

## **ПЕРСПЕКТИВИ ТА БЕЗПЕЧНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НАСІННЯ БІЛОГО ЛЮПИНУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ.**

**Головченко О.В.<sup>1</sup>, Арсеньєва Л.Ю.<sup>2</sup>, Бондар Н.П.<sup>2</sup>**

Білий люпин, солод люпину, хлібобулочні вироби.

<sup>1</sup>**Інститут НАН України**

<sup>2</sup>**Національний університет харчових технологій**

Останнім часом в харчовій промисловості широкого використання як білкові збагачувачі набувають продукти переробки бобових культур. Люпин є однією з перспективних культур серед інших бобових і заслуговує особливої уваги. Насіння люпину, а також продукти його переробки знаходять все ширшого використання у різних галузях харчової промисловості як недороге джерело повноцінних білків, ненасичених жирних кислот, пектину [1,2]. Проте об'єми використання цієї культури як сировини для харчової промисловості в більшості країн світу не відповідають потенційним можливостям [3], що пов'язано з відсутністю певних традицій в харчуванні та недостатньою розробкою технологій переробки насіння люпину [4].

Використання люпину з метою виготовлення харчових продуктів є традиційним для багатьох Середземноморських країн та країн Південної Америки [5]. Але широке його використання було обмеженим через наявність алкалоїдів. В насінні алкалоїдних гірких сортів міститься 1-2% алкалоїдів, а в насінні безалкалоїдних солодких сортів, які можуть використовуватись для виготовлення харчових продуктів, сумарний вміст різних алкалоїдів становить близько 0,01%.

В інституті землеробства Української академії аграрних наук був виведений новий сорт люпину – білий безалкалоїдний харчовий, в насінні якого міститься 38-42% білка, 10-14% жиру, 10-12% пектину, 28% харчових волокон. При цьому білок добре збалансований за амінокислотним складом [6]. Насіння нових харчових сортів “Володимир”, “Борки”, “Дієта” є природним концентратом біологічно повноцінних білків і пектину.

Оптимальний хімічний склад насіння білого безалкалоїдного люпину дає можливість використовувати його в таких напрямках:

- виготовлення борошна з цілих зерен, або з очищених від оболонки ядер та насінних оболонки окремо;
- виготовлення фруктових та овочевих консервів з додаванням насіння люпину, яке пройшло ендоферментацію [7];

- одержання сурогатного кавового напою [8] і сорбуючого носія ароматизуючої композиції на основі обсмаженого насіння [9].

Крім того, в результаті комплексної переробки насіння можна отримати знежирене борошно і білковий концентрат, люпинову олію та відокремлені оболонки насіння [10].

Найбільш широкого використання в харчовій промисловості багатьох країн люпинове борошно знаходить в хлібопекарській, макаронній та кондитерській галузях [11]. Запатентовано спосіб одержання напівфабрикату з насіння люпину для виготовлення продуктів харчування [12], який передбачає короткочасну обробку насіння інфрачервоними променями. При такому способі обробки насіння не потребує попереднього замочування і висушуванням перед розмелюванням. Оболонки, що легко знімаються з насіння, є джерелом високоякісних харчових волокон. Одержане борошно з ядер може використовуватися при виробництві хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів. Значний потенціал має використання відокремлених оболонок насіння білого люпину як джерела пектину. Застосування такої харчової добавки в дієті літніх людей, особливо тих, хто страждає на розлади травлення, ожиріння та діабет дає можливість значно покращити їх стан здоров'я [13-15].

Перспективними є розробки чилійських дослідників з технології виготовлення крем-супа з застосуванням люпинового борошна та люпинових волокон. Введення 24% люпинового борошна до складу крем-супу значно підвищує харчову цінність продукту, збагачуючи його білком, позитивно впливає і на смакові властивості.

Іншим напрямком у використанні насіння люпину є розробка сурогатних молочних продуктів [16], які можуть застосовуватися для харчування людей, що схильні до алергічних реакцій на коров'яче молоко. Мексиканські дослідники розробили технологію виготовлення йогуртоподібного продукту з люпинового молока шляхом зброджування його за допомогою *Streptococcus thermopiles* і *Lactobacillus delbrueke*.

Відзначаючи широкі можливості використання насіння люпину та продуктів його переробки, необхідно зауважити, що насіння люпину, як і насіння інших бобових, містить біологічно активні речовини, що мають антипоживну дію і здатні негативно впливати на фізіологічні та метаболічні процеси в організмі. Серед найбільш важливих антипоживних речовин виділяють інгібітори протеолітичних ферментів шлунку людини, які є специфічними білками, що здатні утворювати з ферментами стійкі комплекси, позбавлені ферментативної активності. В результаті харчова цінність рослинних білків знижується. Так, авторами роботи [17] було показано, що вміст білків-інгібіторів протеїназ в насінні зернобобових до вмісту загальної кількості білка складає: для гороху – 5-6%, для квасолі – 8-

9%, для люпину – 4-5%. Однак усі види люпину мають значно меншу кількість інгібіторів протеїназ в порівнянні з іншими бобовими. За даними авторів [18], активність білків-інгібіторів протеїназ в зерні люпину в 3-4 рази нижча, ніж в кормових бобах, в 4-10 раз нижча, ніж у горосі, і в 100 раз нижча, ніж у сої. Згідно з результатами Й. Бірка [CARut!'], вміст інгібіторів трипсину в насінні люпину мінливого становив 0,38-0,47 мкг/мг протеїна. В насінні вузьколистого люпину інгібіторів трипсину взагалі виявлено не було. В насінні сої вміст інгібіторів трипсину становив 26,2 мкг/мг протеїну, в квасолі – 10,8 – 11,6 мкг/мг протеїну, в горосі – 1,9 – 3,5 мкг/мг протеїну. Низький, у порівнянні з іншими бобовими культурами, вміст інгібіторів трипсину у люпині, очевидно, пов'язаний з тим, що в люпині еволюційно склався інший механізм захисту від поїдання травоядними тваринами. Це високий вміст алкалоїдів. Проте у сучасних сортів білого люпину, створених шляхом штучного мутагенезу, вміст алкалоїдів дуже низький і становить від 0,002 до 0,008% [CARut!']. Поряд з інгібіторами протеїназ в борошні з цілозмеленого зерна бобових містяться також  $\alpha$ -галактозиди (рафіноза та стахіоза), лектини, сапоніни, фітати, таніни та ін. Проте прийнято вважати, що значна частина антипоживних речовин насіння бобових інактивується під час температурної обробки. Практично значимими для споживачів є залишкова кількість інгібіторів протеїназ та  $\alpha$ -галактозиди.

На кафедрі технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів НУХТ проводяться дослідження з підвищення біологічної цінності хлібобулочних виробів шляхом застосування продуктів переробки бобових культур: білого харчового люпину, гороху, тощо. Для перевірки та підтвердження безпечності використання продуктів переробки бобових в процесі приготування хлібобулочних виробів проводили визначення активності інгібіторів протеолітичних ферментів – трипсину та хімотрипсину в борошні та солодах люпину і гороху (для порівняння) та готових виробів з добавками цих продуктів.

Для дослідів використовували білий безалколоїдний харчовий люпин сорту “Володимир”, селекціонований в Інституті землеробства УААН та горох сорту “Харківський еталонний”.

Дослідження активності інгібіторів трипсину і хімотрипсину проводили шляхом спектрофотометричного визначення продуктів розпаду казеїну, які утворюються при відомій концентрації трипсину чи хімотрипсину та за умов наявності або відсутності інгібіторів цих ферментів [20, 21].

Хід визначення активності інгібіторів протеолітичних ферментів аналогічний для трипсину та хімотрипсину. Відмінність спостерігається лише в концентрації розчинів ферментів і розчинів казеїну, який використовують в якості субстрату та в кратності

розведення вихідного екстракту [20, 21]. Для приготування екстракту інгібіторів наважку борошна 250-500 мг розтирали в ступці з 50 см<sup>3</sup> боратного буфера рН=7,6, кількісно переносили в конічну колбу та екстрагували протягом 1 години на струшувачі, після чого екстракти центрифугували 20 хвилин при 4-5 тис. об/хв. За необхідності перед визначенням вихідний екстракт додатково розводили в декілька разів буфером. Визначення проводили в пробірках, при цьому для кожного зразку брали дві дослідні та дві контрольні. В кожну пробірку приливали по 0,5 см<sup>3</sup> екстракту (або менше, додаючи буфер до 0,5 см<sup>3</sup>), в дослідні добавляли по 0,5 см<sup>3</sup> розчину трипсину (хімотрипсину), залишали на декілька хвилин при кімнатній температурі для утворення комплексу фермент-інгібітор. Штатив з пробірками поміщали в термостат на 1-1,5 хв при 37 °С, далі в кожну додавали по 1 см<sup>3</sup> попередньо підігрітого до 37 °С розчину казеїну. Вміст пробірок перемішували струшуванням та інкубували протягом 20 хвилин. Час інкубації засікали з моменту додавання казеїну по секундоміру. Протеоліз зупиняли додаванням 3 см<sup>3</sup> 5%-ного розчину трихлороцтової кислоти (ТХО), після чого в контрольні пробірки приливали по 0,5 см<sup>3</sup> розчину трипсину (з метою урівноваження складу та об'єму суміші).

Кожного разу, коли проводили визначення активності інгібіторів, одночасно визначали активність використовуваного розчину трипсину та хімотрипсину. Це так званий “стандарт”, який показує активність ферменту без додавання інгібітору (екстракту). Процедура визначення аналогічна описаній вище, тільки в контрольні та дослідні пробірки замість екстракту приливали буфер.

Після закінчення інкубації (після додавання розчину ТХО), вміст пробірок перемішували, і пробірки залишали при кімнатній температурі на 1-1,5 год для кращого формування осаду. Після 20-хвилинного центрифугування при 4-5 об/хв розчини спектрофотометриували при 280 нм проти дистильованої води.

Розрахунок отриманих результатів та визначення активності інгібіторів протеолітичних ферментів (ТІА та ХІА відповідно), проводили за формулою (1) та виражали в мкг зв'язаного ферменту на 1 мг борошна:

$$TIA(XIA) = \frac{(E_{cm} - E_o) \cdot V \cdot k}{V_1 \cdot m} \cdot \frac{C_\phi \cdot f}{E_{cm}} \quad (1),$$

де  $E_{cm}$  – покази стандарту з відніманням відповідного контролю,

$E_o$  – покази досліду з відніманням відповідного контролю,

$V$  – загальний об'єм екстракту, см<sup>3</sup>

$k$  - розведення

$V_1$  – об'єм екстракту, взятий для визначення, см<sup>3</sup>

$m$  – наважка борошна у перерахунку на сухі речовини, мг

$C_{\phi}$  – кількість трипсину (хімотрипсину) в інкубаційній суміші,

$f$  – поправка на активний фермент ( $f=0,64$  – для трипсину,  $f=0,95$  – для хімотрипсину).

Отримані експериментальні дані, обраховані за формулою (1) для досліджуваних видів насіння бобових, зведено до таблиці 1. Достовірність отриманих результатів підтверджується “уреазним тестом” досліджуваних продуктів.

Таблиця 1

**Активність інгібування протеїназ (ТІА і ХІА) і “уреазний тест”  
продуктів переробки люпину та гороху.**

Продукт	ТІА, мкг/мг	ХІА, мкг/мг	Активність уреазу, од. рН за 30 хв
Борошно люпину	1,5	1,29	0,05
Солод люпину	0	0,85	0,03
Борошно з гороху	4,81	3,39	0,10
Солод гороху	3,97	2,69	0,06

Як видно з таблиці, в борошні та солоді з гороху активність інгібіторів протеїназ в 3 – 3,3 рази більше, ніж в борошні та солоді насіння люпину харчового. В процесі солодоращення відбувається зменшення активності інгібіторів ферментів для обох культур, що зумовлює доцільність пророщення зерна перед використанням його в харчових цілях.

Дослідження процесу перетравлення білків продуктів переробки люпину та гороху в умовах *in vitro* за методикою О.О. Покровського та І.Д. Єртанова [22] показали, що

накопичується вільна амінокислота в продуктах з солодів бобових (рис.1).

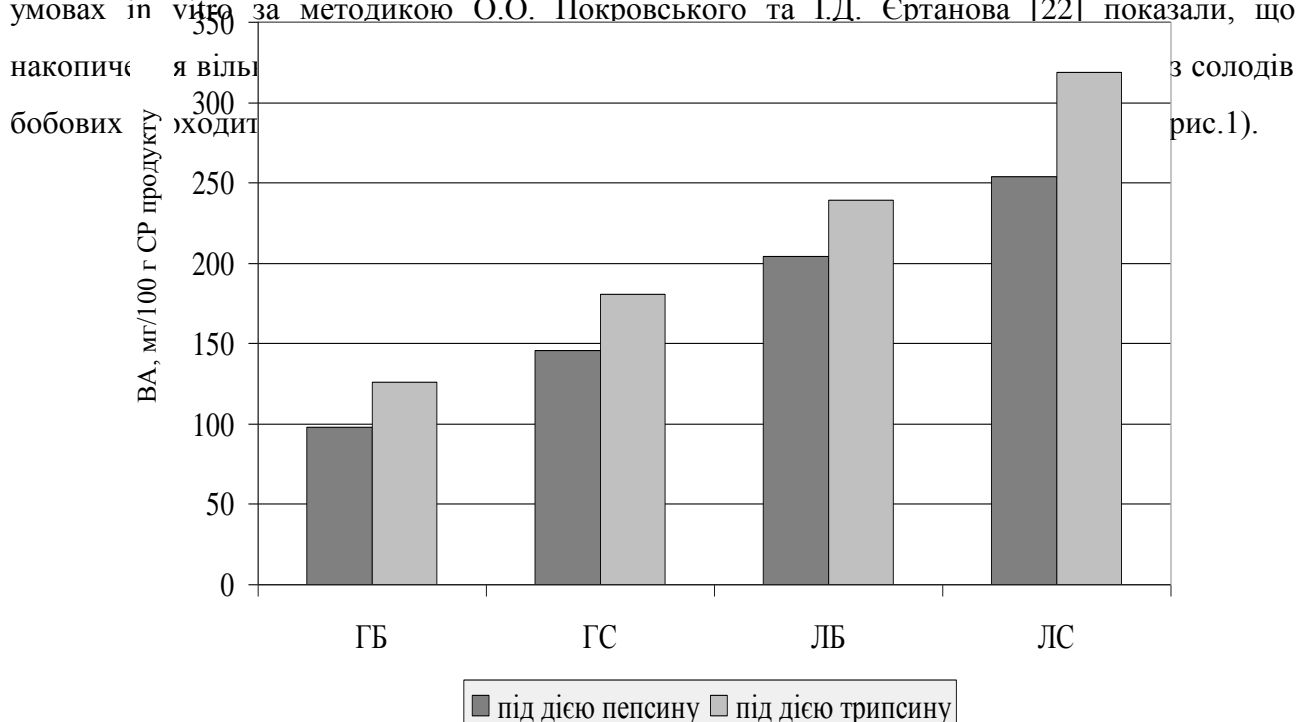


Рис.1. Накопичення вільних амінокислот (ВА) в продуктах переробки люпину та гороху під час перетравлення в умовах *in vitro* протягом 90 хв, мг/100г СР продукту.

Це є підтвердженням того, що вміст інгібіторів протеїназ в процесі пророщування зменшується. Тому, саме така підготовка насіння бобових дозволяє використовувати ці продукти в технології хліба в кількості 10 –15% до маси борошна й отримувати продукцію, в якій вміст інгібіторів протеїназ є гарантовано низьким – значно нижче рекомендованого для дитячого та дієтичного харчування допустимого рівня (5,0 мг/г продукту).

Визначення трипсин- та хімотрипсинінгібуючої активності в хлібі з люпиновими продуктами, які вносили в кількості 10% до маси борошна, проводили аналогічно як і для продуктів переробки бобових, але зафіксувати їх вміст в хлібі не вдалося зовсім, що підтверджує безпечність використання бобових, зокрема білого харчового люпину, в якості білкового збагачувача для хлібобулочних виробів і дозволяє отримати продукцію підвищеної харчової і споживчої якості.

### Література

1. Feldheim W. Fermentation of lupin fibre // *Advances in lupin research* ( editors: J.M. Neves-Martins, M.L. Beirão da Costa) *Proceedings of the 7-th International Lupin Conference*. Instituto Superior de Agronomia-Technical University of Lisbon Portugal, 1994. – P. 445-451.
2. Feldheim W. The use of lupins in human nutrition // *Lupin, an ancient crop for the new Millenium* (editors: E.Van Santen, M.Wink, S. Weissmann, P. Romer) *Proceedings of the 9-th International Lupin Conference*. Auburn University: Auburn, 2000. – P. 434-437.
3. Jasper R. The challenges confronting new lupin foods entering the food industry // *Advances in lupin research* ( editors: J.M. Neves-Martins, M.L. Beirão da Costa) *Proceedings of the 7-th International Lupin Conference*. Instituto Superior de Agronomia-Technical University of Lisbon Portugal, 1994. – P. 492-499.
4. Beirão da Costa M.L. Lupin technology: a perspective // *Advances in lupin research* ( editors: J.M. Neves-Martins, M.L. Beirão da Costa) *Proceedings of the 7-th International Lupin*

- Conference. Instituto Superior de Agronomia-Technical University of Lisbon Portugal, 1994. – P. 492-499.
5. Reyna J., Gomez-Sanchez I., Idefonso G. Comparative biological evaluation of the protein quality of traditional andean food // Lupin, an ancient crop for the new Millenium (editors: E.Van Santen, M.Wink, S. Weissmann, P. Romer) Proceedings of the 9-th International Lupin Conference. Auburn University: Auburn, 2000. – P.
  6. Sweet white lupin seeds as a source of pectin and protein for human nutrition / Golovchenko O.V., Saiko V.F., Fartushnjak A.T., Pruidze G.V. // Lupin, an ancient crop for the new Millenium (editors: E.Van Santen, M.Wink, S. Weissmann, P. Romer) Proceedings of the 9-th International Lupin Conference. Auburn University: Auburn, 2000. – P. 451-452.
  7. Дієтичний пектиново-білковий продукт “Лювіт” / Головченко В.І., Головченко С.Ф., Головченко О.В., Якименко А.Й. // Пат. № 835 (UA) МКВ А 23 L 1/06; А 23 L 1/05. Опубл. 15.12.93. Бюл. № 2. – с. 22.
  8. Спосіб виготовлення сурогатного кавового напою “Цікавий”/ Головченко В.І., Головченко С.Ф., Головченко О.В. // Пат. № 21762 (UA) МВК А 23 F 5/44. Опубл. 30.04.98. Бюл. №2 – с.3.1.САРut!’.
  9. Основний сорбуючий та консервуючий носій ароматизуючої композиції для ковбасних виробів / Головченко В.І., Пруїдзе Г.В., Головченко О.В.// Пат. № 21182 (UA) МВК А 23 L 1/22. Опубл. 27.02.98. Бюл. №2 – с. 3.1.31.

#### **10. Головченко та ін 1995**

11. Corre-Gammere V. The production of micronized sweet white flour for use as human food // Advances in lupin research ( editors: J.M. Neves-Martins, M.L. Beirão da Costa) Proceedings of the 7-th International Lupin Conference. Instituto Superior de Agronomia-Technical University of Lisbon Portugal, 1994. – P. 482-491.
12. Способ получения полуфабриката из люпина для продуктов питания / Головченко В.И., Кучеренко В.Г., Кучеренко Н.М., Головченко О.В. // Пат. № 2059388 России, МКВ А 23 L 1/20; А 23 G 1/14. Опубл. 10.05.96. Бюл. № 13.
13. Bunger A., Soto D., Witting E., Cariaga L., Hernandez N. Development of food products containing lupin fiber and their effects in slderly people // Lupin, an ancient crop for the new Millenium (editors: E.Van Santen, M.Wink, S. Weissmann, P. Romer) Proceedings of the 9-th International Lupin Conference. Auburn University: Auburn, 2000. – P. 438-439.
14. Wittig de Penna E., Serrano L., Bunger A., Soto P., Lopes L., Hernandez N. Development of lupin- spaghettis for the Elderly // Lupin, an ancient crop for the new Millenium (editors: E.Van

Santen, M.Wink, S. Weissmann, P. Romer) Proceedings of the 9-th International Lupin Conference. Auburn University: Auburn, 2000. – P. 448-451.

15. Lanpart-Szczapa E., Nogala-Kalucka M., Korczak J., Wolko B., Kiryluk J. Antioxidant properties of lupin hulls // Lupin, an ancient crop for the new Millenium (editors: E.Van Santen, M.Wink, S. Weissmann, P. Romer) Proceedings of the 9-th International Lupin Conference. Auburn University: Auburn, 2000. – P. 464-466.
16. Jimenez M., Davila O., Hernandez N. Producing milk- and yogurt-Like products from lupinus canpestris seed // Lupin, an ancient crop for the new Millenium (editors: E.Van Santen, M.Wink, S. Weissmann, P. Romer) Proceedings of the 9-th International Lupin Conference. Auburn University: Auburn, 2000. – P.
17. Костромичева А.П. Ингибиторы протеаз семян бобовых растений: их выделение и некоторые свойства. – Орел: ВНИИ ЗБК, 1978. – Вып. 3, - С. 53-57.

#### **18. Мироненко та ін. 1990**

19. Birk Y. Antinutritional factors (ANFs) in lupins and in other legume seeds. Pros and Cons // Advances in lupin research ( editors: J.M. Neves-Martins, M.L. Beirão da Costa) Proceedings of the 7-th International Lupin Conference. Instituto Superior de Agronomia-Technical University of Lisbon Portugal, 1994. – P. 424-430.
20. Бенкен И.И. Определение активности ингибиторов трипсина в семенах зерновых бобовых культур казеинолитическим методом // Бюл. ВИР. – 1982. – Вып. 121. – С. 65-70.
21. Бенкен И.И. Определение активности ингибиторов химотрипсина с использованием казеина в качестве субстрата // Бюл. ВИР. – 1983. – Вып. 136. – С. 74-78.
22. Покровский А.А., Ертанов И.Д. // Вопросы питания, 1965. – № 3. – С. 38 – 44.