

## WPŁYW NAWADNIANIA I NAWOŻENIA NA PRODUKCJĘ BIAŁKA W RÓŻNYCH ROŚLINACH I PŁODOZMIANACH

*Józef Dzieżyc, Władysław Buniak, Lech Nowak,  
Krystyna Panek, Mieczysław Trybała*

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji AR we Wrocławiu

Z wielu dotychczasowych badań nad wpływem nawadniania i intensywnego nawożenia na wysokość i jakość plonu roślin uprawnych wynika, że zwyczajki produkcji masy roślinnej oraz procentowa zawartość i wydajność białka z 1 ha zależą nie tylko od gatunków roślin i technologii nawadniania i nawożenia, ale także od wielu czynników środowiska przyrodniczego i agrotechniki. Utrudnia to porównywanie wyników doświadczeń prowadzonych z różnymi roślinami w rozmaitych warunkach klimatycznych, glebowych i agrotechnicznych. Szczególnie dotyczy to wpływu nawadniania i nawożenia na produkcję białka.

Celem tej pracy jest porównanie wydajności białka w różnych roślinach i płodozmianach w oparciu o doświadczenia wykonane w tym samym rejonie klimatycznym i w tych samych latach, w ustalonych zmianowaniach i warunkach agrotechniki oraz technologii nawadniania i nawożenia. Szczególnie zwracamy uwagę na interakcję różnych dawek wody i nawozów w kształtowaniu wydajności białka z 1 ha.

### METODYKA BADAŃ

Doświadczenia polowe prowadzono w Swojcu i Samotworze koło Wrocławia, gdzie średnia wieloletnia suma opadów w roku wynosi około 540 mm, zaś w sezonie wegetacji około 360 mm. W latach badań 1973-1975 sumy opadów w okresie IV-IX wynosiły w Swojcu 363, 348 i 351 mm, a w Samotworze 327, 428 i 442 mm. Znaczniejsze niedobory opadów w stosunku do średnich wieloletnich wystąpiły w sierpniu 1973 r., w kwietniu i wrześniu 1974 r. oraz w maju i wrześniu 1975 r.

Badania obejmowały następujące płodozmiany:

1) norfolski: buraki cukrowe AJ-Poly 1 ++ — pszenica jara Carola — bobik Major — pszenica ozima Grana,

2) norfolški: buraki cukrowe AJ-Poly 1 ++ — pszenica jara Carola — koniczyna czerwona — pszenica ozima Grana,

3) pastewny: ziemniaki Lenino ++ — buraki pastewne odmiany Tytan Poly — kukurydza na ziarno Anjou 210 — kukurydza na kiszonkę Anjou 210.

Pierwszy płodozmian założono w RZD Samotwór na glinie lekkiej, IIIb klasy bonitacyjnej, zaliczanej do kompleksu 3 pszennego wadliwego, dwa pozostałe — w RZD Swojec na piasku gliniastym IV klasy bonitacyjnej, zaliczanej do kompleksu 5 żytniego dobrego. Poziom wody gruntowej na polach doświadczalnych wahał się w granicach 100-180 cm.

Wszystkie rośliny badano metodą losowanych podbloków w czterech powtórzeniach. Porównywano 3 warianty nawadniania:  $W_0$  — bez nawadniania,  $W_1$  — nawadniane przy wzroście siły ssącej gleby na głębokości 20-25 cm do 0,5 at (60% ppw),  $W_2$  — nawadniane przy wzroście siły ssącej gleby do 0,3 at (75% ppw). W obrębie podbloków wodnych badano 4 poziomy nawożenia mineralnego: NPK, 2NPK, 3NPK i 4NPK. Normy nawodnień podano w tabeli 1, zaś dawki składników nawozowych w kg/ha przy najniższym kontrolnym poziomie nawożenia były następujące:

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
buraki cukrowe i pastewne	65	45	90
ziemniaki	50	35	65
pszenica ozima i jara	35	25	40
Kukurydza	50	30	70
bobik i koniczyna	—	30	70

Próbki roślinne do oznaczania zawartości suchej masy i N ogólnego pobierano co roku podczas zbioru i ważenia plonów. Na materiale reprezentującym poszczególne obiekty wodno-nawozowe określano zawartość N ogólnego metodą Kjeldahla, a ilość białka surowego obliczano stosując mnożnik 6,25.

#### WYNIKI BADAŃ

Wpływ zróżnicowanego nawadniania i nawożenia na wysokość plonu i białkowość badanych roślin ilustrują rysunki 1 i 2 oparte na średnich danych z trzech lat doświadczeń. Pomijając szczegółową interpretację zmienności plonów, chcemy podkreślić dużą reakcję roślin pastewnych na obydwa badane czynniki zmienne. Najsilniej reagowały na nawadnianie: koniczyna, kukurydza na ziarno i kiszonkę oraz buraki pastewne, a na intensywne nawożenie kukurydza na kiszonkę i buraki pastewne. Z omawianych wykresów wynika także, że procentowa zawartość białka surowego na ogół malała pod wpływem nawadniania zwłaszcza w konze-

Tabela 1

Rośliny	Normy nawadniania					
	1973		1974		1975	
	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>
RZD Swojec						
Buraki cukrowe	120	170	60	60	80	110
Pszenica jara	90	120	80	80	80	100
Koniczyna czerwona	50	110	90	90	220	240
Pszenica ozima	90	140	90	90	120	140
Ziemniaki	145	185	60	60	110	150
Buraki pastewne	185	215	90	90	110	110
Kukurydza na ziarno	105	125	90	90	80	100
Kukurydza na kiszonkę	105	105	30	30	60	90
RZD Samotwór						
Buraki cukrowe	160	205	—	—	160	240
Buraki cukrowe	160	205	—	—	160	240
Pszenica jara	145	195	120	200	80	120
Bobik	45	45	—	—	120	120
Pszenica ozima	105	155	80	80	80	80

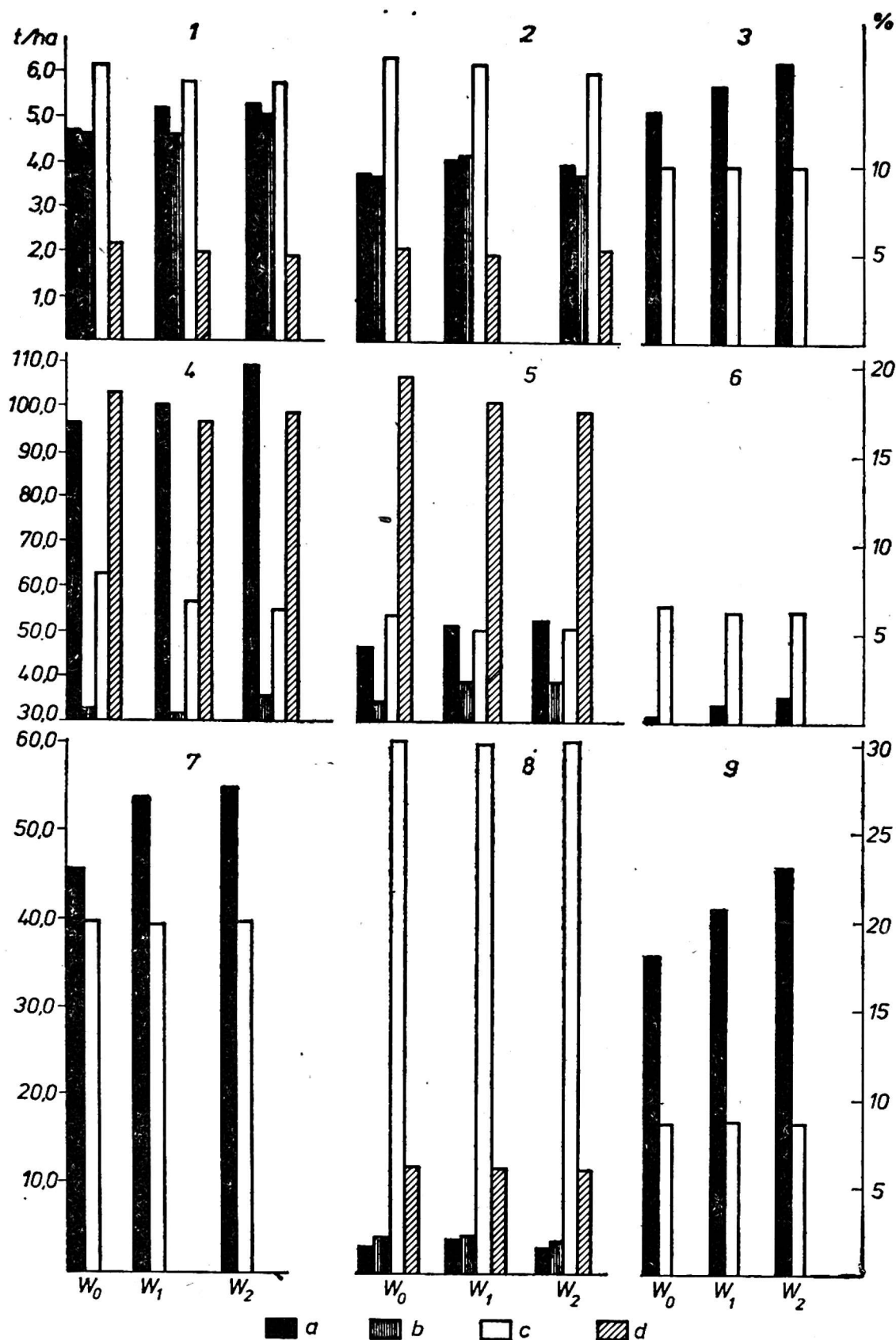
niach buraków, a wzrastała pod wpływem intensywnego nawożenia, szczególnie w roślinach okopowych i zbożowych.

Przedstawione w tabeli 2 plony białka surowego są iloczynem sumy plonu głównego i ubocznego oraz procentowej zawartości białka. Wskutek tego, że wysokie dawki nawozów zwiększały zarówno plony jak ich białkowość, zaś nawadnianie podnosiło tylko plony, a zmniejszało zawartość białka, wydajność białka surowego z 1 ha była mniej zależna od nawadniania niż od nawożenia.

Istotne zwyczajki plonu białka pod wpływem interakcji z nawadnianiem w płodozmianie norfolskim z koniczyną czerwoną dała tylko koniczyna (W<sub>1</sub> — 28,1% i W<sub>2</sub> — 38,0%) i buraki cukrowe (W<sub>2</sub> — 9,8%). W płodozmianie norfolskim z bobikiem oraz w pastewnym nawadnianie nie spowodowało istotnego różnicowania plonów białka.

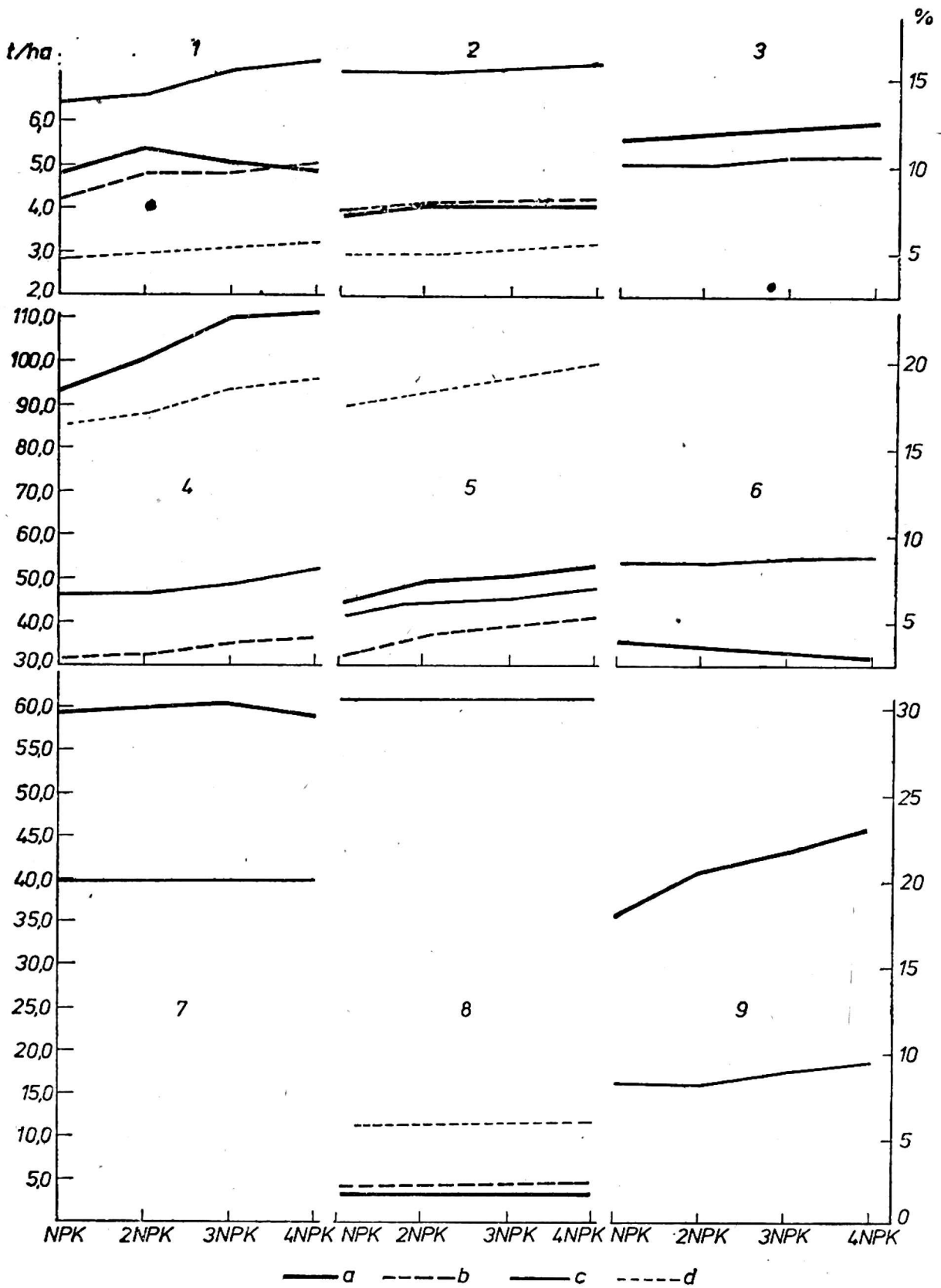
Zwiększenie dawki nawozowej z NPK do 4NPK podniosło istotnie plon białka we wszystkich płodozmianach o 21-27%. W interakcji gatunków z nawożeniem zwyczajka w burakach pastewnych wynosiła 34,2%, w burakach cukrowych 40,7-45,6%, w kukurydzy na kiszonkę 41,2%, w pszenicy ozimej 23,0-36,0%, w bobiku 14,9%. Pozostałe rośliny nie reagowały istotnie na zmianę poziomu nawożenia, a ziemniaki wykazały nawet tendencję spadku plonu białka ze wzrostem dawki nawozowej.

W celu porównania reakcji całych płodozmianów na zmienne warunki wodne i nawozowe opracowano analizę wariancji wszystkich doświadczeń w ujęciu płodozmianowym, której wyniki zestawiono w tabeli 3.



Rys. 1. Wpływ nawadniania na zawartość białka surowego i plon roślin *a* — plon główny w t/ha, *b* — plon uboczny w t/ha, *c* — % białka w plonie głównym, *d* — % białka w plonie ubocznym

1 — pszenica ozima, 2 — pszenica jara, 3 — kukurydza na ziarno, 4 — burak pastewny, 5 — burak cukrowy, 6 — ziemniak, 7 — koniczyna czerwona, 8 — bobik, 9 — kukurydza na zielonkę



Rys. 2. Wpływ poziomu nawożenia na zawartość białka surowego i plon roślin  
 a — plon główny w t/ha, b — plon uboczny w t/ha, c — % białka w plonie głównym, d — białka w plonie ubocznym  
 1 — pszenica ozima, 2 — pszenica jara, 3 — kukurydza na ziarno, 4 — burak pastewny, 5 — burak cukrowy, 6 — ziemniak, 7 — koniczyna czerwona, 8 — bobik, 9 — kukurydza na zielonkę

Tabela 2

Plon białka surowego w t/ha (średnio z lat 1973-1975)

Rośliny	W <sub>0</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	NPK	2NPK	3NPK	4NPK	Średnio dla roślin
Płodozmian norfolksi z bobikiem								
Buraki cukrowe	1,75	1,62	1,65	1,38	1,58	1,73	2,01	1,67
Pszenica jara	0,72	0,76	0,77	0,71	0,74	0,75	0,80	0,75
Bobik	1,06	1,04	1,12	1,01	1,07	1,09	1,16	1,08
Pszenica ozima	0,94	0,92	0,94	0,81	0,96	0,95	1,00	0,93
Przedział ufn.	—		1,0		—			
p = 0,95								
Płodozmian norfolksi z koniczyną czerwoną								
Buraki cukrowe	1,62	1,57	1,78	1,35	1,58	1,78	1,90	1,65
Pszenica jara	0,63	0,68	0,62	0,59	0,62	0,67	0,69	0,64
Koniczyna czerwona	1,35	1,73	1,86	1,63	1,62	1,69	1,66	1,65
Pszenica ozima	0,67	0,77	0,78	0,61	0,72	0,79	0,83	0,79
Przedział ufn.	1,4		1,6		7,3			
p = 0,95								
Płodozmian pastewny								
Ziemniaki	0,65	0,62	0,62	0,65	0,64	0,63	0,60	0,63
Buraki pastewne	1,68	1,48	1,58	1,34	1,46	1,73	1,78	1,58
Kukurydza na ziarno	0,47	0,50	0,55	0,47	0,48	0,52	0,52	0,49
Kukurydza na kiszonkę	0,97	1,02	1,09	0,85	1,00	1,06	1,20	1,03
Przedział ufn.	—		1,7		5,0			
p = 0,95								

U w a g a: W tabeli, z wyjątkiem ziemniaków i kukurydzy na ziarno, podano białko w plonie głównym i ubocznym.

Nie wykazała ona istotnego wpływu nawadniania na produkcję białka surowego. Udowodniono natomiast istotny dodatni wpływ poziomu dawek NPK oraz istotną interakcję między latami i płodozmianami, między nawadnianiem i płodozmianami, jak też między nawadnianiem i poziomem nawożenia mineralnego. Wszystkie pozostałe wariancje były nieistotne.

Wyniki dla statystycznie udowodnionych interakcji są zestawione w tabelach 4 i 5. Jak wykazują dane zawarte w tabeli 4 wysokość plonu białka zależała istotnie od układu warunków sezonowych i od norm nawadniania. Średnio w badanym trzyleciu na obiektach nawadnianych najwyższą produkcję białka uzyskano przy najwyższym poziomie nawożenia 4NPK (tab. 5). Bez nawadniania wystarczający okazał się poziom 3NPK i dalsza intensyfikacja nawożenia nie zwiększała istotnie produkcji białka.



Tabela 3

Wyniki analizy wariancji plonów białka w płodozmianach (+ — różnice i totne przy  $p = 0,95$ , ++ — różnice istotne przy  $p = 0,99$ )

Źródło zmienności	Płodozmiany			porównanie płodozmianów
	norfolški z bobikiem	norfolški z koniczyną	pastewny	
Lata				
Gatunki		+	++	
Nawadnianie				
Nawożenie	++	+	++	++
Interakcja				
lata × gatunki	++	++	++	++
lata × nawadnianie				
lata × nawożenie	+			
gatunki × nawadnianie		++		++
gatunki × nawożenie	++	++	++	
nawadnianie × nawożenie		+		++
lata × gatunki × nawadnianie			++	
lata × gatunki × nawożenie			++	
lata × nawadnianie × nawożenie				
gatunki × nawadnianie × nawożenie				
lata × gatunki × nawadnianie × nawożenie				

Tabela 4

Wpływ lat i nawadniania na wydajność białka surowego w t/ha w różnych płodozmianach

Płodozmiany	Interakcja lat i płodozmianów			Interakcja nawadniania i płodozmianów		
	1973	1974	1975	W <sub>0</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>
Norfolški z bobikiem	1,31	1,03	0,98	1,11	1,09	1,12
Norfolški z koniczyną	0,89	1,31	1,31	1,07	1,19	1,26
Pastewny	0,91	1,04	0,85	0,94	0,91	0,96
Przedział ufn. $p = 0,95$		0,4			0,4	

Tabela 5

Wpływ nawożenia i interakcji nawadniania z nawożeniem na produkcję białka w t/ha (średnie dla 3 płodozmianów)

Nawożenie	Nawadnianie			Średnio
	W <sub>0</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	
NPK	0,92	0,96	0,96	0,95
2NPK	1,03	1,04	1,04	1,04
3NPK	1,09	1,08	1,18	1,11
4NPK	1,12	1,16	1,26	1,18
Przedział ufn. $p = 0,95$		0,5		0,7

## WNIOSKI

Zawartość i plon białka z reguły wzrastają w miarę zwiększania poziomu nawożenia mineralnego, przy czym wielkość przyrostu zależy od gatunku roślin. Nawadnianie nie zawsze zwiększa produkcję białka z hektara, gdyż jest ono wypadkową dodatniego oddziaływania wody na wysokość plonu i ujemnego na zawartość białka surowego. W warunkach nawadniania i intensywnego nawożenia mineralnego, można liczyć na wyższą produkcję białka u niektórych roślin, między innymi: buraków cukrowych, kukurydzy i koniczyny.

*Юзеф Дзежиц, Владыслав Буняк, Лех Новак,  
Крыстына Панек, Мечислав Трыбала*

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ И УДОБРЕНИЯ НА ПРОДУКЦИЮ БЕЛКА  
В РАЗНЫХ РАСТЕНИЯХ И СЕВООБОРОТАХ

## Резюме

В период 1973-1975 гг был проведен севооборотный опыт с целью сравнения трех вариантов орошения и четырех уровней минерального удобрения на почвах хорошего ржаного комплекса и худшего пшеничного комплекса. Средний урожай сырого белка, независимо от оросительно-удобрительных вариантов, составлял 1,58-1,67 т с гектара для сахарной и кормовой свеклы и клевера, 1,03-1,08 т с гектара для кукурузы на силос и конских бобов, 0,63-0,93 т с гектара для пшеницы и картофеля и 0,49 т с гектара для кукурузы на зерно. В среднем в норфольском севообороте с клевером красным получали 1,18 т, с конскими бобами — 1,11 т, а в кормовом севообороте — 0,93 т белка с гектара в год.

Дождевание снижало процентное содержание белка во всех исследуемых растениях, за исключением бобовых мелкозернистых, однако повышало его урожай на 38% в клевере и на 10% в сахарной свекле. Средняя прибавка урожая белка вследствие дождевания составляла в норфольском севообороте с клевером 15%, тогда как в остальных севооборотах влияние дождевания не было доказано статистически.

Увеличение дозы удобрения NPK с 100-200 кг до 400-800 кг на гектар в зависимости от культуры повышало содержание сырого белка во всех растениях, за исключением бобовых. Прибавка урожая белка составляла от 1,8% для клевера до 45,6% для сахарной свеклы. В севооборотном отношении прибавка урожая белка составляла 21% в норфольском севообороте с клевером до 27% в норфольском севообороте с конскими бобами.



*Józef Dzieżyc, Władysław Buniak, Lech Nowak  
Krystyna Panek, Mieczysław Trybała*

## IRRIGATION AND FERTILIZATION EFFECT ON THE PROTEIN PRODUCTION IN DIFFERENT CROPS AND CROP ROTATION

### Summary

In the period 1973-1975 a crop rotation experiment aiming at comparison of 3 irrigation variants and 4 mineral fertilization levels on soils of a good ryeland complex and of a worse wheatland complex, was carried out. The mean crude protein yield amounted, irrespective of irrigation-fertilization variants, to 1.58-1.67 t for sugar and fodder beets and clover, to 1.03-0.08 t for silage maize and field bean, to 0.63-0.93 t for wheat and potatoes and to 0.49 t for maize cultivated for grain, from hectare. On the whole, in the Norfolk crop rotation with clover 1.18 t, in the Norfolk crop rotation with field beans 1.11 t and in the fodder crop rotation 0.93 t of protein from hectare a year, were obtained.

The sprinkler irrigation decreased the protein percentage in all crops tested, except for legumes, but increased the protein yield in clover by 38% and in sugar beets by 10%. On the whole, the protein yield increment owing to sprinkler irrigation amounted in the Norfolk crop rotation with clover to 15%. In the remaining crop rotation the effect of the above measures has not been proved statistically.

An increase of the NPK fertilization rate from 100-200 to 400-800 kg per hectare increased the crude protein content in crops, except for legumes. The protein yield increment was from 1.8% for clover to 45.6% for sugar beets. In the crop rotation respect the protein yield increment was from 21% in the Norfolk crop rotation with clover to 27% in the Norfolk crop rotation with field beans.