

УДК 608:664.38:664.2

Вовкогон А.Г.¹*к.с.-г.н., доцент**кафедра безпечності та якості харчових продуктів,
сировини і технологічних процесів***E-mail: alinavovk1@ukr.net****Мерзлов С.В.¹***д.с.-г.н., професор**кафедра харчових технологій і технологій
переробки продукції тваринництва***E-mail: merzlovagv@ukr.net**¹*Біолого-технологічний факультет,**Білоцерківський національний аграрний університет
Біла Церква, Україна*

СОРБЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ НАТИВНОГО І МОДИФІКОВАНОГО ПЕКТИНУ ЯК НОСІЯ ДЛЯ ІММОБІЛІЗАЦІЇ ЗАКВАСОК

Анотація

Пектин (полісахарид) – харчова добавка, яка відноситься до ентеросорбентів і володіє властивістю комплексоутворення. За рахунок великої кількості вільних карбоксильних груп низькоетерифіковані пектини проявляють сорбційну здатність. Крім того, властивість до гелеутворення дозволяє застосовувати пектин як матрицю для іммобілізації ензимів та клітин мікроорганізмів. Даний носій легко метаболізується у організмі людини і не є токсичним, що дозволяє використовувати його у харчовій промисловості. Для підвищення сорбційних властивостей пектину його можливо модифікувати. Невивченим питанням залишається встановлення сорбційних властивостей пектину модифікованого фізико-хімічним методом.

Під час експериментальних досліджень використовували нативний і модифікований яблучний пектин. Для підвищення сорбційних властивостей пектину в умовах НДІ харчових технологій Білоцерківського НАУ було проведено його модифікацію із застосуванням фізико-хімічних підходів. Експерименти щодо вивчення сорбційних властивостей було проведено як на нативному так і на модифікованому пектині. Модельні дослідження проводились із застосуванням розчину вітаміну В₂. Оптичну густину розчинів вітаміну В₂ визначали проти дистильованої води.

Результати досліджень показали, що із підвищення вмісту нативного та модифікованого пектину у розчинні вітаміну В₂ оптична густина фільтрату знижується. Виявлено, що за використання нативного пектину оптична густина 0,005 % розчину вітаміну В₂ знижується у 1,88-2,70 рази. Використання модифікованого пектину призводить до зниження оптичної густини 0,005 % розчину вітаміну В₂ у 2,05-3,7 рази.

В результаті модельних досліджень за використання розчину вітаміну В₂ було виявлено, що як нативний так і модифікований пектин здатні адсорбувати органічні сполуки. Проте, за зменшенням оптичної густини розчину вітаміну доведено, що модифікований пектин володіє кращими адсорбційними властивостями на 37,5 % у порівнянні із його нативним аналогом.

Ключові слова: *адсорбція, носій, іммобілізація, нативний пектин, модифікований пектин, оптична густина, розчин вітаміну В₂.*

Вступ. Пектинові речовини, або пектини - полісахариди, утворені залишками головним чином галактуронової кислоти. Пектини, будучи структурним елементом рослинних тканин, сприяють підтримці в них тургору, підвищують посухостійкість рослин, стійкість овочів і фруктів під час зберігання.

Як речовина, пектин був відкритий більше 200 років тому. Пектин зареєстрований в якості харчової добавки E440. У промислових масштабах пектинові речовини отримують в основному з яблучних і цитрусових вичавок, жому цукрового буряка, кошиків соняшнику, гарбузів [1-5].

Пектин маючи велику кількість вільних карбоксильних груп володіє сорбційними властивостями і здатністю до гелеутворення [1]. Ця властивість дозволяє використовувати його як носій (матрицю) для іммобілізації ензимів та клітин. В НДІ харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва Білоцерківського національного аграрного університету (БНАУ) розроблено технологію модифікації пектину спрямовану на підвищення його адсорбційних показників. Невивченим залишається питання сорбційних властивостей та використання модифікованого пектину як носія для іммобілізації ензимів та клітин.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Пектини, які застосовують в харчовій і фармацевтичній промисловості це очищені поліцукри. Отримують пектини кислотною екстракцією з цитрусових (лайм, лимон, апельсин, грейпфрут), яблучних вичавок, жому цукрового буряка, морської трави, або з кошиків соняшнику. Технологічна схема отримання пектину передбачає його екстрагування з вихідної сировини, очищення, осадження органічними розчинниками, сушку, подрібнення. Пектин використовують, як гелеутворюючу речовину, стабілізатор, загущувач, вологоутримуючий агент, освітлювач і засіб для капсулювання [2-4].

У харчовій промисловості пектин використовують у виробництві начинок для цукерок, виробництві фруктових начинок, кондитерських желейних і пастильних виробів (зефір, пастила, мармелад), молочних продуктів, десертів, морозива, спредів, майонезу, кетчупу, соковмісних напоїв. У фармацевтичній і медичній промисловості пектин використовують, для капсулювання ліків. Крім того, пектин володіє значними сорбційними властивостями [6,7].

Метою досліджень було вивчення адсорбційних показників нативного пектину та його модифікованої форми, як носія для іммобілізації ензимів та мікроорганізмів заквасок для кисломолочних напоїв за модельних експериментів з використанням розчину вітаміну B₂.

Методологія досліджень. Під час виконання модельних експериментів використовували нативний і модифікований яблучний пектин. Модифікацію нативного пектину здійснювали фізико-хімічним методом з метою збільшення кількості реакційно-здатних груп в структурі гелеподібної речовини.

Для визначення адсорбційних показників різних форм пектину у контролі у конічні колби місткістю 50 см³ відважували по 2,0 г нативного і модифікованого пектину. Мірним циліндром відміряли по 25 см³ дистильованої води і додавали до пектину.

У I дослідному варіанті застосовували по 0,5 г нативного і модифікованого пектину. Відважені зразки переносили у конічні колби місткістю 50 см³ і додавали по 25 см³ 0,005 % розчину вітаміну B₂. В II дослідному варіанті вага нативного і модифікованого пектину становила по 1,0 г. За III дослідного варіанту до 1,5 г різних форм пектину додавали по 25 см³ 0,005 % розчину вітаміну B₂. У IV дослідному варіанті застосовували змішування 2,0 г різних форм пектину із 25 см³ 0,005 % розчину вітаміну B₂ у конічних колбах місткістю 50 см³ (табл. 1).

Зразки різних доз і форм пектину (контрольні і дослідні варіанти) змішували із 0,005 % розчином вітаміну B₂ і переміщали на лабораторну гойдалку. Час перемішування становив 30 хвилин. По завершенню досліду суміші фільтрували через фільтрувальний папір. Обліковували об'єм фільтрату після чого у ньому визначали оптичну густину (D).

Паралельно 25 см³ 0,005 % розчину вітаміну В₂ фільтрували через аналогічний фільтрувальний папір, обліковували об'єм фільтрату і визначали оптичну густина у ньому (D).

Таблиця 1. Схема модельного досліді із використанням різних форм пектину, n=5

Варіант	Досліджувані фактори
Контрольний	2,0 г нативного пектину яблучного та модифікованої його форми змішували із 25 см ³ дистильованої води протягом 30 хвилин
I дослідний	0,5 г нативного пектину яблучного та модифікованої його форми змішували із 25 см ³ 0,005 % розчину вітаміну В ₂ протягом 30 хвилин
II дослідний	1,0 г нативного пектину яблучного та модифікованої його форми змішували із 25 см ³ 0,005 % розчину вітаміну В ₂ протягом 30 хвилин
III дослідний	1,5 г нативного пектину яблучного та модифікованої його форми змішували із 25 см ³ 0,005 % розчину вітаміну В ₂ протягом 30 хвилин
IV дослідний	2,0 г нативного пектину яблучного та модифікованої його форми змішували із 25 см ³ 0,005 % розчину вітаміну В ₂ протягом 30 хвилин

Отримані показники піддавали біометричному аналізу застосовуючи обробку за Монцевічюте-Ерингене. Вірогідність різниці між даними обраховували за критеріями Стьюдента [8].

Результати. Експериментально встановлено, що оптична густина розчинів із контрольних варіантів проти дистильованої води була на рівні 0,063 (табл. 2).

Виявлено, що за збільшення ваги нативного пектину у робочій суспензії оптична густина фільтрату знижується. Використання 0,5 г нативного пектину призводило до того, що оптична густина фільтрату була на меншій 1,88 рази меншою ($p < 0,01$) порівнюючи із значенням D 0,005 % розчину вітаміну В₂. Порівнюючи із контролем показник екстинції був вищим у 2,0 рази.

Таблиця 2. Інтенсивність забарвлення фільтрату за використання нативної форми пектину, $M \pm m$, n=5

Варіант	Оптична густина, (D)
0,005 % розчин віт. В ₂	0,240±0,0133
Контрольний	0,063±0,0043
I дослідний	0,127±0,0097**
II дослідний	0,112±0,0087***
III дослідний	0,105±0,0043***
IV дослідний	0,089±0,0065***

Примітка. ** і *** – вірогідність відмінностей у значеннях показників екстинції 0,005 % розчину віт. В₂ із дослідними варіантами – ($p < 0,01$) і ($p < 0,001$).

Досліджуючи 1,0 г нативного пектину оптична густина фільтрату була меншою ніж у I дослідному варіанті на 11,8 %. Відносно оптичної густини 0,005 % розчину вітаміну В₂ показник був меншим у 2,1 рази ($p < 0,001$).

Використання 1,5 г нативного пектину зумовлювало те, що оптична густина фільтрату із III дослідного варіанту зменшується у 2,28 рази порівнюючи із даними отриманими із 0,005 % розчином вітаміну В₂ ($p < 0,001$).

За дози нативного пектину 2,0 г оптична густина була нижчою ніж у I, II та III дослідних варіантах. Порівнюючи із 0,005 % розчином вітаміну В₂ показник D був меншим у 2,7 рази.

Використання зростання доз модифікованого пектину в середовищі вітаміну В₂ зумовлювало зниження оптичної густини фільтратів. У контролі показник був на рівні 0,057 (табл. 3).

Таблиця 3. Інтенсивність забарвлення фільтрату за використання модифікованого пектину, $M \pm m$, $n=5$

Варіант	Оптична густина, (D)
0,005 % розчин віт. В ₂	0,241±0,0177
Контрольний	0,057±0,0027
I дослідний	0,117±0,093**
II дослідний	0,100±0,0065***
III дослідний	0,087±0,0035***
IV дослідний	0,065±0,0059***

Примітка. ** – вірогідність відмінностей у значеннях оптичної густини 0,005 % розчину віт. В₂ із дослідними варіантами – ($p < 0,01$).

За I і II дослідного варіанту оптична густина фільтратів була нижчою ніж за аналогічних доз нативного пектину. Порівнюючи оптичну густина розчинів із I і II дослідного варіантів із показником 0,005 % розчину вітаміну В₂ встановлено, що D було нижчим, відповідно, у 2,05 та 2,41 рази.

Вірогідно зменшилась оптична густина фільтрату де застосовували 1,5 та 2,0 г модифікованого пектину. Різниця із показником D 0,005 % розчину вітаміну В₂ була, відповідно, у 2,77 та 3,70 рази.

Виявлено, що оптична густина розчинів де використовували 0,5; 1,0; 1,5 та 2,0 г нативного пектину була більшою ніж у розчинах вітаміну В₂, які змішували із 0,5; 1,0; 1,5 та 2,0 г модифікованого пектину, відповідно, на 8,5 %; 12,0; 20,7 та 36,9 %.

Таким чином, доведено, що модифікований пектин має вищі сорбційні властивості у порівнянні з його нативною формою.

Висновки і перспективи. Нативний та модифікований пектин здатні адсорбувати органічні сполуки, що підтверджено у модельних дослідженнях із вітаміном В₂.

Модифікований пектин володіє більшими адсорбційними властивостями на 8,5–36,9 % у порівнянні із нативним пектином.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення біотехнологічних показників іммобілізації закваски йогурту на нативному і модифікованому пектині.

Список використаних джерел

1. Крапивницкая И. А., Оболкина В.И. Особенности применения пектинов и пектинсодержащих продуктов при производстве кондитерских изделий. *Продукты та ингредиенты*. 2009. № 11 (64). С. 38–40.
2. Pagliaro Mario, Ciriminna Market Rosaria, Marina Alexandra, Fidalgo Abrantes, Ilharco Laura M. Pectin Production and Global. *Agro Food Industry Hi Tech*. 27 (5). P. 17–20.
3. Srivastava P., Malviya R. Extraction, characterization and evaluation of orange peel waste derived pectin as a pharmaceutical excipient. *Natural Products Journal*. 2011 vol. 1. №. 1. pp. 65–70.
4. Oliveira T. Í. S., Rosa M. F., Cavalcante F. L. et al. Optimization of pectin extraction from banana peels with citric acid by using response surface methodology. *Food Chemistry*, 2016. vol. 198. pp. 113–118.
5. Удворгелі Л., Дробот В. Пектиновмісні порошки. *Харчова і переробна промисловість*. 2004. № 1. С. 22–23.
6. Герасименко В.Г., Герасименко М.О., Цвіліховський М.І. та ін *Біотехнологія ; під заг. ред. В.Г. Герасименка*. Київ : Фірма «ІНКОС», 2006. 647 с.
7. Скородумова О. В., Рыбальский Н.Г. Инженерная энзимология (иммобилизованные ферменты и другие биологические активные вещества). Москва : ВНИИПИ, 1990. 87 с.
8. Меркурьева, Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. Москва : Колос, 1970. 422 с.

Дата надходження статті до редакції: 28.02.2018
Рецензування 26.03.2018 Прийняття в друк: 24.05.2018

Vovkohon A.H.¹*Ph.D. (in Agriculture), Associate Professor
Department of safety and quality of food, raw materials and technological processes
E-mail: alinavovki@ukr.net***Merzlov S.V.¹***Dr.Sc. (in Agriculture), Professor
Department of food technologies and technologies of animal products processing
E-mail: merzlovagv@ukr.net*¹*Bila Tserkva National Agrarian University
Bila Tserkva, Ukraine*

SORPTION INDICATORS OF NATIVE AND MODIFIED PECTIN AS A CARRIER FOR STARTERS IMMOBILIZATION

Abstract

Pectin (polysaccharide) is food additive, that belongs to the enterosorbents and has ability of creation complex compounds. The low etherified pectin has sorptive ability due to large number of free carboxylic groups. Moreover, its gelling property allows using pectin as matrix for mobilizations of enzymes and microorganisms cells. To increase the sorptive properties of pectin, it was modified in physical and chemical ways. However, the adsorptive properties of modified pectin remain not investigated.

In the process of experimental studies native and modified types of apple pectin have been used. To increase the sorption properties of pectin in terms of Research Institute of food technologies its modifications have been examined with the help of physical-chemical approaches. Model studies were conducted using vitamin B2. The optical density of the solution of vitamin B2 was determined in terms of distilled water. It has been found that both native and modified pectin are capable of adsorbuvati organic compounds. However, a decrease in the optical density of the solution of vitamin proved that modified pectin has the best absorbing properties at 37.5% compared with its native analogue.

Keywords: *adsorption, carrier, immobilization, native pectin, modified pectin, optical density, vitamin B₂ solution.*

References

1. Krapivnitskaya, I. A., Obolkina V.I. (2009). Osobennosti primeneniya pektinov i pektinsoderzhaschih produktov pri proizvodstve konditerskih izdeliy. *Produkty ta ingredienty, 11 (64)*, 38–40. [in Russian]
2. Pagliaro, Mario, Ciriminna, Market Rosaria, Marina, Alexandra, Fidalgo, Abrantes, & Ilharco, Laura M. Pectin Production and Global. *Agro Food Industry Hi Tech, 27 (5)*, 17–20.
3. Srivastava, P., & Malviya, R. (2011). Extraction, characterization and evaluation of orange peel waste derived pectin as a pharmaceutical excipient. *Natural Products Journal, vol. 1, №. 1*, 65–70.
4. Oliveira, T. Í. S., Rosa M. F., Cavalcante F. L. et al. (2016). Optimization of pectin extraction from banana peels with citric acid by using response surface methodology. *Food Chemistry, 198*, 113–118.
5. Udvorheli, L., Drobot, V. (2004). Pektynovmisni poroshky / L. Udvorheli, // Kharchova i pererobna promyslovist. – 2004. - № 1. - S. 22–23. [in Ukrainian]
6. Herasymenko, V.H. (Ed.), Herasymenko, M.O., & Tsvilikhovskiy, M.I. (2006). *Biotekhnolohiia*. Kyiv : Firma «INKOS» [in Ukrainian]
7. Skorodumova, O. V., & Ryibalskiy, N.G. (1990). *Inzhenernaya enzimologiya (immobilizovannyye fermenty i drugie biologicheskie aktivnyie veschestva)*. Moskow : VNIPI [in Russian]
8. Merkureva, E. K. (1970). *Biometriya v selektsii i genetike selskohozyaystvennyih zhyvotnyih*. Moskow : Kolos [in Russian]

*Received: February 28, 2018**Revision: March 26, 2018 Accepted: May 24, 2018*