

Ryszard BARYŁA

**Efektywność nawożenia azotem łąk w niektórych prognostycznych kompleksach
wilgotnościowo-glebowych rejonu Kanału Wieprz-Krzna**

**Effectivity of Nitrogen Fertilization on Meadows in Certain Prognostic Humidity-Soil Complexes
in the Region of the Wieprz-Krzna Canal**

Rozpatrując problem produkcji pasz szczególną uwagę zwraca się na nawożenie azotem, które jest jednym z najważniejszych czynników plonotwórczych (1, 3, 4, 8, 10, 14, 16). W miarę wzrostu poziomu tego nawożenia efektywność jego maleje, a zatem możliwość wzrostu plonów w wyniku wysokiego poziomu nawożenia jest ograniczona (1, 3, 4, 9). Wyższe plony w warunkach stosowania tych samych poziomów nawożenia azotem można uzyskać wówczas, gdy inne czynniki plonotwórcze będą najbardziej korzystne.

Wykorzystując funkcję produkcji, która wyraża związki pomiędzy czynnikami plonotwórczymi a ilością uzyskanych plonów (5, 7, 12, 13, 16), podjęto próbę określenia zależności pomiędzy nawożeniem azotem łąk w różnych kompleksach wilgotnościowo-glebowych rejonu Kanału Wieprz-Krzna a plonami siana i białka ogólnego z uwzględnieniem innych czynników plonotwórczych.

ZAKRES I METODYKA BADAŃ

W latach 1972–1975 w rejonie Kanału Wieprz-Krzna przeprowadzono badania dotyczące wpływu zróżnicowanego nawożenia mineralnego łąk w czterech prognostycznych kompleksach wilgotnościowo-glebowych: wilgotnym, okresowo posuszonym, posuszonym i okresowo suchym (1). W każdym z wymienionych kompleksów przeprowadzono po dwa doświadczenia, w których uwzględniono pięć poziomów nawożenia azotem (60, 120, 180, 240 i 300 kg N/ha) stosowanego w obrębie dwóch poziomów nawożenia fosforem i potasem (P_2O_5 — 72 kg, K_2O — 120 i P_2O_5 — 108, K_2O — 180 kg N/ha). Badania zlokalizowano na trzech obiektach melioracyjno-łąkowych: Piwonia Górna I, Piwonia-Przewłoka-Uhlin i Kanał Szóstecki. Określono plony siana, zbierając po trzy odrosty każdego roku z wyjątkiem 1972 r., w którym zebrano plony tylko z dwóch odrostów oraz plony białka w oparciu o oznaczoną zawartość azotu ogólnego w analizowanym sianie.

Statystyczną analizę efektywności nawożenia azotem łąk w poszczególnych kompleksach

przeprowadzono oddzielnie w ramach uwzględnionych w badaniach poziomów nawożenia fosforowo-potasowego w oparciu o czteroczynnikowy model funkcji. Do statystycznego opracowania przyjęto jako zmienne zależne plon siana w t z ha (y_1) oraz plon białka ogólnego w t z ha (y_2). We wstępnej analizie obok nawożenia azotem uwzględniono następujące zmienne niezależne: suma opadów w okresie wzrostu runi pierwszego odrostu, suma opadów w okresie wzrostu runi drugiego odrostu, suma opadów w okresie wegetacyjnym, średnią temperaturę okresu wegetacyjnego, poziom wody gruntowej w okresie wzrostu runi pierwszego odrostu, poziom wody w okresie wzrostu runi drugiego odrostu, jako czynniki mające duży wpływ na plonowanie łąk (2, 15). W oparciu o współczynniki korelacji prostej przeprowadzono wstępną analizę związków pomiędzy zmiennymi i dokonano wyboru odpowiedniego modelu funkcji. W modelu tym uwzględniono następujące zmienne niezależne:

- x_1 — nawożenie azotem w kg/ha
- x_2 — suma opadów w okresie wegetacyjnym w mm
- x_3 — poziom wody gruntowej w okresie wzrostu runi pierwszego odrostu w cm
- x_4 — poziom wody gruntowej w okresie wzrostu runi drugiego odrostu w cm

W celu określenia zależności analizowanych zmiennych zależnych od uwzględnionego zespołu zmiennych niezależnych zastosowano model regresji wielokrotnej liniowej i parabolicznej. Stopień ścisłości związków pomiędzy zmiennymi zależnymi a zespołem zmiennych niezależnych określono przy pomocy współczynników korelacji wielokrotnej.

WYNIKI BADAŃ

Z analizy statystycznej charakterystyki zmiennych wynika, że są stosunkowo małe różnice pomiędzy średnimi plonami siana i białka ogólnego z poszczególnych kompleksów wilgotnościowo-glebowych (tab. 1). Zanotowano natomiast większe różnice pomiędzy współczynnikami zmienności dla wymienionych plonów, z wyjątkiem kompleksu okresowo posusznego. Było to związane z dużym zróżnicowaniem rozpatrywanych plonów w poszczególnych latach w związku ze zróżnicowanymi warunkami klimatycznymi oraz zmiennym uwilgotnieniem gleb. Świadczą o tym wysokie współczynniki zmienności dotyczące poziomów wody gruntowej w tych kompleksach wilgotnościowo-glebowych (tab. 1).

Ze wstępnej analizy związków pomiędzy plonami siana i białka ogólnego, przeprowadzonej w oparciu o współczynniki korelacji prostej wynika, że większa jest zależność plonów białka ogólnego w porównaniu do plonów siana w zależności od uwzględnionego nawożenia. Zależność ta została wyjaśniona dla plonów białka w ponad 50%, z wyjątkiem kompleksu wilgotnego (tab. 2). Wskazuje to, że nawożenie azotem ma znacznie większy wpływ na procentową zawartość białka w sianie, a tym samym i jego plony w porównaniu do plonów siana w badanych warunkach. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy nawożeniem azotem a plonami siana są niskie i zróżnicowane w zależności od kompleksu. Najniższe są w kompleksie wilgotnym i posusznym (tab. 2). Wskazuje to, że o plonach siana w dużym stopniu decydują inne czynniki

Tab. 1. Statystyczna charakterystyka zmiennych
A statistical characterization of the variables

Kompleks wilgotnościowo-glebowy	Poziom nawożenia PK	Średnie					Współczynniki zmienności (%)				
		y ₁	y ₂	x ₂	x ₃	x ₄	y ₁	y ₂	x ₂	x ₃	x ₄
Wilgotny	1PK	9,33	1,32	406,8	49,9	57,1	20,4	29,2	7,9	22,9	20,8
	2PK	10,01	1,40				21,4	29,8			
Okresowo posuszny	1PK	9,76	1,39	416,3	55,3	60,0	12,1	19,3	14,3	14,6	12,5
	2PK	10,49	1,46				10,9	22,4			
Posuszny	1PK	9,94	1,41	416,3	52,5	58,1	16,5	22,7	14,3	13,5	23,6
	2PK	10,65	1,47				16,0	21,6			
Okresowo suchy	1PK	9,53	1,30	416,3	77,5	80,0	20,1	31,6	14,3	26,5	21,0
	2PK	10,09	1,38				18,7	31,0			

Tab. 2. Wartość współczynników korelacji prostej i determinacji pomiędzy plonami siana i białka ogólnego a nawożeniem azotem

The value of the coefficients of linear correlation and determination between the yields of hay, total protein and nitrogen fertilization

Kompleks wilgotnościowo-glebowy	Poziom nawożenia PK	Plon siana		Plon białka	
		Współczynnik korelacji	Współczynnik determinacji (%)	Współczynnik korelacji	Współczynnik determinacji (%)
Wilgotny	1PK	0,465	21,62	0,671	45,02
	2PK	0,439	19,27	0,643	41,34
Okresowo posuszny	1PK	0,631	39,82	0,830	68,89
	2PK	0,614	37,70	0,827	68,39
Posuszny	1PK	0,464	21,53	0,732	53,58
	2PK	0,344	11,83	0,742	55,06
Okresowo suchy	1PK	0,598	37,76	0,773	59,75
	2PK	0,646	41,73	0,792	62,73

n = 160

plonotwórcze, gdyż plony siana w tych kompleksach tylko w niewielkim stopniu uzależnione są od nawożenia (w granicach 12-22%, tab. 2).

W celu kompleksowego ujęcia zależności plonów siana i białka ogólnego od uwzględnionych czynników plonotwórczych (zmiennych niezależnych) zastosowano regresję wielokrotną (wieloczynnikową). Z obliczonych cząstkowych

współczynników regresji wynika, że tylko poziom wody gruntowej w drugim odróście miał mniejszy wpływ na plony siana i białka ogólnego, natomiast wpływ pozostałych zmiennych na plony, jak wykazały cząstkowe współczynniki regresji, był wyraźny i statystycznie udowodniony. Obliczone współczynniki korelacji wielokrotnej wskazują, że w oparciu o zmienne niezależne uwzględnione w modelu funkcji wyjaśniono w większym stopniu zmienność plonów siana i białka ogólnego w porównaniu do korelacji prostej. Zwraca jednak uwagę stosunkowo niski współczynnik korelacji wielokrotnej zarówno dla plonów siana, jak i białka ogólnego z kompleksu posusznego (tab. 3). Świadczy to o dużym wpływie innych czynników na plony (prawdopodobnie silnie zaawansowany proces mineralizacji substancji organicznej) nie uwzględnionych w modelu funkcji. Zwracają również uwagę niższe wartości współczynników korelacji dla plonów uzyskanych w warunkach stosowania wyższego poziomu nawożenia fosforem i potasem.

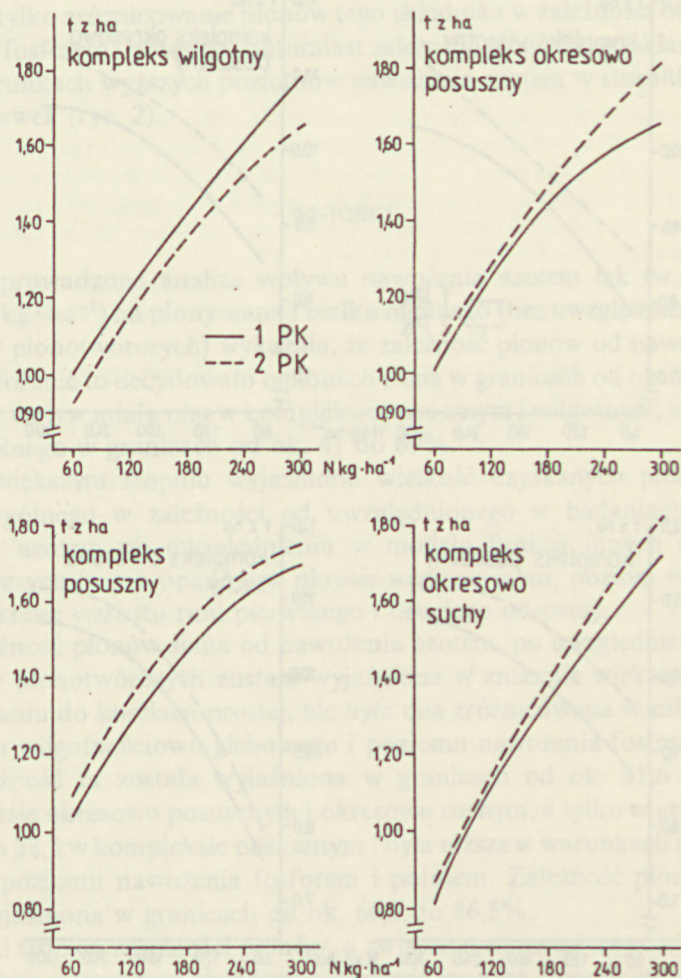
Tab. 3. Wartość współczynników korelacji wielokrotnej i determinacji
The value of the coefficients of multiple correlation and determination

Kompleks wilgotnościowo-glebowy	Poziom nawożenia PK	Plon siana		Plon białka	
		Współczynnik korelacji	Współczynnik determinacji (%)	Współczynnik korelacji	Współczynnik determinacji (%)
Wilgotny	1PK	0,705	49,76	0,909	82,70
	2PK	0,694	48,21	0,900	80,96
Okresowo posuszny	1PK	0,833	69,33	0,930	86,51
	2PK	0,785	61,60	0,878	77,14
Posuszny	1PK	0,531	28,16	0,812	65,92
	2PK	0,451	20,38	0,824	67,97
Okresowo suchy	1PK	0,885	78,38	0,922	85,01
	2PK	0,876	76,89	0,906	82,25

n = 160

Na podstawie regresji wielokrotnej przeprowadzono analizę wpływu nawożenia azotem na plony siana i białka ogólnego, obliczając regresję cząstkową względem tego nawożenia dla poszczególnych kompleksów (10). Jest to ocena wpływu nawożenia azotem na plony siana i białka ogólnego w warunkach stałego (średniego) poziomu pozostałych zmiennych niezależnych, jakie zostały uwzględnione w modelu funkcji.

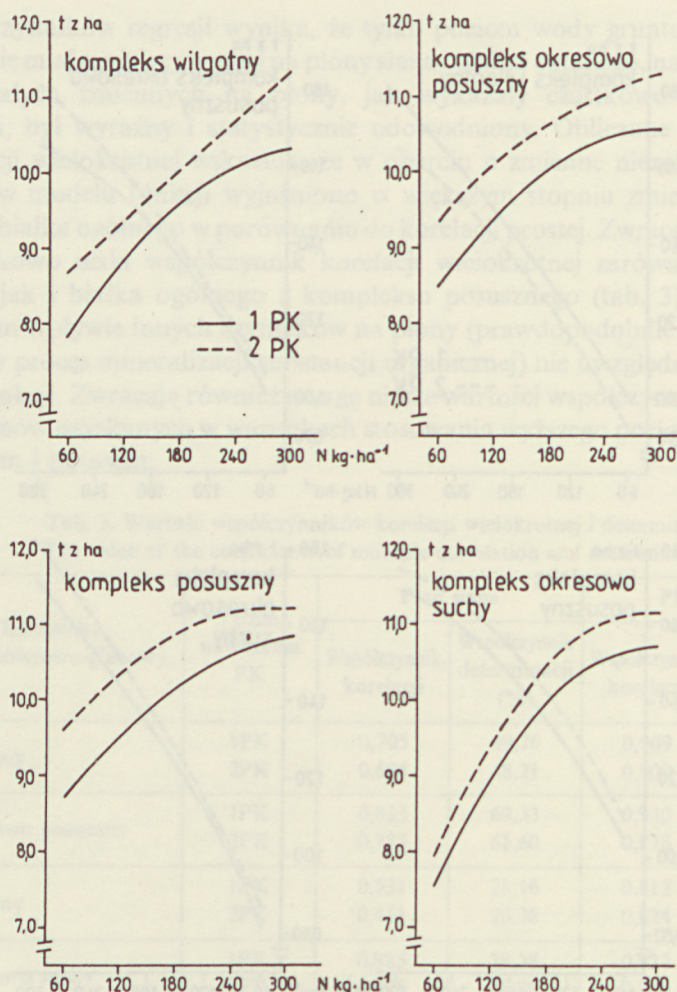
Obliczone cząstkowe funkcje wykazały, że tylko w kompleksie wilgotnym, w warunkach zastosowania wyższego poziomu nawożenia fosforem i potasem wystąpiła zależność prostoliniowa pomiędzy nawożeniem azotem i plonami siana (ryc. 1). Natomiast w pozostałych kompleksach (okresowo posuszny,



Ryc. 1. Zależność plonów siana od nawożenia azotem
The relationship between the hay yields and nitrogen fertilization

posusznym i okresowo suchym) wystąpiła zależność krzywoliniowa — paraboliczna pomiędzy nawożeniem azotem a plonami siana i białka ogólnego (ryc. 1 i 2).

Najwyższe przyrosty plonów siana pod wpływem zastosowanego nawożenia azotem uzyskano w kompleksie okresowo suchym, a najniższe w kompleksie posusznym (ryc. 1). Duży wzrost plonów siana w poszczególnych kompleksach osiągnięto po zastosowaniu nawożenia azotem do poziomu 180 N kg/ha z wyjątkiem kompleksu wilgotnego i w warunkach wyższego poziomu nawożenia fosforem i potasem. Wyższe poziomy nawożenia azotem (powyżej 180 kg N/ha) spowodowały uzyskanie niższych przyrostów plonów siana. Potwierdzają



Ryc. 2. Zależność plonów białka od nawożenia azotem
The relationships between the yielding of protein and nitrogen fertilization

to wyniki dotyczące produktywności nawożenia azotem łąk, z których wynika, że najwyższe przyrosty plonów siana uzyskuje się po zastosowaniu nawożenia azotem w najniższych dawkach (60–120 N kg · ha⁻¹) i maleją one wraz ze wzrostem poziomu nawożenia tym składnikiem (1, 4, 9). Wyższe plony siana uzyskano w warunkach stosowania wyższego poziomu nawożenia fosforem i potasem, ale zależność plonów od poziomu nawożenia azotem w warunkach stosowania obu poziomów PK jest zbliżona z wyjątkiem kompleksu wilgotnego, w którym wystąpiła zależność prostoliniowa (ryc. 1). Przyrost natomiast plonów białka w zależności od uwzględnionego w badaniach nawożenia azotem był

bardzo duży, niezależnie od poziomu N (ryc. 2). Stwierdzono natomiast niewielkie tylko zróżnicowanie plonów tego składnika w zależności od poziomu nawożenia fosforem i potasem. Natomiast zależność plonów tego składnika była inna w warunkach wyższych poziomów nawożenia azotem w stosunku do jego niższych dawek (ryc. 2).

WNIOSKI

1. Przeprowadzona analiza wpływu nawożenia azotem łąk (w przedziale 60–300 N kg · ha⁻¹) na plony siana i białka ogólnego (bez uwzględnienia innych czynników plonotwórczych) wykazała, że zależność plonów od nawożenia jest mała. Nawożenie to decydowało o plonach siana w granicach od ok. 12 do 42%, a najniższy wpływ miało ono w kompleksie posuszonym i wilgotnym, a o plonach białka ogólnego w granicach od ok. 41 do 69%.

2. W większym stopniu wyjaśniono wielkość uzyskanych plonów siana i białka ogólnego w zależności od uwzględnionego w badaniach poziomu nawożenia azotem po uwzględnieniu w modelu funkcji innych czynników plonotwórczych (suma opadów w okresie wegetacyjnym, poziom wody gruntowej w okresie wzrostu runi pierwszego i drugiego odrostu).

3. Zależność plonów siana od nawożenia azotem, po uwzględnieniu innych czynników plonotwórczych została wyjaśniona w znacznie większym stopniu w porównaniu do korelacji prostej, ale była ona zróżnicowana w zależności od kompleksu wilgotnościowo-glebowego i poziomu nawożenia fosforem i potasem. Zależność ta została wyjaśniona w granicach od ok. 61,6 do 78,4% w kompleksie okresowo posuszonym i okresowo suchym, a tylko w granicach od ok. 20,4 do 28,2 w kompleksie posuszonym i była niższa w warunkach stosowania wyższego poziomu nawożenia fosforem i potasem. Zależność plonów białka została wyjaśniona w granicach od ok. 66,0 do 86,5%.

4. Niski stopień zależności plonów, a zwłaszcza siana od nawożenia azotem w kompleksie posuszonym świadczy o wpływie innych czynników plonotwórczych nie uwzględnionych w modelu funkcji.

Praca wpłynęła 27 III 1990

PIŚMIENNICTWO

1. Baryła R.: Produktywność nawożenia azotowego łąk na glebach organicznych w rejonie Kanału Wieprz-Krzna w zależności od kompleksów wilgotnościowo-glebowych. *Rocz. Nauk Roln. sectio F*, 1986, z. 2, t. 81.
2. Brandyk T., Trzeciecki E.: Plonowanie łąk na tle przebiegu pogody i uwilgotnienia gleby na Żuławach delty Wisły. *Wiad. IMUZ*, 1976, z. 4, t. XII.
3. Doboszyński L.: Zależność efektywności nawożenia mineralnego łąk od wysokości dawek i proporcji między nawozami. *Cz. I. Wiad. Mel. i Łąk.*, 1971, 1.

4. Doboszyński L.: Wpływ znacznie zróżnicowanych dawek nawozów mineralnych NPK na plony łąk. Wiad. IMUZ, 1972, z. 3, t. X.
5. Fuhrmann U., Jannermann G.: Standaryzowana metoda obliczania plonowania użytków zielonych. Międzyn. Czasop. Roln., 1982, 3.
6. Gotkiewicz J.: Mineralizacja organicznych związków azotowych w glebach torfowo-murszowych wieloletnich doświadczeń. Bibl. Wiad. IMUZ, 1987, 68.
7. Harasim A.: Efektywność nawożenia mineralnego łąk. Wiad. Mel. i Łąk., 1977, 3.
8. Kowalczyk J., Łękańska I.: Characteristics of changes in the meadow sward and its productivity on distinguished sites of the Wiza fen. Pol. Ecol. Stud., 1977, no 3, vol. 3.
9. Łękańska I.: Wpływ zróżnicowanych dawek azotu na plony łąk na różnych glebach torfowo-murszowych. Wiad. IMUZ, 1985, z. 2, t. XV.
10. Mojsenko V. I., Turenko Ju. D.: Poryśnienie urozajności senokosov raspoložennych na nizinnich torfianikach pod dejstviem azotnych udobrenij. Dokl. vses. Akad. Sel. Choz. Nauk, 1974, 1.
11. Okruszko H.: Zasady rozpoznawania i podziału gleb hydrogenicznych z punktu widzenia potrzeb melioracji. Bibl. Wiad. IMUZ, 1976, 52.
12. Płudowski H.: Badanie efektywności nawożenia metodą funkcji produkcji. IUNG Puławy, 1975.
13. Płudowski H.: Metody analizy efektywności nawożenia w przedsiębiorstwie rolniczym. IUNG Puławy, 1977.
14. Rojek St.: Wpływ różnych dawek nawożenia azotowego na wartość paszową siana i efektywność wykorzystania nawozów. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1968, z. 84.
15. Waydbrink W.: Kombinationseffekt differenzierter Grundwasserstände und Stickstoffgaben auf unterschiedlichen Grünlandstandarten. Arch. Acker. u. Pflanzenbau n. Bodenkult., 1973, Bd. 17, H. 5.
16. Voigtlander G., Lang V.: Production functions of nitrogen fertilization on hay-pastures. XII Intern. Grassl. Congres, Moskow 1974, s. 557-573.

SUMMARY

Between the years 1972 and 1975, eight experiments were made in the region of the Wieprz-Krzna Canal on fertilizing the meadows with nitrogen (60, 120, 180, 240 and 300 N kg · ha⁻¹) in four prognostic humidity-soil complexes. This fertilization was applied within two levels of fertilization with phosphorus and potassium (P₂O₅ — 72 kg · ha⁻¹, K₂O — 120 kg · ha and P₂O₅ — 108 kg · ha, K₂O — 180 kg · ha⁻¹). Using the function of production, the effectivity of the above-producing factors were considered (the sum of rainfalls in the vegetation period, the level of ground water in the period of the growth of greenness growth of the first and second cuttings).

As a result of the studies it was stated that the dependency of the yields on the nitrogen fertilization considered in the investigations (having considered other yield-producing factors) had a parabolic character with the exception of hay yields from the humid complex obtained after a higher level of phosphorus and potassium fertilization was used where a rectilinear dependency was observed.