

Bogusława Jaśkiewicz

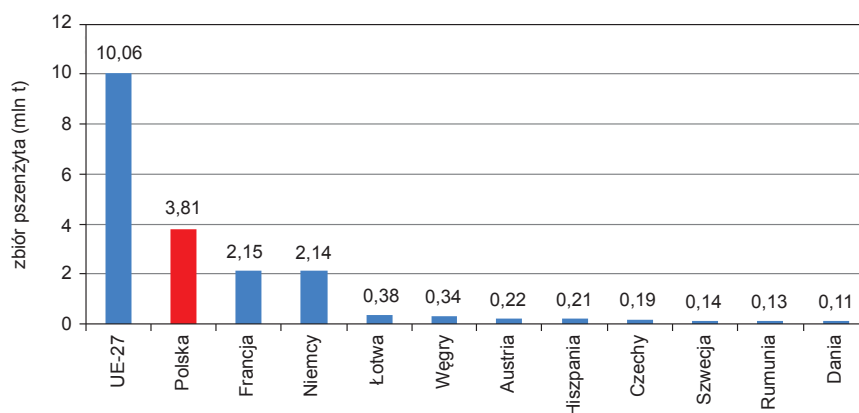
*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

WYBRANE ASPEKTY UPRAWY PSZENŻYTA OZIMEGO*

Słowa kluczowe: pszenżyto ozime, warunki siedliska, odmiana, plonowanie, białko, skład chemiczny

Wstęp

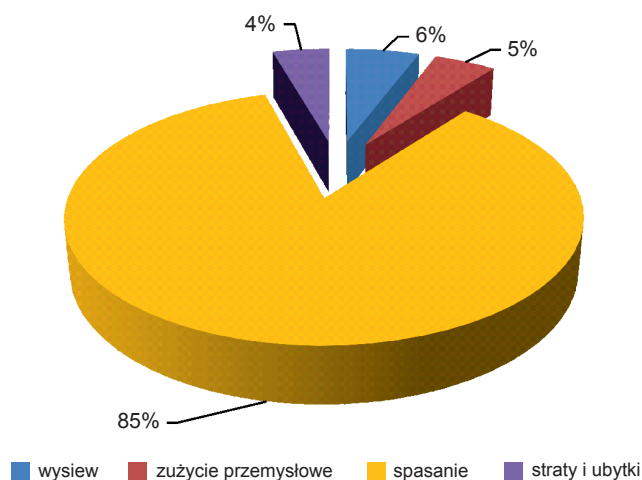
Polska jest największym producentem ziarna pszenżyta w Unii Europejskiej (rys. 1). Zbiory pszenżyta na poziomie 3,81 mln t stanowią prawie 40% zbiorów tego gatunku w UE. Odmiany pszenżyta hodowli polskiej są uważane za najwydajniejsze na świecie i zajmują 70–80% powierzchni jego uprawy. Z bilansu zbożowego wynika, że pszenżyto to przede wszystkim zboże paszowe, ponieważ aż 85% ziarna jest przeznaczone na paszę (rys. 2)



Rys. 1. Zbiory pszenżyta w Polsce na tle wybranych krajów UE-27 w latach 2011–2012

Źródło: Jaśkiewicz, 2014 (25)

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 3.4 w programie wieloletnim IUNG-PIB.



Rys. 2. Rozdysponowanie ziarna pszenżyta w roku 2013

źródło: obliczenia własne na podstawie: Rynek Zbóż, 2014 (47)

W ostatnich latach obserwowany jest wzrost powierzchni uprawy pszenżyta w Polsce. W ostatnim dwudziestolecu powierzchnia jego uprawy wzrosła do 1465 tys. ha (2009 r.). Świadczy to o dużym zainteresowaniu rolników jego uprawą. W roku 2014 wynosiła ona 1,31 mln ha i była o 9% wyższa od roku poprzedniego, zaś zbiory ziarna pszenżyta kształtowały się na poziomie 4,5 mln t i były o 16% większe od zbiorów w roku 2013 (47). Ziarno pszenżyta jest bezpośrednio wykorzystywane w gospodarstwach zajmujących się produkcją zwierzęcą, głównie trzody chlewnej, bydła i drobiu. Dlatego uprawa pszenżyta koncentruje się w województwach kujawsko-pomorskim i wielkopolskim oraz w północnej części kraju (21).

Pszenżyto charakteryzuje się małymi wymaganiami środowiskowymi, co ma podstawowe znaczenie w Polsce ze względu na duży udział gleb lekkich (15). Posiada większą odporność na choroby niż pozostałe gatunki zbóż, co obniża nakłady na jego uprawę (19, 36). Dzięki dużemu potencjałowi plonowania i dobrej wartości pokarmowej stało się ono konkurencyjne dla innych gatunków zbóż. Wartość pokarmowa ziarna pszenżyta wynika z dość wysokiej zawartości białka, które odznacza się korzystnym składem aminokwasowym i wysokim współczynnikiem strawności. Ziarno pszenżyta stanowi bardzo dobry składnik paszy przydatnej dla wszystkich gatunków zwierząt gospodarskich. (20, 45). W związku z tym, wprowadzenie pszenżyta na część areалу gleb zajmowanych przez żyto, powiększa ilość białka wnoszonego z ziarnem zbóż do pasz (20).

O wartości pokarmowej ziarna pszenżyta w żywieniu zwierząt decydują zawarte w nim składniki pokarmowe i ich strawność oraz skład aminokwasowy białka (tab. 1). Najwięcej białka zawiera ziarno pszenżyta i pszenicy, najmniej żyta i kukurydzy. Mimo dużej zawartości białka w pszenicy nie jest ono najlepszej jakości. Najniż-

szą wartością ze wszystkich zbóż odznacza się białko ziarna kukurydzy, która stanowi głównie paszę energetyczną. Natomiast białko żyta jest lepszej jakości niż kukurydzy głównie ze względu na zawartość aminokwasu lizyna, chociaż zawartość procentowa tego składnika jest podobna w obydwu zbożach. Białko pszenżyta odznacza się najkorzystniejszym składem aminokwasowym (po owsie) i zawiera najwięcej lizyny wśród podstawowych gatunków zbóż. Lizyna z pszenżyta jest dobrze wykorzystywana przez zwierzęta (45). Białko pszenżyta zawiera też więcej aminokwasów egzogennych od pszenicy, które zwierzęta muszą otrzymywać w paszy, ponieważ same nie są w stanie ich wytworzyć (10).

Dominującą frakcją we wszystkich ziarnach zbóż są węglowodany łatwostrawne i to one decydują o wysokiej strawności. Ziarno pszenżyta zawiera mniej włókna surowego niż owies, jęczmień i pszenica, ale więcej węglowodanów łatwostrawnych (bezzotowe wyciągowe) (tab. 1). Białko pszenżyta charakteryzuje się wysokim współczynnikiem strawności. Zawartość energii metabolicznej w ziarnie tego gatunku w żywieniu drobiu i trzody chlewnej jest podobna jak w ziarnie pszenicy (20). Zawartość białka w ziarnie wcześniej wyhodowanych odmian pszenżyta była często większa niż w ziarnie pszenicy, natomiast w ziarnie odmian występujących obecnie w uprawie jest tylko nieznacznie mniejsza niż w ziarnie pszenicy i wyraźnie większa niż w ziarnie żyta. Warto dodać, że zawartość białka w ziarnie zależy nie tylko od genotypu (odmiany), ale także od poziomu nawożenia azotem, stosowanej ochrony roślin czy przebiegu pogody w okresie wegetacji.

Tabela 1

Zawartość składników pokarmowych w zbożach w kg s.m. ziarna

Gatunek	Białko (%)	Węglowodany (%)	Włókno surowe (%)	Tłuszcz (%)	Popiół (%)	Lizyna (g)	Metionina + cystyna (g)	Treonina (g)
Pszenica	12,2	65,5	2,9	2,0	1,8	3,6	4,6	3,6
Pszenżyto	12,1	67,0	2,5	1,8	1,8	4,1	4,4	3,9
Jęczmień	11,5	64,5	3,8	2,1	2,4	3,8	4,1	3,6
Żyto	9,8	69,0	2,4	1,6	1,7	3,7	3,7	3,2
Owies	11,0	53,0	8,9	4,8	3,6	4,7	4,5	4,0
Kukurydza	9,9	67,0	2,2	4,4	1,3	2,6	4,1	4,1

Źródło: Rakowska, 1989 (45)

Wymagania klimatyczne

Wymagania wodne pszenżyta ozimego w czasie wegetacji jesiennej są niewielkie i wynoszą 80–100 mm opadu (5). Umiarkowana susza jesienna (pod warunkiem, że nie opóźnia wschodów) działa nawet korzystnie na rozwój systemu korzeniowego

oraz na wigor wiosenny. Największe zapotrzebowanie na wodę pszenżyto ozime wykazuje w fazie strzelania w źdźbło i kłoszenia tj. ok. 40–45 mm opadu w kwietniu, 60–70 mm w maju, 30 mm w pierwszej połowie czerwca i w lipcu. Niedobór wody w okresie krytycznym, szczególnie na słabszych glebach, przyspiesza kłoszenie, zmniejsza masę wegetatywną i zagęszczenie ładu. Większe niż u żyta wymagania termiczne wiosną powodują, że pszenżyto ozime później wznawia vegetację i charakteryzuje się powolniejszą dynamiką wzrostu wczesnowiosennego. W okresie krytycznym (strzelanie w źdźbło – kłoszenie), wymaga temperatur dobowych 6–8°C, a dłuższe okresy temperatury wyższej wpływają niekorzystnie na gospodarkę wodną i plonowanie roślin. W okresie nalewania ziarna optimum termiczne wynosi 16–17°C i jest to największe zapotrzebowanie w całym okresie wzrostu i rozwoju. Wyższe temperatury powietrza są dopiero pożądane w fazie dojrzałości woskowej, ponieważ przyspieszają dosychanie ziarna i słomy.

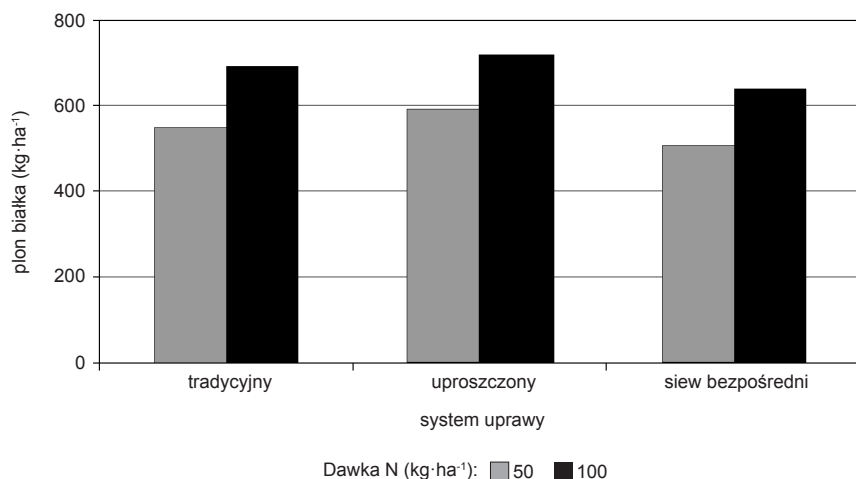
Wymagania glebowe

Najodpowiedniejsze warunki wzrostu i rozwoju pszenżyto ozime znajduje na glebach pszennych oraz żytnych bardzo dobrych i dobrych o odczynie lekko kwaśnym lub zbliżonym do obojętnego (25). Na glebach kompleksu żytniego słabego wysokich plonów pszenżyta można oczekiwać tylko w warunkach wysokiej kultury roli i po dobrych przedplonach (niezbożowych). Dobrze rozwinięty system korzeniowy powoduje, że pszenżyto wykorzystuje zapasy wody pozimowej (5). Badania Smagacza (49, 50), Smagacza i Kusia (51) wykazują, że pszenżyto ozime na glebach żytnych bardzo dobrych jest zbożem konkurencyjnym w stosunku do żyta i jęczmienia jarego, ponieważ uprawiane nawet po roślinach kłosowych wydaje istotnie większe i bardziej stabilne plony. Reaguje stosunkowo małym spadkiem plonu ziarna na uprawę po sobie. Wysoka plenność pszenżyta ozimego na glebach żytnych bardzo dobrych wskazuje, że z gospodarczego punktu widzenia zarówno żyto, jak i jęczmień jary, uprawiane po roślinach kłosowych, powinny być zastępowane pszenżycem. Przyczyni się to istotnie do poprawy średniej wydajności ziarna oraz zwiększy stabilność plonowania zbóż uprawianych na glebach średnich. Zapotrzebowanie pszenżyta na składniki pokarmowe nie odbiega w istotny sposób od zapotrzebowania innych gatunków zbóż. Gatunek ten dzięki dość dobrze rozwiniętemu systemowi korzeniowemu, ma dużą zdolność pobierania składników mineralnych z gleby, jednak jest ona mniejsza niż u żyta (5).

Systemy uprawy

Wzrastające zapotrzebowanie na ziarno paszowe skłania rolników do rozszerzenia uprawy pszenżyta ozimego w Polsce. Jednak wysokie koszty uprawy tradycyjnej oraz dążenie do rolnictwa zrównoważonego wymusza wprowadzenie uproszczeń aż po siew bezpośredni. Zdaniem Idkowiak i Kordas (17) stosowanie uproszczeń

w uprawie roli, włącznie z siewem bezpośrednim, w wyraźny sposób wpłynęło na jakość ziarna pszenżyta ozimego. Przeprowadzone badania dowiodły, że zastąpienie orki siewnej broną wirnikową lub całkowita rezygnacja z uprawy na rzecz siewu bezpośredniego wpływa dodatnio na dorodność i wypełnienie ziarna. W literaturze doniesienia dotyczące wpływu skrajnych uproszczeń w uprawie roli na masę 1000 ziaren są rozbieżne. Według Blecharczyka i in. (1) i Starczewskiego i in. (52) siew bezpośredni powoduje nieznaczny wzrost masy 1000 ziaren, natomiast Dzienia i Piskier (13) są zdania, że stosowanie uprawy zerowej wpływa ujemnie na wypełnienie ziarna. Jak wykazano w pracy Idkowiak i Kordas (17), przejawem niekorzystnego wpływu uproszczeń w uprawie roli na jakość ziarna pszenżyta ozimego był spadek zawartości białka. Największy ubytek tego składnika wystąpił pod wpływem siewu bezpośredniego, co w konsekwencji znalazło swoje potwierdzenie w najniższym plonie białka ziarna (rys. 3)



Rys 3. Plon białka ziarna pszenżyta ozimego odmiany Fidelio przy różnych systemach uprawy i nawożenia azotem

Źródło: Idkowiak i Kordas, 2005 (17)

Dobór odmiany

Duże znaczenie w kształtowaniu plonu ziarna pszenżyta ozimego i jego jakości odgrywa odmiana. Nowe odmiany krajowe pszenżyta ozimego cechuje wysoka plenność i dobra jakość paszowa ziarna. Średni plon ziarna pszenżyta ozimego w badaniach COBORU jak i w praktyce rolniczej za lata 2012–2014 przewyższa plony żyta i jest zbliżony do plonu ziarna pszenicy (36, 47). W roku 2014 w Krajowym Doborze Odmian znajdowało się 40 odmian pszenżyta ozimego, z czego 12 są krótkosłome: Agostino, Alekto, Atletico, Baltiko, Borwo, Gniewko, Grenado, Magnat, Mikado, Pigmiej, Twingo i Wiarus (36). Odmiany te dzięki lepszej odporności na wyleganie

są szczególnie przydatne do intensywnej uprawy. Zalecane są jednak do uprawy w lepszych stanowiskach.

Nowe odmiany zarejestrowane w ostatnich latach cechują się na ogół lepszą plennością niż odmiany wcześniej zarejestrowane. Wysokim poziomem plonowania charakteryzują się odmiany: Borowik, Fredro, Subito, Tomko, Transfer, Trismart, Twingo, Palermo, Pizarro, Wiarus. Duże znaczenie w wyborze odmiany mają cechy rolniczo-użytkowe: mrozoodporność, odporność na porastanie, wyleganie, choroby, zawartość białka i inne cechy ziarna (36). Poważnym problemem w uprawie pszenżyta jest podatność odmian na choroby. Największą na nie odpornością wyróżniają się odmiany: Wiarus i Tomko oraz Agostino, Pizarro, Boreniko, Amorozo, Borowik, Maestozo, Grenado, Palermo, Pawo. Pszenżyto najczęściej porażane jest przez mączniaka prawdziwego, rdzę brunatną, septoriozę liści.

Mniejszą podatnością na wyleganie charakteryzują się odmiany: Atletico, Alekto, Algostino, Borowik, Baltiko, Grenado, Transfer, Trigold, Wiarus, Twingo, Gniewko, Tomko, Mikado, Pimej, Palermo, Torino. Wysoką masą 1000 ziaren odznaczają się odmiany: KWS Trisol, Borowik, Trismart, Torino, Todan, Algoso, Tulus, Amorozo. Największą zawartością białka wyróżnia się ziarno odmian: Torino, Amorozo, Tulus, Alekto, Atletico, Leontino, Pizarro. Większą odporność na porastanie ziarna w kłosach mają odmiany: Agostino, Atletico, Elpaso, Fredro, Pizarro. Wyższą zawartość cukrów ogółem zawiera odmiana Transfer, a także Alekto, Algoso, Bereniko, Cerber, KWS Trisol, Leontino, Trigold, Tules i Wiarus.

Właściwy wybór odmiany umożliwi uzyskać wysokiego plonowania bez zwiększenia nakładów na środki produkcji lub nawet przy zmniejszeniu zużycia niektórych środków, np. wybierając odmianę bardziej odporną na choroby lub wyleganie. Pełne wykorzystanie postępu biologicznego jest możliwe tylko w warunkach prawidłowej rejonizacji gatunków i odmian oraz stosowania agrotechniki uwzględniającej specyficzne ich wymagania.

Pewnym ułatwieniem przy wyborze odmiany do uprawy w danym rejonie mogą stanowić „Listy zalecanych do uprawy odmian na obszarze województw” (tzw. LZO) (tab. 2). Są one tworzone na podstawie wyników doświadczeń prowadzonych w ramach programu Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego i Rolniczego koordynowanego przez COBORU.

Tabela 2

Odmiany wpisane na Listy Odmian Zalecanych na obszarze poszczególnych województw

Odmiana	Standardowy poziom agrotechniki				Intensywny poziom agrotechniki			
	2008	2009	2010	średnia	2008	2009	2010	średnia
Moderato	51,9	73,2	78,7	67,9	61,7	79,3	90,7	77,3
Algoso	58,2	81,6	92,1	77,3	63,7	96,7	106,0	88,8
Magnat	59,1	64,0	92,1	71,7	71,8	85,1	99,0	85,3
Pawo	64,3	72,3	84,3	73,6	68,9	87,6	88,1	81,5

cd. tab. 2

Odmiana	Standardowy poziom agrotechniki				Intensywny poziom agrotechniki			
	2008	2009	2010	średnia	2008	2009	2010	średnia
Witon	70,2	63,0	83,8	72,3	63,7	79,0	88,1	76,9
Todan	61,1	77,7	87,2	75,3	64,8	89,1	102,2	85,4
Baltiko	59,0	67,2	86,0	70,7	62,3	74,8	111,2	82,8
Grenado	64,8	73,4	75,2	71,1	73,9	96,5	96,5	89,0
Trismart	63,8	73,5	77,0	71,4	70,9	95,2	89,9	85,3
Trimester	62,7	76,8	89,5	76,3	67,3	81,1	100,2	82,9
Średnia	61,5	72,2	84,6		66,9	86,5	97,2	

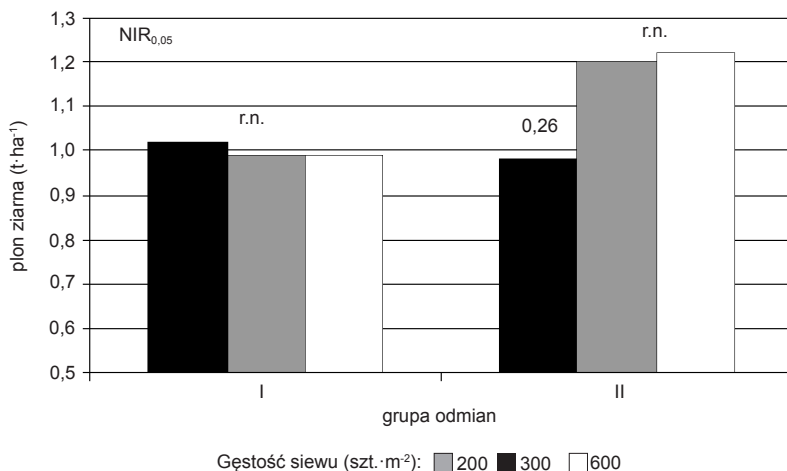
Źródło: Lista Opisowa Odmian, 2013 (36)

Siew

Pszenżyto należy wysiewać w optymalnym terminie siewu, który może być uzależniony od pogody w danym roku, a także od czynników siedliskowych (5). W badaniach mikroplotkowych przeprowadzonych w IUNG-PIB w Puławach stwierdzono zróżnicowaną reakcję odmian pszenżyta półkarłowego na termin siewu (19). Odmiany Baltiko, Fidelio, Magnat, Gniewko i Zorro zareagowały obniżką plonu ziarna w miarę opóźnienia terminu siewu. Związane to było ze zmniejszeniem liczby kłosów na jednostce powierzchni wynikającym ze słabszego rozkrzewienia produkcyjnego oraz z istotnym spadkiem plonu i liczby ziaren z rośliny. Natomiast odmiana Woltario jest tolerancyjna na opóźnienie terminu siewu do 10 dni, ponieważ plonowała podobnie przy optymalnym i opóźnionym terminie siewu, ale istotnie niżej przy późnym. Również u tej odmiany nastąpiła redukcja liczby kłosów i rozkrzewienia produkcyjnego przy późnym terminie siewu. Opóźnienie terminu siewu skraca okres wzrostu wegetatywnego roślin jesienią (5). Gorzej rozwinięte rośliny nie mogą już nadrobić strat wiosną, gdyż w warunkach dłuższego dnia stymulowany jest rozwój generatywny. Krótszy okres wzrostu wegetatywnego powoduje spadek krzewienia produkcyjnego, co prowadzi do zmniejszenia obsady kłosów na jednostce powierzchni (19). Przy niekorzystnych warunkach w okresie zimowym lepsze zbiory zapewniają siewy wcześniejsze, natomiast po łagodnej zimie późny siew często nie powoduje obniżenia plonu.

W badaniach mikroplotkowych (19) stwierdzono zróżnicowaną reakcję odmian na zmianę zagęszczenia roślin (rys. 4). Odmiany Woltario, Magnat podobnie plonowały bez względu na zróżnicowanie obsady roślin po wschodach, pomimo trendu wzrostu liczby kłosów na jednostce powierzchni gleby. U odmian tych wraz ze wzrostem obsady roślin stwierdzono zmniejszenie rozkrzewienia produkcyjnego i produktywności kłosa. W związku z tym, że plon ziarna był niezależny od ilości wysiewu, należałoby uznać za wystarczającą najmniejszą obsadę roślin 200 szt. · m⁻². Natomiast u odmian Baltiko, Gniewko, Fidelio i Zorro stwierdzono istotny wzrost plonu przy obsadzie 300 roślin · m⁻². Pomimo obserwowanego spadku wartości cech struktury plonu wraz

z obsadą roślin, odmiany te wyraźniej niżej plonowały przy obsadzie 200 roślin · m⁻², natomiast podobnie przy obsadzie 300 i 600 szt. · m⁻². W tej grupie odmian produktywność kłosa przy zróżnicowanej obsadzie roślin była podobna, natomiast liczba kłosów istotnie wzrosła przy obsadzie 300 roślin · m⁻² w porównaniu z najniższą obsadą. Niewielkie zmniejszenie produktywności kłosa w tej grupie odmian kompensowane było zwiększeniem liczby kłosów na jednostce powierzchni.



r.n. – różnice nieistotne

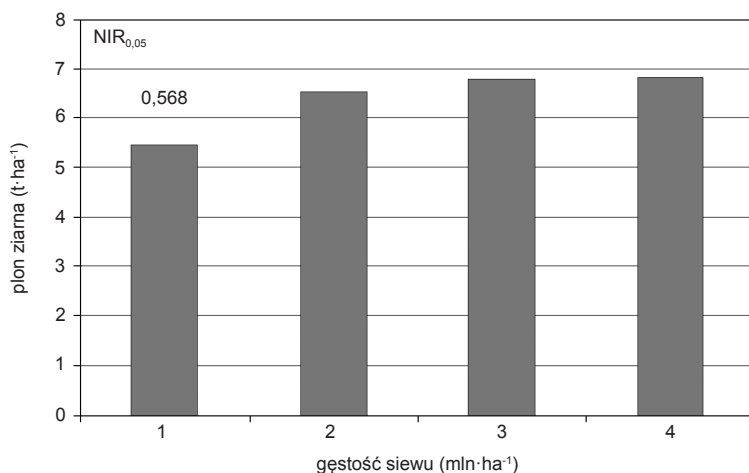
Rys. 4. Plon ziarna pszenżyta półkarłowego odmian wymagających obsady roślin: 200 szt. · m⁻² –

Woltario, Magnat (grupa I) oraz 300 szt. · m⁻² – Baltiko, Gniewko, Fidelio, Zorro (grupa II)

Źródło: Jaśkiewicz, 2006 (19)

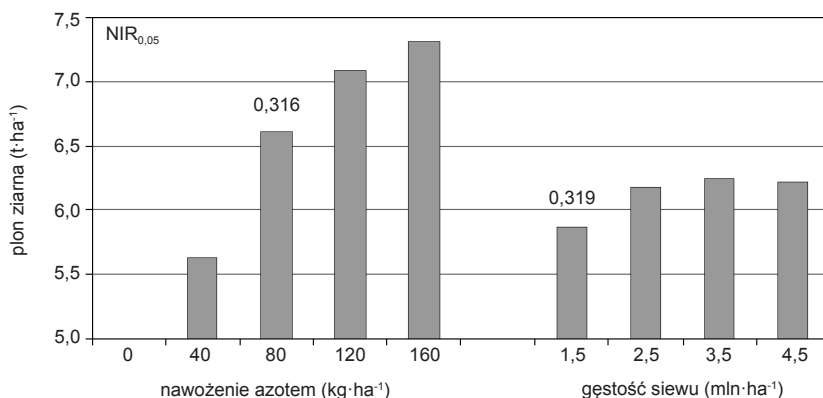
Z badań przeprowadzonych przez Jaśkiewicz (19, 23) wynika, że ilość wysiewu w granicach od 1,0 do 4,5 mln ziaren na ha różnicowała plony ziarna pszenżyta. Istotny wzrost plonu ziarna stwierdzono przy wysiewie 2 mln ziaren na ha dla odmiany Woltario i 2,5 mln ziaren na ha dla odmiany Fidelio (rys. 5 i 6).

Dalsze zwiększanie gęstości wysiewu tych odmian nie gwarantowało istotnego wzrostu plonu ziarna. Tendencja wyższego plonowania pszenżyta przy zmniejszaniu zagęszczenia roślin na jednostce powierzchni wskazuje zatem na wymóg rzadkiego siewu tej formy pszenżyta. W łanach rzadszych występuje większa penetracja światła (9, 20, 22). Rośliny wyrosłe w takich warunkach wytwarzają większą suchą masę z rośliny, są odporniejsze na wyleganie i choroby niż rosnące przy niedostatecznej ilości światła. Jest to wynikiem hamującego wpływu światła na wzrost roślin i korzystnego wpływu na tworzenie się tkanki mechanicznej. W łanach roślin dobrze oświetlonych proces fotosyntezy jest intensywniejszy niż w przypadku roślin, które wyrosły przy niedoborze światła. Ma to wyraźny wpływ na poziom plonowania pszenżyta.



Rys. 5. Plon ziarna pszenżyta ozimego formy półkarłowej odmiany Woltario w zależności od gęstości siewu

Źródło: Jaśkiewicz, 2009c (23)



Rys. 6. Plon ziarna pszenżyta ozimego formy półkarłowej odmiany Fidelio w zależności od dawki nawożenia azotem i gęstości siewu

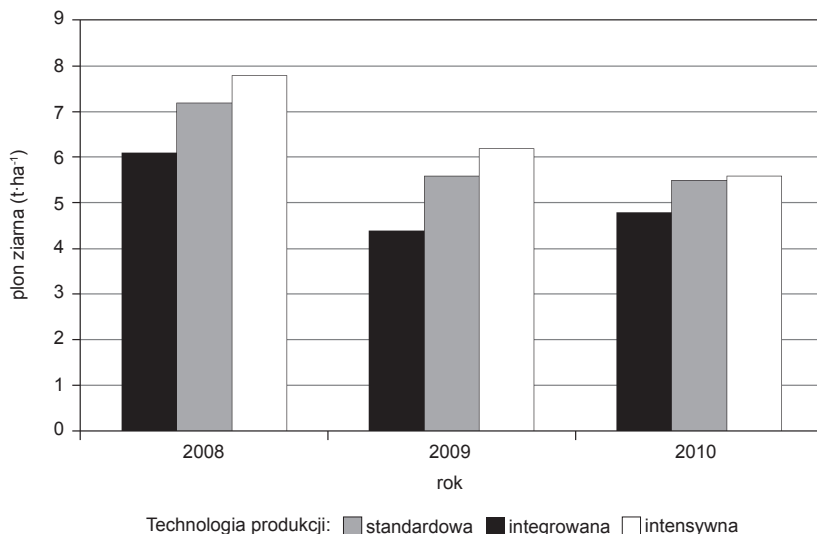
Źródło: Jaśkiewicz, 2008 (20)

Nawożenie azotem

Plon białka z jednostki powierzchni zależy od uzyskanego plonu i zawartości białka w ziarnie. Powszechna jest opinia (9, 17, 18, 22, 24, 40, 55), że wraz ze wzrostem dawki azotu następuje wzrost zawartości azotu ogólnego w ziarnie pszenżyta ozimego. Jaśkiewicz (20, 24, 25, 26) w swoich badaniach podkreśla większą niż u innych zbóż

ozimych reakcję tego gatunku na intensywne nawożenie mineralne, w tym azotem, co wskazuje na potrzebę stosowania dużych dawek tego składnika.

W badaniach Idkowiaka i Kordasa (17) zwiększone nawożenie azotem niezależnie od systemu uprawy wpłynęło na wzrost zawartości białka w ziarnie i jego plon. Jabłoński i Gandecki (18) wykazali, że zwiększenie dawki azotu mineralnego z 50 do 100 kg·ha⁻¹ powoduje wzrost zawartości białka ogółem w ziarnie pszenżyta ozimego z 11,2 do 12,2% oraz poprawia dorodność ziarna, zwłaszcza w przypadku siewu bezpośredniego. Można zatem przyjąć, że ewentualne niekorzystne zmiany w jakości ziarna wynikające ze stosowanych uproszczeń w uprawie roli mogą być częściowo rekompensowane zwiększonym nawożeniem azotem. Zastosowane nawożenie azotem miało działanie plonotwórcze zarówno przy wzroście dawki azotu z 0 do 80 kg N·ha⁻¹ (wzrost plonu ziarna przeciętnie o 21%), jak i po zastosowaniu dawki 170 kg N·ha⁻¹ (wzrost plonu o kolejne 9,2%). W przeprowadzonych badaniach Jaśkiewicz (20) i Małeckiej i in. (40) najczęściej obserwowano zwiększenie plonu ziarna pszenżyta do poziomu dawki azotu 100–150 kg N·ha⁻¹. Zdaniem Jaśkiewicz (20), pszenżyto półkarłowe efektywnie wykorzystuje dawkę 120 kg N·ha⁻¹ (rys. 7). Nawożenie taką dawką pobudziło rośliny do intensywnego krzewienia, wpływając w ten sposób na większą liczbę kłosów, które zdecydowały o wyższym poziomie plonowania. Natomiast mniejsza gęstość siewu korzystnie wpłynęła na produktywność kłosa.



Rys. 7. Plon ziarna pszenżyta ozimego odmiany Kitaro w zależności od technologii produkcji

Źródło: Grabiński i in., 2002 (16)

Odmiany wykazują niejednakową reakcję na zmianę warunków atmosferycznych w okresie wegetacji. Badania przeprowadzone przez Grabińskiego i in. (16) w SD Osiny w latach 2008–2010 z różnymi technologiami uprawy (intensywna, integrowana i oszczędna) wskazują, że plon ziarna zależał od przebiegu pogody w okresie wegetacji. Plon ziarna pszenżyta ozimego odmiany Kitaro przy technologii integrowanej był podobny do plonu z technologii intensywnej (2010 r.), natomiast w 2008 i 2009 był niższy o 8–9% (rys. 7).

Z pracy Laudańskiego i in. (35) wynika, że do genotypów plonujących niestabilnie, czyli takich, których reakcji na zmieniające się warunki środowiska nie jesteśmy w stanie w sposób jednoznaczny przewidzieć, zaliczyć można: Fidelio, Ugo, Alzo i Janko. Odmianą plonującą stabilnie i dającą wyższy plon w latach sprzyjających i przy wyższych dawkach azotu była Marko. Natomiast odmiana Lamberto istotnie reagowała na warunki uprawy w latach przy braku interakcji między latami a nawożeniem azotem. Na zróżnicowane wykorzystanie dawek azotu przez odmiany pszenżyta ozimego wskazują wyniki badań Jaśkiewicz (22, 24, 27). W badaniach wazonowych stwierdzono wzrost plonu białka pszenżyta ozimego pod wpływem zwiększonego nawożenia azotem. Najwyższy przyrost zawartości białka ogółem na dużej dawce N obserwowano u odmiany Leontino, następnie Grenado i Pigmej. Natomiast wyższego plonu białka o 30% w stosunku do dawki $2,4 \text{ g N} \cdot \text{wazon}^{-1}$ dostarczyła odmiana Grenado w warunkach wysokiej dawki azotu ($3,6 \text{ g N} \cdot \text{wazon}^{-1}$). Idkowiak i Kordas (17) w podobnych warunkach wykazali wzrost plonu białka średnio o 25% niezależnie od sposobu uprawy roli. Jednocześnie stwierdzili, że wyższe nawożenie azotem poprawia dorodność ziarna.

Z badań COBORU (36) prowadzonych w latach 2011–2013 przy przeciętnym i wysokim poziomie agrotechniki (zwiększone nawożenie azotem, dolistne preparaty wieloskładnikowe, ochrona przed wyleganiem i chorobami) wynika, że odmiana pszenżyta ozimego Algoso, Baltik, Cerber, Elpaso, Grenado, Leontino, Trismart i Witon zareagowały wyższym poziomem plonowania na wysoki poziom agrotechniki. Badania przeprowadzone w ramach Krajowego Programu Porejstrowego Doświadczalnictwa Odmianowego przez Bujaka i in. (6) wykazały, istotne zróżnicowanie plonowania odmian pszenżyta w warunkach standardowej i intensywnej agrotechniki oraz zmienność w kolejnych latach badań, jednak ich reakcja na zmieniające się warunki pogodowe w tych latach była podobna. Poziom intensywności agrotechniki różnił się od poziomu przeciętnego dodatkowym nawożeniem azotowym o $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, pełną ochroną fungicydami, stosowaniem regulatorów wzrostu oraz dolistnym dokarmianiem mikroelementami. Najwyżej plonującą odmianą w standardowych warunkach agrotechniki była odmiana Trismester, a w intensywnych Algoso (tab. 3). Większość odmian charakteryzowała stabilność plonowania.

Tabela 3

Średnie plony ($t \cdot ha^{-1}$) odmian pszenżyta ozimego w latach 2008–2010

Odmiana	Standardowy poziom agrotechniki				Intensywny poziom agrotechniki			
	2008	2009	2010	średnia	2008	2009	2010	średnia
Moderato	51,9	73,2	78,7	67,9	61,7	79,3	90,7	77,3
Algoso	58,2	81,6	92,1	77,3	63,7	96,7	106,0	88,8
Magnat	59,1	64,0	92,1	71,7	71,8	85,1	99,0	85,3
Pawo	64,3	72,3	84,3	73,6	68,9	87,6	88,1	81,5
Witon	70,2	63,0	83,8	72,3	63,7	79,0	88,1	76,9
Todan	61,1	77,7	87,2	75,3	64,8	89,1	102,2	85,4
Baltiko	59,0	67,2	86,0	70,7	62,3	74,8	111,2	82,8
Grenado	64,8	73,4	75,2	71,1	73,9	96,5	96,5	89,0
Trismart	63,8	73,5	77,0	71,4	70,9	95,2	89,9	85,3
Trimester	62,7	76,8	89,5	76,3	67,3	81,1	100,2	82,9
Średnia	61,5	72,2	84,6		66,9	86,5	97,2	

Źródło: Bujak i in., 2012 (6)

W badaniach Samborskiego i in. (48) średni plon ziarna wszystkich badanych odmian pszenżyta w kolejnych latach zbioru 2001, 2002, 2003 różnił się istotnie i wyniósł odpowiednio 5,83; 6,03 i 7,66 $t \cdot ha^{-1}$. Wysoki poziom plonowania uzyskany w 2003 r. wynikał z bardzo korzystnego przebiegu warunków pogodowych. Na podstawie średnich z 3 lat badań wskazać można, że odmianą najlepiej plonującą była Kitaro (7,05 $t \cdot ha^{-1}$), zaś najslabiej – Janko (5,82 $t \cdot ha^{-1}$). Porównanie plonu ziarna średnio z 3 lat dla grupy odmian długosłomych i krótkosłomych wskazuje na bardzo małe różnice w plonowaniu tych form, odpowiednio: 6,46 i 6,63 $t \cdot ha^{-1}$.

Składniki pokarmowe w ziarnie

Przy sporządzaniu mieszanek paszowych, stanowiących podstawę żywienia zwierząt, powszechnie wykorzystywane jest ziarno zbóż, a wartość odżywcza ich białka, o której decyduje skład aminokwasów, jest miernikiem stopnia wykorzystania białka potrzebnego do syntezy specyficznych białek ustrojowych. Dlatego ważne jest dążenie do lepszego wykorzystania nie tylko białka, ale wszystkich składników pokarmowych, dzięki czemu możliwe będzie uzyskanie korzyści fizjologicznych i ekonomicznych. Miernikiem wysokiej wartości pokarmowej pasz jest określony w nich udział składników pokarmowych. Z przedstawionego przez Petkova i in. (42) składu chemicznego wynika (tab. 4), że pszenżyto odmiany Lamberto z kolejnych lat zbioru charakteryzowało się zbliżoną koncentracją substancji organicznej w suchej masie. Średnia zawartość białka ogólnego, w ilości od 111,2 do 126,9 $g \cdot kg^{-1}$ s.m. w połączeniu z wysoką zawartością związków bezazotowych wyciągowych odzwierciedlają węglowodanowy charakter pszenżyta.

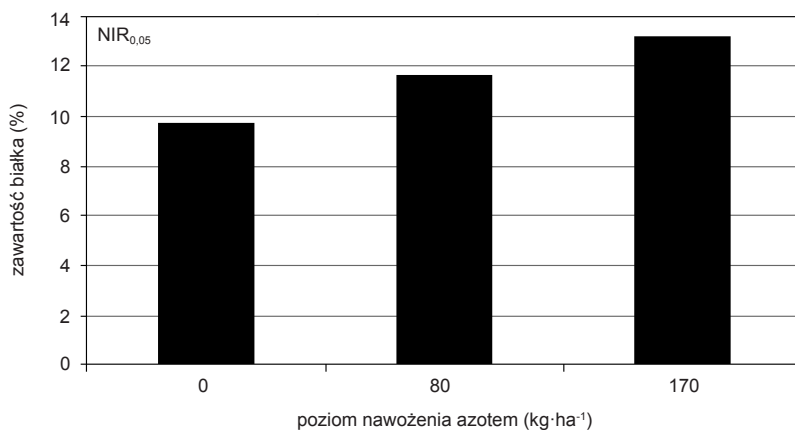
Tabela 4

Zawartość składników pokarmowych w badanym ziarnie pszenżyta ozimego odmiany Lamberto (g·kg⁻¹ s.m.)

Rok	Popiół surowy	Substancja organiczna	Białko ogólne	Ekstrakt eterowy	Włókno surowe	Związki bezazotowe wyciągowe
2002	15,6	984,4	112,5	14,7	27,4	830,0
2003	18,0	982,0	111,2	14,6	28,1	828,1
2004	16,7	983,3	126,6	15,7	31,1	809,9

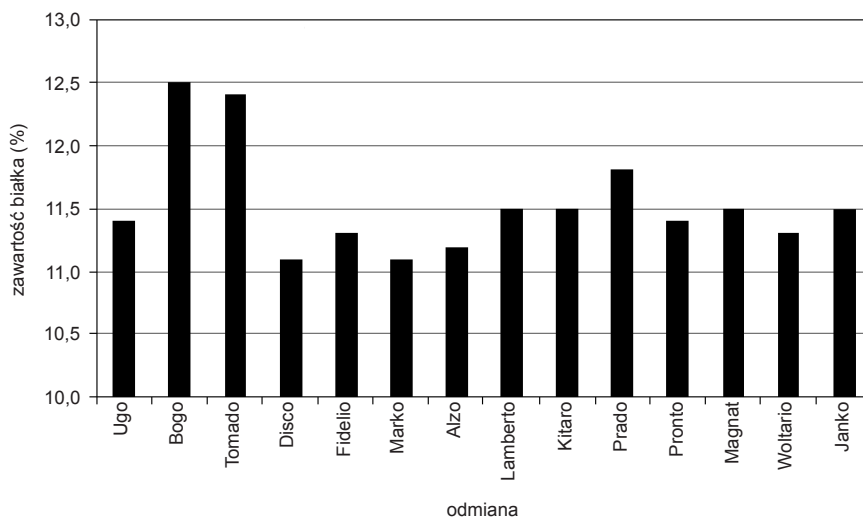
Źródło: Petkov i in., 2006 (42)

Największą zawartość białka ogólnego, tłuszczu i włókna surowego charakteryzowało się ziarno pszenżyta z 2004 r., co koresponduje z wynikami Buraczyńskiej i Ceglarek (7), Zajac i in. (56). Stwierdzili oni, że na zawartość białka ogólnego w ziarnie pszenżyta ozimego istotnie wpływały warunki opadowo-termiczne oraz przedplon. Większej koncentracji białka sprzyjają lata o mniejszej ilości opadów i wyższej średniej temperaturze powietrza w okresie wegetacji. Ziarno pszenżyta ozimego wysiewanego w stanowiskach po grochu siewnym i mieszance pszenżyta jarego, jak i pszenicy z 60% udziałem grochu siewnego odznaczało się istotnie większą zawartością białka ogólnego niż ziarno w stanowiskach po zbożach jarych, co świadczy o lepszym zaopatrzeniu pszenżyta ozimego w azot w tych stanowiskach (7, 12, 56). Zwiększanie udziału grochu w mieszankach z 20 do 60% oddziaływało korzystnie na gromadzenie białka ogólnego w ziarnie pszenżyta. Największą zawartość białka ogólnego stwierdzono w ziarnie pszenżyta ozimego wysiewanego po grochu siewnym. Jak podają Domska i in. (11), z uprawy pszenżyta ozimego na glebie lekkiej przy intensywnym nawożeniu azotem można uzyskać plon białka właściwego zbliżony do plonu białka pszenicy uprawianej w lepszych warunkach glebowych i nawożonej niższą dawką. Analiza wpływu wzrastających dawek azotu na zawartość białka w ziarnie, potwierdziła spotykaną powszechnie w literaturze prawidłowość o pozytywnym wpływie tego czynnika na ilość odkładanego białka w ziarniakach (40). Zastosowane przez Samborskiego in. (48) dawki azotu 80 kg·ha⁻¹ zwiększyło średnio względną zawartość białka w ziarnie o 17,2% a dawki 170 kg·ha⁻¹ o 26,6% w stosunku do kontroli nie nawożonej azotem (rys. 8). Małecka i in. (40) po zastosowaniu dawki 60 kg·ha⁻¹, nie uzyskali istotnego wzrostu zawartości białka w ziarnie w stosunku do nienawożonych, natomiast zastosowanie dawki 120 kg·ha⁻¹ zwiększyło względną zawartość białka w ziarnie o 7,8%. Powszechna prawidłowość, że większe nagromadzenie białka w ziarnie ma miejsce w latach suchych nie potwierdziła się w badaniach Samborskiego i in. (48) i zależała od warunków atmosferycznych w okresie wegetacji.



Rys. 8. Zawartość białka w ziarnie pszenżyta ozimego w zależności od poziomu nawożenia azotem
Źródło: Samborski i in., 2008 (48)

Według Samborskiego i in. (48) nie jest możliwe wydzielenie grup odmian, które przy różnym przebiegu pogody (latach) charakteryzowałyby się najwyższą bądź najniższą zawartością białka w ziarnie. Biorąc po uwagę średnią z trzech lat badań, najwyższą zawartością białka odznaczało się ziarno odmiany Bogo (12,5%), zaś najniższą ziarno odmian Disco i Marko (11,1%) (rys. 9). Wyższa zawartość białka w ziarniakach odmiany Bogo mogła wynikać z ich mniejszych rozmiarów, gdyż genotyp ten charakteryzował się przeciętną niższą MTZ. Podobny zakres zawartości białka w ziarnie dla kilku odmian pszenżyta stwierdzili Pisulewska i in. (43, 44).



Rys. 9. Zawartość białka w ziarnie odmian pszenżyta ozimego

Źródło: Samborski i in., 2008 (48)

O wartości pokarmowej białka decyduje jego skład aminokwasowy, który zależy od warunków pogodowych (tab. 5). Wpłynęły one na zawartość aminokwasów w białku ziarna pszenżyta. W roku 2002 (suma roczna opadów i średnia temperatura powietrza zbliżona do wielolecia) suma aminokwasów egzogennych była odpowiednio o 9 i 25% większa niż w roku 2003 i 2004. Lata te charakteryzowały się roczną sumą opadów i średnią temperaturą powietrza poniżej wielolecia. Petkov i in. (42), porównując całkowitą sumę aminokwasów i zawartość aminokwasów ograniczających, zauważa znaczną różnicę między rokiem 2002, w którym aminokwasem ograniczającym była lizyna, (wg Brzozowskiej i in. (3), Pisulewskiej i in. (44), Rakowskiej (45) jest pierwszym aminokwasem ograniczającym dla zbóż), a dwoma kolejnymi latami, w których limitującym aminokwasem był tryptofan, co potwierdzają badania Lubowickiego i in. (37).

Tabela 5

Skład aminokwasowy białka pszenżyta ozimego odmiany Lamberto

Aminokwasy (g·kg ⁻¹ s.m.)	Rok zbioru		
	2002	2003	2004
Kwas asparaginowy	7,77	6,73	5,58
Treonina	3,33	2,88	3,22
Seryna	3,98	3,44	3,50
Kwas glutaminowy	35,96	31,15	22,09
Prolina	8,86	7,68	6,39
Cystyna	2,30	1,99	1,74
Metionina	1,95	1,69	1,42
Metionina + Cystyna	4,25	3,68	3,16
Glicyna	4,90	4,24	4,12
Alanina	4,31	3,73	2,71
Walina	4,81	4,17	3,87
Izoleucyna	3,86	3,34	2,95
Leucyna	7,38	6,39	5,77
Tyrozyna	2,02	1,75	1,75
Fenylalanina	5,07	4,39	4,31
Tyrozyna + Fenylalanina	7,09	6,14	6,06
Histydyna	2,71	2,34	2,04
Lizyna (Lyz)	3,28	2,84	3,02
Arginina	5,41	4,69	5,62
Tryptofan (Trp)	1,17	1,02	0,77
CS	46,88 Lyz	40,60 Trp	45,30 Trp
ΣEAA	34,00	33,76	29,01
ΣAA	109,08	94,48	81,33

CS – wskaźnik aminokwasu ograniczającego

ΣEAA – suma aminokwasów egzogennych

ΣAA – suma wszystkich aminokwasów

Źródło: Petkov i in., 2006 (42)

Skład chemiczny ziarna

Efektywność uprawy pszenżyta ozimego mierzy się nie tylko jego potencjalną plennością, ale również jakością plonu. Źródłem substancji mineralnych dla zwierząt monogastrycznych jest ziarno zbóż (28, 41, 42, 45). Podstawowymi składnikami popiołu ziarna zbóż są fosfor, potas i magnez oraz mikrośladowki (Cu, Fe, Mn, Zn). Pszenżyto jest zbożem wykorzystywanym przede wszystkim na paszę, dlatego poza wielkością plonu ważna ze względów pokarmowych jest także zawartość makroskładników i mikrośladowek w ziarnie, które są głównym źródłem substancji mineralnych dla zwierząt gospodarskich. Zawartość poszczególnych makroelementów w ziarnie pszenżyta wykazuje dużą zmienność i zależy od wielu czynników, tj.: zasobności gleby w przyswajalne składniki pokarmowe, warunków pogodowych w okresie wegetacji, gatunku zboża i jego formy, a także zabiegów agrotechnicznych, w tym nawożenia i ochrony roślin (31, 39, 41, 43, 53, 54). Zawartość składników mineralnych w ziarnie niejednokrotnie ulega zmianie pod wpływem herbicydów lub mieszanin herbicydowo-mocznikowych (4, 39). Zarówno niedobór, jak i nadmiar makroskładników w ziarnie pszenżyta może powodować obniżenie wartości biologicznej paszy i być przyczyną niekorzystnych zmian w metabolizmie zwierząt.

W badaniach Brzozowskiej (2) zawartość makroelementów w suchej masie ziarna pszenżyta ozimego odmiany Bogo kształtowała się na poziomie średnim (azot, fosfor, potas i magnez) oraz niskim (wapń) i zależała od warunków pogodowych (tab. 6). Podobne zawartości tych pierwiastków w ziarnie pszenżyta stwierdził również Matyka i in. (41). Ponadto Brzozowska (2) zwraca uwagę na postępujący w latach proces obniżania się koncentracji wapnia w ziarnie pszenżyta ozimego w porównaniu z wcześniejszymi oznaczeniami.

Tabela 6

Zawartość makroskładników ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.) w ziarnie pszenżyta ozimego odmiany Bogo

Makroskładniki	Lata			Średnio
	2000	2001	2002	
Azot	19,1	16,6	20,4	18,7
Fosfor	4,2	3,8	4,4	4,1
Potas	4,7	4,9	5,4	5,0
Magnez	1,5	1,2	1,4	1,4
Wapń	0,6	0,4	0,5	0,5

Źródło: Brzozowska, 2006 (2)

Wielu autorów podkreśla znaczący wpływ warunków siedliska, w tym meteorologicznych, na kształtowanie się składu chemicznego ziarna pszenżyta (14, 30, 32, 34). Dla porównania, w badaniach Kryńskiej i in. (34) przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji w niewielkim tylko stopniu wpływał na gromadzenie się składników mineralnych w ziarnie pszenżyta ozimego. W badaniach Brzozowskiej (2) obniżka zawartości azotu w ziarnie pszenżyta po zastosowaniu

mieszaniny herbicydów Granstar 75 WG + Chwastox Extra 300 SL w porównaniu z ziarnem z obiektu kontrolnego (różnice istotne) może mieć związek z wrażliwością genetyczną odmiany na dany preparat lub ich mieszaninę, która według Makarskiej (39) zwykle ujawnia się w niesprzyjających warunkach pogodowych. Liczni autorzy podkreślają, że stosowanie środków chwastobójczych w zalecanych dawkach w większości nie powoduje znaczących zmian w wartości biologicznej ziarna pszenżyta, w tym także w zawartości białka (4, 39), a obserwowane zmiany wywołane herbicydami (2) są raczej uzależnione od współdziałania wielu zmiennych czynników zewnętrznych i różnej reakcji poszczególnych odmian na stosowanie tych samych preparatów.

Sposób aplikacji azotu nie miał istotnego wpływu na kształtowanie się zawartości badanych makroelementów w ziarnie pszenżyta (2). Podobne wyniki w tym zakresie w uprawie pszenicy ozimej otrzymali również Cacak-Pietrzak i in. (8), Kryńska i in. (34), Ziołek i in. (57). Autorzy Ci dowodzą, że nagromadzenie składników mineralnych w ziarnie pszenżyta w większym stopniu zależy od wielkości dawki azotu niż od sposobu jego stosowania. Także w badaniach Koca i Szurpickiej-Połtarzewskiej (32) wzrastające dawki azotu zwiększały zawartość potasu, a zmniejszały fosforu i magnezu, natomiast w niewielkim stopniu zmieniały poziom wapnia.

Substancje antyżywieniowe

Obecność sporyszu w ziarnie żyta i pszenżyta powyżej 0,5% masy dyskwalifikuje je jako paszę dla zwierząt gospodarskich (5). W ziarnie zbóż pszenżyta występują obok składników pokarmowych związki mające negatywny wpływ na zdrowie zwierząt i ich wydajność; są to substancje antyżywieniowe. Ilość pentozanów i alkilorezorcynoli kształtuje się u pszenżyta na poziomie pośrednim pomiędzy formami rodzicielskimi, jest jednak bardziej zbliżona lub podobna jak u pszenicy. Natomiast w porównaniu z żytem zawiera 3–4 razy mniej substancji antyżywieniowych. W badaniach krajowych nie stwierdzono dotychczas ujemnego wpływu obecnych w ziarnie w niewielkich ilościach alkilorezorcynoli na wskaźniki żywieniowe zwierząt (34, 46). Inne badania przeprowadzone przez Kozubka i Tymana (33), Lyncha i in. (38) Rossa i in. (46) wskazują, że alkilorezorcynole tylko w bardzo dużych dawkach są zdolne do wywołania toksycznych efektów w organizmie zwierząt.

Podsumowanie

Pszenżyto dzięki dużemu postępowi biologicznemu w Polsce stało się zbożem konkurencyjnym w stosunku do innych powszechnie uprawianych gatunków zbóż na glebach zaliczanych do kompleksu żytniego. Wysoka tolerancja na gorsze warunki glebowe, duży potencjał plonowania i wysoka wartość paszowa sprawiły, że stanowi ono alternatywę dla żyta, które jeszcze do niedawna w 50% było wykorzystywane na cele paszowe.

Cechy jakościowe pszenżyta wyraźnie przemawiają za wykorzystaniem ziarna tego gatunku w żywieniu zwierząt gospodarskich. Dodatkowym argumentem przesądającym o znaczeniu pszenżyta jako paszy są aspekty ekonomiczno-organizacyjne a zwłaszcza niższa kapitałochłonność produkcji, mniejsze wymagania przedplonowe i siedliskowe. Ponadto technologia uprawy pszenżyta na paszę jest stosunkowo dobrze rozpoznana przez rolników, szczególnie w rejonach intensywnego rolnictwa (Kujawy, Wielkopolska) wyróżniających się również dużą koncentracją produkcji drobiu i trzody chlewnej. W związku ze specjalizacją produkcji rolniczej i jej regionalnym zróżnicowaniem zainteresowanie uprawą pszenżyta może być także potęgowane pozytywnymi opiniami producentów zwierząt.

Piśmiennictwo

1. Bleharczyk A., Skrzypczak G., Małecka I., Piechota T.: 1999. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* **195**, Agricultura, 74, 171-179.
2. Brzozowska I.: Wpływ herbicydów i sposobu nawożenia azotem na zawartość makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego. *Pam. Puł.*, 2006, **142**, 9-17.
3. Brzozowska I., Brzozowski J., Hruszka M.: Effect of various methods of weed control and nitrogen fertilisation on biological value of winter triticale grain protein. *Fragm. Agron.*, 2009, **26(2)**: 16-25.
4. Brzozowski J., Brzozowska I.: Wpływ zabiegów ochronnych i łączonych ochronno-nawozowych na zawartość makroelementów w ziarnie pszenicy ozimej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2001, **478**: 113-120.
5. Budzyński W., Szempliński W.: Pszenżyto. W: *Szczegółowa uprawa roślin*. Praca Zbiorowa pod red. Jasińska Z., Kotecki A., 2003, cz. I, 161-195.
6. Bujak H., Tratwal A., Walczak F.: Zmienność plonowania i cech użytkowych odmian pszenżyta ozimego w Winnej Górze. *Ann. UMCS Lublin-Polonia*. 2012, seria E, **67**: 1-11.
7. Buraczyńska D., Ceglarek F.: Plonowanie pszenżyta ozimego w zależności od przedplonu. *Fragm. Agron.*, 2009, **26(1)**: 9-18.
8. Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T., Sęk M.: Wpływ nawożenia azotowego na wartość technologiczną wybranych odmian pszenicy ozimej. *Prz. Zboż.-Młyn.*, 1998, **7**: 23-26.
9. Chrzanowska-Drożdż B.: Wpływ ilości wysiewu i nawożenia azotem na plonowanie dwu odmian pszenżyta. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 1996, **303**: 173-181.
10. Djekić V., Milovanović M., Staletić M., Perisić V.: Triticale implementation in nonruminant animals nutrition. *Macedonian Journal of Animal Science*, 2009, **2(1)**: 41-48.
11. Domska D., Kos J., Procyk Z., Rogalski L., Rytelewski 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, Rolnictwo* 1997, **65(175)**: 91-97.
12. Domska D., Warechowska M.: Wpływ techniki uprawy pszenżyta na wartość produkcyjną plonu białka. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 247, Agricultura, 2006, **100**: 45-48.
13. Dzieńia S., Piskier T.: Reakcja pszenżyta ozimego na uproszczenia w uprawie roli. *Fol. Univ. Agric. Stetin*, 186, Agricultura, 1998, **69**: 29-32.
14. Gil Z.: Wartość technologiczna odmian pszenżyta jarego i ozimego w zależności od warunków środowiska. *Rozpr. habil. AR Wrocław*, 1996.
15. Górski T., Krasowicz S., Kuś J.: Glebowo-klimatyczny potencjał Polski w produkcji zbóż. *Pam. Puł.*, 1999, **114**: 127-142.
16. Grabiński J., Nieróbca P., Szeleźniak E.: Wpływ intensywności produkcji na plonowanie zbóż w wadliwych płodozmianach. *Zag. Ekon. Roln.*, 2008, **2**: 88-93.

17. Idkowiak M., Kordas L.: Uproszczenia w uprawie roli i nawożenia azotem a jakość ziarna pszenżyta ozimego. Pam. Puł., 2005, **139**: 47-53.
18. Jabłoński B., Gandecki R.: Wpływ różnej ilości wysiewu i zróżnicowanego nawożenia azotem na plony pszenżyta i innych zbóż. Fragm. Agron., 1987, **32(14)**: 19-30.
19. Jaśkiewicz B.: Reakcja nowych odmian pszenżyta ozimego na czynniki agrotechniczne. Folia Univ. Agric. Stetin. Agric., 2006, **247**: 63-69.
20. Jaśkiewicz B.: Wpływ gęstości siewu i nawożenia azotem na plonowanie pszenżyta ozimego odmiany Fidelio. Acta Agroph., 2008, **12(2)**: 381-393.
21. Jaśkiewicz B.: Czynniki decydujące o regionalizacji produkcji pszenżyta w Polsce. Frag. Agron., 2009a, **2**: 72-78.
22. Jaśkiewicz B.: Reakcja nowych odmian pszenżyta ozimego na czynniki agrotechniczne. Folia Univ. Agric. Stet. Agric., 2009b, **274(12)**: 11-17.
23. Jaśkiewicz B.: Plonowanie pszenżyta ozimego odmiany Woltario w zależności od gęstości siewu i sposobu nawożenia azotem. Acta Agroph., 2009c, **13(3)**: 705-712.
24. Jaśkiewicz B.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i jakość ziarna nowych odmian pszenżyta ozimego. Pam. Puł., 2010, **152**: 95-103.
25. Jaśkiewicz B.: Integrowana uprawa pszenżyta ozimego. Instr. upowszech. IUNG-PIB, Puławy 2014, **199**: 1-28.
26. Jaśkiewicz B.: Wpływ integrowanej i intensywnej technologii produkcji na plonowanie dwóch odmian pszenżyta ozimego. Fragm. Agron., 2014a, **4**: 28-36.
27. Jaśkiewicz B.: Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i zawartość białka w ziarnie odmian pszenżyta ozimego. Fragm. Agron., 2014b, **31(1)**: 25-31.
28. Jaśkiewicz B., Kliza-Hołubowicz G.: Uprawa i wykorzystanie pszenżyta na paszę. Instr. upowszech., IUNG-PIB, Puławy 2008, **145**: 1-68.
29. Jaśkiewicz B.: Ekonomiczna efektywność produkcji półkarłowej formy pszenżyta ozimego. Pam. Puł., 2006a, **142**: 163-169.
30. Jurkowska H., Rogoż A., Wojciechowicz T.: Zawartość składników mineralnych w roślinach w zależności od wilgotności gleby. Cz. I: Makroelementy. Acta Agr. Silv., Ser. Agraria, 1992, **30**: 29-35.
31. Knapowski T., Kozera W., Majcherczak E., Barczak B.: Wpływ nawożenia azotem i cynkiem na skład chemiczny i plon białka ziarna pszenżyta jarego. Fragm. Agron., 2010, **27(4)**: 45-55.
32. Koc J., Szurpicka-Połtarzewska Ł.: Wpływ przedplonu i nawożenia azotem na zawartość makroelementów w ziarnie i słomie pszenżyta ozimego. Cz. II. Fosfor, potas, magnez, wapń. Zesz. Nauk. AR Szczecin, Rol., 1997, **175(65)**: 171-176.
33. Kozubek A., Tymań J.H.: Resorcinolic lipids, the natural nonisoprenoid phenolic amphiphiles and their biological activity. Che. Rev., 1999, **99**: 1-25.
34. Kryńska B., Majda J., Kud K.: Wpływ poziomu i sposobu stosowania azotu na plonowanie pszenżyta ozimego i zawartość makroelementów w ziarnie. Cz. II. Zawartość makroelementów w ziarnie pszenżyta ozimego. Fragm. Agron., 1997, **3**: 353-358.
35. Ludański Z., Mańkowski D., Rozbicki J., Samborski S.: Próba oceny interakcji ze środowiskiem wybranych odmian pszenżyta ozimego (X Triticosecale Wittmack). Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura, 2006, **247(100)**: 97-112.
36. Lista Opisowa Odmian. 2013. Rośliny rolnicze Zbożowe. COBORU. Słupia Wielka, ss.174
37. Lubowicki R., Kotlarz A., Petkov K., Jaskowska I.: Ocena składu chemicznego i wartości biologicznej białka pszenżyta, pszenicy i żyta. Zesz. Nauk. AR Szczec., Ser. Rolnictwo, 1997, **175(65)**: 243-248.
38. Lynch B.S., Delzell E.S., Bechtel D.H.: Toxicology review and risk assessment of resorcinol: thyroid effects. Reg Toxicol Pharmacol, 2002, **36**: 198-210.
39. Makarska E.: Jakość ziarna odmian pszenżyta ozimego w warunkach stosowania wybranych herbicydów. Wyd. AR Lublin. Rozpr. habil., 1997, **205**.

40. Małecka I., Blecharczyk A., Sawińska Z.: Wpływ sposobów uprawy roli i nawożenia azotem na plonowanie pszenżyta ozimego. *Ann. UMCS, Sec. E*, 2004, **59(1)**: 259-267.
41. Matyka S., Karol W., Wojciak M.: Skład mineralny ziarna zbóż. *Zesz. Nauk. WSR-P, Siedlce, ser. Zoot.*, 1993, **32**: 51-55.
42. Petkov K., Bobko K., Biel W., Jaskowska I.: Ocena ziarna pszenżyta ozimego na podstawie składu chemicznego, aminokwasowego oraz jakości białka. *Folia Iniv. Agric. Stetin. Agricultura*, 2006, **247(100)**: 141-144.
43. Pisulewska E., Zając T., Oleksy A.: Skład mineralny ziarna wybranych odmian pszenżyta ozimego w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. *Biul. IHAR*, 1998, **205/206**: 179-188.
44. Pisulewska E., Ścigalska B., Szymczyk B.: Porównanie wartości pokarmowej ziarna polskich odmian pszenżyta jarego. *Zesz. Nauk. AR Szczecin, Ser. Rolnictwo*, 2000, **206(82)**: 219-224.
45. Rakowska M.: Wartość żywieniowa ziarna pszenżyta. Rozdział 13 w pracy zbiorowej „*Biologia pszenżyta*”, pod red. Cz. Tarkowskiego, PWN Warszawa, 1989, 340-351.
46. Ross A.B., Karnal-Eldin A., Amann P.: Dietary alkylresorcinola: absorption, bioactivities, and possible use as biomarkers of whole grain wheat – and rye – rich foods. *Nutr. Rev.*, 2004, **62**: 81-95
47. Rynek Zbóż. Stan i perspektywy. 2014. Analizy rynkowe. MRiRW.
48. Samborski S., Gozdowski D., Rozbicki J.: Wpływ nawożenia azotem na jakość ziarna odmian tradycyjnych i krótkosłomych pszenżyta ozimego. *Fragm. Agron.*, 2008, **1(97)**: 372-390.
49. Smagacz J.: Średni plon ziarna ze zmianowania przy różnym udziale pszenżyta ozimego w strukturze zasiewów. *Zesz. Nauk. AR Szczec. 175, Rolnictwo*, 1997, **65**: 413-417.
50. Smagacz J., Dworakowski T.: Porównanie wydajności odmian pszenżyta ozimego z pszenicą ozimą lub żytem w stanowiskach po zbożach. *Biul. IHAR*, 2004, **231**: 179-184.
51. Smagacz J., Kuś J.: Wpływ długotrwałego stosowania płodozmianów zbożowych na plonowanie zbóż oraz wybrane chemiczne właściwości gleby. *Frag. Agron.*, 2010, **27(4)**: 119-134.
52. Starczewski J., Kłys D., Bombik A.: Reakcja pszenżyta ozimego na zróżnicowaną uprawę przedsięwną. *Fragm. Agron.*, 1994, **44(44)**: 61-66.
53. Ścigalska B., Pisulewska E., Kołodziejczyk M.: Zawartość makro- i mikroskładników w ziarnie odmian pszenżyta jarego. *Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura*, 2000, **206(82)**: 287-292.
54. Wojtkowiak K.: Wpływ techniki nawożenia na plonowanie i jakość ziarna pszenżyta. Cz. I. Plon i zawartość azotu w ziarnie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2004, **502**: 43-50.
55. Wojtkowiak K.: Wpływ sposobu nawożenia azotem na jakość ziarna pszenżyta jarego odmiany Milewo. Cz. II. Plonowanie i zawartość składników mineralnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2014, **576**: 217-226.
56. Zając T., Szafranski W., Gierdziewicz M., Pieniek J.: Plonowanie pszenżyta ozimego uprawianego po różnych przedplonach. *Fragm. Agron.*, 2006, **23(2)**: 174-184.
57. Ziolek E., Grzywnowicz-Gazda Z., Zając T.: Wpływ dawki Florovitu i stężenia roztworu mocznika na plonowanie pszenicy ozimej. *Zesz. Nauk. AR, Kraków, Rol.*, 1995, **300(32)**: 147-155.

Adres do korespondencji:

dr hab. Bogusława Jaśkiewicz
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
24-100 Puławy
ul. Czartoryskich 8
tel. 81 47 86 813
e-mail: kos@iung.pulawy.pl