УДК 664.665

ФЕРМЕНТАТИВНА АКТИВНІСТЬ ТА ХЛІБОПЕКАРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ БОРОШНА З НАСІННЯ БОБОВИХ КУЛЬТУР ТА ЇХ СОЛОДІВ

Арсеньєва Л.Ю., к.т.н, доцент, Борисенко О.В., Махинько В.М., Бондар Н.П., Карнаушенко О.Л.
(Національний університет харчових технологій)

Досліджена ферментативна активність борошна з насіння сої, гороху , люпину та їх солодів, проаналізований вплив добавок цих видів борошна до пшеничного на автолітичну

активність, "число падіння" сумішей та на хід біохімічних процесів під час приготування хлібного тіста.

Підвищення біологічної цінності білків хліба є актуальним завданням хлібопекарської галузі в умовах дефіциту білка в сучасному раціоні населення України.

Насіння бобових культур є джерелом повноцінного недорогого білка, і тому є перспективною сировиною хлібопекарського виробництва.

Відомо використання у хлібопеченні соєвого борошна різного ступня жирності [1], соєвого молока [2], білково-соєвого концентрату, оболонок соєвих бобів [3], продуктів переробки гороху, сумішей горохового борошна з кукурудзяним [4], завареного горохового борошна з подальшою ферментацією [2], люпинового борошна [5], білкових ізолятів і концентратів з люпину [6].

Широкому впровадженню у практику хлібопечення заважає наявність у складі бобових антиаліментарних сполук : інгібіторів ферментів шлунку людини, три- та тетрасахаридів, що містять галактозу, ціаногенних компонентів, алергенів, сапонінів, алкалоїдів, антивітамінних агентів тощо.

За літературними даними, пророщення зерна бобових призводить до деякого зниження вмісту або активності вказаних антипоживних речовин вихідного зерна [7].

Дослідження можливості використання борошна із солоду бобових культур як сировини хлібопекарського виробництва до цього часу не проводились.

Визначали хімічний склад , 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 еталонний 302", борошно з насіння та солоду низькоалкалоїдного білого люпину сорту "Дієта".

Хімічний склад досліджуваних продуктів, визначений загальноприйнятими методами, наведений у табл. 1.

Таблиця 1

Хімічний склад продуктів переробки бобових культур

Складові	Борошно з цілого зерна			Борошно із солоду		
	сої	гороху	люпину	сої	гороху	люпину
Вода, %	6,9	9,7	7,9	8,0	8,9	6,9
Білкові речовини, % СР, у т.ч.	34,4	21,1	36,6	37,3	21,7	36,8
- водорозчинні	18,4	9,6	13,5	20,7	10,7	16,3
- вільні амінокислоти, мг%	250	158	308	318	553	362
Вуглеводи : - крохмаль, %	14,9	36,5	3,7	14,0	27,0	3,0
- моно- та олігосахариди, %СР (у перерахунку на мальтозу)	7,1	7,0	6,3	6,1	7,1	7,5
Жири, %	15,8	1,9	8,0	16,2	2,0	8,5
Зола, % СР	2,1	1,4	1,1	4,7	2,8	1,7

Активність інгібіторів трипсину, що містяться в бобових, контролювали за так званим уреазним тестом, тобто за зміною pH протягом 30 хв експозиції [8]. Установлено (табл. 2), що борошно із солоду бобових містить значно менше вказаних антиаліментарних факторів, ніж борошно із вихідного зерна. Зазначимо, що з усіх бобових найнижчу активність інгібіторів протеолітичних ферментів шлунку людини містить горох.

Ефективність біохімічних трансформацій у пшеничному тісті, під час яких основні біополімери борошна : крохмаль та білкові речовини, - гідролізуються до низькомолекулярних сполук, визначає об`єм, забарвлення скоринки та аромат хліба. Борошно з бобових культур містить у своєму складі амілолітичні та протеолітичні ферменти, які беруть участь у цих трансформаціях.

Таблиця 2

Ферментативна активність продуктів переробки бобових культур

Фермент, одиниці, що характеризують активність	Пшеничне борошно без добавок	Суміш пшеничного борошна з 10% добавки					
		борошна з цілого зерна			борошна з солоду		
		сої	гороху	люпину	сої	горох у	люпину
α-амілаза, ум.од.	2,02	4,54	4,04	4,48	7,40	8,24	4,93
β-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, змінення pH за 30 хв	0	1,58	0,02	0,48	0,95	0	0,31

Зроблено порівняльний аналіз активності амілолітичних (α-амілази, β-амілази) та протеолітичних ферментів пшеничного борошна вищого сорту та продуктів переробки бобових культур.

Активність α-амілази визначали за часом досягнення половинної в'язкості водно-борошняної суспензії за методикою [9] і виражали в умовних одиницях. Одержані результати (табл. 2) показали, що α-амілаза борошна із цілого зерна бобових у 2,0-2,3 рази активніше за α-амілазу пшеничного борошна. Під час пророщування активність цього ферменту збільшується, і у борошні із солоду сої та гороху α-амілаза у 3,7 - 4,1 рази більш активна, ніж у пшеничному.

Такі загально визнані показники якості пшеничного борошна, як автолітична активність та число падіння, що залежать від активності в ньому α-амілази, у присутності продуктів переробки бобових відповідно змінюються (табл. 3).

Таблиця 3

Автолітична активність та число падіння сумішей пшеничного борошна з продуктами переробки бобових

Показник	Пшеничне борошно	Суміш пшеничного борошна з 10% добавки					
		борошна з цілого зерна			борошна з солоду		
		сої	гороху	люпину	сої	гороху	люпину
Автолітична активність, % СР	24,2	28,1	26,2	28,0	31,6	32,3	27,8
Число падіння, с	471	381	457	388	332	327	452

Для визначення активності β-амілази готували її гліцериновий препарат шляхом настоювання гліцериново-борошняної суміші протягом 8 діб при температурі +8 °С [9]. Активність препарату перевіряли за його оцукрювальною здатністю при дії на 5 %-ний розчин крохмалю і виражали у мг мальтози.

Результати визначення (табл. 2) свідчать про незначну активність β-амілази бобових у порівнянні з її активністю у пшеничному борошні. В результаті пророщування активність β-амілази суттєво збільшується лише у солоді сої.

Технологічне значення амілолітичних ферментів для об'єктів хлібопекарського виробництва полягає у постійному поповненні запасу простих вуглеводів, що є харчуванням для дріжджових клітин, протягом усього процесу приготування хліба. У зв'язку зі зміною автолітичної активності борошна при додаванні продуктів переробки бобових досліджували накопичення редукувальних цукрів у тісті з добавками.

Установлено (табл. 4), 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.

Таблиця 4

Накопичення та зброджування редукувальних цукрів у пшеничному тісті (у перерахунку на мальтозу), % СР тіста

Час визначення	Без добавок (контроль)	З 10% добавки					
		борошна з цілого зерна			борошна з солоду		
		сої	гороху	люпину	сої	гороху	люпину
Після замісу	2,25	2,22	2,16	2,17	2,31	2,16	2,32
Через 4 год витримування при 30°С							
-без дріжджів	4,48	4,88	4,51	4,99	6,27	5,29	5,66
-з дріжджами	1,55	1,74	1,47	1,23	1,03	1,15	1,26
Накопичено	2,23	2,42	2,35	2,82	3,96	3,23	3,34
Зброджено	0,68	~~0,68~~	0,88	1,59	2,93	~~2,08~~	2,08

Активність протеолітичних ферментів оцінювали за кількістю амінного азоту, що утворився під дією витяжки з борошна, що містить протеїнази, протягом 48 год на субстрат - 10%-вий розчин сухого яєчного білка [9]. Одержані результати (табл. 2) 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. У зв`язку з цим аналізували змінення накопичення двох фракцій продуктів гідролізу білків тіста під впливом протеїназ продуктів переробки бобових - фракції водорозчинного азоту та фракції азоту вільних амінокислот (табл. 5).

Згідно з отриманими результатами, 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 16,3 - 91,0 %, а у тісті з борошном із солоду - на 50,0 -195,1 % інтенсивніше, ніж у тісті без добавок.

Таблиця 5

Накопичення водорозчинного та замінного азоту в тісті

Показник	Без добавок (контроль)	З 10% добавки					
		борошна з цілого зерна			борошна з солоду		
		сої	гороху	люпину	сої	гороху	люпину
Водорозчинний азот, % СР тіста	0,12	0,37	0,25	0,18	0,87	0,43	0,36
Амінний азот, мг%СР тіста	36,9	42,9	53,9	70,5	55,3	80,0	108,9

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

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

2. Через високу активність α-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.

3. Технологічну схему і параметри процесу приготування хлібобулочних виробів з досліджуваними добавками слід підібрати таким чином, щоб досягти більшого зниження вмісту в них антипоживних факторів харчування.

Список літератури

1. Поландова Р.Д. Технологические аспекты применения соевой муки в хлебопечении // Хлебопекарная и кондитерская промышленность.- 2002.- № 4.- С. 4 - 5.

2. Дробот В.И. Использование нетрадиционного сырья в хлебопекарной промышленности. - К.: Урожай, 1988. - 152 с.

3. Калашникова В.С. Соя - перспективное сырье в хлебопечении. // Известия вузов. Пищевая технология.- 2000.- № 5.- С. 11 - 12.

4. Возможность создания продуктов здорового питания на основе семян зернобобовых культур / Н.Т.Кроха, Т.А.Петер, О.И.Сергиенко и др. // Хранение и переработка сельхозсырья.- 1998.- № 1.- С. 30 - 31.

5. Соломатин А.Д., Теречик Л.Ф. Применения белка люпина в производстве пищевых продуктов // Пищевая пром-сть, 1999.- № 7.- С. 38 - 39.

6. Загибалов А.Ф., Байков Н.И. Функциональные свойства белковых изолятов из семян желтого кормового люпина // Труды 3-й Всесоюзной научно-техн. конф. "Разработка процессов получения комбинированных продуктов питания".- М.- 1988.- С. 223 - 224.

7. Солод гороху – промислове виробництво та перспективи використання / Б.І. Хіврич, І.К. Єгорова, В.А. Домарецький , С.О. Чернишов, А.І. Малоокий // Харчова промисловість. – 1996. -№ 5. – С. 107 - 108.

8. ГОСТ 13979.9-69. Жмыхи и шроты. Комбикормовое сырье. Метод определения активности уреазы.

9. Ройтер И.М., Демчук А.П., Дробот В.І. Новые методы контроля хлебопекарного производства. - К.: Техніка, 1977. – 192 с.

Аннотация

Ферментативная активность и хлебопекарные свойства муки из семян бобовых культур и их солодов

Исследована ферментативная активность муки из семян сои, гороха, люпина и их солодов, проанализировано влияние добавок этих видов муки к пшеничной на автолитическую активность, «число падения» смесей и на ход биохимических процессов при приготовлении хлебного теста.