

**В.В. Погарська**, д-р техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)  
**Р.Ю. Павлюк**, д-р техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)  
**С.М. Лосєва**, доц. (*ХДУХТ, Харків*)  
**О.О. Юр'єва**, канд. техн. наук, ст. викл. (*ХДУХТ, Харків*)  
**О.С. Погарський**, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)

## **КРІОМЕХАНОДЕСТРУКЦІЯ БІЛКА ТА ЦЕЛЮЛОЗИ ПШЕНИЧНИХ ВИСІВОК ДО ОКРЕМИХ $\alpha$ -АМІНОКИСЛОТ І МОНОМЕРІВ ПІД ЧАС РОЗРОБКИ НАНОСТРУКТУРОВАНОГО БОРОШНА**

Робота присвячена розробці інноваційної кріогенної технології наноструктурованого борошна з рослинної сировини – пшеничних висівок з руйнуванням біополімерів до їх мономерів з використанням кріомеханодеструкції.

Відомо, що при переробці зерна на борошно залишаються висівки (близько 2%), які частково використовуються при виготовленні хлібобулочних виробів з висівками. Решту висівок застосовують на корм худобі. Відомо, що висівки містять 13–15% білка, 4–5% клітковини, 4,5–5,5% цукрів, 6–7% золи і 50–60% крохмалю. У зв'язку з цим актуальним є пошук інноваційних способів переробки висівок в натуральні добавки при виготовленні харчових продуктів.

На кафедрі харчових технологій продуктів з плодів, овочів і молока та інновацій в оздоровчому харчуванні ХДУХТ спільно з ПП НВП «Кріас Плюс» розроблена технологія переробки пшеничних висівок в наноструктуроване борошно з рекордними характеристиками БАР, що заснована на використанні як інновації кріогенного подрібнення на кріомлинах при різних енергетичних характеристиках помольних камер.

Установлено, що під час кріогенного подрібнення відбувається механоліз білку на 30–55%, тобто відбувається його руйнування до окремих вільних  $\alpha$ -амінокислот. Паралельно проходить механоліз целюлози (клітковини) на 40–55% та крохмалю на 30–45%. Так, масова частка клітковини в вихідних висівках становить 4,3%, в той час як після кріогенного подрібнення зменшується до 0,6%. Масова частка крохмалю в вихідних висівках та в кріоподрібненому борошні відповідно становить 60% та 32%. Паралельно збільшується в 3 рази масова частка цукрів – з 4,4% (у вихідних висівках) до 12,9% (у кріоподрібненому борошні).

Виявлено, що при кріоподрібненні висівок відбувається істотна кріодеструкція біополімерів (білка, целюлози, крохмалю) до їх складових, та їх трансформація у водорозчинну форму на 30–50% в залежності від природи біополімеру та тривалості подрібнення, а також збільшення в 2–3 рази вилучення БАР (фенольних сполук, дубильних речовин) із зв'язаного з біополімерами стану у вільний (табл. 1).

Таблиця 1

**Характеристика якості пшеничних висівок та борошна з них  
у нанорозмірній формі різного ступеня подрібнення, отриманого  
з використанням криогенних подрібнювачів (n=3, P≥0,95)**

Найменування показника	Пшеничні висівки (вихідні)	Борошно із криогенно подрібнених пшеничних висівок	
		№ 1	№ 2
Білок, %	13,0	13,2	13,0
Зв'язані амінокислоти, %	12,9	8,6	6,4
Вільні амінокислоти, %	0,2	4,5	6,3
Клітковина, %	4,3	2,0	1,6
Загальний цукор, %	4,4	10,0	12,9
Низькомолекулярні фенольні сполуки (за хлорогеновою кислотою), мг в 100 г	473	1205,2	1418,0
Високомолекулярні поліфенольні сполуки, мг в 100 г	410	710	820
Крохмаль, %	60,0	48,2	32,1
Органічні кислоти, %	6,2	7,2	8,4
Зола, %	6,1	4,8	2,8

Показано, що при криоподрібненні на 40–55% відбувається криомеханодеструкція білка, його руйнування до окремих вільних  $\alpha$ -амінокислот. Паралельно проходить механодеструкція целюлози на 50–55% і крохмалю на 40–45%. Так, масова частка целюлози в вихідних пшеничних висівках становить 4,3%, а після криогенного подрібнення зменшується до 0,6%, а крохмалю відповідно в вихідних висівках – 60% і 32% в криоподрібненому борошні. При цьому масова частка цукрів збільшується в 3 рази.

Установлено також, що при криогенному подрібненні відбувається більш повне вилучення таких БАР, як низькомолекулярні та високомолекулярні фенольні сполуки, масова частка яких у порівнянні з вихідними висівками при отриманні криоподрібненого борошна збільшується відповідно в 2,5–3,0 рази (для низькомолекулярних фенольних сполук) та в 1,8–2,0 рази (для високомолекулярних фенольних сполук). Борошно з пшеничних висівок за хімічним складом істотно відрізняється від вихідної сировини і знаходиться в наноструктурованій формі. Розмір молекул амінокислот, цукрів, фенольних сполук становить біля 1–2 нанометрів.

Таким чином, криогенне подрібнення пшеничних висівок при отриманні борошна призводить до суттєвої деструкції біополімерів до окремих мономерів. Борошно з висівок можна використовувати при валці борошна як пшеничного так і житньо-пшеничного, а також для приготування широкого асортименту хлібобулочних виробів, як джерело амінокислот та інших БАР, а також як натуральний загусник.