

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КРІОПРОТЕКТОРІВ В ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ЗАМОРОЖУВАННЯ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ

*Проф., докт. техн. наук Г.О. Сімахіна, аспірант С.В. Халапсіна
Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна*

Харчування відноситься до найважливіших чинників навколишнього середовища, які безпосередньо протягом усього життя впливають на організм людини. Біокомпоненти харчових продуктів, перетворюючись у процесах метаболізму на структурні та функціональні елементи клітин живого організму, забезпечують його фізичну та розумову працездатність, адаптаційні можливості, імунний статус, визначаючи стан здоров'я людини, тривалість її життя, соціальну та індивідуальну активність.

Ключовим питанням у підтриманні продовольчої безпеки України, досягнутої в останні роки, є стійке забезпечення населення харчовими продуктами, в тому числі і оздоровчого призначення, на основі раціонального використання сільськогосподарської сировини, скорочення її втрат, підвищення ефективності виробництва у всьому агропромисловому комплексі. Ці плани реально здійснити шляхом широкого використання інноваційних технологій у переробній та харчовій промисловості.

Накопичений світовий досвід показує, що найбільш ефективним способом вирішення цієї проблеми є використання штучного холоду при заготівлі сільськогосподарської продукції, її транспортуванні, переробленні, зберіганні та реалізації, оскільки традиційні високотемпературні процеси призводять до руйнування більшості біологічно активних речовин сировини, втрат мікро- та макроелементами легкозасвоюваної органічної форми, утворення неперетравлюваних протеолітичними ферментами комплексів тощо.

На жаль, в Україні поки що випускається недостатньо власної свіжозамороженої продукції. У незначних кількостях її виробляють приватні підприємства невеликої потужності, а отримана продукція здебільшого низької якості, вона швидко псується, оскільки відсутні ефективні технології заморожування рослинної сировини. Залишається актуальною проблема не тільки розроблення нових, а й удосконалення існуючих у світовій практиці холодильних технологій за рахунок поєднання холоду з іншими фізичними та технологічними впливами: контрольованою газовою атмосферою для зберігання сировини, сучасними пакувальними матеріалами, використанням електричних і магнітних полів, тиску тощо.

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. До ефективних кріопротекторів відносять сполуки, які належать до різних класів хімічних речовин: спиртів, амідів, оксидів, штучних полімерів.

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.

У своїй роботі ми вивчили вплив кріопротекторів, які охоплюють основні класи органічних і мінеральних сполук. Теоретичний аналіз їхньої ефективності при заморожуванні клітин та тканин у кріомедицині, кріобіології тощо [1] і певні закономірності, отримані у цих галузях знань, ми застосували до умов харчових середовищ і харчових технологій.

Встановили, що ушкоджуючу дію фізико-хімічних чинників на структуру плодово-ягідної сировини при заморожуванні можна знизити поступовим зневодненням клітин при помірній швидкості заморожування (3...5 °C / хв.) і використанням кріопротекторів, які сприяють модифікації структури рідкої фази і характеру її кристалізації.

Експериментальними дослідженнями підтвердили наведені в літературі дані стосовно того, що кріопротектори мають різну ефективність. Серед обраних для досліджень кріопротекторів найбільш ефективними виявились полігідроксисполуки – гліцерин, аміди кислот, моносахариди, ди- та трисахариди, а також диметилсульфоксид. У їхній присутності формується позаклітинний дрібнокристалічний лід, котрий не має сильних полів напруги, що забезпечує цілісність клітин плодів та ягід при їх дефростації. Меншу активність виявили сполуки етанолу, неорганічні солі (CaCl₂, MgCl₂) – клітинні стінки сировини, замороженої за їхньої присутності, у процесі дефростації на 20...34 % виявились зруйнованими. Незначну кріопротекторну активність виявили неорганічні солі (NaCl, KCl) та желатина.

Використання кріопротекторів при заморожуванні плодів і ягід дало можливість на 22...29 % зменшити втрати найбільш лабільної сполуки – вітаміну С. Особливо значного ефекту вдалось досягти при використанні моно- і дицукрів спільно з лимонною кислотою (1 % до маси розчину).

Зазначені кріопротектори блокують фермент аскорбатоксидазу, яка вирізняється строгою специфічністю стосовно субстрату і окислює аскорбінову кислоту. Під впливом низьких температур у присутності кріопротекторів активність аскорбатоксидази у різних видах плодово-ягідної сировини знижується від 28,5 до 15,7 %.

З використанням математичних методів встановлено оптимальну тривалість оброблення плодово-ягідної сировини розчинами кріопротекторів, яка для різних їх видів становила від 20 до 45 хв.

Завдяки використанню кріопротекторів знижується температура замерзання води, зменшується кількість вимороженої води та вологовіддача. Низькотемпературний зсув кристалізації води у сировині прямо пропорційно залежить від концентрації кріопротектора.

Таким чином, досліджені нами кріопротектори, які досі використовувались лише в кріобіології і кріомедицині (передусім гліцерин, диметилсульфоксид, диметилацетамід тощо) для низькотемпературного консервування клітин крові, сперми тварин і людей, деяких тканин, можна успішно використовувати при заморожуванні плодово-ягідної сировини [2], оскільки вони змінюють фізико-хімічні властивості поза- та внутрішньоклітинних розчинів таким чином, що наступні негативні впливи при заморожуванні-відігріванні стають значно менш згубними для клітинних структур.

Кріопротектори, які для даних біологічних структур виявились найбільш ефективними, мають відповідати ще цілому ряду вимог: повна нетоксичність, хороша розчинність у воді, здатність ефективно знижувати кількість вимороженої води при кожній даній температурі і повністю запобігати кристалізації води з евтектичної суміші кріопротектор – вода.

З цієї точки зору найбільш спорідненою сполукою до розглянутих нами біологічних об'єктів харчової сировини є гліцерин, який надходить в організм людини з їжею у складі жирів, утворюється в процесі обміну речовин у печінці. Ефіри гліцерину і жирних кислот (гліцероліпіди) включаються до складу клітинних мембран.

У медичній практиці максимальною дозою гліцерину, яку при пероральному введенні людина нормально переносить, є концентрація 5...10 г/кг маси тіла. Для диметилсульфоксиду токсичною є доза 2,5...3 г/кг маси тіла.

Ще більш спорідненими до досліджуваної нами плодово-ягідної сировини кріопротекторами є моно-, ди- та трисахариди, які в певних кількостях входять до складу плодів та ягід. Тому при приготуванні композиційних сумішей кріопротекторів вміст глюкози, фруктози, сахарози можна зменшувати на величину, ідентичну їх природній концентрації у сировині.

Література

1. Пушкарь Н.С. Низькотемпературная кристаллизация в биологических системах / Н.С. Пушкарь, А.М. Белоус и др. – К. : Наук. думка, 1997. – 238 с.

2. Сімахіна Г.О. Низькі температури у технологіях оздоровчих продуктів / Г.О. Сімахіна, Н.В. Науменко. – К. : Сталь, 2011. – 363 с.