

Р.Ю. Павлюк, д-р техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)
В.М. Михайлов, д-р техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)
О.С. Погарський, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)

НАНОТЕХНОЛОГІЇ ЗАМОРОЖЕНИХ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ОЗДОРОВЧИХ ДОБАВОК І ПРОДУКТІВ ІЗ ХЛОРОФІЛОВІСНИХ ОВОЧІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КРІОМЕХАНОДЕСТРУКЦІЇ

Робота присвячена науковому обґрунтуванню та розробці технології криозаморожених хлорофіловмісних овочів та добавок в нанорозмірній формі з рекордним вмістом хлорофілу, інших біологічно активних і структуроутворюючих речовин та їх використання при виготовленні зеленої лінійки продуктів для оздоровчого харчування без застосування синтетичних домішок.

У роботі вперше вивчено особливості біохімічних, ферментативних та кріомеханічних процесів при криозаморожуванні хлорофіловмісних овочів та отриманні дрібнодисперсно подрібнених добавок в нанорозмірній формі із хлорофіловмісних овочів. Як інновація використана комплексна дія криогенного «шокового» заморожування із застосуванням рідкого та газоподібного азоту та дрібнодисперсного низькотемпературного подрібнення.

Установлено, що хлорофіловмісні овочі є джерелом комплексу біологічно активних фітокомпонентів (хлорофілів а і b, дубильних речовин, низькомолекулярних фенольних сполук, L-аскорбінової кислоти, β-каротину), масова частка яких в 100 г продукту здатна задовольнити добову потребу, а також є джерелом структуроутворюючих речовин (пектину, целюлози, білка), що дозволило їх обрати як сировину при отриманні оздоровчих продуктів та добавок без застосування штучних харчових домішок (збагачувачів БАР, барвників, структуроутворювачів та ін.).

Установлено, що активність окиснювальних ферментів (пероксидази та поліфенолоксидази) криозаморожених (з використанням рідкого та газоподібного азоту) з високою швидкістю хлорофіловмісних овочів залежить від кінцевої температури заморожування в середині продукту та показано, що заморожування до температури $-35...-40$ °С призводить до повної інактивації окиснювальних ферментів, в той час як заморожування до -18 °С призводить до збільшення активності в 1,4–1,5 разу, розкрито механізм.

Із застосуванням біохімічних, хімічних і спектроскопічних методів досліджень на прикладі ХВО встановлена помилковість

загальноприйнятих уявлень про кількість в плодоовочевій сировині прихованих (зв'язаних) неактивних форм хлорофілів, каротиноїдів та інших БАР (відомих від 5% до 10%) та показано, що застосування криогенного «шокового» заморожування дає змогу вилучити та трансформувати із прихованої форми у вільну легкозасвоювану форму БАР, масова частка яких в криозаморожених ХВО в 2,2–2,5 разу більша ніж у свіжих. Розкрито механізми процесів.

Показано, що використання комплексної дії на сировину криогенного «шокового» заморожування до $-35...40$ °С та дрібнодисперсного подрібнення призводять до високого ступеню вилучення прихованих зв'язаних форм хлорофілів, каротиноїдів та інших БАР хлорофілвмісних овочів, масова частка яких в криозаморожених добавках в 3,2–3,5 разу більша, ніж у свіжих ХВО, що є результатом дії процесів механокрекінгу, механодеструкції, руйнування нанокомплексів та наноасоціатів біополімерів з БАР і їх трансформацією у вільну форму.

На прикладі хлорофілвмісних овочів встановлено існування прихованих форм високомолекулярних сполук – полісахаридів, зокрема пектинових речовин, та показано, що застосування криообробки при заморожуванні та дрібнодисперсному подрібненні ХВО призводить до збільшення та трансформації у вільну активну форму пектинових речовин, масова частка яких у порівнянні зі свіжою сировиною збільшується в 4,0–4,5 разу та на 80% трансформуються в розчинну форму за рахунок процесів крио- і механоактивації, криодеструкції і механокрекінгу.

Розроблено технології заморожених хлорофілвмісних овочів (капусти броколі, брусельської капусти, шпинату) та замороженої дрібнодисперсної добавки зі шпинату з використанням рідкого та газоподібного азоту. Від традиційних технологій заморожування нова відрізняється тим, що повністю виключає попередню термообробку сировини перед криогенним заморожуванням і включає більш високу швидкість та більш низьку кінцеву температуру заморожування в середині продукту ($-35...-40$ °С), що дає можливість інактивувати окислювальні ферменти та отримати криозаморожені ХВО та дрібнодисперсні добавки в нанорозмірній формі, якість яких за вмістом БАР перевищує якість свіжих овочів відповідно в 2,0–2,5 та 2,5–3,5 разу. Отримані заморожені добавки рекомендовано застосовувати як чотири в одному: натуральні збагачувачі БАР та барвники, а також натуральні структуроутворювачі та загусники при розробці оздоровчих продуктів без застосування синтетичних домішок. Розроблено проєкт НД, розраховано ТЕО, проведено апробацію у виробничих умовах.