для очищення лізоциму з яєць [3–7].

Мета та завдання статті. Метою дослідження була оцінка ефективності використання іоногенних полісахаридів для концентрування рослинного лізоциму. Для її досягнення визначали можливість отримання лізоциму з сировини з високим виходом, а також природу сил взаємодії полісахарид-білок.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як джерело лізоциму розглядали коренеплоди хрону звичайного (*Armoracia rusticana*). Концентрування ферменту, який містився у соці, здійснювали змішуванням останнього з розчинами іоногенних полісахаридів. За певних умов це супроводжувалось утворенням гелеподібних структур – полісахарид-білкових комплексів. У досліджах

використовували пектин і хітозан – вуглеводи, які здатні існувати у водному середовищі у вигляді поліаніону і полікатиону відповідно.

При визначенні оптимальних режимів процесу [8] отримання лізоциму критерієм був ступінь вилучення ферменту з соку і, відповідно, переходу його до складу нерозчинних комплексів. Це визначали, контролюючи питому лізоцимну активність комплексів порівнянно з такою соку.

В отриманих за цих умов продуктах вміст пектину і хітозану становив 37,0 і 34,5%, білка – 62,2 і 65,0% відповідно. При використанні пектину зв'язується і потрапляє до складу нерозчинних комплексів 85,5% лізоциму, який містився в соці рослини, хітозану – 94,0%. Питома лізоцимна активність комплексів перевищує таку соку в 3,6 і 4,0 рази відповідно.

Таким чином, розглянутий спосіб доцільно використовувати для концентрування розчинної форми лізоциму, він дозволяє вилучити з соку рослини переважну більшість ферменту.

На наступному етапі досліджень визначали природу сил взаємодії вуглевод-білок.

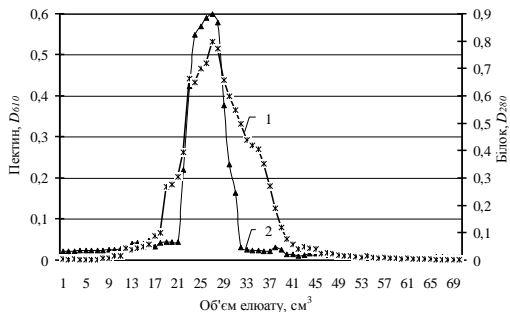
Факт утворення комплексів підтверджено за результатами їх гель-хроматографії на сорбенті Sephacryl S 200 Superfine (рис. 1, 2). Концентрацію білка у фракціях елюату визначали, контролюючи поглинання при 280 нм, вуглеводів – антроновим методом. Констатовано співпадіння максимумів кривих елюції вуглеводної і білкової складових.

Носієм лізоцимної активності є низькомолекулярні білки. Максимальну активність було відзначено при M_r близько 12,0 кДа. Це відповідає встановленій методом електрофорезу в ПААГ молекулярній масі лізоциму *Armoracia rusticana*.

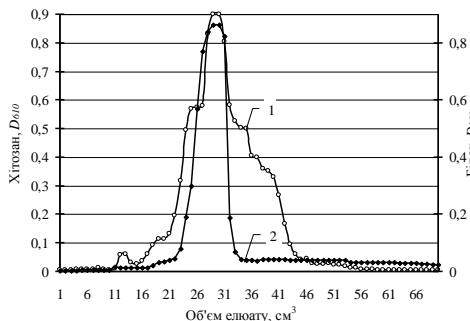
Співставлення електрофореграм білків соку *Armoracia rusticana* і комплексів свідчить, що масова частка низькомолекулярних білків у комплексах помітно вища, але вибіркового зв'язування полісахаридами фракцій білків з певною молекулярною масою не спостерігається.

Інтенсивна широка смуга поглинання з максимумом близько 3400 см^{-1} притаманна гідроксильним групам. Вона зміщена в низькочастотну область порівняно з частотою вільних гідроксильних груп, що свідчить про їх участь у системі водневих зв'язків.

Диференційні ІЧ-спектри досліджуваних зразків щодо відповідних полісахаридів (пектину або хітозану) подібні (рис. 3, 4).



**Рисунок 1 – Вихідна крива елюції пектин-білкового комплексу:
1 – білок, 2 – пектин**



**Рисунок 2 – Вихідна крива елюції хітозан-білкового комплексу:
1 – білок, 2 – хітозан**

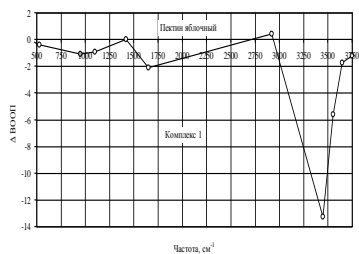


Рисунок 3 – Диференційний ІЧ-спектр пектин-білкового комплексу відносно пектину

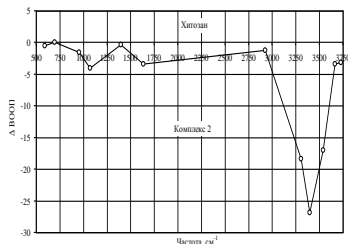


Рисунок 4 – Диференційний ІЧ-спектр хітозан-білкового комплексу відносно хітозану

Менш інтенсивний пік спостерігається в області 1535...1640 cm^{-1} . Така довжина хвиль відповідає асиметричним

деформаційним коливанням NH_3^+ -, а також COO^- -груп. У цій області проявляються і деформаційні коливання NH -груп (амід II), що притаманні білковим молекулам. Характерні для білків валентні коливання $-\text{C}-\text{N}-$ відзначено при $1030\text{...}1130\text{ см}^{-1}$. Слід зазначити, що протоновані аміногрупи цвіттеріонів поглинають також при $3070\text{...}3100\text{ см}^{-1}$, що, ймовірно, сприяє посиленню інтенсивності поглинання в цій області.

Таким чином, аналіз диференційних ІЧ-спектрів досліджуваних комплексів свідчить, що в їх стабілізації беруть участь водневі зв'язки і електростатичні взаємодії між білком і полісахаридом.

Кількісна оцінка внеску кожного типу взаємодії заснована на вибірковій деструкції зв'язків вуглевод-білок певними розчинниками.

Таблиця 1 – Кількісна оцінка внеску кожного типу взаємодії в комплексах, %

Комплекс	Тип взаємодії		
	електростатичний	водневий	гідрофобний
Пектин-білок	85,0	12,5	2,0
Хітозан-білок	87,5	13,0	2,2

Її результати (табл. 1) свідчать про домінуючу роль електростатичних взаємодій у вуглевод-білкових комплексах і меншій участі гідрофобних взаємодій.

Порівняння амінокислотного складу білків соку і полісахарид-білкових комплексів (табл. 2) свідчить, що, хоча комплексоутворення відбувалося за умов, оптимізованих щодо максимального осадження саме лізоциму, спостерігається чітка тенденція переважного переходу до складу комплексів білкових молекул, що характеризуються підвищеним вмістом залишків амінокислот, здатних до дисоціації. Причому збільшення масової частки моноамінодикарбонових кислот більшою мірою характерно для комплексу з хітозаном, а зростання вмісту лізину і гістидину – для комплексу з пектином.

Таблиця 2 – Амінокислотний склад гідролізатів, % від маси білка

№ з/п	Амінокислота	Сік	Комплекс хітозан-білок	Комплекс пектин-білок
1	2	3	4	5
1	Триптофан	2,58	2,56	2,27
2	Лізин	3,15	4,98	7,24
3	Гістидин	1,34	1,54	1,23

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5
4	Аргінін	2,88	3,84	2,94
5	Аспарагінова кислота	9,08	10,72	10,42
6	Треонін	4,34	4,32	4,64
7	Серин	7,41	5,51	6,05
8	Глутамінова кислота	15,81	21,78	16,33
9	Пролін	7,40	5,14	5,27
10	Гліцин	7,79	6,33	7,52
11	Аланін	6,44	4,91	4,80
12	Цистин	4,22	5,20	5,46
13	Валін	5,46	4,56	5,34
14	Метіонін	1,40	1,24	1,30
15	Ізолейцин	3,60	2,54	2,72
16	Лейцин	6,49	7,12	9,76
17	Тирозин	2,28	1,84	2,19
18	Фенілаланін	3,38	2,86	3,39

Висновки. Таким чином, процес утворення нерозчинних білок-полісахаридних комплексів, в основі якого лежить електростатична взаємодія між біополімерами, може бути ефективним методом концентрування лізоциму, що міститься у соці коренеплодів хрону звичайного.

Список літератури

1. Агафоновичев В. П. Технология извлечения лизоцима из яичного белка / В. П. Агафоновичев, Т. И. Петрова, С. С. Кругалев // Мясная индустрия. – 2010. – № 7. – С. 56–57.
2. Виділення та дослідження лізоциму *Armoracia rusticana* методом фермент-субстратної хроматографії / Н. К. Черно [та ін.] // Фармаком. – 2008. – № 3. – С. 51–55.
3. Физико-химические аспекты переработки белков в пищевые продукты / В. П. Толстогузов [и др.] // Успехи химии. – 1985. – Т. 44. – С. 250–300.
4. Крусір Г. В. Імобілізація біорегуляторів системи травлення як метод їх концентрування та одержання БАД / Г. В. Крусір, Я. П. Русева, Н. А. Кушнір // Наук. пр. ОНАХТ. – Одеса, 2009. – Вип. 36, т. 1. – С. 26–30.
5. Polyelectrolyte-protein complexes / С. L. Cooper [et al.] // Current Opinion in Colloid & Interface Science. – 2005. – № 10. – P. 52–78.
6. Черно Н. К. Імобілізація соєвих інгібіторів комплексоутворенням з полісахаридами / Н. К. Черно, Г. В. Крусір, Я. П. Русева // Новітні тенденції у

харчових технологіях та якість і безпечність продуктів : II Всеукр. наук.-практ. конф., 22–23 квіт. 2010 р. – Л., 2010. – С. 108–111.

7. Ledward D. A. Protein – polysaccharide interactions // D. A. Ledward ; eds. J. M. V. Blanshard, J. R. Mitchell // Polysaccharides in Food. – London, 1979. – P. 205–217.

8. Черно Н. К. Визначення раціональних умов отримання лізоцимовмісних добавок з хрону звичайного (*Armoracia rusticana*) / Н. К. Черно [та ін.] // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр., Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. Туган-Барановського. – Д., 2012. – Вип. 28. – С. 331–336.

Отримано 30.03.2012. ХДУХТ, Харків.

© С.О. Озоліна, Н.Б. Тірон-Воробйова, 2012.

УДК 637.12'639,637.055

Т.М. Рижкова, канд. техн. наук, доц. (*ХДЗВА, Харків*)

Т.А. Бондаренко (*ХДЗВА, Харків*)

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СКЛАДУ МОРОЗИВА З КОРОВ'ЯЧОГО ТА КОЗИНОГО МОЛОКА

Наведено порівняльну характеристику аміно- та жирнокислотного складу морозива з козиного та коров'ячого молока. Установлено, що морозиво з козиного молока за біологічною цінністю не поступається морозиву з коров'ячого молока, а за деякими показниками навіть перевершує його.

Приводится сравнительная характеристика амина- и жирнокислотного состава мороженого из козьего и коровьего молока. Установлено, что мороженое из козьего молока по биологической ценности не уступает мороженому из коровьего молока, а по некоторым показателям даже превосходит его.

In the article presented comparative description of amino- and fat acid composition of the ice-cream made from goat's and cow milk. It is set that an ice-cream from goat's milk on a biological value does not yield to the ice-cream from cow milk, and on some indexes even excels him.

Постановка проблеми у загальному вигляді. В умовах переходу України до ринкової економіки відбувається оновлення асортименту молочної продукції з метою забезпечення населення продуктами з високими споживчими властивостями, підвищеною