

## WPŁYW SPOSOBU NAWOŻENIA AZOTEM NA JAKOŚĆ ZIARNA PSZENŻYTA JAREGO ODMIANY MILEWO. CZĘŚĆ II – PLONOWANIE I ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW MINERALNYCH

Katarzyna Wojtkowiak

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

**Streszczenie.** Celem pracy było określenie wpływu stosowania azotu w postaci dogłębego nawozu jedno- lub wieloskładnikowego na plon ziarna i białka oraz zawartość składników mineralnych w ziarnie pszenżyta jarego odmiany Milewo. Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2010–2011 w Zakładzie Dydaktyczno-Doświadczalnym UWM w Tomaszowie, na glebie o średniej zasobności w fosfor, potas, cynk i mangan, a niskiej w miedź. Zastosowano zróżnicowane nawożenie azotem w ilości 80 i 120 kg·ha<sup>-1</sup> z podziałem na dawki po 40 kg N·ha<sup>-1</sup> bez i z dodatkiem mikroelementów (azofoska). Pszenżyto jare plonowało średnio w granicach od 5,40 do 6,85 t·ha<sup>-1</sup>. Korzystnie na plon białka oddziaływało wyższe nawożenie mocznikiem (120 kg·ha<sup>-1</sup>), zwiększając jego ilość w poszczególnych latach badań o 6,6 i 6,5%. Skład chemiczny ziarna wskazuje na wysoką wartość odżywczą, lecz ze względu na małe zróżnicowanie trudno jest wskazać, która z form nawożenia jest bardziej efektywna w uprawie pszenżyta jarego Milewo w stosunku do zawartości poszczególnych składników pokarmowych w ziarnie.

**Słowa kluczowe:** nawożenie azotem, pszenżyto jare, plon, składniki mineralne

### WSTĘP

Plony i jakość ziarna pszenżyta zależą od genetycznego uwarunkowania danej odmiany oraz oddziaływania czynników siedliskowych i agrotechnicznych. Zboża wykazują pozytywne oddziaływanie na intensywne nawożenie mineralne, w tym azotowe. Wielu autorów przyjmuje dawkę azotu 80–120 kg·ha<sup>-1</sup> za optymalny poziom nawożenia dla pszenżyta [Knapowski i in. 2009, Wojtkowiak i Domska 2009, Brzozowska i in. 2010,

Gulmezoglu i Aytac 2010, Knapowski i in. 2010, Nefir i Tabără 2011, Wojtkowiak i in. 2013]. Korzystne oddziaływanie wyższych dawek azotu 150–180 kg·ha<sup>-1</sup> potwierdzają badania Muta i innych [2005] oraz Nadim i innych [2012]. Spośród nawozów azotowych w skali globalnej najczęściej stosowany w uprawie jest mocznik. Efektywność wykorzystania azotu z mocznika oprócz gatunku uprawianej rośliny zależy od sposobu nawożenia. Najczęstszą metodą aplikacji składników pokarmowych w nawożeniu jest stosowanie nawozów w formie stałej. W tym przypadku tolerancja roślin na wielkość dawki azotu jest znacznie większa niż przy dolistnym jego podawaniu. Stosowanie nawożenia mineralnego łącznie z nawozami mikroelementowymi zapewnia podwójną korzyść: zwiększenie plonu oraz zawartości tych składników w ziarnie [Malakouti 2008, Wojtkowiak i Domska 2009, Knapowski i in. 2010]. Jednym z zadań nowoczesnych nawozów mikroelementowych jest dostarczanie roślinom pełnego zestawu mikroelementów w łatwo przyswajalnej i stabilnej formie. Szczególną uwagę zwraca się na znaczenie tych mikroelementów, które biorą udział w syntezie azotu, dlatego stosowanie nawozów wieloskładnikowych jest bardziej skuteczne i prowadzi do uzyskania maksymalnego plonu ziarna i zysku netto [Domska i in. 2009, Raczkowski 2009, Khan i in. 2010].

Celem pracy było określenie wpływu nawożenia azotem w postaci doglebowego nawozu jedno- lub wieloskładnikowego na plon ziarna, zawartość i plon białka oraz zawartość składników mineralnych (azotu, potasu, fosforu, wapnia i magnezu) w ziarnie pszenżyta jarego odmiany Milewo. W doświadczeniu wprowadzono nawóz wieloskładnikowy (azofoska) zalecany w praktyce, zawierający niezbędne makroskładniki i mikroelementy.

## MATERIAŁ I METODY

### Eksperyment polowy

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2010–2011 w Zakładzie Dydaktyczno-Doświadczalnym UWM w Tomaszkanie, na glebie o składzie granulometrycznym gliny lekkiej, klasy IIIb, kompleksu przydatności rolniczej 3 (pszenny wadliwy), o średniej zasobności w fosfor, potas, cynk i mangan, a niskiej w miedź oraz lekko kwaśnym odczynie. Doświadczenie zakładano metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach.

Do nawożenia zastosowano superfosfat potrójny w dawce odpowiadającej 30,2 kg P·ha<sup>-1</sup>, 56-procentową sól potasową w dawce równej 83,1 kg K·ha<sup>-1</sup> oraz nawożenie azotem w ilości 80 i 120 kg·ha<sup>-1</sup> z podziałem dawek po 40 kg·ha<sup>-1</sup> (tab. 1). W doświadczeniu uwzględniono i wprowadzono zalecany w praktyce wieloskładnikowy nawóz (azofoska) zawierający podstawowe makroskładniki (N – 13,6%; P – 1,83%; K – 15,9%; Mg – 2,71%) oraz zestaw odpowiednio dobranych mikroelementów (S – 9,2%; Cu – 0,18%; Zn – 0,045%; Mn – 0,27%; Fe – 0,17%; Mo – 0,04%; B – 0,045%).

Pszonżyto jare odmiany Milewo uprawiano po pszenżycie ozimym, wysiewając w 2010 roku 5,3 mln ziaren·ha<sup>-1</sup> i w 2011 roku 5,4 mln ziaren·ha<sup>-1</sup> w rozstawie rzędów 10,5 cm. Zabiegi uprawowe pszenżyta jarego przeprowadzono zgodnie z wymaganiami agrotechnicznymi właściwymi dla tego gatunku [Klikocka 1999]. Zastosowano ochronę

Tabela 1. Schemat nawożenia azotem

Table 1. Scheme of field nitrogen fertilization

Obiekt Object	Typ nawozu Fertiliser type	Suma N Total N [kg·ha <sup>-1</sup> ]	Termin stosowania N, dawka N i rodzaj nawozu Applying time, dose and type N fertilizer [kg·ha <sup>-1</sup> ]		
			przedsiewnie before sowing	krzewienie spreading time (BBCH 23-29)	strzelanie w źdźbło stalk shooting time (BBCH 31-32)
1	jednoskładnikowy one componet fertiliser	80	–	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (40)	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (40)
2	jedno- i wieloskładnikowy one componet fertiliser and multifertiliser	80	–	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (20)+ azofoska* (20)	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (40)
3	jednoskładnikowy one componet fertiliser	120	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (40)	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (40)	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (40)
4	jedno- i wieloskładnikowy one componet fertiliser and multifertiliser	120	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (40)	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (20)+ azofoska (20)	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (40)

CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> – mocznik/urea; NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> – saletra amonowa/ammonium nitrate; \*azofoska – nawóz wieloskładnikowy/multifertilizers.

chemiczną przeciwko chwastom i chorobom grzybowym. Zbiór pszenżyta w 2010 roku przeprowadzono 13 sierpnia, a w 2011 roku 5 sierpnia za pomocą kombajnu poletkowego.

## Warunki pogodowe

Podczas trwania doświadczenia prowadzono monitoring temperatury i ilości opadów. Średnia temperatura dla miesięcy marzec–sierpień wynosiła 13,2°C w 2010 roku i 12,7°C w 2011 roku. Wartości temperatur oraz ich miesięczne rozkłady nie odbiegały od średniej z wielolecia (12,1°C). Na szczególną uwagę zasługuje mała ilość opadów w kwietniu, niższa od średnich z wielolecia o 96,1% w 2010 roku i 58,7% 2011 roku. W maju 2010 roku ilość opadów była zbliżona do średnich z wielolecia (51,1 mm), w maju 2011 roku przekraczała natomiast ponad 2-krotnie średnie sumy opadów dla wielolecia (131,9 mm). W czerwcu 2010 i 2011 roku ilości opadów były podobne, a w okresie od lipca do sierpnia odnotowano wyższą sumę opadów w porównaniu z wielolecieciem. Na szczególną uwagę zasługuje lipiec 2011 roku, w którym ilości opadów były bardzo duże (202,0 mm).

## Metody laboratoryjne

W trakcie prowadzenia doświadczenia każdego roku zbierano i określano wysokość plonów, pobierano próby i poddawano je analizom chemicznym z wykorzystaniem metod stosowanych w chemii rolnej. Próbkę ziarna zmineralizowano na mokro w celu oznaczenia makroskładników w H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> z dodatkiem H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> jako utleniacza i oznaczono: azot – metodą podchlorynową [Baethen i Alley 1989], fosfor – wanadowo-molibdenową,

potas i wapń – metodą spektrometrii atomowej ESA oraz magnez – ASA [Panak 1997]. Plon białka określono mnożąc zawartość azotu przez współczynnik przeliczeniowy (5,7), a następnie przez plon ziarna.

### Metody statystyczne

W kontekście założonych celów badań weryfikowano hipotezę zerową ( $H_0$ ) zakładającą brak istotnych różnic między poziomami badanego czynnika. W przypadku odrzucenia hipotezy zerowej ( $H_0$ ) przyjęto hipotezę alternatywną ( $H_A$ ) mówiącą, że występują istotne różnice pomiędzy sposobami nawożenia w kształtowaniu plonu ziarna, zawartości i plonu białka oraz zawartości składników pokarmowych (azotu, potasu, fosforu, wapnia i magnezu) w ziarnie pszenżyta jarego.

Do obliczeń statystycznych zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji, która była zgodna z modelem matematycznym układu doświadczenia – losowanych bloków. Wyznaczono wartości średnie i odchylenie standardowe średniej dla poszczególnych obiektów doświadczenia. Testem Tukeya wyznaczono grupy statystycznie jednorodne, przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Do wykonania obliczeń i analiz statystycznych wykorzystano program Excel oraz pakiet statystyczny Statistica.

### WYNIKI I DYSKUSJA

Pszenżyto łączące zalety żyta i pszenicy zwyczajnej charakteryzuje się znaczną ilością białka [Varughese i in. 1996]. Według Warechowskiej i Domskiej [2006], średnia zawartość białka mieści się w granicach od 9,4 do 13,5%. Plonowanie i jakość ziarna zależą od czynników agrotechnicznych, wśród których wpływ ma dawka i nawożenie mineralne azotem [Mut i in. 2005]. Efekty połączenia nawożenia azotowego z dodatkiem pojedynczych mikroelementów lub nawozów wieloskładnikowych stosowanych zarówno doglebowo, jak i dolistnie przedstawiono w wielu pracach. Według Nefir i Tabără [2011], nawożenie dawką 80 i 120 kg N·ha<sup>-1</sup> wpłynęło na wzrost plonu ziarna odpowiednio o 29 i 45% względem obiektu bez nawożenia. Mut i inni [2005] potwierdzają przyrost plonu ziarna o 1,29 t·ha<sup>-1</sup> po zastosowaniu w nawożeniu 180 kg·ha<sup>-1</sup>. Według Wojtkowiak i Domskiej [2009], do zwiększenia plonu ziarna przyczynił się mangan z dawką 80 kg·ha<sup>-1</sup> azotu oraz mangan zastosowany łącznie z miedzią i cynkiem, zarówno z dawką 80 kg·ha<sup>-1</sup>, jak i 120 kg·ha<sup>-1</sup> azotu. Knapowski i inni [2009] uzyskali najwyższy plon ziarna pszenżyta jarego (6,07 t·ha<sup>-1</sup>) po zastosowaniu 120 kg·ha<sup>-1</sup> łącznie z cynkiem w ilości 0,3 kg·ha<sup>-1</sup>. Nadim i inni [2012] potwierdzają korzystne oddziaływanie 150 kg N·ha<sup>-1</sup> wraz z dolistną aplikacją manganu i boru oraz doglebową miedzi i cynku. Łączne stosowanie manganu i żelaza w celu uzyskania najwyższego plonu potwierdzają Bameri i inni [2012]. Według Nogalskiej i innych [2012], nawożenie nawozem wieloskładnikowym Amofosmag 3 w ilości 350 kg·ha<sup>-1</sup> (NPKMg 3: 14: 20: 2+ 22% CaO + 9% SO<sub>3</sub>) powodowało wzrost plonu ziarna pszenżyta od 5 do 9% w porównaniu z nawozami jednoskładnikowymi.

Analiza statystyczna nie potwierdziła wpływu lat badań na plon ziarna i białka (tab. 2). Pszenżyto jare odmiany Milewo nawożone azotem w ilości 80 i 120 kg·ha<sup>-1</sup>

Tabela 2. Plon ziarna i białka (2010 i 2011 rok)

Table 2. Yield of grain and protein (2010 and 2011)

Lata badań Years of investigation	Obiekt* Object	Plon ziarna Yield of grain [t·ha <sup>-1</sup> ]	Plon białka Yield of protein [t·ha <sup>-1</sup> ]
2010	1	6,08 <sup>ab</sup> ± 0,77	709,1 <sup>a</sup> ± 90,5
	2	6,09 <sup>ab</sup> ± 0,77	694,5 <sup>a</sup> ± 87,4
	3	6,12 <sup>ab</sup> ± 0,78	755,7 <sup>a</sup> ± 40,9
	4	6,38 <sup>ab</sup> ± 0,66	746,1 <sup>a</sup> ± 54,3
2011	1	5,40 <sup>b</sup> ± 0,23	692,6 <sup>a</sup> ± 29,4
	2	5,68 <sup>ab</sup> ± 0,25	684,0 <sup>a</sup> ± 30,3
	3	6,85 <sup>a</sup> ± 0,93	737,9 <sup>a</sup> ± 110,1
	4	6,70 <sup>ab</sup> ± 0,80	672,5 <sup>a</sup> ± 59,0
2010		6,17 <sup>A</sup> ± 0,65	726,3 <sup>A</sup> ± 66,5
2011		6,16 <sup>A</sup> ± 0,85	696,7 <sup>A</sup> ± 61,9

a, b, ..., A, ... – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy  $p < 0,05$ .

a, b, ..., A, ... – within each line means with the same letter are not significantly different ( $p < 0.05$ ).

± odchylenie standardowe/standard deviation.

\* Opis obiektów w Tabeli 1/Explanation see Table 1.

doglebowo bez i z dodatkiem mikroelementów (azofoska) plonowało w 2010 roku od 6,08 do 6,38 t·ha<sup>-1</sup> i w 2011 roku od 5,40 do 6,85 t·ha<sup>-1</sup>. Najwyższe plony ziarna uzyskano po zastosowaniu doglebowym azotu w postaci saletry amonowej i mocznika (obiekt 3) oraz saletry amonowej i mocznika stosowanego łącznie z azofoską (obiekt 4) w drugim roku badań. W tym przypadku pod wpływem zwiększonego poziomu nawożenia azotem (120 kg·ha<sup>-1</sup>) w stosunku do obiektu nawożonego dawką 80 kg·ha<sup>-1</sup> plon ziarna zwiększył się o 1,45 i 1,02 t·ha<sup>-1</sup>.

O wielkości plonu ziarna pszenżyta jarego decydują również ilość opadów i ich rozkład zarówno w okresie od kłoszenia do dojrzałości woskowej, jak i w całym okresie od siewu do dojrzałości woskowej [Kalbarczyk 2010]. Według Kalbarczyk [2008], wielkość opadów potrzebna dla uzyskania przeciętnego plonu pszenżyta jarego w okresie od siewu do zbioru wynosi ponad 205 mm. W przeprowadzonym doświadczeniu w 2011 roku opady były dwukrotnie większe, plon zwiększył się o 11,92% (obiekt 3) i 5,01% (obiekt 4) w stosunku do pierwszego roku uprawy tylko po zastosowaniu wyższej dawki azotu z podziałem na trzy dawki po 40 kg N·ha<sup>-1</sup>. Wpływ warunków atmosferycznych podczas wegetacji na zróżnicowanie plonu ziarna w latach badań potwierdzają badania Alaru i innych [2003] oraz Mut i innych [2005].

Zawartość białka należy do bardzo ważnych kryteriów jakości zbóż [Varughese i in. 1996, Gulmezoglu i Aytak 2010]. Plon białka ogółem w ziarnie badanej odmiany pszenżyta mieścił się w granicach od 694,5 do 755,7 kg·ha<sup>-1</sup> w 2010 roku i w 2011 roku od 672,5 do 737,9 kg·ha<sup>-1</sup>. W stosunku do wartości plonu białka z obiektów nawożonych 80 kg·ha<sup>-1</sup>, nawożenie pszenżyta mocznikiem na wyższym poziomie (120 kg·ha<sup>-1</sup>) z podziałem na trzy dawki po 40 kg·ha<sup>-1</sup> zwiększyło plon białka w poszczególnych latach badań odpowiednio o 6,6 i 6,5%. Nawożenie dawką azotu 120 kg·ha<sup>-1</sup> uzupełnioną azofoską wpłynęło istotnie na zwiększenie plonu białka o 7,5% tylko w drugim

roku badań w odniesieniu do niższego poziomu nawożenia ( $80 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Na korzystny wpływ nawożenia azotem na plon białka pszenżyta wskazują badania wielu autorów [Warechowka i in. 2004, Wojtkowiak i Domska 2009, Brzozowska i in. 2010, Knapowski i in. 2010]. Według Alaru i innych [2003], jakość ziarna pszenżyta, w tym zawartość białka, bardziej zależy od warunków pogodowych w okresie wzrostu, niż od nawożenia azotem. W omawianym doświadczeniu warunki pogodowe miały istotny wpływ na uzyskany plon ziarna i białka tylko w przypadku zastosowania nawożenia mocznikiem doglebowo w dawce  $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Analiza statystyczna potwierdziła wpływ lat badań na zawartość azotu, fosforu, potasu i magnezu w ziarnie pszenżyta jarego uprawianego na glebie lekkiej (tab. 3). Nawożenie azotem w dawkach  $80$  i  $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  stosowanych doglebowo bez lub łącznie z azofoską nie powodowało istotnych różnic w zawartości składników mineralnych. Skład chemiczny ziarna pszenżyta był mało zróżnicowany. Średnia zawartość azotu w ziarnie pszenżyta mieściła się w granicach od  $20,0$  do  $22,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Pszenżyto uprawiane w drugim roku prowadzenia doświadczenia charakteryzowało się istotnie większym nagromadzeniem azotu, a do jego zwiększenia (do wartości  $22,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) przyczyniło się nawożenie klasycznymi nawozami azotowymi (saletra amonowa i mocznik) z podziałem dawki na dwie lub trzy części.

W badaniach własnych wzrost poziomu nawożenia azotem do  $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  oraz uzupełnienie nawozem wieloskładnikowym azofoską nie przyczyniło się do zwiększenia zawartości azotu w ziarnie, jak to miało miejsce w badaniach Knapowskiego i innych [2010], gdzie jego zawartość zwiększyła się o  $5,8\%$ . Nie wykazano również większych różnic w zawartości pozostałych składników mineralnych w ziarnie pocho-

Tabela 3. Zawartość składników pokarmowych w ziarnie pszenżyta jarego [ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ]

Table 3. Content of macronutrients in spring triticale grain [ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ]

Lata badań Years	Obiekt* Object	Makroelementy – Macronutrients				
		N	P	K	Ca	Mg
2010	1	20,5 <sup>ab</sup> ± 0,007	3,71 <sup>ab</sup> ± 0,318	4,98 <sup>ab</sup> ± **	1,48 <sup>b</sup> ± **	1,41 <sup>abc</sup> ± 0,050
	2	20,0 <sup>c</sup> ± 0,010	3,20 <sup>cde</sup> ± 0,127	4,98 <sup>ab</sup> ± 0,092	1,48 <sup>b</sup> ± 0,120	1,30 <sup>bc</sup> ± 0,127
	3	21,1 <sup>ab</sup> ± 0,012	3,49 <sup>abc</sup> ± 0,233	4,98 <sup>ab</sup> ± **	1,60 <sup>b</sup> ± **	1,44 <sup>ab</sup> ± **
	4	21,0 <sup>ab</sup> ± 0,015	3,36 <sup>bcd</sup> ± 0,190	4,68 <sup>b</sup> ± 0,219	1,72 <sup>ab</sup> ± 0,085	1,59 <sup>a</sup> ± 0,099
2011	1	22,5 <sup>a</sup> ± 0,014	3,85 <sup>a</sup> ± 0,106	5,30 <sup>a</sup> ± 0,156	1,72 <sup>ab</sup> ± 0,057	1,30 <sup>bc</sup> ± 0,134
	2	21,2 <sup>ab</sup> ± 0,125	2,95 <sup>de</sup> ± 0,063	5,14 <sup>a</sup> ± 0,198	1,97 <sup>a</sup> ± 0,042	1,22 <sup>c</sup> ± 0,057
	3	22,5 <sup>a</sup> ± 0,007	2,75 <sup>c</sup> ± 0,078	4,98 <sup>ab</sup> ± 0,092	1,48 <sup>b</sup> ± 0,025	1,22 <sup>c</sup> ± 0,042
	4	21,5 <sup>ab</sup> ± 0,007	2,91 <sup>de</sup> ± 0,034	5,30 <sup>a</sup> ± 0,198	1,60 <sup>b</sup> ± 0,261	1,22 <sup>c</sup> ± 0,028
2010		20,7 <sup>B</sup> ± 0,048	3,44 <sup>A</sup> ± 0,263	4,91 <sup>B</sup> ± 0,167	1,57 <sup>A</sup> ± 0,121	1,44 <sup>A</sup> ± 0,128
2011		21,9 <sup>A</sup> ± 0,081	3,12 <sup>B</sup> ± 0,481	5,18 <sup>A</sup> ± 0,191	1,69 <sup>A</sup> ± 0,241	1,24 <sup>B</sup> ± 0,068

a, b, ..., A, B, ... – wartości oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy  $p < 0,05$ .

a, b, ..., A, B, ... – within each line means with the same letter are not significantly different ( $p < 0,05$ ).

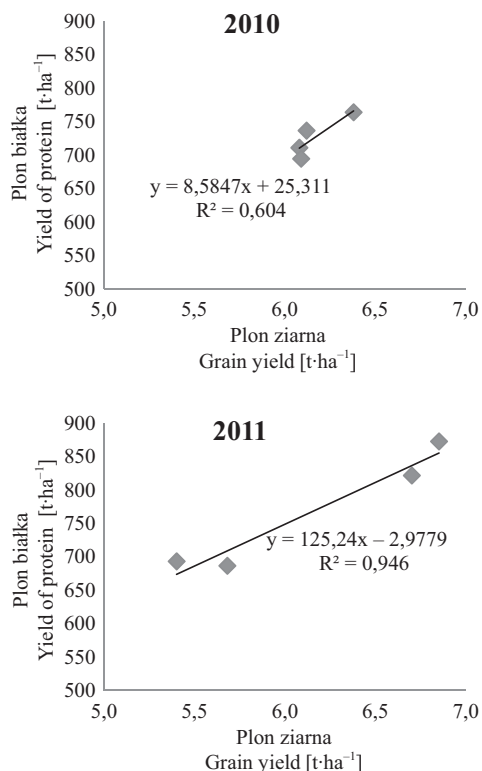
± odchylenie standardowe/standard deviation.

\* Opis obiektów w Tabeli 1/Explanation see Table 1.

\*\* Wartość poniżej 0,001/Values below 0.001.

dzącym z analizowanych obiektów. Wyższą koncentracją fosforu ( $3,85 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), potasu ( $5,30 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) i wapnia ( $1,97 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) charakteryzowało się ziarno pszenżyta uprawianego w 2011 roku, mimo że bardziej korzystne relacje w zawartości fosforu w latach badań wystąpiły w ziarnie pochodzącym ze zbioru z 2010 roku. Nawożenie azotem w dawce  $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  w postaci saletry amonowej i mocznika stosowanego łącznie z azofoską w fazie BBCH 31–32 przyczyniło się do istotnie większej koncentracji w ziarnie magnezu ( $1,59 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Zawartość potasu i wapnia w ziarnie badanej odmiany pszenżyta była wyższa, a fosforu niższa w porównaniu z danymi zawartymi w tabeli wartości pokarmowej zbóż produkowanych w Polsce [IŻ PICB – INRA 2009]. Potwierdza to wysoką wartość odżywczą ziarna pszenżyta jarego odmiany Milewo. W doświadczeniu przeprowadzonym przez Wojtkowiak i Domską [2009], zawartość azotu i wapnia w ziarnie pszenżyta jarego odmiany Gabo była również niższa i, podobnie jak w badaniach własnych, nie stwierdzono jednokierunkowego wpływu systemu nawożenia roślin na zawartość makroskładników.

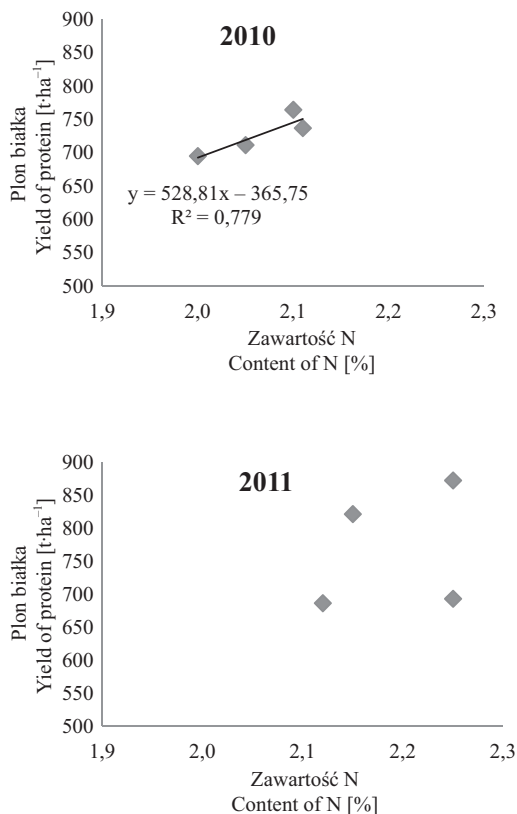
Wzrostowi plonu ziarna pszenżyta jarego odmiany Milewo towarzyszył wzrost plonu białka, na co wskazują wyniki przeprowadzonej analizy regresji (rys. 1). W drugim roku badań współczynnik determinacji był bliższy współczynnikowi korelacji liniowej ( $R^2 = 0,946$ ).



Rys. 1. Zależność plonu białka od plonu ziarna

Fig. 1. The relationship between grain yield and protein yield

Analiza statystyczna wykazała istotny wzrost plonu białka w miarę zwiększania zawartości azotu w ziarnie pszenżyta jarego odmiany Milewo uprawianego tylko w 2010 roku (rys. 2). Współczynnik determinacji wyniósł  $R^2 = 0,779$ .



Rys. 2. Zależność plonu białka od zawartości N w ziarnie

Fig. 2. The relationship between protein yield and content of N grain

## WNIOSKI

1. Najbardziej efektywnie w stosunku do plonu ziarna i białka pszenżyta jarego odmiany Milewo oddziaływało nawożenie azotem w ilości 120 kg·ha<sup>-1</sup> w postaci saletry amonowej i mocznika. Korzystny wpływ uzupełnienia podstawowego nawożenia azofoską wykazano tylko w drugim roku badań.

2. Analiza regresji wykazała, że tylko w 2010 roku wzrost plonu białka był zdeterminowany zarówno plonem ziarna, jak i zawartością azotu.

3. Zawartość badanych składników mineralnych w ziarnie pszenżyta była mało zróżnicowana, dlatego trudno jest wskazać, który ze sposobów nawożenia jest bardziej efektywny.



4. Uzupelnienie podstawowego nawożenia mineralnego azofoską w uprawie pszenżyta jarego uprawianego na glebie zaliczonej do kompleksu pszennego wadliwego nie wskazuje na celowość zastosowania tego nawozu wieloskładnikowego w praktyce.

## LITERATURA

- Alaru M., Laur U., Jaama E., 2003. Influence of nitrogen and weather conditions on the grain quality of winter triticale. *Agronomy Research* 1, 3–10.
- Baethen W.R., Alley M.M., 1989. A manual colorimetric procedure for measuring ammonium nitrogen in soil and plant Kjeldahl digests. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 20, 961–969.
- Bameri M., Abdolshahi R., Mohammadi-Nejad G., Yousefi K., Tabatabaie S.M., 2012. Effect of different microelement treatment on wheat (*Triticum aestivum*) growth and yield. *Intl. Res. J. Appl. Basic. Sci.* 3(1), 219–223.
- Brzozowska I., Hruszka M., Brzozowski J., Kurowski T.P., 2010. Wpływ różnych sposobów pielęgnacji i nawożenia azotem na wartość pokarmową białka ziarna pszenżyta jarego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 547, 43–55.
- Domska D., Wojtkowiak K., Raczkowski M., 2009. Wpływ dolistnego dokarmiania mikroskładnikami na efektywność ekonomiczną uprawy pszenżyta. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 538, 55–61.
- Gulmezoglu N., Aytac Z., 2010. Response of grain and protein yields of triticale varieties at different levels of applied nitrogen fertilizer. *Afr. J. Agric. Res.* 5(18), 2563–2569.
- IZ PIB – INRA., 2009. Normy żywienia przeżuwaczy. Wartość pokarmowa francuskich i krajowych pasz dla przeżuwaczy. IZ PIB. Kraków.
- Kalbarczyk E., 2008. Niedobory opadów atmosferycznych ograniczające plony pszenżyta jarego w północno-zachodniej Polsce. *Acta Agrophysica* 11(2), 419–428.
- Kalbarczyk E., 2010. Zmienność plonu ziarna pszenżyta jarego w Polsce w warunkach różnego nasilenia suszy atmosferycznej. *Prace Naukowo-Przeglądowe. Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska* 1(47), 20–33.
- Khan M.B., Farooq M., Hussain M., Shabir S.G., 2010. Foliar application of micronutrients improves the wheat yield and net economic return. *Int. J. Agric. Biol.* 12, 953–956.
- Klikocka H., 1999. Wpływ zróżnicowanej uprawy roli i nawożenia azotowego na plon pszenżyta jarego. *Fol. Univ. Agric. Stetin. Agric.* 195(74), 249–254.
- Knapowski T., Kozera W., Majcherczak E., Barczak B., 2010. Wpływ nawożenia azotem i cynkiem na skład chemiczny i plon białka ziarna pszenżyta jarego. *Fragm. Agron.* 27(4), 45–55.
- Knapowski T., Ralcewicz M., Barczak B., Kozera W., 2009. Effect of nitrogen and zinc fertilizing on bread-making quality of spring triticale cultivated in Notec Valley. *Pol. J. Environ. Stud.* 18, 227–233.
- Malakouti M.J., 2008. The effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients, *Turk. J. Agric. For.* 32, 215–220.
- Mut Z., Sezer I., Gülümser A., 2005. Effect of different sowing rates and nitrogen levels on grain yield, yield components and some quality traits of triticale. *Asian J. Plant Sci.* 4(5), 533–539.
- Nadim M.A., Awan I.U., Baloch M.S., Khan E.A., Naveed K., Khan M.A., 2012. Response of wheat (*Triticum aestivum* L.) to different micronutrients and their application methods. *J. Anim. Plant Sci.* 22(1), 113–119.

- Nefir P., Tabără V., 2011. Effect on products from variety fertilization and triticale (*Triticosecale* Wittmack) in the experimental field from răcășdia caras-severin country. *Res. J. of Agric. Sci.* 43(4), 133–137.
- Nogalska A., Sienkiewicz S., Czaplă J., Skwierawska M., 2012. The Effect of Multi-Component Fertilizers on the yield and mineral composition of winter triticale. *Pol. J. Natur. Sc.* 27(2), 125–134.
- Panak H., 1997. *Metodical Guide to Agricultural Chemistry*. University of Agriculture and Technology, Olsztyn.
- Raczkowski M., 2009. Influence of microelement fertilization technique on economic effectiveness of triticale cultivatin. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 541, 343–351.
- Varughese G., Pfeiffer W.H., Pena R.J., 1996. Triticale: a successful alternative crop (Part I) *Cereal Foods World* 41, 474–482.
- Warechowska M., Domska D., 2006. Porównanie wskaźników przydatności technologicznej oraz zawartości makroelementów w ziarnie wybranych odmian pszenżyta ozimego. *Fol. Univ. Agric. Stetin. Agric.* 247(100), 211–216.
- Warechowska M., Domska D., Wojtkowiak K., 2004. Wpływ nawożenia azotem i manganem pszenżyta jarego na zawartość manganu w ziarnie i jego jakość. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 502, 403–409.
- Wojtkowiak K., Domska D., 2009. Wpływ techniki nawożenia na wielkość i jakość plonu ziarna pszenżyta jarego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 538, 357–63.
- Wojtkowiak K., Stępień A., Tańska M., Konopka I., Konopka S., 2013. Impact of nitrogen fertilization on the yield and content of protein fractions in spring triticale grain. *Afr. J. Agric. Res.* 8(28), 3778–3783.

## SYSTEMS OF NITROGEN FERTILIZING ON QUALITY OF GRAIN OF SPRING TRITICALE MILEWO VARIETY. PART II – YIELD AND CONTENT OF NUTRIENTS

**Summary.** The aim of the study was to assess the influence of nitrogen application as into-soil one- or multi-component fertilizer on yield of grain and protein and on content of minerals in grain of spring triticale of the Milewo variety. The field experiment was realized in 2010–2011 in the Didactic and Experimental Department of UWM in Tomaszkowo, Poland; the soil was medium rich in phosphorous, potassium, zinc and manganese and low in copper. The experiment was founded by the method of randomized blocks. Different fertilizing with nitrogen at 80 and 120 kg·ha<sup>-1</sup> with doses partition by 40 kg N·ha<sup>-1</sup> with microelements additives or without the addition (azofoska) was applied.

Spring triticale Milewo variety yields on average from 5.40 to 6.85 t·ha<sup>-1</sup>. Higher fertilizing with urea (120 kg·ha<sup>-1</sup>) increased yield of protein by 6.6 and 6.5% in particular years. Because of low variety of particular minerals content in grain it is difficult to point out which fertilization method is more effective for spring triticale of the Milewo variety.

**Key words:** nitrogen fertilization, spring triticale, yielding, nutrients