

**Krzysztof Gulewicz**

**Instytut Chemii Bioorganicznej PAN**

**Poznań**

## **Nowe kierunki wykorzystania nasion łubinu gorzkiego**

### **1. Wprowadzenie**

Zgodnie z prognozami statystycznymi, liczba ludności zamieszkująca kulę ziemską osiągnie w roku 2000 liczbę 7 miliardów. Niestety, według tych samych źródeł, liczba ludności dotkniętych głodem przekroczy w tym czasie 500 milionów. Dynamiczny wzrost ludzkiej populacji wiąże się ze zmniejszaniem areалу powierzchni uprawnej przypadającej na jednego mieszkańca, z której można wyprodukować odpowiednią ilość żywności. Dla przykładu, w erze zbieractwa i myślistwa dla wyżywienia człowieka przypadał areal 1000 ha, obecnie musi wystarczyć 20 arów. Sytuacja ta zmusza człowieka do intensyfikacji produkcji rolnej, jak i poszukiwania nowych, niekonwencjonalnych źródeł pożywienia – w szczególności białka, metodami pozarolniczymi (1,2,3).

Niekonwencjonalne źródła białka są bardzo często ogniwem pośrednim w produkcji żywności, stanowiąc ważny składnik pasz treściwych dla zwierząt. Dzięki wzbogacaniu i uzupełnianiu współczesnego warsztatu pracy technologów w metody biotechnologiczne na rynku światowym pojawiają się coraz to nowe preparaty białkowe uzyskiwane z nietypowych źródeł. Przykładowo, z krwi bydłowej poddawanej obróbce enzymatycznej uzyskuje się koncentraty zawierające ok. 95% surowego białka. Dodatek tych preparatów do pasz treściwych w ilości 0,25 – 1,0% daje bardzo dobre wyniki w żywieniu prosiąt, tuczników, drobiu, brojlerów i pstrągów. Preparaty uzyskiwane z mleka (np. zakwaszona siara), stosowane w karmieniu cieląt powodują znaczne zmniejszenie śmiertelności oraz wpływają na przyrost masy ciała. Podobnie dobre wyniki w żywieniu zwierząt dają preparaty uzyskiwane z serwatki, stosowane w żywieniu w zestawie z kiszonkami lub słomą amoniakowaną. Ważnym niekonwencjonalnym źródłem białka, produkowanym obecnie w wielu krajach zachodnich jest białko uzyskiwane z dżdżownic. Zawiera ono ok. 65% białka surowego oraz posiada bardzo korzystny z punktu widzenia żywieniowego skład aminokwasowy, zbliżony do mączki rybnej. Warto tu zaznaczyć, że przyrosty masy ciała dżdżownic odbywają się kosztem odpadów organicznych (obornik, słoma, szlam kanalizacyjny), w wyniku czego uzyskuje się dodatkowo wysokiej jakości kompost, wykorzystywany następnie w produkcji białka roślinnego (4).

Duże nadzieje wiąże się z wykorzystaniem w żywieniu ludzi i zwierząt białka bakteryjnego. Charakteryzuje je korzystny skład aminokwasowy i może być uzyski-



wane w bardzo dużych ilościach w procesie biologicznego oczyszczania ścieków przemysłu spożywczego (5).

Poszukiwania nowych niekonwencjonalnych źródeł białka mogą stanowić jedynie uzupełnienie głównej jego bazy, jakim są rośliny, nigdy jednak ich nie zastąpią. Prądecka, Sztraballo (6), a także Twardowski (3) przytaczają obliczenia amerykańskie, w których ilość białka uzyskiwanego z 1 ha ziemi, z hodowli lub uprawy przedstawiono dla większej przejrzystości w postaci dni, w ciągu których dana produkcja zaspokaja dobowe fizjologiczne zapotrzebowanie człowieka na białko. Według tych danych z 1 ha ziemi można uzyskać mięso wołowe w ilości pokrywającej zapotrzebowanie człowieka na białko w ciągu 192 dni, mięso drobiowe – 462 dni, mleko krowie – 590 dni, ziarno owsa – 987 dni, ziarno kukurydzy – 1932 dni, nasiona grochu – 4337 dni, a nasiona soi 5560 dni. Nawet po uwzględnieniu poprawki na niepełną wartość odżywczą białka roślinnego pozostaje zachowana wielokrotna przewaga wydajności białka uzyskiwanego z roślin strączkowych w porównaniu z mięsem i mlekiem.

Wydaje się zatem, że rozwiązanie problemu deficytu białka leży głównie w intensyfikacji uprawy roślin motylkowatych jako roślin wysokobiałkowych. Spośród nich, coraz większą uwagę zwraca się w ostatnich latach na łubin. Są to rośliny o małych wymaganiach glebowych i klimatycznych, stąd ich uprawa rozpowszechniona jest na całym świecie (7). Powtórne "odkrycie" łubinu (jego uprawa znana była już w czasach starożytnych) wiąże się z wielostronnymi jego zaletami:

– Spośród wszystkich roślin spotykanych u nas, stanowi najbardziej "skoncentrowaną" roślinną paszę białkową. Zawartość białka w nasionach (szczególnie odmian łubinu żółtego) dochodzi do 48% sm., a w pozostałych częściach rośliny do 20% sm. Niektóre gatunki, np. *L. albus*, zawierają znaczne ilości tłuszczu – ok. 20% sm. (8,9,10).

– Jest rośliną o bardzo małych wymaganiach glebowych i klimatycznych. Uduje się na glebach lekkich, kwaśnych, o dobrych warunkach wilgotności. W porównaniu z innymi pastewnymi roślinami motylkowymi gleb lekkich, jak seradela i wyka ozima, daje zdecydowanie najwyższą zieloną masę (do 100 t/ha) oraz wysokobiałkową paszę treściwą w postaci nasion (11,12).

– Dzięki symbiozie z bakteriami *Rhizobium* posiada zdolność wiązania azotu atmosferycznego. Łubin nie wymaga więc nawożenia azotowego ani nie zużytkowuje azotu zawartego w glebie, a wręcz odwrotnie pozostawia w niej większą ilość azotu zasymilowanego z powietrza. Po zżęciu, łubin pozostawia znaczną masę korzeniową i odziomki łodyg zawierające również sporo materii organicznej i azotu (13,14).

– W uprawie poplonowej może wytworzyć do 40 t/ha doskonałej zielonej paszy (świeżej i na kiszonkę). Jest również korzystnym przedplonem pod wszystkie rośliny płodozmienne (11,15).

– Jest bardzo dobrym komponentem w mieszankach, ze względu na wysoką wartość żywieniową i duży plon, a także służy jako roślina podpierająca inne, o słabej łodydze (11,16).

– Z uwagi na dużą masę rośliny, a tym samym sporą masę celulozy, a także mocne włókna – może być wykorzystany w przemyśle celulozowym i włókienniczym (11,8).



Czy w świetle takich zalet łubiny mogą stać się roślinami przemysłowymi z możliwie wielostronnym wykorzystaniem wszystkich składników występujących w nasionach?

Taką propozycję przedstawiło społeczeństwu niemieckiemu już w 1918 r. Towarzystwo Biologii Stosowanej, wydając dla przedstawicieli przemysłu i rządu "bankiet łubinowy", na którym nie tylko wszystkie dania sporządzone były z istotnym dodatkiem łubiny, ale także obrus był wykonany z włókna łubinowego, a zaproszenia wydrukowano na papierze łubinowym. Podawano również kawę i koniak z łubiny. Ten niezwykle sposób promowania łubiny dla celów żywieniowych i przemysłowych w owym czasie nie zaowocował. Nie został jednak zapomniany. Historia "bankietu łubinowego" została niedawno przypomniana przez prof. Handelsmanna w przemówieniu wygłoszonym z racji nadania wybitnemu hodowcy łubinów słodkich prof. Sengbuschowi doktoratu honoris causa Uniwersytetu w Giessen. Świadczyć to może o stale żywej wierze w możliwości paszowe, żywieniowe, jak i przemysłowe łubinów (17,18).

O randze i znaczeniu roślin motylkowatych, a szczególnie łubinów, świadczy fakt powstania Międzynarodowego Stowarzyszenia Łubinowego ILA (International Lupin Association) oraz organizowania pod jego auspicjami międzynarodowych konferencji poświęconych łubinom. Dotychczas odbyło się pięć konferencji: w Limie (Peru) – 1980 r., w Terromolinos (Hiszpania) – 1982 r. w La Rochelle (Francja) – 1984 r., w Geraldton (Australia) – 1986 r. i w Poznaniu (Polska) – 1988 r.

Obserwowana na przestrzeni kilkudziesięciu lat recesja w uprawie łubiny w naszym kraju, w wyniku której areal jego uprawy zmniejszył się o ponad 30%, powodowana jest wieloma względami.

Oto niektóre z nich:

– Niedocenywanie i brak zainteresowania wartością żywieniową tej rośliny ze strony technologów żywienia jak i przemysłu wartością żywieniową tej rośliny. Łubiny, a zwłaszcza odmiany gorzkie zawierają znaczną ilość alkaloidów (do 4% sm.), które zaliczane są do czynników antyżywieniowych. Dotąd nie prowadzono w Polsce systematycznych badań nad usuwaniem tych związków z dojrzałych nasion w celu uzyskania pełnowartościowej, wysokobiałkowej paszy (8).

– Dotychczasowe zabiegi technologiczne (ogrzewanie na sucho lub w parze, gotowanie i autoklawowanie, złuszczenie okrywy nasiennej, mikronizacja, ekstruzja itp.) w celu poprawy wartości pokarmowej nasion nie wyszły dotąd poza etap badań laboratoryjnych i nie zawsze dawały pozytywne rezultaty (19).

– Pomimo znacznych osiągnięć w pracach hodowlanych, nadal nie posiadamy odmian o dużej wierności plonowania. Plony nasion są zmienne i zależą od warunków pogodowych w danym roku (20).

– Duży wpływ na zmniejszenie arealu uprawy łubiny miał import soi oraz dotacje państwa dla przemysłu paszowego. Taka polityka nie zachęcała i nadal nie stwarza bodźców ekonomicznych dla poszukiwania krajowych źródeł białka. Warto tu dodać, że w ostatnich latach takie kraje jak Francja, Australia, Nowa Zelandia znacznie zwiększyły areal uprawy łubinów, co wpłynęło m.in. na ograniczenie importu soi o ponad 50% (21).

Wydaje się, że uzyskane na drodze hodowlanej tzw. odmiany słodkie nie rozwiązują problemu łubiny jako przyszłościowej rośliny przemysłowej. Po pierwsze,



zawierają one ciągle pewną ilość alkaloidów, z drugiej zaś strony w toku długotrwałego procesu hodowlanego rośliny te mogły z powodzeniem wykształcić system biosyntezy innych produktów naturalnych, pełniących podobną funkcję do alkaloidów. Można przypuszczać, że obecność tych produktów obok alkaloidów w nasionach może wywoływać różne reakcje u zwierząt karmionych łubinem słodkim oraz wpływać na wykorzystanie jego białka (22). Zdaniem niektórych badaczy prace hodowlane doprowadziły również do znacznego nagromadzenia genów recesywnych i zmniejszenia odporności tej rośliny na choroby, a przez to do zmniejszenia ich plenności i wierności plonowania (23).

W opinii wielu naukowców (24,25), a także praktyków rolników, łubiny odmian gorzkich o wysokiej zawartości alkaloidów będą w przyszłości najbárdziej zalecane do uprawy. Po technologicznej obróbce dostarczać będą pełnowartościowe białko, tłuszcz, a także cenne naturalne związki wykorzystywane przez człowieka w różnych dziedzinach gospodarki (26).

Metody usuwania toksycznych i szkodliwych dla zdrowia alkaloidów chinolizydynowych obecnych w nasionach łubinu gorzkiego, mają długą historię i sięgają początków uprawy tej rośliny, a więc IV w. p.n.e. Odgoryczanie polegało pierwotnie na przemywaniu nasion w bieżącej wodzie, a następnie na ich gotowaniu. Z upływem czasu te proste metody okazały się niewystarczające i uległy znacznym modyfikacjom (24,27,28,29,30,31).

Niestety, wszystkie dotychczasowe metody są pracochłonne i czasochłonne, a uzyskane wyniki weryfikowane przez badania biologiczne i biochemiczne okazały się niedostateczne. Główną wadą tych opracowań są duże straty składników pokarmowych. Według van der Zijdena (32), wielkość przeciętnych strat w stosowanych metodach, można określić następująco: straty w suchej masie ok. 20%, straty w białku ogólnym 12,5%, wzrost zawartości włókniaka do 22%. Z drugiej strony, w większości opracowań, wmywane z nasion związki naturalne traktuje się jako produkt odpadkowy.

## 2. Badania własne

### a. Metody uzyskiwania białka z nasion łubinu gorzkiego

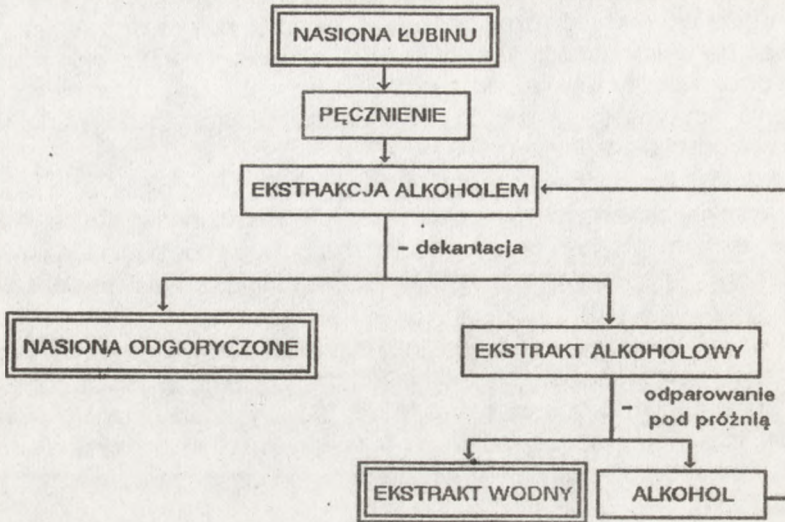
W Instytucie Chemii Bioorganicznej PAN w Poznaniu od kilku lat prowadzi się kompleksowe badania nad wykorzystaniem białka nasion łubinu gorzkiego w żywieniu oraz niskocząsteczkowych biomolekuł uzyskiwanych w procesie odgoryczania. Proces odgoryczania powinien być zabiegiem prostym, ekonomicznie uzasadnionym i dostarczać pełnowartościową, wysokobiałkową paszę i żywność. Jest przy tym zrozumiałe, że koszt tego procesu będzie ściśle związany ze stopniem utylizacji ekstraktu i efektami ekonomicznymi jakie przyniesie jego wykorzystanie.

W opracowanej przez nas metodzie odgoryczania, ekstrakcję alkaloidów prowadzi się z całych nasion przy zastosowaniu wodnego roztworu alkoholu etylowego (schemat).

Rozluźnienie struktury nasion ułatwiającej penetrację rozpuszczalnika uzyskuje się przez ich moczenie w określonej ilości wody, tzn. takiej, która może być całkowicie przez nie wchłonięta. Zabieg ten wpływa na maksymalne ograniczenie wmywania białka, szczególnie albumin.



### Ideowy schemat odgoryczania nasion łubinu gorzkiego



Skład chemiczny nasion łubinu przed odgoryczeniem i po tym procesie przedstawia tab. 1.

Tabela 1

### Zawartość niektórych składników w nasionach łubinu przed i po odgoryczeniu (w % sm.)

Składnik	<i>L. angustifolius</i>			
	odm. Mirela		odm. Emir	
	proba kontrolna	proba odgoryczona	proba kontrolna	proba odgoryczona
alkaloidy	1,6	0,30	0,08	0,0
białko	35,0	37,25	31,25	33,7
tłuszcz	7,3	9,6	6,5	8,6
cukry	7,3	1,5	8,4	1,7
włóknik	13,9	16,81	12,33	14,1
"bezasotowe wyciągowe"	29,40	27,13	31,10	29,7



Jak wynika z zawartych w tabeli danych, ilość alkaloidów w nasionach obu odmian tubinu wąskolistnego po odgoryczeniu jest wyraźnie zredukowana i wynosi 0,3% w przypadku Mireli i 0,015% w przypadku Emiru. W odgoryczonych nasionach obserwuje się jednocześnie wzrost zawartości białka i tłuszczu o ok. 2% oraz włókna o ok. 3%. Warto tu zaznaczyć, że w rzeczywistości wzrost zawartości białka jest tu znacznie wyższy, ponieważ przy obliczaniu zawartości białka nasion nieodgoryczonych stosowano przelicznik 6,25, podczas gdy wartość oznaczonego azotu, obejmowała również azot pochodzący od alkaloidów i innych niebiałkowych związków azotowych. Według danych literaturowych przelicznik ten dla roślin strączkowych waha się w granicach 5,25 - 5,99 (33,34).

Przemywanie nasion alkoholem prowadzi do istotnych zmian w składzie frakcyjnym białka, o czym świadczy obniżenie zawartości azotu poszczególnych frakcji białkowych oraz wzrost zawartości azotu frakcji N-pozostałego. Dowodzić to może o zmianach fizykochemicznych jakim ulegają białka poszczególnych frakcji (35).

Oczywiście, forma stosowanego w żywieniu białka ma istotny wpływ na jego przyswajalność i strawność przez organizmy zwierzęce (36).

Proces odgoryczania nie wywołuje zasadniczych zmian w składzie aminokwasowym białka (35). W materiale odgoryczonym pozostają nadal w deficycie aminokwasy siarkowe Cys i Met, podobnie zresztą jak w nasionach nieodgoryczonych. Z tego też względu przy sporządzaniu pasz, niedobór tych składników powinien być rekompensowany bądź czystymi aminokwasami, bądź też składnikami pasz bogatych w te aminokwasy (37).

O ile wzrost zawartości białka i tłuszczu w materiale odgoryczonym jest bardzo korzystny to wzrost surowego włókna w stosunku do nasion nieodgoryczonych, powinien wpłynąć na obniżenie strawności. Jak wykazały dotychczasowe badania, włókno nasion tubinu składa się w głównej mierze z celulozy i niewielkiej tylko ilości ligniny. Temu należy przypisać, że tubiny mimo wysokiej zawartości surowego włókna są dobrze trawione przez zwierzęta (8). Wzrost zawartości włókna w opracowanej metodzie jest jednak znacznie niższy niż w opracowaniach przedstawionych przez Beckera i Nehringa (24).

W materiale odgoryczonym ulega zmniejszeniu tzw. frakcja "bezasotowych wyciągów" obejmująca głównie węglowodany. Zawartość "bezasotowych wyciągów" z punktu widzenia żywieniowego jest bardzo istotna, gdyż węglowodany stanowią składnik energetyczny paszy. Jednakże z badań naszych wynika, że w skład węglowodanów nasion tubinu wchodzi głównie cukry rodziny rafinozy (rafinoza, stachioza, werbaskoza, ajugoza) stanowiąc ok. 80% ogółu węglowodanów. Wiadomo natomiast, że cukry te nie ulegają rozkładowi enzymatycznemu w przewodzie pokarmowym zwierząt jednożołądkowych i nie są wchłaniane w jelicie cienkim, lecz ulegają w dalszych odcinkach przewodu pokarmowego fermentacji bakteryjnej z wydzielaniem znacznej ilości gazów takich, jak np.  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}_2$  wywołując tzw. bębnicę. Z punktu widzenia żywieniowego są one czynnikiem uciążliwym i wycena wartości energetycznej nasion na podstawie zawartości tych cukrów prowadzić może do nieprawdziwych wniosków (38,39).

Skład chemiczny ekstraktu tubinowego uzyskanego z nasion *L. angustifolius* odmiany Mirela przedstawiono w tab.2. Z przedstawionych danych wynika, że największy procentowy udział w suchej masie ekstraktu mają węglowodany - 47%.



Tabela 2

## Skład chemiczny ekstraktu łubinowego % sm

węglowodany	-	47,04
niełotne kwasy organiczne	-	5,50
białko (N x 6,25)	-	3,16
wolne aminokwasy, peptydy i inne	-	6,97
alkaloidy	-	9,58
popiół	-	10,78
inne	-	16,97

Większość wymywanych związków azotowych pochodzi z frakcji tzw. N-rozpuszczalnego. Azot ten stanowią wolne aminokwasy, peptydy, alkaloidy, amidy i in. Niestety, frakcja ta jest obok prolamin, glutelin i frakcji N-pozostatego najmniej pożądaną frakcją w roślinach motylkowatych (35).

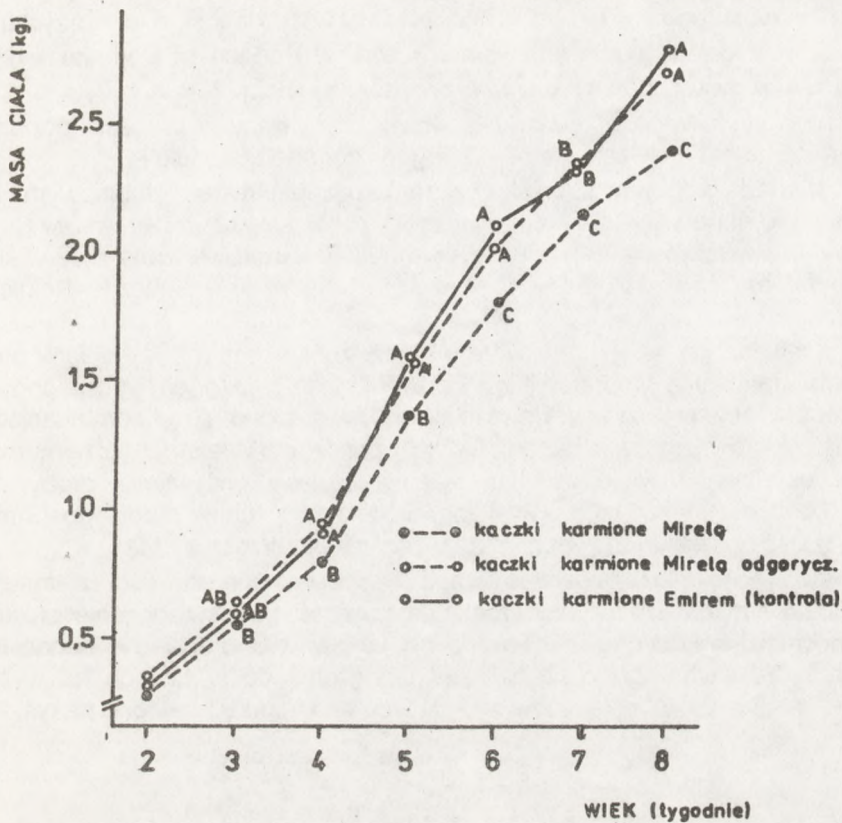
Bardzo interesujące wydają się badania nad zawartością zasadowych aminokwasów (argininy, lizyny, ornityny) oraz poliamin (spermidyny, sperminy, putrescyny), przeprowadzone we współpracy z Institut de Chimie des Substances Naturelles CNRS, Gif-sur-Yvette (Francja). Z badań tych wynika, że obniżeniu zawartości argininy i ornityny w nasionach odgoryczonych towarzyszy wzrost zawartości putrescyny i w pewnym zakresie sperminy i spermidyny (40).

Alkaloidy stanowią w ekstrakcie łubinowym ok. 9,6% sm. i występują w takim samym stosunku jak w nasionach *L. angustifolius* (lupanina: 13-hydroksylupanina : angustifolina - 13:6:1). W stosowanych warunkach odgoryczania, wymywanie alkaloidów z nasion następuje łącznie z ich anionami organicznymi, co ma istotne znaczenie w badaniach właściwości i funkcji biologicznej tych związków (35).

W klasycznych metodach odgoryczania nasion wodą (24), a także w modyfikacjach tych opracowań (31), ekstrakt łubinowy traktowany był w większości przypadków jako produkt odpadkowy. Odzysk ekstraktu o odpowiednim stężeniu wymagałby znacznego nakładu energii związanej z odparowaniem olbrzymiej ilości wody. Z drugiej strony warunki ekstrakcji alkaloidów stosowane we współczesnych technologiach (80% alkohol, temp. 60°C) mogą wpływać w istotny sposób na jakość uzyskiwanego ekstraktu, a tym samym na stopień jego wykorzystania (29). Zaletą opracowanej metody jest niewątpliwie jej prostota, duża reprodukowalność wyników, a także jakość materiału odgoryczonego, pozwalająca na szerokie wykorzystanie go jako komponentu białkowego w paszy. Świadczą o tym wyniki uzyskane w doświadczeniu żywieniowym z kaczkami. Wyniki tych badań ilustruje rys. 1.

Z rysunku tego wynika, że nasiona odgoryczone odmiany Mirela dają istotnie większe przyrosty masy ciała kaczek, w porównaniu z grupą karmioną nasionami nieodgoryczonymi. W badaniach tych stwierdzono również, że kaczki skarmiane nasionami odgoryczonymi charakteryzowały się większą grubością mięśnia piersiowego oraz większym udziałem mięśni w tuszce (41,42).





Rys.1. Wpływ żywienia kaczek na masę ciała paszą z dodatkiem łubinu. Średnie oznaczone odmiennymi literami różnią się statystycznie istotnie: A-B i B-C przy  $P \leq 0,05$  i A-C przy  $P \leq 0,01$ .

### b. Perspektywy wykorzystania ekstraktu łubinowego

W procesie odgoryczania nasion łubinu opisaną metodą uzyskuje się obok materiału wzbogaconego w białko, cenne naturalne składniki (węglowodany, wolne aminokwasy, peptydy, alkaloidy, substancje mineralne, kwasy organiczne itp.). Jest rzeczą zrozumiałą, że wykorzystanie ekstraktu, stanowiącego w dotychczasowych opracowaniach produkt uboczny, miałoby istotny wpływ na efekty ekonomiczne procesu odgoryczania, dostarczając produkty o określonym znaczeniu gospodarczym.

Z doniesień literaturowych wynika, że alkaloidy łubinowe mogą pełnić funkcję broni chemicznej skierowanej przeciwko agresji świata zewnętrznego (zwierzęta, owady, bakterie, grzyby). Hipoteza ta znajduje ostatnio wielu zwolenników na całym świecie (26,43,44). Badania Krzymańskiej (45) oraz Węgorka i Krzymańskiej (46,47) nad rolą i funkcją alkaloidów w odporności niektórych odmian łubinu na mszycę



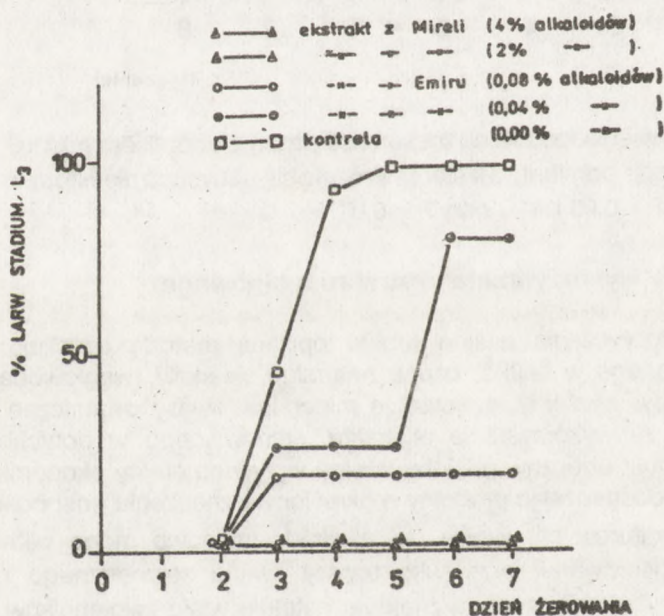
grochową (*Acyrtosiphon pisum Harris*) potwierdziły jednoznacznie ich wpływ na zahamowanie rozwoju populacji tego szkodnika. Hill (31) donosi o wykorzystaniu ekstraktu alkaloidowego w podniesieniu plonu roślin. W podobnym kierunku wykorzystania ekstraktu prowadzone są badania przez Kahnta i Hijazi (25).

Zdaniem niektórych autorów, ekstrakt tubinowy uzyskiwany w procesie odgoryczania może mieć nawet większą wartość od odgoryczonego materiału (4).

Obserwacje nad wpływem oprysku ziemniaków ekstraktem tubinowym na żerowanie i rozwój populacji stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata Say.*) oraz badania nad właściwościami plonotwórczymi ekstraktu prowadzone były w kooperacji z Instytutem Ochrony Roślin w Poznaniu oraz Akademią Techniczno-Rolniczą w Bydgoszczy.

Testy przeprowadzone na wybór pokarmu przez stonkę oraz rozwój jej larw prowadzono w doświadczeniu laboratoryjnym oraz polowym, w którym wydzielono za pomocą izolatorów pojedyncze krzaki ziemniaków. Stwierdzono, że w kombinacjach, w których rośliny opryskano ekstraktem tubinu gorzkiego (Mirela) w różnym rozcieńczeniu, zdecydowana większość larw wybierała jako pożywienie próby nie opryskiwane (kontrolne), względnie opryskane ekstraktem z tubinu słodkiego (Emir). Podobną zależność obserwowano w przypadku żerowania chrząszczy (48).

Przeprowadzono również obserwacje nad wpływem oprysku liści ziemniaka ekstraktem tubinowym na rozwój larw stonki ziemniaczanej. Doświadczenie prowadzono w izolatorach, w których umieszczano po 15 larw stadium  $L_2$ . W badaniach stosowano roztwory ekstraktów o takim samym stężeniu co w testach na wybór pokarmu – zawierające 2 i 4% alkaloidów. Wyniki tych badań przedstawiono na rys. 2.



Rys.2. Wpływ oprysku liści ziemniaka ekstraktami tubinowymi na rozwój larw stonki stadium  $L_2$ .



Oprysk ekstraktem, jak widać, powoduje istotne zahamowanie rozwoju larw stonki, choć jego stopień oddziaływania zależy od stosowanego oprysku. Zdecydowany wpływ na zahamowanie rozwoju larw obserwuje się w przypadku oprysku liści ekstraktem uzyskanym z nasion łubinu gorzkiego.

Przeprowadzone badania wskazują na potencjalne możliwości zastosowania ekstraktu jako naturalnego środka ochrony roślin. Do oprysku stosowano ekstrakty uzyskiwane z nasion łubinu wąskolistnego, odmian słodkiej (Emir) i gorzkiej (Mirela). Ekstrakty te różniły się składem ilościowym alkaloidów (0,87% – Emir i 4,3% – Mirela). Różnice występowały również w zawartości innych składników (cukry, wolne aminokwasy, peptydy, kwasy organiczne). Wydaje się jednak, że związki te nie mają bezpośredniego wpływu na rozwój larw stonki, jakkolwiek nie można wykluczyć ich działania synergicznego.

W świetle badań Winka (26), a także innych (4,45), alkaloidy pełnią funkcję ochronną, stanowiąc broń chemiczną skierowaną przeciw agresji świata zwierzęcego, m.in. owadów. Obserwacje nasze w całości potwierdzają tę funkcję alkaloidów. Działanie toksyczne ekstraktu jest skorelowane z zawartością alkaloidów i tym należy tłumaczyć znacznie silniejsze działanie ekstraktu z nasion Mireli w porównaniu z ekstraktem z Emiru.

Oczywiście dyskusja wyników na tym etapie badań nie może być pełna i wyciągnięcie ostatecznych wniosków na podstawie przeprowadzonych obserwacji byłoby przedwczesne. W przeprowadzonym doświadczeniu nie uwzględniono szeregu istotnych kwestii, jak np. czy oprysk ziemniaków ekstraktem będzie działał odstrasżająco na chrząszcze w okresie składania jaj? Jaki wpływ będzie wywierał na wylęgowość larw? Jak pozostałe składniki ekstraktu wpływają na właściwości ekstraktu? Podobnych pytań jest znacznie więcej, a odpowiedź na nie mogą przynieść dalsze systematyczne badania prowadzone obecnie w tym kierunku.

Szczególne zainteresowanie wzbudza ekstrakt łubinowy jako środek stymulujący rozwój roślin uprawnych. W kierunku tym prowadzone są (w kooperacji z Akademią Techniczno-Rolniczą w Bydgoszczy) badania polowe na terenie województwa bydgoskiego. Ostatnio do badań tych włączyły się również Akademia Rolnicza i Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Poznaniu. Z uwagi na dwuletni cykl doświadczeń polowych, prowadzonych wg tego samego schematu, ograniczę się do omówienia wyników uzyskanych w latach 1987-88 na terenie województwa bydgoskiego.

Doświadczenia ściśle polowe prowadzono w układzie bloków losowanych w trzech powtórzeniach, a powierzchnia jednego poletka wynosiła w zależności od gatunku rośliny od 20 do 35 m<sup>2</sup>. Do oprysku stosowano ekstrakt uzyskany z nasion łubinu gorzkiego *L. angustifolius* odm. Mirela, zawierający ok. 4% alkaloidów i ok. 40% sm. Oprysk roślin wykonywano jednorazowo, następującymi dawkami ekstraktu: 0 (kontrola); 12,5; 25; 50; 100 i 200 dm<sup>3</sup>/ha. Przed opryskiem ekstrakt rozcieńczano wodą dziesięciokrotnie. Opryski wykonywano w następujących fazach:

- dla roślin zbóżowych – początek strzelania w źdźbło, skala Feekesa 5,
- dla ziemniaków – początek pączkowania,
- dla buraków – zakrycie międzyrzędów,
- inne – pączkowanie.



Reakcje poszczególnych roślin na oprysk ekstraktem były bardzo zróżnicowane, ale zasadniczo wszystkie badane rośliny wykazały wzrost plonu. Informują o tym dane zawarte w tab. 3.

Tabela 3

### Wpływ oprysku roślin ekstraktem tubinowym na wysokość plonu

Roślina	1987		1988	
	plon bez oprysku dt/ha	przyrost plonu po oprysku %	plon bez oprysku dt/ha	przyrost plonu po oprysku %
jęczmień				
odm. Goplański	33,8	30,8	39,0	15,1
odm. Popiel	31,5	59,4	45,7	0,0
odm. Maron	42,5	35,3	38,3	12,2
pszenica odm. Gama	50,0	38,6	46,4	36,8
pszenżyto odm. Dagro	42,0	65,9	43,6	12,6
pszenica odm. Jara	69,8	16,3	36,2	28,4
jęczmień odm. Bielik	48,2	13,7	36,4	4,7
buraki cukrowe (korzeń)	472,2	38,0	363,0	23,4
pomidor	437,1	27,0	350,0	15,6
ziemniak	278,7	72,7	237,6	15,5

Zróżnicowanie plonu pod wpływem oprysku ekstraktem tubinowym w latach 1987-88 jest wyraźne i może być powodowane różnymi czynnikami, np. opadami (duża ilość opadów w 1987 r. i bardzo suche miesiące w okresie intensywnej wegetacji w 1988 r.).

Dyskusja wyników na obecnym etapie badań wydaje się jednak przedwczesna, ponieważ nie może objąć szeregu bardzo istotnych kwestii, dotychczas całkowicie nie wyjaśnionych, jak np. optymalizacja stężeń stosowanych ekstraktów, jaki okres ontogenezy poszczególnych roślin jest najkorzystniejszy dla przeprowadzenia zabiegu, określenie substancji lub grupy związków odpowiedzialnych za aktywność biologiczną ekstraktu itp.

Bardzo ciekawe i interesujące wydają się dotychczasowe badania nad określeniem wartości żywieniowej roślin po oprysku. Wskazują one, że rośliny opryskane ekstraktem mają wyższe wskaźniki: strawności, BV, NPU oraz korzystniejszy skład aminokwasowy (49).



### 3. Zakończenie

Na połowie obszaru Polski, gdzie przeważają gleby lekkie, łubin gorzki może stać się jedną z najważniejszych roślin przemysłowych.

Zwiększenie arealu uprawy łubinów powinno całkowicie rozwiązać problem białka, spowodować zdecydowany wzrost pogłowia zwierzęcego, ograniczyć import soi, wpłynąć dodatnio na stopień żyzności naszych gleb oraz dostarczyć wiele cennych naturalnych produktów mogących wpłynąć na plonowanie roślin oraz przyczynić się do rozwoju rolnictwa ekologicznego w naszym kraju.

### Literatura

1. Guénault B., (1985), Proc. Nut. Soc., 44, 31-35.
2. Rutkowski A., (1983), Postępy Nauk Rolniczych, 5, 3-10.
3. Twardowski T., (1988), Problemy, 8, 505.
4. Ważbiński A., (1986), Postęp w rolnictwie, 18-25.
5. Hang Y. D., (1981), Food processing waste management, J. H. Green, A. Kramer, Avi Publishing Co. Inc. West Port Canet.
6. Prądecka K., Sztraballo W., (1975), Przem. Spoż., XXIX, 425-429.
7. Lopez-Bellido L., Fuentes M., (1986), Adv. Agronom., 40, 239-295.
8. Mikołajczyk J., (1974), Nasiona roślin strączkowych źródłem białka. PWRiL, Poznań.
9. Williams W., (1984), Agriculture, 13, 69-76.
10. Święcicki W., Święcicki W. K., (1981). Rośliny strączkowe źródłem białka paszowego. PWRiL, Poznań.
11. Barbacki S., (1972), Łubin, PWRiL, Warszawa.
12. Rowland I. C., Mason M. G., Hamblin J., (1986), Proc. 4<sup>th</sup> Int. Lupin Conf., Geraldton, 96-111.
13. Herring D. F., (1982), in: Nitrogen fixation in legumes, red. Vincent J. M., 123-136, Academic Press, Sydney.
14. Baylis J. M., Hamblin J., (1986), Proc. 4<sup>th</sup> Int. Lupin Conf., Geraldton, 161-172.
15. Rowland I. C., Helse N. J., Fitzpatrick E. N., (1980), Proc. Int. Congress on Dryland Farming, Adelaide, 676-698.
16. Fukamachi K., (1986), Proc. 4<sup>th</sup> Int. Lupin Conf., Geraldton, 77-82.
17. Handelmann W., (1984), Theor. Appl. Genet., 68, 1-9.
18. Twardowski T., (1985), Przegląd Techniczny, 21, 26.
19. Pastuszewska B., (1985), Czynniki wpływające na wartość pokarmową bobiku, grochu i łubinu dla zwierząt nieprzeżuwających. Praca habilitacyjna, Ossolineum.



20. Kamiński J., (1985), *Mat. Konf. Nauk.-Techn. Problemy roślin strączkowych*, Poznań, 43-48.
21. Święcicki W., (1985), *Postęp Nauk Rolniczych*, 5, 54-65.
22. King R. M., (1981), *Anim. Feed Sci. Technol.*, 6, 285-296.
23. Gladstones J. S., (1970), *Field Crop Abstracts*, 23, 123-148.
24. Becker M., Nehring K., (1965), *Handbuch der Futtermittel*, Verlag P. Parey, Hamburg und Berlin, 216-305.
25. Kahnt G., Hijazi A. L., (1986), *Proc. 4th Int. Lupin Conf.*, Geraldton, 303.
26. Wink M., (1984), *Z.Naturforsch*, 39, 553-558.
27. Hudson B. J. F., (1979), *Qual. Plant.- Pl. Fds. Nutr.*, 29, 245-251.
28. Hatzold T., Gonzales J., Bocanegra M., Gross R., Elmadfa I., (1982), in: *Agricultural and Nutritional Aspects of Lupines*, red. Gross R., Bunting E. S.
29. Blaicher F. M., Nolte R., Mukherjee K. P., (1981), *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 58, 761-765.
30. Ortiz I. G. F., Mukherjee K. D., (1982), *JAOCS*, 59, 241-244.
31. Hill G. D., (1985), *Lupin Newsletter*, 8, 14-23.
32. Van der Zijden A. G., (1962), *Nature*, 195, 1060-1062.
33. Aguilera J. M., Trier A., (1978), *Food Tech.*, VIII, 70-76.
34. Sosulski F. W., Holt N. W., (1980), *Can.J.Plant Sci.*, 60, 1327-1331.
35. Gulewicz K., (1988), *Badania nad kompleksowym wykorzystaniem białka i innych składników nasion łubinu gorzkiego. Rozprawa habilitacyjna.*
36. Bogdanov G. A., (1986), *Proc. 4th Int. Lupin Conf. Geraldton, Australia*, abs. 299.
37. Pastuszewska B., Smulikowska S., Buraczewski S., (1978), *Rocz. Nauk Rol.*, ser.B, 98, 7-15.
38. Cristofaro E., Mottli F., Whurmann J. J., (1974), *Sugars in nutrition*, red. Supple, McNutt K. W., Academic Press.
39. Wagner J. R., Backer R., Gumann M. R., Olson A. C., (1976), *J. Nutr.*, 106, 466-470.
40. Markiewicz M., Villanueva V. R., Santerre A., (1988), *Proc. 5th Lupin Conf.*, Poznań, 307-314.
41. Karasiński D., Bednarczyk M., Peretiatkiewicz M., Gulewicz K., (1988), *Biuletyn PAN*, ser. biol. (w druku).
42. Bednarczyk M., Karasiński D., Michalski Z., Markiewicz M., Gulewicz K., (1988), *Lupin Newsletter* (w druku).
43. Twardowski T., (1987), *Wiadomości Chemiczne*, 41, 393-408.
44. Tyski S., Markiewicz M., Gulewicz K., Twardowski T., (1988), *J. Plant Physiol.*, 133, 240-242.
45. Krzymańska J., (1967), *Biuletyn Instytutu Ochrony Roślin*, 36, 237-247.



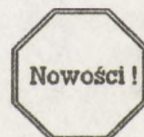
46. Węgorzek W., Krzymańska J., (1968), Prace Naukowe IOR, 10, 1, 7-30.
47. Węgorzek W., Krzymańska J., (1971), Prace Naukowe IOR, 13, 1, 7-23.
48. Krzymańska J., Waligóra D., Michalski Z., Peretiatkowicz M., Gulewicz K., (1988), Bull. Acad. Pol. Sci., 36, 1-3, 45-52.
49. Cwojdzński W., Michalski Z., Nowak K., Gulewicz K., (1988), Lupin Newsletter (w druku).

## Summary

### New directions of bitter lupine seed utilization

During studies on the complex utilization of protein and other bitter lupine seed components, conducted in the Institute of Bioorganic Chemistry, Polish Academy of Sciences in Poznań, a new method of removing of antinutritional factors (alkaloids, oligosaccharides of raffinose family) was elaborated. It consists in extraction of properly prepared lupine seeds with aqueous solutions of alcohols. As a result of this process, a fully valuable high-protein fodder and an extract containing other natural products (alkaloids, free amino acids, peptides, sugars, organic acids, etc.) were obtained. It was also clearly showed that lupine extracts could find potential application in national economy as natural plant protection means and also as a crop increasing factors.

Krzysztof Gulewicz, Instytut Chemii Bioorganicznej PAN,  
ul. Noskowskiego 12, 61-704 Poznań.



## Patent na odmianę kukurydzy odporną na herbicyd

Amerykańska firma biotechnologiczna Molecular Genetics, Inc. otrzymała pierwszy patent na mieszańca kukurydzy, który posiada gen warunkujący oporność na herbicydy zawierające imidazol. Patent obejmuje także kultury tkankowe i nasiona mieszańca. Uważa się, że nasiona kukurydzy odpornej na imidazol ukażą się w sprzedaży najpóźniej w 1992 r.

**M.F.**