

EDMUND NOWACKI

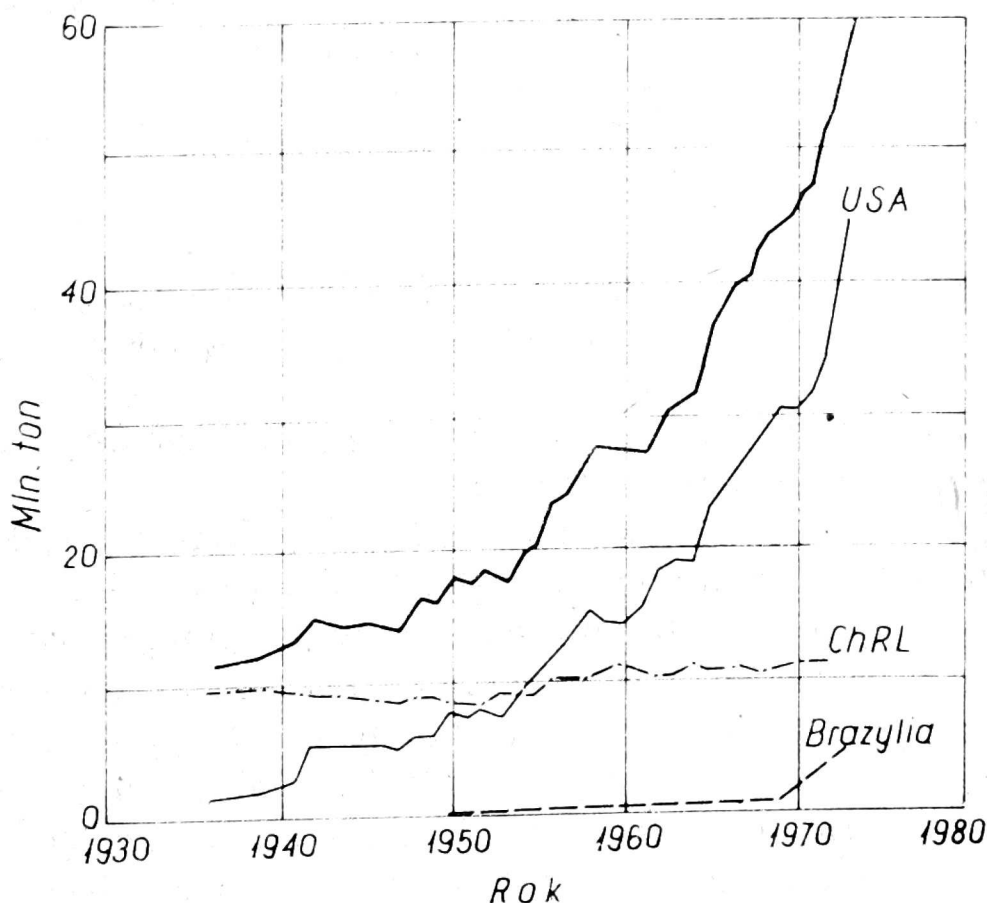
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

O WYŻSZE I LEPSZE PLONY ROŚLIN STRĄCZKOWYCH

Okolo 8 kg białka spożywczege przez statystycznego mieszkańca Ziemi to białko nasion roślin strączkowych. Stanowi to, okolo 20% sumy spożywczege białka roślinnego, o wiele więcej białka roślin motylkowych stanowi paszę dla zwierząt i w pośredni sposób staje się źródłem niezbędnych aminokwasów w żywieniu człowieka.

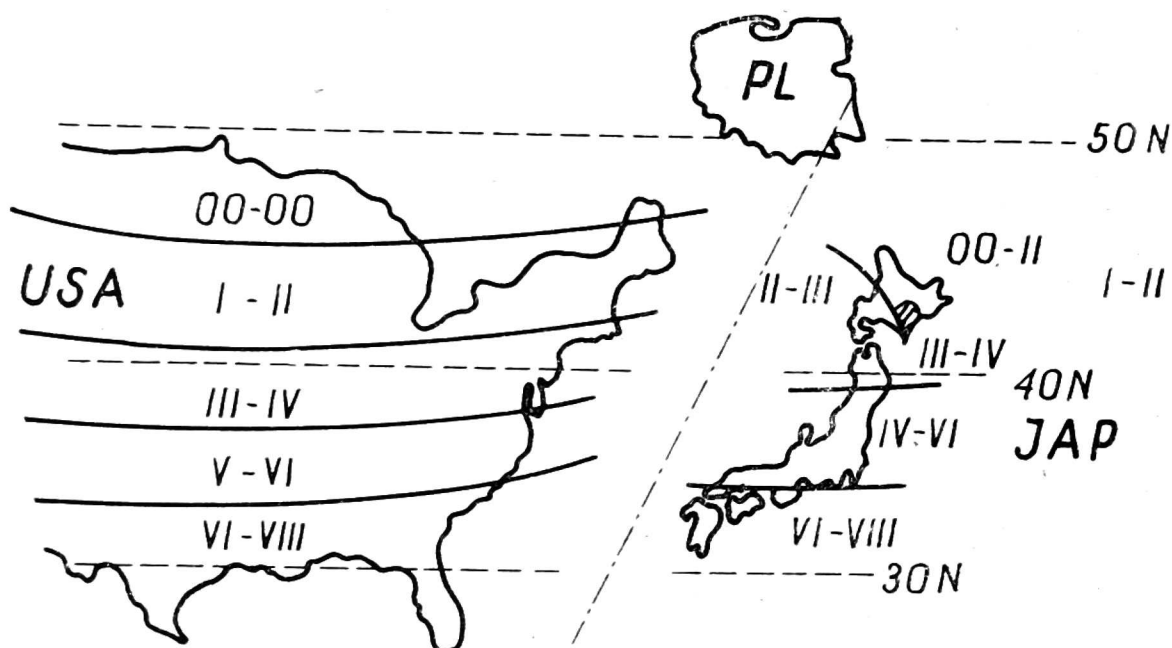
Sumując więc białko nasion strączkowych spożywanych bezpośrednio oraz to, które służy za paszę, okaże się, że rośliny strączkowe są po zbożach drugim co do ważności producentem białka. Zawartość białka w ziarnach zbóż jest jednak bardzo niska, stąd konieczność uzupełniania diety produktami o wysokiej zawartości białka.

Oprócz mączki rybnej i ubocznych produktów przemysłu mięsnego, najlepszymi koncentratami białka są nasiona roślin strączkowych.



Rys. 1 Wzrost światowych plonów nasion soi u trzech głównych producentów wg USDA.

Spośród kilkuset gatunków roślin motylkowych uprawianych na ziarno, pierwsze miejsce zajmuje soja i jej znaczenie wzrasta. Dla przykładu: produkcja soi w USA w 1930 roku wynosiła 14 mln, a w roku 1973 półtora mld buszli (rys. 1). Ponad stukrotny wzrost produkcji tylko w jednym kraju świadczy o dużej roli soi jako surowca białkowego. Jako ciekawostkę można dodać, że wartość eksportowanej z USA soi wynosi około 3 miliardy dolarów, czyli ponad 5% wpływów z całego eksportu. Obok Stanów Zjednoczonych producentami soi są Brazylia, Chiny, Japonia, Indonezja oraz niektóre rejony ZSRR. Próby uprawy soi w Europie, a szczególnie w Europie środkowej, nie powiodły się. W krajach śródziemnomorskich główną przeszkodą jest suche lato, a na północ od Alp i Karpat, długość dnia i wilgotna jesień (rys. 2), [31].



Rys. 2 Dobór odmian soi wg wymagań czasu w ciemności w ciągu doby gr 00—9,5 h gr VIII. 11,5 h. [31 uzupełnione].

Niska ocena amerykańskiej soi zahamowała badania nad hodowlą roślin strączkowych na ziarno w Europie.

Analizując rozwój rolnictwa europejskiego, można dojść do wniosku, że w Europie dobrze się przyjmują rośliny pochodzące z bliskiego Wschodu i z basenu Morza Śródziemnego, natomiast istnieją trudności przy aklimatyzacji gatunków zarówno dalekowschodnich jak i meksykańskich. Przyczyną jest prawdopodobnie nie tylko długość dnia lecz inna kolejność okresów deszczu i suszy. Z rejonów bliskiego Wschodu i z nad Morza Śródziemnego pochodzą nasze gatunki roślin strączkowych: groch, bób i łubin. Dwa pierwsze gatunki były od wieków uprawiane na pokarm dla ludzi. Selekcja faworyzowała formy bogate w skrobię, łatwo się rozgotowujące.

Łubin biały jest starym gatunkiem uprawnym, natomiast łubin wąskolistny i żółty są uprawiane od nieco ponad stu lat. Początkowo te gatunki uprawiano w ogrodach na kwiaty, później na zielony nawóz. Po znalezieniu w 1929 r. pierwszych mutacji niskoalkaloidowych, rozpoczęto uprawę łubinów na zielonkę przeznaczoną na paszę dla przeżuwaczy.

Jakość nasion roślin strączkowych. Na podstawie analiz chemicznych całego białka, można krajowe rośliny strączkowe uznać za zbliżone do soi, ustępują jej jednak, gdyż albo są jakościowo gorsze, tzn. zawierają mniej lizyny albo też przy dobrej jakości białka zawartość jego w ziarnie jest zbyt niska i do mieszanek paszowych, musimy dodawać zbyt dużo nasion strączkowych. Duży udział strączkowych w mieszance pastewnej nie jest wskazany z kilku względów:

1. Plon nasion strączkowych jest niższy od plonu zbóż, co za tym idzie cena kwintala jest wyższa.

2. Białka większości roślin strączkowych są bogate w inhibitory trypsyny — peptydy zapobiegające butwieniu nasion, ale również obniżają strawność.

3. Nasiona roślin strączkowych zawierają wiele bliżej niezidentyfikowanych substancji, obniżających smakowitość, hamujących rozwój zwierząt i powodujących inne zaburzenia w metabolizmie.

Mankamenty te charakteryzują wszystkie nasiona roślin motylkowych a więc i soję. Prawidłowe wykorzystanie nasion strączkowych jest więc w dużej mierze problemem zootechnicznym, który jednak łatwiej rozwiązać, dysponując nasionami o wyższej zawartości białka. Zrozumiały jest więc lepszy efekt żywieniowy mieszanki łubinu z jęczmieniem od mieszanki grochu z jęczmieniem. Mimo, że skład aminokwasowy białek grochu jest bliższy wymaganiom żywieniowym aniżeli białek łubinu, to ze względu na wyższą zawartość białka w łubinie, tego ostatniego musimy dodać do paszy mniej niż grochu.

Kierunek hodowli form o obniżonej zawartości białek antytrypsynowych jest nierealny, gdyż nasiona takie byłyby pod wieloma względami gorsze, łatwiej by butwiały i porastały w czasie dojrzewania, wschody byłyby słabsze, szczególnie przy niekorzystnym przebiegu pogody w czasie dojrzewania i zbiorów.

Nasiona soi i łubinów, a w mniejszym stopniu niektórych form fasoli akumulują w miejsce skrobi — zapasowy węglowodan z grupy galakto-arabanów. Substancja ta w przeciwieństwie do skrobi jest prawie niestrawna dla nie przeżuwaczy. Brak skrobi powoduje również to, że nasiona te nie rozgotowują się.

Pierwsze formy łubinu, które akumulują skrobię zostały niedawno

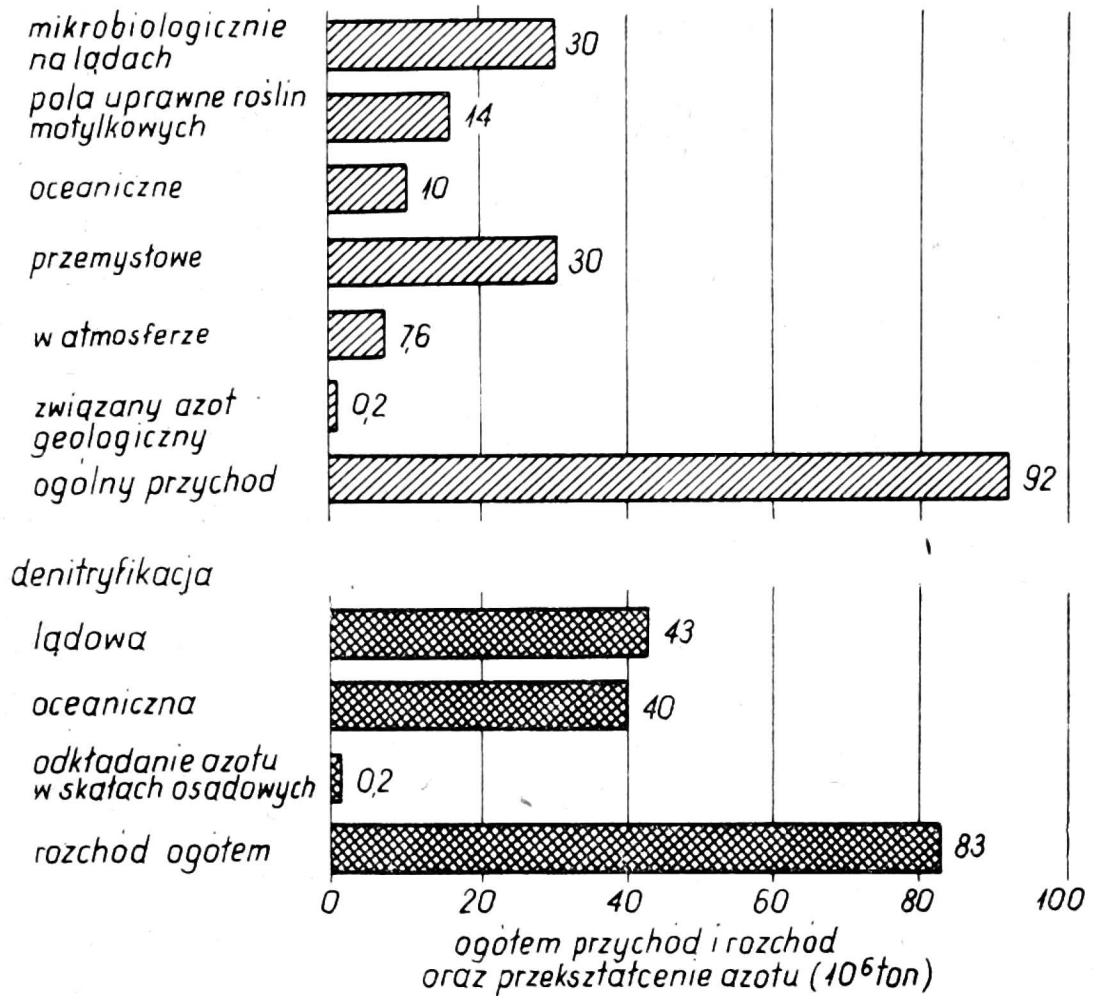
znalezione w odległym mieszańcu. Mogą one stanowić cenny materiał wyjściowy do dalszej hodowli i łatwiej strawnych roślin.

Międzynarodowy Kongres w Kew pod Londynem

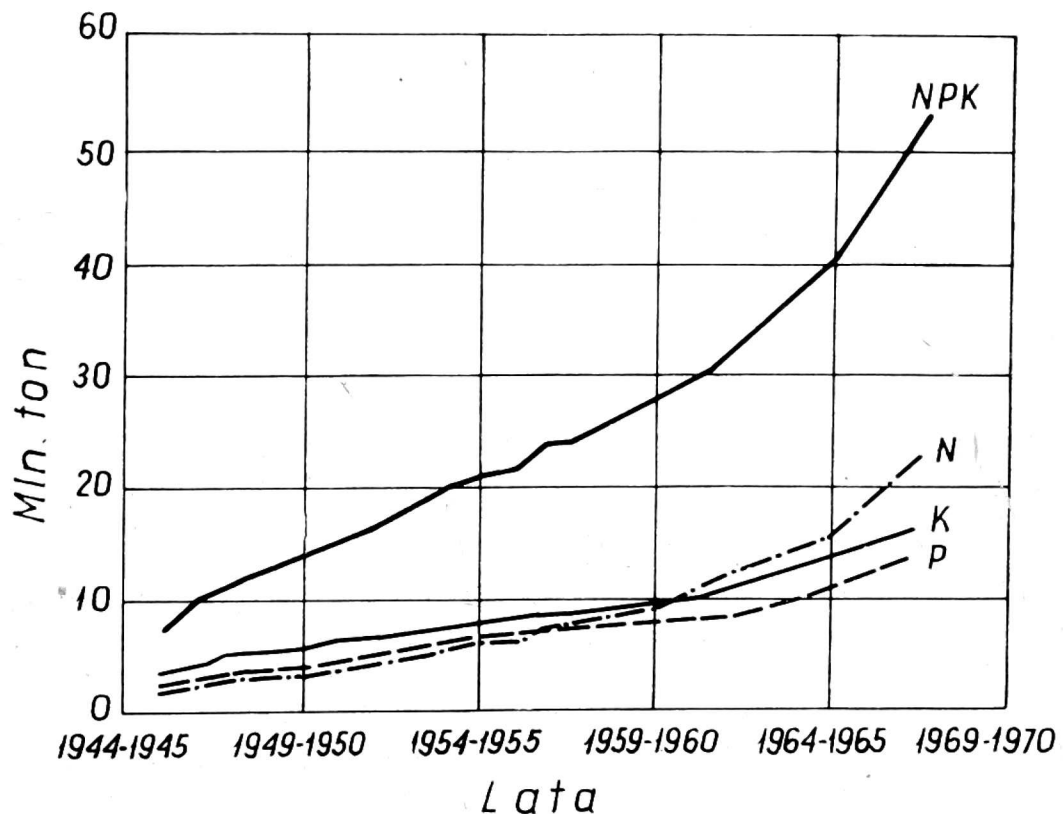
W dniach od 24 lipca do 5 sierpnia 1978 roku odbył się na terenie ogrodu botanicznego w Kew kongres poświęcony roślinom strączkowym. Dwa tygodnie obrad podzielone były na dwie sesje — botaniczną i rolniczą.

Na uwagę zasługuje organizacja kongresu. W przeciwieństwie do większości międzynarodowych spotkań na których wygłasza się setki bardzo krótkich doniesień, na tym kongresie były tylko referaty zaproszonych przez organizatorów specjalistów z określonej dziedziny badań nad roślinami strączkowymi. Referenci byli proponowani przez organizatorów już w czerwcu 1977 roku. Organizatorami kongresu byli: Dyrekcja Ogrodu Botanicznego w Kew, Laboratorium Nauk o Roślinie Uniwersytetu w Reading oraz Ministerstwo Rolnictwa i Rybołówstwa Zjednoczonego Królestwa, dalej udział w organizacji kongresu brała Dyrekcja Ogrodu Botanicznego w St. Louis Missouri USA i Departament Rolnictwa USA.

Sesja botaniczna obejmowała zagadnienia systematyki, biochemii i cytologii roślin strączkowych. Na szczególną uwagę w tej sesji zasługiwały referaty: prof. E.A. Bella z Kings College w Londynie — o niebiałkowych aminokwasach, dr Boultera — o białkach roślin strączkowych oraz K.P. Wedera o inhibitorach proteaz. Wiele nowych wyników przedstawiono również w referatach prof. J.B. Harborne'a o flawonoidach i J.L. Inghama o fitoaleksynach. Sesja rolnicza rozpoczęła się od referatów poświęconych ekonomicznym i ekologicznym aspektom uprawy roślin strączkowych. Referaty te przedstawiały niezadowalający poziom plonów wszystkich roślin strączkowych na nasiona oraz próbowano w nich znaleźć sposoby przeciwdziałania temu. Plony nasion roślin strączkowych wynoszą w skali światowej 8 q/ha. Najwyższe plony otrzymuje się z bobiku i grochu w krajach zachodnioeuropejskich, gdyż średnio wynoszą one 25—27 q/ha, na drugim miejscu znajduje się soja, której średnie plony światowe wynoszą 11 q/ha z tym, że w USA dochodzą do 16 q/ha. Pozostałe rośliny strączkowe plonują z reguły w granicach 4—6 q/ha. Tak niskie plony powodują zmniejszanie się powierzchni uprawy roślin strączkowych i zastępowanie ich uprawą zbóż: pszenicą, kukurydzą lub ryżem. Stosując nowe odmiany tych zbóż i podwyższone nawożenie azotem otrzymuje się plony przewyższające plony roślin strączkowych o sto i więcej procent. Zboża w przeciwieństwie do



Rys. 3 Globalna produkcja azotu związanego i denitryfikacja — dodatni bilans grozi eutrofikacją całego globu [4]



Rys. 4 Produkcja nawozów mineralnych potrzebna do zwiększenia plonów zbóż [4]

roślin strączkowych są dodatkowo mniej wrażliwe na wiele chorób. Argumentem przemawiającym przeciwko zbożom jest konieczność przekształcania kopalnych paliw na nawozy azotowe potrzebne do ich uprawy. Stosowanie soli azotowych powoduje w niektórych rejonach eutrofikację środowiska i zniszczenie istniejących biocenoz. (rys. 3 i 4); [7].

Wielu referentów uważa, że przyczyną braku postępu w plonach roślin strączkowych są bardzo małe nakłady na badania nad tymi roślinami w porównaniu choćby do nakładów na hodowlę zbóż. Spośród biologicznych przyczyn niskich plonów za jedną z ważniejszych uważa się nie zawsze wydajną współpracę zespołu rośliny strączkowej z bakterią brodawkową. Bardzo ważnym czynnikiem ograniczającym plony roślin strączkowych jest ich fotoperiodyzm. Wiele bardzo plennych gatunków z rodzajów *Glicine* (soja) i *Vigna* plonuje zadowolająco tylko przy określonej długości dnia. Tak więc opłacającą się uprawę soi można prowadzić tylko w pasie od 30° do 50° szerokości geograficznej, z tym, że jeżeli zajdzie konieczność opóźnienia siewu zmienia się dobór form to znaczy nawet w tej samej szerokości geograficznej inne odmiany siewy przy wysiewie w marcu a inne przy wysiewie w maju [31]. Wiele nadziei wiąże się z wykorzystaniem nowo znalezionych dzikich gatunków z rodzajów *Glicine*, *Arachis*, *Phaseolus* i *Pisum* do hodowli odmian o większej tolerancji na choroby lub co byłoby również pożądane o większej plastyczności biologicznej np. tolerancji na długość dnia.

Najmniej miejsca na kongresie poświęcono typowym roślinom pastewnym uprawianym na zielonkę, w dodatku były to prawie wyłącznie gatunki tropikalne lub subtropikalne. Dużo natomiast miejsca poświęcono jakości żywieniowej roślin strączkowych i to zarówno w aspekcie żywienia człowieka jak i żywienia zwierząt. Temu zagadnieniu poświęcono sześć referatów. Referentami byli: prof. D. Boulter, I.E. Liener, F.A. Bliss, R. Bressani i E. Nowacki.

Substancje obniżające wartość żywieniową roślin strączkowych

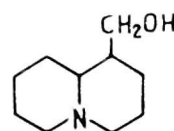
W latach pięćdziesiątych w Polsce bardzo silnie rozwijały się badania wartości odżywczej roślin motylkowych. Prace te były prowadzone w Pracowniach Fitochemii, Zakładu Genetyki Roślin PAN i Zakładu Roślin Pastewnych IUNG.

W 1958 r. odbyła się Międzynarodowa Konferencja [11, 30, 34]. Materiały z tej konferencji opublikowane zostały w dwóch zeszytach Roczników Nauk Rolniczych i w jednym zeszycie problemowym Postępów Nauk Rolniczych. W następnych latach badania te z różnych względów uległy

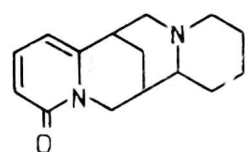
ograniczeniu. Wiele polskich prac z tej dziedziny jest cytowanych w zagranicznych podręcznikach biochemii i genetyki roślin [11, 30, 34].

W tym świetle zrozumiała staje się decyzja, aby referat o substancjach zmniejszających wartość odżywczą roślin motylkowych przygotował delegat z Polski. Na tym miejscu przedstawiam z konieczności w skrócie główne kierunki badań nad substancjami zmniejszającymi wartość odżywczą roślin strączkowych.

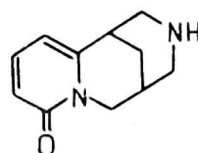
Alkaloidy. Obecność większych ilości alkaloidów może zredukować wartość żywieniową rośliny do zera. Na szczęście cecha wysokiej zawartości alkaloidów jest niezbyt pospolita wśród roślin strączkowych. Tylko około 10% roślin strączkowych akumuluje alkaloidy. Ze względu na strukturę chemiczną alkaloidy możemy zaliczyć do różnych klas. Najważniejsze jednak są alkaloidy chinolizydynowe zwane również alkaloidami łubinowymi. Występowanie alkaloidów łubinowych ograniczone jest do trzech plemion roślin strączkowych: *Sophoseae*, *Podalyriaceae* i *Genisteae*. Alkaloidy te są słabymi truciznami lecz na skutek gorzkiego smaku ograniczają spożycie [20]. Z wyjątkiem alkaloidów o nienasyconych wiązaniach w pierścieniu A, alkaloidy łubinowe nie są truciznami o kumulującym działaniu (rys. 5, 6 i 7). Alkaloidy z nienasyconym pierścieniem A (pirydynowym) są teratogenne dla płodów ssaków. Na szczęście nie spotyka się tego typu alkaloidów w uprawnych gatunkach łu-



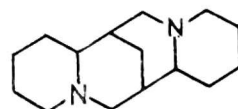
Lupinina



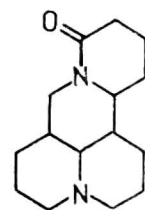
Anagiryna



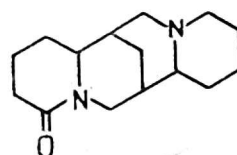
Cytyzyna



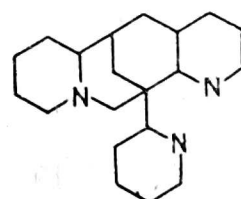
Sparteina



Matryna

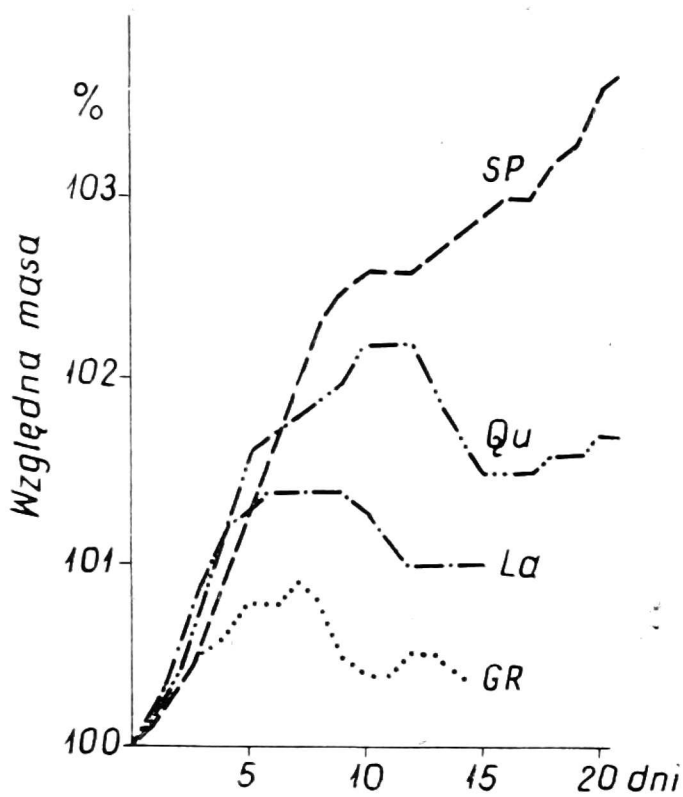


Lupanina

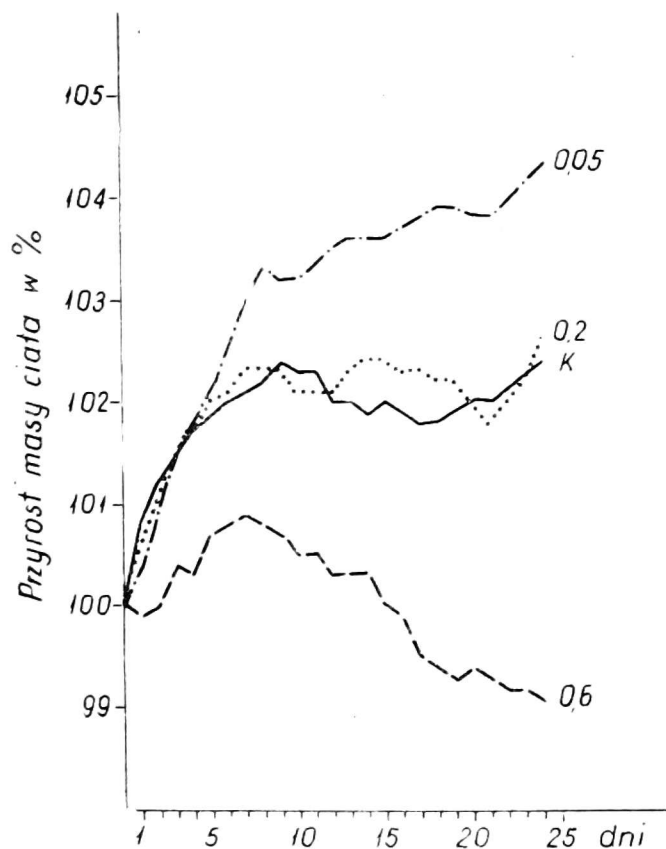


Ormosanina

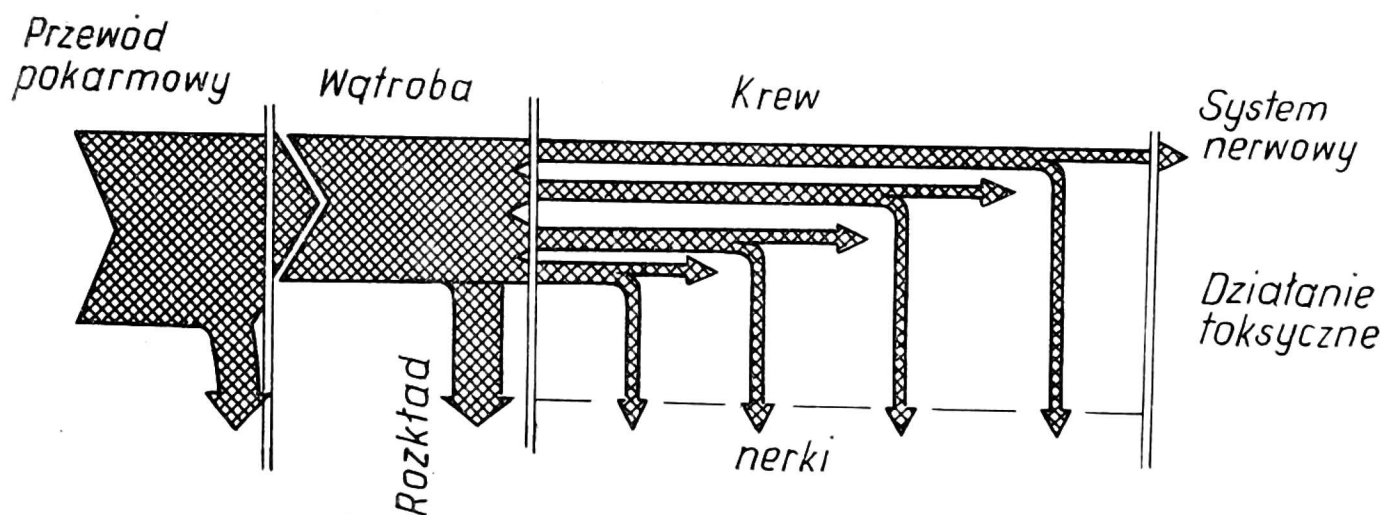
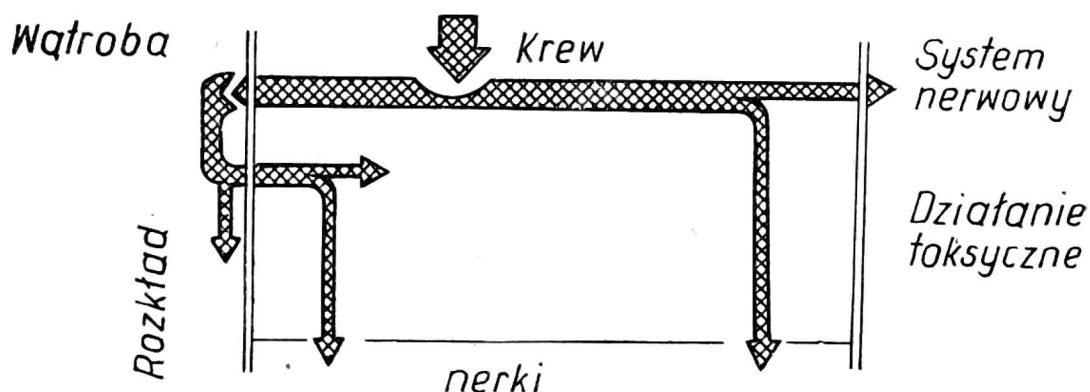
Rys. 5 Alkaloidy chinolizydynowe spotykane w roślinach motylkowych.



Rys. 6 Przyrost masy ciała myszy karmionych paszą z dodatkiem 0,1% alkaloidów. Sp — sparteina Qu — chinina La — lupanina Gr — gramina

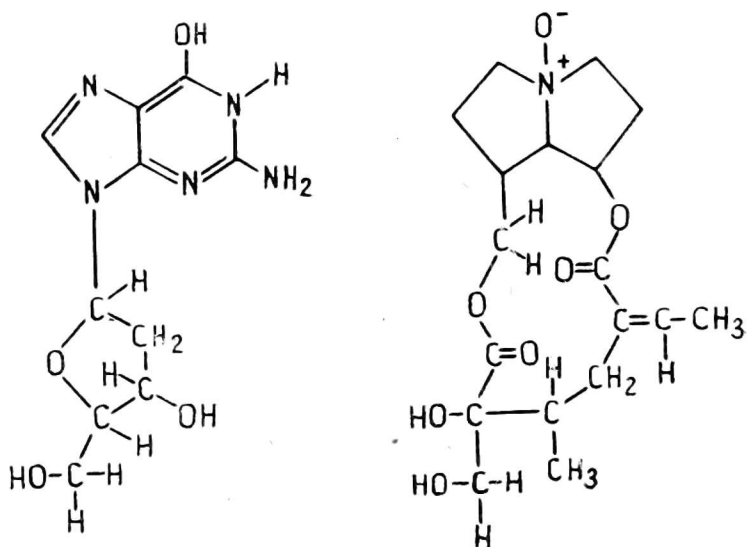


Rys. 7 Przyrost masy ciała myszy karmionych paszą K. -- kontrolna, 0,05, 0,2 i 0,6 z dodatkiem takich ilości mieszaniny alkaloidów łubinowych.

Sparteina podana doustnie*Sparteina podana dożylnie*

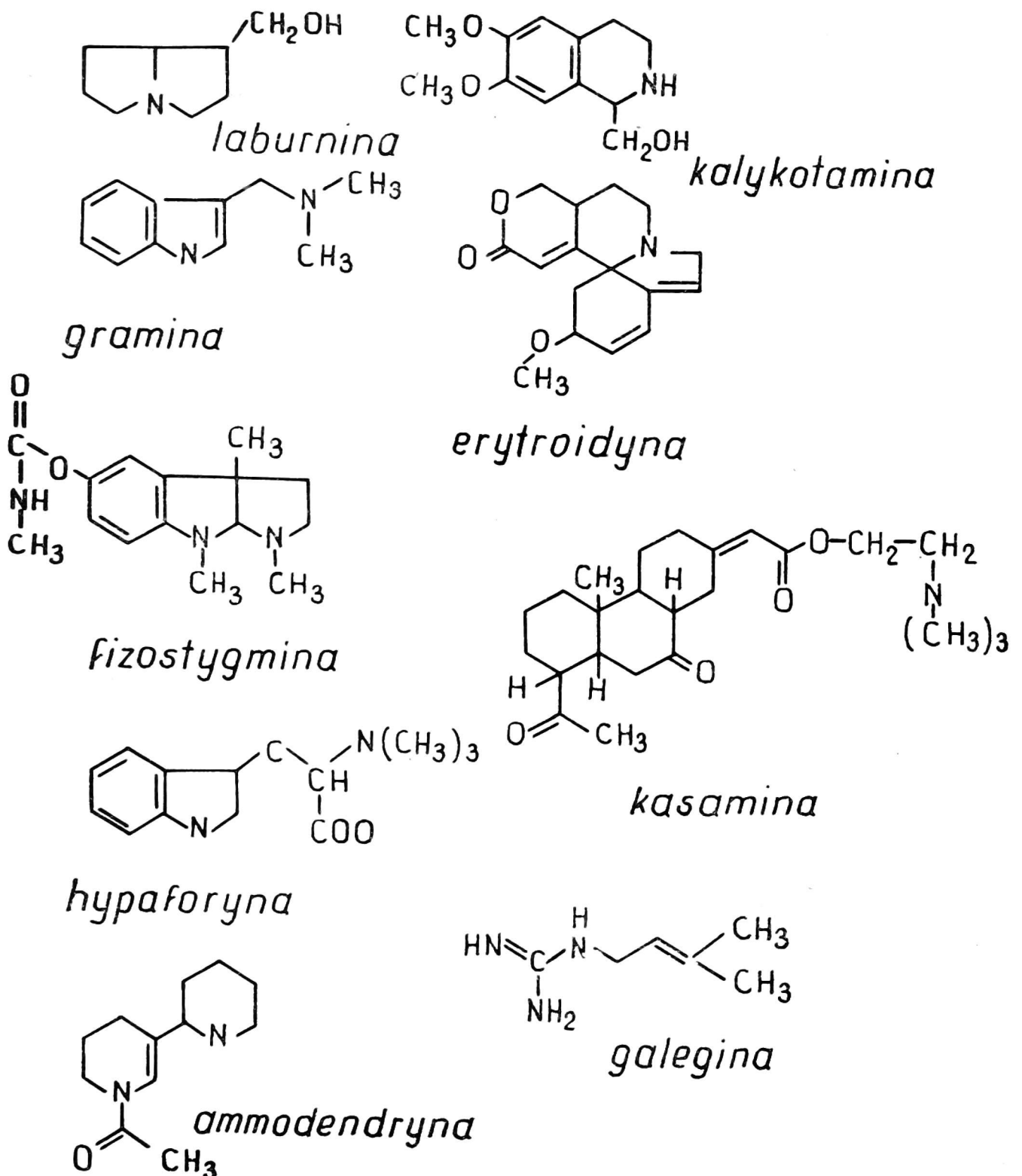
Rys. 8 Wyjaśnienie różnych efektów toksycznych dla alkaloidów chinolizydynowych przy podaniu doustnym i dożylnym. Przy podaniu doustnym stężenie alkaloidów w krwi nie przekracza dawek śmiertelnych [20]

Rys. 9 Po lewej nukleotyd po prawej alkaloid grzechotnicy, — podobieństwo, które jest przyczyną kumulatywnej toksyczności tych alkaloidów [33]



binu [13, 14 i 15]. Od pięćdziesięciu lat są znane łubiny o zmniejszonej zawartości alkaloidów. Obecnie znanych jest około 20 mutacji niskoalkaloidowych w pięciu gatunkach łubiny o zmniejszonej zawartości alkaloidów (rys. 8).

Spośród roślin o gospodarczym znaczeniu i zawierających alkaloidy należy wymienić uprawianą w krajach o cieplejszym klimacie np. w USA, i w Indiach — grzechotnice — *Crotalaria*. W przeciwieństwie do alkaloidów łubinowych, alkaloidy grzechotnicy są truciznami o kumulatywnym działaniu, dodatkowo oprócz działania toksycznego są rakotwórcze [33]. Alkaloidy grzechotnicy są prawie bez smaku stąd tym bardziej niebezpieczne. Wiele tropikalnych i subtropikalnych gatunków z plemienia *Phaseoleae*, a szczególnie z rodzajów *Erithrina* i *Physostigma*

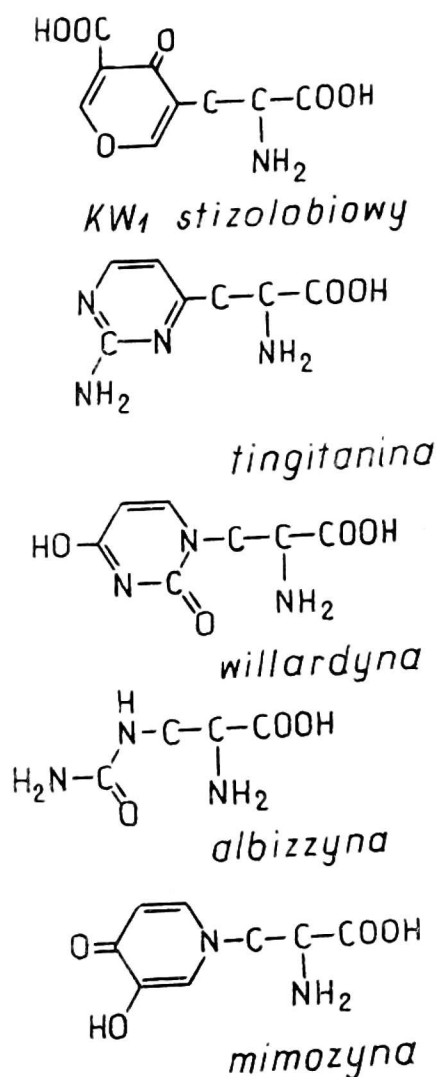


Rys. 10 Mało poznane alkaloidy roślin strączkowych, występujące przede wszystkim w egzotycznych gatunkach

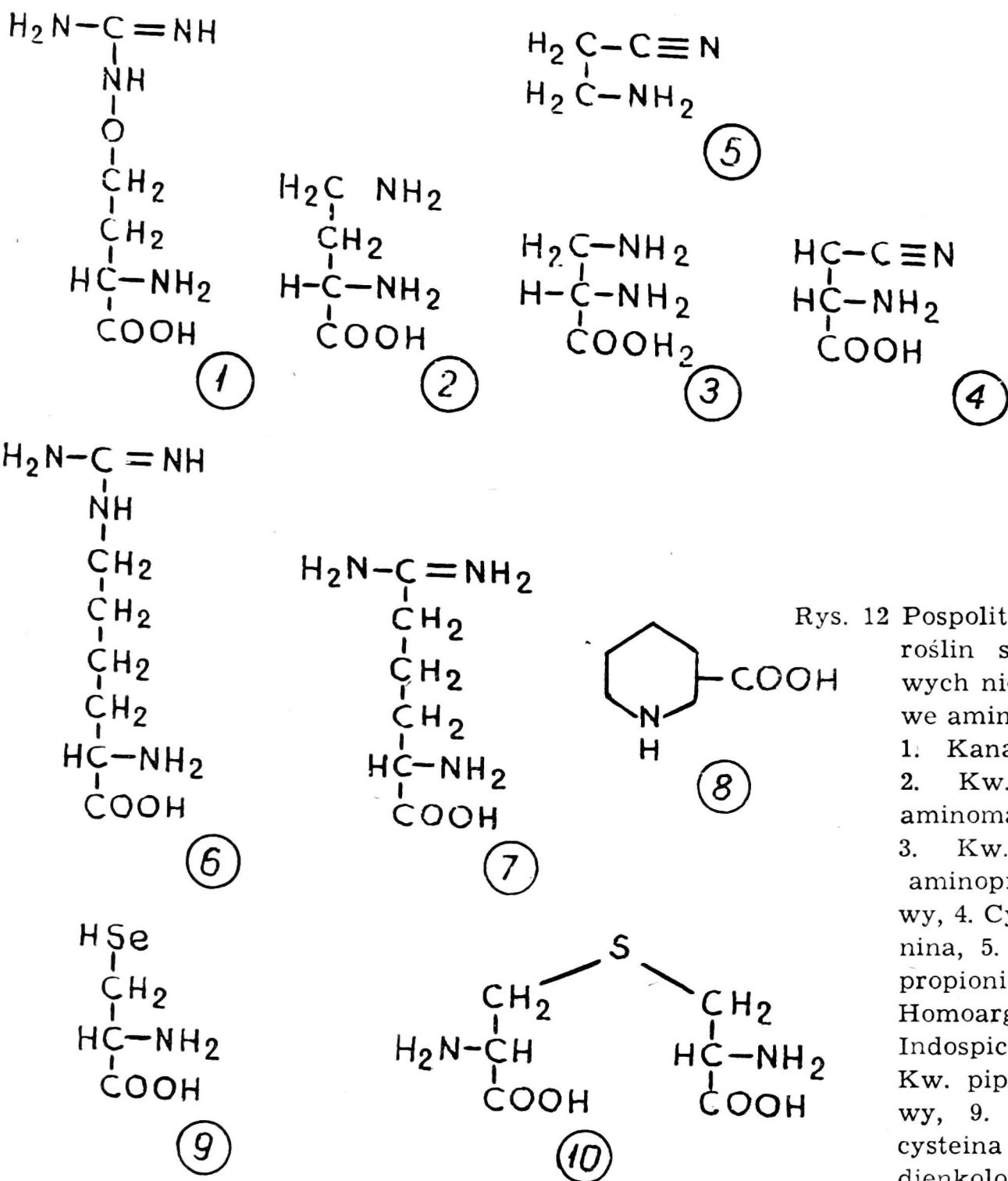
akumulują alkaloidy pochodne indolu, tyrozyny i fenyloalaniny. (rys. 9 i 10); [6, 18, 27].

Najpospolitszym alkaloidem pochodnym indolu jest gramina. Toksyczność jest niska lecz bardzo silnie zmniejsza ona smakowitość paszy [24]. Cecha obecności graminy została wprowadzona przypadkowo do żółtych łubinów uprawnych w wyniku zabiegów prowadzonych do wyhodowania form fuzarioodpornych. Iberyjskie ekotypy łubinu żółtego jak i *L. rothmalerii* zawierają graminę, wśród nich spotyka się również formy odporne na *Fuzarium*. Spośród gatunków amerykańskich *Lupinus hartwegi* zawiera znaczniejsze ilości graminy. Ponieważ można ten gatunek krzyżować z uprawianym w Ameryce łacińskiej *L. mutabilis* istnieje niebezpieczeństwo wprowadzenia graminy do *L. mutabilis*.

Trujące aminokwasy. Wykreślenie granicy między alkaloidami a aminokwasami jest praktycznie niemożliwe, ponieważ wiele alkaloidów jest równocześnie aminokwasami. Typowym przykładem jest mimozyzna (rys. 11). Nie wszystkie niebiałkowe aminokwasy są trujące a przynajmniej nie we wszystkich przypadkach ich antyżywniowe właściwości są znane [29]. Na pewno trująca jest kanawanina spotykana



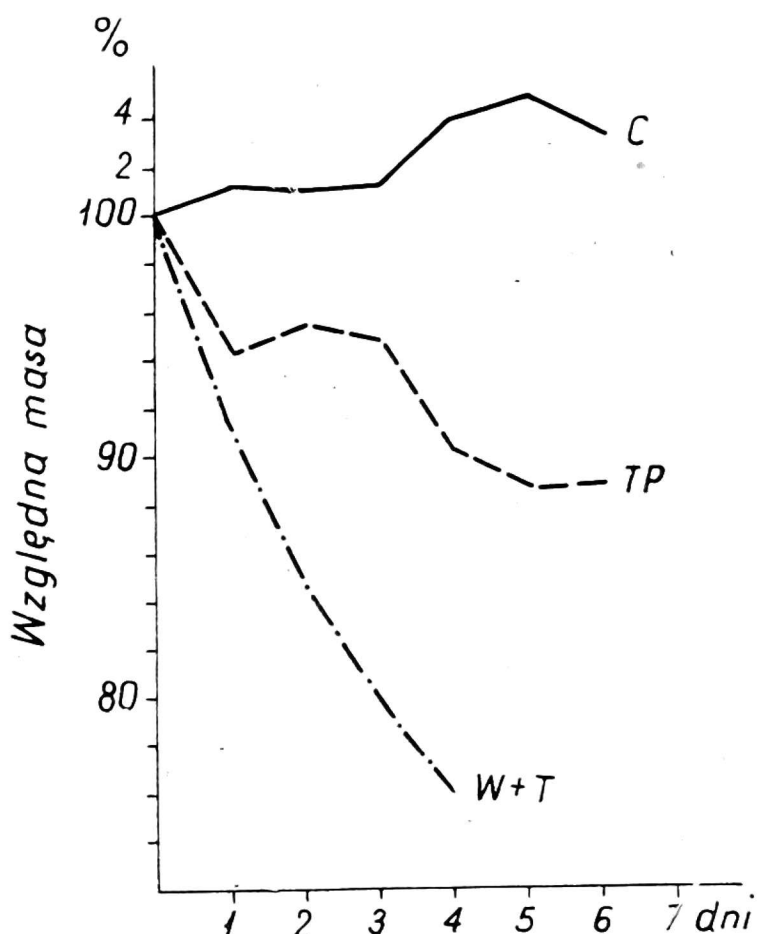
Rys. 11 Trujące aminokwasy roślin strączkowych przypominające strukturalnie alkaloidy



Rys. 12 Pospolite wśród roślin strączkowych niebiałkowe aminokwasy 1. Kanawanina, 2. Kw. dwuaminomasłowy, 3. Kw. dwuaminopropionowy, 4. Cyanoalana, 5. Aminopropionitryl, 6. Homoarginina 7. Indospicyna, 8. Kw. pipekoliny, 9. Selenocysteina 10. Kw. dienkolowy

w wielu gatunkach *Papilionaceae*, (rys. 12). Stwierdzono ją w 60% spośród 540 analizowanych gatunków, [1, 10]. Za wyjątkiem plemion *Podalyriaceae*, *Genisteae* i *Sophoreae*, kanawanina występuje we wszystkich innych plemionach, w każdym znajdują się rodzaje, w których jedne gatunki akumulują kanawaninę np. *Vicia villosa* inne nie np. *Vicia faba*. Rodzaje *Vicia* i *Lathyrus* są szczególnie bogate w toksyczne aminokwasy, (rys. 13), aminopropionitryl powoduje osteolatyryzm u rosnących kręgowców. Inne powodują neurolatyryzm [16, 22]. Toksyczne działanie większości z tych aminokwasów jest jednak jeszcze nie znane. Jak wykazały badania nad lathyryną można się spodziewać efektów toksycznych prawie dla każdego wolnego aminokwasu z rodzaju *Vicia*

i *Lathyrus* [21]. Proste pochodne tyrozyny spotyka się w wielu roślinach strączkowych, szczególnie dwuhydroksyfenyloalanina (DOPA) jest pospolita. Największe ilości tego aminokwasu spotyka się w zielonej masie bobiku i niektórych gatunków groszków (*Lathyrus*). Jest ona prawdopodobnie nieszkodliwa, przynajmniej dla większości osobników. Stwier-

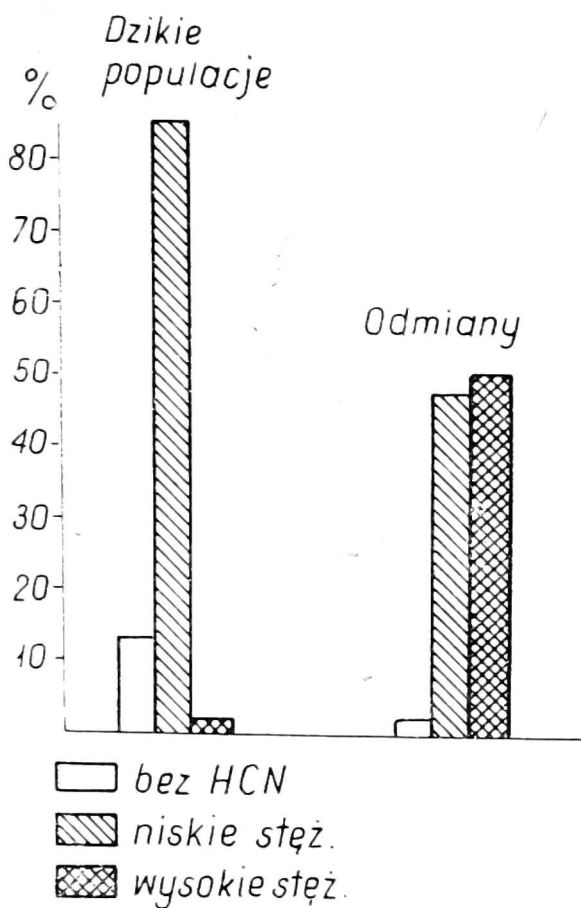


Rys. 13 Toksyczne działanie tingitaniny na myszy: C — Kontrola karmiona pszenicą, TP — grupa karmiona nasionami groszku tangierskiego, W+T grupa karmiona pszenicą z dodatkiem 2% tingitaniny wg [22]

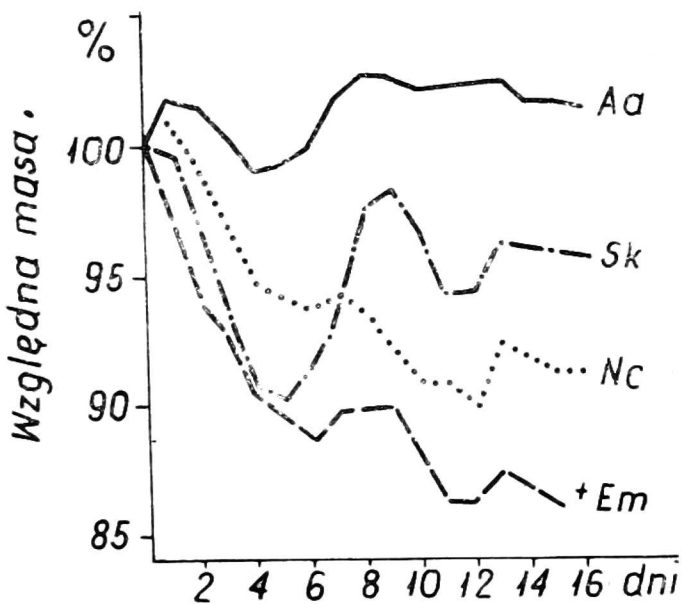
dzono natomiast toksyczne działanie na ludzi obarczonych pewnymi dziedzicznymi wadami metabolizmu.

Do rodzaju *Astragalus* — traganek należą gatunki akumulujące znaczne ilości selenoanalogów, aminokwasów siarkowych. Spośród przeanalizowanych 120 gatunków traganeków 24 akumulowały selenoanalogi aminokwasów siarkowych w stężeniach toksycznych. Mimozyzna spotykana jest w rodzajach *Leucaena* i *Mimosa*. Obecność tego aminokwasu w paszy powoduje bardzo gwałtowne łysienie. Mimozyzna zakłóca metabolizm tyrozyny i fenylalaniny. Niskomimozynowe rody *Leucaena* wyhodowano już na Hawajach [28].

Wiele roślin pastewnych pochodzących z tropików znajduje coraz bardziej zastosowanie w uprawie na paszę w strefie umiarkowanej — wysiewa się zawsze importowane nasiona, takim gatunkiem i potencjalnie wysokim plonie zielonej masy jest *Indygofera*. Zawiera ona jednak kilka substancji toksycznych a przede wszystkim indospicynę i kwas nitropropionowy.



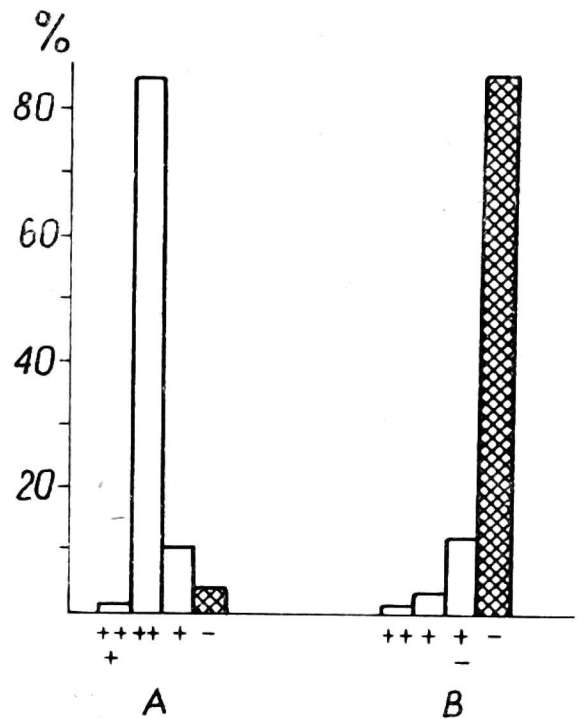
Rys. 14 Częstotliwość form bezcyjanogen-nych, nisko i wysokocyjanogen-nych w dzikich populacjach komonicy i odmianach uprawnych wyhodowanych bez analiz chemicznych [3]



Rys. 15 Zmiana masy ciała świnek morskich karmione: Aa — lucerna, SK — niskocyjanogenna komonika, Em — wysokocyjanogenna komonika, NC — komonika niecyjanogenna, jednak o innej proporcji liści do łodyg

Związki cyjanogenne. Glukozydy cyjanogenne są bardzo powszechne wśród roślin motylkowych lecz podobnie jak dla występowania kanawaniny nie można znaleźć regularności w taksonomicznym rozpowszechnieniu tych substancji. Sytuacja jest jeszcze bardziej zawiła, aniżeli dla kanawaniny gdyż z reguły w jednej populacji roślinnej możemy znaleźć równocześnie rośliny trujące i nieszkodliwe. Spośród roślin strączkowych uprawianych na nasiona wysokie stężenie HCN — glukozydów znaleziono w rodzajach *Phaseolus*, *Vigna*, *Vicia* i *Pisum* [19].

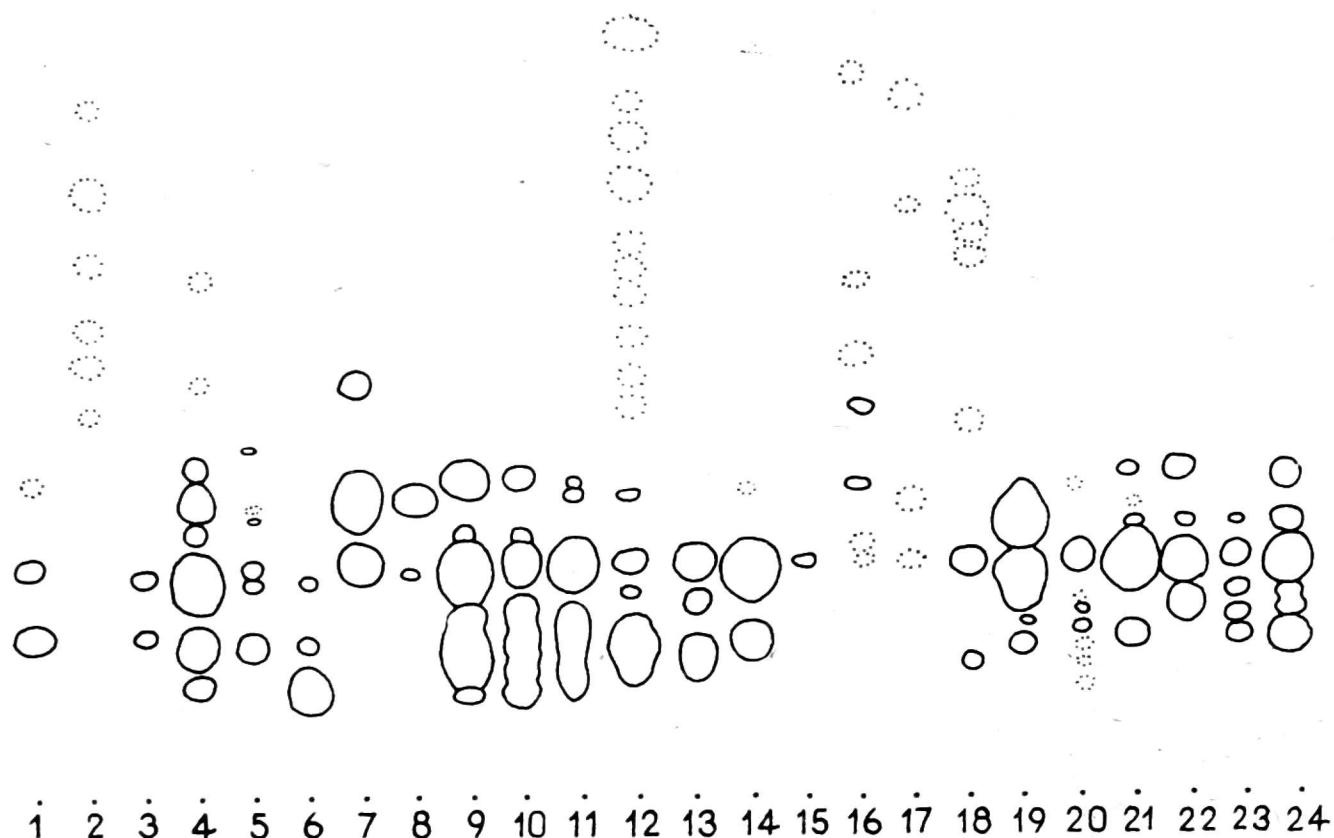
Rys. 16 A — częstotliwość form niecyjanogennych zakratkowano w krajowych populacjach komonicy, B — koniczyny białej [3]



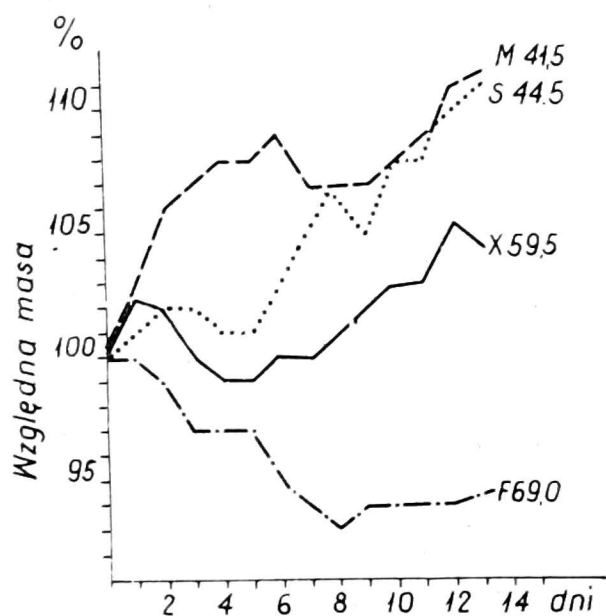
Jakkolwiek znane są przypadki zatrucia ludzi glukozydami cyjanogennymi z nasion niektórych egzotycznych odmian fasoli, to generalnie nowoczesne odmiany wykazują najwyżej śladowe ilości HCN [32]. Wiele bardziej niebezpieczne są glukozydy cyjanogenne w roślinach pastewnych z rodzajów *Lotus* i *Trifolium* [3, 4]. W rodzaju *Lotus* i *Tetragolobus* wszystkie gatunki mogą posiadać formy cyjanogenne i niecyjanogenne. W rodzaju *Trifolium* spośród gatunków ważnych rolniczo tylko *T. repens* i *hybridum* może być trująca. Stwierdza się jednak, że formy cyjanogenne są pospolitsze na południu Europy, aniżeli na północnym wschodzie. Próby wprowadzenia południowych genotypów komonicy różkowej i koniczyny białej zwiększają częstotliwość występowania form cyjanogennych, gdyż istnieje sprzężenie między bujnym wzrostem i obecnością glukozydów. W koniczynie formy cyjanogenne są jednak mniej zimotrwałe i są eliminowane z odmiany w wyniku presji warunków środowiska. W ciągu 6 lat procent roślin cyjanogennych może spaść z 50 do 3 (rys. 16).

Saponiny. Nasiona wielu roślin strączkowych są bogate w glukozydy saponin. (Rys. 17), [2, 5]. Spośród gospodarczo ważnych roślin najbogatsze w saponiny są nasiona soi. Saponiny soi uważa się za nietoksyczne, jedyną ich cechą szkodliwą to cierpki smak obniżający spożycie paszy. Duże ilości saponin występują w częściach wegetatywnych lucerny i są one wyraźnie trujące [26, 12]. Mianowicie saponiny lucerny — częściowo są identyczne z saponinami soi, częściowo są pochodnymi kwasu medikagenowego [12]. Te ostatnie są mocno trujące, zabiegi hodowlane a w szczególności krzyżowanie *Medicago sativa* z *M.*

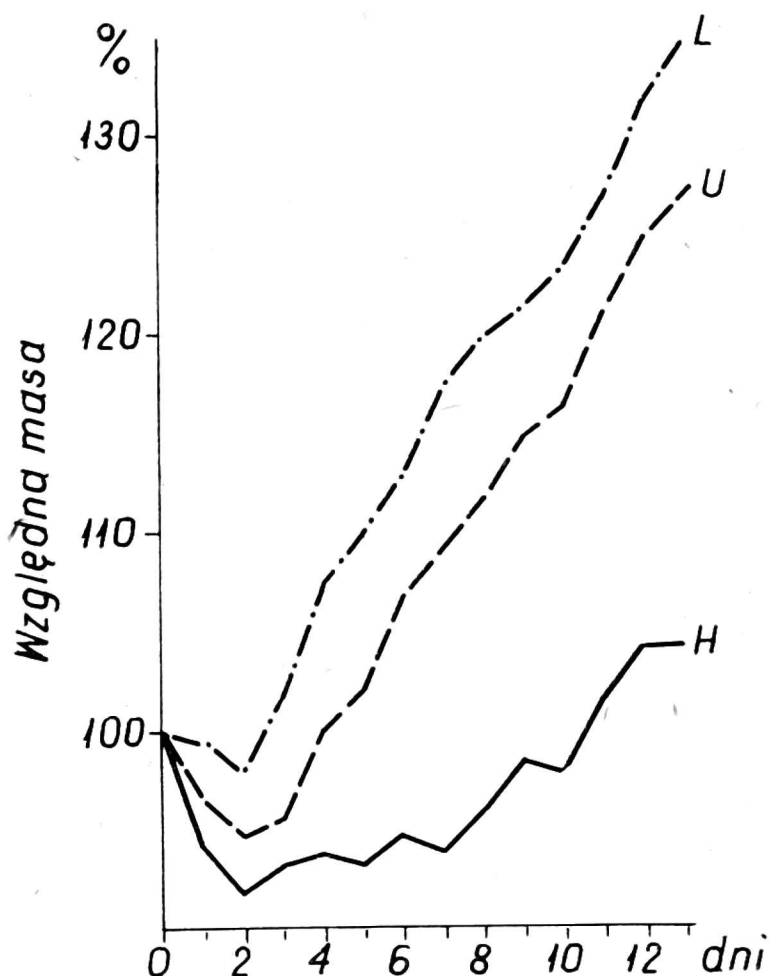
falcata i śródziemnomorskimi gatunkami lucerny mogą prowadzić do zwiększenia udziału pochodnych kwasu medikagenowego w masie roślinnej. Spośród gatunków lucerny uprawianych w Polsce *M. lupulina* wykazuje najwyższe stężenie kwasu medikagenowego. Opracowano metody



Rys. 17 Chromatogramy saponin 24 gatunków lucerny *M. falcata* 9 *M. sativa* 20 i *M. lupulina* [14 wg Jurzysta i Nowacki]



Rys. 18 Zmiana masy ciała morskich świnek karmionych lucerną o różnym stopniu hamowania rozwoju grzyba *Trichoderma* M. — *M. media*, S. — *M. sativa*, F — *M. falcata*, X — Mieszaniec *M. sativa* × *M. falcata* [12]

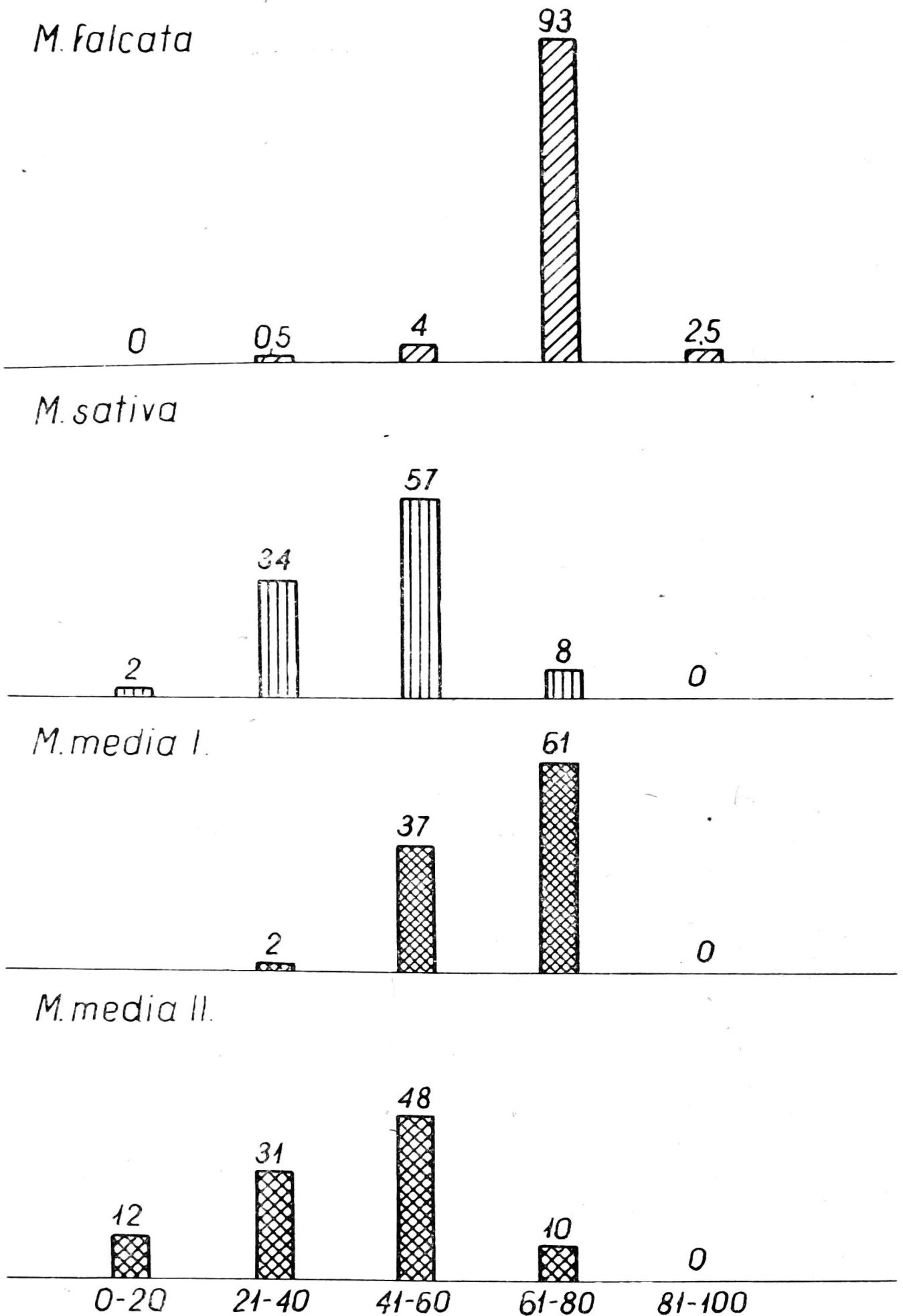


Rys. 19 Zmiany masy ciała myszy karmionych U — lucerną nie-selekcjonowaną, L — selekcjonowaną w kierunku niższej i H — wysokiej zawartości saponin

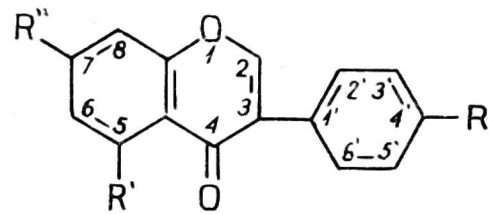
selekcji mające doprowadzić do wyhodowania odmian nieszkodliwych dla rozwoju zwierząt (rys. 18, 19, 20).

Flawony i izoflawony. Rozpowszechnienie flawonów i izoflawonów w *Lotoideae* (*Papilionaceae*) badano dość dokładnie. Szkodliwe działanie izoflawonów na rozwój ssaków poznano już w latach pięćdziesiątych, badając przypadki spadku płodności u owiec karmionych *Trifolium subterraneum*. Analiza rodzajów *Trifolium*, *Lotus* i *Medicago* wykazała, że mogą istnieć bardzo duże różnice w stężeniu zawartości tych substancji między osobnikami jednego gatunku np. od 0,2% do 5% s.m. [8, 9]. Możemy przypuszczać, że szkodliwe działanie niektórych pastewnych roślin motylkowych może się objawiać przy monodiecie (rys. 15).

Rośliny z rodzajów *Phaseolus*, *Pisum* i *Glicine* mogą syntetyzować znaczne ilości izoflawonów i pterokarpanów, jeżeli zostaną zakażone odpowiednimi rasami grzybów patogennych lub też będą poddane innym szkodliwym wpływom np. przymrozki, susze, wędnięcie itp. Od stu lat znane jest występowanie wicyny w bobie i wielu gatunkach wyk. Okazuje się, że substancja ta może być szkodliwa dla zwierząt. U ludzi powoduje ona fawizm u osobników z dziedziczną wadą metabolizmu glutationu (rys. 22), [16, 17].



Rys. 20 Częstotliwość występowania osobników o określonej zawartości saponin oznaczonej jako procent hamowania rozwoju grzyba *Trichoderma* 0—20 najniższe, 81—100 najwyższe hamowanie

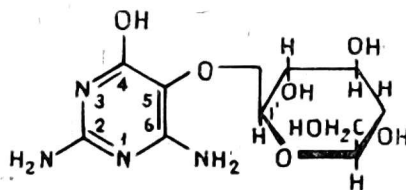


Estrogen

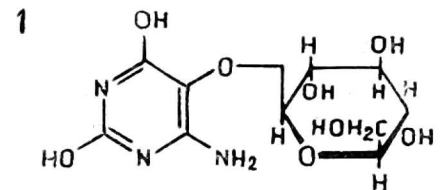
Rys. 21 Wzór strukturalny najpospolitszych estrogenów roślin motylkowych

Genisteina
Biochanina
Daidzeina
Prunetyna

R (4)	R' (5)	R'' (7)
OH	OH	OH
OCH ₃	OH	OH
OH	H	OH
OH	OH	OCH ₃

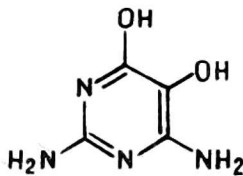


(I)

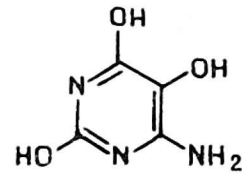


(II)

Rys. 22 Wzory strukturalne wicyny I i konwicyny II oraz ich aglikonów III i IV



(III)



(IV)

Zakończenie

Zmiany w cenach paliw kopalnych oraz spadek połowów ryb przeznaczonych na paszę, skierowały uwagę dużej grupy naukowców ponownie na rośliny strączkowe. Na całym świecie nakłady na prace badawcze nad tą grupą roślin były o wiele niższe aniżeli nakłady na prace nad zbożami [23, 25]. Tym niektórzy ze specjalistów próbują wyjaśnić brak widocznego postępu w wysokości plonu roślin strączkowych. Obok niskich plonów przyczynami ograniczonego wykorzystania strączkowych w żywieniu ludzi i zwierząt są złe cechy smakowe oraz obecność substancji antyżywniowych. Spośród tych substancji na szczególną uwagę zasługują substancje odporne na działanie wysokiej temperatury. Nie można ich bowiem zdezaktywować poprzez zabiegi kulinarne przy przygotowaniu żywności i zabiegi technologiczne w wytwórniach pasz przemysłowych. Badania biochemiczne roślin strączkowych należy sze-

rzej wykorzystać do hodowli form o polepszonym składzie chemicznym. Dotychczas bowiem zdarzyło się tak, że w wyniku prac hodowlanych popsuto jakość roślin, np. wprowadzono graminę do łubinu żółtego, zwiększono ilość glukozydów cyjanogennych w koniczynie białej i komonicy. Można się również spodziewać pogorszenia jakości lucerny lub innych roślin.

LITERATURA

1. Bell E.A.: Comparative Biochemistry of Non-Protein Amino Acids in Chemotaxonomy of the Leguminosae ed. J.B. Harborne, D. Boulter and B.L. Turner. Academic Press London and New York. s. 179—203, 1971.
2. Birk Y.: Saponins. in Toxic Constituents of Plant Foodstuffs. ed. Irvin E. Liener, Academic Press, Now York and London, s. 169—203, 1969.
3. Blaim H., Jurzysta M., Nowacki E.: Polimorfizm biochemiczny w populacjach roślin uprawnych. Hod. Rośl. i Naś. nr 3 s. 7—12, 1972.
4. Blaim H.: Zmienność odmianowa i topograficzna występowania glikozydów cyjanogennych w komonicy (*Lotus corniculatus* L.) Pam. Puł. 62, s. 141—147, 1975.
5. Bondi A., Birk Y., Gestetner B.: Forage saponins in Chemistry and Biochemistry of Herbage. ed. G.W. Butler and R.W. Balley. Academic Press London and New York, s. 511—526, 1973.
6. Culvenor C.C.: Alkaloids in Chemistry and Biochemistry of Herbage. ed. G.W. Butler and R.W. Balley. Academic Press London and New York, s. 375—439, 1973.
7. Delwiche C.C.: The Nitrogen Cycle. Scientific American. s. 137—145, Sept. 1970.
8. Górski P.M., Jurzysta M., Rządowska-Bodalska H.: Flavonoids from the bird's foot trefoil seeds (*Lotus corniculatus* L.). Acta Soc. Bot. Pol. t. 44, s. 289—295, 1975.
9. Harborne J.B.: Distribution of Flavonoids in the Leguminosae in Chemotaxonomy of the Leguminosae. ed. L.B. Harborne, D. Boulter and B.L. Turner. Academic Press London and New York. s. 31—67, 1971.
10. Hegarty M.P., Peterson P.J.: Free Amino Acids, Bound Amino Acids, Amines and Ureides in Chemistry and Biochemistry of Herbage. ed. G.W. Butler and R.W. Bailey. Academic Press London and New York, s. 2—57, 1973.
11. Hudson P.S.: Fodder Plants. Nature, t. 182, s. 702—703, 1958.
12. Jurzysta M., Nowacka D., Nowacki E.: Inheritance of the level of substances inhibiting *Trichoderma viridis* development in local populations of alfalfa. Genetica Polonica. t. 14, s. 365—373, 1973.

13. Keeler R.F.: Effect of natural teratogens in poisonous plants on fetal development in domestic animals. In „Drugs and fetal development”. Ed. M.A. Klingberg, A. Abramovici, J. Chemke. Plenum Publishing Corporation 227 West 17th Street, New York, N.Y. 10011. s. 107—125.
14. Keeler R.F.: Known and Suspected Teratogenic Hazards in Range Plants. *Clinical Toxicology*, 5(4), s. 529—565, 1972.
15. Keeler R.F.: Lupin Alkaloids from Teratogenic and Nonteratogenic Lupins II. Identification of the major Alkaloids by tandem gas chromatography-mass spectrometry in plants producing crooked calf disease. *Teratology*, t. 7, s. 31—36, 1973.
16. Liener I.E.: *Miscellaneous Toxic Factors in Toxic Constituents of Plant Foodstuffs*. ed. Irvin E. Liener Academic Press New York and London, s. 410—479, 1969.
17. Mager J., Razin A., Hershko A.: *Favism in Toxic Constituents of Plant Foodstuffs*. ed. Irvin E. Liener Academic Press New York and London. s. 294—312, 1969.
18. Mears J.A., Mabry T.J.: *Alkaloids in the Leguminosae in Chemotaxonomy of the Leguminosae*. ed. J.B. Harborne, D. Boulter and B.L. Turner. Academic Press London and New York. s. 73—168, 1971.
19. Montgomery R.D.: *Cyanogens in Toxic Constituents of Plant Foodstuffs*. ed. Irvin E. Liener. Academic Press, New York and London. s. 143—155, 1969.
20. Nowacki E., Wężyk S.: Wstępne badania nad toksycznością alkaloidów łubinowych dla organizmu królika (*Oryctolagus Cuniculus* L.). *Roczniki Nauk Roln.* 75-B, s. 385—399, 1960.
21. Nowacki E., Nowacka D.: A study on Biosynthesis of Tingitanine. A Free Amino Acid from Tanger Pea. *Bull. de L. Acad. Pol. des Sciences*. t. 11, s. 361—363, 1963.
22. Nowacki E., Wężyk S., Okulicz-Kozarynowa A.: Wstępne badania nad własnościami fizjologicznymi tingitaniny. *Rocz. Nauk Rol.* t. 89-A-1, s. 167—174, 1964.
23. Nowacki E.: Koewolucja roślin i zwierząt. *Wszechświat* nr 7—8, s. 169—173, 1974.
24. Nowacki E., Nowacka D., Rudnicka A.: Gramina w łubinie żółtym. *Hod. Roś.* nr 5, s. 3—5, 1975.
25. Nowacki E.: Problem białka i nawożenia azotowego. *Post. Nauk Rol.* nr 4, s. 35—56, 1975.
26. Nowacki E., Jurzysta M., Ditrych-Szóstak D.: Zur Biosynthese der Medicagensäure in keimenden Luzernesamen. *Biochem. Physiol. Pflanzen*. t. 156. s. 183—186, 1976.
27. Nowacki E.K., Waller G.R.: Quinolizidine Alkaloids from Leguminosae. *Rev. Latinoamer. Quim.* 8, s. 49—56, 1977.
28. Nowacki E.: Czynniki ograniczające wartość paszową roślin pastewnych. *Przegl. Hod.* 12, s. 2—3, 1978.
29. Nowacki E.: Fitochemia roślin łąkowych. *Łąkarstwo i gospodarka łąkowa*. ed. M. Falkowski. Państw. Wyd. Rol. i Leś. Warszawa, s. 223—232, 1978.

30. Roczniki Nauk Rolniczych, t. 59. A 1 i A 2, 1958.
31. Sanbuichi T.: Cool weather tolerance in soybean breeding. Tokachi Agricultural Experiment Station Memuro, Kasai-Gun, Hokkaido, Japan. s. 1—8, 1978.
32. Tapper B.A., Reay P.F.: Cyanogenic Glycosides and Glucosinolates (Mustard Oil Glucosides) in Chemistry and Biochemistry of Herbage. ed. G.W. Butler and R.W. Balley. Academic Press London and New York s. 447—473, 1973.
33. Waller G.R., Nowacki E.K.: Alkaloid Biology and Metabolism in Plants. Plenum Press. New York and London, s. 1—294, 1978.
34. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych z. 20, 1960.