

ПЕКТИНОВМІСНІ БІОДОБАВКИ З ПОБІЧНИХ ПРОДУКТІВ БУРЯКОЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Завданням сучасної харчової технології, науковців та практиків галузі є розроблення, виробництво і використання функціональних харчових продуктів, які не лише поповнюють організм людини пластичними матеріалами та енергією для здійснення всіх процесів життєдіяльності. Вони відзначаються високою біологічною та фізіологічною активністю, необхідною для реалізації механізмів ферментативного каталізу та обміну речовин, підтримання гомеостазу, біохімічного забезпечення всіх життєвих функцій організму, що справляє позитивний вплив на здоров'я людини, її настрій та працездатність і сприяє активному творчому довголіттю.

Праці вітчизняних та зарубіжних науковців, світова практика свідчать про те, що щоденне споживання харчових продуктів із достатнім вмістом пектинових речовин та інших харчових волокон сприятливо впливає на роботу серцево-судинної та травної систем, розумову діяльність, запобігає втомі. Введення пектинових речовин до раціону харчування знижує ризик таких захворювань, як діабет, ожиріння, атеросклероз, тромбози судин тощо.

В 1944 році Комітет Американського хімічного товариства дав офіційну назву полісахаридному компонентові рослинної сировини – пектин. Це сполука, що складається з залишків α -D-галактуранової кислоти, частково або повністю естерифікованих метиловим спиртом або фосфорною кислотою.

Розрізняють високоестерифіковані пектини (H-пектини) зі ступенем естерифікації понад 50% та низькоестерифіковані (L-пектини) зі ступенем естерифікації менш ніж 50%. Цей показник є не лише хімічною

характеристикою пектинів, а й визначає їхню здатність до виведення радіонуклідів чи інших токсичних сполук з організму людини. Наприклад, у кишечнику вища дезінтоксикаційна здатність характерна для високоетерифікованих пектинів, а в шлунку за умов кислого середовища – для низькоетерифікованих пектинів.

Найважливішою властивістю пектинових речовин, що й визначає доцільність та необхідність їх використання в раціоні харчування, є здатність до виведення з організму людини радіонуклідів, пестицидів, важких металів та інших ксенобіотиків, які викликають важкі захворювання, в тому числі онкологічні, порушують діяльність основних функцій організму, а при тривалому надходженні призводять до смертельних випадків.

В умовах нинішнього екологічного довкілля, коли на тлі постійної іонізуючої радіації складаються ефекти онкогенних чинників, таких як джерела гепатотоксичних нітросполук, поліциклічні ароматичні вуглеводні промислових викидів та вихлопів автомобільного транспорту, різноманітні забруднювачі харчових продуктів, що накопичуються в сільськогосподарській сировині при використанні гербіцидів, пестицидів та інших отрутохімікатів, у населення України різко підвищується небезпека виникнення злоякісних новоутворень та інших хвороб.

Тому на сьогодні пектин та пектиновмісні сполуки мають бути віднесеними до обов'язкових незамінних компонентів при створенні харчових продуктів оздоровчого, профілактичного і лікувального призначення.

Більш того, в організмі людини пектин виступає як синергіст вітамінів, посилюючи їхню активність. Пектинові речовини здійснюють також позитивний вплив на різні процеси в організмі людини: сприяють засвоєнню вуглеводів, зниженню вмісту ліпідів, стимулюють життєдіяльність кишкової мікрофлори.

Препарати пектину при споживанні з їжею не утворюють енергетичного запасу в організмі, вони нейтральні й цим принципово

відрізняються від інших полісахаридів. Дослідження показали, що в організмі людини розщеплюється та перетворюється близько 90% пектинів. На думку експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я, пектиновмісні добавки можуть використовуватися без кількісних обмежень.

На відміну від пектиновмісних добавок чи харчових продуктів, споживання чистого пектину має бути обмеженим – його профілактична доза для людей, що контактують з важкими металами, не перевищує 2...4 г на добу, а в умовах радіоактивного забруднення – 15...16 г. Неконтрольоване тривале вживання чистого пектину як з профілактичною, так і з лікувальною метою може призвести до серйозних порушень сольового обміну, демінералізації організму, розладу діяльності серцево-судинної системи, залоз внутрішньої секреції тощо, оскільки пектинові речовини не мають селективної дії. При введенні в організм вони однаковою мірою зв'язують у малорозчинні комплекси як чужорідні сполуки, так і життєво необхідні елементи.

Тому найбільш придатною й фізіологічно допустимою формою постачання організму пектиновими речовинами є їхнє надходження у вигляді природних пектиновмісних комплексів та композицій, які включаються до складу харчових продуктів. З цієї точки зору великого значення набирають різноманітні біологічно активні добавки з різних видів рослинної сировини, які є концентратами як пектинових речовин, так і інших необхідних для організму людини біокомпонентів (наприклад, щоб забезпечити організм дорослої людини необхідною кількістю пектинів, на добу потрібно майже 5 кг свіжих яблук; така ж кількість пектину міститься в 6...8 г сухого пектиновмісного порошку).

У виробництві харчових продуктів профілактичного та лікувального призначення на сьогодні виділилося кілька основних напрямів. Перший характеризується отриманням традиційних пектиновмісних продуктів (мармелад, желе, соки, напої тощо). Недоліком у цьому разі є обмеження кількості введеного пектину, який виконує одночасно технологічні функції

загущувача, драглеутворювача, стабілізатора. Другий напрям включає отримання порошкоподібних та таблетованих препаратів з різних видів рослинної пектиновмісної сировини, що дає змогу повністю усунути недоліки першого напрямку. Саме цей напрям є найбільш перспективним і на сьогодні входить до кола наукових інтересів вчених Національного університету харчових технологій, Одеської національної академії харчових технологій та інших установ і організацій.

Вибір сировини для отримання пектиновмісних препаратів зумовлюється її хімічним складом, загальними вимогами корисності та лікувальних функцій. Відомо, що найбільшу комплексоутворювальну здатність щодо радіонуклідів та важких металів мають пектинові речовини цукрових буряків та вишні. Тому деякі розробки у цьому напрямі науковців Національного університету харчових технологій спрямовані на вирішення проблем отримання пектиновмісних харчових добавок з побічного продукту цукробурякового виробництва – жому – з використанням низькотемпературного сушіння.

Жом – побічний продукт цукробурякового виробництва, має вигляд стружки, з якої дифузійний способом видалено основну кількість цукру і незначну кількість мінеральних та органічних речовин. Продукт, який щойно одержали з дифузійних установок, називають свіжим, він містить 6...8 % сухої речовини. В 100 кг останньої міститься 20 кг клітковини, 30...35 геміцелюлози і стільки ж пектину, 8...10 білків, 2...3 цукру і близько 2 кг мінеральних речовин.

Для порівняння – коренеплоди цукрових та столових буряків містять до 20% пектинових речовин, моркви – 6...15%, гарбуз – від 3 до 17%. У насінневих плодах найбільша кількість пектину міститься в яблуках (6...18%), горобині (9...11%), грушах (3...8%). Найбільш розповсюджені з субтропічних плодів – цитрусові (лимони, апельсини, мандарини, грейпфрути) – практично не відрізняються між собою за вмістом пектину, який становить у них 9...14%. Перспективним джерелом для отримання

пектиновмісних біодобавок є також ягоди. Кількість пектинових речовин у смородині чорній складає 5...11%, у смородині червоній – 4...13%, в агрусі – 5...8%. А в стеблах та кошичках соняшника міститься від 20 до 35% пектинових речовин.

На жаль, асортимент харчових продуктів з пектиновими речовинами сьогодні ще досить незначний. Це пояснюється дефіцитом вітчизняного пектину у харчовій промисловості. Виробники таких продуктів працюють з пектинами імпортними. Зважаючи на надзвичайно важливу роль пектиновмісних продуктів у раціоні харчування населення України, це питання повинно стати одним із пріоритетних завдань харчової промисловості й вирішуватися на державному рівні, щоб забезпечити здоров'я нації, особливо дітей та молоді.

Таким чином, вміст сухих речовин у жомі складає 15...18 %. Для отримання сухих пектиновмісних продуктів та напівфабрикатів необхідно видалити з жому більшу частину води з тим, щоб у кінцевому продукті її кількість не перевищувала 10 %.

Відомо багато способів зневоднення рослинної сировини, які використовуються у харчовій та переробній промисловостях. Та найперспективнішим із них і найбільш доцільним для отримання харчових продуктів з підвищеним вмістом біологічно активних речовин є низькотемпературний спосіб сушіння, про що свідчать результати досліджень зарубіжних та вітчизняних авторів.

При низькотемпературному сушінні протягом всього процесу температура висушування не перевищує +60°C. Такий режим дає можливість отримати кінцевий продукт з максимальним вмістом біологічно активних речовин не стійких до дії температури, наприклад вітаміни, амінокислоти тощо.

Низькотемпературне висушування можна проводити кількома способами, але найбільш перспективним як з точки зору енергозатрат так і з точки зору якості готової продукції є кріогенна технологія.

Одним із першочергових і основних етапів кріогенної технології є заморожування тієї води, що міститься в сировині. Всі живі системи містять 60...80 % рідкої води, котра відіграє надзвичайно важливу роль у метаболічних процесах та стабілізації функціональної активності біополімерів і надмолекулярних структур клітин і тканин.

Вода, локалізована у клітині чи зв'язана з поверхнею біомакромолекули (зв'язана), сильно відрізняється за своїми властивостями від так званої вільної води. Наявність цих двох основних фракцій води і співвідношення між ними є дуже важливими чинниками при розробленні кріогенних технологій, оскільки заморожуванню і подальшому сублімуванню підлягає лише фракція вільної води.

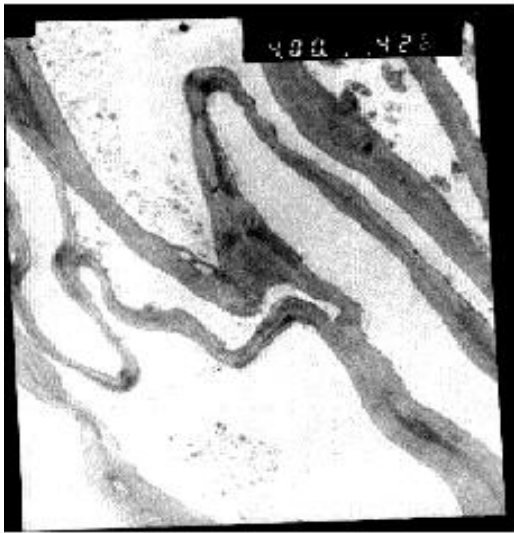
Дослідження проводили на зразках жому, отриманого на Смілянському цукровому заводі у виробничий сезон 2003 року. Жом заморожували у швидкозаморожувальних камерах марки Tabai MiniSubZero у широкому інтервалі температур від +20 °C до -80 °C. при зниженні температури на кожні 10 °C з камери відбирали зразки жому і методом мікроскопічного дослідження вивчали характер тих змін, які відбувались у зразках при заморожуванні жому.

Мікроскопічні дослідження проводили за допомогою електронного ультрамікроскопу.

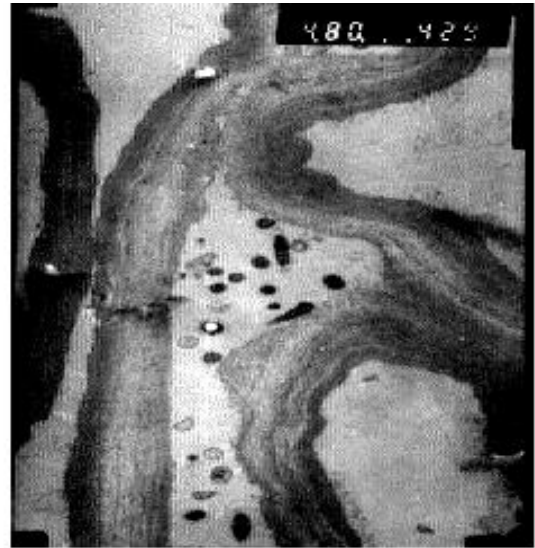
На рис.1 наведено фотографії ультраструктури рослинних клітин жому, заморожених до різних температур: -10 °C; -20 °C; -30 °C; -40 °C.

З цих усіх фотографій видно, що заморожування води у жомі супроводжується формуванням позаклітинних та клітинних кристалів льоду. Кристалічний лід формує найрізноманітніші поліморфні модифікації, що мають різну будову. Це наглядно видно на рис.1.в, при збільшенні у 16 тис. разів.

Формування кристалів льоду починається уже при -10 °C, що видно із рис.1.а. При -20 °C кількість кристалів льоду збільшується (рис.1.б) і видно, що зароджуються вони і наростають у цьому інтервалі температур,



а)



б)



в)



г)

Рис. 1. Мікрофотографії зрізів замороженого бурякового жому при температурах: а - -8°C ; б - -15°C ; в - -25°C ; г - -40°C

здебільшого, у міжклітинному просторі біля клітинних стінок. Механічний тиск льоду у деяких місцях руйнує клітинну стінку.

При -30°C , а особливо, -40°C , практично вся вільна вода знаходиться у закристалізованому стані, причому серед маси дрібних кристаликів льоду спостерігається і досить значна кількість великих кристалів.

Підрахунки показали, що при температурах, нижче $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, вся вільна вода перетворилась у лід. А зв'язана вода залишилась у рідкому стані навіть при температурах $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Із цих результатів ми зробили практичний висновок, що при кріогенній технології отримання пектиновмісних продуктів - заморожування сировини достатньо провести до $t = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$, а не до температури рідкого азоту $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, що дасть змогу вести процес в економічному режимі та інтенсифікувати його.

Отриманий сублімований порошок є складним комплексом біополімерів, переважно поліцукридів лінійної та розгалуженої структури, значної молекулярної маси. Фізичні властивості отриманого порошку визначають можливості його безпосереднього вживання, а також транспортабельність і здатність до тривалого зберігання.

В таблиці 1 наведено показники біохімічних та фізико-механічних властивостей сублімованих порошків із цукрового буряку та з жому.

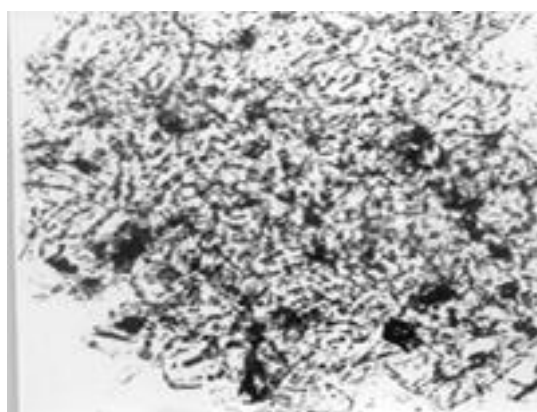
Таблиця 1.

Характеристика сублімованих порошків із жому

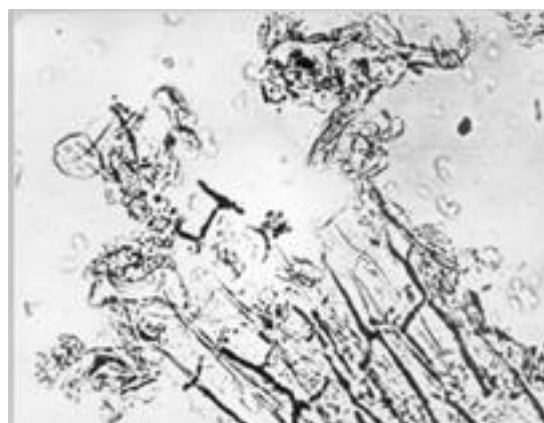
Показник	Цукровий буряк	Жом цукрового буряку
Масова частка, %:		
Гемицелюлоза	53,2	34,6
Целюлоза	24,7	13,8
Лігнін	8,6	34,5
Білок	10,8	8,5
Зола	2,9	2,5
Водоутримуюча здатність і спорідненість до води, $\text{гH}_2\text{O/г р-ни}$	8,7	13,4
Ємність, мМоль/г	0,99	0,93
Питома поверхня, $\text{м}^2/\text{г}$	58,8	43,7
Середній ефективний радіус пор, $\times 10^6\text{ м}$	19,3	32,8

Згідно з отриманими даними, сублімований порошок бурякового жому та виділені з нього харчові волокна, рекомендовані для використання в якості адсорбентів токсичних металів і радіонуклідів, характеризуються низькою насипною густиною і значною величиною пор, що визначає їхню високу адсорбційну здатність. Отримані порошки відзначаються також значними водоутримуючими характеристиками, що зв'язано не лише з особливостями складу та будови біополімерів цих порошоків, а також із розмірами їх часток, характером поверхні, пористістю (рис 2.а). Целюлоза, що складає значну масу порошоків, має систему надзвичайно тонких субмікроскопічних капілярів, що підвищує її здатність поглинати та утримувати воду (рис.2.б).

Результати визначення сорбційної ємності токсичних металів сублімованими порошками бурякового жому на прикладі іонів свинцю показують, що для сублімованого жому вона складає 11,7 мг/г, а для виділених з нього харчових волокон досягає 11,9 мг/г.



а)



б)

Рис. 2. Мікрофотографії зразків порошку, отриманого із жому: а – збільшення у 2000 разів; б – збільшення у 8000 разів.

Присутність в отриманих сублімованих порошках карбоксильних груп геміцелюлоз і пектинових речовин, карбоксильних і амінних груп білка, фенольних гідроксилів лігніну визначає їхню здатність зв'язувати більшою мірою катіони і меншою – аніони, що позитивно впливатиме на мінеральний обмін в шлунково-кишковому тракті. Під впливом цих біокомпонентів очікуються позитивні зміни всмоктування ряду металів, в першу чергу кальцію та магнію, а також полярних органічних сполук.

Таким чином, отримані за запропонованим способом харчові порошки з побічних продуктів бурякоцукрового виробництва та інших видів рослинної сировини, сприятимуть вирішенню важливої соціальної проблеми для населення України – поповнення раціону харчування високоефективними біологічно активними добавками, доступними за своєю ціною для усіх верств населення. Зважаючи на надзвичайно важливу роль пектиновмісних продуктів у раціоні харчування населення України, це питання повинно стати одним із пріоритетних завдань харчової промисловості й вирішуватися на державному рівні, щоб забезпечити здоров'я нації, особливо дітей та молоді.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Delorme C.B., Gordon C.I.* The effect of pectin on utilization of marginal levels of dietary protein // *J. Nutr.* 1983. #11. P.2432-2441.
2. *Falk J.* Exploration studies of lipid-pectin interactions // *J. Nutr.* 1982. Vol.112. P.182-188/.
3. *Черно Н.К.* Нова біологічно активна добавка для корекції харчування // Наукові праці ОДАХТ. – 1997. – №17. – С.106-112.
4. *Донченко Л.В.* Функциональные продукты питания. Проблемы и перспективы пектинового производства // Материалы Межд. конф. «Функциональные продукты питания». – Краснодар, 2001. – С.13-19.

5. *Матер.* наук.-практ. семінарів з міжнародною участю, приурочених до 10-річчя Чорнобильської аварії у рамках Міжнар. Спеціаліз. Виставки «Чорнобиль: екологія, людина, здоров'я» (Київ, 26 -29.03.96) . – Київ, 1996 С. 25.

6. *Дудкин М.С., Щелкунов Л.Ф.* Пищевые волокна – новый раздел химии и технологии пищи // М.:Вопросы питания., 1998. - №3. – С.36-38.

7. *Пищевые* волокна /М.С.Дудкин, Н.К.Черно, И.С.Казанская и др. – К: Урожай, 1998 – 152 с.

8. *Мацубара Т.* Криогенное измельчение пищевых продуктов. /Перевод/ № Л – 3493 – 17 с.

9. *C. Ratti* Hot air and freeze-drying of high value foods: a review // Journal of Food Engineering. Vol. 49(4) – 2001 pp. 311-319.