

WPLYW INTENSYWNEGO NAWOŻENIA AZOTEM  
 NA PLON BIAŁKA OGÓLNEGO  
 ZEBRANEGO W ZIELONEJ MASIE ŻYTA OZIMEGO  
 ORAZ KUKURYDZY UPRAWIANEJ W PLONIE WTÓRYM

*Edward Ziótek*

Instytut Uprawy Roli i Roślin AR w Krakowie

Do czynników decydujących o produkcji biomasy żyta ozimego i jej wartości pokarmowej zaliczamy nawożenie, zwłaszcza azotowe. Wywiera ono dodatni wpływ na wzrost roślin oraz zawartość białka, węglowodanów, witamin, karotenów, soli mineralnych i innych substancji [1-3, 5-8, 10, 14, 17-19].

W miarę wzrostu poziomu nawożenia azotowego roślin pastewnych, zwłaszcza azotolubnych, jakim jest żyto, obserwuje się jednak ujemne działanie azotu. Pod wpływem wysokich dawek azotu ulegają zmianie przede wszystkim struktura związków azotowych w roślinach [4, 6, 8, 12, 18, 19] oraz skład aminokwasowy białka [19]. Ponadto zmniejsza się wykorzystanie i efektywność azotu.

Pomimo dość licznych publikacji z zakresu wpływu nawożenia azotem na wysokość i jakość plonu zielonej masy żyta nie mamy jeszcze wystarczających podstaw do ustalenia racjonalnych dawek oraz efektywności i wykorzystania azotu. Podjęte zatem badania miały na celu określenie wpływu form i dawek nawozów azotowych na wysokość plonu zielonej masy i białka żyta uprawianego w poplonie ozimym i kukurydzy uprawianej po jego zbiorze.

Celem badań są również następne działania azotu zastosowanego przy uprawie żyta ozimego, jego efektywność i wykorzystanie przez rośliny.

#### METODYKA BADAŃ

W doświadczeniach polowych badano wpływ zróżnicowanych dawek nawozów azotowych — 0, 60, 120, 180 i 240 kg N/ha, w formie mocznika i saletry amonowej, zastosowanych jednorazowo — wczesną wiosną

— na wysokość i jakość plonu zielonej masy żyta (Dańkowskie Selekcyjne) uprawianego w poplonie ozimym i kukurydzy (WIR-42) uprawianej w plonie wtórnym.

Dwuczynnikowe doświadczenia polowe przeprowadzono w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 25 m<sup>2</sup>.

W pracy przedstawiono syntezę plonu zielonej i suchej masy oraz białka żyta i kukurydzy, efektywność zastosowanych form i dawek nawozów azotowych, określoną przyrostem zielonej masy i białka na jednostkę azotu oraz wykorzystanie azotu nawozowego.

Doświadczenia przeprowadzono w latach 1972-1974, w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Prusy i Bielany koło Krakowa. Uzupełnieniem tych podstawowych doświadczeń były doświadczenia prowadzone w rejonie Proszowic, Jasła i Katowic.

Gleby, na których przeprowadzono doświadczenia były nieznacznie zróżnicowane pod względem właściwości fizycznych i chemicznych. Podstawowe doświadczenia, z których pobierano próby do analiz chemicznych prowadzono na czarnoziemie zdegradowanym o podłożu lessowym. Analizy chemiczne gleby według metody Egnera-Riehma wykazały, że zawartość przyswajalnego P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> wynosiła 13,2-15,0 mg/100 g gleby, a K<sub>2</sub>O — 10,0-14,0 mg/100 g gleby. Natomiast zawartość azotu ogólnego określona metodą Kjeldahla kształtowała się w granicach 148-160 mg/100 g gleby. Odczyn gleby odpowiadał pH 5,6-5,9. Ilość i rozkład opadów oraz temperatura powietrza były dość zróżnicowane w latach 1972, 1973 i 1974. Modyfikowały one wprawdzie wysokość plonów w poszczególnych latach, ale nie zacierają różnic spowodowanych dawkami i formami nawozów azotowych.

Przedplonem dla żyta były zboża jare. Uprawa gleby pod żyto była zgodna z zasadami agrotechniki. Nawożenie fosforowo-potasowe w ilości 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha i 120 kg K<sub>2</sub>O/ha. Azot zgodnie ze schematem doświadczeń zastosowano jednorazowo, wiosną — przed ruszeniem wegetacji żyta. Siew żyta przeprowadzono na początku trzeciej dekady września. Wysiewano 150 kg nasion/ha.

Po zbiorze żyta (corocznie 16 V) i przeprowadzonej uprawie gleby, wysiewano kukurydzę, z przeznaczeniem zielonej masy na kiszonkę. Pod kukurydzę nie stosowano żadnego nawożenia. Chodziło bowiem o określenie następczego działania nawożenia azotowego, zastosowanego pod żyto w zróżnicowanych dawkach i formach.

Zbiór kukurydzy i ocenę plonowania przeprowadzono w pierwszej dekadzie października.

## WYNIKI BADAŃ

W wyniku zmian w zawartości przyswajalnego azotu w glebie, spowodowanych nawożeniem, wystąpiły duże różnice w tempie wzrostu i intensywności zabarwienia zarówno żyta — rośliny bezpośrednio nawożonej, jak i kukurydzy — rośliny następczej. Świadczy to o dość długim okresie działania azotu zastosowanego w moczniku i saletrze amonowej.

Różnice uchwycone w czasie wegetacji obu roślin zostały potwierdzone wynikami plonów zielonej i suchej masy oraz procentowej zawartości i plonu białka.

Badania wykazały (tab. 1), że ze wzrostem dawki nawozów azotowych wzrasta plon zielonej masy obu roślin. Natomiast forma nawozów, jakkolwiek różnicowała w nieznacznym stopniu plon zielonej masy żyta, nie miała zasadniczego wpływu na łączny plon żyta i kukurydzy. Różnice w plonie zielonej masy spowodowane dawkami nawozów powtarzały się w całym cyklu 3-letnich badań. Wysokość plonu w poszczególnych latach zależała jednak nie tylko od poziomu nawożenia, ale również od warunków atmosferycznych, z tym że w miarę intensyfikacji nawożenia azotem ujemny wpływ pogody zaznaczał się coraz słabiej. Nawożenie okazało się więc czynnikiem ograniczającym wahania w plonach żyta ozimego i kukurydzy, wynikające z niewłaściwego rozkładu opadów i temperatur w poszczególnych latach.

Plon suchej masy (tab. 2) żyta i kukurydzy — podobnie jak plon zielonej masy, wzrasta wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem. Saletra amonowa i mocznik okazały się nawozami równorzędnie działającymi. Duża zbieżność wysokości plonów zielonej i suchej masy wskazała,

Tabela 1

Suma plonu zielonej masy żyta i kukurydzy w zależności od dawki i formy nawozów azotowych

Dawki N kg/ha	Plon zielonej masy w t/ha		Średnio dla poziomów nawożenia t/ha	NRU (P = 0,95)
	mocznik	saletra amonowa		
0	55,5	55,5	55,5	
60	65,5	65,4	65,4	
120	72,3	71,6	72,0	
180	78,1	78,3	78,2	
240	84,0	84,4	84,2	
NRU (P = 0,95)	6,60		2,00	
Średnio dla formy nawozu	71,1	71,0		1,97

że nawożenie azotem nie wpłynęło w sposób istotny na uwodnienie masy roślinnej.

Przy ocenie badanych czynników, a zwłaszcza nawożenia azotem, większe znacznie niż plon masy ma zawartość i zbiór białka z jedno-

Tabela 2

Suma plonu suchej masy żyta i kukurydzy w zależności od dawki i formy nawozów azotowych

Dawki N kg/ha	Plon suchej masy w t/ha		Średnio dla poziomów nawożenia t/ha	NRU (P = 0,95)
	mocznik	saletra amonowa		
0	8,6	8,6	8,6	
60	10,4	10,1	10,2	
120	11,5	11,5	11,5	
180	11,9	12,7	12,3	
240	12,4	13,1	12,7	
NRU (P = 0,95)		2,20	1,17	
Średnio dla formy nawozu	11,0	11,2		2,88

stki powierzchni. Nawożenie azotem zwiększa bowiem nie tylko biomasę, ale także zawartość azotu i białka w roślinach.

Plon białka ogólnego uzyskany w zielonej masie żyta i uprawianej po nim kukurydzy, w zależności od poziomu nawożenia mocznikiem i saletrą amonową przedstawia tabela 3.

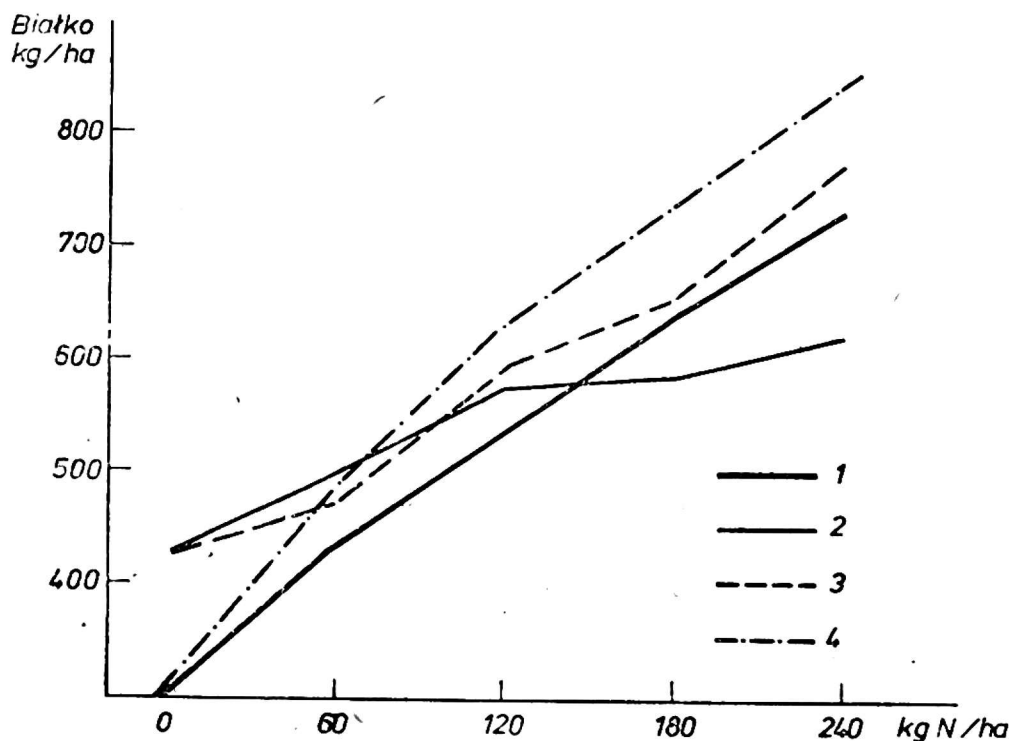
Tabela 3

Suma plonu białka ogólnego w zielonej masie żyta i kukurydzy w zależności od formy i dawki nawozów azotowych

Dawka N kg/ha	Plon białka ogólnego w kg/ha		Średnio dla poziomu nawożenia	NRU (P = 0,95)
	mocznik	saletra amonowa		
0	727	727	727	
60	938	959	948	
120	1110	1218	1164	
180	1215	1393	1304	
240	1369	1623	1496	
NRU (P = 0,95)		187	146	
Średnio dla formy nawozu	1072	1184		123

Plon białka z jednostki powierzchni jako wypadkowa plonu zielonej masy i procentowej zawartości w niej białka wzrasta ze wzrostem dawki nawozów azotowych. Prawidłowość ta zachowana jest zarówno w obiektach nawożonych mocznikiem jak i saletrą amonową. Korzystniej działającym jednak nawozem okazała się saletra amonowa. Wyraźniejszy wzrost plonu białka pod wpływem nawożenia saletrą amonową nastąpił w wyniku zwiększenia procentowej zawartości tego składnika w zielonej masie żyta i kukurydzy, a nie zwiększenia ich masy.

Wzrost plonu białka pod wpływem nawożenia azotem wystąpił przy uprawie obu roślin (rys. 1). W przypadku żyta kształtował się on w zależności od dawki od 300 do 728 kg/ha przy nawożeniu mocznikiem i 850 kg/ha przy nawożeniu saletrą amonową. Natomiast w przypadku kukurydzy wynosił on odpowiednio od 430 do 641 i 773 kg/ha. Wyniki te, podobnie jak wyniki plonu zielonej i suchej masy wykazały wyraźne działanie następcze obu badanych form nawozów azotowych, zastosowanych wczesną wiosną, przed ruszeniem wegetacji żyta.



Rys. 1. Wpływ formy i dawki nawozów azotowych na plon białka zebrany w zielonej masie żyta i kukurydzy. Plon białka pod wpływem mocznika: 1 — w żywie, 2 — w kukurydzy; pod wpływem saletry amonowej: 3 — w żywie, 4 — w kukurydzy

Pod wpływem wzrastających dawek nawozów azotowych wzrasta zawartość nie tylko azotu białkowego, ale także innych form azotu. Szczególnie niekorzystną formą jest azot azotanowy.

Szczegółowe badania zawartości poszczególnych form azotu w zielonej masie badanych roślin wykazały, że tylko najwyższa dawka nawozów — 240 kg N/ha, zastosowana w formie saletry amonowej, spowodowała na-

gromadzenie za dużych ilości azotanów. Natomiast w zielonej masie kukurydzy zawartość tej formy azotu mieściła się w granicach dopuszczalnych [19].

W badaniach zwracano uwagę nie tylko na wysokość plonu i jakość zielonej masy, ale również na efektywność poszczególnych dawek i form nawozów azotowych. Ocenę efektywności nawożenia przeprowadzono na podstawie przyrostu plonu zielonej masy i białka na jednostkę azotu oraz stopnia wykorzystania azotu przez obie rośliny — żyto i kukurydzę.

W wyniku badań (tab. 4) stwierdzono spadek przyrostu zielonej masy i białka na jednostkę azotu wraz ze wzrostem dawki nawozów, przy czym spadek ten był wyraźniejszy w przedziałach dawek: 0-60, 60-120 i 120-180 kg N/ha niż w przedziale 180-240 kg N/ha.

Tabela 4

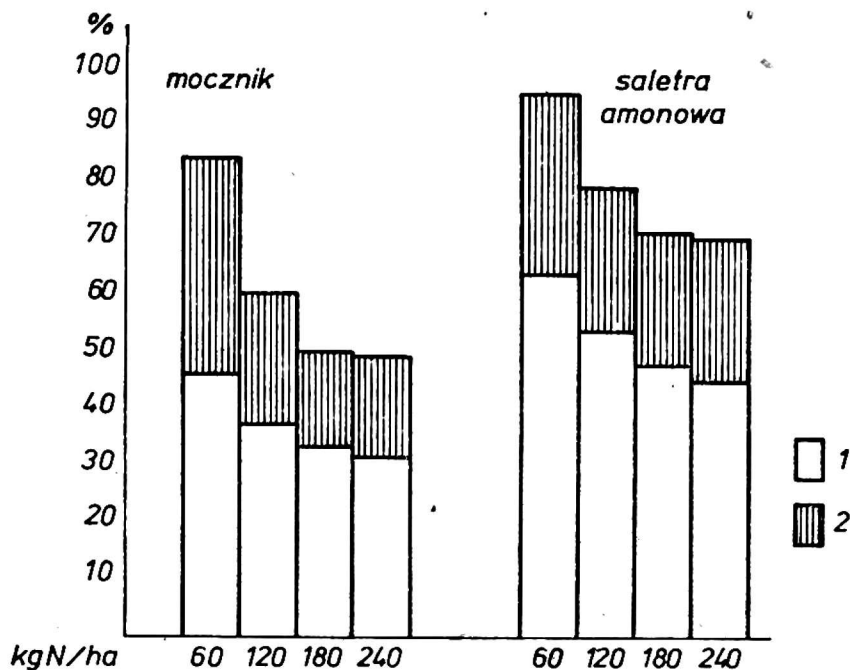
Efektywność nawożenia wyrażona przyrostem plonu zielonej masy i białka na jednostkę azotu w zależności od formy i dawki nawozów

Dawka N kg/ha	Przyrost plonu zielonej masy w kg/1 kg N		Średnio dla poziomu nawożenia	Przyrost plonu białka w kg/1 kg N		Średnio dla poziomu nawożenia
	mocznik	saletra amonowa		mocznik	saletra amonowa	
60	167	165	166	3,50	3,87	3,69
120	140	134	137	3,19	4,09	3,64
180	126	127	126	2,71	3,70	3,20
240	119	120	119	2,68	3,73	3,20
Średnio dla formy nawozu	138	136		3,02	3,85	

Nawożenie azotowe zastosowane w formie saletry amonowej nie było wprawdzie efektywniejsze od nawożenia mocznikiem w przypadku przyrostu biomasy, ale wyraźniej zwiększało przyrosty białka.

Wykorzystanie azotu z nawozów przez żyto i kukurydzę, określone na podstawie ilości tego składnika zgromadzonej w nadziemnych częściach roślin z poszczególnych obiektów, zależy od wysokości dawki i formy nawozu (rys. 2). Uzyskane wyniki świadczą, że maleje ono w miarę zwiększania dawki. Dawka azotu 240 kg była wykorzystana w tym samym stopniu co dawka 180 kg N/ha. Z przytoczonych badań wynika, że wiąże się to z wyraźnie większym nagromadzeniem azotu w zielonej masie roślin zbieranych z obiektu nawożonego dawką 240 kg N/ha w porównaniu z obiektem nawożonym niższą dawką.

Azot z saletry amonowej jest znacznie lepiej wykorzystywany przez rośliny niż z mocznika. W pierwszym przypadku wykorzystanie azotu



Rys. 2. Wykorzystanie azotu przez żyto i kukurydzę w zależności od wysokości dawki i formy azotu: 1 — żyto, 2 — kukurydza

waha się w zależności od wysokości dawki od 95 do 70%, a w drugim od 85 do 50%.

Analiza stopnia wykorzystania azotu zastosowanego wczesną wiosną pod żyto w formie mocznika i saletry amonowej i statystycznie udowodnione działanie następcze świadczą o możliwości akumulacji tego składnika w glebie i jego oddziaływaniu na rozwój roślin w następnym roku.

#### WNIOSKI

Plon zielonej i suchej masy żyta i kukurydzy oraz zbiór białka z jednostki powierzchni wzrasta w miarę podnoszenia poziomu nawożenia azotowego, tak w formie saletry amonowej jak i mocznika.

Saletra amonowa w porównaniu z mocznikiem jest nawozem korzystniej wpływającym na plon białka, na skutek zwiększania zawartości procentowej tego składnika w zielonej masie obu roślin.

Przyrost plonu zielonej masy i białka na jednostkę azotu maleje w miarę zwiększania dawki nawozów, przy czym znacznie efektywniejszym nawozem okazała się saletra amonowa. Wykorzystanie azotu z nawozów przez żyto i kukurydzę maleje wraz ze wzrostem dawki. Nawozem lepiej wykorzystywanym okazała się saletra amonowa.

Wzrost plonu zielonej i suchej masy oraz białka kukurydzy świadczy o następczym działaniu azotu zastosowanego pod przedplon. Można więc stosować wysokie dawki tego składnika jednorazowo w okresie wegetacyjnym.

## LITERATURA

1. Burczyk H. i in.: Pam. puł., 42, 1971, 81-103.
2. Chmielnik H.: Post. Nauk rol., 3, 1972, 75-87.
3. Jelinowski S.: Pam. puł., 39, 1970, 129-148.
4. Koter Z.: Pam. puł., 36, 1969, 147-169.
5. Koter Z.: Pam. puł., 36, 1969, 171-184.
6. Koter Z.: Pam. puł., 47, 1971, 79-95.
7. Koter Z.: Pam. puł., 47, 1971, 97-120.
8. Lehman K.: RNR 97-A-4, 1971, 47-60.
9. Mittra M. K., Wirght M. J.: Agron. J. 58, 1966.
10. McLeod L. B.: Agron. J. 57, 1965.
11. Mortensen W. P., Baker A. S., Dermanis P.: Agron. J. 56, 1964.
12. Murphy L. S., Smith G. E.: Agron. J. 59, 1967.
13. Nowakowski T. Z.: Plant and Soil., 28, 1968.
14. Raymond W. F., Speding C. R. W.: The Fertilizer Soc. London, 1965.
15. Rinno G., Koriath H., Ebert K.: Feldwirtschaft. 9, 1968.
16. Trela S., Urańska A.: Nowe Rol., 8, 1968, 19-22.
17. Żurawski H.: Pam. puł., 51, 1972, 33-48.
18. Ziółek E., Szmigiel A.: Acta agr. silv. XVII, 1, 1977 (w druku).
19. Ziółek E., Szmigiel A.: Acta agr. silv. XVII, 1, 1977 (w druku).

Эдвард Зюлек

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОГО АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ  
НА УРОЖАЙ СЫРОГО БЕЛКА В ЗЕЛЕННОЙ МАССЕ ОЗИМОЙ РЖИ  
И КУКУРУЗЫ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ ВО ВТОРОМ УРОЖАЕ

Резюме

В труде рассматривается синтез 3-летних исследований по влиянию повышающихся доз азотного удобрения: 0; 60; 120; 180 и 240 кг N на гектар, вносимого в виде аммиачной селитры и мочевины. на урожай зеленой массы и сырого белка ржи и возделываемой после нее кукурузы.

Исследования показали, что по мере повышения уровня удобрения, независимо от формы удобрений, повышается как урожай зеленой и сухой массы, так и белка с единицы площади возделывания обеих культур. Различия в урожаях зеленой и сухой массы ржи и кукурузы при применении наивысшей дозы — 240 кг N на гектар в сравнении с контрольным объектом составляли соответственно 28,7 и 4,1 т с гектара. На урожай сырого белка оказывали влияние не только дозы, но и формы удобрений. Различия в урожаях этого вещества между крайними уровнями удобрения в случае внесения мочевины составляли 624 кг, а в случае аммиачной селитры — 896 кг с гектара. Таким образом аммиачная селитра оказалась удобрением, воздействующим более благоприятно на урожай белка, чем мочевина. Это связано с лучшим использованием растениями азота аммиачной селитры. Коэффициент использования азота аммиачной селитры колеблется, в частности, в пределах от 95% при самом низком до 70% при самом высоком уровне, а азота мочевины — соответственно от 85% до 50%.



*Edward Ziótek*

EFFECT OF AN INTENSIVE NITROGEN FERTILIZATION  
ON THE CRUDE PROTEIN YIELDS IN GREEN MATTER OF WINTER RYE  
AND MAIZE CULTIVATED AS THE SECOND CROP

Summary

A synthesis of 4-year experiments on the determination of the effect of increasing nitrogen fertilization rates: 0; 60; 120; 180 and 240 kg N per hectare, applied in the form of ammonium nitrate and urea, on the yield of green matter and protein of rye and maize cultivated after it, is presented in the paper.

The experiments have proved that along with increasing fertilization level, irrespective of fertilizer forms, an increase of both green and dry matter and protein of either crop from an area unit would occur. The differences in the green and dry matter yields of rye and maize, at application of the highest nitrogen rate of 240 kg N per hectare, amounted accordingly to 28.7 and 4.1 t from hectare. The crude protein yield was affected not only by the rates, but also by the forms of fertilizers. Differences in protein yields between extreme fertilization levels amounted in case of the urea application to 6249 and in case of ammonium nitrate — to 896 kg from hectare. Thus, ammonium nitrate appeared to be the fertilizer affecting more favourably the protein yield than urea. It is connected with a better utilization of nitrogen of ammonium nitrate by plants. The coefficient of nitrogen utilization of ammonium nitrate varies, namely, from 95% at the lowest to 75% at the highest level and that of urea — accordingly, from 85 to 50%.