

ROMAN WACŁAWOWICZ, DANUTA PARYLAK, ROMAN ŚNIADY

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin – AR Wrocław

NASTĘPCZY WPŁYW NAWOŻENIA ORGANICZNEGO  
ORAZ MINERALNEGO AZOTOWEGO NA PLONOWANIE  
ORAZ WYBRANE CECHY JAKOŚCIOWE  
ZIARNA PSZENICY JAREJ

Residual effect of organic and nitrogen fertilization on the yields and selected quality features  
of spring wheat grain

**ABSTRAKT:** W przeprowadzonych badaniach podjęto próbę określenia zmian wybranych cech jakościowych ziarna pszenicy jarej oraz poziomu jej plonowania pod wpływem zróżnicowanych form nawożenia organicznego zastosowanego pod przedplon (obornik bydlęcy, wermikompost, słoma i międzyplon ścierniskowy wraz z liśćmi buraczanymi) z jednoczesnym stosowaniem rosnących dawek nawozów azotowych (0, 60, 100, 150, 200 kg N·ha<sup>-1</sup>).

Wprowadzenie do gleby nawozów naturalnych i organicznych pod przedplon (burak cukrowy) oraz bezpośrednio przyoranie liści buraczanych pod pszenicę jara nie wpływało istotnie na jej plonowanie. Udowodnioną statystycznie wyższą plonem ziarna pszenicy stwierdzono natomiast po zastosowaniu co najmniej 150 kg N·ha<sup>-1</sup>. Nawożenie organiczne oraz rosnące dawki nawożenia azotem pod badaną roślinę nie różnicowały istotnie także dorodności ziarna pszenicy jarej. Nieznacznie większą MTZ stwierdzono po wprowadzeniu pod przedplon wermikompostu lub po zastosowaniu 60 lub 100 kg N·ha<sup>-1</sup>. Zawartość białka ogólnego w ziarnie w większym stopniu zależała od dawki azotu niż od nawożenia organicznego. Rosnące dawki nawozów azotowych powodowały systematyczny wzrost zawartości białka w plonie głównym pszenicy. Nie stwierdzono następczego wpływu nawożenia organicznego na zawartość fosforu i potasu w plonie, natomiast intensyfikacja nawożenia azotem sprzyjała niewielkiemu zwiększeniu koncentracji badanych makroelementów w ziarnie pszenicy jarej.

**słowa kluczowe: key words:**

nawożenie organiczne – *organic fertilization*, dawka azotu – *rate of nitrogen*, plon – *yield*, jakość ziarna – *grain quality*, pszenica jara – *spring wheat*

WSTĘP

Nawozy naturalne i organiczne oddziałują nie tylko na wielkość plonu roślin uprawnych, ale również na jego jakość. Zagadnienie to dotyczy zarówno bezpośredniego, jak i następczego wpływu takiego nawożenia w kolejnych latach zmianowa-

nia. W przypadku braku obornika można go zastąpić substancją organiczną będącą produktem ubocznym w gospodarstwie, np. słomą, liśćmi buraczanymi, kompostami z różnego rodzaju odpadów lub międzyplonami przeznaczonymi na przyoranie (2, 5, 6, 18). O wartości zbóż chlebowych i paszowych decydują szczególnie wielkość plonu, skład chemiczny ziarna, jego dorodność oraz ilość białka. Wpływ nawożenia organicznego jest zróżnicowany zarówno w skali, jak i w zakresie czasu działania (2, 15, 18). Również ustalenie optymalnego poziomu nawożenia azotem ma wyjątkowo duże znaczenie. Azot mineralny jest nie tylko najsilniej działającym czynnikiem plonotwórczym, ale także powoduje największe zmiany w składzie chemicznym ziarna. Powszechnie uważa się, że w miarę wzrostu dawek N zwiększa się zawartość białka w ziarnie pszenicy (7, 9, 14, 21). Rozbieżne natomiast są poglądy dotyczące jego wpływu na jakość biologiczną i technologiczną ziarna (1, 8, 21) oraz na zawartość potasu i fosforu w plonie pszenicy (10, 12).

Celem badań było określenie plonowania oraz zmian podstawowych parametrów jakościowych ziarna pszenicy jarej w wyniku zastosowania pod przedplon (burak cukrowy) zróżnicowanego nawożenia organicznego z jednoczesnym stosowaniem rosnących dawek nawozów azotowych w roślinie testowej (pszenica jara).

#### MATERIAŁ I METODY

Dwuczynnikowe doświadczenie polowe realizowane w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swójec Akademii Rolniczej we Wrocławiu w latach 1999–2001 założono metodą split-block. Badania przeprowadzono na czarnej ziemi właściwej wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej podścielonej gliną lekką. Glebę tę zaliczono do klasy IIIa, kompleksu pszennego dobrego. Przed rozpoczęciem badań gleba w warstwie 0–30 cm zawierała średnio  $0,95 \text{ g N}_{\text{og}} \cdot \text{kg}^{-1}$  (w zależności od obiektu doświadczenia od 0,91 g do 0,99 g). Powierzchnia poletek wynosiła  $40 \text{ m}^2$ . Pierwszym z czynników doświadczalnych był rodzaj nawożenia organicznego zastosowanego pod przedplon (burak cukrowy): obornik bydlęcy w ilości  $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , wermikompost wyprodukowany z obornika bydlęcego przy wykorzystaniu dżdżownicy kompostowej (*Eisenia fetida* (Sav.))  $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  oraz przyorany międzyplon ścierniskowy z gorczycy białej, którą wysiano po uprzednim przyoraniu  $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  przedprzedplonowej słomy jęczmiennej z dodatkiem  $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . W stanowisku po wcześniej uprawianym międzyplonie po zbiorze buraka cukrowego dodatkowo przyorano liście buraczane w ilości  $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . W obiekcie kontrolnym nie wnoszono do gleby nawozów organicznych. Drugim czynnikiem badawczym był poziom nawożenia azotem zastosowany zarówno w uprawie przedplonu, jak i rośliny badanej. Dawki nawozów dostosowano do gatunku rośliny uprawnej. Dla pszenicy wynosiły one: 0, 60, 100, 150 i  $200 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Azot dostarczono w formie saletry amonowej. Dawka  $60 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  była stosowana w jednym terminie, 100 i  $150 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  w dwóch, natomiast  $200 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$  – w trzech. Nawożenie fosforem i potasem jednakowe dla wszystkich obiektów doświadczenia ( $26 \text{ kg P}$  i  $75 \text{ kg K}$ ), w formie superfosfatu potrójnego 46% i soli potasowej 60%, zastosowano

jesienią. Pozostałe zabiegi agrotechniczne wykonywano według obowiązujących zaleceń.

Na podstawie próbek pobranych z powierzchni 0,5 m<sup>2</sup> na każdym poletku określono masę 1000 ziarn, zawartość pośladu i wyrównanie ziarna. Zawartość białka ogólnego w ziarnie oznaczono metodą Kjeldahla, fosforu – metodą kolorymetryczną, a potasu – metodą fotometrii płomieniowej.

#### WARUNKI KLIMATYCZNE

Przebieg pogody w okresie trwania doświadczenia, a szczególnie ilość i rozkład opadów często odbiegały od przeciętnych warunków w regionie (tab. 1).

W pierwszym roku badań podwyższona ilość opadów oraz wyższa od średniej z wielolecia temperatura powietrza w marcu i kwietniu miały korzystny wpływ na początkowy wzrost i rozwój pszenicy. Niewielka ilość opadów, jaka wystąpiła w maju (suma opadów była o 46% niższa od średniej z wielolecia), została zrekompensowana zadawalającymi opadami w czerwcu oraz znacznymi w lipcu i nie spowodowała obniżki plonowania i pogorszenia wypełnienia ziarniaków pszenicy. Najmniej korzystny był przebieg pogody w drugim roku badań. Posucha występująca w kwietniu oraz susza w czerwcu 2000 roku (suma opadów niższa odpowiednio o 23 i 76% przy wyższej temperaturze powietrza o 53 i 10% od danych z wielolecia) miały znaczny wpływ na wydłużenie się okresu wschodów pszenicy jarej, a w późniejszym terminie także na pogorszenie cech plonotwórczych kłosa. Dość korzystny dla rozwoju pszenicy jarej był ostatni rok badań. W okresie jej wegetacji zarówno średnie miesięczne temperatury, jak i sumy opadów były na ogół zbliżone do ich wartości z wielolecia. Jedynie w lipcu wystąpiły znacznie większe opady, przeszło dwukrotnie wyższe od średnich

Tabela 1

Średnie miesięczne temperatury powietrza i sumy opadów. Wrocław, Swojec  
Average monthly air temperatures and rainfall (Wrocław, Swojec)

Rok Year	Miesiąc; Month					
	III	IV	V	VI	VII	VIII
Temperatura; Temperature (°C)						
1999	5,6	10,1	14,4	16,6	20,2	18,3
2000	5,0	12,2	15,6	18,3	16,8	18,8
2001	3,4	8,1	15,1	15,3	19,5	19,4
Średnio; Mean (1968–1998)	3,1	8,0	13,6	16,6	18,3	17,8
Opady; Rainfalls (mm)						
1999	63,3	46,5	28,2	60,1	147,3	31,0
2000	86,0	29,5	86,6	17,6	117,0	34,0
2001	62,7	38,2	43,9	77,5	180,0	40,3
Średnio; Mean (1968–1998)	28,5	38,3	52,7	74,7	81,9	73,4

z wielolecia, co mogło się przyczynić do pogorszenia warunków dojrzewania i zbioru pszenicy.

## WYNIKI

Wzrost, rozwój i plonowanie pszenicy w dużym stopniu zależne były od warunków meteorologicznych. Najwyżej plonowała pszenica w pierwszym roku badań ( $5,94 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), który był najbardziej korzystny pod względem przebiegu pogody. Plon ziarna uzyskany w drugim roku realizacji doświadczenia był aż o 34% mniejszy w stosunku do otrzymanego w roku poprzednim. Tak drastyczna obniżka była rezultatem suszy panującej w okresie wykształcania i napełniania ziarna. Z kolei w ostatnim roku trwania badań plon pszenicy jarej był o 16% mniejszy niż w pierwszym roku realizacji doświadczenia, najprawdopodobniej na skutek znacznego nadmiaru wody w czasie dojrzewania pszenicy.

Ze względu na podobne w poszczególnych latach tendencje zmian plonowania pszenicy w zależności od systemów nawożenia wyniki badań przedstawiono jako średnie z trzech lat (tab. 2).

Spśród badanych czynników większe znaczenie dla poziomu plonowania pszenicy miała dawka azotu niż nawożenie organiczne. Intensyfikacja nawożenia azotem wywoływała systematyczny wzrost plonów ziarna, ale tylko do dawki  $150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Udowodnioną statystycznie wyżkę plonu ziarna zaobserwowano jednakże dopiero po zastosowaniu  $150$  i  $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Wzrost plonu ziarna pszenicy nawożonej taką ilością nawozów N w stosunku do pszenicy nienawożonej azotem mineralnym wy-

Tabela 2

Plony ziarna pszenicy jarej ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )  
Grain yields of spring wheat ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )

Nawożenie azotem Nitrogen fertilization ( $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	Bez nawożenia Without fertilization	Obornik Manure	Wermikompost Vermicompost	Międzyplon + plony uboczne Stubble crop + by yield	Średnio Mean
0	3,22	3,59	3,34	3,53	<b>3,42</b>
60	4,57	4,77	5,14	4,94	<b>4,86</b>
100	5,16	5,53	5,12	5,46	<b>5,32</b>
150	5,58	5,25	5,61	6,19	<b>5,66</b>
200	5,20	5,52	5,71	5,66	<b>5,52</b>
Średnio; Mean	<b>4,75</b>	<b>4,93</b>	<b>4,98</b>	<b>5,15</b>	
NIR; LSD ( $\alpha=0,05$ ) dla: for: nawożenia organicznego, organic fertilization – r.n.; nawożenia azotem, nitrogen fertilization – 2,08; interakcji, interaction – r.n.					

r.n. – różnica nieistotna; not significant difference

niósł odpowiednio 66 i 61%. Dawka 150 kg N·ha<sup>-1</sup> okazała się optymalna zwłaszcza w warunkach przyorania plonów ubocznych przedplonów. Nie stwierdzono jednak istotnego współdziałania nawożenia azotem i nawożenia organicznego w kształtowaniu wysokości plonu ziarna. Również wprowadzenie do gleby substancji organicznej zarówno pod burak, jak i bezpośrednio pod badaną roślinę nie wpłynęło istotnie na plonowanie pszenicy. Po ich zastosowaniu wystąpiła jednak niewielka zwyżka plonu ziarna średnio o 5,7% w porównaniu z pszenicą, pod którą nie stosowano takiej formy nawozów. Najwyższy plon ziarna uzyskano po przyoraniu pod przedplon słomy jęczmiennej i międzyplonu, a bezpośrednio pod badaną roślinę liści buraczanych. Był on średnio o 8,4% większy niż plon z obiektów bez udziału nawozów organicznych.

Nawożenie pszenicy jarej nie miało istotnego wpływu na masę tysiąca ziarn (tab. 3). Można jednak zauważyć, że przyoranie pod przedplon wermikompostu powodowało niewielki wzrost MTZ (średnio o 3,5%) w stosunku do wartości uzyskanych na poletkach bez nawożenia organicznego. Z kolei wprowadzenie do gleby międzyplonu i plonów ubocznych przedplonów wpłynęło na nieznaczne zmniejszenie masy 1000 ziarn (średnio o 2,1%) w porównaniu z obiektem kontrolnym. Nawożenie azotem powodowało nieznaczny wzrost masy tysiąca ziarn, jednak zależność tę obserwowano tylko dla niższych dawek N. Po zastosowaniu 60 lub 100 kg N·ha<sup>-1</sup> uzyskano zwiększenie MTZ odpowiednio o 7,5 i 3,7% w stosunku do pszenicy nienawożonej azotem.

Udział poszczególnych frakcji ziarna pszenicy w plonie ogólnym w niewielkim stopniu był modyfikowany przez następcze działanie nawozów naturalnych i organicznych, natomiast wyraźnie zależał od zastosowanych w uprawie pszenicy dawek nawozów azotowych (tab. 4). Wprowadzenie do gleby nawozów pochodzenia organicznego

Tabela 3

Masa tysiąca ziarn (g)  
Thousand grain weight (g)

Nawożenie azotem Nitrogen fertilization (kg N·ha <sup>-1</sup> )	Bez nawożenia Without fertilization	Obornik Manure	Wermikompost Vermicompost	Międzyplon + plony uboczne Stubble crop + by yield	Średnio Mean
0	31,8	32,5	34,4	31,6	32,6
60	35,6	34,5	35,0	34,8	35,0
100	33,7	34,0	33,7	33,7	33,8
150	32,6	32,8	34,0	29,5	32,2
200	31,1	31,2	33,3	31,7	31,8
Średnio; Mean	33,0	33,0	34,1	32,3	
NIR; LSD ( $\alpha = 0,05$ ) dla: for: nawożenia organicznego, organic fertilization – r.n.; nawożenia azotem, nitrogen fertilization – r.n.; interakcji, interaction – r.n.					

r.n. – różnica nieistotna; not significant difference

spowodowało niewielki wzrost udziału pośladu – średnio o 4,2% po zastosowaniu nawozów zielonych, o 2,8% po przyoraniu wermikompostu oraz o 1,4% po wcześniejszym wprowadzeniu do gleby obornika w porównaniu z ziarnem pszenicy z poletek bez nawożenia organicznego. Przyoranie nawozów organicznych wpłynęło także na zmniejszenie udziału najgrubszej frakcji ziarna (> 2,8 mm) odpowiednio o 19,7, 7,9

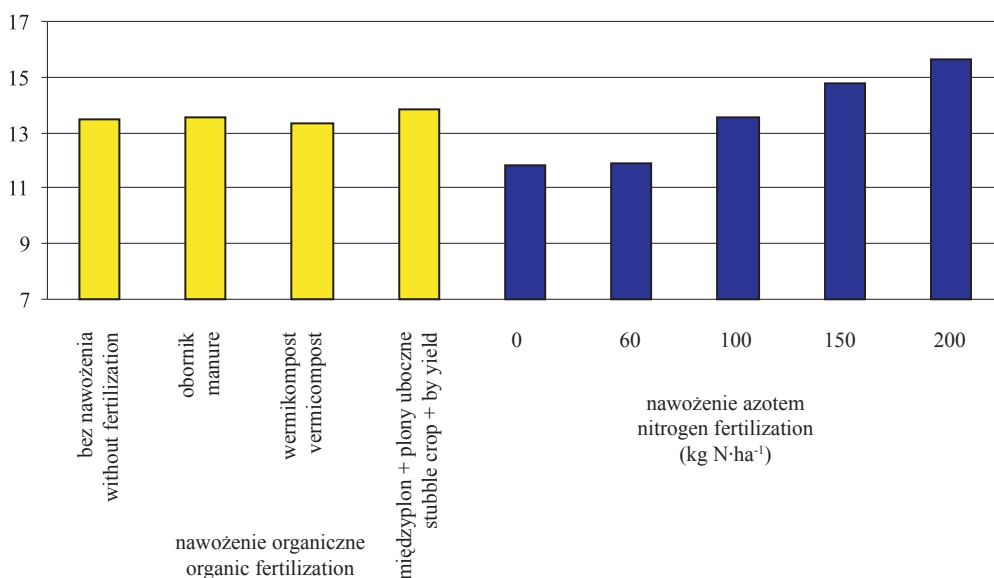
Tabela 4

Procentowy udział masy ziarna różnej grubości w plonie ogólnym pszenicy jarej  
Percentage of grain weight of different size in total yield of spring wheat

Nawożenie azotem Nitrogen fertilization (kg N·ha <sup>-1</sup> )	Bez nawożenia Without fertilization	Obornik Manure	Wermikompost Vermicompost	Międzyplon + plony uboczne Stubble crop + by yield	Średnio Mean
<b>&lt; 2,0 mm</b>					
0	6,6	6,8	7,7	7,4	<b>7,1</b>
60	6,3	6,1	6,3	7,0	<b>6,4</b>
100	7,7	7,1	6,5	6,7	<b>7,0</b>
150	6,7	8,1	7,8	8,4	<b>7,8</b>
200	8,1	8,1	8,2	7,4	<b>8,0</b>
Średnio; Mean	<b>7,1</b>	<b>7,2</b>	<b>7,3</b>	<b>7,4</b>	
<b>2,0–2,2 mm</b>					
0	14,5	21,1	21,8	19,9	<b>19,3</b>
60	11,9	15,1	14,6	17,4	<b>14,8</b>
100	18,0	16,6	16,5	18,7	<b>17,5</b>
150	17,5	21,0	20,5	21,9	<b>20,2</b>
200	20,0	19,9	21,9	20,4	<b>20,6</b>
Średnio; Mean	<b>16,4</b>	<b>18,7</b>	<b>19,1</b>	<b>19,7</b>	
<b>2,2–2,5 mm</b>					
0	37,2	36,4	34,1	32,4	<b>35,0</b>
60	29,2	28,1	25,6	24,7	<b>26,9</b>
100	29,1	28,1	28,7	28,4	<b>28,6</b>
150	31,8	29,6	27,8	28,4	<b>29,4</b>
200	32,3	33,0	31,1	30,5	<b>31,7</b>
Średnio; Mean	<b>31,9</b>	<b>31,0</b>	<b>29,5</b>	<b>28,9</b>	
<b>2,5–2,8 mm</b>					
0	36,3	31,3	32,2	36,1	<b>34,0</b>
60	43,5	44,7	47,1	43,7	<b>44,8</b>
100	36,8	39,3	38,6	39,7	<b>38,6</b>
150	35,0	35,4	36,1	34,9	<b>35,4</b>
200	33,7	32,1	32,1	35,6	<b>33,4</b>
Średnio; Mean	<b>37,1</b>	<b>36,6</b>	<b>37,2</b>	<b>38,0</b>	
<b>&gt; 2,8 mm</b>					
0	5,4	4,4	4,2	4,2	<b>4,6</b>
60	9,1	6,0	6,4	7,2	<b>7,2</b>
100	8,4	8,9	9,7	6,5	<b>8,4</b>
150	9,0	5,9	7,8	6,4	<b>7,3</b>
200	5,9	6,9	6,7	6,1	<b>6,4</b>
Średnio; Mean	<b>7,6</b>	<b>6,4</b>	<b>7,0</b>	<b>6,1</b>	

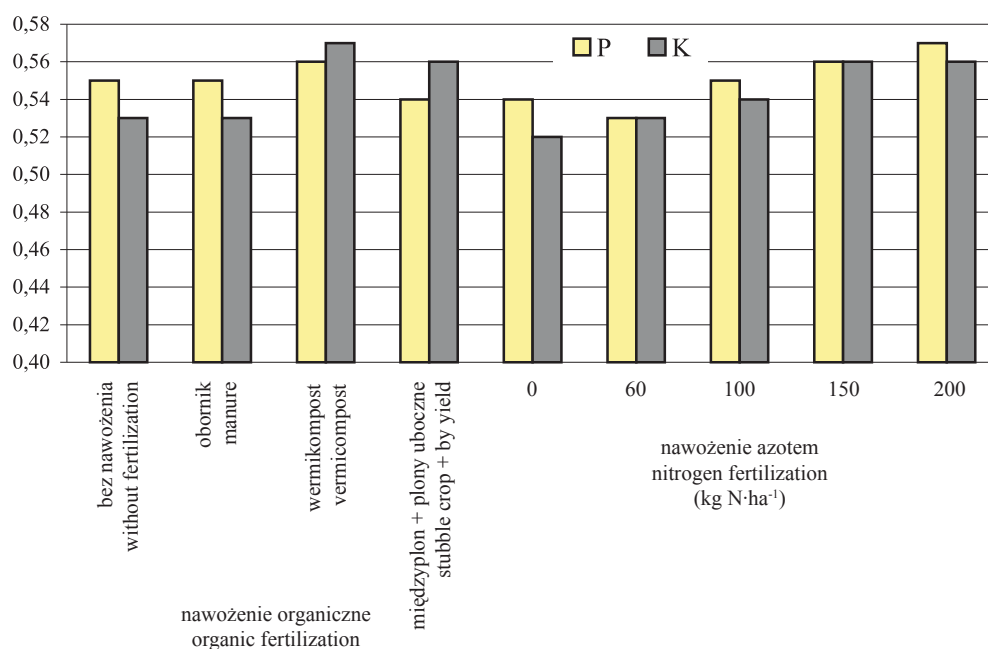
i 15,8%. Największe zmiany zaobserwowano we frakcji 2,0–2,2 mm. Najmniejszy udział ziarn tej wielkości zanotowano po zastosowaniu wyłącznie nawożenia mineralnego, a największy – po przyoraniu międzyplonów i plonów ubocznych przedplonów. Zastosowanie nawozów zielonych spowodowało 20,1% wzrost udziału tej frakcji w porównaniu z ziarnem zebrany z poletek kontrolnych (bez nawożenia organicznego). Zastosowanie nawożenia azotem wpływało na ogół na poprawę dorodności ziarna pszenicy jarej. Największy udział ziarna najgrubszego w warunkach przyorania obornika albo wermikompostu zaobserwowano po zastosowaniu 100 kg N·ha<sup>-1</sup>, natomiast w obiektach z zastosowaniem nawozów zielonych albo bez nawożenia organicznego – największy udział ziarna celnego uzyskano, gdy użyto 60 kg N·ha<sup>-1</sup>. Nawożenie azotem wyraźnie różnicowało również udział frakcji 2,5–2,8 mm – największy był po zastosowaniu 60 kg N·ha<sup>-1</sup> niezależnie od obecności i formy nawożenia organicznego.

Zawartość białka ogólnego w ziarnie pszenicy nie wykazywała wyraźnej zależności od obecności i rodzaju wprowadzonego pod przedplon nawozu naturalnego lub organicznego (rys. 1). Najmniej białka stwierdzono po przyoraniu pod przedplon wermikompostu (13,3%), a najwięcej po wprowadzeniu do gleby słomy, międzyplonu i liści buraczanych (13,8%). W przeprowadzonym doświadczeniu systematyczny wzrost zawartości białka w ziarnie powodowały natomiast rosnące dawki nawożenia azotem. Udział białka wynosił od 11,8%, gdy zaniechano nawożenia N, do 15,6%, gdy zastosowano 200 kg N·ha<sup>-1</sup>.



Rys. 1. Zawartość białka ogólnego w ziarnie pszenicy jarej (% s.m.)  
Content of total protein in spring wheat grain (% d.m.)

Ani nawożenie organiczne, ani mineralne nie różnicowało w znaczący sposób zawartości fosforu i potasu w ziarnie pszenicy jarej (rys. 2). Wystąpiła jednak nieznacznie większa zawartość P i K w ziarnie rośliny testowej w obiektach z nawożeniem dwa lata wcześniej wermikompostem (odpowiednio 0,56 i 0,57% s.m.) w porównaniu z zawartością tych składników w ziarnie pszenicy nienawożonej organicznie (0,55 i 0,53% s.m.). Intensyfikacja nawożenia azotem sprzyjała podwyższeniu zawartości potasu i fosforu w ziarnie pszenicy. Systematyczny wzrost koncentracji P, średnio z 0,53 do 0,57%, wystąpił, gdy podnoszono poziom nawożenia N od 60 do 200 kg N·ha<sup>-1</sup>. Z kolei zwiększenie koncentracji K w ziarnie od 0,52% do 0,56% spowodował wzrost dawki azotu od 0 do 150 kg N·ha<sup>-1</sup>.



Rys. 2. Zawartość fosforu i potasu w ziarnie pszenicy jarej (% s.m.)  
Content of phosphorus and potassium in spring wheat grain (% d.m.)

## DYSKUSJA

Plonowanie pszenicy zależało w niewielkim stopniu od wprowadzonego do gleby nawozu naturalnego lub organicznego. Najwyższy plon uzyskano po przyoraniu pod przedplon słomy jęczmiennej i międzyplonu, a pod badaną roślinę liści buraczanych. Zwyżka plonu po zastosowaniu takiego nawożenia w stosunku do wartości



z poletek nienawożonych organicznie kształtowała się na poziomie 8,4%. Podobny efekt po zastosowaniu międzyplonu oraz plonów ubocznych jęczmienia i buraka cukrowego odnotowali Adamiak i Stępień (2). Według Pawlaka (16) przyoranie liści buraka cukrowego powoduje zwiększenie plonu pszenicy jarej o 10%. Bischoff (4) i Bogusławski (5) donoszą, że nawóz ten szczególnie efektywnie oddziałuje na plony roślin w warunkach stosowania niższych dawek nawozów azotowych.

Nawożenie organiczne pszenicy jarej nie różnicowało istotnie masy tysiąca ziarn. Obserwowano jednak niewielkie zwiększenie MTZ po przyoraniu pod przedplon wermikompostu oraz nieznaczne zmniejszenie masy 1000 ziarn po wprowadzeniu do gleby międzyplonu i plonów ubocznych przedplonów. Również Adamiak i Stępień (2) zaobserwowali, że przyoranie międzyplonu ścierniskowego, słomy i liści buraka cukrowego powoduje niewielkie zmniejszenie MTZ pszenicy jarej (średnio o 3,0%). Z kolei Deryło (6) badając wpływ międzyplonów ścierniskowych na dorodność ziarna stwierdził, że dodatkowe wprowadzenie do gleby nawozu zielonego zwiększa MTZ średnio o 1,2%. Rozbieżności te mogą być wynikiem odmiennych warunków klimatycznych podczas prowadzenia badań przez różnych autorów. Tezę tę potwierdzają Bavec i Bavec (3) oraz Listowski (13), którzy zaobserwowali, że masa 1000 ziarn zależy głównie od pogody w okresie nalewania ziarna.

Nawożenie azotem powodowało nieznaczny wzrost masy tysiąca ziarn, jednak zależność ta wystąpiła wyłącznie w warunkach niższych dawek N. Zdaniem Suwary i Gawrońskiej-Kuleszy (19) nawożenie azotem nie wpływa na masę tysiąca ziarn. Z kolei Jasińska i in. (9), Wróbel (22), a także Kruczek i Wójtowicz (12) wskazują, że wzrastające dawki N sprzyjają zwiększeniu MTZ. Wydaje się, że zależność masy 1000 ziarn od poziomu nawożenia N jest uwarunkowana w znacznym stopniu zasobnością gleby.

Nawożenie organiczne w niewielkim stopniu modyfikowało udział poszczególnych frakcji ziarna pszenicy w plonie ogólnym. Zależał on natomiast wyraźnie od zastosowanych w uprawie pszenicy dawek nawozów azotowych. Intensyfikacja nawożenia azotem wpływała na ogół na poprawę dorodności ziarna pszenicy jarej. Koszański i in. (11) badając wpływ czterech dawek nawożenia azotem (0, 75, 100, 125 i 150 kg N·ha<sup>-1</sup>) na strukturę plonu ziarna pszenicy ozimej zaobserwowali, że intensyfikacja nawożenia N sprzyja systematycznemu zmniejszaniu udziału ziarn o średnicy ponad 2,8 mm.

Nie stwierdzono wyraźnych zmian zawartości białka ogólnego w ziarnie pszenicy w zależności od obecności i rodzaju wprowadzonego pod przedplon nawozu naturalnego lub organicznego. Nie potwierdziła się więc opinia Nowaka (15) oraz Sławińskiego i Songina (18) o wzroście zawartości białka w ziarnie zbóż pod wpływem stosowania pod przedplon obornika czy wermikompostu. Rozbieżności te mogą wynikać zarówno z różnych dawek zastosowanych nawozów w poszczególnych doświadczeniach, jak również ze zmiennych warunków glebowo-klimatycznych w czasie realizacji badań. W przeprowadzonym doświadczeniu systematyczny wzrost zawartości białka w ziarnie powodowały natomiast rosnące dawki nawożenia azotem, co potwierdza wyniki uzyskane przez wielu autorów (1, 9, 20).

Ani nawożenie organiczne, ani mineralne nie różnicowało w znaczący sposób zawartości fosforu i potasu w ziarnie pszenicy jarej. Zaobserwowano jednak nieznacznie większą zawartość P i K w ziarnie pszenicy nawożonej dwa lata wcześniej wermikompostem w porównaniu z zawartością badanych składników w ziarnie pszenicy nienawożonej organicznie. Rabikowska i Piszcz (17) stwierdziły natomiast, że efektem następczym stosowania wermikompostów jest wzrost zawartości potasu w suchej masie kukurydzy i jednocześnie obniżenie koncentracji fosforu w plonach. Intensyfikacja nawożenia azotem sprzyjała na ogół podwyższeniu zawartości potasu i fosforu w ziarnie pszenicy. Kruczek i Wójtowicz (12) nie obserwowały natomiast większych wahań zawartości P i K pod wpływem nawożenia azotem.

#### WNIOSKI

1. Zastosowanie różnych form nawożenia organicznego pod przedplon (burak cukrowy) oraz bezpośrednie przyoranie liści buraczanych nie wpływało istotnie na plonowanie pszenicy jarej. Udowodnioną statystycznie wyższą plonu ziarna pszenicy stwierdzono natomiast po zastosowaniu co najmniej 150 kg N·ha<sup>-1</sup>.

2. Dorodność ziarna nie zależała istotnie od zastosowanych systemów nawożenia. Spośród przyoranych nawozów organicznych największą MTZ zaobserwowano po wprowadzeniu pod przedplon wermikompostu. Również zastosowanie 60 lub 100 kg N·ha<sup>-1</sup> sprzyjało nieznacznemu wzrostowi masy tysiąca ziarn w stosunku do MTZ pszenicy nienawożonej azotem.

3. Zawartość białka ogólnego w ziarnie pszenicy jarej w większym stopniu zależała od nawożenia azotem niż od nawożenia organicznego. Rosnące dawki nawozów azotowych powodowały systematyczny wzrost zawartości białka w ziarnie.

4. Nie stwierdzono następczego wpływu nawożenia organicznego na zawartość fosforu i potasu w plonie głównym pszenicy, natomiast intensyfikacja nawożenia azotem sprzyjała niewielkiemu zwiększeniu koncentracji badanych makroelementów w ziarnie pszenicy jarej.

#### LITERATURA

1. Achremowicz B., Zając J., Styk B.: Wpływ podwyższonego nawożenia azotem na wartość technologiczną niektórych odmian pszenicy jarej i ozimej. Roczn. Nauk Rol., 1993, Ser. A, 1-2, **110**: 149-157.
2. Adamiak J., Stępień A.: Reakcja pszenicy jarej na nawożenie ekologiczne. Roczn. AR Poznań, 1998, Rolnictwo, 52, **307**: 51-58.
3. Bavec N., Bavec F.: The effect of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) plant density on the yield and its components. *Fragm. Agron.*, 1995, **2**: 136-137.
4. Bischoff R.: Nährstoffentzüge einer 3-Feldrigen Fruchtfolge mit differenzierter organischer Düngung bei steigenden Stickstoffgaben. *Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs und Forschungsanstalten, Reihe Kongressberichte, Bayreuth 1989, Kongressband 30, 1990*, 531-536.
5. Boguslawski E.: Das Zusammenwirken der mineralischen Düngung mit verschiedenen Formen der organischen Düngung. *J. Agron. Crop Sci.*, 1995, **174**: 41-51.

6. Deryło S.: Wpływ międzyplonów ścierniskowych na kształtowanie się struktury i jakości plonu pszenicy ozimej i jęczmienia jarego w płodozmianach zbożowych. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, 1994, Rolnictwo, 35, **187**: 103-111.
7. Domska D., Koc J., Procyk Z., Rogalski L., Rytlewski A.: Porównanie wpływu zróżnicowanych dawek nawożenia azotem na zawartość białka i jego jakość w ziarnie pszenżyta, pszenicy i żyta uprawianych w północno-wschodniej Polsce. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 1997, Rolnictwo, 65, **175**: 91-97.
8. Domska D., Rogalski L.: Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na wartość odżywczą białka ziarna żyta i pszenicy uprawianych w warunkach północno-wschodniej Polski. *Fragm. Agron.*, 1993, **3**: 59-69.
9. Jasińska Z., Nowak W., Grządkowska A.: Wpływ następczy roślin strączkowych i nawożenia azotem na cechy struktury plonu i plon pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 1997, Rolnictwo, 70, **316**: 189-198.
10. Koszański Z., Kaczmarczyk S., Podsiadło C., Ściążko D.: Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na pszenicę i pszenżyto ozime uprawiane na glebie kompleksu żytniego dobrego. Cz. II. Skład chemiczny plonu. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 1995, Rolnictwo, 59, **165**: 43-49.
11. Koszański Z., Kaczmarczyk S., Podsiadło C.: Wpływ deszczowania i nawożenia azotem na pszenicę i pszenżyto ozime uprawiane na glebie kompleksu żytniego dobrego. Cz. I. Plonowanie roślin. Zesz. Nauk. AR Szczecin, 1995, Rolnictwo 59, **165**: 35-42.
12. Kruczek G., Wójtowicz J.: Wpływ nawożenia azotowego na plonowanie i skład chemiczny ziarna pszenicy. Zesz. Nauk. AR Kraków, 1998, Sesja Nauk., 54, **330**: 119-126.
13. Listowski A.: *Agrofizjologiczne podstawy produktywności roślin*. PWN Warszawa, 1979.
14. Mazurek J., Sułek A.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i strukturę plonu nowych odmian pszenicy ozimej. *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, 1995, **194**: 77-80.
15. Nowak K.: Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na niektóre cechy jakościowe plonu. *Mat. Konf. Nauk. „Nawozy organiczne”*. Szczecin, 1988, **2**: 69-74.
16. Pawlak J.: Einfluss von Rübenblatt-Düngung auf Ertragsleistung und Bodenproduktivität. *Mat. Konf. Nauk. „Nawozy organiczne”*, Szczecin, 1984, **1**: 241-251.
17. Rabikowska B., Piszcz U.: Następcze działanie obornika podźdźownicowego na plonowanie i skład chemiczny kukurydzy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1993, **409**: 151-158.
18. Sławiński K., Songin H.: Działanie następcze wermikompostów na plonowanie i zachwaszczenie jęczmienia jarego. Zesz. Nauk. AR Kraków, 1998, Sesja Nauk., 58, **334**: 67-73.
19. Suwara I., Gawrońska-Kulesza A.: Wpływ przedplonów i nawożenia azotem na plony pszenicy ozimej. Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, 1994, Rolnictwo, 35, **187**: 113-119.
20. Wojcieszka U.: Fizjologiczna rola azotu w kształtowaniu plonu roślin. Cz. I. Oddziaływanie azotu na wielkość plonu roślin. *Post. Nauk Rol.*, 1994, **1**: 115-126.
21. Wróbel E., Szempliński W.: Plonowanie i wartość technologiczna ziarna pszenicy ozimej nawożonej zróżnicowanymi dawkami azotu. *Pam. Puł.*, 1999, **118**: 463-469.
22. Wróbel E.: Reakcja pszenicy jarej na dawkę i termin stosowania azotu. *Pam. Puł.* 1999, **118**: 447-453.

#### RESIDUAL EFFECT OF ORGANIC AND NITROGEN FERTILIZATION ON THE YIELDS AND SELECTED QUALITY FEATURES OF SPRING WHEAT GRAIN

##### Summary

The studies were conducted to investigate changes in selected quality features of spring wheat grain and its yields as affected by different organic fertilization applied before forecrop (manure, vermicompost, straw and stubble crop ploughed down with sugar beet leaves) with increasing rates of nitrogen fertilizers (0, 60, 100, 150, 200 kg N·ha<sup>-1</sup>).

It was found that the natural and organic fertilizers applied before forecrop (sugar beet) and ploughing down sugar beet leaves did not significantly affect the yields of spring wheat. Application of 150

or 200 kg N·ha<sup>-1</sup> significantly increased grain yield of spring wheat. It was also observed that organic fertilization with increasing rates of nitrogen did not significantly modify plumpness of spring wheat grain. The highest value of TGW was observed after ploughing down vermicompost before forecrop. Application of 60 or 100 kg N·ha<sup>-1</sup> also insignificantly increased TGW as compared to weight of wheat grain without nitrogen fertilization. Content of total protein in grain depended on nitrogen rather than organic fertilization. Increasing rates of nitrogen increased content of protein in main yield of wheat. Residual effect of organic fertilization on the content of phosphorus and potassium in wheat grain was not observed. Increasing rates of nitrogen insignificantly increased content of examined macro elements in spring wheat grain.

*Praca wpłynęła do Redakcji 1 VI 2004 r.*