

## ПІДБІР ЕФЕКТИВНИХ КРІОПРОТЕКТОРІВ ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ

У комплексі досліджень із розроблення нової технології свіжозамороженої плодово-ягідної продукції на першому етапі стоїть сортовідбір сировини.

Із проведених нами досліджень з'ясовано, що при виборі рекомендованих сортів необхідно враховувати їхню придатність до промислового заморожування (високий вміст сухих речовин, цукрів, аскорбінової кислоти, біофлавоноїдів, пектинових речовин, органолептичні показники, харчова та біологічна цінність, фармакологічний вплив) [1].

Ми запропонували також у якості одного із критеріїв оцінки плодово-ягідної сировини визначення вмісту антиаліментарного ферменту аскорбатоксидази для запобігання створенню композицій плодово-ягідної продукції з високим вмістом одночасно аскорбінової кислоти та аскорбатоксидази.

На наступному етапі роботи визначено основні біохімічні показники обраної для досліджень сировини; кількісні і якісні зміни цих показників в процесі заморожування, тривалого зберігання та дефростації.

Отримані результати дають можливість диференційовано підійти до обраної плодово-ягідної сировини, а саме: відібрати **першу групу** біологічних об'єктів, які можна заморожувати і отримувати високоякісну продукцію без використання кріопротекторів; **другу групу** складають плодово-ягідні матеріали, заморожування яких із використанням кріопротекторів забезпечує необхідний ступінь кріорезистентності рослинних тканин при низькотемпературних впливах; виявилася і **третя група** матеріалів, при заморожуванні яких важко досягти необхідного рівня холодової адаптації тканин навіть при використанні кріопротекторів, тому такі сорти рекомендовано до консервування іншими традиційними методами.

Одним із основних етапів розроблення нової технології є підбір та апробація кріопротекторів (натуральних і синтетичних) на ґрунті аналізу їх ефективності при заморожуванні клітин та тканин у кріомедицині, кріобіології тощо, і адаптація певних закономірностей, отриманих у цих галузях знань, до умов харчових середовищ і харчових технологій.

Кріопротекторами називають сполуки, які здатні запобігати розвиткові ушкоджень біологічних об'єктів при їх заморожуванні і подальшому відігріванні [2]. До ефективних кріопротекторів відносять сполуки, які належать до різних класів хімічних речовин: спиртів, амідів, оксидів, штучних полімерів, вуглеводів, амінокислот, органічних кислот, білків, органічних та неорганічних солей [3]. Представники кожного із зазначених класів сполук досліджено нами у якості кріопротекторів при заморожуванні плодово-ягідної сировини.

Загальними властивостями кріопротекторів є наявність у їхній структурі полярних молекул, здатних взаємодіяти як із молекулами води, металами, солями, так і з компонентами мембран і біополімерами.

Важливою властивістю кріопротекторів є також їхня здатність впливати на процеси кристалізації, сприяючи формуванню дрібнокристалічного льоду, котрому не властиві сильні поля напруг [4]. Зміна структури льоду під дією кріопротекторів знижує ступінь механічного впливу на цитоплазматичні структури та мембрани.

Неодмінною вимогою до кріопротекторів є їхня здатність швидко проникати в клітину і легко видалятися з неї – для того, щоб зменшити осмотичні ефекти при заморожуванні та відмиванні кріопротектора [5].

Результати проведених нами досліджень показали, що в присутності кріопротектора виморожування фракції води з кріозахисного середовища перебігає в широкій температурній зоні й завершується при концентрації невимерзлої води до 20...30%. При збільшенні вихідного (до заморожування) вмісту кріопротектора у середовищі зв'язування солей та інших речовин збільшується, що перешкоджає їх концентруванню до критичних, згубних для клітини величин. Отже, у присутності кріопротекторів солі або зовсім не концентруються до ушкоджуючих меж, або ж ці межі досягаються в зоні температур, при яких ушкодження розвиваються повільно.

Таким чином, обрані для досліджень кріопротектори охоплюють основні класи органічних і мінеральних сполук, кріозахисну дію яких при заморожуванні клітин і тканин людини і тварин було досліджено відомими зарубіжними і вітчизняними вченими, починаючи з 50-х років минулого століття (A. Carrow, J. Lovelock, J. Dobbler, J. Rostan, K. Polge, Au. Smith, D. Bishop, D. Robson, M. Whither, М. Максимов, А. Бернштейн, О. Білоус, В. Грищенко, М. Пушкар).

J. Lovelock (1954 р.) запропонував класифікувати відомі на той час кріопротектори на непроникаючі (екзоцелюлярні), проникаючі (ендоцелюлярні) та змішаного типу.

Непроникаючі протектори діють ззовні клітин, утворюючи навколо плазматичної мембрани своєрідну оболонку і сприяючи, таким чином, формуванню дрібнокристалічного льоду.

Проникаючі кріопротектори викликають зв'язування частини поза- і внутрішньоклітинної фракції вільної води, внаслідок чого її кристалізація сповільнюється, а концентрація електролітів поза і всередині клітини знижується. У зв'язку з цим проникаючі кріопротектори називають **пасиваторами** процесу ініціювання кристалоутворення.

Із обраних нами для досліджень кріопротекторів до проникаючих відносяться: гліцерин, сорбіт, етанол, ДМСО, гліцин, солі. До непроникаючих відносяться гідроксиполісахариди та інші полімерні сполуки.

Такий широкий спектр досліджуваних кріопротекторів дасть можливість оцінити вплив кожного із них і рекомендувати для розроблюваної холодової технології найбільш ефективні.

Слід зазначити, що серед достатньо великої кількості різноманітних хімічних сполук – кріопротекторів на практиці в медицині найчастіше використовують гліцерин, 1,2-пропандіол, ДМСО, диметилацетамід. Етиленгліколь, хоча і є активним кріопротектором, добре проникає в клітини, однак він токсичний на клітинному рівні.

**Висновок.** Для вибору кріопротекторів у процесах заморожування плодово-ягідної сировини слід враховувати основні вимоги до кріопротекторів, оскільки йдеться про безпеку харчових продуктів для споживача. Кріопротектори мають бути нетоксичними, добре розчиняються у воді та розчинах електролітів, знижувати кількість вимороженої води при кожній даній температурі і повністю запобігати кристалізації води з евтектичної суміші «кріопротектор – вода».

### Література

1. Ильина, С. И. Двенадцать месяцев здоровья / С. И. Ильина. – К. : Логос, 2000. – 320 с.
2. Пушкар, Н. С. Низкотемпературная кристаллизация в биологических системах / Н. С. Пушкар, А. М. Белоус и др. – К. : Наук. думка, 1997. – 238 с.
3. Кріопротектори / под ред. Н. С. Пушкар, М. А. Шраго, А. М. Белоуса и др. – К. : Наук. думка, 1990. – 201 с.
4. Мейс, Дж. Достижения в криогенном охлаждении и замораживании пищевых продуктов / Дж. Мейс // Food Sci. and Technol. Today. – 1987. – №2. – Р. 79-83.
5. Физико-технические основы холодильной обработки пищевых продуктов / под ред. Э.И. Каухчешвили. – 3-е изд. – М. : Агропромиздат, 2003. – 256 с.