

PRODUKCJA BIAŁKA PASTEWNEGO W ZMIANOWANIU KLASYCZNYM, UPROSZCZONYM I W MONOKULTURZE

Witold Niewiadomski, Kazimiera Zawiaślak

Instytut Uprawy Roli i Roślin Zakład Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie

Ilość i jakość surowca roślinnego w pewnym zakresie reguluje nie tylko dobór siedliska, gatunku i odmiany, ale również nawożenia, ochrony ziemiopłodu i systemu zmianowania [1-9].

Celem prezentowanych rozważań było, między innymi, określenie jedynie poziomu wydajności białka z ha w zależności od: stopnia uproszczenia zmianowania; intensywności agrotechniki (podwojenia dawki NPK + mikronawozy + herbicydy); dostosowania gatunku do odrębności ekologicznej rejonu północno-wschodniego.

METODA BADAŃ

Doświadczenie nad uproszczonymi zmianowaniami prowadzono przez 12 lat (1963-1974), na glebie brunatnej, deluwialnej, średniej na pograniczu lekkiej, o zawartości części spławialnych 15-25%, kompleksu żytniego bardzo dobrego. Przeciętne wartości określające chemiczne cechy uprawnej warstwy gleby są następujące: odczyn w 1n KCl — 5,0 pH; substancja organiczna — 1,30%; azot ogólny — 0,09%; makroskładniki przyswajalne: fosfor — 6,38, potas — 9,65, magnez — 4,92 mg/100 g gleby; mikroskładniki przyswajalne: bor — 0,24, miedź — 1,62, cynk — 2,91, mangan — 26,2, molibden — 0,14 ppm.

Badania obejmowały dwa czynniki

I. Stopień uproszczenia zmianowania

Zmianowanie 6-polowe tradycyjne (kontrola)	Dwa zmianowania 3-polowe uproszczone	Monokultury wszystkich sześciu gatunków
burak cukrowy	Pastewno zbożowe	
bobik	burak cukrowy	
jęczmień jary	bobik	
żyto ozime	jęczmień jary	
rzepak ozimy	Zbożowo-przemysłowe	
pszenica ozima	żyto ozime	
	rzepak ozimy	
	pszenica ozima	

II. Poziom agrotechniki

Niższy	— 1 NPK, bez mikroelementów, bez herbicydów
Wyższy	— 2 NPK, z mikroelementami i herbicydami

Przy 1 NPK wysiewano następujące dawki czystego składnika na ha: 100 kg w latach 1963-1968; 150 kg od 1969 do 1971; 200 kg od 1972 do 1974 (średnio dla jednego pola zmianowania). Wariant z „wyższym poziomem agrotechniki” oznaczał: podwojenie wyszczególnionych norm nawozowych; uzupełnienie ich mikroelementami B, Cu, Mn, Zn, Mo raz na 3 lata; użycie herbicydów stosowne do rośliny uprawnej i dominujących w niej chwastów. Procentową zawartość białka surowego w plonach podstawowych i ubocznych określono metodą Kjeldahla w reprezentacyjnych próbach, pobieranych corocznie w czasie zbioru. Z plonu suchej masy z 1 ha oraz procentowej zawartości białka wyliczono roczną produktywność tego składnika. Dwunastoletnie wyniki oceniono analizą wariancji dwuczynnikowej posługując się maszyną cyfrową.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

W wyniku postępującej specjalizacji w produkcji roślinnej coraz częściej w praktyce pojawiać się będą skrócenia rotacji. W rozważanych badaniach starano się skonkretyzować odpowiedź w jakim stopniu wydajność białka z hektara zależy od uproszczenia 6-polówki do 3-polówki i dalej aż do monokultury (tab. 1). Kryterium statystyczne potwierdziło brak istotności różnic między zmianowaniem tradycyjnym a 3-polówką. Skrócona do połowy rotacja w 12-leciu nie zaznaczyła się negatywnie ani w plonach roślin, ani w procentowym udziale białka surowego w ich organach; a zatem nie znaleziono zmian także w globalnej produktywności jednostkowej białka.

Natomiast skrajne uproszczenie wyrażone monokulturą zdecydowanie zaniżyło zbiory roślin, a tym samym i plony białka z 1 ha, przy prawie nie zmienionym procentowym jego udziale. Skala ujemnej reakcji gatunków, wyrażona ubytkiem plonu białka w odniesieniu do zmianowania

kontrolnego, była następująca: pszenica ozima — 51⁰/₀, bobik — 30⁰/₀, burak cukrowy — 27⁰/₀, jęczmień jary — 25⁰/₀ żyto ozime — 15⁰/₀ (plon podstawowy). Od tych relacji nieoczekiwanie odbiegał rzepak ozimy, który w długoletniej uprawie po sobie nawet podniósł plonowanie nasion o 17⁰/₀, a wydajność białka z 1 ha aż o 19⁰/₀.

Kryterium łącznej wyceny plonów podstawowych i ubocznych zatarło nieco liczbowe kontrasty. Brak zmianowania najmocniej odbił się na produktywności białka tych gatunków, które znane są z niskiej tolerancyjności na siewy po sobie — pszenica ozima, burak cukrowy, bobik, jęczmień jary.

Tabela 1

Plon białka surowego w trzech wariantach zmianowań, średnie za lata 1963-1974 w t z ha (niezależnie od poziomu agrotechniki)

Gatunki w kolejności zmianowania	Plon podstawowy				Plon podstawowy + uboczny			
	zmianowanie		mono-	NIR _{0,05}	zmianowanie		mono-	NIR _{0,05}
	6-polowe	3-polo- we*	kultura		6-polowe	3-polo- we*	kultura	
Burak								
cukrowy	0,510	0,503	0,370	0,062	1,533	1,585	1,023	0,221
Bobik	0,875	0,874	0,614	0,113	1,084	1,077	0,779	0,136
Jęczmień								
jary	0,396	0,403	0,297	0,039	0,532	0,533	0,427	0,046
Żyto ozime	0,299	0,271	0,254	0,036	0,440	0,400	0,387	0,049
Rzepak	0,398	0,384	0,474	1,110	0,625	0,579	0,728	0,145
Pszenica								
ozima	0,303	0,274	0,149	0,045	0,444	0,414	0,276	0,055

* Linia poziomą ze zmianowania 6-polowego wyodrębniono dwie 3-polówki.

Uintensywnienie agrotechniki, gwarantujące lepsze odżywianie się roślin i osłabienie konkurencji chwastów, zadziało w sposób wysoce istotny u buraka cukrowego, rzepaku ozimego, zbóż ozimych, słabiej u jęczmienia jarego, natomiast w sposób nieistotny u nasion bobiku (tab. 2). Otrzymano następujące zwyczajki plonu białka: w ziarnie żyta ozimego 61⁰/₀, w pszenicy ozimej 52⁰/₀, w nasionach rzepaku ozimego 46⁰/₀, w korzeniach buraka cukrowego 41⁰/₀, w ziarnie jęczmienia jarego 30⁰/₀. Reakcja plonów podstawowych i ubocznych w 3 przypadkach okazała się mocniejsza (burak cukrowy, jęczmień jary, rzepak ozimy), w pozostałych trzech słabsza (bobik, żyto ozime, pszenica ozima). Liczby tabeli 2 sugerują możliwość prognozowania daleko idącego wzrostu ilościowego białka u większości gatunków drogą optymalizacji nawożenia i ochrony kultury przed chwastami.

Zróznicowanie plonów białka jako efekt interakcji — zmianowania × poziomy agrotechniki (tab. 3), ukazuje w jakim stopniu uintensywnioną

Tabela 2

Plon białka surowego przy dwóch poziomach agrotechniki, średnie za okres 1963-1974 w t z ha (niezależnie od uproszczenia zmianowania)

Gatunki w kolejności zmianowania	Rodzaj plonu	Poziom agrotechniki		NIR _{0,05}	Wzrost plonu białka skutkiem poziomu agrotechniki w %
		niższy	wyższy		
Burak cukrowy	korzenie	0,383	0,539	0,048	40,7
	korzenie + liście	0,752	1,098	0,078	46,0
Bobik	nasiona	0,735	0,841	0,122	14,4
	nasiona + słoma	0,921	1,040	0,048	12,9
Jęczmień jary	ziarno	0,318	0,412	0,016	29,6
	ziarno + słoma	0,427	0,568	0,021	33,0
Żyto ozime	ziarno	0,210	0,339	0,033	61,4
	ziarno + słoma	0,830	0,487	0,036	47,6
Rzepak ozimy	nasiona	0,341	0,497	0,090	45,7
	nasiona + słoma	0,497	0,790	0,118	58,9
Pszenica ozima	ziarno	0,192	0,291	0,027	51,6
	ziarno + słoma	0,313	0,451	0,034	44,0

agrotechniką zdołano zredukować negatywne skutki odejścia od zmianowania. Skala pozytywnej reakcji gatunków nie była jednolita: jęczmień jary z 37 do 15^{0/0}, bobik z 36 do 23^{0/0}, burak cukrowy z 31 do 25^{0/0}. U pszenicy ozimej i żyta ozimego zmienna ta nie odegrała żadnej roli z powodu inwazyjności kompensującej miotły zbożowej; udało się ją opanować właściwym doбором herbicydów dopiero w końcowych latach doświadczenia.

Efektywność zdwojonych nakładów na agrotechnikę okazała się zależna od wariantu zmianowań. U pszenicy ozimej i buraka cukrowego najwyższa była w zmianowaniu 6-polowym; u rzepaku ozimego i żyta ozimego w 3-polowym; zaś u jęczmienia jarego i bobiku w monokulturze. Słowem reakcje gatunków były niejednolite i zależne od ich biologii, a także przedplonu i przedprzedplonu. Najniższą efektywnością uintensywnionej agrotechniki wyróżniały się monokultury — pszenicy ozimej i żyta ozimego (plon podstawowy).

O produktywności białka, wyrażonej w t z 1 ha, w głównej mierze rozstrzyga poziom plonowania danej kultury (tab. 4). Procentowa zawartość białka w roślinie ulega bowiem mniejszym wahaniom. Rozsądne uintensywnienie nawożenia, na tle prawidłowej konstrukcji zmianowania, jest zdolne wydatnie zaktywizować zasoby białka pastewnego. Waloryzacja w tym zakresie porównywanych gatunków okazuje się znamienna. Na czoło wysuwa się burak cukrowy — typowa roślina węglowodanowa, a jednocześnie o ogromnych możliwościach białkotwórczych (masa liś-

Tabela 3

Produkcja białka jako efekt interakcji: zmianowanie × poziom agrotechniki — średnie za lata 1963-1974 w t z ha

Gatunki w kolejności zmianowania	Poziom agro- techniki	Plon podstawowy			Plon podstawowy + uboczny				
		zmianowanie		mono-	NIR _{0,05}	zmianowanie		mono-	NIR _{0,05}
		6-polo- we	3-polo- we	kul- tura		6-polo- we	3-polo- we	kul- tura	
Burak cukrowy	niższy	0,418	0,440	0,290	0,026	1,214	1,313	0,879	0,135
	wyższy	0,602	0,565	0,449		1,811	1,857	1,166	
Bobik	niższy	0,842	0,829	0,533	0,070	1,050	1,019	0,692	0,083
	wyższy	0,908	0,919	0,696		1,117	1,136	0,867	
Jęczmień jary	niższy	0,363	0,364	0,228	0,028	0,476	0,473	0,333	0,036
	wyższy	0,429	0,441	0,365		0,589	0,594	0,522	
Żyto ozime	niższy	0,230	0,202	0,197	0,057	0,354	0,316	0,319	0,063
	wyższy	0,368	0,339	0,312		0,525	0,483	0,455	
Rzepak ozimy	niższy	0,324	0,297	0,402	0,155	0,482	0,426	0,582	0,205
	wyższy	0,472	0,472	0,547		0,767	0,731	0,873	
Pszenica ozima	niższy	0,238	0,218	0,121	0,047	0,367	0,337	0,235	0,059
	wyższy	0,368	0,329	0,176		0,545	0,491	0,316	

Tabela 4

Waloryzacja gatunków pod względem wydajności białka* (1963-1974)

Gatunki w kolejności produkcji białka z ha	Plon podstawowy			Plon uboczny			Razem plon białka w t z ha
	wysokość plonu w t z ha	zawartość białka w % s.m.	plon białka w t z ha	wysokość plonu w t z ha	zawartość białka w % s.m.	plon białka w t z ha	
Burak cukrowy	45,2	4,40	0,510	42,2	15,23	1,023	1,533
Bobik	3,65	28,05	0,875	5,68	4,19	0,209	1,084
Rzepak ozimy	2,21	19,75	0,398	7,15	3,70	0,227	0,625
Jęczmień jary	4,01	11,26	0,396	6,03	2,62	0,136	0,532
Pszenica ozima	3,04	11,26	0,301	6,56	2,69	0,153	0,454
Żyto ozime	3,69	9,08	0,303	6,90	2,37	0,141	0,444
NIR _{0,05}	—	—	0,119	—	—	0,069	0,154

* Średnie z 2 poziomów agrotechniki dla zmianowania 6-polowego.

ciowa). Bobik, z którym powojenne rolnictwo europejskie, borykające się z deficytem białkowym, wiązało nadzieje, ulokował się dopiero na drugim miejscu, rzepak ozimy na trzecim; znacznie ustępowały im zboża zajmujące końcowe pozycje. Uszeregowanie to zmienia się na korzyść bobiku (pierwsza lokata), gdy rozpatrujemy tylko plon podstawowy.

WNIOSKI

Skrócenie zmianowania 6-polowego do 3-polowego nie obniżyło produktywności białka pastewnego. Natomiast całkowite zaniechanie zmianowań, w warunkach ekstensywnej agrotechniki, redukowało wydajność białka plonów głównych następująco: pszenica ozima 51⁰/₀, bobik 30⁰/₀, burak cukrowy 27⁰/₀, jęczmień jary 25⁰/₀, żyto ozime tylko 15⁰/₀. Wyłącznie monokultura rzepaku ozimego, w relacji do kontrolnego zmianowania, zareagowała istotnym wzrostem plonu białka rzędu 19⁰/₀.

Uintensywnienie agrotechniki (2 NPK + mikroelementy + herbicydy) w sposób istotny podniosło wydajność białka plonów głównych. Przeciętny dla zmianowań jego wzrost wyniósł: u żyta ozimego 62⁰/₀, pszenicy ozimej 50⁰/₀, rzepaku ozimego 47⁰/₀, buraka cukrowego 42⁰/₀, jęczmienia jarego 33, bobiku zaledwie 16⁰/₀. Czynnikiem tym zdołano ograniczyć ujemny wpływ monokultury jęczmienia jarego, bobiku i buraka cukrowego; natomiast u zbóż ozimych nie odegrał on żadnej roli.

Waloryzując gatunki na podstawie kryterium wydajności białka z plonu głównego, w surowych warunkach ekologicznych Mazur czołową pozycję zajął bobik (0,88 t/ha), po nim burak cukrowy (0,51 t/ha); natomiast rzepak ozimy, jęczmień jary, a zwłaszcza żyto ozime i pszenica ozima znalazły się na końcowych miejscach (0,3-0,4 t/ha białka surowego). Klasyfikacja gatunków wedle globalnej masy zbiorów podstawowych i ubocznych była nieco odmienna: burak cukrowy (1,53 t/ha), bobik (1,08 t/ha), rzepak ozimy (0,63 t/ha), jęczmień jary (0,53 t/ha), pszenica ozima (0,45 t/ha), żyto ozime (0,41 t/ha).

LITERATURA

1. Anioł A., Weznikas Th.: Pam. puł., 64, 1975, 45-54.
2. Berestow I. I.: Wpływ nawozów na plon ziarna jęczmienia i skład frakcyjny białka. *Chimia w Selsk. Chozj.*, 13, 2, 1975, 12-14.
3. Duka V. J. i in.: Wpływ nawozów w płodozmianie na plon i jakość pszenicy ozimej. *Chim. w Sielsk. Chozj.*, 6, 1974, 4-7.
4. Kubiczek R. i in.: *Hod. Rośl. Aklim.*, 5-6, 1975, 617-631.
5. Nowacki E.: PNR 1, 1964, 45-70.
6. Nowacki E.: PNR 4, 1975, 35-56.
7. Prokopov P. E. i in.: Wydajność i zawartość białka w ziarnie pszenicy ozimej. *Dokłady Akademii Nauk Biełoruss.* 10, 1975, 942-943.
8. Słowcov R. I., Gruzdev L. G.: Wpływ systematycznego stosowania herbicydów na skład i wartość pokarmową białek ziarna jęczmienia. *Izv. Tim. Sel. Choz. Akad.*, 2, 1975, 157-163.
9. Szyrmer J.: PNR 5, 1973, 45-52.

Витольд Невядомски, Казимера Зависляк

ПРОДУКЦИЯ КОРМОВОГО БЕЛКА В КЛАССИЧЕСКОМ И УПРОЩЕННОМ СЕВОБОРОТЕ И В МОНОКУЛЬТУРЕ

Резюме

В многолетнем (1963-1974) севооборотном опыте исследовали основные и побочные урожаи шести культур, а также продукцию сухого вещества и белка с гектара. Сокращение севооборота с 6-польного к 3-польному не снижало продуктивности белка, тогда как полный отказ от севооборотов снижал ее в основных культурах: озимой пшеницы — на 51%, конских бобов — на 30%, сахарной свеклы — на 27%, ярового ячменя — на 25%, озимой ржи — только на 15%. Монокультура озимого рапса в связи с существенным повышением урожая семян повышала урожай белка на 19%.

Интенсификация агротехники (2 NPK + микроэлементы + гербициды) приводила к значительному повышению процентного содержания белка, особенно массу кормового белка в основных культурах. В среднем для севооборотов и монокультуры это повышение составляло у озимой ржи 63%, у озимой пшеницы 50%, у озимого рапса 47%, у сахарной свеклы 42%, у ярового ячменя 33%, у конских бобов только 16%. Интенсификация агротехники являлась фактором, ограничивающим отрицательное влияние монокультуры ярового ячменя, конских бобов и сахарной свеклы, тогда как у озимых зерновых он не играл такой роли.

При оценке отдельные виды по отношению к продукции белка главных культур в суровых климатических условиях северно-восточной части Польши, на первое место выдвинулись конские бобы (0,88 т), второе место заняла сахарная свекла (0,51 т), а на дальнейших местах оказались озимый рапс, яровой ячмень, озимая рожь и озимая пшеница (0,30-0,40 т с гектара). В общей продукции основных и побочных урожаев сахарная свекла превышала продуктивность конских бобов (1,53 т против 1,08 т с гектара). Остальные виды удерживались на неизменном уровне (0,63-0,44 т с гектара).

Witold Niewiadomski, Kazimiera Zawislak

FODDER PROTEIN PRODUCTION IN THE CLASSICAL AND SIMPLIFIED CROP ROTATIONS AND IN MONOCULTURE

Summary

In a many-year (1963-1974) crop rotation experiment the yields of main products and by-products of six crop rotations were analyzed for the total nitrogen content and the dry matter and protein productivity from hectare. A narrowing of the 6-field to 3-field crop rotation did not decrease the protein productivity, whereas a full stop of crop rotations reduced it in main crops: of winter wheat — by 51%, of field beans — by 30%, of sugar beets — by 27%, of summer barley — by 25%, of winter rye — by 15% only. The winter rape monoculture led owing to a significant seed yield increment to an increase of the protein yield by 19%.

An intensification of agronomy measures (2 NPK + trace elements + herbicides) increased quite distinctly the protein percentage, particularly of the fodder

protein mass in main crops. The mean protein content for crop rotations and monoculture amounted for winter rye to 63%, for winter wheat — to 50%, for winter rape — to 47%, for sugar beets — to 42%, for summer barley — to 23%, for field beans — to 16% only. The agronomy intensification constituted a factor limiting the negative effect of monoculture of summer barley, field beans and sugar beets; in winter cereals it did not play such a role.

The estimation of particular species with regard to the protein production of main crops under severe conditions of the northeastern part of Poland, allowed to put field beans on the first place (0.85 t) and sugar beets on the second (0.51 t), the further places occupying winter rape, summer barley, winter rye and winter wheat (0.30-0.40 t from hectare). In total yields of main products and by-products that were sugar beets, which exceeded the field bean productivity (1.53 t against 1.08 t from hectare). The remaining species maintained at an unchanged level (0.63-0.44 t from hectare).