

PRODUKCJA BIAŁKA NA UŻYTKACH ZIELONYCH *

Marian Falkowski

Akademia Rolnicza w Poznaniu

O poważnym problemie oczekującym rozwiązania przez producentów żywności na świecie mówią konfrontacje wzrostu zaludnienia, który określa się na 2,7% rocznie, ze wzrostem produkcji żywności, określanym tylko na 2% rocznie. Przy takim układzie poziom wyżywienia może ulec jeszcze znacznemu pogorszeniu, biorąc pod uwagę, że obecnie jest nas około 4 mld, natomiast w roku 2000 wedle prognoz ma być 6,5 mld.

Poważnym ostrzeżeniem jest fakt, że w roku 1964 przypadało w Polsce na 1 mieszkańca 0,85 ha powierzchni użytków rolnych, natomiast w 1980 r. powierzchnia ta zmniejszyła się o 0,50 ha.

Białko na pewno stanowi ważny element w żywieniu ludzi i zwierząt, ale nie jedyny, jeśli chodzi o pewne gatunki zwierząt, na przykład przeżuwacze. W ich procesach życiowych węglowodany odgrywają nie mniej ważną rolę.

Deficyt białka pokarmowego i paszowego jest obecnie w wielu krajach tak znaczny, że poszukuje się nowych dróg i sposobów pokrycia groźnych niedoborów. Zamierza się wykorzystać do tego celu glony i wodorosty oraz faunę morską, a także produkować drożdże pastewne z różnych substratów, a nawet białko pośrednio z odchodów zwierzęcych [43, 57].

Czy w przyszłości produkcja pokarmów białkowych odbywać się będzie bez pośrednictwa zwierząt, na razie jest kwestią otwartą. Niemniej proces ekstrakcji białka nawet z liści roślin dla produkcji koncentratów białkowych jest obecnie możliwy już na skalę przemysłową [51]. W ten sposób można skrócić cykl produkcji białka roślinnego, nie oczekując na porę dojrzewania, wykorzystując maksymalnie efektywność nawożenia

* Opracowano na podstawie literatury i 21 referatów zgłoszonych na konferencję zorganizowaną przez Komitet Uprawy Roślin PAN w Lublinie we wrześniu 1977 r.

azotowego dla uzyskania ogromnych plonów zielonej masy z jednostki powierzchni. Tak intensywna produkcja mogłaby zaspokoić potrzeby pokarmowe ludzi i paszowe zwierząt, nie tylko przeżuwaczy, ale także innych gatunków, które nie posiadają zdolności trawienia masy roślinnej naturalnej i białka otoczonego celulozowymi ścianami komórek. Również w naszym kraju uzyskano pomyślne wyniki badań nad otrzymywaniem koncentratów białkowych z soku roślin motylkowatych i traw [20, 21]. Badania w tej dziedzinie wkroczyły nawet w zakres budowy anatomicznej roślin, tak gatunków, jak i ich odmian, gdyż zrozumiałe jest, że może to mieć duży wpływ na wydajność ekstrakcji białka z komórek [36].

Na razie niepodważalna jest podstawowa rola zbiorowisk trawiastych na kuli ziemskiej jako głównego źródła białka i innych składników pokarmowych potrzebnych w żywieniu zwierząt, zwłaszcza przeżuwaczy. Przyznawanie tej roli zbiorowiskom trawiastym pozwala unikać nieprawidłowej, a nawet szkodliwej konkurencji w żywieniu ludzi, dla których w takim układzie uzyskuje się w pełni żywność z produkcji polowej. Zboża powinny być przekazywane na pokarm dla ludzi, a nie zużywane w produkcji zwierzęcej. Jest to w pełni uzasadnione, skoro na wyprodukowanie 1 kg mięsa trzeba zużyć aż 7-8 kg ziarna zbóż.

Wyjaśnienia wymaga zagadnienie opłacalności produkcji białka otrzymywanego z uprawy różnych roślin pastewnych. Jakkolwiek kwestia ta poddawana była badaniom już od dawna, to jednak do dziś u nas nie wyciągnięto praktycznych wniosków. Wystarczy podać, że w Polsce w latach 1973-1975 z 1 ha zboża dawały 382 kg białka ogólnego, natomiast trawy z łąk i pastwisk aż 623 kg (tyle co buraki cukrowe, licząc korzenie i liście). Średnia jednostkowa wydajność białka ogólnego z roślin strączkowych wynosiła w tych samych latach od 215 kg — z uprawy wyki, do 467 kg — z uprawy bobiku. Warto jednak zwrócić uwagę, że koszt produkcji 1 kg białka ogólnego według badań Instytutu Ekonomiki Rolnictwa wynosił w 1973 r.: w zielonce z pastwisk 2,9 zł, w zielonce z łąk 5,2 zł, w ziarnie żyta 30,3 zł, w korzeniach buraków cukrowych 47,1 zł i w bulwach ziemniaków 64,6 zł [67].

Wiadomo, że przeciętna krajowa plonów z łąk i pastwisk jest u nas bardzo niska. Gdyby sięgnąć do przykładów z innych krajów, różnice o których mowa wypadają dla łąk i pastwisk znacznie korzystniej. W Szwajcarii plony białka z pastwisk przekraczają wielokrotnie zbiory uzyskiwane z uprawy łubinu, bobiku, grochu i pszenicy [6].

Niezwykle niski koszt produkcji białka na pastwiskach jest od dawna znany i to na całym świecie. Obliczenia dokonane w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej wykazały, że koszt produkcji białka w mleku jest 3-4 raza większy a w mięsie 1,7 raza większy, jeśli zwierzęta żywi

się paszami z upraw polowych — soją, kiszonką z kukurydzy i sianem z lucerny [28].

Nie jest przesadą, jeśli się twierdzi, że ruń pastwiska jest bezkonkurencyjna, gdy chodzi o wysokość plonu białka z ha, jak i niezwykle niski koszt produkcji. W naszym kraju nawet na wysokościach 650-700 m npm możliwa jest produkcja 1,7-2,0 t białka ogólnego z ha pastwiska [16]. W warunkach bardzo wysokiego poziomu nawożenia azotem Kasperczyk i Filipek [77] uzyskali z łąk trzykośnych 2,5 t na niżu i 1,8 t z ha tego składnika w górach. Podobnie na terenie woj. olsztyńskiego Dobrzycka, Wiśniewska i Olkowski [72] uzyskali plon białka z łąk przekraczający 2,3 t z ha. Również Mikołajczak [85] wykazała możliwość otrzymania w warunkach siedliskowych Dolnego Śląska około 2,5 t z łąk nowo założonych. Przy intensywnym nawożeniu i 4-krotnym wykaszaniu, w świetle badań Wesołowskiego [90], plony białka ogólnego mogą osiągnąć nawet około 3,2 t. Nie można pominąć tu szczególnej roli nawodnień miejskimi ściekami. Jak podają Lidtke i Bukowski [80], w tych warunkach można zebrać nawet 3-4 t białka ogólnego z ha.

Jednostronne użytkowanie kośne, spotykane w Polsce przy braku pastwisk intensywnie zagospodarowanych i użytkowanych, stanowi wyjątek na naszym globie. We wszystkich krajach świata występuje zdecydowana przewaga terenów wypasanych nad wykaszanyimi. Przyczyny tego stanu rzeczy są uzasadnione — produkcja taniego białka oraz opłacalna organizacja pracy, polegająca na najmniejszych nakładach na roboczogodziny i ciągnikogodziny [19].

Z kolei należy odpowiedzieć na pytanie, co jest bardziej rentowne i kiedy uzyskać można wyższe plony suchej masy i białka — czy przez uprawę traw i motylkowatych, czy może samych traw. Dla przykładu przytoczę wyniki badań przeprowadzonych w Wielkiej Brytanii na ten temat [41]. Jak się okazuje, 1 kg azotu w nawozach dawał z mieszanki złożonej z traw i motylkowatych 10,38 kg s.m., natomiast z zasiewu traw aż 27,57 kg s.m. Zrozumiałe jest, że tylko z traw nitrofilnych można uzyskać bardzo wysokie plony, zwłaszcza w warunkach obfitego nawożenia azotem, a do nich należą przede wszystkim kupkówka pospolita i życica wielokwiatowa [38, 63]. Z tego powodu słusznie podkreśla Boćko [70] rolę kupkówki jako ważnego komponentu na terenach nawadnianych ściekami. Podobnie, z doświadczeń przeprowadzonych przez Nowaka i Mikołajczakową [87] wynika, że najwyższą zawartość, a również najwyższy plon białka ogólnego, wykazała kupkówka pospolita; a mianowicie przy 26,8% zawartości otrzymano 2,2 t białka ogólnego z ha. Nic też dziwnego, że dodatek koniczyn do traw wysiewanych w mieszance na trzyletnie użytkowanie, w doświadczeniu przeprowadzonym przez Lidtkego i Murzyńskiego [81], nie dał spodziewanych zwyżek plonów białka.

Biorąc pod uwagę średni plon białka ogólnego z trzech lat badań, można sądzić, że niecelowe jest dodawanie motylkowatych do traw, gdyż nie uzyskuje się zwiększenia plonu białka. Trawy w monokulturze — np. kupkówka pospolita, stokłosa bezostna — mogą dać plony równej wysokości, a nawet wyższe.

W warunkach naszego kraju gatunki traw zasiewane na użytkach zielonych różnią się zawartością białka ogólnego. W świetle wyników badań przeprowadzonych przez Martyniaka [83], przeciętnie najwięcej białka zawierały kupkówka pospolita i wiechlina łąkowa, przy czym kupkówka wykazała bardziej wyrównaną zawartość w okresie wegetacji. Mniejsze różnice wystąpiły w obrębie odmian jednego gatunku, pomimo tego zawartość białka można uznać także jako cechę odmianową. Porównawcze badania odmian traw przeprowadzone przez Klęczek [78] wskazują na możliwość uzyskania 200-300 kg białka ogólnego z hektara rocznie więcej, przy umiejętnym ich doborze dla danych warunków siedliskowych. Odmiany kupkówki pospolitej, w porównaniu z odmianami życicy wielokwiatowej i kostrzewy łąkowej, dały zdecydowanie wyższe zbiory białka. Podobne badania wykonał Prończuk [88] z większą liczbą gatunków. Jeśli chodzi o zawartość białka ogólnego traw intensywnie nawożonych azotem, to na pierwsze miejsce wysunęły się: wiechlina łąkowa, kupkówka pospolita, wyczyniec łąkowy i kostrzewa czerwona, wykazując 19,0-21,7% białka ogólnego w s.m. Wyraźnie niższą zawartością odznaczały się: tymotka łąkowa, życica trwała i kostrzewa trzcinowa, a mianowicie 13,6-15,1% białka ogólnego w s.m. O zastosowaniu praktycznym i wysiewie tych gatunków w określonych warunkach decyduje ich zdolność produkowania dużej ilości masy zielonej — a tym nie odznacza się ani wiechlina łąkowa, ani kostrzewa czerwona; stąd ich mniejsze zastosowanie na użytkach zielonych intensywnie nawożonych azotem.

W ostatnich latach, w wielu krajach zwraca się uwagę na duże możliwości produkcyjne gatunków i odmian życicy, a zwłaszcza życicy wielokwiatowej i jej form jednorocznych. Poza wysokim plonem suchej masy życica wielokwiatowa i podobne jej formy odznaczają się dostateczną ilością białka, stosunkowo niskim stężeniem azotu azotanowego, a przede wszystkim niezwykle wysoką zawartością cukrów. W sumie życice wykazują najlepszy stosunek cukrów do białka i przez to mogą być wykorzystywane wielostronnie, tak w produkcji siana i suszu, jak i zielonki na pastwisku oraz w produkcji kiszonek [36, 68]. Nie wchodząc w szczególności uprawy tych traw, warto wymienić badania Gajdy, Milczaka i Miazgi [74], którzy w krótkotrwałym użytkowaniu zasiewu życicy westerwoldzkiej z wyką, uzyskiwali plony około 1,8 t białka ogólnego z ha.

Jak już wspomniano, zwiększona liczba pokosów z łąki daje możliwość uzyskiwania wyższych plonów białka. Przejście na użytkowanie

wielokrotne rozumiane jako zbiory traw we wcześniejszych stadiach rozwojowych, z reguły daje wyraźne zwyżki plonów białka, zwłaszcza na tle wzmożonego nawożenia azotowego [2, 8, 49, 50, 69]. Nic też dziwnego, że Kryński [79] uzyskał wzrost plonów białka ogólnego o 19,4%, tylko pod wpływem zwiększenia liczby pokosów z 2 do 4. W warunkach podwojenia dawki azotu, przy 4-krotnym zbiorze, efekt był jeszcze lepszy bo 54,9%. Wyraźniejsze różnice wykazał Wesołowski [90] i to w wieloletnim doświadczeniu. W zależności od poziomu nawożenia plony białka ogólnego wahały się na łące:

2-kośnej — 1,34-1,42 t z ha,

3-kośnej — 1,48-2,32 t z ha,

4-kośnej — 1,37-3,17 t z ha.

Warunki siedliskowe w dużym stopniu decydują o wysokości plonów suchej masy i białka, i to często niezależnie od poziomu stosowanego nawożenia; zwłaszcza istniejące stosunki powietrzno-wodne trudno poprawić samym nawożeniem. Wskazują na to wyniki doświadczeń przeprowadzonych przez Cieślińskiego i Raszeję [71]. W nieuregulowanych warunkach siedliskowych, przy okresowych nadmiarach wody, można uzyskać pod wpływem nawożenia niejednakowe efekty w plonach białka. Zdaniem autorów nawożenie azotowe, nawet w wysokości do 200 kg N na ha, może spowodować dwukrotny wzrost plonów białka ogólnego na łące okresowo wilgotnej, a trzykrotny na łące okresowo suchej, przede wszystkim przez korzystniejsze zmiany składu florystycznego runi. Łękańska [82] uważa, że na stanowiskach posusznych, mimo możliwości uzyskania wzrostu plonów białka pod wpływem wyższego poziomu nawożenia azotowego, grozić może degradacja runi i wzrost zachwaszczenia. Sądzę jednak, że jest to zbyt daleko idące uogólnienie, gdyż wiadomo, że nawet na terenach z większymi niedoborami wody — na przykład w lecie, umiejętne nawożenie azotem może powodować wzrost zawartości runi. Ten stan zmniejsza bezproduktywne parowanie z gleby, co z kolei ułatwia darni i runi przetrwanie okresów krytycznych i może zapewnić nawet ciągłość produkcji masy zielonej.

Specyficzne warunki siedliskowe, jeśli chodzi o plonowanie runi i wydajność białka, panują na użytkach zielonych położonych na glebach o dużym odsetku substancji organicznej. Stosunki powietrzno-wodne gleb torfowych wpływają w dużym stopniu na ilość pobranego azotu, niezależnie od azotu nawozów wprowadzanych do gleby. Z doświadczeń Łękańskiej [82] wynika, że zawartość azotu w sianie z łąk torfowych jest zróżnicowana w zależności od stopnia rozkładu substancji organicznej gleby. W warunkach na przykład nawożenia dawką 120 kg N na ha, średnie roczne pobranie azotu ogólnego przez rośliny dochodziło do 206

kg N na hektar. Na podobną zależność wskazują również wyniki doświadczeń podane przez Dobrzycką, Wiśniewską i Olkowskiego [72], założonych na glebach murszowo-torfowych i bagienno-mułowej w porównaniu do mineralnej. Jak się okazało, najwyższe plony białka można otrzymać z łąk położonych na glebie bagienno-mułowej i z kolei na glebie murszowo-torfowej, a najniższe — z łąk położonych na glebach mineralnych. W doświadczeniach z gatunkami traw i ich odmianami podobną zależność wykazał Martyniak [83], uzyskując większą zawartość białka w roślinach zasiewanych na glebach organicznych.

Trawy wykazują obecność białka ogólnego nieraz w znacznej ilości, zależnie jednak od ich stadium rozwojowego. Toteż na pastwiskach spotyka się z reguły wyższą zawartość tego składnika. Nierzadkie są przypadki, że w młodej runi ilość białka przekracza nawet 25-30% w s.m. Taką zawartość podaje Nazaruk [86] oraz Mikołajczak [85] na podstawie własnych analiz runi. Oczywiście, tak wysokie zawartości występują w roślinach pod wpływem dużych dawek nawozów azotowych.

Efektywność nawożenia azotowego wyrażona przyrostem plonu białka ogólnego w przeliczeniu na 1 kg azotu była przedmiotem zainteresowania wielu badaczy. Z prac przeprowadzonych w Polsce, jak donosi Gorlach, Curyło i Firek [76] wynika, że przyrost ten mieści się w przedziale 2,5-2,7 kg przy dawkach od 270 do 405 kg N na ha. Nowak i Mikołajczakowa [87] podają wyższą efektywność, zróżnicowaną w zależności od gatunku trawy. Pod wpływem dawki 240 kg N na ha wiechlina łąkowa dała 2,7 kg białka ogólnego, natomiast kupkówka aż 4,3 kg. Podobne przeliczenia wykonał także Nazaruk [86] stwierdzając, że 1 kg N może wyprodukować białka w granicach 2,6-3,5 kg, a w warunkach deszczowania przy dawkach 360 kg N na ha nawet 3,0-4,2 kg. Mikołajczak [85] opracowując efektywność tych samych dawek nawożenia azotem łąk podał, że jest ona wyraźnie większa na niżu niż w górach.

W dążeniu do osiągnięcia maksymalnych plonów białka z roślin pastewnych, elementem ograniczającym może być poziom odzysku azotu nawozów w białku. Poziom ten waha się w bardzo szerokich granicach, gdyż wiele czynników siedliskowych odgrywa tutaj dużą rolę, podobnie jak i właściwości fizjologiczne i biologiczne nawożonych roślin. Na ogół granice te wynoszą 20-90% [54, 58, 59]. Przy wysokiej obsadzie zwierząt na pastwisku ilości azotu zebranego w plonie białka mogą nawet przekraczać ilości wprowadzone w nawozach mineralnych [18]. Wpływ obsady pasących się zwierząt na ilość zebranego azotu w plonie białka zauważył także Skrijka [89] w doświadczeniu przeprowadzonym z owcami.

Na ogół u traw spotyka się w tak zwanym białku ogólnym 78-95% białka właściwego oraz 5-22% związków azotowych niebiałkowych. Frakcja niebiałkowa zawiera między innymi aminokwasy, amidy oraz pewne

substancje amonowe i azotanowe. W roślinach pastewnych ważną grupę stanowią białka łatwo rozpuszczalne, o dużym znaczeniu w żywieniu zwierząt jednożołądkowych.

Badania na temat związków azotowych w roślinach muszą być przeprowadzone niezwykle skrupulatnie pod względem metodycznym, gdyż struktura masy nadziemnej traw i innych roślin pastewnych może być bardzo zróżnicowana i zmiany te mogą szybko zachodzić w miarę ich wzrostu i rozwoju. Na dużą rolę struktury masy nadziemnej na stosunki ilościowe związków azotowych w roślinach wskazują wyniki badań wykonanych na ten temat [14]. Pozwalają one wykazać znaczne różnice na przykład w odsetku azotu białkowego, peptydowego i niebiałkowego w poszczególnych częściach roślin, a więc w blaszkach liściowych, w pochwach liściowych i źdźbłach.

Ponieważ bez nawożenia azotowego nie ma mowy o wysokiej produkcji białka z użytków zielonych, nasuwa się pytanie, w jakim stopniu i w jakim kierunku działają stosowane przez nas nawozy na związki azotowe w roślinach. Ogólnie można stwierdzić, że nawożenie azotowe wpływa dodatnio na wzrost ilości azotu białkowego, w tym także azotu białka łatwo rozpuszczalnego [5]. Wzrasta wprawdzie ilość azotu niebiałkowego, lecz nierównomiernie i to w różnym stopniu u gatunków i odmian traw [3, 11, 15]. Jedynie pod wpływem znacznych dawek nawozów azotowych może szybciej przyrastać zawartość azotu azotanowego.

Zagadnienie występowania azotanów w roślinach było tematem licznych badań na świecie i poznano już wiele czynników, które odgrywają w tym procesie dużą rolę [11, 35]. Nowak i Mikołajczakowa [87] potwierdzili współzależność między poziomem dawki azotu a ilością azotanów u gatunków traw. Jednorazowe dawki 120 kg N na ha dały wyraźny wzrost ilości azotu azotanowego u kostrzewy łąkowej, kupkówki pospolitej i życicy trwałej, a więc gatunków znanych ze zdolności kumulowania tej formy związków azotowych.

Z porównania zawartości azotanów w runi różnych łąk podobnie nawożonych Mikołajczak [85] wyciąga wniosek, że łąki górskie wykazują z reguły niższą zawartość azotu azotanowego. Pod tym względem łąki nowo założone, w porównaniu do starych, wykazują w runi wyższe stężenie azotanów, zapewne przez obecność wprowadzonych nitrofilnych gatunków traw.

Dla uniknięcia nadmiernych ilości azotu azotanowego z użytków zielonych intensywnie nawożonych azotem próbuje się stosować formy nawozów o zmniejszonej szybkości jego mineralizacji w glebie [48]. Nowe formy, jak na przykład agramid i agroform, jakkolwiek jeszcze nie w pełni przystosowane dla potrzeb nawożenia użytków zielonych, charakteryzuje zmniejszona przyswajalność azotu. W następstwie nie dochodzi

tu do kumulacji azotu azotanowego przez rośliny w takim stopniu, jak to ma miejsce pod wpływem saletry amonowej. Tą drogą można będzie rozwiązać sprawę jednorazowego nawożenia użytków zielonych azotem, niejako „na zapas”, co ma duże praktyczne znaczenie. Podaje się, że formy te stosowane w jednorazowej dawce na przedwiośniu zaznaczyły się zwiększoną zawartością białka ogólnego jeszcze w październiku, to znaczy w chwili zbioru czwartego pokosu [48].

Jeśli jednak bada się wpływ nawożenia azotem na występowanie związków azotowych w roślinach, to równolegle należałoby także analizować wpływ jego na środowisko. Zagadnienie to było przedmiotem dyskusji na ubiegłorocznej konferencji Sekcji Łąkarskiej Komitetu Uprawy Roślin, Polskiej Akademii Nauk. Zdajemy sobie sprawę, że występowanie azotanów jest równie ważne w produkcji żywności jak i w zaopatrzeniu w wodę pitną ludzi i zwierząt [19, 39]. Podobnie, zbyt wysoka zawartość azotanów w mleku może być szkodliwa dla ludzi; prawdopodobnie istnieje zależność między zawartością azotanów w paszy a ich obecnością w mleku [40]. Pocieszającym jest jednak fakt, że trawy łąkowe w większym stopniu wykorzystują azot z nawozów w przeciwieństwie do traw zbożowych; stąd zawartość azotanów w wodach wyciekających z gleb łąkowych jest z reguły niższa [32, 33]. Podaje się, że około 10% azotu z nawozów może być wymywane z gleb łąkowych [27].

Zagadnienie współzależności między azotem nawozów a zawartością związków azotowych w roślinach okazuje się jednak bardzo złożone. Co raz więcej danych spotykamy na temat wpływu nawożenia azotem na stosunki ilościowe i jakościowe aminokwasów w roślinach. Tego rodzaju zależności wykryto u wielu roślin, jak również u traw zbożowych i pastewnych [7, 9, 24, 29, 37, 45, 64, 66]. Znane są także publikacje wskazujące na brak wpływu, tak wielkości dawki, jak i formy nawozu azotowego na skład aminokwasowy traw [26, 52]. W większości jednak autorzy wykazali, że w miarę wzrostu poziomu dawki azotu zwiększa się ilość lizyny, argininy, seryny, waliny, fenyloalaniny, glicyny, cystyny, metioniny, kwasu glutaminowego i asparaginy. Falkowski, Łyduch i Kaczmarek [73], analizując runę łąki trzykośnej, nie stwierdzili zmian jakościowych aminokwasów pod wpływem dawek 100-300 N na ha, natomiast różnicę w ich składzie ilościowym. Ponadto wzrost zawartości aminokwasów był najwyższy tylko pod wpływem dawki średniej wielkości, to jest 200 kg N na ha i to przede wszystkim w runi z drugiego pokosu. Interesujące wyniki własnych badań na temat zmian ilościowych i jakościowych w składzie aminokwasów przedstawili także Grudniewicz i Zima [75], wykazując obniżenie wartości biologicznej białka w runi pod wpływem nawożenia azotem w wysokości 100-500 kg N/ha.

Na marginesie wspomnianych wyników nasuwa się jednak wiele py-

tań z zakresu metody wykonywania tego rodzaju badań. Między innymi chodzi o porównanie efektów nawożenia fosforowo-potasowego z azotowym bez uwzględniania zmian w składzie florystycznym.

Warto podkreślić, że — z bardzo nielicznymi wyjątkami — występują współzależności dodatnie między azotem nawozów a składnikami pokarmowymi w roślinach [4, 22, 23, 31, 37, 42, 44, 60, 61, 65, 66, 68]. Ujemne współzależności stwierdzono jedynie w przypadku cukrów w roślinach. Jeśli chodzi o składniki mineralne, to zależności ujemne mogą wystąpić głównie przy ich niedoborze w glebie. Niemniej znane są szczególne przypadki tego rodzaju negatywnych współzależności między azotem w roślinach a obecnością jodu; może mieć to znaczenie w warunkach produkcji pasz w niektórych rejonach naszego kraju, na przykład w częściach leżących w łuku karpackim. Innym przykładem ujemnej współzależności jest stosunek azotu do krzemu — ale tym razem z korzyścią dla wartości pokarmowej traw [62].

Specyficzna jest także rola molibdenu w roślinach przez wpływ na wzrost ilościowy takich aminokwasów jak kwas asparaginowy, treonina, walina — co może zwiększyć wartość biologiczną roślin pastewnych, mierzoną sumą podstawowych aminokwasów [25]. Podobnie sód wpływa na metabolizm azotu w roślinach, obniżając ilość wolnych aminokwasów, azotu amonowego i azotanowego, tym samym zwiększa się zawartość białka [47]. Nie mniejsza jest rola siarki, której niedobór wywołuje wzrost zawartości azotu azotanowego i amidowego [56].

Spośród makroelementów rola fosforu i potasu jest niezwykle ważna w kumulacji związków azotowych w roślinach pastewnych. Na ogół stwierdza się dodatnią zależność między fosforem i azotem. Wzmożone nawożenie fosforem dodatnio działa na pobieranie azotu przez rośliny, a efektem jest tu wzrost zawartości azotu i fosforu w roślinach. Przykładem dobrych rezultatów w plonach białka, wynikających ze współzależności nawożenia azotem i fosforem są wyniki badań Mazura i Piontka [84]. W warunkach nawożenia „fosforem na zapas” uzyskano wyższą zawartość białka ogólnego w plonach o 17-22%, natomiast pod wpływem nawożenia azotem wzrost ten wynosił tylko 9-11%.

Znany jest korzystny wpływ potasu na przebieg fotosyntezy i wzrost zawartości węglowodanów. Składnik ten poprawia znacznie ich stosunek do białka w roślinach, co ma duże znaczenie w żywieniu zwierząt. Dużą rolę odgrywa potas w biosyntezie związków azotowych i w stosunkach ilościowych między nimi, co również jest ważne z punktu widzenia zdrowotności paszy [1]. Wpływa także na redukcję azotanów, co wykazano na przykładzie kupkówki pospolitej i życicy trwałej [55]. Gorlach, Curyło i Firek [76] nie wykazali współdziałania ani potasu ani fosforu w kształtowaniu stosunku azotu białkowego i niebiałkowego. Mazur i Pion-

tek [84] stwierdzili nawet niekorzystne działanie potasu na poziom białka w roślinach. Zjawisko to trudno wytłumaczyć, ponieważ jest sprzeczne z rolą potasu w procesach życiowych roślin. Prawdopodobnie nie wynika ono z bezpośredniego wpływu potasu na zawartość białka w roślinach, raczej jest skutkiem zmian w składzie florystycznym runi. Brak jednak danych na ten temat w przedstawionych opracowaniach uniemożliwia przyjęcie tej tezy za pewnik.

W produkcji białka w uprawie roślin pastewnych nie należy zapominać o ujemnej współzależności między zawartością białka i węglowodanów w roślinach, w tym tak ważnych dla procesu trawienia, jakimi są cukry proste i złożone. Ilość ich może nieraz ulegać znacznemu zmniejszeniu pod wpływem nawożenia azotem, zwłaszcza dużymi dawkami [3, 34]. Jeśli stosunkowo łatwo uzyskać znaczną zawartość białka w roślinach, to znacznie trudniej jest zwiększyć koncentrację energii w paszy. Wystarczy podać, że niejednokrotnie ilość białka w runi wystarcza na produkcję 30 l mleka, natomiast zawartość jednostek owsianych w tej samej runi wystarcza tylko na produkcję 15-18 l mleka. Skarmianie runi z nadmierną zawartością białka może być nieopłacalne, gdy przekracza potrzeby zwierząt, zwłaszcza owiec. Słusznie podkreślił to Skrijka [89] w wyniku swoich badań, zalecając ograniczenie poziomu nawożenia azotem pastwisk owczych i nie przekraczania dawki 150 kg N na ha. Przekonywujące są wyniki badań Prończuka [88], że nie tylko wysoka zawartość białka w trawach jest czynnikiem decydującym o efektywności żywienia zwierząt. W teście nornika autor uzyskał najwyższe przyrosty zwierząt żywionych życią trwałą, a więc gatunkiem o niższej zawartości białka. Wiadomo bowiem, że życica trwała należy do nielicznej grupy gatunków traw o korzystnym stosunku białka do węglowodanów; wyróżnia się znaczną zawartością cukrów prostych w porównaniu do innych gatunków traw [13].

Warto również zwrócić uwagę na te wyniki badań, które wskazują, że długotrwałe żywienie zwierząt trawami wysokobiałkowymi może doprowadzić do zwiększenia ilości amoniaku we krwi, osłabiając pracę wątroby, wywołać hypomagnezemię oraz spowodować przedwczesne starzenie się zwierząt [17, 30].

Przypominając wyniki niektórych badań już znanych i opublikowanych, a na tym tle przedstawiając wyniki badań przeprowadzonych przez Autorów 21 referatów przygotowanych na Konferencję Komitetu Uprawy Roślin, Polskiej Akademii Nauk, chciałbym podkreślić jak złożone jest zagadnienie produkcji białka z użytków zielonych. Na stosunki jakościowe i ilościowe związków azotowych w roślinach wpływa bowiem wiele czynników w różny sposób. Zagadnienia tego nie można rozpatrywać jednostronnie, ograniczając się do uzyskania zadowalających plonów

ogólnych, ale w równym stopniu należy uwzględnić potrzeby pokarmowe zwierząt, a także kontrolować wpływ stosowanych zabiegów na środowisko przyrodnicze.

LITERATURA

1. Adams C. A., Sheard R. W.: *Canad. J. Plant Sci.*, 46, 6, 1966.
2. Agyare J. A., Watkin B. R.: *J. Brit. Grassld Soc.*, 22, 182, 1967.
3. Akhlamova N. M.: *Proc. X Intern. Grassld Congr. Helsinki*, 258, 1966.
4. Bougle B.: *Bulletin de l'Association Francaise pour l'Etude du Sol*, 6, 1968.
5. Brzózka F.: Zawartość azotu białkowego oraz związków azotowych niebiałkowych w runi pastwiskowej w zależności od poziomu nawożenia azotem mineralnym. *Mater. konf. nauk. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych*, 128, Falenty 1976.
6. Caputa J., Scehovic J.: *Revue suisse d'agriculture*, V (5), 1973.
7. Carrow J. R.: *Cand. J. For. Res.*, 4, 465, 1973.
8. Dent J. W.: *European Grassld Fed. V Gen. Meeting, Uppsala 1973*.
9. Eppendorfer W.: *Plant a. Soil*, 3, 424, 1968.
10. Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S.: *Biul. Oceny Odmian*, 6, 19, 1975.
11. Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S.: Kierunki i wyniki prac badawczych nad zastosowaniem azotu w gospodarowaniu na użytkach zielonych w różnych krajach. *Wyd. Wł. IMUZ, Falenty (w druku)*.
12. Falkowski M., Olszewska L., Kukułka I.: *Zesz. probl. Post. Nauk rol. (w druku)*.
13. Falkowski M., Olszewska L., Kukułka I., Kozłowski S.: *Zesz. probl. Post. Nauk rol. (w druku)*.
14. Fauconneau G.: *Proc. VIII Intern. Grassld Congr. Reading 1960*, 617, Oxford 1961.
15. Fernando G. W. E., Carter O. G.: *Proc. XI Intern. Grassld Congr. Surfers Paradise, Queensland*, 853, 1970.
16. Filipek J., Kasperczyk M.: *Acta agr. et silv. Sect. Agraria*, 2, 21, 1975.
17. Fojtík A., Světlík V.: *Travinářské Sympozjum. Rožnov*, 595, 1970.
18. Frąckowiak J.: *Pr. Komis. Nauk Rol. Leś. Poznań, TPN*, 26, 1968.
19. Frąckowiak J.: Żywienie oborowe i pastwiskowe w świetle nakładów pracy oraz produktywność zwierząt. *Mater. konf. NOT, Boszkowo 1969*.
20. Glapś J., Korniewicz A.: *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2, 221, 1975 a.
21. Glapś J., Korniewicz A., Przysiecka M., Ryś R.: *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2, 201, 1975.
22. Greig J. K., Motes J. E.: *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 92, 508, 1968.
23. de Groot H.: *Proc. XI Intern. Grassld Congr. Surfers Paradise, Queensland*, A 107, 1970.
24. Grudniewicz St., Kryściak J.: Wpływ nawożenia azotowego na zawartość aminokwasów w życicy trwałej (*Lolium perenne* L.). *Mater. konf. nauk. Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych*, 128, Falenty 1976.
25. Gruhn K.: *Z. Pflernährgr Düngung Bodenkde*, 91, 1, 1961.
26. Hanczakowski P.: *Rocz. Nauk rol., Ser. B*, 2, 85, 1975.
27. Hood A. E. M.: *Outlook Agricult.*, 6, 320, 1976.
28. Hutton J. B.: *Proc. XI Intern. Grassld Congr. Surfers Paradise, Queensland*, A 78, 1970.
29. Kartau C.: *Praca w Rohumaavijelus. Tallin*, 3, 1962.

30. Kemp A., Deys W. B., Hemkes O. J., Van Es A. J. H.: *Neth. J. agric. Sci.*, 9, 134, 1961.
31. Kershaw E. S., Banton C. L.: *J. Sci. Food agric.*, 16, 12, 1965.
32. Kolenbrander G. L.: *Neth. J. agric. Sci.*, 17, 4, 1969.
33. Korenkov D. A., Filimonov D. A., Lavrova I. A., Rudelev E. V.: XII Intern. Grassld Congr. Moscow, 276, 1974.
34. Kozłowski S.: XII Intern. Grassld Congr. Moscow, 237, 1974.
35. Kukułka I., Kozłowski S.: *Nowe Rol.*, 4, 1974.
36. Kukułka I., Kozłowski S.: *Zesz. probl. Post. Nauk rol.*, 194, 29, 1977.
37. Lambert J., Denudt G., Toussaint B.: XII Intern. Grassld Congr. Moscow, 288, 1974.
38. Lampeter W., Matthies H., Tchaptchet A.: *Archiv. f. Acker Pflbau*, 17, 5, 1973.
39. Lee C. G., Shallenberger R. S., Downing D. L., Stoewsand G. S., Peck N. M.: *J. Sci. Food agric.*, 22, 2, 1971.
40. Leonhard-Kluz I., Bielak F.: Wstępne obserwacje nad zawartością azotanów w mleku krów rasy nizinnej czarno-białej w okresie żywienia pastwiskowego. Mater. ze Zjazdu „Genetyka, hodowla, żywienie i utrzymanie zwierząt gospodarskich”. Polskie Towarzystwo Zootechniczne, 441, Warszawa, 1973.
41. Lowe J.: Proc. XI Intern. Grassld Congr. Surfers Paradise, Queensland, A 88, 1970.
42. Lukoshavichius I. J., Grigalauskas J. J., Sushinckas A. V., Banikonene J. J., Panamariovene A. J.: XII Intern. Grassld Congr. Moscow, 1974.
43. McCloud D. E.: XII Intern. Grassld Congr. Moscow, 62, 1974.
44. McIntosh S., Crooks P., Simpson K.: *Plant a. Soil*, 39, 2, 1973.
45. Mengel K., Helal M.: *Z. Pflernährg. Düngung Bodenkd.*, 120, 1969.
46. Nehring K.: *Zesz. nauk. WSR Krak.* 44, 1968.
47. Nowakowski T. Z.: *Plant a. Soil*, 28, 1, 1968.
48. Olszewska L., Kukułka I., Kozłowski S.: *Pam. puł.* (w druku).
49. Pätzold H.: Proc. IX Intern. Grassld Congr. San Paulo, 1965.
50. Pederson E. J., Møller E., Mølle Kr. G.: European Grassld Fed. Gen. Meeting. Uppsala, 1973.
51. Pirie N. W.: Proc. Nutr. Soc. Cambridge University Press, 28, 1, 1969.
52. Pleszkow V. R.: *Viestn. Siel. Nauki*, 9, 10, 1964.
53. Poersma L.: *Feedstuffs*, 39, 20, 1975.
54. Power J. F.: *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 31, 2, 1967.
55. Puia I., Erdely St., Kain I., Szántó Al.: XII Intern. Grassld Congr. Moscow 1974.
56. Randall P. J.: *Plant a. Soil*, 2, 385, 1969.
57. Razrabotka i vnedrenie vysokoeffektivnoj technologii i sistemy udalenija, obezreživania, pererabotki, chranenija, transportierovanija i ispol'zovanija židkogo navoza, poluczaemogo na krupnych životnovodczeskich kompleksach promyszlennogo tipa. *Bjull. naucz. Rabot ViŽ Dubrowicy*, 37, 108, 1974.
58. Regal V.: Proc. X Intern. Grassld Congr. Helsinki, 209, 1966.
59. Reid D.: Proc. X Intern. Grassld Congr. Helsinki, 245, 1966.
60. Reid R. L., Daniel K., Bubar J. D.: XII Intern. Grassld Congr. Moscow 1974.
61. Steen E.: *Lantbrukshögskolans Medd., Ser. A*, 92, 1968.
62. Tirtapradja H.: *Angew. Bot.*, 5/6, 231, 1971.
63. Tomka O., Kulichova S.: *Rostlinna Výroba*, 19, 10, 1973.
64. Toomre R. I.: Proc. X Intern. Grassld Congr. Helsinki 1966.
65. Vais M. B., Poltavskaya V. I., Kolesnikov S.: XII Intern. Grassld Congr. Moscow, 530, 1974.

66. Varga J., Nosticzius A., Najd M.: XII Intern. Grassld Congr. Moscow, 536, 1974.
67. Wrześniowski Z., Fordoński G.: Ocena ekonomicznego uzasadnienia produkcji białka z roślin strączkowych. Materiały z posiedzenia Zespołu Roślin Pastewnych i Użytków Zielonych Rady Naukowo-Technicznej przy Ministrze Rolnictwa, Warszawa 1977.
68. Würtele K. H.: European Grassld Fed. V Gen. Meeting, Uppsala 1973.
69. Zürn F.: Die Bodenkultur, 20, 291, 1969.

LITERATURA REFERATOWA

70. Boćko J.: Użytki zielone nawadniane ściekami — fabrykami białka.
71. Cieśliński Z., Raszeja P.: Wpływ nawożenia mineralnego i uwilgotnienia gleb na zwiększenie białka ogólnego w runi łąkowej.
72. Dobrzycka T., Mikłosz-Wiśniewska S., Olkowski M.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia na produkcję białka z łąk w różnych warunkach glebowych.
73. Falkowski J., Łyduch L., Kaczmarek G.: Skład aminokwasów w runi łąkowej w zależności od poziomu nawożenia azotowego wykształconej na glebie węglanowej.
74. Gajda J., Milczak M., Miazga S.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego na plon białka ogólnego wytwarzanego przez mieszanki życicy westerwoldzkiej z wyką siewną.
75. Grudniewicz S., Zima J.: Wpływ nawożenia trwałych użytków zielonych wzrastającymi dawkami NPK z dodatkiem i bez dodatku mikroelementów na skład aminokwasowy białka runi.
76. Gorlach E., Curyło T., Firek E.: Wpływ różnych zestawów dawki NPK na zawartość białka surowego i właściwego w runi łąkowej.
77. Kasperczyk M., Filipek J.: Wpływ wysokich dawek NPK na produkcję białka na łące nizinnej i górskiej.
78. Klęczek Cz.: Zawartość białka jako cecha charakterystyczna gatunków traw i ich odmian.
79. Kryński K.: Zależność produkcji białka od częstotliwości i terminów koszenia łąk przy różnych poziomach nawożenia.
80. Lidtke W., Bukowski K.: Produkcyjność i zbiory białka uzyskiwane z niektórych traw pastewnych uprawianych w warunkach nawożenia mineralnego oraz nawodnienia ściekami.
81. Lidtke W., Murzyński J.: Kształtowanie się plonów białka w mieszankach trawiasto-koniczynowych uprawianych jako użytki przemienne.
82. Łękańska I.: Możliwość zwiększenia produkcji białka z łąk na różnych glebach torfowo-murszowych przy pomocy nawożenia azotowego.
83. Martyniak J.: Sezonowe i lokalne wahania zawartości azotu ogólnego w niektórych gatunkach i odmianach traw.
84. Mazur K., Piontek J.: Wpływ corocznych i zapasowych dawek nawożenia łąk trwałych potasem i fosforem na produkcję białka.
85. Mikołajczak Z.: Możliwość produkcji białka na użytkach zielonych Dolnego Śląska.
86. Nazaruk M.: Potencjalne możliwości produkcji białka na pastwiskach deszczowanych i nawożonych założonych na glebach lekkich.
87. Nowak W., Mikołajczak Z.: Zawartość białka ogólnego u wybranych gatunków traw.

88. Prończuk S.: Zawartość białka i włókna w ważniejszych gatunkach traw a ich wartość biologiczna.
89. Skrijka P.: Produkcja białka na pastwisku górskim.
90. Wesołowski P.: Zawartość białka ogólnego w roślinności łąkowej w zależności od nawożenia i zróżnicowanego użytkowania kośnego łąk.

Мариан Фальковски

ПРОДУКЦИЯ БЕЛКА НА ТРАВЯНЫХ УГОДЬЯХ

Резюме

Под влиянием повышенного уровня удобрения, особенно азотного, а также более интенсивного оспользования, повышается быстрыми темпами величина урожая белка с лугов и пастбищ, особенно на сообществах некоторых злаковых трав и даже их монокультур. При этом оказалось, что одни злаковые травы без бобовых могут обеспечить высокие урожаи зеленой массы. Они характеризуются наивысшей способностью к замене азота удобрений на белок. Роль некоторых нитрофильных злаковых трав, а в первую очередь вичов, богатых питательными веществами, повышается в условиях интенсификации продукции белка при интенсивном азотном удобрении.

Урожай белка с травяных угодий могут быть очень высокими в условиях Польши, несмотря на различия в экологических условиях. Также неодинаковой может быть эффективность азотного удобрения. Влияние этого фактора обозначается в качественных и количественных изменениях азотных соединений, а также других органических и минеральных веществ, содержащихся в растениях.

Marian Falkowski

PROTEIN PRODUCTION ON GRASSLANDS

Summary

The protein yields from meadows and pastures, particularly from the communities of some grass species or even of their monocultures are rapidly growing under an intensive fertilization, particularly of nitrogen one. It appeared that sole grasses without legumes can ensure high dry matter yields. They distinguish themselves with the highest ability of transformation of fertilizer nitrogen into protein. The role of some nitrophilous grasses, and particularly of species abundant in nutrients, is increasing now at the protein production intensification under conditions of an intensive nitrogen fertilization.

Protein yields from grasslands can be, irrespective of differentiated natural conditions, very high in this country. The nitrogen fertilization efficiency can be different as well. The effect of this element manifests itself in quantitative and qualitative changes of nitrogen compounds and other organic substances contained in plants.