

Jerzy Grabiński

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

CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA CECHY JAKOŚCI ZIARNA ŻYTA CHLEBOWEGO*

Słowa kluczowe: żyto, jakość ziarna, warunki meteorologiczne, agrotechnika, odmiana

Wstęp

Żyto jest zbożem, które ze względu na to, że prawie 80% jego światowej produkcji pochodzi z naszego kontynentu bywa nazywane „europejskim” (5). W Polsce uprawia się je na powierzchni przekraczającej 1,2 mln ha (13), co stawia nas w rzędzie największych światowych producentów żyta (10, 11, 12). Na cele spożywcze przeznaczają się w naszym kraju tylko ok. 20–25% rocznej produkcji ziarna żyta. Przy czym wymagania dotyczące jakości ziarna na takie cele są stosunkowo niewielkie. Podstawowym wskaźnikiem oceny mąki żytniej na cele spożywcze jest bowiem liczba opadania, która powinna się mieścić w granicach 110–190 sek. Ponadto ważną z punktu widzenia właściwości przemiałowych cechą jest gęstość ziarna, która powinna być wyższa niż $72 \text{ kg} \cdot \text{hl}^{-1}$. Ziarno żyta ma skład chemiczny bardzo pożądaný w prawidłowym żywieniu człowieka, dlatego też nazywane jest zbożem profilaktycznym (8, 14, 18, 19, 20, 21). W zakresie wielu cech decydujących o walorach dietetycznych przewyższa ono pszenicę (34). W ziarnie żyta jest co prawda mniej białka niż w pszenicy, ale jest ono lepszej jakości, o czym świadczy podwyższona o 30% w stosunku do pszenicy zawartość lizyny (34). Zawartość tłuszczu w ziarnie żyta i pszenicy jest podobna, ale tłuszcz żytni jest lepiej przyswajalny przez człowieka. W porównaniu z pszenicą ziarno żyta zawiera także więcej składników mineralnych: potasu, wapnia, cynku, miedzi, manganu. Ponadto ziarno żyta wyróżnia się spośród innych gatunków zbóż zwiększoną obecnością związków bioaktywnych, które wpływają bardzo pozytywnie na metabolizm człowieka i jego zdrowie (17). Wykorzystanie ziarna żyta na cele żywnościowe związane jest przede wszystkim z wypiekiem chleba, którego spożycie

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

w naszym kraju jest stosunkowo niewielkie, mimo wielu wyników badań wskazujących na to, że chleb wypiekany z mąki żytniej powinien dominować w naszej diecie. Obecnie zdecydowana większość pieczywa w sklepach to pieczywo jasne pszenne lub pszenno-żytnie z jedynie niewielkim dodatkiem żyta. Zdecydowanie lepiej pod względem ilości spożywanego chleba żytniego wygląda sytuacja w Niemczech i krajach skandynawskich, gdzie taki chleb jest zaliczany do zdrowej żywności.

Celem artykułu jest określenie czynników wpływających na cechy jakości ziarna żyta związane z jego przydatnością do przerobu w przemyśle spożywczym (w szczególności piekarniczym) i decydujących o jego walorach odżywczych i dietetycznych.

Warunki pogodowe w kształtowaniu cech jakościowych ziarna żyta

Warunki pogodowe są czynnikiem silnie determinującym jakość ziarna zbóż i żyto nie jest tu wyjątkiem. Zdarzają się lata, w których możliwości znalezienia na polskim rynku ziarna o jakości odpowiedniej dla przemysłu piekarniczego są na tyle ograniczone, że konieczny jest jego import z innych krajów (4). W przypadku żyta utrata jakości następuje stosunkowo łatwo, bo kiedy kończy się faza woskowa i ziarno osiągnie wilgotność 14–15%, to wystarczy kilka dni z opadami, aby rozpoczął się proces jego kiełkowania (porastanie na pniu), co prowadzi do bezpowrotnej utraty jakości (częściowej lub całkowitej). Dlatego często lepiej jest zebrać ziarno wilgotne i ponieść koszty na jego dosuszenie niż oczekiwać na dobrą pogodę i wysuszenie ziarna w kłosie. Niestety w praktyce zbiór bardzo często realizowany jest usługowo i jego termin nie może być realizowany w wybranym przez producenta czasie. Poza tym duża część producentów nie posiada suszarni i tym samym przesuwają zbiór, do czasu, gdy ziarno nie wymaga już takiego dosuszenia.

Miarą wpływu warunków pogodowych na cechy jakościowe ziarna jest jej zmienność w latach. Generalnie można przyjąć, że jakość ziarna najsilniej kształtuje się w końcowych fazach wegetacji. Przy czym największe znaczenie ma tutaj ilość opadów, ale nie bez wpływu na jakość jest także usłonecznienie i temperatura. W badaniach Buksy i in. (5) najsilniej zmieniającymi się w latach cechami fizycznymi ziarna żyta były: celność i wyrównanie. Współczynnik zmienności dla tych cech, dla lat 2004–2006, wynosił odpowiednio: 54,2 i 21,4 (tab. 1). W zakresie składu chemicznego ziarna zmienność między latami była również znaczna i dotyczyła przede wszystkim zawartości pentozanów. W tych samych badaniach największą zmienność spośród analizowanych parametrów mąki stwierdzono w przypadku lepkości maksymalnej (współczynnik zmienności $V = 43,9$). Do cech ziarna żyta podlegających zdecydowanie mniejszym zmianom w badaniach powyższych autorów (5) należała gęstość ziarna w stanie zsypanym, a w przypadku jego składu chemicznego – zawartość skrobi i popiołu.

W badaniach Sadowskiego i Rychcika (39) w roku, w którym opady były zdecydowanie wyższe, a temperatury stosunkowo niskie ilość białka w ziarnie była niższa niż w pozostałych latach prawie o 19%.

Tabela 1

Zmienność cech pomiędzy odmianami i w kolejnych latach uprawy żyta

Badana cecha	Odmiana		Rok	
	p	V(%)	p	V(%)
analiza ziarna				
Gęstość w stanie zsypanym	**	1,6	**	2,2
Celność	**	25,7	**	54,5
Wyrównanie	**	6,1	**	21,4
Masa 1000 ziaren	**	6,1	**	8,6
Liczba opadania	**	25,9	**	5,2
Zawartość popiołu	**	1,2	**	1,9
Zawartość tłuszczu surowego	**	5,5	**	7,1
Zawartość białka	**	9,3	**	13,3
Zawartość pentozanów całkowitych	**	6,8	**	13,2
Zawartość pentozanów rozpuszczalnych	**	7,9	**	20,4
Zawartość skrobi	**	1,7	**	2,1
analiza mąki				
Zawartość skrobi	**	0,8	**	2,8
Początkowa temperatura kleikowania	**	2,9	**	2,4
Lepkość maksymalna	**	33,0	**	43,9
Końcowa temperatura kleikowania	**	4,3	**	2,6

** różnice statystycznie istotne przy poziomie istotności 0,01; V – współczynnik zmienności cech

Źródło: Buksa i in., 2012 (5)

Negatywny wpływ pogody na jakość ziarna wynika z samego faktu wystąpienia niedostatku czy nadmiaru opadów, czy też niekorzystnych warunków termicznych, ale też wpływa na występowanie chorób, które powodują osłabienie asymilacji, a w efekcie zmiany jakościowe.

Duże znaczenie w kształtowaniu jakości ziarna zbóż mają choroby fuzaryjne, w szczególności powodowane przez grzyby *Fusarium culmorum* i *Fusarium avenaceum*, których metabolitami są m.in. deoksyniwalenol i moniliformina (29). Wytwarzanie ich przez grzyby w zasadniczej mierze zależy od wilgotności powietrza po wykłoszeniu zboża. Jeśli wystąpią w tym czasie częste opady, a temperatury w dzień mieszczą się w granicach 12–24°C, a w nocy 5–12°C, to prawdopodobieństwo wystąpienia fuzarioz jest bardzo duże (29). Te specyficzne dla dobrego rozwoju wymagania grzybów fuzaryjnych sprawiają, że w niektóre lata mamy do czynienia z epifitozami tych grzybów, a w inne w ogóle ich nie ma – nawet w warunkach mało intensywnych technologii, z bardzo ograniczoną ochroną chemiczną. Wpływ fuzarioz na jakość ziarna wynika, podobnie jak w przypadku innych rodzajów grzybów, z ich negatywnego oddziaływania na procesy fizjologiczne. Jednak większym problemem są w tym przypadku wytwarzane przez nie – wcześniej wymienione – mikotoksyny. Nawet stosunkowo niewielkie ilości mikotoksyn w ziarnie mogą całkowicie dys-

kwalifikować jego przydatność i to zarówno na cele żywnościowe, jak i paszowe. Dopuszczalne ilości mikotoksyn w ziarnie zbóż określają Rozporządzenia Komisji Europejskiej (37, 38) (tab. 2).

Tabela 2

Najwyższe dopuszczalne poziomy mikotoksyn w nieprzetworzonym ziarnie zbóż

Rodzaj mikotoksyny	Najwyższy dopuszczalny poziom (μkg^{-1})	
Aflatoksyny	B1	2,0
	Suma B1, B2, G1 i G2	4,0
	M1	-
Ochratoksyna	5,0	
Deoksyniwalenol	1250	
Zearalenon	100	

Źródło: Rozporządzenie Komisji, 2010 (37)

Jakość ziarna żyta w zależności od odmiany

Jak dotąd nie dokonano podziału odmian żyta na klasy (grupy) jakości określające przydatność do młynarskich i piekarskich celów, tak jak w przypadku pszenicy, chociaż jak wskazują badania, różnicowanie między odmianami w zakresie poszczególnych cech jakości jest niekiedy bardzo duże (tab. 3) (4, 5, 24, 33). Jak wynika z badań COBORU (24), różnice między odmianami żyta w zakresie masy 1000 ziaren przekraczają 10%. Spośród odmian populacyjnych najwyższą wartością tej cechy charakteryzuje się odmiana Dańkowskie Złote, a spośród odmian mieszańcowych Brandie F1. Spore różnice są także w zakresie wyrównania ziarna. Pod względem tej cechy najwyższe wartości stwierdza się u odmian populacyjnych Dańkowskie Złote i Horyzo, a z mieszańcowych Brandie F1 i SU Alawi F1. Średnio nieco wyższym (o 3%) wyrównaniem charakteryzują się odmiany mieszańcowe żyta (24). Z opisywanych badań (24) wynika również, że na ogół odmiany te cechują się wyższą liczbą opadania, a wśród nich na wyróżnienie w tym względzie zasługują odmiany: Gonello F1, SU Performer, SU Stakkato F1 i Visello F1. Spore różnice międzyodmianowe dotyczą także zawartości białka, przy czym w tym przypadku to odmiany mieszańcowe mają tego składnika wyraźnie mniej niż odmiany populacyjne. Wśród odmian populacyjnych najwięcej białka gromadzą Dańkowskie Amber i Dańkowskie Złote. Różnice w wydajności mąki pomiędzy odmianami żyta są stosunkowo duże, chociaż nie przekraczają 8%. Najwyższą wartość tej cechy stwierdzono u odmian Bosmo i SU Skaltio.

Tabela 3

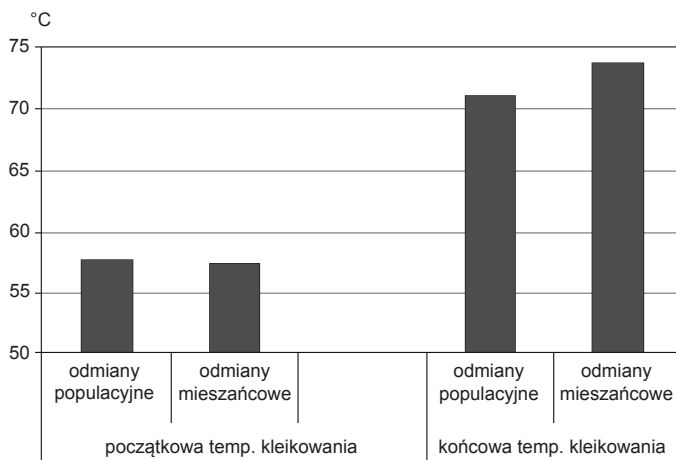
Wybrane cechy ziarna odmian żyta ozimego

Odmiana	Masa 1000 ziaren (g)	Wyrównanie ziarna (%)	Gęstość ziarna w stanie zsypanym	Liczba opadania	Zawartość białka
			Skala 9°		
populacyjne					
Antonińskie	34,4	81	5	5	6
Armand	34,2	82	5	5	6
Bosmo	35,2	84	5	4	6
Dańkowskie Amber	34,2	81	5	5	7
Dańkowskie Diament	34,4	80	6	6	6
Dańkowskie Rubin	34,0	81	6	4	6
Dańkowskie Złote	35,7	86	5	4	7
Daran	34,0	81	5	4	6
Domir	34,2	81	5	5	5
Horyzo	35,6	86	5	5	5
Stanko	33,9	81	5	4	5
syntetyczne					
Herakles	34,6	83	6	6	4
mieszańcowe					
Balistic	36,3	87	6	6	3
Brandie	36,5	91	8	5	6
Brasetto	34,5	84	5	6	3
Gonello	33,2	81	6	7	1
KWS Bono	32,3	79	7	6	3
Minello	32,8	83	5	6	4
Palazzo	35,1	84	5	6	1
SU Allawi	35,6	91	5	5	4
SU Drive	34,7	87	5	5	3
SU Performer	33,2	84	6	7	2
SU Satellit	34,4	85	6	6	2
SU Skaltio	36,2	90	5	4	4
SU Spektrum	32,2	80	6	6	3
SU Stakkato	34,0	86	5	7	2
Tur	33,7	86	5	5	3
Visello	34,1	87	6	7	3

Źródło: COBORU, 2013 (24)

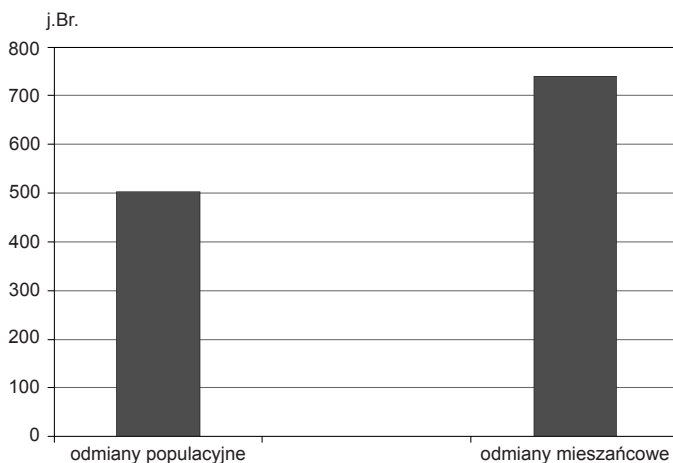
W zakresie początkowej temperatury kleikowania różnice między odmianami żyta są stosunkowo niewielkie, ale w przypadku końcowej temperatury kleikowania są one znaczne, przy czym na ogół wyraźnie wyższą wartością tej cechy charakteryzują się odmiany mieszańcowe (rys. 1). Jeszcze większa różnica pomiędzy odmianami populacyjnymi i mieszańcowymi dotyczy lepkości maksymalnej kleiku skrobiowego (rys. 2). W przypadku tych drugich średnia wartość tej cechy przekracza 700 j.Br. Jednak jak twierdzą Rothkaehl (35) oraz Lindhauer i Brummer (23), dla uzyskania

dobrej jakości pieczywa żytniego wystarczy lepkość maksymalna kleiku skrobiowego na poziomie 350 jednostek Brabendera.



Rys. 1. Początkowa i końcowa temperatura kleikowania mąki żytniej

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU, 2013 (24)

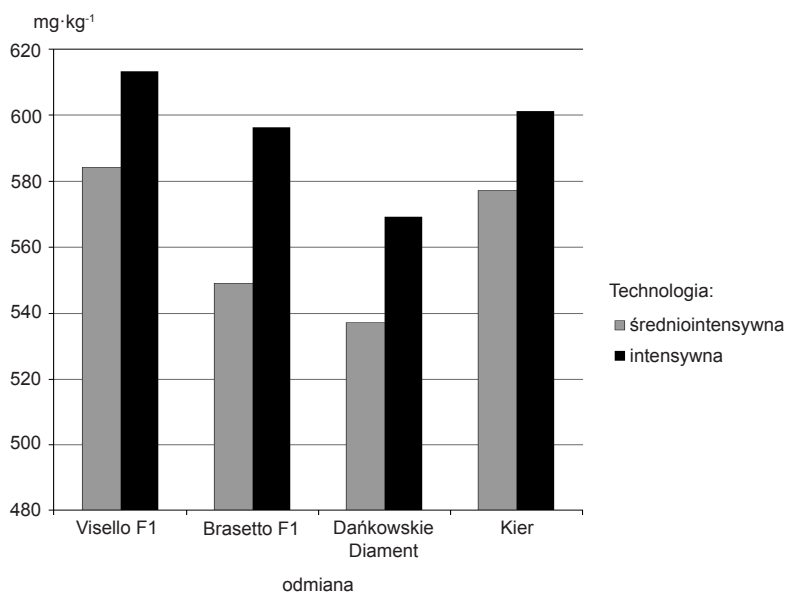


Rys. 2. Lepkość maksymalna kleiku skrobiowego – średnia z odmian

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU, 2013 (24)

Ziarno żyta zawiera wiele związków chemicznych mających pozytywne znaczenie w żywieniu człowieka, dietetyce oraz profilaktyce niektórych chorób cywilizacyjnych. Lista tych związków jest bardzo długa. Jako szczególnie cenne dla człowieka są składniki błonnika pokarmowego (pentozy, fruktany i β -glukany, a w szczególności ich frakcje rozpuszczalne w wodzie (3, 30, 31, 41). Oprócz stosunkowo dużych ilości błonnika pokarmowego oraz łatwo przyswajalnych białek i witamin ziarno żyta zawiera także kwasy fenolowe (np. ferulowy i kawowy) oraz fitoestrogeny

(np. secoisolariciresinol – SECO, matairesinol – MAT) (8, 16, 28, 33). Ostatnio coraz większe zainteresowanie w kontekście wykorzystania żyta w przemyśle spożywczym budzą kwasy hydroksamowe (40). Z danych literaturowych wynika, że w żytniej mące razowej można wyróżnić następujące związki z tej grupy: 2-benzoksazolin (BOA), 7-metoksy-2-benzoksazolin (MBOA), laktamy, takie jak: 2-hydrokso-1,4-benzoksazolin-3-on (HBOA) oraz 2-hydrokso-7-metoksy-1,4-benzoksazyn-3-on (HMBOA) czy ich odpowiedniki glukozydowe, a ponadto 2,4-dihydrokso-1,4-benzoksazyn-3-on (DIBOA) czy 2,4-dihydrokso-7-metoksy-1,4-benzoksazyn-3-on (DIMBOA) i ich odpowiednie glukozydy (1, 6). Związki te występują w ziarnie w stosunkowo niewielkiej ilości, ale jeśli przyjąć, że pieczywo spożywa się niemal codziennie, to okazuje się, że ilości tych substancji dostarczanych do organizmu są całkiem duże. Ważnym przyczynkiem do wzmocnienia hipotezy o pozytywnym wpływie kwasów hydroksamowych na organizm człowieka jest to, że istnieje wyraźne podobieństwo strukturalne MBOA i melatoniny – hormonu odpowiadającego za zwiększenie produkcji w organizmie czynnika przeciwzapalnego IL-10 (25). Pozytywne efekty związków fenolowych w badaniach klinicznych zaowocowały powstawaniem prac patentowych dotyczących medycznego wykorzystania wybranych związków z grupy bezoksazoli (36). Można założyć, że wraz ze zwiększaniem zainteresowania spożyciem pieczywa żytniego zawartość związków bioaktywnych w poszczególnych odmianach stanie się ważnym wyznacznikiem do określania ich przydatności do produkcji zdrowej żywności. O tym, że zmienność odmianowa w zakresie ich gromadzenia w ziarnie jest duża świadczą wiele badań. Dobrym przykładem mogą być także badania autora (rys. 3).



Rys. 3. Zawartość alkilrezorcynoli w ziarnie żyta w zależności od odmiany i intensywności technologii (2013 rok)

Źródło: opracowanie własne

Wpływ agrotechniki na cechy jakościowe ziarna żyta

Żyto jest gatunkiem, któremu producenci poświęcają na ogół zdecydowanie mniej uwagi niż pszenicy, chociaż liczne badania wskazują na bardzo silny wpływ intensywności technologii na wysokość plonów tego gatunku (11,12). Zabiegi agrotechniczne zmieniają jakość ziarna żyta – niekiedy znacząco. Jak wynika z badań Bowszysa i in. (2), nawet wapnowanie może w pewnych warunkach odegrać w tym względzie dużą rolę. Zabieg ten w połączeniu z nawozami jednoskładnikowymi zwiększył zawartość azotu białkowego w ziarnie odmiany mieszańcowej o 24%, a w populacyjnej o 31%. Z badań Budzyńskiego i in. (4) można wywnioskować, że podstawowy, plonotwórczy czynnik jakim jest azot, nawet stosowany w wysokiej dawce $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ w niewielkim stopniu wpływa na zmniejszenie takich parametrów, jak masa 1000 ziaren czy wyrównanie (4). Również niewielkie zmiany pod wpływem rosnących dawek azotu zaobserwowano w przypadku liczby opadania. Natomiast w badaniach Budzyńskiego i in. (4) składnik ten negatywnie wpływał na maksymalną lepkość kleiku skrobiowego; dawka powyżej $30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ powodowała jej obniżenie nawet o 20% (tab. 4).

Tabela 4

Wpływ nawożenia azotem na cechy fizyczne ziarna żyta (średnio z 3 lat)

Cecha ziarna	Odmiana	Dawka N						Średnio
		0	30	60	60 + 30	90 + 30	90 + 60	
Masa 1000 ziaren (g)	Amilo	32,6	34,2	33,7	32,7	31,7	32,4	32,9
	Esprit	34,4	35,3	33,9	34,5	33,0	33,5	34,1
	Średnio	33,5	34,7	33,8	33,6	32,3	32,9	33,5
NIR: nawożenie – r.n.; odmiana – 0,5								
Wyrównanie (%)	Amilo	77,5	85,2	84,7	78,8	81,1	82,2	81,6
	Esprit	91,9	90,5	88,0	92,9	82,4	83,1	88,1
	Średnio	84,7	87,8	86,3	85,9	81,7	82,6	84,8
NIR: nawożenie – 1,6; odmiana – 0,6								

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Budzyński i in., 2004 (4)

Ważną rolę w technologii produkcji zbóż odgrywa ochrona przed chwastami. Silne zachwaszczenie może doprowadzić nie tylko do dużego spadku plonu, ale także do obniżenia jego jakości (9). Rodzaj stosowanego herbicydu nie ma większego wpływu na jakość ziarna i wytworzonego z niego chleba (26). Straty w plonie wywołane wystąpieniem w zasiewach żyta takich chorób, jak mączniak właściwy (*Blumeria graminis*) czy rdza brunatna (*Puccinia recondita*) mogą sięgać nawet 29% (15, 32). Bardzo duże straty ilościowe na ogół nie pozostają bez wpływu na jakość. Jednak stosunkowo najwięcej uwagi w przypadku chorób w kontekście zmian jakościowych poświęca się fuzariozom, których występowanie bywa nie tylko powodem negatyw-

nych zmian w zakresie podstawowych parametrów jakości, jak masa 1000 ziaren czy wyrównanie, ale także może prowadzić do skażenia ich mikotoksynami. W „Metodyce integrowanej ochrony żyta” (29) dla ograniczenia metodami niechemicznymi chorób fuzaryjnych kłosa proponuje się stosowanie kwalifikowanego materiału siewnego, niszczenie źródeł infekcji pierwotnych, stosowanie możliwie pełnego zakresu upraw późniejszych i przedwiosennych (podorywka i głęboka orka jesienią), właściwe nawożenie (z zachowaniem odpowiedniego stosunku NPK). W tymże opracowaniu wymienione są także substancje czynne fungicydów zarejestrowane do zwalczania fuzariozy kłosów, w tym: prochloraz i karbendazym, prochloraz i fluchinkonazol, fenpropimorf i epoksykonazol, fenpropimorf i epoksykonazol oraz krezoksym metylu, propikonazol i cypikonazol, protikonazol i tebukonazol. Generalnie zwalczanie fuzarioz w życie, podobnie jak w innych zbożach, jest bardzo trudne i nie zawsze działania te są wystarczające dla zmniejszenia natężenia występowania tych chorób w stopniu wystarczającym do ograniczenia ich negatywnego wpływu na plonowanie oraz na występowanie mikotoksyn. Niektóre badania wskazują, że problematyka zwalczania chorób fuzaryjnych jest bardzo złożona. Dokumentują to wyniki uzyskane przez Gaurilcikiene i in. (7), w których w roku z największym porażeniem przez fuzariozę kłosów zastosowanie azoksystrobiny najsilniej ograniczyło stopień porażenia przez te choroby, ale było także czynnikiem wpływającym na zwiększenie zawartości DON oraz T2 w ziarnie żyta (tab. 5 i 6).

Tabela 5

Wpływ stosowania fungicydów na występowanie fuzariozy kłosów oraz odsetek zainfekowanych kłosów (lata 2004–2006)

Fungicyd (substancja aktywna)	Odsetek kłosów porażonych przez fuzariozę kłosów (%)
2004	
Kontrola	40,0
Propikonazol	21,6
Tebukonazol	18,3
Azoksystrobina	11,7
2005	
Kontrola	5,0
Propikonazol	21,7
Tebukonazol	6,7
Azoksystrobina	20,0
2006	
Kontrola	0
Propikonazol	0
Tebukonazol	0
Azoksystrobina	0

Źródło: Gaurilcikiene i in., 2011 (7)

Tabela 6

Wpływ stosowania fungicydów na ilość mikotoksyn w ziarnie żyta i pszenżyta w 2004 roku

Fungicyd – substancja aktywna	Zawartość mikotoksyn ($\mu \cdot \text{kg}^{-1}$)	
	DON	T-2
żyto		
Kotrola	<100	23,5
Propikonazol	281,7*	53,8
Tebukonazol	578,1**	42,1
Azoksystrobina	634,0**	134,1
pszenżyto		
Kotrola	419,6	47,7
Propikonazol	361,3	47,8
Tebukonazol	240,6*	51,0
Azoksystrobina	170,5*	0

* różnice istotne w stosunku do obiektu kontrolnego ($P = 0,95$);** różnice istotne w stosunku do obiektu kontrolnego ($P = 0,99$)

Źródło: Gaurilcikieni et al., 2011 (7)

Oprócz technologii tradycyjnych, różniących się wysokością dawek nawozów oraz zakresem ochrony chemicznej należy wyróżnić także technologie, w których w ogóle nie stosuje się wymienionych, przemysłowych środków produkcji (22). Są to technologie właściwe dla gospodarstw ekologicznych, odgrywające coraz większą rolę w dostarczaniu produktów żywnościowych na nasz rynek. Problematyka jakości płodów rolnych pochodzących z takich gospodarstw znajduje swoje odzwierciedlenie także w badaniach naukowych (27, 39). Mazurkiewicz (27) porównał jakość ziarna żyta produkowanego w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. W badaniach tego autora ziarno wytworzone metodami ekologicznymi (bez przemysłowych środków produkcji) charakteryzowało się wyższą masą tysiąca ziaren, ale zdecydowanie niższą celnością (o 30%) (tab. 7). Ponadto mąka pozyskana z ziarna produkowanego metodami ekologicznymi charakteryzowała się zdecydowanie niższym (o 80%) wskaźnikiem sedimentacji. Natomiast liczba opadania w systemie ekologicznym i konwencjonalnym nie różniła się istotnie.

Tabela 7

Właściwości fizyczne ziarna żyta odmiany Dańkowskie Złote uprawianego metodami ekologicznymi i konwencjonalnym

Sposób produkcji	Masa 1000 ziaren (g)	Gęstość ziarna w stanie zsypanym (kg/m^3)	Szklistość (%)	Celność (%)	Wyrównanie (%)
Konwencjonalny	31,5	757,2	70	56,0	77,6
Ekologiczny	33,7	740,6	86	43,1	81,6

Źródło: Mazurkiewicz, 2003 (27)

Brakuje w literaturze doniesień o możliwości kształtowania jakości ziarna żyta w zakresie zawartości związków bioaktywnych opisanych w poprzednim rozdziale. Niewykluczone jednak, że taka możliwość istnieje i w przyszłości kształtowanie jakości ziarna żyta poprzez technologię produkcji będzie pewną normą.

Podsumowanie

Literatura dotycząca jakości ziarna żyta jest stosunkowo uboga. Wynika z niej, że zmienność w zakresie cech jakościowych ziarna tego gatunku decydujących o jego przydatności dla przemysłu młynarskiego, czy też cech reologicznych ciasta jest stosunkowo duża. Obniżenie parametrów jakości poniżej poziomu akceptowalnego przez młynarzy czy piekarzy zachodzi u żyta dość łatwo pod wpływem niekorzystnych warunków pogodowych (opady deszczu) w czasie dojrzewania ziarna i żniw. Ponadto duże znaczenie w obniżeniu jakości ziarna żyta może odegrać pogoda w okresie poprzedzającym dojrzewanie, w szczególności w okresie kłoszenia i kwitnienia, kiedy to w warunkach dużej wilgotności i odpowiednio wysokiej temperatury może dojść do porażenia przez choroby fuzaryjne będące bezpośrednią przyczyną skażenia ziarna mikotoksynami.

Ważną rolę w kształtowaniu jakości ziarna żyta odgrywa agrotechnika, która w praktyce bardzo często jest niedostosowana do zagrożeń wynikających z przebiegu pogody, np. związanych z wyleganiem czy występowaniem chorób. Ponadto duże możliwości oddziaływania producenta na jakość uzyskiwanego plonu ziarna żyta wynikają z wyboru odmiany, ponieważ różnice międzyodmianowe w przypadku niektórych cech jakości są nawet kilkudziesięcioprocentowe.

Wydaje się, że najbliższe lata powinny przynieść w naszym kraju wyraźny wzrost zainteresowania spożywaniem chleba żytniego i innych przetworów uzyskanych z mąki tego gatunku i w związku z tym należy założyć zwiększenie zapotrzebowania na badania nad jakością ziarna żyta, w tym także w zakresie zmian zawartości w nim związków bioaktywnych.

Literatura

1. Bacon C.W., Hinton D.M., Glenn A.E., Macias F.A., Marin D.: Interactions of *Bacillus mojavensis* and *Fusarium verticillioides* with a benzoxazolinone (BOA) and its transformation product, APO. *J. Chem. Ecol.*, 2007, **33**: 1885-1897.
2. B o w s z y s J., B o w s z y s T., W i e r z b o w s k a J.: Wpływ wapnowania na zawartość i skład białka żyta ozimego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 2010, **556**: 49-55.
3. B o r o s D.: Aktualne wymagania jakościowe zbóż ze szczególnym uwzględnieniem pszenicy w zależności od sposobu użytkowania. *Biul. IHAR*, 2005, **235**: 87-93.

4. Budzyński W., Gleń A., Bielski S.: Wartość technologiczna ziarna żyta mieszańcowego i populacyjnego w zależności od poziomu nawożenia azotem. Pam. Puł., 2004, **135**: 19-32.
5. Buksa K., Nowotna A., Gambuś H., Krawontka J., Sabat R., Noga M.: Analiza towaroznawcza i skład chemiczny ziarna wybranych polskich odmian żyta, pochodzących z trzech kolejnych lat uprawy. Acta Agroph., 2012, **19(2)**: 265-276.
6. Fomsgaard I.S., Mortensen A.G., Holm P.B., Gregersen P.: Use of benzoxazinoids-containing cereal grain products for health-improving purposes. PA 84245, 2008.
7. Gaurilcikiene I., Mankeviciene A., Suproniene S.: The effect of fungicides on rye and triticale grain contamination with Fusarium fungi and mycotoxins. Zemdyrbyste-Agriculture, 2011, **98(1)**: 19-26.
8. Gąsiorowski H.: Żyto: chemia i technologia. PWRiL, Poznań 1994.
9. Gołębiewska H., Płaskowska E., Sadowski J., Wysocki A.: Oddziaływanie systemu uprawy roli i herbicydów na zdrowotność oraz jakość plonów odmian żyta ozimego. Prog. Plant Prot., 2011, **51(2)**: 852-857.
10. Górski T., Krasowicz S., Kuś J.: Glebowo klimatyczny potencjał Polski w produkcji zbóż. Pam. Puł., 1999, **114**: 127-142.
11. Grabiński J., Hołubowicz-Kliza G., Brzózka F.: Uprawa i wykorzystanie żyta ozimego. Instr. upowszech. IUNG-PIB, 2007, 138: 1-80.
12. Grabiński J., Podolska G.: Stan aktualny i perspektywy zmian w produkcji zbóż w Polsce. Studia i Raporty IUNG-PIB, 2009, **14**: 55-70.
13. GUS. Wynikowy szacunek produkcji głównych ziemiopłodów rolnych i ogrodnich. Warszawa 2014.
14. Hansen H.B., Rasmussen C.V, Bach Knudsen K.E., Hansen Å.: Effects of genotype and harvest year on content and composition of dietary fibre in rye (*Secale cereale* L) grain. J. Sci. Food Agric., 2002, **83(1)**: 76-85.
15. Hartleb H., Hartmann G., Wolff C., Rucker P.: Yield effect of leaf rust (*Puccinia recondite* Rob. Ex Desm.) on wheat and rye and *Puccinia hordei* Otth. on barley with respect to cultivar susceptibility at at Sachsen-Anhalt. Gesunde Pflanzen, 1995, **47**: 59-64.
16. Heinonen S., Nurmi T., Liukkonen K., Poutanen K., Wahala K., Deyama T., Nishibe S., Adlercreutz H.: In vitro metabolism of plant lignans: New precursors of mammalian lignans enterolactone and enterodiol. J Agric. Food Chem., 2001, **49**: 3178-3186.
17. Jasińska I., Kołodziejczyk P., Michniewicz J.: Ziarno żyta jako potencjalne źródło składników prozdrowotnych w diecie. Żywność-Nauka-Technologia-Jakość, 2006, **2(47)**: 85-92.
18. Juntunen K.S., Mazur W.M., Liukkonen K.H., Uehara M., Poutanen K.S., Adlercreutz H.C., Mykkänen H.M.: Consumption of wholemeal rye bread increases serum concentrations and urinary excretion of enterolactone compared with consumption of white wheat bread in healthy Finnish men and women. Br. J. Nutr., 2000, **84(6)**: 839-46.
19. Kamel B.S., Stauffer C.E.: Advances in Baking technology. Blackie Academic and Professional. London 1993.
20. Katina K., Arendt E., Liukkonen K.H., Autio K., Flandera L., Poutanen K.: Potential of sour-dough for healthier cereal products. Trends Food Sci. Technol., 2005, **16(1-3)**: 104-112.
21. Król B., Grzelak K.: Qualitative and quantitative composition of fructooligosaccharides in bread. Eur. Food Res. Technol., 2006, **223(6)**: 755-758.

22. Kurowski T.P., Damszel M., Wysocka U., Sadowski T., Rychcik B.: Zdrowotność żyta ozimego uprawianego w systemie konwencjonalnym i ekologicznym. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin*, **52(4)**: 1188-1192.
23. Lindhauer M., Weipert D.: Die Qualität der deutschen Roggenernte. Die Muhle+Mischfuttertechnik, 2001, **138(21)**: 631-682.
24. Lista opisowa odmian. COBORU, Słupia Wielka 2013.
25. Majewska M., Zajac K., Zemelka M., Szczepanik M.: Influence of melatonin and its precursor L-tryptophan on TH1 dependent contact hypersensitivity. *J. Physiol. Pharmacol.*, 2007, **58(Suppl. 6)**: 125-132
26. Marczewski K., Rola H., Biskupski A., Sumińska J.: Wpływ herbicydów stosowanych w uprawie żyta na wartość technologiczną ziarna wybranych odmian. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 2010, **556**: 165-174.
27. Mazurkiewicz J.: Porównanie jakości technologicznej pszenicy i żyta uprawianych w warunkach konwencjonalnych i gospodarstwa ekologicznego. *Acta Agroph.*, 2003, **6(3)**: 729-741.
28. Mazur W., Adlercreutz H.: Overview of naturally occurring endocrine-active substances in the human diet relations to human health. *Nutrition*, 2000, **16**: 654-687.
29. Metodyka integrowanej ochrony żyta. IOR. Poznań 2013. <http://www.minrol.gov.pl/Informacje-branżowe/Produkcja-roslinna/Ochrona-roslin/Integrowana-ochrona-roslin/Metodyki-integrowanej-ochrony-roslin>
30. Michniewicz J., Gąsiorowski H.: Beta-glukany zbożowe i ich rola w przemyśle i żywieniu człowieka. *Post. Nauk Roln.*, 1994, **1(247)**: 41- 49.
31. Michniewicz J.: Pentozany w technologii produkcji zbóż. *Rocz. AR Poznań*, 1995, **261**: 70-77.
32. Miedaner T., Sperling U.: Effect of leaf rust on yield components of winter rye hybrids and assessment of quantitative resistance. *J. Phytopathol.*, **143**: 725-730.
33. Nilsson M., Aman P., Harkonen H., Hallmans G., Knudsen K.E.B., Mazur W., Adlercreutz H.: Content of nutrients and lignans in roller milled fraction of rye. *J. Sci. Food Agric.*, 1997, **73**: 143-148.
34. Nowotna A., Buksa K., Gambuś H., Gnela H., Ziobro R., Sabat R., Krawontka J.: Użycie mąki całościowej z różnych odmian żyta w piekarstwie. *Żywność-Nauka-Technologia-Jakość*, 2007, **3(52)**: 90-97.
35. Rothkaehl J.: Ocena amylograficzna a liczba opadania. *Biul. Inf. CLTPPZ*, 2000, **3-4**: 29-37.
36. Rosenfeld M.J., Forsberg S.R.: Compounds for use in weight loss and appetite suppression in humans. Patent No US 7,507,731 B2.
37. Rozporządzenie Komisji (UE) NR 165/2010 z dnia 26 lutego 2010 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych w odniesieniu do aflatoksyn. (*Dz.Urz. WE L 50/8*).
38. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. (*Dz.Urz. WE L 364/5*).
39. Sadowski T., Rychcik B.: Plonowanie i wybrane cechy jakości ziarna żyta ozimego w okresie przestawiania jego uprawy na system ekologiczny. *Ann. UMCS, Sec. E*, **65(2)**: 91-99.
40. Understrup A.G., Ravnskov S., Hansen H.C.B., Fomsgaard I.S.: Biotransformation of 2-benzoxazolinone to 2-amino-phenoxazin-3-one and 2-acetylamino-phenoxazin-3-one in soil. *J. Chem. Ecol.* 2005, **31**: 1205-1222.

41. V i n k x C.J.A., D e l c o u r J.A.: Rye (*Secale cereal* L.) arabinoxylans: a critical review. *J. Cereal Sci.*, 1996, **24**: 1-14.
-

Adres do korespondencji:

dr hab. Jerzy Grabiński, prof. nadzw.
Zakład Uprawy Roślin Zbożowych
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. 81 47 86 811
e-mail: jurek@iung.pulawy.pl