

Katedra Badań Technologicznych, Politechnika Białostocka
ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok, Poland

Józefa Wiater

Zawartość i plon białka pszenicy ozimej w warunkach następczego oddziaływania odpadów

The content and protein yield of winter wheat in the conditions of consecutive effect of waste

ABSTRACT. The studies were conducted in the third year of two field experiments, in which waste such as: slops, straw, sawdust, sugar factory lime and farmyard manure were applied. Waste was applied once in the first year. The hull-less oats, yellow lupine, as a green fertilizer, and potatoes were the forecrop for winter wheat in the first experiment. The chickling vetch and potatoes were the forecrop in the second experiment. In grain and straw samples the content of total and specific protein was determined. Based on the wheat yield (grain and straw) and both protein forms content in it, the protein yield was calculated. It was found that the secondary effect of waste influenced the total protein content stronger than the kind of forecrop and the specific protein content in a smaller degree. All applied waste influenced, in a secondary way, a higher total and specific protein yield. Yellow lupine, used as a fertilizer for winter wheat forecrop had a more positive effect, than chickling vetch straw, the yield of both protein forms.

KEY WORDS: true protein, crude protein, winter wheat, yield

Odpadami, które nie są w pełni wykorzystywane gospodarczo, są wywary, które mogą być stosowane do nawożenia [Mercik, Stepień 1992; Łabętowicz i in. 1999]. Innymi odpadami, które można wykorzystać do nawożenia, są trociny, a także słoma [Wiater, Wesołowski 1998; Niedźwiecki in. 1999]. Odpady te wpływają nie tylko na właściwości gleby, ale także na plony roślin. Oprócz plonów wskaźnikiem urodzajności gleby jest także plon białka, a podstawowym miernikiem jakości plonu jest zawartość w nim białka. Zarówno plon białka, jak i jego zawar-

tość modyfikowana jest nawożeniem. Podjęto zatem badania nad wpływem następczym niektórych odpadów na zawartość i plon białka pszenicy ozimej.

METODY

Prezentowane badania oparto na materiale z doświadczeń polowych ścisłych. Doświadczenie założono jesienią 1998 roku w gospodarstwie rolnika indywidualnego w okolicy Tomaszowa Lubelskiego (Roztocze Środkowe), na glebie płowej wytworzonej z piasku słabogliniastego (kompleks żytni słaby).

Schemat obu doświadczeń obejmował po 9 obiektów: 1 – kontrolny (bez nawożenia), 2 – NPK (50+25+80 – doświadczenie I i 50+25+100 – doświadczenie II), 3 – słoma+wywar gorzelniany melasowy (5+40 t ha⁻¹), 4-słoma + N (5 t ha⁻¹ + 40 kg N min.), 5 – wywar gorzelniany melasowy (50 t ha⁻¹), 6 – trociny z tartaku+wapno defekacyjne (60+7 t ha⁻¹), 7 – trociny z zakładu rzemieślniczego + wapno defekacyjne (60+7 t ha⁻¹), 8 – wapno defekacyjne (7 t ha⁻¹), 9 – obornik (30 t ha⁻¹). Wszystkie obiekty były trzykrotnie powtórzone, a powierzchnia jednego poletka wynosiła 36 m².

Substancje odpadowe zastosowano raz na trzy lata, na początku doświadczenia. W pierwszym roku roślinami wskaźnikowymi były owies nagi (dośw. I) i lędźwian siewny (dośw. II). Po zbiorze owsa w roku 1999 wysiano łubin żółty, który późną jesienią przyorano. W doświadczeniu drugim zebrano lędźwian, oddzielono nasiona i jego słomę przeorano. W drugim roku uprawiano w obu doświadczeniach ziemniak jadalny odmiany Sante. Nie stosowano żadnego dodatkowego nawożenia w postaci mineralnej.

Przed siewem kolejnej rośliny testowej (pszenicy ozimej odmiany Mewa) zastosowano nawożenie mineralne we wszystkich obiektach: N – 120 kg ha⁻¹ (30 kg przedsiewnie i 60 kg pogłównie) w postaci saletry amonowej i 30 kg pogłównie w postaci mocznika, P – 35 kg ha⁻¹ w postaci superfosfatu potrójnego granulowanego, K – 80 kg ha⁻¹ w postaci soli potasowej.

Po określeniu wysokości plonowania pszenicy pobrano próbki ziarna i słomy, w których po mineralizacji na mokro oznaczono zawartość azotu ogółem metodą Kjeldahla. W próbkach ziarna i słomy po straceniu białka 5% kwasem trójchlooroocowym oznaczono zawartość azotu białkowego także metodą Kjeldahla.

Zawartość azotu przeliczono na białko, stosując przelicznik 6,25 dla obu form białka. Następnie wyliczono procentowy udział białka właściwego w białku ogółem. Na podstawie wysokości plonów [Wiater 2003] pszenicy i zawartości obu form białka wyliczono ich plony.

Wyniki poddano analizie statystycznej stosując podwójną klasyfikację krzyżową, a wyniki oceniono testem Tukeya.

WYNIKI

Zawartość białka ogółem w ziarnie obu doświadczeń była zbliżona, a więc rodzaj przedplonu nie wpływał istotnie na koncentrację tej formy białka (tab. 1). W doświadczeniu pierwszym zawartość białka ogółem w ziarnie z obiektów z odpadami była wyższa od zawartości w ziarnie z obiektu kontrolnego od 7 do 17 g kg⁻¹. Najwyższą zawartość białka ogółem stwierdzono w ziarnie pszenicy doświadczenia pierwszego z obiektów ze słomą + N, wywarem i trocinami z tartaku + wapno. Zawartości te były wyższe o 10 g kg⁻¹ niż w ziarnie z obiektu z obornikiem. W ziarnie z doświadczenia drugiego z obiektów z odpadami zawartość białka ogółem była istotnie wyższa od zawartości w ziarnie z kontroli. Zwiększone zawartości białka wystąpiły w ziarnie z obiektów gdzie stosowano słomę + N, słomę + wywar, wywar i obornik oraz wapno. W słomie zawartość tego białka ogólnego była istotnie wyższa w obiektach z odpadami w stosunku do słomy z obiektu kontrolnego. Najwięcej białka ogółem zawierała słoma z obiektu, gdzie w I roku zastosowano słomę + wywar i trociny z tartaku + wapno. W doświadczeniu drugim ujawnił się także następczy wpływ odpadów na zawartość białka ogółem w słomie z obiektów z wapnem i obornikiem. Z pozostałych obiektów słoma zawierała zbliżoną ilość białka.

Zawartość białka właściwego zarówno w ziarnie, jak i słomie pszenicy nie była zróżnicowana ze względu na rodzaj przedplonu. W ziarnie z doświadczenia pierwszego wystąpiła zbliżona zawartość tej formy białka ze wszystkich obiektów, a w ziarnie z doświadczenia drugiego w większości obiektów z odpadami zanotowano istotnie wyższą zawartość białka właściwego niż w ziarnie z kontroli.

Nawożenie odpadami stosowane raz na trzy lata powodowało wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie i słomie pszenicy z obu doświadczeń. Działanie to można porównać z efektami obornika stosowanego jednorazowo w zmianowaniu, jakie ujawniły się w badaniach Mazura i Szagały [1992]. Autorzy ci udowodnili, że stosowanie obornika, co roku nie miało wpływu na wzrost zawartości białka w pszenicy ozimej. Podkreślali oni, że stosowana słoma do nawożenia słabiej działała niż obornik na koncentrację białka w pszenicy. W przeprowadzonych badaniach słoma + N czy słoma + wywar oddziaływały podobnie jak inne odpady i obornik. Natomiast coroczne stosowanie słomy w monokulturach pszenicy [Wiater i Wesołowski 1998] w porównaniu z obornikiem obniżało koncentrację białka w ziarnie pszenicy. Dodatek do słomy azotu mineralnego w oddziaływaniu na zawartość białka w pszenicy w tym doświadczeniu nie ustępował obornikowi. Badania Dębickiego i Wiater [1989] potwierdzają następczy wpływ odpadów organicznych na zawartość białka ogółem i białka wła-

ściwego w ziarnie i słomie żyta. Stwierdzili oni, że udział procentowy białka właściwego w białku ogółem zależał od wielkości dawki odpadów organicznych i częstotliwości ich wnoszenia, a także od warunków meteorologicznych.

W przeprowadzonych badaniach udział białka właściwego w białku ogółem w niewielkim stopniu zróżnicowany był stosowanym nawożeniem. Wyższe zróżnicowanie wystąpiło w słomie pszenicy i wahało się w przypadku doświadczenia I od 77,1 do 85,9%, a doświadczenia II od 75,9 do 85,2%. Udział białka właściwego w białku ogółem zarówno w ziarnie, jak i w słomie nie odbiegał od wyników podanych przez Klupczyńskiego [1967] oraz Dębickiego i Wiater [1989].

Średni plon białka ogółem ziarna pszenicy ozimej z doświadczenia pierwszego był wyższy o prawie 250 kg ha^{-1} niż z doświadczenia drugiego. Stosowane nawożenie istotnie wpływało na plon białka ziarna i słomy w obu doświadczeniach (tab. 2). W doświadczeniu pierwszym najwyższy plon białka ziarna otrzymano w obiektach z trocinami z zakładu + wapno, wapno i słoma + N. Przewyższały one plony białka z obiektu z obornikiem. Plon białka ziarna z obiektu, gdzie w I roku stosowano obornik był porównywalny z plonami z obiektów z wywarem, trocinami tartacznymi + wapno i słoma + N. Plony białka z obiektu z nawożeniem mineralnym były wyższe o 220 kg od plonów z obiektu kontrolnego i istotnie niższe od plonów z pozostałych obiektów. Plony białka ogółem słomy z doświadczenia pierwszego były istotnie wyższe w stosunku do kontroli z obiektów ze słomą + wywar, słomą + N. Z pozostałych obiektów plony białka słomy były nieco niższe od wymienionych i zbliżone względem siebie, ale wyższe niż w kontroli.

W doświadczeniu drugim zbliżone plony białka ogółem ziarna pszenicy ozimej uzyskano z obiektów, gdzie w I roku zastosowano słomę + wywar, obornik i trociny z tartaku + wapno. Najwyższe plony białka uzyskano z obiektu, gdzie stosowano słomę + N mineralny w stosunku do obiektu kontrolnego i NPK. Plony białka z tych obiektów były wyższe o 470 i 360 kg ha^{-1} . Plony białka słomy z doświadczenia drugiego z obiektów z wywarem, trocinami obu rodzajów + wapno, wapnem i obornikiem były istotnie wyższe od plonów z obiektu kontrolnego. Z pozostałych obiektów uzyskano wyższe plony w stosunku do kontroli od $77,7$ (obiekt NPK) do $165,7 \text{ kg ha}^{-1}$ (obiekt słoma + N), ale były to różnice nieudowodnione statystycznie.

Łączny plon białka (ziarno + słoma) z doświadczenia I był wyższy o $249,5 \text{ kg ha}^{-1}$ niż z doświadczenia drugiego i różnica ta była udowodniona statystycznie. Wzrost plonów białka uzyskano w wyniku następczego oddziaływania trocin z zakładu + wapno, wapna, obornika, słomy + N i wywaru w obu doświadczeniach. Efekt ten to także następcze oddziaływanie łubinu żółtego

i słomy łądzwanu, a także bezpośredniego oddziaływania nawozów mineralnych stosowanych pod pszenicę.

Plon białka właściwego ziarna różnił się istotnie w zależności od rodzaju przedplonu na korzyść doświadczenia pierwszego (tab. 3). W doświadczeniu pierwszym najwyższy plon uzyskano z obiektu 7 (trociny z zakładu + wapno). Zbliżony plon białka ziarna uzyskano z obiektów z wapnem i słomą + N. Nieco niższe plony wystąpiły z pozostałych obiektów z odpadami. Najniższe plony białka właściwego ziarna uzyskano z obiektów, gdzie w pierwszym roku stosowano nawożenie mineralne. Z ziarna doświadczenia drugiego najwyższy plon białka właściwego wyniesiono z obiektów ze słomą + N. Z pozostałych obiektów uzyskano zbliżoną ilość białka, która była istotnie wyższa w porównaniu z obiektem kontrolnym.

Tabela 2. Plon białka ogółem pszenicy ozimej (kg ha⁻¹)Table 2. Yield of crude protein of winter wheat (kg ha⁻¹)

Obiekt nawozowy Fertilizer object	Białko ogólne Crude protein						Łączny plon białka Altogether protein yield		
	Ziarno Grain		\bar{x}	Słoma Straw		\bar{x}	I doś. I exp.	II doś. II exp.	\bar{x}
	I doś. I exp.	II doś. II exp.		I doś. I exp.	II doś. II exp.				
O – kontrolny O – control	434,0	350,0	392,0	152,3	133,3	142,8	586,3	483,3	534,8
NPK mineralne NPK mineral	665,7	562,7	614,2	236,0	211,2	223,6	901,7	773,9	837,8
Słoma + Wywar Straw + Slops	892,9	694,9	793,9	425,0	255,2	340,1	1317,9	950,1	1134,0
Słoma + N Straw + N	1035,0	821,7	928,4	397,4	298,2	347,8	1432,4	1119,9	1276,2
Wywar gorzelniany Slops	905,6	784,8	845,2	336,0	326,7	331,4	1241,6	1111,5	1176,6
Trociny z tartaku + wapno defekacyjne Sawdust from sawmill + defecation lime	922,9	663,0	792,9	375,2	334,9	346,1	1280,1	997,9	1139,0
Trociny z zakładu + wapno defekacyjne Sawdust from works + defecation lime	1160,4	787,2	973,8	372,3	326,3	349,3	1532,7	1113,5	1323,1
Wapno defekacyjne Defecation lime	1098,8	757,8	928,3	362,5	378,6	370,6	1461,3	1136,4	1298,9
Obornik Manure	921,4	706,3	813,9	325,6	362,4	344,0	1247,0	1068,7	1157,9
\bar{x}	892,7	680,9	-	329,4	291,9	-	1222,3	972,8	-
NIR A – dośw. exp. B – naw. fert. A x B		77,7 291,6 380,9			ni ns 150,5 177,6			89,7 336,9 555,7	

Tabela 3. Plon białka właściwego pszenicy ozimej (kg ha⁻¹)Table 3. Yield of true protein of winter wheat (kg ha⁻¹)

Obiekt nawozowy Fertilizer object	Białko właściwe True protein						Łączny plon białka Altogether protein yield		
	Ziarno Grain		\bar{x}	Słoma Straw		\bar{x}	I doś. I exp	II doś. II exp.	\bar{x}
	I doś. I exp.	II doś. II exp.		I doś. I exp.	II doś. II exp.				
O – kontrolny O – control	359,8	298,0	328,9	118,7	101,2	109,9	478,5	399,2	438,9
NPK mineralne NPK mineral	512,3	461,4	486,9	188,9	162,7	175,8	701,2	624,1	662,7
Słoma + Wywar Straw + Slops	714,2	562,7	638,5	327,5	203,9	265,8	1041,8	766,6	904,2
Słoma + N Straw + N	828,0	682,0	755,0	314,2	254,1	284,2	1142,2	936,1	1039,2
Wywar gorzelniany Slops	731,3	596,2	663,8	274,2	247,9	261,1	1001,5	844,1	923,8
Trociny z tartaku + wapno defekacyjne Sawdust from sawmill + defecation lime	773,6	536,9	655,3	275,2	282,1	278,7	1048,8	819,0	933,9
Trociny z zakładu + wapno defekacyjne Sawdust from works + defecation lime	939,8	629,8	784,8	301,5	270,4	285,9	1241,3	900,2	1070,8
Wapno defekacyjne Defecation lime	856,7	614,9	735,8	297,7	298,9	298,3	1154,4	813,8	984,1
Obornik Manure	737,1	527,3	632,2	260,4	311,3	285,9	997,5	838,6	918,1
\bar{x}	717,0	545,5	-	262,0	236,9	-	978,8	771,3	-
NIR A – dośw. exp. B – naw. fert. A x B	65,9 207,3 224,5		ni ns 138,9 149,2			76,2 246,3 273,2			

W przypadku słomy z doświadczenia pierwszego plony białka były wyższe o około 25 kg w stosunku do średnich plonów doświadczenia drugiego, ale różnica ta była nieistotna. Wszystkie odpady stosowane w pierwszym roku oddziaływały następnie na wielkość plonów białka słomy. Trociny + wapno i wapno oddziaływały na tę wielkość podobnie jak obornik, a w doświadczeniu pierwszym nawet lepiej. Wywar i słoma + wywar oraz słoma + N oddziaływały na plony białka słomy w doświadczeniu pierwszym lepiej niż obornik, a w doświadczeniu drugim słabiej.

Łączny plon białka właściwego wyróżniał obiekty ze słomą i trocinami z zakładu + wapno. Z pozostałych obiektów uzyskano zbliżoną ilość białka, ale istotnie wyższą w stosunku do kontroli i obiektu z NPK. O wysokości łącznego

plonu białka właściwego decydował rodzaj przedplonu. Istotnie więcej białka właściwego zebrano z doświadczenia pierwszego.

Oddziaływanie następcze stosowanych odpadów, a także dodatkowego nawożenia w postaci łubinu czy słomy lędźwianu na plony białka właściwego przewyższało następcze oddziaływanie kory z obornikiem i nawozami mineralnymi, stosowanymi w badaniach Stankowskiego i Wołoszyka [2002]. O plonach białka ogółem i białka właściwego decydowało współdziałanie wcześniej stosowanego nawożenia organicznego z nawożeniem mineralnym wniesionym bezpośrednio pod pszenicę. Kuszelewski i in. [1996] podają, że współdziałanie nawozów mineralnych z organicznymi umożliwia roślinom szybszy wzrost w trakcie wegetacji i większe pobieranie składników, w tym azotu, co wpływa na plon obu form białka. Mazur i Sądej [1999] podkreślają, że ilość składników pokarmowych, wprowadzona w postaci nawozów organicznych, może nie pokrywać ubytków składników pokarmowych, spowodowanych odprowadzeniem z plonem, i z tego względu należy łączyć ten rodzaj nawożenia z nawożeniem mineralnym. Wskaźnikiem tego oddziaływania jest zawartość i plon białka. Autorzy ci podają, że nawożenie organiczno-mineralne przyczyniło się do wzrostu plonu białka ogółem roślin w zmianowaniu od 46,9–71,6%, a białka właściwego około 70%. W przedstawionych badaniach wykazano nawet wzrost plonu białka ogółem pszenicy, przekraczający 100%. Najwyższy wzrost wystąpił w wyniku następczego oddziaływania słomy + N i trocin z zakładu + wapno. O plonach obu form białka współdecydowała wilgotność gleby, co w swoich badaniach podkreśla to także Koc i Szymczyk [2001].

WNIOSKI

1. Odpady stosowane pod przedplony powodowały wzrost zawartości białka ogółem, a w mniejszym stopniu wpływały na zawartość białka właściwego w ziarnie i słomie pszenicy ozimej.
2. Odpady oraz dodatkowe nawożenie organiczne w postaci łubinu żółtego stosowane pod przedplony pszenicy przyczyniły się do uzyskania wyższych plonów białka ogółem i białka właściwego tej rośliny niż odpady i słoma lędźwianu.
3. Stosowane odpady, tj. wywar, trociny i słoma, na plony obu form białka wpływały nie gorzej niż obornik, a lepiej niż nawozy mineralne.

PIŚMIENNICTWO

- Dębicki R., Wiater J. 1989. Wpływ nawożenia różnymi materiałami organicznymi na zawartość białka w ziarnie i słomie żyta ozimego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 370, 151–164.
- Klupczyński Z. 1967. Wpływ nawożenia azotowego na plon żyta i pszenicy ozimej oraz na zawartość i skład białka w ziarnie. *Pam. Puł.* 24, 229–249.
- Koc J., Szymczyk S. 2001. Wpływ stanu uwilgotnienia gleby i nawożenia azotem na plonowanie pszenżyta jarego. Cz. I. Plon ziarna słomy i białka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 478, 217–226.
- Kuszelewski L., Łabętowicz J., Szulc W. 1996. Współdziałanie nawozów mineralnych z obornikiem w kształtowaniu dynamiki wzrostu i pobierania składników pokarmowych w uprawie jęczmienia jarego i pszenicy ozimej. *Zesz. Naukowe AR w Szczecinie* 172. Rol. 62, 273–284.
- Łabętowicz J., Stepień W., Gutowska A. 1999. Porównanie wartości nawozowej trzech wywarów gorzelnianych ziemniaczanego, żytniego, melasowego w doświadczeniach mikroplotkowych. *Folia Univa Agric. Stetinensis* 200, *Agriculture* 77, 213–219.
- Mazur T., Sądej W. 1999. Działanie wieloletniego nawożenia obornikiem, gnojowicą i nawozami mineralnymi na plon roślin białka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 465, 181–194.
- Mazur T., Szagała J. 1992. Wpływ wieloletniego nawożenia organicznego i mineralnego na plonowanie i skład chemiczny roślin. Cz. I. Plon roślin i białka. *Rocz. Gleb.* 43, 1/2, 79–87.
- Mercik S., Stepień W. 1992. Wartość nawozowa zagęszczanego wywaru melasowego. *Rocz. Gleb.* 43, 1/2, 61–70.
- Niedźwiecki E., Pratasowicki M., Czyż H., Ciereszko W., Nowak Z., Meller E. 1999. Charakterystyka odpadów potraktowanych w aspekcie możliwości ich zagospodarowania. *Folia Univ. Agric. Stetinensis* 200, *Agriculture* 77, 295–298.
- Stankowski S., Wołoszyk C. 2002. Następczy wpływ nawozów organicznych i dawek azotu na plon i jakość ziarna pszenżyta ozimego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 484, 623–628.
- Wiater J. 2003. Następcze oddziaływanie odpadów organicznych na plonowanie pszenicy ozimej i jej skład chemiczny. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 494, 525–532.
- Wiater J., Wesołowski M. 1998. Wpływ różnego nawożenia na zawartość i plon białka zbóż uprawianych w monokulturze. *Zesz. Naukowe AR w Krakowie*, 54, 127–136.

Badania realizowano w ramach projektu S/IIŚ/23/02, Politechnika Białostocka, Katedra Badań Technologiczny ch.