

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАСІННЯ БОБОВИХ У ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ

*Л.Ю. Арсеньова, В.М. Махинько, Н.П. Бондар,  
О.В. Борисенко, Б.І. Хієрич*

*Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна*

Широкому використанню у хлібопекарському виробництві сировини з насіння бобових заважають безсистемність знань про технологічні властивості цих продуктів, відсутність технологічно виправданих способів зниження вмісту та активності їх антипоживних складових, а також безконтрольність публікацій у пресі та Інтернеті про небезпечність продуктів переробки бобових, автори яких не вникають у суть проблеми і лише відлякують споживачів та виробників.

З біологічно активні речовини бобових, що мають антипоживну дію, найбільш вивчені інгібітори протеаз шлунку людини. Це речовини білкової природи, в найбільших кількостях вони містяться в сої ( від 0,6 до 5,6 % залежно від сорту), в горосі їх значно менше – від 0,2 до 0,5 %, ще менше міститься в люпині. Активності інгібіторів протеаз пропорційні вміст і активність урези, тому про активність інгібіторів часто судять за так званним уреазним тестом.

Гемаглотиніни (лектини) – це глікопротеїни, що здатні створювати токсичний ефект, зв'язуючи вуглеводи в слизовій тонкого кишечника. Лектини характеризуються різною стійкістю до температури – більшість їх знищуються під час нетривалого термічного оброблення і лише деякі лектини можуть зберігатися в продукті навіть після 20 хв кип'ятіння.

Високий вміст у бобових рафінози та стахіози (до 10%) може спровокувати метеоризм, обумовлений тим, що в тонкому кишечнику людини відсутній фермент  $\alpha$ -галактозидаза, тому вказані олігосахариди потрапляють у товстий кишечник, де зброджуються мікроорганізмами з утворенням великої кількості вуглекислого газу та водню.

Сапоніни – глікозиди, що мають гіркий смак. Вважають, що сапоніни мають гемолітичний вплив на червоні кров'яні тільця та беруть участь

у виведенні стероїдів з організму, зв'язуючи жовчні кислоти. Через порівняно низький вміст сапонінів у насінні бобових ( не більше 0,5 % ) їм не надається великого значення в обговоренні антипоживних властивостей цих продуктів.

Алкалоїди є єдино важливими антипоживними речовинами в насінні люпину. В різних країнах світу проводяться дослідження з виведення нових безалкалоїдних сортів білого харчового люпину, вміст алкалоїдів у насінні яких не повинен перевищувати 200 мг/кг.

В насінні бобових, як і в усіх зернових, містяться фітати. Фітин – ефір вітаміноподібної речовини інозиту з фосфорною кислотою – є нерозчинним комплексом, що здатний зв'язувати значну кількість іонів металів ( кальцію, заліза, цинку, магнію тощо ) та перешкоджати їх засвоєнню. Фітатний фосфор становить близько 70 % його загальної кількості в насінні бобових.

До факторів, провокуючих розвиток гормональних розладів ( збільшення щитовидної залози, зменшення активності тироксину тощо ) відносять ізофлавоїди сої, основним з яких є геністеїн, дайдзєїн, гліцитєїн та їх глікозиди – геністин, дайдзин і гліцитин. Проте є чимало відомостей про антиоксидантний, естрогенний, антираковий, кардіопротекторний, гіпохолестеринемічний ефекти ізофлавоїдів. Зростає інтерес до можливої їх ролі в попередженні остеопорозу.

Прийнято вважати, що значна частина антипоживних складових насіння бобових інактивується під час температурної обробки. Практично значимими для споживачів є залишкова кількість інгібіторів протеїназ,  $\alpha$ -галактозиди ( рафіноза та стахіоза ) та алкалоїди люпину.

На кафедрі технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчочоцентратів НУХТ проводяться дослідження з підвищення біологічної цінності хлібобулочних виробів шляхом застосування продуктів переробки насіння бобових культур : сої, гороху, білого харчового люпину. Важливим завданням цієї роботи є правильний вибір продуктів переробки бобових, що містять мінімальну кількість антипоживних речовин. З цією метою запропоновано використання борошна з солоду вказаних бобових культур.

Сорт білого харчового люпину „Дієта”, селекціонований в Інституті землеробства УАН, відноситься до низькоалкалоїдних сортів, тобто таких, вміст алкалоїдів у насінні яких становить від 0,02 до 0,1 мг%. Протягом пророщування вміст алкалоїдів у такому зерні зменшується до слідових кількостей.

Доведено, що під час пророщування кількість інгібіторів протеаз в насінні зменшується практично вдвічі, а після використання екструдуваних борошна з солоду – ще в 3 – 5 разів. Така підготовка насіння бобових дозволяє використовувати їх у технології хліба в кількостях 10 – 15 % до маси борошна й отримувати продукцію, вміст в якій інгібіторів трипсину є гарантовано низьким – значно нижче рекомендованої для дитячого та дієтичного харчування допустимого рівня (5,0 мг/г продукту).

Інактивування інгібіторів протеаз сприяє запропонована нами стадія попереднього зброджування продуктів переробки бобових молочнокислими бактеріями, що традиційно використовуються у хлібопекарському виробництві: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermenti*, частково – *Lactobacillus brevis*.

Стадія пророщування насіння бобових дозволяє знизити вміст в них рафінози в 5 – 8 разів, стахіози – в 10 – 12 разів порівняно з вихідним зерном. Завдяки здатності молочнокислих бактерій зброджувати олігосахариди бобових, у хлібу з таких виробів, приготовлених з використанням концентрованих або мезофільних молочнокислих заквасок, до складу яких вносять борошно із солоду сої, гороху або люпину, цих „проблемних“ цукрів визначити не вдається.

Під час пророщування зерна в ньому зростає активність багатьох ферментів, у тому числі фітази – фосфоестерази, що каталізує звільнення солей фосфорної кислоти з нерозчинного фітину і тим самим сприяє підвищенню рівня засвоюваності мінеральних елементів насіння бобових. Доведено, що інтенсивність гідролізу фітину в пшеничному тісті з добавкою 15 % борошна із солоду сої збільшується за період бродіння (3 год) на 74 – 75 % порівняно з тістом без добавок, борошна з солоду гороху та люпину – на 22 – 45 %.

Білок пророслого насіння бобових має інший фракційний склад порівняно з білком вихідного зерна – він містить більше низькомолекулярних, водорозчинних білкових речовин, у тому числі вільних амінокислот. Додавання такого продукту до складу хлібного тіста покращить умови життєдіяльності бродильної мікрофлори, сприятиме кращому забарвленню скоринки хліба, формуванню інтенсивнішого аромату, а найголовніше – підвищенню засвоюваності білка, що в ньому міститься.

Фермент  $\alpha$ -галактозидаза, необхідний для гідролізу рафінози та стахіози, міститься в пивних дріжджах. Нами запропоновано спосіб виробництва хліба підвищеної біологічної цінності з використанням біопрепарату з пивних дріжджів для попереднього гідролізу олігосахаридів

бобових і активації продуктами цього гідролізу хлібопекарських дріжджів.

Розроблені способи зниження вмісту антипоживних речовин, які можуть бути внесені до складу хлібобулочних виробів з новою сировиною – продуктами переробки насіння бобових, є основою для створення раціональних технологічних режимів та одержання готової продукції підвищеної харчової та споживчої цінності.

Для розробки раціональної технології приготування хліба визначали ферментативну активність та хлібопекарські властивості таких продуктів переробки бобових культур: борошна з непророслого насіння та солоду сої сорту "Романтика", борошно з насіння та солоду гороху сорту "Харківський сталонний 302", борошно з насіння та солоду низькокалорійного білого люпину сорту "Діста".

Активність інгібіторів трипсину, що містяться в бобових, контролювали за уреазним тестом, тобто за зміною рН протягом 30 хв експозиції. Установлено (табл. 1), що борошно із солоду бобових містить значно менше вказаних антиаліментарних факторів, ніж борошно із вихідного зерна. Найнижчу активність інгібіторів протеолітичних ферментів шлунку людини містить горох.

Таблиця 1

Ферментативна активність продуктів переробки бобових культур

Фермент; одиниці, що характеризують його активність	Пшеничне борошно без добавок	Суміш пшеничного борошна з 10% добавки					
		борошна з цілого зерна			борошна з солоду		
		сої	Гороху	Люпину	сої	Гороху	Люпину
$\alpha$ -амілаза, мг мальтози	2,02	4,54	4,04	4,48	7,40	8,24	4,93
$\beta$ -амілаза, мг мальтози	38,9	5,9	3,8	9,7	135,5	4,3	7,0
протеолітичні, мг азоту	9,7	37,6	19,4	28,5	74,0	38,4	28,5
уреаза, зміна рН за 30 хв.	0	1,58	0,2	0,48	0,95	0	0,31

Технологічне значення амілолітичних ферментів для об'єктів хлібопекарського виробництва полягає у постійному поповненні запасу моно- та дисахаридів, що є харчуванням для дріжджових клітин, протягом усього процесу приготування хліба. Установлено, що в тісті з борошном із цілого зерна бобових накопичення редукувальних речовин відбувається на рівні контролю, а у тісті з 10% борошна із їх солодів – на 44,6 – 77,8 % інтенсивніше, ніж у тісті без добавок.

Активність  $\alpha$ -амілази визначали за часом досягнення половинної в'язкості водно-борошняної суспензії і виражали в умовних одиницях. Одержані результати (табл. 1) показали, що  $\alpha$ -амілаза борошна із цілого зерна бобових у 2,0 – 2,3 рази активніше за  $\alpha$ -амілазу пшеничного борошна. Під час пророщування активність цього ферменту збільшується, і у борошні із солоду сої та гороху  $\alpha$ -амілаза у 3,7 – 4,1 рази більш активна, ніж у пшеничному.

Активність протеолітичних ферментів оцінювали за кількістю аміноного азоту, що утворився під дією витяжки з борошна, що містить протеїнази, на субстрат – 10 % розчин сухого яєчного білка – протягом 48 год. Одержані результати (табл. 1) показали, що активність протеолітичних ферментів борошна із цілого зерна бобових у 2-4 рази, а з борошна із їх солодів – у 3 – 6 разів перевищує їх активність у пшеничному борошні.

Висока протеолітична активність добавок може спричинити надмірне набухання і пептизацію білкових речовин тіста. Встановлено, що накопичення водорозчинного азоту в тісті з добавками борошна із цілого зерна бобових у 1,5 – 3 рази, а з борошном із солодів – у 3,0 – 7,0 разів перевищує цей показник у контролі.

Вільні амінокислоти накопичуються у тісті з борошном із цілого зерна бобових на 116,3 – 91,0 %, а у тісті з борошном із солоду – на 50,0 – 195,1 % інтенсивніше, ніж у тісті без добавок.

На основі одержаних результатів зроблені такі висновки та рекомендації для подальшого використання досліджених нових видів сировини:

1. Завдяки меншому вмісту анти поживних речовин борошно із солоду бобових має пріоритет перед борошном із непросрогого зерна в якості потенційної сировини хлібопекарського виробництва.

2. Через високу активність  $\alpha$ -амілази і протеолітичних ферментів борошна із солоду бобових під час вибору технології хлібобулочних виробів з цими продуктами перевагу слід віддати таким способам тістоприготування, що передбачають найкоротший контакт біополімерів пшеничного борошна з ферментами добавок.