

**ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ЗНИЖЕННЯ ВМІСТУ  
АЛКАЛОЇДІВ У ПРОТЕЇНОВОМУ КОНЦЕНТРАТІ І  
ІЗОЛЯТІ БАГАТОРІЧНОГО ЛЮПИНУ (*LUPINUS  
POLYPHYLLUS LINDL.*)**

*Показано технологічні можливості отримання багатих на протеїн продуктів, таких як протеїнові концентрати і ізоляти із насіння багаторічного люпину.*

*Низькоалкалоїдні протеїнові концентрати люпину з 47-50% вмістом протеїну можуть бути отримані із насіння люпину або обезжиреного люпинового шроту екстракцією гіркоти (алкалоїдів) або інших непротеїнових складових з допомогою водного розчину електролітів або етанолу. Безалкалоїдні протеїнові ізоляти люпину з 80% або більшим відсотковим вмістом протеїну можна отримати екстракцією протеїнів у водних розчинах лугів з наступним випаданням в осад протеїнів при рН 4-5. Багаті на протеїн продукти із люпину можуть використовуватись в якості кормових добавок або нових кормових продуктів.*

**Ключові слова:** *зерно, борошно, шрот багаторічного люпину, протеїнові концентрати, білкові ізоляти.*

Зерно люпину порівняно з соєю і іншими зернобобовими культурами є найпотужнішим резервом дешевого рослинного білка – 29-50% [1, 2]. Він більш пристосований до факторів зовнішнього середовища. В зв'язку з цим у нього більш широкий ареал розповсюдження. Однак основною перешкодою використання люпину є наявність у насінні і вегетативній масі гірких хінолзидинових алкалоїдів (спартеїну, люпаніну, люпиніну, гідроксиллюпаніну) та інших речовин, небезпечних для організму тварин [3-8].

Вплив алкалоїдів на організм і продуктивність тварин є постійно дискусійним, хоч відомо, що ці речовини у великих кількостях впливають на центральну нервову систему [9]. Малі кількості алкалоїдів не діють токсично, але деякі автори вказують на зниження споживання корму і приростів у тварин [10-12]. Відомо також, що така ж сама кількість алкалоїдів

спожита одноразово може діяти сильно токсично, тоді як спожита поступово і впродовж тривалого часу виводиться і не діє шкідливо на організм [13]. Не можна виключити і те, що частина випадків захворювань тварин, яким згодувували люпин, приписувалась отруєнню алкалоїдами, а насправді була спричинена отруєнням мікотоксинами випродукованими розвитком плісені в зеленій масі і зерні люпину [3]. Інші дослідники [12, 14, 15] повідомляють, що при високій концентрації алкалоїдів в кормі, у тварин настає збудження центральної нервової системи, запалення і лущення шкіри, загальне ураження кінцівок і смерть.

Тому в багатьох країнах світу ведуться пошуки шляхів зниження вмісту алкалоїдів за допомогою селекції та розробки технологічних прийомів і способів видалення [17, 18] їх з насіння люпину при виготовленні протеїнових концентратів [19-20] і підготовці їх до згодовування тваринам [21, 22]. Позитивне вирішення цієї проблеми відкриває нові перспективи для використання гіркої люпину як рослини промислової. При застосуванні простих методів обезгірчування існує потенційна можливість отримання з насіння повноцінного високобілкового корму. З іншого боку, одержаний в процесі обезгірчування алкалоїдний екстракт може знайти широке застосування в різних сферах господарської діяльності як засіб охорони рослин, бактеріостатик, добриво, фіторегулятор, сировина для фармакологічної промисловості і виробництва препаратів для біологічного захисту рослин [23].

Метою нашої роботи було дослідити різні способи обробки, окремі технологічні елементи, параметри, умови, оптимальні режими, співвідношення матеріалу і розчинників, відповідну концентрацію розчинів і водневих іонів при яких проходить найефективніше зниження алкалоїдів і вихід кінцевих продуктів з високим вмістом протеїну.

**Матеріали і методика досліджень.** Дослідження щодо вивчення впливу різних факторів на кількісний вміст загальних алкалоїдів у протеїновому концентраті і білковому ізоляті в процесі їх отримання проводили в умовах лабораторії. Для дослідження використовували борошно і шрот алкалоїдного багаторічного люпину, які отримували після подрібнення зерна і гексанової екстракції жиру за схемою 1.

Алкалоїди з проб шроту (5 г) екстрагували за допомогою води в апараті Сокслета і в стаканах – 80% водним розчином етанолу з додаванням до них їдкою натрію, оцтової і соляної кислот при стабільних умовах, які показані на схемі 1. В четвертій серії досліджень проби отриманого шроту в кількості 5 г змішували з оксидом магнію, вапном, 1% водним розчи-

ном аміаку, лугу, соди і екстрагування алкалоїдів проводили вищеназваними сполуками. Необроблені проби шроту служили контролем.

### 1. Схема обробки шроту різними хімічними сполуками

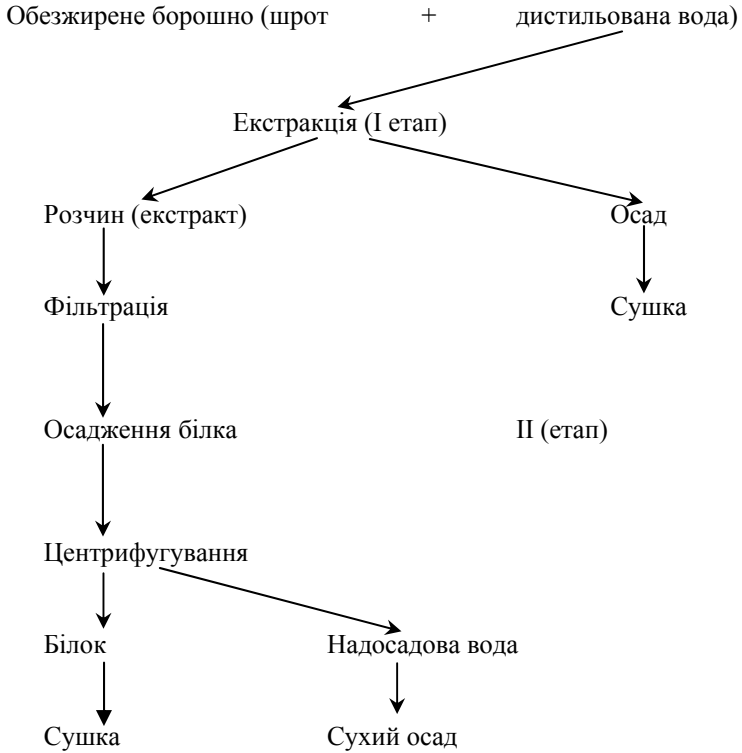
Серія	Матеріали і умови проведення досліджень	
I	Одержання протеїнового концентрату із насіння люпину 1. Насіння люпину – подрібнення – гексанова екстракція жиру – шрот.	
II	Обробка шроту хімічними сполуками: 1. 80% водним розчином етанолу. 2. Те ж + 1% їдкий натрій. 3. Те ж + 2% оцтова кислота. 4. Те ж + 1% соляна кислота.	
III	Обробка шроту водою: 1. Вода. 2. Вода + 1% їдкий натрій. 3. Те ж + 2% оцтова кислота. 4. Те ж + 1% соляна кислота.	
IV	Обробка шроту сполуками основного і лужного характеру* 1. Шрот + окис магнію. 2. Те ж + вапно. 3. Те ж + 1% р-н аміаку. 4. Те ж + 1% р-н лугу. 5. Те ж + 1% р-н соди.	Умови: спирт/вода:шрот 8:1 температура 60 °С час 60 хв

\* – екстракція алкалоїдів із обробленого шроту проводилась 80% етанолом і водою.

Одержання протеїнового ізоляту з шроту люпину проводили за нижченаведеною схемою 2. На першому етапі одержання ізоляту обезжирене люпинове борошно піддавали екстракції водою протягом 30-60 хв при температурі 60 і концентрації водневих іонів в середовищі 8-9 з наступним 45 хв центрифугуванням при 12000 об/хв. Отриманий осад зважували, висушували в сушильній шафі при  $t$  105 °С, а екстракт фільтрували і проводили осадження білків протягом 30-60 хв при температурі 40-60 °С і рН 4-5 з наступним центрифугуванням при 12000 об/хв. Отриманий білок і фільтрат висушували.

У дослідних і контрольних пробах борошна, шроту, отриманому білку, фільтраті і осаді визначали концентрацію алкалоїдів за методикою [23], вміст сухої речовини – шляхом висушування при 105 °С в сушильній шафі, протеїн за Кельдалем.

## 2.Схема одержання протеїнового ізоляту з шроту люпину



I етап. Екстракція	Умови:	II етап. Осадження білків
Співвідношення – вода : борошно 6 : 1 – об’єм/вага	-	-
Температура, град.	40-60	40-60
pH	8,0-9,0	4,0-5,0
Час екстракції	30-60 хв.	30-60 хв.
Центрифугування	45 хв., 1200 об/хв.	30 хв., 12000
Для доведення pH до 8-9 використовується 0,5 Н розчин їдкою натрію		0,5 Н розчин соляної к-ти

**Результати досліджень.** Проведеними дослідженнями встановлено, що на першому етапі одержання шроту з люпину шляхом одноденної гексанової екстракції жиру вміст алкалоїдів в ньому не знижується і дещо

вищий ніж в натуральному борошні (табл. 1). Обробка шроту водою і 80 % розчином етанолу при однаковій часовій експозиції, температурі і концентрації водневих іонів призводить до зниження вмісту алкалоїдів лише на 41,6 і 42,7 % порівняно з контролем. При цьому вміст протеїну в шроті збільшується з 39,9 % відповідно до 46,0 і 49,0 %. Зміна рН до 8 за рахунок додавання до води і спирту 1% розчину їдкого натрію сприяє зниженню алкалоїдів, а також і протеїну в шроті люпину. Найефективніше проходить процес виділення алкалоїдів з шроту при обробці його 80 % етанолом з додаванням 1 % розчину соляної кислоти. При такій обробці вміст алкалоїдів знижується з 1,50 г в контрольній пробі шроту до 0,04 в дослідній або на 97,4 %. У дослідженнях [17] також отримано високпротеїнові концентрати з низьким вмістом алкалоїдів за допомогою екстракції шроту водними розчинами етанолу і метанолу, що дає можливість економити використання розчинників. При змішуванні люпинового шроту з окисом кальцію і магнію проходить також зниження алкалоїдів під час їх екстрагування водою і водним розчином спирту. Необхідно відмітити, що вміст протеїну при обробці шроту водою і основами збільшувався, а у випадку з спиртом дещо знижувався або находився на рівні з контролем. Слід відзначити, що екстракція алкалоїдів водним розчином спирту з додаванням 2 % оцтової кислоти дає можливість отримати концентрат з низьким вмістом алкалоїдів (0,15 %) і більш високим вмістом протеїну (50,7 %) ніж у вихідному матеріалі. Отримані нами дані узгоджуються із результатами досліджень [24].

На підставі аналізу літератури [25], яка присвячена питанню видалення алкалоїдів з люпину і отримання білкових ізолятів, ми в своїх дослідженнях керувались підбором оптимальних умов при яких найефективніше проходять ці процеси.

Білковий ізолят отримували з 40 г люпинового шроту. Вміст протеїну в ньому по відношенню до сухої речовини складав 51,16 % (20,46 г), а вміст алкалоїдів 1,48 %.

У результаті проведених досліджень по одержанню білкового ізоляту з шроту люпину встановлено вагову кількість продуктів отриманих під час екстракції і осадження білків і їх кінцевий склад (табл. 3 і 4).

Аналізуючи представлені дані, константуємо, що з 20,46 г протеїну, який міститься в 40 г шроту виділяється 8,6-9,1 г, в осаді залишається – 8,1-8,8 г, а у фільтраті – 2,1-2,7 г. При такому технологічному процесі вміст алкалоїдів, який становив в шроті 1,48 % від сухої речовини, знижується до 0,15-0,28 % в осаді. В осадженому білку алкалоїди відсутні, а основна маса їх виділяється з фільтратом (табл. 4.).

## 2. Вміст алкалоїдів у протеїновому концентраті люпину, % у сухій речовині

Назва	рН	Темпе- ратура, °С	Час ек- тракції, год.	Алкалоїди		Про- теїн, %
				Вміст	% зниж.	
Шрот	-	-	-	1,50	-	39,9
Екстракція водою						
Шрот + вода	6	60	1	0,88	41,6	46,0
-»- + 1% їдкий натрій	8	60	1	0,67	55,4	43,3
-»- + 2% оцтова к-та	5	60	1	0,55	63,4	46,4
-»- + 1% соляна к-та	5	60	1	0,45	70,0	38,5
-»- + 1% сода + вода	8	60	1	0,15	90,0	47,2
-»- + 1% аміак + вода	10	60	1	1,05	30,0	47,2
-»- + 1% вапно + вода	6	60	1	0,33	70,0	45,3
-»- + 1% їдкий натрій + вода	8	60	1	0,15	90,0	30,4
-»- + 1 г окису магнію + вода	9	60	1	0,57	62,0	47,9
Екстракція 80% етанолом						
Шрот + 80% етанол	6	60	1	0,86	42,7	49,3
-»- + 1% їдкий натрій	8	60	1	0,57	62,0	46,7
-»- + 2% оцтова к-та	5	60	1	0,15	90,0	50,2
-»- + 1% соляна к-та	5	60	1	0,04	97,4	47,2
-»- + 1 г окису магнію + етанол	7	60	1	0,33	78,0	38,9
-»- + 1 г вапна + етанол	7	60	1	0,72	52,0	39,9
-»- + 1% аміак + етанол	10	60	1	0,84	44,0	49,0
-»- + 1% їдкий натрій + етанол	8	60	1	0,56	62,7	43,4
-»- + 1% сода + етанол	8	60	1	0,15	90,0	46,4

## 3. Кількість продуктів отриманих під час екстракції білків, г

Назва продуктів	рН	Температура, °С	Час, хв	
			30	50
I етап. Екстракція				
Розчин	8,5	40	280,0	279,6
	9,0	50	282,3	283,4
Вологий осад	8,5	40	143,8	142,9
	9,0	50	148,1	147,7
II етап. Осадження білка з розчину				
Вологий білок	4,5	40	5,38	5,7
	5,0	50	5,04	5,2
Фільтрат	4,5	40	126,0	125,8
	5,0	50	114,6	115,0

#### 4. Вміст сухої речовини, протеїну та алкалоїдів в кінцевих продуктах, г

Назва кінцевих продуктів	pH	Суха речовина	Протеїн	Алкалоїди
Висушений осад	8,5	70,0	8,1	0,15
	9,0	69,8	8,8	0,28
Висушений білок	4,5	21,1	9,1	0
	5,0	21,6	8,6	0
Фільтрат	4,5	5,0	2,1	1,22
	5,0	5,3	2,7	1,13

**Висновки.** 1 Обробка шроту люпину 80% водним розчином етанолу з додаванням 2% оцтової і 1 % соляної кислоти дає можливість отримати люпиновий концентрат з низьким вмістом алкалоїдів (0,04-0,15%).

2. Екстракція білків з шроту люпину ефективніше проходить в середовищі при pH 9,0, а їх осадження – при pH 4,5.

3. У процесі отримання протеїнових ізолятів на стадії екстракції білків тільки 10 % алкалоїдів переходить в люпиновий осад, а основна маса їх (більше 80%) під час осадження залишаються у фільтраті.

#### Бібліографічний список

1. Такунов И.П. Люпин в земледелии России. – Брянск: Придесенье, 1996. – 372 с.
2. Gdala J., Wasilewko J. Trawienie wykorzystanie składników pokarmowych łubinu przez świnię // Łubin: kierunki badań i perspektywy użytkowe / Praca zbiorowa pod redakcją naukową I.Frencel i K.Gulewicza. – Poznań, 1996. – S. 338-353.
3. Aquilera J.M., Trier A. The revival of the lupin // Food Tech. – 1978, Vol. VIII. – P. 70-76.
4. Młodkowski M., Celejewska-Cębska T., Młodkowska J. Ocena wartości odżywczej dwóch nowych odmian łubinów żółtych dla brojlerów // Roczn. Nauk Rol. – 1978. – Ser.B., 99. – S. 19-27.
5. Lampart-Szczapa E. Poglądy na czynniki antyżywnieniowe łubinu // Łubin: kierunki badań i perspektywy użytkowe / Praca zbiorowa pod redakcją naukową I.Frencel i K.Gulewicza. – Poznań, 1996. – S. 354-364.
6. Abdel-Halim O.B., Fattah H.A., Halim A.F., Murakoshi I. (+)-Sparteine №-16-oxide, a lupin alkaloid from *Lygos raetam* var. *sarcocarpa* // Acta Pharm Hung. – 1997. – 67, № 1. – P. 9-12.

7. Potheir J., Cheav S.L., Galand N. et al. A comparative study of the effects of sparteine, lupanine and lupin extract on the central nervous system of the mouse // J. Pharmacol. – 1998. – 50, № 8. – P. 949-954.

8. Wang Y.H., Li J.S., Jiang Z.R. et al. Lupin alkaloids from Chinese *Maackia amurensis* // Chem. Pharm. Bull (Tokyo). – 2000. – 48, № 5. – P. 641-645.

9. Hill G.D. Recent developments in the use of lupins in animal and human nutrition // (Proc. 4<sup>th</sup> Int. Lupin Conf. Geraldton). – 1986. – P. 40-46.

10. Yule W.S., McBride R.L. Lupin and rapeseed meals in poultry diets: Effect on broiler performance and sensory evaluation of carcasses // Poultry Sci. – 1976. Vol. 17. – P. 231-239.

11. Guillaume J., Chenieux J.C., Rideau N. Feeding value of *Lupinus albus* L. in chicken diets with emphasis on the role of alkaloids // Nutr. Rep. Int. – 1979. – Vol., 20. – P. 57.

12. Allen J. G. Lupinosis, a review. // (Proc. 4<sup>th</sup> Int. Lupin Conf. Geraldton). – 1986. – P. 173-186.

13. Ruiz L.P., White S.F., Hove E.L. The alkaloid content of sweet lupin seed used in feeding trials on pigs and rats // Anim. Food Sci. Technol. – 1977. – Vol. 2. – P. 59-66.

14. Nowacki E., Wężyk S. Toxicity of alkaloids in lupins for the rabbit (*Oryctolagus curiculus* L.) // Roczn. Nauk Rol. – Ser. Zootechnika, 75. – S. 385-399.

15. Culvenor C.C.J., Petterson D.S. Lupin toxins – alkaloids and phomopsins // (Proc. 4<sup>th</sup> Int. Lupin Conf. Geraldton). – 1986. – P. 188-198.

16. Aguilera J.M. Processing North American varieties of lupine. Agricultural and Nutritional Aspects of Lupines // (Proceedings of the First International Lupine Workshop, Lima Cuzco, Gross R., Bunting E.S., ed., Peru 12-21, April 1980). – Eschborn, 1982. – P. 402-414.

17. Blaicher F.M., Nolte R., Mukherjee K.D. Lupin Protein Concentrates by Extraction with Aqueous Alcohols // J. Amer. Oil Chem. Soc. – 1981. – Vol. 58, № 7. – P. 761-765.

18. Bouthlier V., Cabanyes J., Muzquiz M. Protein isolates and of *Lupinus* free from toxic substances // Qualitas Plantarum. – 1983. – Vol. 33, № 2-3. – P. 145-151.

19. Mukherjee K.D. Protein-Konzentrate-Izolate aus Raps und Lupinen // Biotechnologie in der Agrar-und Ernährungswirtschaft.- Humburg; Berlin, 1989. – S. 259-273.

20. Комбикорма и кормовые добавки: Справочное пособие / В.А. Шаршунов, Н.А.Порков, Ю.А.Пономаренко, А.В.Черваков, С.А.Бортник,



С.Н.Кандауров, С.Д.Кошкин, В.С.Пономаренко. – Мн.: «Экоперспектива», 2002. – 440 с.

21. Булка Б.И., Вовк Я.С., Чумаченко С.П., Луз Н.В. Экструдированные корма в кормлении молодняка свиней и ремонтных тёлочек (Научно-технический и производственный журнал) // Комбикорма. – 2005. – № 12. – С. 57-58.

22. Gulewicz K. Badania nad kompleksowym wykorzystaniem białka i innych składników nasion łubinu gorzkiego. – Poznań, 1988. – 129 s.

23. Терехов Ф.К. Определение алкалоидов в люпине // Бюл. ВНИИФБиП с.-х. животных. – 1987. – Вып. 3. – С. 60-65.

24. Karara H.A. An efficient method for extraction of alkaloids from bitter lupine seed // Fat Sci Technol. – 1987. – Vol. 89. – P. 442-446.

25. Ruiz L.P., Hove E.L. Conditions affecting production of a protein isolate from lupin seed kernels // J. Sci. Food Agric. – 1976. – Vol. 27. – P. 667-674.