

УДК 608:664.38:664.2

Мерзлов С.В., доктор с.-г. наук, професор**Вовкогон А.Г.**, кандидат с.-г. наук, доцент

e-mail: alinavovk1@ukr.net

Білоцерківський національний аграрний університет

ПОКАЗНИКИ СОРБЦІЇ НОСІЇВ – ПЕКТИНУ ТА КРОХМАЛЮ

Для іммобілізації ензимів та мікроорганізмів, які застосовуються для виготовлення харчових продуктів необхідно використовувати носії, які б відповідали вимогам харчових добавок. Потрапляння таких носіїв у готові продукти не має погіршувати їх органолептичні показники. Виходячи із цього було виконано порівняльне дослідження щодо встановлення сорбційних властивостей пектину та крохмалю.

Сорбційні властивості пектину і крохмалю визначали за допомогою модельних досліджень із використанням розчину вітаміну В₂. Виявлена закономірність, що із збільшенням маси носія (пектин і крохмаль) у складі суспензії вміст у ній вітаміну В₂ знижується. Порівнюючи носії виявлено, що сорбційні показники пектину у 2,09-2,48 рази вищі ніж крохмалю.

Ключові слова: сорбційні властивості носіїв, носії, іммобілізація, пектин, крохмаль, об'єм фільтрату

Постановка проблеми. У молочній промисловості застосовуються закваски для виготовлення кисломолочних напоїв. Діючою речовиною заквасок є ензими або мікроорганізми, які синтезують відповідні ензими. З часом активність заквасок знижується, що негативно впливає на подальші технологічні процеси виготовлення кисломолочних продуктів. Пролонгувати дію заквасок можливо методом їх стабілізації – іммобілізації на органічних білкових або вуглеводневих носіях.

Одним із перспективних носіїв для іммобілізації ензимів і клітин мікроорганізмів є пектин. Проте застосування нативного яблучного пектину як носія вивчено не в повній мірі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пектин входить до складу міжклітинної речовини клітинних стінок рослин. Вони включають в основному складний метиловий ефір пектину, детерифіковані пектинові кислоти і її солі та пек тати. Як і інші рослинні поліцукт пектин є полідисперсною речовиною, це вказує на те, що вони не однорідні за хімічною структурою і молекулярною масою [1, 2].

Пектин відноситься до поліцукрів. З часом все більше розширяється сфера використання цієї сполуки. Тривалий час пектин використовується в харчовій промисловості слугуючи гелеутворювачем, згущувачем і колоїдним стабілізатором. Пектин володіє унікальними властивостями обволікати або утворювати захисні оболонки для лікарських засобів, амінокислот, ензимів білків та клітин [1-4].

Метою досліджень було порівняння показників сорбційних властивостей нативного пектину та крохмалю, як носіїв для іммобілізації ферментів заквасок для кисломолочних продуктів та молочнокислих бактерій за використання розчину вітаміну В₂.

Об'єкти та методика дослідження. Встановлення сорбційних властивостей харчових добавок пектину і крохмалю виконано в умовах лабораторії НДІ харчових технологій та технологій переробки продукції тваринництва Білоцерківського національного аграрного університету.

Для досліджень було використано пектин нативний виготовлений із яблук, крохмаль картопляний розчинний для йодометрії ($C_6H_{10}O_5$)_n виготовлений згідно із ГОСТ 10163-76 та 0,005% розчин вітаміну В₂. Розчин вітаміну В₂ перед використанням фільтрували.

Встановлюючи сорбційні властивості нативного пектину за контрольного варіанту у конічні колби об'ємом 50 см³ вносили по 2,0 г пектину і за допомогою мірного циліндра відміряли 25 см³ дистильованої води. У I дослідному варіанті у конічних колбах місткістю 50 см³ змішували 0,5 г пектину і 25 см³ 0,005% розчину вітаміну В₂. За II дослідного варіанту пектин використовували масою 1,0 г. Об'єм розчину вітаміну В₂ залишався як у I дослідному варіанті. Також у конічні колби відважували 1,5 та 2,0 г пектину і змішували ці проби із 25 см³ 0,005% розчину вітаміну В₂ (III та IV дослідні варіанти) (табл. 1).

Колби із різною масою проб пектину (контрольний і дослідні варіанти) змішували і ставили на лабораторну гойдалку на 30 хвилин. Після змішування суспензії фільтрували через фільтрувальний папір. Обліковували об'єм фільтрату після чого у ньому визначали оптичну густина (D).

Одночасно 25 см³ 0,005% розчину вітаміну В₂ фільтрували, теж обліковували об'єм фільтрату і визначали оптичну густина (D).

Таблиця 1

Схема модельного досліду із використанням пектину, n=5

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

Вивчення сорбційних властивостей крохмалю проводилось за схемою наведеною у таблиці 2.

Таблиця 2

Схема модельного досліду із використанням крохмалю, n=5

Варіант	Досліджувані фактори
Контрольний	2,0 г крохмалю картопляного розчинного для йодометрії змішували із 25 см ³ дистильованої води протягом 30 хвилин
I дослідний	0,5 г крохмалю картопляного розчинного для йодометрії змішували із 25 см ³ 0,005% розчином вітаміну В ₂ протягом 30 хвилин
II дослідний	1,0 г крохмалю картопляного розчинного для йодометрії змішували із 25 см ³ 0,005% розчином вітаміну В ₂ протягом 30 хвилин
III дослідний	1,5 г крохмалю картопляного розчинного для йодометрії змішували із 25 см ³ 0,005% розчином вітаміну В ₂ протягом 30 хвилин
IV дослідний	2,0 г крохмалю картопляного розчинного для йодометрії змішували із 25 см ³ 0,005% розчином вітаміну В ₂ протягом 30 хвилин

Експериментальні дані піддавали біометричній обробці за Монцевічюте-Ерингене. Вірогідність різниці між показниками визначали за критеріями Стьюдента [5].

Основні результати дослідження. Порівнюючи оптичну густина розчинів із контрольного варіанту із дистильованою водою було встановлено, що значення D становило 0,059 (табл. 3).

Із додаванням більшої кількості пектину оптична густина фільтрату знижується. За використання 0,5 г нативного пектину оптична густина фільтрату відносно контролю була вищою у 2,05 рази. Порівнюючи із значенням D 0,005% розчину вітаміну B₂ оптична густина фільтратів із I дослідного варіанту була нижчою у 2,0 рази.

Таблиця 3

Показники сорбційних властивостей пектину, M±m, n=5

Варіант	Оптична густина, (D)	Об'єм фільтрату, см ³
0,005 % розчин віт. B ₂	0,243±0,0157	24,1±0,09
Контрольний	0,059±0,0035	8,1±0,267
I дослідний	0,121±0,0095** ¹	21,7±0,87*** ²
II дослідний	0,103±0,0043*** ¹	13,7±0,39*** ²
III дослідний	0,094±0,0032*** ¹	10,5±0,24** ²
IV дослідний	0,077±0,0031*** ¹	8,6±0,345

Примітка: **¹ і ***¹ – вірогідність відмінностей у значеннях показників екстинції 0,005 % розчину віт. B₂ із дослідними варіантами – (p<0,01) і (p<0,001);
² та *² – (p< 0,01) та (p<0,001) у порівнянні із контролем.

Застосування 1,0 г пектину (II дослідний варіант) супроводжувалось зниженням оптичної густини фільтрату у порівнянні із значенням D 0,005% розчину вітаміну B₂ у 2,36 рази. Також виявлено зменшення оптичної густини фільтрату із III дослідного варіанту у 2,58 рази (P<0,001) порівняно із цим показником 0,005% розчину вітаміну B₂.

Підвищення вмісту пектину у розчині до 2,0 г (IV дослідний варіант) дозволило отримати показник оптичної густини фільтрату вищий на 30,5% у порівнянні із контролем і нижчий у 3,15 рази відносно показника D 0,005% розчину вітаміну B₂ (P<0,001).

Експериментально доведено, що із збільшенням маси пектину у суміші об'єм фільтрату знижується. Застосування за контролю 2,0 г пектину дає змогу отримати 8,1 см³ фільтрату. За дії 0,5 г; 1,0 та 1,5 г пектину об'єм фільтрату підвищується у 2,6; 1,7 рази (P<0,001) та на 29,6% (P< 0,01).

У контрольному варіанті де крохмаль розчиняли у дистильованій воді оптична густина (D) була на рівні 0,036 (табл. 4).

Таблиця 4

Показники сорбційних властивостей крохмалю водорозчинного, M±m, n=5

Варіант	Оптична густина, (D)	Об'єм фільтрату, см ³
0,005 % розчин віт. B ₂	0,239±0,0073	24,2±0,17
Контрольний	0,036±0,0009	21,1±0,23
I дослідний	0,226±0,0034	23,2±0,12** ²
II дослідний	0,216±0,0043* ¹	22,9±0,31* ²
III дослідний	0,201±0,0012** ¹	22,0±0,23* ²
IV дослідний	0,191±0,0023** ¹	21,0±0,16

Примітка: *¹ і **¹ – вірогідність відмінностей у значеннях оптичної густини 0,005 % розчину віт. B₂ із дослідними варіантами – (P<0,05) і (P<0,01);
*² та **² – (P<0,05) та (P<0,01) у порівнянні із контролем.

За умов внесення 0,5 г крохмалю до суміші оптична густина фільтрату не була вірогідно більшою у порівнянні із показником D 0,005% розчину вітаміну B₂. Застосування

1,0 г крохмалю (II дослідний варіант) призводить до зниження оптичної густини фільтрату на 9,6% порівнюючи із екстинцією 0,005% розчину вітаміну. Різниця була вірогідною.

У III дослідному варіанті встановлено зниження оптичної густини фільтрату відносно D 0,005% розчину вітаміну B₂ на 15,9% (P<0,01). Використання 2,0 г крохмалю супроводжувалось вірогідним зниженням оптичної густини фільтрату. Показник був нижчим ніж у 0,005% розчину вітаміну B₂ на 20,1%

Досліджуючи об'єм фільтрату було встановлено, що найбільший показник був у варіанті де застосовували лише 0,5 г крохмалю. Різниця із контролем була на рівні 9,9% (P<0,01). Застосування 1,0 та 1,5 г крохмалю теж супроводжувалось підвищенням об'єму фільтрату у II та III дослідних варіантах. Об'єм фільтрату у IV дослідному варіанті майже не відрізнявся від контролю.

Порівнюючи дані оптичної густини фільтрату 0,005% розчину вітаміну B₂ із вмістом 0,5; 1,0; 1,5 та 2,0 г пектину та показники оптичної густини фільтрату 0,005% розчину вітаміну B₂ із вмістом 0,5; 1,0; 1,5 та 2,0 г розчинного крохмалю виявлено, що показники D за використання пектину були, відповідно, меншими на 46,4% та у 2,09; 2,13 та 2,48 рази.

Таким чином, експериментально доведено, що пектин володіє вищими сорбційними властивостями у порівнянні із розчинним крохмалем.

Висновки. 1. Нативний яблучний пектин володіє сорбційними властивостями щодо органічних сполук на прикладі вітаміну B₂.

2. Сорбційні властивості нативного пектину у 2,09-2,48 рази вищі ніж розчинного крохмалю.

Перспективи подальших наукових досліджень. Подальші дослідження будуть спрямовані на встановлення біотехнологічних параметрів іммобілізації клітин закваски йогурту на пектині.

Список використаної літератури

1. Riyanova E.E. Poluchenie pektina iz sveklovichnogo zhoma / E.E. Riyanova, N.V. Kostryukova // *Mezhnarodnyiy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. – 2017. – 4(58) 1. – S. 98-101
2. Arantzazu V. Natural Pectin Polysaccharides as Edible Coatings / Arantzazu V., Nuria B., Alfonso J. and María Carmen G. // *Coatings*. – 2015. – № 5(4). – P. 865-886.
3. Agata Z. Extraction of Green Labeled Pectins and Pectic Oligosaccharides from Plant Byproducts / Agata Z., Marie-Helene B., Hanna K., Johanna B., Jean-Francois T., Estelle B. // *Agricultural and food chemistry*. – 2008. – № 56. – P. 8926-8935.
4. Скородумова О.В. Инженерная энзимология (иммобилизованные ферменты и другие биологические активные вещества) / О.В. Скородумова, Н.Г. Рыбальский. – М.: ВНИИПИ, 1990. – 87 с.
5. Меркурьева Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных / Е.К. Меркурьева. – М.: Колос, 1970. – 422 с.

References

1. Riyanova E.E. Poluchenie pektina iz sveklovichnogo zhoma / E.E. Riyanova, N.V. Kostryukova // *Mezhnarodnyiy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. – 2017. – 4(58) 1. – S. 98-101
 2. Arantzazu V. Natural Pectin Polysaccharides as Edible Coatings / V. Arantzazu, B. Nuria, J. Alfonso and María Carmen G. // *Coatings*. – 2015. – № 5(4). – P. 865-886.
 3. Agata Z. Extraction of Green Labeled Pectins and Pectic Oligosaccharides from Plant Byproducts / Z. Agata, B. Marie-Helene, K. Hanna, B. Johanna, T. Jean-Francois, B. Estelle // *Agricultural and food chemistry*. – 2008. – № 56. – P. 8926-8935.
-

-
4. Skorodumova O.V. Ynzhenernaya enzymolohyya (ymmobylizovannyye fermenty y druhye byolohycheskiye aktyvnyye veshchestva) / O.V. Skorodumova, N.H. Rybal'skiyy. – М.: VNYYPY, 1990. – 87 s.
 5. Merkur'eva E.K. Vyometryya v selektsyy y henetyke sel'skokhozyaystvennykh zhyvotnykh / E.K. Merkur'eva. – М.: Kolos, 1970. – 422 s.
-

УДК 608:664.38:664.2

Мерзлов С.В., доктор с.-х. наук, профессор

Вовкогон А.Г., кандидат с.-х. наук, доцент

e-mail: alinavovk1@ukr.net

Белоцерковский национальный аграрный университет

ПОКАЗАТЕЛИ СОРБЦИИ НОСИТЕЛЕЙ - ПЕКТИНА И КРАХМАЛА

Для иммобилизации ферментов и микроорганизмов, которые применяются для изготовления пищевых продуктов необходимо использовать носители, соответствующие требованиям пищевых добавок. Попадание таких носителей в готовые продукты не должно ухудшать их органолептические показатели. Исходя из этого было выполнено сравнительное исследование по установлению сорбционных свойств пектина и крахмала.

Сорбционные свойства пектина и крахмала определяли с помощью модельных исследований с использованием раствора витамина В₂. Выявленная закономерность, что с увеличением массы носителя (пектин и крахмал) в составе суспензии содержание в ней витамина В₂ снижается. Сравнивая носители обнаружено, что сорбционные показатели пектина в 2,09-2,48 раза выше, чем крахмала.

Ключевые слова: сорбционные свойства носителей, носители, иммобилизация, пектин, крахмал, объем фильтрата

UCC 608:664.38:664.2

Merzlov S.V., doctor of agricultural science, professor

Vovkogan A.G., candidate of agricultural sciences, associate professor

e-mail: alinavovk1@ukr.net

Bilotsrkivskiy national agrarian university

INDICATORS OF PECTIN AND STROKE CARRIERS SORPTION

Leaven is widely used in the dairy industry for dairy products manufacture. Enzymes or microorganisms synthesizing the corresponding enzymes make an active substance of leaven. Leaven activity decreases with the course of time, which affects negatively the further technological processes of making dairy products. Leaven fermentation effect can be prolonged by stabilization method, *i.e.* immobilization on organic protein or carbohydrate carriers.

Pectin is one of the promising carriers for enzymes and microorganism cells immobilization. However, the use of native apple pectin as a carrier has not been fully studied.

The aim of the research was to compare the sorption capacity indices of native pectin and starch as carriers for the immobilization of ferments enzymes for sour-milk products and lactic acid bacteria under using vitamin B₂ solution.

Model experiments on native pectin and starch sorption properties determination were performed in the laboratory of SRI of food and livestock products processing technologies of Bila Tserkva National Agrarian University.

Native pectin made of apples, potato starch soluble for iodometry (C₆N₁₀O₅)_n manufactured in accordance with GOST 10163-76 and vitamin B₂ 0.005% solution of were used in the research. A solution of vitamin B₂ was filtered before use.

Optical density of the filtrate decreases under adding larger amount of pectin. The optical density of the filtrate relative to the control was 2.05 times higher under the use of 0.5 g of native pectin. The optical density of filtrate from experimental variant 1 was 2.0 times lower as compared to the value of D of vitamin B₂ 0.005% solution.

Application of 1.0 g of pectin (experimental variant 2) was accompanied by 2.36 times decrease in the optical density of the filtrate as compared to the value of D of vitamin B₂ 0.005% solution. Also, a decrease in the optical density of the filtrate from experimental variant 3 was detected as compared to this index of vitamin B₂ 0.005% solution.

An increase in pectin content up to 2.0 g in solution (experimental variant 4) allowed to obtain an 30.5% higher indicator of filtrate optical density as compared to the control and 3.15 times lower one relative to the index D of 0.005% solution (P<0.001).

Application of 0.5 g of starch (experimental variant 1) did not affect the probable decrease in the optical density of the filtrate. The difference with the D-value of vitamin B₂ 0.005% solution made 5.4%. Adding 1.0 g of starch resulted in decreased optical density of the filtrate by a probable value as compared to a similar indicator of the vitamin solution. The difference made 9.6%.

In experimental variant 3, 15,9% (P<0,01) decrease in the optical density of the filtrate relative to the D of vitamin B₂ 0.005% solution was determined. Application of 2.0 g of starch was accompanied by decrease in the optical density of the filtrate. The indicator was 20.1% lower than in the vitamin B₂ 0.005% solution.

The largest volume of filtrate was in the version where only 0.5 g of starch was applied. The difference with the control made 9.9% (P<0.01). The application of 1.0 and 1.5 g of starch was also accompanied by an increase in the filtrate volume in the experimental variants 2 and 3. The volume of filtrate in experimental variant 4 was almost the same as the control.

Comparison of the optical density data of the filtrate of 0.005% vitamin B₂ solution containing 1.0; 1.5 and 2.0 g of pectin and indicators of optical density of filtrate of vitamin B₂ 0.005% solution containing 1.0; 1.5 and 2.0 g of soluble starch reveal that the D-values for pectin use were, respectively, less by 2.09; 2.13 and 2.48 times.

Thus, it has been experimentally proved that native pectin possesses higher sorption properties as compared to soluble starch.

Keywords: sorption capacity of carriers, carriers, immobilization, pectin, starch, filtrate volume

*Рецензент: Мазуренко М.О., доктор с.-г. наук, професор
Вінницький національний аграрний університет*