

## GENOTYP I NAWOŻENIE A JAKOŚĆ PASZY DLA PRZEŻUWACZY

<i>Edmund Nowacki</i>
-----------------------

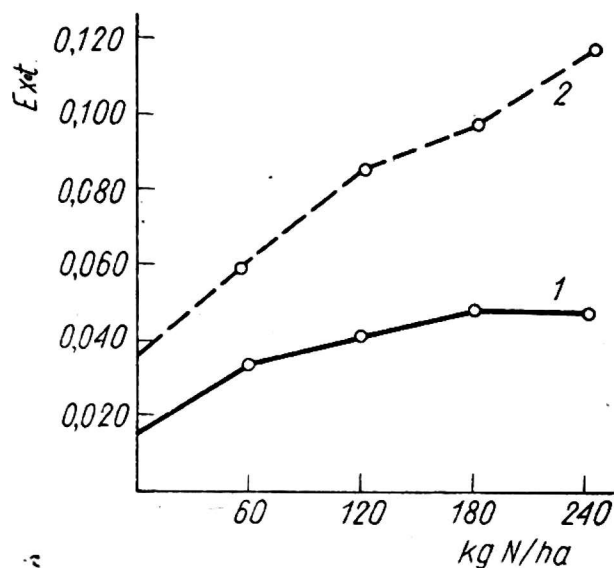
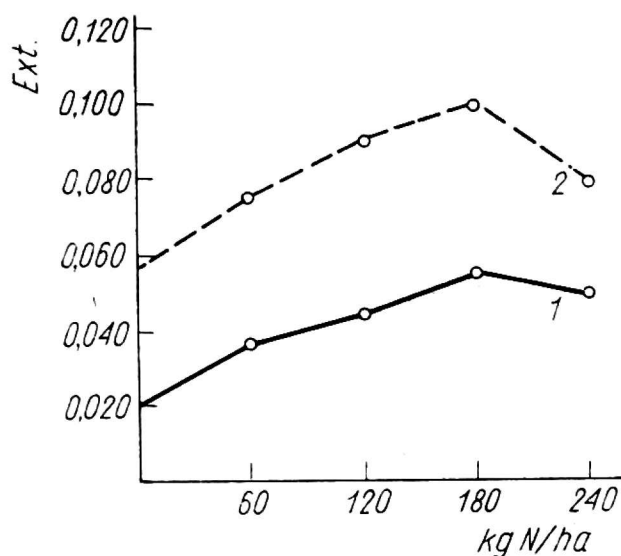
Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy

Produkcja mięsa wołowego i baraniny oraz mleka odbywa się w dużej mierze bez uszczuplania zapasów produktów spożywczych bezpośrednio przyswajalnych dla człowieka. Główną paszą dla przeżuwaczy są bowiem nieprzyswajalne dla innych zwierząt trawy. Problemy istniejące przy produkcji pasz dla zwierząt jednożołądkowych (to jest odpowiednia zawartość białka o określonym składzie aminokwasowym) na zasadzie sprzężenia spowodowały w badaniach nad paszami dla przeżuwaczy pewne pomylenia pojęć [7, 27]. Pasza dla przeżuwaczy powinna wykazywać odpowiednią strawność, mieć dostateczną zawartość substancji energetycznych w tym przede wszystkim łatwo przyswajalnych węglowodanów oraz powinna być wolna od substancji szkodliwych.

## RÓŻNICE GENETYCZNE W KLONACH TRAW

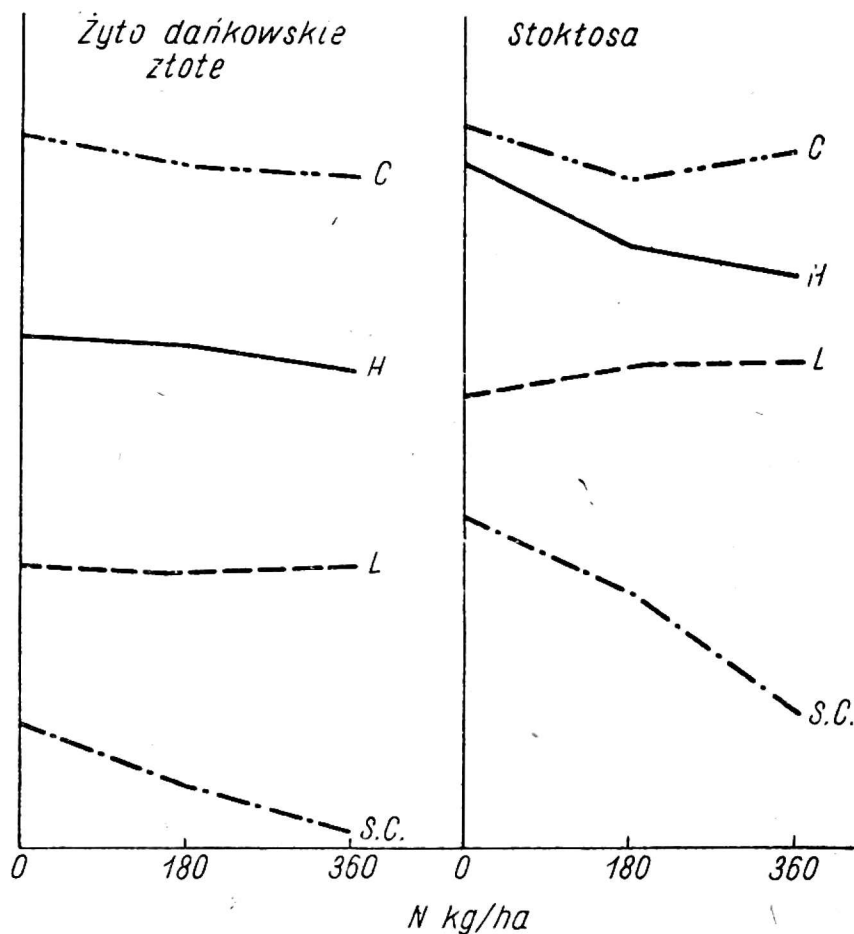
Wszystkie dotychczasowe odmiany traw są populacjami o skomplikowanym zestawie genotypów. Badania jakościowe są wobec tego szczególnie trudne. Na szczęście trawy można dość łatwo klonować. Można więc wybrać odpowiednie rośliny różniące się morfologicznie i fizjologicznie. Takie klony mogą służyć do badań modelowych, na których podstawie można sobie następnie wyrobić pogląd jakby zachowała się odmiana, w której określony genotyp stanowiłby większość populacji [28, 29, 30, 31].

Jak można zauważyć porównując rysunki 1 i 2, różnice między klonami są nie mniejsze aniżeli różnice między gatunkami. Skoro różnice między klonami są tak duże to nasuwa się pytanie, jak można to wykorzystać w hodowli roślin i ich agrotechnice oraz czy warto prowadzić takie badania? Musimy bowiem uzmysłwić sobie, że bez względu na okresowe trudności rolnictwo nasze powinno wykorzystywać coraz to wyższe ilości nawozów a szczególnie azotu do zwiększenia produkcji pasz [4, 5, 6, 16, 17, 18].



Rys. 1. Wpływ nawożenia azotem na zawartość chlorofilu w dwu gatunkach traw.  
1 — kostrzewa trzcinowa, 2 — Stokłosa uniolowata UNA

Rys. 2. Różnice w reakcji na nawożenie azotem między dwoma klonami stokłosa.  
(Rys. 1 i 2 wg Hauska, Weznikas i Nowacki — nie publikowane) 1 — Stokłosa bezostna jasnozielona, 2 — Stokłosa bezostna ciemnozielona



Rys. 3. Zmiana zawartości węglowodanów: C-celulozy, H-hemicelulozy, S.C. — cukrów rozpuszczalnych, pod wpływem nawożenia azotem (wg Rudnickiej i Święch, mat. sem. IUNG)

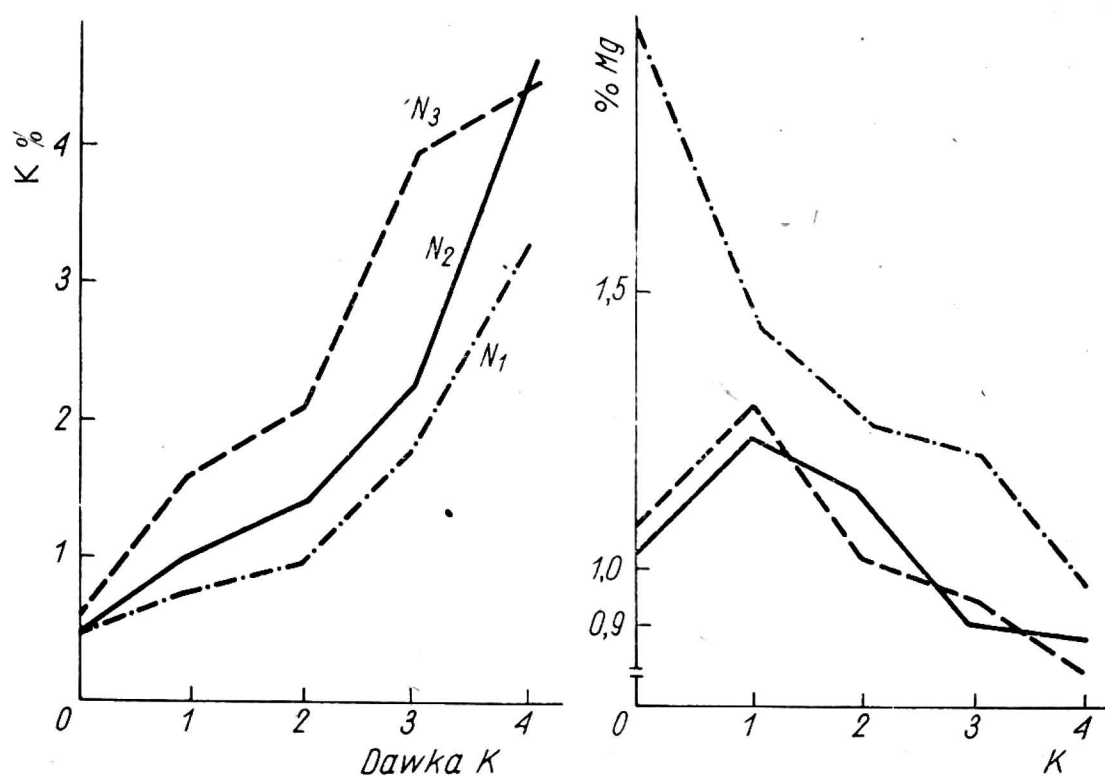
Na podstawie dotychczasowych badań, jak i wielu prac opublikowanych w kraju i za granicą można wyciągnąć generalny wniosek. Nawożenie azotowe powoduje spadek zawartości rozpuszczalnych węglowodanów i im niższy był udział cukrów rozpuszczalnych przy niskim nawożeniu, tym bardziej spada jego poziom pod wpływem wyższych dawek nawozów. Badania klonów traw umożliwiają poznanie reakcji określonego typu, zanim zostanie wyhodowana odmiana, są więc badaniami perspektywicznymi, umożliwiającymi hodowcom podejmowanie odpowiednich decyzji [19, 20, 21, 22].

#### ROŚLINY JEDNOROCZNE JAKO MODEL DO BADAŃ METABOLICZNYCH

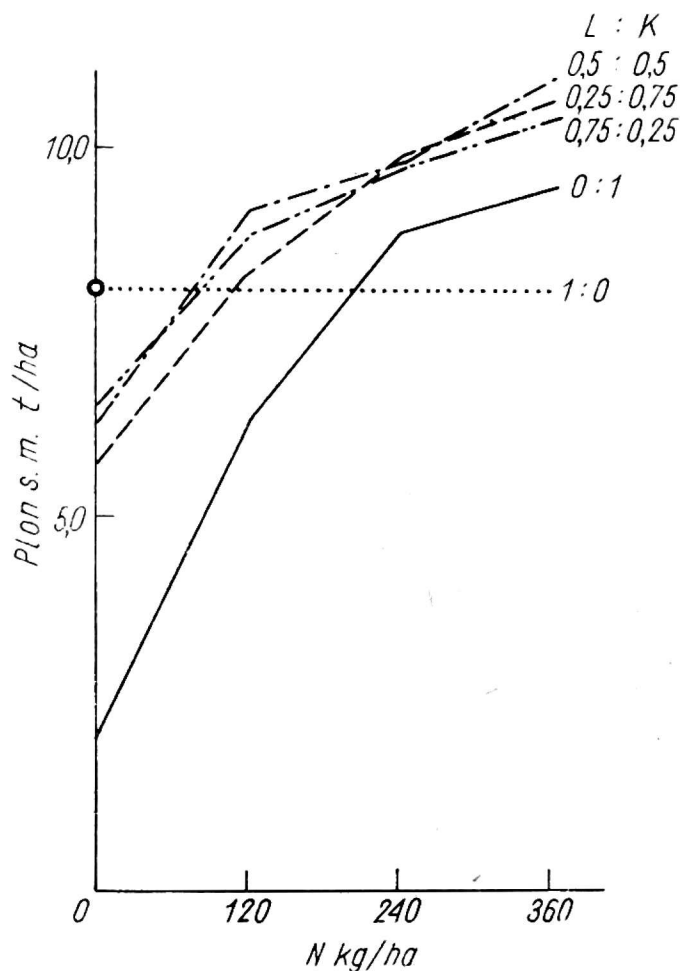
Ze względu na wieloletność i brak zdefiniowanych genotypów wśród traw, niektóre badania są bardzo trudne do przeprowadzenia. Stąd fizjologowie roślin wolą rośliny jednoroczne, jare względnie zimujące. Duże podobieństwa metaboliczne umożliwiają wyciąganie wniosków [30].

Rośliny wieloletnie	model jednoroczny
Trawy	zboża
Chwasty dwuliścienne	rzepak, burak liściowy
Motylkowe	strączkowe

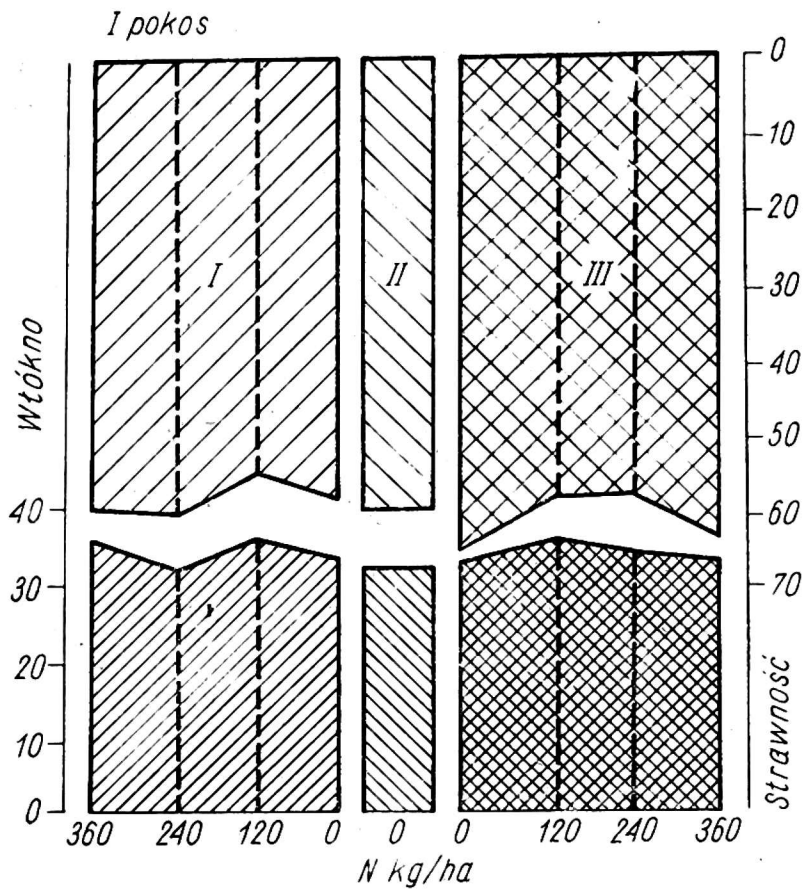
W latach 1970-77 przeprowadzono w naszym Zakładzie wiele serii doświadczeń, w których badano wpływ nawożenia na akumulację takich substancji jak białka, barwniki liści, węglowodany rozpuszczalne, azotany i substancje szkodliwe. Można z tych badań wyciągnąć wnioski, które, jak się okazuje, znajdują następnie potwierdzenie w doświadczeniach z roślinami wieloletnimi. W żywieniu zwierząt bardzo istotną rolę odgrywają nie tylko substancje organiczne lecz również pierwiastki, które roślina pobiera. Nawożenie azotowe powoduje z reguły wzrost pobrania innych pierwiastków w tym szczególnie kationów. W zależności od tego, do którego pierwiastka roślina ma dostęp, może to być nagromadzenie potasu, magnezu lub wapnia. O ile wzrost ilości kationów dwuwartościowych jest raczej pożądanym, o tyle zbyt wysokie stężenie potasu jest wyraźnie szkodliwe dla zwierząt. Analizy roślin motylkowych wykazują, że szczególnie silnie nagromadzają potas chwasty dwuliścienne (rys. 4). Jakość runi pastwiska można więc poprawić zmniejszając w nim udział roślin dwuliściennych [9, 10, 23]. Zabieg ten jest możliwy i dość łatwy do wykonania stosując metody mechaniczne jak i odpowiednie herbicydy. Z drugiej strony jednak rośliny dwuliścienne są z reguły lepiej strawne, stąd w wielogatunkowych zasiewach uważa się pewien udział roślin dwuliściennych a w szczególności motylkowych za wielce pożądanym. Mie-



Rys. 4. Akumulacja potasu i magnezu w liściach roślin dwuliściennych pod wpływem wzrastającej dawki K i N (wg Blaim mat. sem. IUNG)



Rys. 5. Plony kupkówki w siewie czystym (linia ciągła) i wpływ nawożenia azotem na wysokość plonu. L i K plony mieszanek kupkówki z lucerną przy różnych proporcjach roślin (wg danych z ZD. Małyszyn Wielki)



Rys. 6. Zawartość włókna i strawność lucerny i kupkówki w siewie czystym oraz mieszanki lucerny z kupkówką (wg Jelinowskiej i Nowackiego mat. sem. IMUZ nr 10) I — Kupkówka, II — Lucerna, III — Mieszanka

szanki traw i motylkowych mogą dać duże plony suchej masy przy oszczędnym nawożeniu azotowym. Mieszanki takie mają poza tym bardzo dobry skład chemiczny (rys. 5, 6).

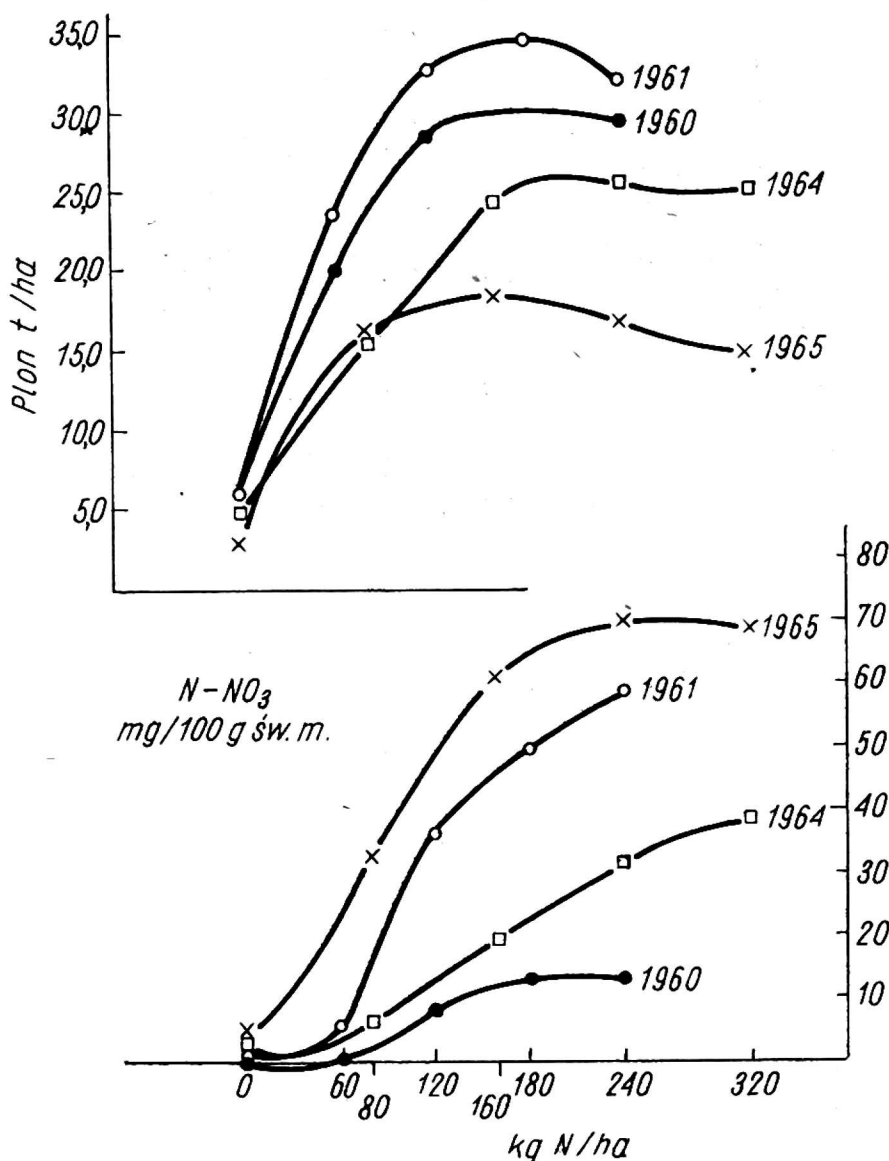
Porównując wieloletnie trawy i motylkowe z gatunkami o krótkim okresie wegetacji należy pamiętać o istotnych różnicach rozwojowych. Do porównań najlepiej nadają się rośliny ozime, a spośród roślin jarych tylko gatunki dnia długiego. Reakcje roślin jarych, szczególnie roślin dnia krótkiego pochodzących zazwyczaj z innych stref klimatycznych są dość różne od roślin wieloletnich.

#### GENERALNE TRENDSY W METABOLIZMIE SPOWODOWANE INTENSYFIKACJĄ NAWOŻENIA

Wyłącznie nawożenie azotem daje łatwo zauważalne zwyżki plonów. Na tym miejscu będziemy zajmować się tylko tym pierwiastkiem. Spośród przeglądniętych prac dotyczących wpływu nawożenia, mniej więcej tyle samo było wykonanych ze wzrastającymi dawkami azotu przy zachowanym poziomie P i K, jak i takich, w których stosowano wzrastające dawki NPK. Ponieważ te dwie grupy doświadczeń nie wykazują istotnych różnic, można je omówić wspólnie.

## WPLYW NAWOŻENIA NA PLON

Wzrastające dawki nawożenia azotowego powodują wyższe plony suchej masy [36, 37, 38, 39, 40, 41]. Dotyczy to wszystkich roślin. Niemniej obserwuje się istotne różnice między gatunkami i nawet genotypami wewnątrz gatunku [13]. Pierwsze wyższe dawki azotu powodują

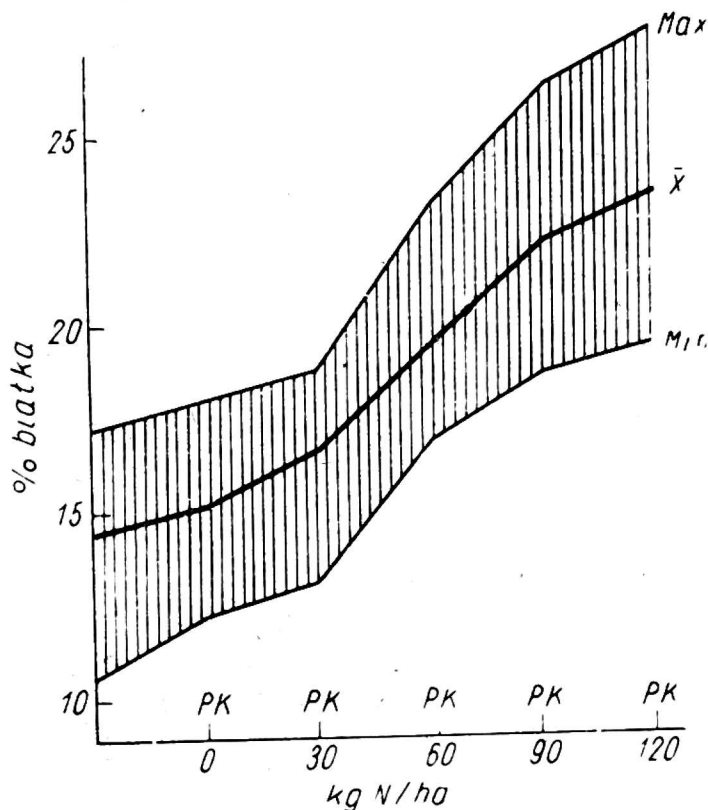


Rys. 7. Plon szpinaku i zawartość w nim azotanów, wpływ nawożenia i roku uprawy (wg Schuphan 1974)

istotne wyższe plonu. W miarę wzrostu dawek azotu przyrosty plonu są coraz niższe, aby po osiągnięciu pewnego pułapu charakterystycznego dla danej formy, wpływać hamująco na plon. Optymalna dawka azotu jest cechą specyficzną dla genotypu (rys. 7).

## AZOT OGÓLNY

Wraz ze wzrostem nawożenia azotem wzrasta nie tylko plon suchej masy, ale w nim również zawartość azotu (rys. 8). Procentowa zawartość azotu pod wpływem niskich dawek tego pierwiastka z reguły spada —



Rys. 8. Wpływ nawożenia azotem na zawartość białka w kupkówce w ciągu 3 lat i 9 pokosów, X — średnie z 9 pokosów. Zakresowane — zakres wahań (wg Nowackiego i wsp.)

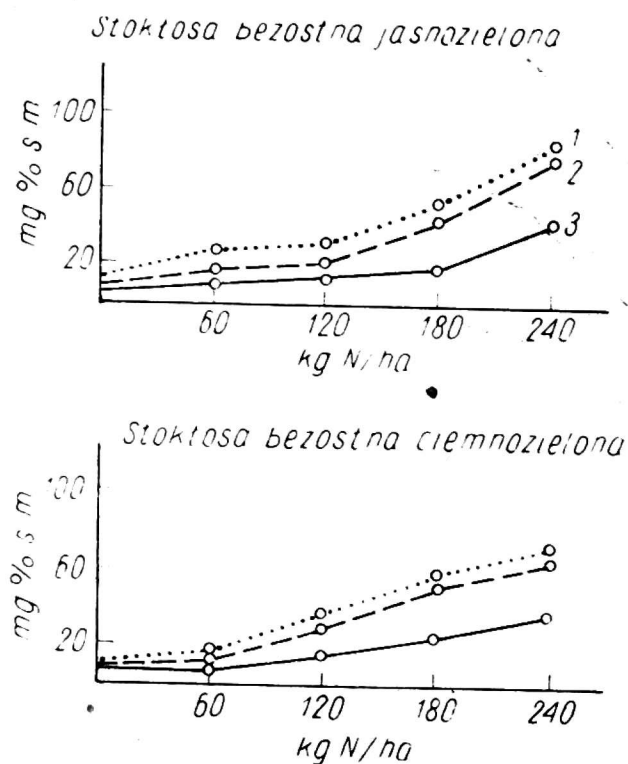
wzrasta tylko plon. Przekroczenie charakterystycznego dla badanej formy poziomu prowadzi do istotnego wzrostu stężenia azotu w roślinie.

Tempo wzrostu plonu i zawartość azotu w plonie jest cechą charakterystyczną dla odmiany. Dało to nawet asumpt do podzielenia roślin na dwie grupy A i B. Rośliny grupy A reagują na wzrastające nawożenie azotem przede wszystkim wzrostem stężenia tego pierwiastka w suchej masie. Tylko mała część azotu stanowi białko, resztę stanowią wolne aminokwasy, amidy i inne substancje azotowe. Rośliny grupy B reagują na wzrost nawożenia azotem przede wszystkim wzrostem plonu suchej masy przy mało zmieniającym się stężeniu azotu w plonie. Co za tym idzie rośliny te tylko nieistotnie zmieniają skład jakościowy związków azotowych i to z reguły w kierunku odwrotnym aniżeli rośliny grupy A [29, 30].

Reakcje A należy uznać za niepożądane, gdyż za każdy kilogram wprowadzonych nawozów azotowych otrzymujemy niski przyrost plonu suchej masy, co więcej, na skutek zwiększenia stężenia azotu w suchej masie, jakość paszy dla przeżuwaczy ulega przemianom raczej w niepożądanym kierunku.

#### AMIDY, AZOTANY, ZWIĄZKI RAKOTWÓRCZE I ALKALOIDY

Wyższe dawki nawozów azotowych prowadzą do przynajmniej przejściowej akumulacji poważnych ilości azotanów. Wzrost stężenia azotanów w określonych genotypach jest wprost proporcjonalny do stężenia azota-



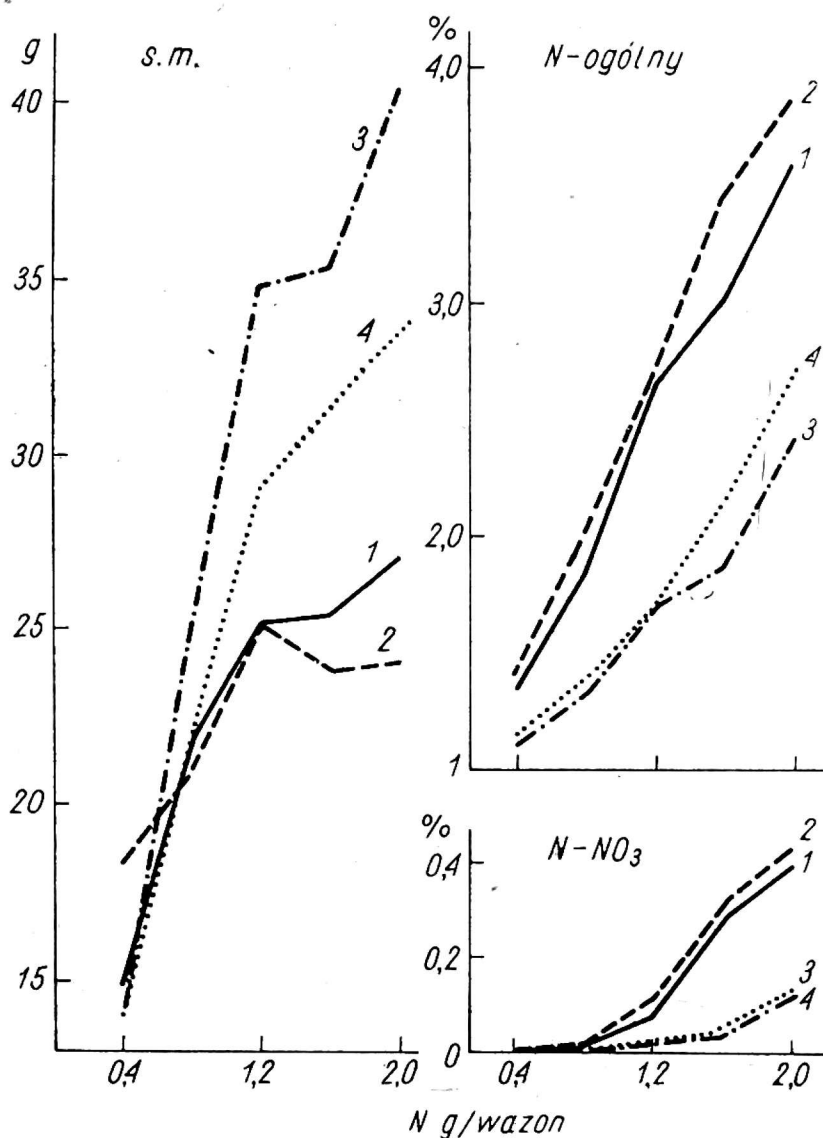
Rys. 9. Różnice między klonami stokłosa w akumulacji azotanów (wg Hauska, Weznikas i Nowackiego). Pok. I — 1, pok. II — 2, pok. III — 3

nów w roztworze glebowym, natomiast poziom akumulacji tych substancji zależy od genotypu (rys. 9), [32, 33]. Ponieważ w glebach łąkowych wszystkie formy azotu są dość szybko przekształcane w azotany, nie ma więc większego wpływu w jakiej formie podano azot, azotanowej czy amonowej, czy też mocznika. Szybciej aniżeli pierwiastek ten może zostać pobrany przez rośliny, mikroorganizmy doprowadzają wszystkie formy azotu do jonów azotanowych. Próbowano temu przeciwdziałać dodając do nawozów azotowych w formie amonowej lub w moczniku inhibitory nitryfikacji. Substancje te, a między innymi N-serve są z reguły nitrylami pirydyn lub alifatycznych amin. Substancje te są nieswoistymi truciznami dla większości mikroorganizmów glebowych. Ze względu na obecność grup aminowych są łatwo pobierane przez korzenie. Większość tzw. inhibitorów nitryfikacji, to bardzo silne substancje rakotwórcze. Ze względu na to, że substancje te są potencjalnie rakotwórcze i niszczą biologiczne życie gleby, stosowanie ich powinno być ograniczone tylko do specyficznych sytuacji, w których pragnie się zapobiec stratom azotu w wyniku nitryfikacji i denitryfikacji, plonem użytkowym jest natomiast ziarno. Szkodliwość egzogennej substancji jest niska, gdy plonem jest ziarno. Na granicy między rośliną — matką a nasieniem istnieje bardzo wydajny system dyskryminacji tego co swoje i co obce.

Obok azotanów rośliny intensywnie nawożone azotem akumulują znaczne ilości amin. Roślinne aminy są produktami dekarboksylacji aminokwasów [35]. Tylko produkty dekarboksylacji kwasu glutaminowego i kwasu asparaginowego są aminokwasami; w pierwszym przypadku jest to kwas gamma-aminomasłowy w drugim beta-alanina. Produktami dekarboksylacji pozostałych aminokwasów są zasadowe aminy.

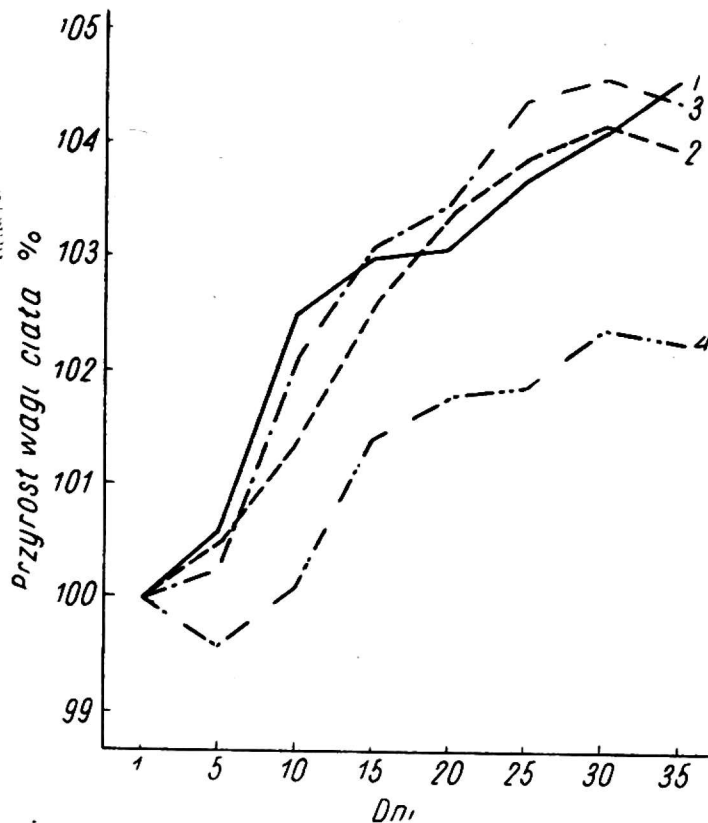


Synteza amin rośnie wraz ze wzrostem nawożenia azotem, z tym, że jest ona intensywniejsza, gdy równocześnie roślina cierpi na niedobór kationów jedno- i dwuwartościowych. Silnie alkaliczny odczyn amin sugeruje, że te substancje są zastępczymi zasadami neutralizującymi pH soku komórkowego. Stwierdza się, że najbardziej wzrasta stężenie amin pochodnych aminokwasów zasadowych: ornityny, argininy, lizyny i histydyny odpowiednie aminy: putrescyna, agmatyna, kadaweryna i histamina akumulują się w łatwo zauważalnych ilościach. Jakkolwiek wymienione wyżej aminy są tylko niskotoksyczne, to główne niebezpieczeństwo polega na tym, że jako substancje wydzielane do wakuol mogą reagować z azotanami i azotynami tworząc w tych warunkach nitrozoaminy. Nitrozoaminy są substancjami silnie toksycznymi i rakotwórczymi. Na podstawie naszych badań można przyjąć, że siano zawierające nie więcej aniżeli 3% N w suchej masie i w którym stężenie potasu wynosi od 2-4% jest zasadniczo wolne od nitrozoamin (rys. 10).



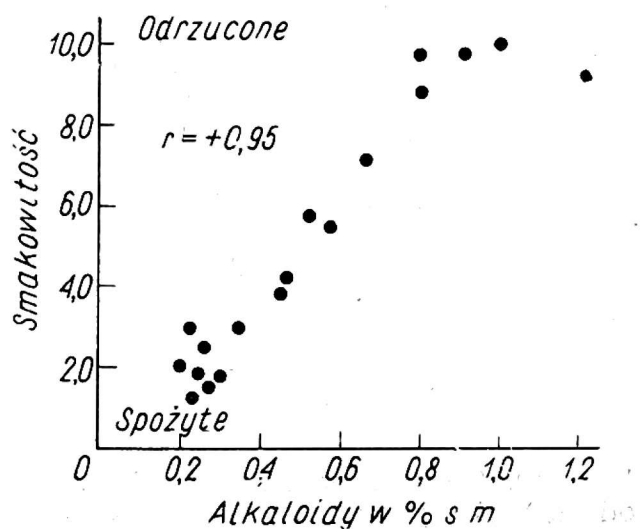
Rys. 10. Różnice w akumulacji suchej masy azotu ogólnego i azotanów w czterech odmianach życicy (wg Stuczyńskiej) 1 — Gotra (tetraploid), 2 — Diploidalna wyjściowa, Kroto (tetraploid), 3 — Szelejewska (diploid)

Biogenne aminy powstające w wyniku dekarboksylacji wolnych aminokwasów, mogą reagować z wieloma innymi substancjami, powoduje to syntezę alkaloidów traw. Większość alkaloidów traw to związki Schiffa — substancje powstaje w wyniku reakcji amin z aldehydami. Nasze badania wykazały, że tak jest w praktyce. Większość związków Schiffa wywiera szkodliwe działanie na system nerwowy ssaków. Neurotoksyczne działanie alkaloidów zostało dobrze udokumentowane. Obok efektów toksycznych alkaloidy powodują na skutek gorzkiego smaku spadek spożycia traw bogatych w alkaloidy (rys. 11 i 12), [12, 42].



Rys. 11. Tylko wolne aminy w ilości 0,01% są wyraźnie szkodliwe dla myszy (Nowacki i Żurek — nie publikowane). 1 — kontrola, 2 — kontrola + witaminy, 3 — kontrola + azotany, 4 — kontrola + aminy

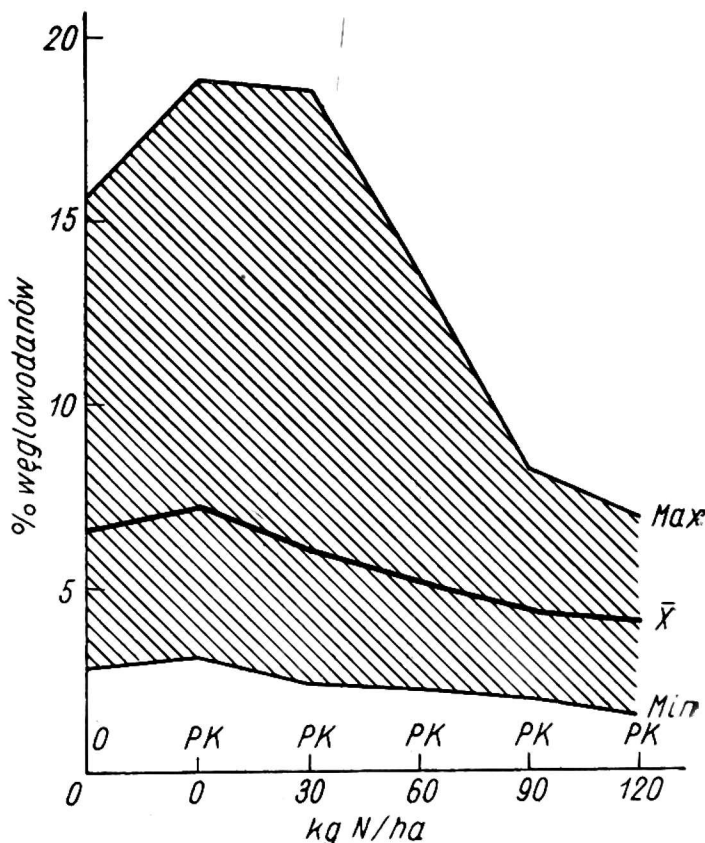
Rys. 12. Wpływ zawartości alkaloidów w klonach mozgi na spożycie paszy (wg Simons i Marten 1971, cyt. G. R. Waller i E. Nowacki 1978)



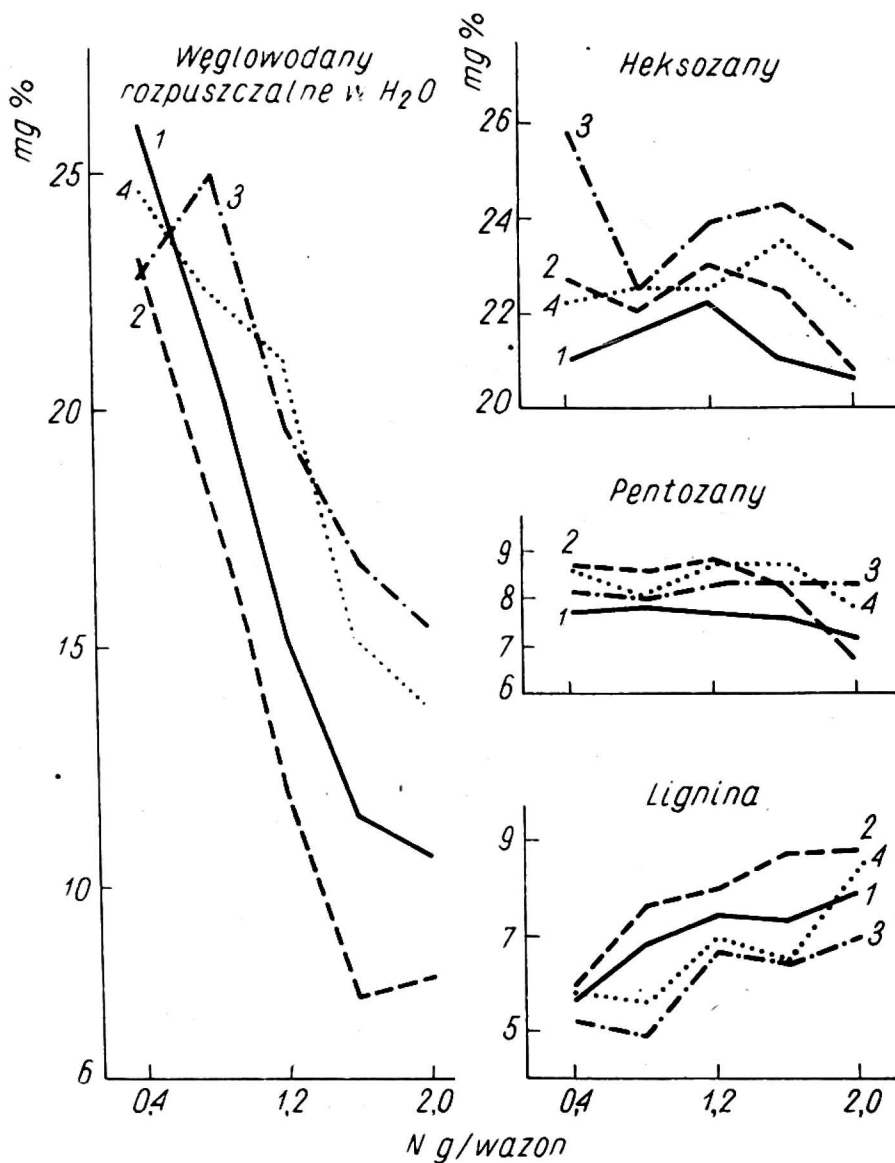
## WĘGLOWODANY

Badania fizjologii przeżuwaczy wykazują, że dla tych zwierząt optymalne stężenie azotu w suchej masie wynosi 2-3<sup>0</sup>%. Przekroczenie tego progu prowadzi do spadku wykorzystania tego pierwiastka. Wzrasta stężenie azotu w moczu. Znając procesy metaboliczne w przedżołądkach przeżuwaczy można dość łatwo dojść do wniosku, że skład aminokwasowy paszy nie odgrywa zasadniczej roli. Zasadniczym elementem paszy jest natomiast stosunek związków azotowych do łatwo przyswajalnych substancji nieazotowych. Stwierdzono bowiem, że przyrosty młodych przeżuwaczy są prawie identyczne jeżeli pasza zawiera pełnowartościowe białko i w przypadku, gdy zawiera ona łatwo przyswajalne węglowodany i nieorganiczny azot. W obydwu bowiem przypadkach przeżuwacz żywi się w rzeczywistości nie białkiem roślin, lecz produktami mikrobiologicznego metabolizmu.

Z tego stwierdzenia wynika, że nie jest istotnym skład aminokwasowy paszy, lecz zawartość węglowodanów. Im wyższa jest zawartość łatwo przyswajalnych węglowodanów, tym łatwiej przyswajalna jest pasza. Wpływ nawożenia azotem jest dość łatwy do zademonstrowania. Poczynając od dawek niskich, wzrastające dawki azotu początkowo zwiększają udział cukrów w suchej masie, natomiast przekroczenie tego poziomu prowadzi do szybkiego spadku udziału węglowodanów łatwo przyswajalnych w plonie. Obok spadku stężenia węglowodanów można zauważyć zmiany jakościowe w tych substancjach. Spada zawartość heksoz, zwiększa



Rys. 13. Zawartość węglowodanów w kupkównie, średnie za 3 lata i 9 pokosów (wg Nowackiego i wsp.)



Rys. 14. Zawartość węglowodanów rozpuszczalnych, heksozów i pentozarów oraz ligniny w czterech odmianach życicy (wg Stuczyńskiej). 1 — Gotra 4n, 2 — Diploidalna 2n, 3 — Kroto 2n, 4 — Szelejewska 2n

sza się nieznacznie stężenie pentoz, co może być spowodowane w dużej mierze przez zaburzenia samego procesu fotosyntezy. Mianowicie, w normalnych warunkach głównymi produktami fotosyntezy są cukry sześciowęglowe, cukry pięciowęglowe służą do podtrzymywania samej reakcji asymilacji węgla. Nadmiar azotu powoduje wytrącenie pewnej ilości pentoz z cyklu Calvina, po to, aby proces asymilacji amoniaku mógł przebiegać poprawnie. Usunięcie pentoz z cyklu fotosyntetycznego osłabia jednak wydajność fotosyntezy. Badania nad roślinami luksusowo i nadmiernie nawożonymi azotem w pełni potwierdzają tę hipotezę (rys. 13 i 14).

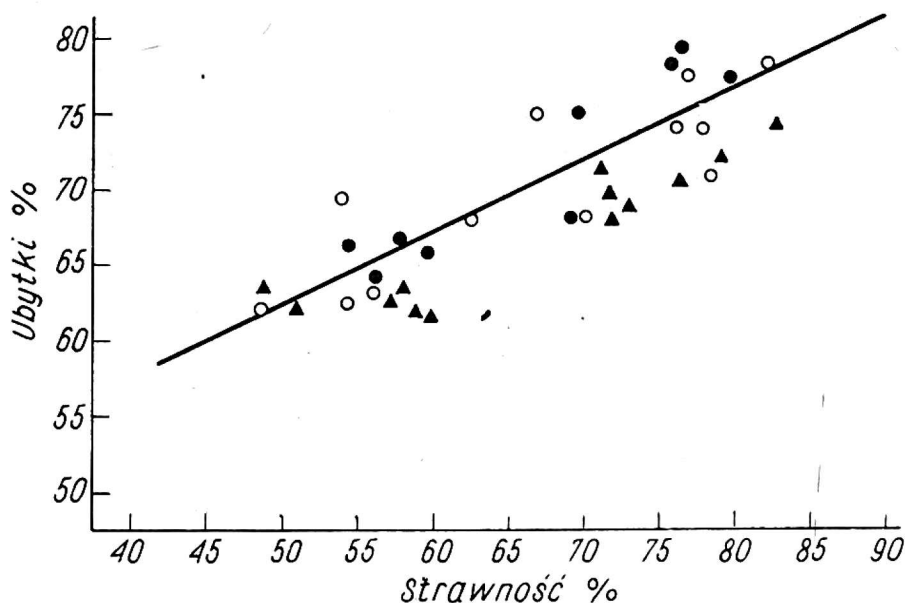
#### STRAWNOŚĆ PASZ

Strawność paszy jest kompleksowym wykładnikiem jej jakości i zależy przede wszystkim od zawartości substancji łatwostrawnych i rozpuszczalnych w soku żwacza (żołądka). Do substancji łatwo strawnych

należą skrobia i hemicelulozy. Trudno strawnymi substancjami są natomiast węglowodany szkieletowe — różne formy celulozy, natomiast prawie zupełnie niestrawna jest lignina [24, 25, 26].

Istnieją duże różnice międzygatunkowe w stopniu strawności celulozy. Z reguły celuloza roślin dwuliściennych jest lepiej strawna aniżeli celuloza traw [1, 2, 3, 7, 14, 15]. W naszych badaniach nie stwierdziliśmy natomiast istotnych różnic strawności celulozy między odmianami jednego gatunku.

Duży wpływ na strawność ogólną ma natomiast nawożenie azotowe i pod wpływem wzrastających dawek rośnie z reguły strawność masy roślinnej, co jest spowodowane zmianą stosunku liści do łodyg oraz wzrostem zawartości białka i opóźnienie rozwoju tkanek szkieletowych w liściach. Różnice genetyczne prowadzące do tego samego typu zmian udziału



Rys. 15. Strawność obserwowana w 35 klonach należących do 3 gatunków (gatunki oznaczone różnymi znakami, ubytki — analiza chemiczna włókna surowego. Oryginalne)

liści do łodyg mają podobny efekt jak nawożenie. Przekroczenie optymalnych dawek azotu powoduje jednak z reguły pogorszenie się strawności *in vitro* [11, 33, 34]. Spowodowane to jest przez znaczny spadek węglowodanów i wzrost azotu w próbce ponad optymalne stężenie. Analizy wartości biologicznej prowadzone na hydrolizatach z suszu przy zastosowaniu pleśni *Aspergillus niger* wykazują, że wartość odżywcza hydrolicyzatu z próbek o zbyt dużym stężeniu azotu jest niższa [26]. Wynik ten ogólnie zgadza się z obserwacjami zootechnicznymi, w których wykazuje się, że przyrosty zwierząt na paszach zbyt bogatych w azot są często niższe. Ponieważ, jak już uprzednio stwierdziliśmy zbyt wysokie nawożenie azotem prowadzi do nagromadzania się biologicznie aktywnych substan-

cji, wśród których znajdują się związki o charakterze antymetabolitów dla mikroorganizmów, spadek strawności może być wynikiem osłabionego rozwoju mikroflory.

#### WIELOLETNIE ROŚLINY MOTYLKOWE — CENNY DODATEK DO TRAW

Zależnie od podaży nawozów azotowych i ich ceny, opłacalność uprawy traw w siewie czystym przy wysokich dawkach nawozów może być problematyczna. Można jednak dość łatwo wyprodukować wysoki plon zielonki poprzez wysiew odpowiednich mieszanek traw i motylkowych, przy o wiele niższej dawce nawozów azotowych aniżeli stosuje się przy czystym wysiewie traw. Mieszanki traw i motylkowych wykazują wysoką strawność i nie ustępują jakościowo trawom wysokonawożonych azotem. Rośliny motylkowe stanowią jednak z punktu widzenia jakości odrębny problem. Prawie wszystkie gatunki zawierają charakterystyczne dla siebie substancje szkodliwe. O ile szkodliwość tych substancji jest już definitywnie udowodniona i dla jednogatunkowych sian z roślin motylkowych dość łatwo można wyznaczyć próg szkodliwości, o tyle nic nie wiadomo o synergistycznym czy antagonistycznym współdziałaniu specyficznych substancji traw i motylkowych. Ze względu na wysoką strawność suszu z roślin motylkowych i odmienny zestaw soli mineralnych w tkance tych roślin, dodatek motylkowych istotnie poprawia skład chemiczny siana i suszu. Plon, w którym rośliny motylkowe stanowią około 33% suchej masy, pod warunkiem, że nie został wyprodukowany przy nadmiarze potasu i niedoborze wapnia i magnezu, przedstawia wyższą wartość odżywczą aniżeli susz z czystego zasiewu traw.

#### LITERATURA

1. Buchala A. J., Wilkie K. C. B.: Total hemicelluloses from wheat at different stages of growth. *Phytochemistry*, Vol. 12, s. 499-505; 1973.
2. Buchala A. J., Wilkie K.C.B.: Total hemicelluloses from *Hordeum vulgare* plants at different stages of naturity. *Phytochemistry*, Vol. 13, s. 1347-1351; 1974.
3. Buchala A. J., Wilkie K. C. B.: Uronic acid residues in the total hemicelluloses of oats. *Phytochemistry*, Vol. 12, s. 655-659, 1973.
4. Cornelius P. L., Buckner R. C., Bush L. P., Burrus P. B., Byars J.: Inheritance of perloline content in annual ryegrass x tall fescue hybrids. *Crop Science* Vol. 14, s. 896-898; 1974.
5. Dale J. E.: Growth and Photosynthesis in the First Leaf of Barley. The Effect of Time of Application of Nitrogen. *Ann. Bot.* 36, s. 967-79; 1972.
6. Ebert K.: Der Einfluss von Stickstoff und Magnesium auf Ertrag und Qualität der Zuckerrübe. *Albrecht-Thaer-Archiv*, 11. Bd., H. 5, s. 430-447; 1967.
7. Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S.: Zawartość azotanów i cukrów jako nowe kryterium oceny odmian traw. *Biul. Oceny Odmian* z. 1(6), s. 19-30; 1975.

8. Farnell D. R., Futrell M. C., Watson V. H., Poe W. E., Coats R. E.: Field Studies on Etiology and Control of Fescue-Toxicosis. *J. Environ. Qual.*, Vol. 4, nr 1, s. 120-122; 1975.
9. Fryček A., Kralovec J.: Diagnostyka a terapie vyživy porostu drnoveho fondu. *Sbornik Vysoke Školy Zemedelske V Praze, fakulta agronomiska rada A, zvláštni číslo-pičninarstvi*, s. 91-97; 1974
10. Fryček A.: Vplyv striedaveho využitia travneha porostu na botanicke zloženie. *Polnohospodarstvo XIV*, 12 s. 927-938; 1968.
11. Gawęcki K., Ponikiewska T., Warych E., Pasierbowicz H.: Wpływ wysokiego poziomu nawożenia azotowego żyta na strawność składników pokarmowych suszu i kiszonki oraz retencję azotu u owiec. *Rocz. nauk Zoot.* 2, s. 131-144; 1974.
12. Gentry C. E., Chapman R. A., Henson L., Buckner R. G.: Factors Affecting the Alkaloid Content of Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). *Agronomy J.*, Vol. 61, s. 313-316; 1969.
13. Hauska T.: Reakcja biotypów kupkówki (*Dactylis glomerata* L.) na różne poziomy wilgotności gleby i nawożenia azotowego. *Pam. Puł.* 58, s. 181-212; 1973.
14. Joseleau J. P., Bernoud F.: Hemicelluloses of *Arundo donax* at different stages of maturity. *Phytochemistry*, Vol. 14, s. 71-75; 1975.
15. Joseleau J. P., Bernoud F.: Hemicelluloses of young internodes of *Arundo donax*. *Phytochemistry* Vol. 13, s. 1155-1158; 1974.
16. Kaltofen H.: Probleme der Futterqualität bei Steigerung des Düngereinsatzes, *Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch.-Wiss.* 128, s. 101-110; 1973.
17. Kaltofen H.: Reaction von Wiesenschwingel und Wiesenlieschgras auf unterschiedliche Stickstoffgaben nach einem Schnitt, *Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd.*, 20. Bd, H. 6, s. 415-424; 1976.
18. Kaltofen H.: Zusammenfassende Auswertung der gemeinsam durchgeführten Forschungsarbeiten über die Stickstoffdüngung des Graslandes. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.*, z. 150, s. 17-42; 1973.
19. Koter Z.: Wpływ nawożenia azotem na zawartość substancji azotowych i węglowodanów kilku gatunków traw. *Pam. Puł.* 58, s. 131-154; 1973.
20. Koter Z.: Zawartość i formy substancji azotowych oraz zawartość rozpuszczalnych węglowodanów w zielonej masie żyta w zależności od dawek azotu i poziomu PK. *Pam. Puł.* 36, s. 147-170; 1969.
21. Kozłowski S.: Zmiany zawartości cukrów w *Dactylis glomerata* i *Poa pratensis* w zależności od wielkości dawki i formy nawozu azotowego. *Rocz. Nauk rol.*, ser. F, t. 79, z. 2, s. 59-70, 1976.
22. Kukułka I., Kozłowski S.: Nowe kryteria oceny odmian traw uprawnych na przykładzie *Lolium multiflorum*. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.*, 194, s. 29-43; 1977.
23. Lehmann K.: Interaction of Potassium, Magnesium and Calcium Concentrations and Forms of Nitrogen in the Medium, on Cation Contents of Plants. *Proceedings of the 10th Congress of the International Potash Institute held in Budapest 1974*.
24. Morrison I. M.: Isolation and analysis of lignin-Carbohydrate complexes from *Lolium multiflorum*. *Phytochemistry* Vol. 12, s. 2979-2984; 1973.
25. Morrison I. M.: Lignin-Carbohydrate complexes from *Lolium perenne*. *Phytochemistry*, Vol. 13, s. 1161-1165; 1974.
26. Nowacka D., Nowacki E.: Próba zastosowania *Aspergillus niger* do oceny pasz. *Pam. Puł.* 64, s. 71-86; 1975.
27. Nowacki E.: Hodowla roślin a intensyfikacja produkcji pasz zielonych. *Zesz. probl. Post. Nauk rol.*, 194, s. 45-61; 1977.

28. Nowacki E., Anioł A., Prus-Głowacki W.: Metody oznaczania białek właściwych w materiale roślinnym. Zesz. probl. Post. Nauk rol., 1972, z. 132, s. 101—117; 1972.
29. Nowacki E., Weznikas Th.: Wpływ wysokiego nawożenia azotowego na jakość plonu roślin pastewnych. Pam. Puł. 64, s. 25-44; 1975.
30. Nowacki E., Weznikas Th.: Zmiany w metabolizmie roślin spowodowane wysokimi dawkami azotu. Pam. Puł. 64, s. 5-23; 1975.
31. Nowacki E., Gonet Z., Kuntzmann R., Filimonow D. A.: Wlijanie urovnija azot-nogo pitanija na kaczestwo urožaja kormowych kultur. VIII. Międzynarodowy Kongres na temat mineralnego nawożenia, Moskwa, s. 317-330, 1976.
32. Schuphan W.: Significance of nitrates in food and drinking water. IAEA-PL-539/11, s. 101-117; 1974.
33. Schmekel J.: Rumen Digestion as Affected by Varying Levels of Nitrogen Fertilized Herbage Conserved as Silage or Artificially Dried. Lanntbrukshögsk. Ann. 33, s. 767-783; 1967.
34. Schmekel J.: The Influence of Additives on Silage Consumption. Lantbruks-högsk. Ann. 33, s. 785-804; 1967.
35. Smith T. A.: Polyamine oxidase from barley and oats. Phytochem. Vol. 15, s. 633-636; 1976.
36. Stuczyński E., Stuczyńska J., Jakubowski S., Jasińska B.: Plonowanie i skład chemiczny kupkówki w zależności od nawożenia azotem i zaopatrzenie w wodę. Pam. Puł. 44, s. 119-144; 1971.
37. Stuczyński E., Stuczyńska J., Skałacki S.: Reakcja kupkówki na różne poziomy nawożenia azotem i wilgotności gleby. Pam. Puł. 39, s. 103-128; 1970.
38. Stuczyński E.: Wpływ nawożenia azotem na wysokość i jakość plonu kupkówki (*Dactylis glomerata* L.) uprawianej na paszę. Pam. Puł. 36, s. 69-116; 169.
39. Stuczyński E., Stuczyńska J., Skałacki S.: Wpływ nawożenia azotem na zawartość niektórych mikroelementów w kupkówce. Pam. Puł. 59, s. 197-209; 1974.
40. Stuczyński J.: Wpływ nawożenia NPK na plonowanie i skład chemiczny kupkówki. Pam. Puł. 58, s. 155-179; 1973.
41. Stuczyńska J.: Zawartość składników mineralnych w kupkówce oraz ich pobranie w zależności od dawek azotu. Pam. Puł. 59, s. 211-219; 1974.
42. Waller G. R., Nowacki E. K.: Alkaloid Biology and Metabolism in Plants. Plenum Press, New York and London, 1978.

Э. Новацки

## ГЕНОТИП И УДОБРЕНИЕ, А КАЧЕСТВО КОРМА ДЛЯ ЖВАЧНЫХ

### Резюме

Автор просмотрел результаты исследований по теме влияния удобрения кормовых культур на их фитохимический состав. Многие примеры указывают на происходящие зависимости, между прочим, как в содержании хлорофилла, углеводов, азотных соединений, алкалодов и некоторых минеральных элементов, так и в удобоваримости корма.



*E. Nowacki*

GENOTYPE AND PLANT NUTRITION, FODDER QUALITY  
FOR RUMINANT ANIMALS

Summary

A review of the influence of mineral fertilization on quality of fodder plants and its phytochemical composition is made. Examples for correlations between chlorophyll, carbohydrate, nitrogen compounds, alkaloids and certain minerals as well for in vitro digestibility are given.