

FRANCISZEK RUDNICKI

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
Katedra Podstaw Produkcji Roślinnej i Doświadczalnictwa

Postęp hodowlany pszenżyta ozimego w latach 1982–2012

II. Odporność na czynniki biotyczne i abiotyczne

Breeding progress of winter triticale in years 1982–2012

II. Resistance to biotic and abiotic stresses

W tej pracy dokonano oceny efektów hodowli pszenżyta ozimego pod względem odporności na 10 czynników stresogennych dla roślin. W ocenach uwzględniono odmiany pszenżyta znajdujące się w polskim rejestrze odmian w latach 1982–2012. Zastosowano analogiczne metody jak w I części pracy (Rudnicki, 2014 a, 2014 b). Stwierdzono, że odporność średnia odmian pszenżyta ozimego na większość ocenionych czynników stresowych zmniejszała się wraz z upływem lat. Postęp hodowlany w odporności na poszczególne czynniki stresowe wносиły nieliczne odmiany spośród rejestrowanych. Sukcesem hodowli odpornościowej była zwłaszcza odmiana ‘Fidelio’, wpisana do rejestru odmian w 1997 roku, która wniosła duży i trwały postęp pod względem niemal wszystkich czynników stresowych. Wraz z upływem lat badań wiele odmian, rejestrowanych po 1996 roku, traciło swą początkową odporność na patogeny, zwłaszcza na mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną. Utrata tych odporności następowała zwykle tym szybciej im później odmiany były rejestrowane. Przed 2001 rokiem patogeny chorobotwórcze, z wyjątkiem rdzy brunatnej, nie wpływały istotnie na plonowanie pszenżyta ozimego, natomiast w późniejszym okresie ich wpływ był znaczący.

Słowa kluczowe: odmiana, mrozooporność, odporność na patogeny, pszenżyto ozime

The evaluations of breeding progress of winter triticale with regards to the resistance to 10 stress factors have been presented in the paper. The cultivars of triticale in the Polish Registration list between 1982–2012 have been used to assess the progress. Analogous methods were applied as in the first part of the work (Rudnicki, 2014 a, 2014 b). It was found that the resistance of the standard cultivars of winter triticale to most rated stressors decreased over the years. Few cultivars among registered ones brought the breeding progress in resistance to various diseases. Spectacular success in resistance breeding was in case of cv. ‘Fidelio’, that entered to the register of varieties in 1997, and brought a large and sustained progress in resistance to almost all stresses. With the passage of years of research many cultivars, registered since 1996, lost their initial resistance to pathogens, especially to powdery mildew and leaf rust. The loss of resistance usually happened faster for the varieties registered later.

Before 2001 diseases, with the exception of brown rust, had no significant effect on the yield of winter triticale, while in the later period their impact became significant.

Key words: cultivar, frost hardiness, resistance to pathogens, winter triticale

WSTĘP

Efekty produkcyjne uprawy roślin wyraźnie zależą od oddziaływań czynników stresogennych środowiska przyrodniczego oraz od odporności roślin na te oddziaływania. Wiele czynników wywołujących stres u roślin w uprawach polowych nie poddaje się regulacji przez człowieka (np. mróz, wiatr), albo te możliwości są niewielkie lub kosztowne (np. niska jakość gleby, obecność patogenów i szkodników roślin). Dlatego w hodowli odpornościowej roślin uprawnych upatruje się szansy ograniczania szkód powodowanych tymi czynnikami.

Do niedawna pszenżyto było rośliną wysoce odporną na większość chorób. Jednak wraz z rosnącymi rozmiarami jego uprawy pojawiły się patogeny, które dostosowały się do tego gatunku jako żywiciela. Szacuje się, że większość tych patogenów, przy przeciętnym porażeniu roślin, powoduje utratę 10–15% plonu, a przy silnym porażeniu nawet kilkadziesiąt procent (Woś i Strzembicka, 2011). Na ryzyko uprawy pszenżyta ozimego w dużym stopniu wpływa jego mrozoodporność, która jest zwykle nieco większa niż pszenicy ozimej (Tokarski, 2011).

Odporność roślin uprawnych na czynniki stresowe jest oceniana zwykle liczbą punktów w przyjętej skali bonitacyjnej. W badaniach COBORU jest stosowana skala 9-stopniowa. Znaczy to, że poprawa cech odporności może osiągać ograniczoną liczbowo wartość 9°, odpowiadającą pełnej odporności na dany czynnik.

Celem pracy jest poznanie efektów hodowli odpornościowej pszenżyta ozimego w latach 1982–2012 oraz znaczenia odporności odmian na 10 czynników stresogennych dla roślin w kształtowaniu plonu ziarna pszenżyta.

MATERIAŁ DANYCH ŹRÓDŁOWYCH I METODY

Dane wykorzystane w tej pracy pozyskano z tych samych źródeł co w części I (Rudnicki, 2014 b) z tym, że dotyczą takich cech odmian pszenżyta ozimego jak: mrozoodporność, odporność na wyleganie oraz odporność na 8 patogenów chorobotwórczych (łącznie 10 cech). Uwzględniono dane będące średnimi wartościami poszczególnych cech odmian z licznych doświadczeń realizowanych na obszarze kraju. W przypadku, gdy doświadczenia były prowadzone na dwóch poziomach agrotechniki przyjęto dane z poziomu przeciętnego (a1), ponieważ na tym poziomie nie są wykonywane zabiegi fungicydowe (z wyjątkiem zaprawiania ziarna siewnego) oraz zabiegi zapobiegające wyleganiu roślin. Pozyskane dane uporządkowano chronologicznie względem lat rejestracji odmian i lat w których były one badane. Ogólna liczba danych z lat i odmian dla poszczególnych cech wyniosła 540–549, z wyjątkiem pleśni śniegowej (468), rynchosporiozy (433) i fuzariozy kłosów (350). Wszystkie te dane miały rozkład normalny lub bardzo zbliżony do normalnego.

Analizę danych rozpoczęto od wyznaczenia średnich wartości poszczególnych cech odporności pszenżyta w okresie lat 1982–2012 i w 3 podokresach oraz korelacji wartości cech z latami. Wykonano je uwzględniając wszystkie odmiany będące w badaniach oraz osobno odmiany nowo rejestrowane w poszczególnych latach, z pominięciem pozostałych. W tym drugim przypadku wartość cechy dla roku rejestracji odmiany wyliczano jako średnią z 4 pierwszych lat jej badania.

Zmiany odporności pszenżyta na niektóre czynniki stresowe wraz z upływem lat były krzywoliniowe, dlatego dla tych cech wyznaczono równania regresji wielomianowej II^o. Zmienną zależną była wartość średnia cechy wszystkich odmian badanych w poszczególnych latach, a zmienną niezależną kolejny rok. Na podstawie tych statystycznie istotnych równań oszacowano wartości danej cechy dla lat 1982, 1992, 2002 i 2012.

Do oceny postępu hodowlanego wnoszonego przez poszczególne odmiany pod względem ich odporności na mróz, wyleganie i patogeny zastosowano własną metodę (Rudnicki, 2014 a), polegającą na wyznaczaniu 4 wskaźników: postępu hodowlanego (PHO); użytecznego postępu hodowlanego (UPHO); użytecznej trwałości odmiany (UTO); wartości użytkowej odmiany pod względem danej cechy (WOC). Takim wskaźnikowym ocenom poddano 59 odmian pszenżyta, które były rejestrowane w latach 1984–2011, i które były badane w doświadczeniach przez 4 lub więcej lat.

Wraz z upływem lat użytkowania zmienia się w różnym stopniu odporność roślin poszczególnych odmian na patogeny chorobotwórcze (Silvey, 1978; Mackay i in., 2011). Dlatego dokonano oceny liczby lat po jakich obniża się ta odporność o 0,5, 1, 2, 3 stopnie skali oceny. W tym celu zastosowano regresję wielomianową II^o, w której zmienną zależną była ocena odporności odmiany na danego patogena, a zmienną niezależną kolejne lata badania tej odmiany.

Wyznaczono zależność plonów pszenżyta od odporności jego odmian na czynniki stresowe. Zastosowano analizę regresji wielokrotnej grzbietowej z krokową eliminacją nieistotnych statystycznie zmiennych niezależnych. Wybór modelu grzbietowego regresji uzasadniały dość liczne istotne korelacje między niektórymi zmiennymi niezależnymi. Tymi zmiennymi niezależnymi były czynniki stresogenne dla roślin (10 cech), a zmienną zależną plon ziarna. W takiej analizie wyrazy równania wskazują oszacowany wpływ każdego z czynników stresowych na plon ziarna, a ten wpływ jest wyrażany zmianą plonu przypadającą na zmianę odporności na dany czynnik stresowy o 1^o skali oceny. Całość równania pozwala natomiast szacować łączny wpływ wszystkich, statystycznie istotnych, czynników stresowych na plon. Analizy takie wykonano dla wszystkich odmian badanych w latach 1982–2000, 2001–2012 oraz w całym okresie 1982–2012. Oceny zależności plonu od odporności odmian na czynniki stresowe nie są możliwe na danych rzeczywistych, ponieważ zależności takie silnie modyfikują warunki środowiskowe. Często bywa, że warunki środowiskowe, zwłaszcza meteorologiczne w latach, sprzyjają nasileniu chorób roślin, ale też sprzyjają dobremu plonowaniu. Wówczas wysokie plonowanie zachodzi pomimo obniżonej zdrowotności roślin, a nie dzięki niej. Ponadto plon jest wyrażany w nieograniczonym przedziale otwartym jednostek fizycznych, a odporność roślin na czynniki stresowe w punktach skali 9^o przedziału domkniętego. To sprawia, że wraz z upływem lat plony mogą zwiększać się w stopniu względnie nieograniczonym (naturalnie

w pewnym zakresie), a odporności roślin na czynniki stresowe tylko do wartości 9° skali ocen. Dlatego analizy wykonane na danych rzeczywistych prowadzą do fałszywych wyników na przykład takich, że plony maleją wraz z poprawą odporności na dany czynnik stresowy. Aby uniknąć tej wady i wyodrębnić zależność plonu ziarna pszenżyta od odporności odmian na dany czynnik stresowy spośród innych czynników wpływających także na plonowanie dokonano przekształcenia danych według wzoru:

$$x_{ij} = \bar{C} + (c_{ij} - \bar{c}_j),$$

gdzie: x_{ij} — przekształcona wartość cechy i -tej odmiany w j -tym roku; c_{ij} — rzeczywista wartość cechy i -tej odmiany w j -tym roku; \bar{c}_j — średnia wartość cechy wszystkich odmian występujących w j -tym roku; \bar{C} — średnia wartość cechy z lat uwzględnionych w analizie.

WYNIKI I DYSKUSJA

Mrozoodporność pszenżyta ozimego w wysokim stopniu decyduje o jego zimotrwałości i te cechy wykazują wyraźną zbieżność (Pluto, 1993). Znaczenie mrozoodporności odmian ujawnia się w warunkach ostrych zim. Wówczas odmiany i linie hodowlane o większej mrozoodporności plonują istotnie lepiej niż te o mniejszej mrozoodporności (Szelaż i in., 2002). Zdaniem Banaszak i in. (1998) spośród różnych czynników „niedostateczna mrozoodporność w największym stopniu limituje zimotrwałość tego gatunku w naszym kraju”.

W początkowym okresie hodowli pszenżyta ozimego (do 1990 roku) następował zauważalny postęp pod względem mrozoodporności. Wnosiły go zwłaszcza kolejno odmiany ‘Grado’, ‘Bolero’, ‘Largo’, ‘Almo’ (tab. 3). Te i inne odmiany rejestrowane w latach 1984–1990 wykazywały mrozoodporność powyżej 6° w 9° skali ocen, a niektóre (‘Largo’, ‘Almo’) powyżej 7,5°. Ówczesne odmiany pszenżyta ustępowały wprawdzie mrozoodporności żyta, ale przewyższały lub dorównywały mrozoodporności pszenicy ozimej odmiany ‘Grana’ (Pluto, 1993). W dalszych latach postępowało stopniowe obniżanie mrozoodporności pszenżyta ozimego. Świadczą o tym malejące wartości tej cechy w 3 kolejnych podokresach oraz wysoko istotny ujemny współczynnik korelacji z latami ($r = -0,80$). Toteż po 2004 roku średnia mrozoodporność odmian spadła do poziomu poniżej 5° skali (tab. 1 i 2). Trend spadkowy mrozoodporności dotyczy zarówno średniej wszystkich odmian jak i kolejno rejestrowanych odmian najlepszych pod względem tej cechy (tab. 1). W całym okresie lat 1984–2011 postęp hodowlany, pod względem mrozoodporności, wносиło tylko 6 odmian. Uwzględniając wnoszony postęp i jego trwałość do grupy najlepszych pod tym względem można zaliczyć odmiany: ‘Janko’, ‘Prado’, ‘Pawo’, ‘Malno’, ‘Witon’, ‘Almo’, a z nowszych ‘Trismart’, ‘Grenado’, ‘Borwo’, ‘Pigmej’, ‘Pizarro’ (tab. 5).

Tabela 1

Średnie wartości (skala 1–9°) cech pszenżyta ozimego w różnych okresach lat oraz ich korelacje z latami 1982–2012

The averages of characteristics (values in 1–9° scale) of winter triticales in year intervals as well as their correlation with years 1982–2012

Odporność na Resistant to	Odmiany* Cultivars	Przedział lat — Years interval				1982–2012 r**
		1982–1990	1991–2000	2001–2010	1982–2012	
Mróz Frost	W NNR	6,70 6,95	6,30 7,06	5,00 5,42	5,90 6,36	-0,80 -0,65
Wyleganie Lodging	W NNR	6,81 6,84	7,17 7,67	6,96 7,30	7,00 7,36	0,08 0,44
Pleśń śniegową Snow mould	W NNR	8,21 8,29	7,68 7,96	7,71 7,96	7,88 8,10	-0,26 -0,04
Mączniaka prawdziwego Powdery mildew	W NNR	8,18 8,20	8,34 8,36	7,72 8,32	8,04 8,29	-0,53 0,11
Rdzę brunatną Brown rust	W NNR	8,17 8,16	8,32 8,48	7,55 8,29	8,00 8,31	-0,64 0,24
Septoriozę liści Septoria leaf spot	W NNR	7,30 7,28	6,86 7,00	7,06 7,39	7,05 7,27	-0,27 0,23
Septoriozę plew Septoria spikelet glume	W NNR	7,79 7,80	7,45 7,62	7,38 7,73	7,50 7,73	-0,58 0,04
Choroby podstawy źdźbła Take-all diseases	W NNR	7,49 7,53	8,07 8,14	8,00 8,03	7,90 7,94	0,42 0,66
Rynchosporiozę Rhynchosporium	W NNR	— —	7,78 7,90	7,79 7,90	7,80 7,90	0,06 0,00
Fuzariozę kłosów Ear fusariosis	W NNR	— —	— —	7,90 8,14	7,90 8,14	-0,76 -0,59

* W — średnio wszystkie badane; average for all examined cultivars; NNR — najlepsze spośród nowo rejestrowanych w poszczególnych latach; the best of newly registered cultivars in individual years

** współczynnik korelacji z latami; correlation coefficient with years; czcionka pogrubiona — współczynnik istotny przy $\alpha = 0,05$; in bold — significant coefficient at $\alpha = 0.05$

Tabela 2

Oszacowana regresją II^o odporność pszenżyta ozimego na niektóre czynniki stresowe w latach 1982–2012 (średnie wszystkich odmian; wyniki w skali 1–9°)Resistance of the winter triticales to some stress factors in 1982–2012 years (averages of all varieties; results in the 1–9° scale) estimated by 2nd degree regression

Odporność na: Resistance to:	Rok — Year				R*
	1982	1992	2002	2012	
Mróz Frost	6,87	6,46	5,60	4,31	0,814
Mączniaka prawdziwego Powdery mildew	8,04	8,35	8,06	7,18	0,708
Rdzę brunatną Brown rust	8,29	8,19	7,92	7,50	0,660
Septoriozę liści Septoria leaf spot	7,61	7,01	6,89	7,24	0,524
Septoriozę plew Septoria spikelet glume	7,90	7,59	7,38	7,27	0,591
Choroby podstawy źdźbła Take-all diseases	7,19	7,88	8,09	7,83	0,610
Fuzariozę kłosów Ear fusariosis	—	—	7,99	7,62	0,783

*Stosunek korelacyjny; Correlational relationship

W całym okresie 31 lat plony ziarna pszenżyta wykazały wprawdzie słabą, ale wysoko istotną korelację dodatnią z mrozoodpornością odmian (tab. 9), a silnie ujawniała się ona zwłaszcza w latach 1997, 1998, 2011, 2012. W tym ostatnim roku, po ostrej zimie 2011/2012, plony odmian pszenżyta były w szczególnie wysokim stopniu związane z ich mrozoodpornością (współczynnik determinacji $r^2 = 0,82$). Oszacowana regresją wielokrotną cząstkową zależność plonu ziarna pszenżyta od mrozoodporności odmian, w całym okresie 31 lat, wykazała wzrost plonu o $0,68 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ wraz ze wzrostem mrozoodporności o 1° (tab. 9). Ten względnie nieduży przeciętny wzrost plonu wynika z faktu, że w większości lat o łagodnych zimach stopień mrozoodporności odmian nie miał wpływu na ich plonowanie, albo wpływ ten był niewielki. Jednak w latach 2011–2012 znaczenie tej właściwości odmian pszenżyta było duże. Współczynnik korelacji wyniósł $r = 0,75$, a plony zwiększały się o $5,04 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ wraz ze wzrostem mrozoodporności odmian o 1° skali oceny.

Zimotrwałość odmian pszenżyta wiąże się z ich mrozoodpornością, ale także z uszkodzeniami roślin przez pleśń śniegową, co zdaniem Szeląga i in. (1998) utrudnia określenie wpływu mrozoodporności na plonowanie. Okazało się, że często odmiany o podwyższonej odporności na tę chorobę wykazują także lepszą mrozoodporność ($r = 0,30$). Toteż, podobnie jak w przypadku mrozoodporności, brak było postępu pod względem odporności odmian na pleśń śniegową (tab. 1). Spośród 50 odmian rejestrowanych w latach 1984–2009 postęp hodowlany pod względem odporności na tę chorobę wniosło zaledwie 5 odmian ('Grado', 'Largo', 'Ugo', 'Fidelio', 'Janko'), a użyteczny postęp 23 odmiany (tab. 3 i 4). Największą wartość użytkową pod względem tej cechy odporności wykazały odmiany: 'Ugo', 'Fidelio', 'Janko', 'Tornado', 'Malno', 'Prado', a z nowszych 'Aliko', 'Baltiko', 'Grenado', 'Pigmej' (tab. 8). Pleśń śniegowa pojawia się głównie w warunkach mroźnych zim z długo zalegającą pokrywą śnieżną. Dlatego uszkodzenia roślin przez tego patogena, w stopniu skutkującym istotnym zmniejszeniem plonu ziarna pszenżyta, stwierdzono tylko w niektórych latach (1984, 1996, 1997, 2003, 2010, 2011). Jednak wpływ odporności odmian na plon pszenżyta ujawnił się także w przedziale lat 2001–2012 oraz w całym okresie lat 1982–2012 ($0,88 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ na 1° odporności). Ta zależność plonu od odporności odmian na pleśń śniegową okazała się nawet nieco silniejsza niż od ich mrozoodporności (tab. 9).

W okresie 31 lat brak było postępu pod względem odporności odmian pszenżyta na patogeny chorobotwórcze, a wręcz regres (z wyjątkiem odporności na zespół chorób podstawy źdźbła). Odporność średnia odmian na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis*) przed 2003 rokiem była duża ($>8,0^\circ$ skali ocen) i nie wykazywała trendu spadkowego, natomiast w późniejszych latach wystąpił wyraźny spadek tej odporności (tab. 1 i 2). Ten spadek odporności sprawił, że wraz z upływem lat porażenie pszenżyta przez tego patogena stało się powszechne i w 2010 roku wystąpiło w 93% doświadczeń COBORU (Tokarski, 2011). Niewielki postęp hodowlany pod względem tej cechy wniosło tylko 7 odmian, kolejno: 'Bolero', 'Ugo', 'Almo', 'Prego', 'Fidelio', 'Grenado' i 'Pizarro' (tab. 3).

Wskaźniki postępu hodowlanego (PHO) wnoszonego przez odmiany pszenżyta ozimego w cechach odporności na czynniki stresowe
The indicators of breeding progress (PHO) brought in resistance to stress factors by winter triticale cultivars

Odmiana Cultivar	Cecha odporności na: Resistance to:									
	mróz frost	wyleganie lodging	pleśń śniegową snow mould	mączniaka prawdziwego powdery mildew	rdzę brunatną brown rust	septoriozę liści septoria leaf spot	septoriozę plew septoria spikelet glume	ryncho- sporiozę rhyncho- sporium	choroby podst żdźbła take-all diseases	fuzariozę kłosów ear fusariosis
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Grado	1,24	1,17	1,03	0,98	1,01	0,91	0,92	—	1,02	—
Dagro	1,00	1,07	0,99	1,00	1,00	0,90	0,95	—	1,04	—
Bolero	1,01	0,80	0,98	1,01	0,98	1,01	1,03	—	0,95	—
Largo	1,27	0,93	1,02	1,00	0,99	0,97	1,02	—	0,97	—
Malno	0,91	0,95	1,00	0,98	0,98	0,92	0,99	—	1,01	—
Ugo	1,00	0,77	1,01	1,01	1,01	0,96	0,98	1,08	0,89	—
Presto	0,84	0,84	0,97	0,99	1,00	0,96	0,92	0,94	0,90	—
Almo	1,03	0,80	0,98	1,01	0,99	0,95	0,98	—	0,95	—
Moniko	0,88	1,04	0,98	0,97	0,97	0,93	0,94	—	0,98	—
Tewo	0,93	0,89	0,91	0,96	0,93	0,91	0,95	0,96	0,97	—
Moreno	0,82	0,99	0,94	0,96	0,92	0,93	0,96	0,95	0,97	—
Prego	0,96	1,02	0,96	1,01	0,98	1,04	0,93	0,97	1,00	—
Vero	0,86	0,94	0,98	0,98	0,97	0,94	0,92	0,95	0,97	—
Bogo	0,89	0,98	0,96	0,98	1,00	0,98	0,92	0,97	0,99	—
Tornado	0,94	0,86	0,96	0,98	0,97	0,91	0,96	0,95	0,98	0,98
Alzo	0,76	0,87	0,93	0,98	0,99	0,99	0,93	0,97	0,99	1,00
Fidelio	0,98	1,14	1,07	1,01	1,01	1,02	1,00	1,00	1,01	0,99
Marko	0,89	0,91	0,90	1,00	0,91	0,92	0,93	0,97	0,97	0,95
Lamberto	0,87	0,86	0,90	0,98	0,98	0,93	1,01	0,97	0,96	1,00
Prado	1,14	0,70	0,97	0,99	0,97	0,97	1,00	0,98	0,97	1,01
Kitaro	0,67	0,96	0,96	0,97	0,98	0,93	0,95	0,98	0,96	1,02
Pronto	0,90	0,81	0,90	0,97	0,99	0,91	0,94	0,96	0,95	0,98
Janko	1,06	0,88	1,01	0,98	0,91	0,92	0,93	0,96	0,96	0,97
Kazo	0,92	0,85	0,94	0,97	0,96	0,89	0,99	0,94	0,95	1,01
Woltario	0,91	1,06	0,84	0,98	0,95	0,92	0,87	0,95	0,92	0,95
Magnat	0,59	1,00	0,79	0,96	0,99	0,90	0,88	0,91	0,95	0,98
Hewo	0,81	0,80	0,90	0,97	0,89	0,91	0,92	0,95	0,90	0,94
Sekundo	0,77	0,80	0,89	0,95	0,75	0,83	0,94	0,93	0,93	0,96
Krakowiak	0,86	0,75	0,86	0,98	0,97	0,92	0,92	0,96	0,90	0,95
Pawo	0,89	0,73	0,93	0,97	0,99	0,96	0,95	0,96	0,92	0,99
Sorento	0,71	0,86	0,90	0,98	0,98	0,92	0,95	0,98	0,90	0,96
Witon	0,85	0,92	0,91	0,96	0,90	0,97	0,95	0,96	0,94	0,89
Zorro	0,66	1,02	0,80	0,99	0,96	0,95	0,89	0,94	0,92	0,96
Todan	0,79	0,72	0,96	0,93	1,01	0,93	0,97	0,94	0,96	1,00
Moderato	0,75	0,76	0,99	0,99	1,08	1,02	1,04	0,97	0,95	0,95
Aliko	0,86	0,76	0,95	0,86	0,89	0,90	0,90	0,91	0,93	0,93
Hortenso	0,86	0,76	0,97	0,96	0,88	0,91	0,99	0,93	0,96	0,96
Baltiko	0,74	1,00	0,97	0,96	0,80	0,85	0,94	0,97	0,95	0,93
Gniewko	0,72	1,00	0,94	1,00	0,94	0,94	0,87	0,93	0,92	0,90
Algoso	0,80	0,82	0,86	0,79	0,88	0,84	0,93	0,89	0,97	0,96
Grenado	0,93	0,90	0,99	1,01	0,99	1,00	0,98	0,94	0,99	0,99
Trismart	0,93	0,74	0,93	0,90	0,69	0,79	0,94	0,92	0,96	0,98
Alekto	0,77	1,02	0,91	0,91	0,90	0,94	0,90	0,98	0,95	1,05
Borwo	0,88	0,97	0,91	0,91	1,01	1,00	1,03	0,99	1,03	1,08

c.d. Tabela 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Leontino	0,71	0,90	0,95	0,96	0,91	0,96	0,98	0,96	0,95	1,02
Pigmej	0,83	0,97	0,95	0,96	0,98	0,95	0,97	0,99	1,01	1,07
Pizarro	0,83	0,80	0,88	1,01	0,99	1,05	0,96	1,01	1,01	0,96
Trigold	0,59	0,85	0,94	0,90	0,98	0,96	0,91	0,98	0,99	1,02
Atletico	0,84	1,02	0,97	0,88	0,96	0,89	0,88	0,96	0,94	0,90
Tulus	0,80	0,91	0,97	0,93	0,99	0,93	0,98	0,99	0,99	0,98
Cerber	0,74	0,86	—	0,89	0,95	0,90	0,83	0,98	0,96	0,88
Cyrkon	0,72	0,85	—	0,87	0,97	0,90	0,92	0,97	0,97	0,86
Elpaso	0,80	0,87	—	0,84	0,94	0,86	1,00	0,90	0,96	0,99
Fredro	0,82	0,91	—	0,89	0,99	0,93	1,05	0,97	0,98	1,00
Agostino	0,76	0,97	—	0,91	1,00	0,96	0,98	0,99	0,98	0,98
Bereniko	0,70	0,81	—	0,96	0,97	0,97	0,93	0,98	1,01	1,00
Borowik	0,83	0,97	—	0,91	0,97	0,97	0,91	0,97	1,01	0,97
KWS Trisol	0,67	0,85	—	0,94	0,97	0,90	0,89	0,97	0,99	0,95
Maestozo	0,80	0,79	—	0,91	1,00	0,98	0,93	0,98	1,00	0,94

Tabela 4

Wskaźniki użytecznego postępu hodowlanego (UPHO) wnoszonego przez odmiany pszenżyta ozimego w cechach odporności na czynniki stresowe

The indicators of useful breeding progress (UPHO) brought in resistance to stress factors by winter triticale cultivars

Odmiana Cultivar	Cecha odporności na: Resistance to:									
	mróz frost	wyleganie lodging	pleśń śniegową snow mould	mączniaka prawdziwego powdery mildew	rdzę brunatną brown rust	septoriozę liści septoria leaf spot	septoriozę plew septoria spikelet glume	ryncho- sporiozę rhyncho- sporium	choroby podst. żdźbła take-all diseases	fuzariozę kłosów ear fusariosis
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Grado	1,24	1,17	1,03	0,98	1,01	0,91	0,92	—	1,02	—
Dagro	1,08	1,18	1,00	1,01	1,00	0,95	0,97	—	1,05	—
Bolero	1,07	0,89	1,00	1,02	0,99	1,09	1,06	—	0,98	—
Largo	1,34	1,03	1,07	1,01	1,00	1,04	1,06	—	1,00	—
Malno	1,10	1,08	1,05	0,98	0,98	0,97	1,03	—	1,06	—
Ugo	1,16	0,85	1,07	1,01	1,01	1,02	1,02	1,08	0,94	—
Presto	0,98	0,96	1,02	1,01	1,02	1,02	0,95	0,98	0,96	—
Almo	1,20	0,91	1,04	1,02	1,01	1,00	1,02	—	1,00	—
Moniko	1,00	1,18	1,00	0,99	1,00	0,97	0,98	—	1,03	—
Tewo	1,07	1,06	0,94	0,98	0,96	0,95	0,99	1,00	1,01	—
Moreno	0,91	1,14	0,97	0,97	0,95	0,97	0,99	0,99	0,99	—
Prego	1,06	1,17	0,99	1,03	1,02	1,09	0,97	1,02	1,02	—
Vero	0,95	1,08	1,01	1,00	1,00	0,98	0,96	0,99	0,99	—
Bogo	1,01	1,08	0,99	1,00	1,03	1,05	0,96	1,02	1,01	—
Tornado	1,04	0,97	1,01	1,00	1,01	0,95	1,01	0,99	1,00	0,98
Alzo	0,83	1,02	1,00	0,99	1,03	1,04	0,98	1,02	1,01	1,00
Fidelio	1,08	1,36	1,11	1,02	1,05	1,08	1,05	1,05	1,03	1,00
Marko	0,99	1,09	0,94	1,01	0,94	0,98	0,98	1,02	0,99	0,96
Lamberto	0,96	1,12	0,99	0,99	1,03	1,01	1,09	1,01	1,00	1,02
Prado	1,26	0,91	1,07	1,01	1,02	1,05	1,07	1,03	1,01	1,03
Kitaro	0,83	1,23	1,01	0,98	1,03	1,00	1,02	1,02	1,01	1,04
Pronto	1,12	1,04	0,95	0,98	1,05	0,97	1,01	0,99	0,99	1,00
Janko	1,34	1,11	1,08	1,00	0,96	0,99	1,00	1,00	1,01	1,00
Kazo	1,16	1,02	1,01	0,98	1,02	0,96	1,06	0,97	1,01	1,04

c.d. Tabela 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Woltario	1,14	1,27	0,90	0,99	1,01	1,00	0,94	0,98	0,97	0,98
Magnat	0,74	1,27	0,84	0,98	1,05	0,97	0,95	0,95	0,99	1,01
Hewo	1,06	0,97	1,00	0,98	0,94	0,99	1,00	0,99	0,95	0,99
Sekundo	1,00	0,98	0,99	0,97	0,80	0,91	1,02	0,96	1,01	1,00
Krakowiak	1,13	0,92	0,95	1,01	1,02	1,00	1,00	0,99	0,97	0,98
Pawo	1,15	0,89	1,02	1,01	1,08	1,04	1,01	0,99	0,98	1,03
Sorento	0,92	1,04	0,99	1,02	1,06	1,00	1,02	1,02	0,97	1,00
Witon	1,10	1,12	1,00	1,00	0,97	1,06	1,01	1,00	1,01	0,94
Zorro	0,85	1,23	0,88	1,02	1,04	1,03	0,95	0,98	0,99	1,00
Todan	1,03	0,87	1,05	1,03	1,11	1,03	1,03	1,04	1,00	1,04
Moderato	0,98	0,90	1,08	1,10	1,17	1,11	1,10	1,05	0,98	1,02
Aliko	1,07	0,90	1,05	0,97	1,05	1,00	0,99	1,01	0,95	1,01
Hortenso	1,07	0,88	1,07	1,03	1,03	1,02	1,08	0,95	0,99	1,02
Baltiko	0,89	1,19	0,99	1,02	0,89	0,95	1,04	0,99	0,99	1,00
Gniewko	0,87	1,20	0,96	1,10	1,10	1,05	0,95	0,99	0,96	0,95
Algoso	0,98	0,98	0,89	0,88	1,01	0,93	1,01	0,95	1,01	1,00
Grenado	1,14	1,08	1,02	1,12	1,15	1,10	1,05	1,01	1,02	1,03
Trismart	1,14	0,93	0,96	0,96	0,77	0,85	1,01	0,96	0,98	1,01
Alekto	0,92	1,25	0,97	1,02	1,02	1,02	0,95	1,02	0,96	1,07
Borwo	1,06	1,19	0,97	1,02	1,15	1,07	1,09	1,03	1,05	1,10
Leontino	0,85	1,11	1,02	1,08	1,04	1,03	1,04	1,00	0,97	1,03
Pigmej	0,99	1,21	1,01	1,06	1,10	1,03	1,03	1,03	1,04	1,10
Pizarro	0,99	1,00	0,94	1,12	1,12	1,14	1,02	1,04	1,04	1,00
Trigold	0,71	1,04	1,00	1,01	1,12	1,03	0,96	1,02	1,01	1,04
Atletico	1,03	1,23	1,05	0,99	1,07	1,01	0,92	0,99	0,99	0,98
Tulus	0,93	1,11	1,06	1,05	1,10	1,05	1,02	1,01	1,01	1,06
Cerber	0,85	1,05	—	0,98	1,05	1,00	0,87	1,00	1,00	0,96
Cyrkon	0,83	1,03	—	0,96	1,07	1,00	0,96	1,00	1,00	0,95
Elpaso	0,93	1,04	—	0,95	1,04	0,95	1,04	0,93	0,98	1,06
Fredro	0,95	1,09	—	1,00	1,11	1,03	1,09	1,01	1,01	1,06
Agostino	0,92	1,13	—	1,04	1,11	1,08	1,06	1,02	1,02	1,03
Bereniko	0,85	0,93	—	1,10	1,08	1,08	1,01	1,02	1,05	1,04
Borowik	1,01	1,13	—	1,05	1,08	1,08	0,99	1,01	1,05	1,02
KWS Trisol	0,81	0,99	—	1,08	1,07	1,01	0,97	1,01	1,03	1,00
Maestozo	0,98	0,94	—	1,05	1,11	1,09	1,01	1,01	1,04	0,99

Tabela 5

Wskaźniki użytecznej trwałości odmian (UTO) pszenżyta ozimego pod względem odporności na czynniki stresowe
Indicators of the useful durability of winter triticale varieties (UTO) with regard to resistance to stress factors resistance

Odmiana Cultivar	Cecha odporności na: Resistance to:									
	mróz frost	wyleganie lodging	pleśń śniegową snow mould	mączniaka prawdziwego powdery mildew	rdzę brunatną brown rust	septoriozę liści septoria leaf spot	septoriozę plew septoria spikelet glume	ryncho- sporiozę rhyncho- sporium	choroby podst. żdźbła take-all diseases	fuzariozę kłosów ear fusariosis
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Grado	0,50	2,33	1,04	0,39	1,23	0,00	0,00	—	0,81	—
Dagro	0,19	2,34	1,02	0,41	0,82	0,00	0,00	—	1,09	—
Bolero	0,19	0,00	0,81	1,24	0,20	2,04	1,97	—	0,42	—
Largo	1,53	1,11	—	0,81	0,61	0,84	1,08	—	0,43	—
Malno	3,18	2,35	1,66	0,00	0,00	0,20	3,25	0,20	1,97	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ugo	1,94	0,00	2,90	1,21	3,24	2,84	2,87	1,32	2,06	—
Presto	0,00	0,00	1,23	1,22	3,46	2,96	0,00	0,79	0,19	—
Almo	2,60	0,18	1,23	0,82	1,22	0,21	1,92	—	1,24	—
Moniko	0,39	2,31	1,49	0,20	1,03	0,00	1,03	—	1,43	—
Tewo	1,77	1,01	0,39	1,01	0,18	0,19	1,22	0,59	1,43	—
Moreno	0,00	2,30	0,39	0,60	0,00	0,00	1,23	0,20	1,00	—
Prego	2,15	2,17	1,50	1,27	2,09	2,29	0,20	0,84	1,24	—
Vero	0,82	1,61	1,20	1,03	1,66	0,41	0,00	0,20	0,40	—
Bogo	2,75	2,56	1,53	1,22	2,35	2,45	0,00	1,45	1,84	—
Tornado	2,56	0,38	2,00	1,29	1,87	0,39	0,41	1,04	0,81	0,59
Alzo	0,00	0,00	1,58	1,07	1,98	1,80	0,83	1,49	2,23	—
Fidelio	2,76	3,54	2,40	2,62	2,35	3,00	3,11	2,73	2,98	0,81
Marko	0,36	1,46	0,40	1,49	0,00	0,19	0,59	0,82	1,02	0,42
Lamberto	0,80	1,79	1,69	0,54	1,43	1,42	2,03	1,55	0,81	0,82
Prado	3,06	0,00	1,64	0,80	1,46	1,51	2,03	1,26	1,70	0,42
Kitaro	0,00	2,62	1,34	0,37	0,96	1,01	0,81	0,99	1,85	1,28
Pronto	1,94	0,81	1,01	0,64	1,55	0,40	1,25	1,02	0,41	0,84
Janko	3,95	2,50	2,16	1,07	0,00	0,61	0,61	1,27	1,67	0,40
Kazo	2,73	0,61	1,34	0,59	0,84	0,00	2,19	0,79	1,66	1,28
Woltario	2,70	3,20	0,39	0,58	1,45	0,81	0,00	0,20	0,39	0,19
Magnat	0,00	3,21	0,00	1,51	0,96	0,19	0,00	0,66	1,22	1,09
Hewo	1,79	0,40	1,08	0,81	0,19	1,68	1,01	1,65	0,20	0,61
Sekundo	1,43	0,20	0,39	0,61	0,00	0,00	1,02	0,60	1,04	0,83
Krakowiak	2,31	0,38	0,41	0,38	1,49	0,60	0,39	0,78	0,60	0,85
Pawo	3,54	0,00	1,03	1,69	2,37	2,56	1,23	2,09	1,44	1,27
Sorento	0,18	1,44	1,50	2,77	1,88	0,20	1,02	2,11	0,63	1,23
Witon	3,17	2,62	1,51	0,60	0,17	1,05	1,02	0,59	2,30	0,19
Zorro	0,00	2,15	0,00	0,77	1,33	1,04	0,00	0,38	0,40	0,80
Todan	2,38	0,00	1,26	1,71	2,23	2,09	0,62	1,92	1,45	1,05
Moderato	1,96	0,18	1,36	1,52	2,72	2,10	1,82	1,32	0,80	1,69
Aliko	2,43	0,00	1,85	0,00	0,81	0,20	0,40	1,24	0,39	0,60
Hortenso	1,91	0,00	1,10	0,62	0,39	0,60	1,60	0,80	0,40	0,81
Baltiko	0,18	1,81	1,56	0,61	0,18	0,00	1,05	0,41	0,80	0,41
Gniewko	0,00	2,46	0,59	1,62	1,09	1,05	0,00	0,82	0,58	0,39
Algoso	0,39	0,38	0,21	0,00	0,38	0,00	0,84	0,39	0,62	0,60
Grenado	2,08	1,19	1,31	2,03	1,64	1,34	1,49	1,04	1,04	0,83
Trismart	2,22	0,00	0,83	0,81	0,00	0,00	0,21	0,20	0,20	0,41
Aleko	0,00	1,53	0,83	0,43	0,42	0,42	0,00	1,03	0,39	0,88
Borwo	1,71	1,41	0,40	0,64	1,45	1,35	1,38	1,05	1,29	1,36
Leontino	0,00	1,04	0,82	0,88	0,62	0,42	1,07	0,80	0,00	1,04
Pigmej	1,49	1,75	1,05	1,30	1,62	1,04	0,64	0,84	1,05	1,35
Pizarro	1,49	0,00	0,38	1,79	1,67	1,78	1,51	1,28	1,48	0,41
Trigold	0,00	0,39	0,41	0,22	1,13	0,42	0,00	0,43	0,41	0,43
Atletico	1,26	1,61	—	0,41	1,36	0,22	0,00	0,21	0,20	0,39
Tulus	0,00	0,90	—	1,30	1,36	1,07	0,62	0,83	0,61	0,87
Cerber	0,00	0,21	—	0,40	0,87	0,41	0,00	0,83	0,42	0,00
Cyrkon	0,00	0,20	—	0,20	1,12	0,21	0,19	0,21	0,42	0,00
Elpaso	0,19	0,61	—	0,21	0,41	0,00	0,87	0,00	0,00	0,67
Fredro	0,40	0,46	—	0,22	0,90	0,64	1,19	0,20	0,62	1,12

Uwzględniając także postęp użyteczny, i jego trwałość, ponadprzeciętną wartość użytkową wykazało 20 odmian, a wśród nich zwłaszcza: ‘Sorento’, ‘Fidelio’, ‘Grenado’, ‘Pizarro’, ‘Gniewko’, ‘Todan’, ‘Pawo’. Odmiany rejestrowane przed 2009 rokiem wykazywały na ogół dobrą odporność na mączniaka w czasie rejestracji, ale większość

pośród nich traciła tę odporność wraz z upływem lat. Nie dotyczy to jednak odmian rejestrowanych przed 1997 rokiem. Pierwszą odmianą, u której stwierdzono statystycznie istotną utratę odporności, była 'Fidelio' rejestrowana w 1997 roku. Jednak spadek jej odporności był niewielki (o 0,5°) i nastąpił dopiero po 13 latach badań tej odmiany, tj. w roku 2008 (tab. 6).

Tabela 6

Oszacowana regresją II⁰ liczba lat po których odmiany pszenżyta ozimego utraciły odporność na mączniaka prawdziwego
Number of years after which varieties of winter triticale lost their resistance to powdery mildew estimated by 2nd degree regression

Odmiana Cultivar	Lat badań Years of investigation	Odporność początkowa* (skala 1-9°) Initial resistance (scale 1-9°)	Stopień utraty odporności (pkt. skali) Degree of resistance lost (points in scale)				R**
			0,5	1	2	3	
			Liczba lat Number of years				
Fidelio	14	8,3	13,1				0,850
Lamberto	11	8,2	6,7	7,5	8,8	9,9	0,902
Prado	10	8,3	7,6	8,8	10,5		0,841
Kitaro	10	8,5	4,7	6,1	8,2		0,922
Kazo	11	8,5	6,0	8,6			0,832
Woltario	11	8,6	5,1	7,4			0,901
Hewo	10	8,5	6,6	9,0			0,793
Krakowiak	9	8,7	4,5	5,8	7,8		0,948
Pawo	13	8,3	6,0				0,619
Sorento	13	8,5	5,5				0,657
Witon	13	8,3	4,7	8,4			0,802
Zorro	7	8,5	3,2	4,2	6,2		0,906
Moderato	11	8,4	7,0	7,9	9,3	10,5	0,889
Aliko	10	7,5	3,6				0,730
Hortenso	8	8,0	5,7	6,5	7,5		0,856
Baltiko	9	8,2	3,9	5,6	8,2		0,835
Leontino	7	8,4	4,3	5,5			0,901
Trigold	7	8,0	2,7	4,2			0,791
Atletico	7	8,0	2,6	3,6			0,824

* Średnio z 3 pierwszych lat badań odmiany; Average from 3 first years of the research on individual cultivar

** Stosunek korelacyjny; Correlational relationship

U 18 odmian później rejestrowanych i badanych przez ponad 6 lat utrata odporności na mączniaka prawdziwego następowała, na ogół, tym szybciej im później były one rejestrowane. Szczególnie duże załamanie tej odporności wystąpiło u odmian 'Lamberto' i 'Moderato', po około 8 latach o 1°, a po 10 latach o 3° skali oceny. Szybko natomiast traciły odporność na mączniaka niektóre odmiany rejestrowane po 2001 roku, zwłaszcza 'Zorro', 'Aliko', 'Baltiko', 'Trigold', 'Atletico' (tab. 6). Powyższe wyniki potwierdzają opinię Wosia i Strzembickiej (2011) o powstaniu po 2000 roku wirulentnych dla pszenżyta ras *B. graminis*, które przełamały jego odporność na tego patogena. Należy jednak zauważyć, że nie dotyczy to wszystkich odmian, ponieważ nie stwierdzono statystycznie istotnego spadku odporności na mączniaka, wraz z upływem lat, u takich odmian jak: 'Marko', 'Janko', 'Magnat', 'Todan', 'Gniewko', 'Grenado', 'Pizarro'. W niektórych latach, poza odpornością odmian, na stopień porażenia roślin pszenżyta przez tego

patogena znacząco wpływały warunki środowiskowe, zwłaszcza meteorologiczne. Te warunki były dla patogena korzystne zwłaszcza w latach 2002 i 2010. Wówczas powodowały one wzrost porażenia roślin przez mączniaka odpowiednio o 0,6 i 1,1 stopnia skali ocen, w porównaniu z porażeniem średnim w wieloleciu.

Do około 2000 roku *B. graminis* w niewielkim stopniu porażał rośliny pszenżyta i nie wpływał istotnie na jego plonowanie (tab. 9). W niektórych latach (1986, 1992) nawet zdarzało się, że odmiany mniej odporne na tego patogena plonowały lepiej niż bardziej odporne (istotne ujemne korelacje). Znaczenie odporności ujawniło się natomiast w latach 2001–2012 oraz w całym okresie 31 lat (1982–2012). Silny dodatni związek korelacyjny plonu ziarna z odpornością odmian na mączniaka wystąpił zwłaszcza w latach 2004, 2005, 2006. Oszacowana zależność plonu od odporności odmian na tego patogena wskazuje, że wraz z poprawą tej odporności o 1° skali oceny można się spodziewać zwiększenia plonu przeciętnie o około 1,13 dt·ha⁻¹, albo jego zmniejszenia o taką samą wielkość wraz ze spadkiem odporności o 1° (tab. 9).

Odporność pszenżyta na *Puccinia triticana*, wywołującego chorobę rdza brunatna, układała się na zbliżonym poziomie jak na *B. graminis*. Zdaniem Strzembickiej i in. (1998) rdza brunatna w uprawach pszenżyta pojawiła się w większym nasileniu na początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku. W ostatnich natomiast latach rozpatrywanego okresu rdza brunatna na pszenżycie występowała w ponad 80% doświadczeń COBORU (Tokarski, 2011). Do 2000 roku średnia odporność odmian na tę chorobę, w poszczególnych latach, przekraczała 8° skali oceny, a w późniejszych latach układała się poniżej tej wartości. Ujemna korelacja odporności z latami ($r = -0,64$) wskazuje na brak postępu hodowlanego w zakresie tej cechy (tab. 1 i 2). Taki postęp wniosło zaledwie 7 następujących odmian: 'Grado', 'Ugo', 'Fidelio', 'Todan', 'Moderato', 'Borwo', 'Agostino', ale użyteczny postęp aż 44 odmiany (tab. 3 i 4). Na podstawie wnoszonego postępu i jego trwałości do najlepszych pod względem odporności na rdzę brunatną można zaliczyć odmiany: 'Presto', 'Ugo', 'Moderato', 'Pawo', 'Fidelio', 'Bogo', 'Todan' — rejestrowane przed 2005 rokiem, oraz później rejestrowane 'Grenado', 'Pizarro', 'Pigmej', 'Borwo', 'Tulus' (tab. 8). Odmiany rejestrowane przed 1991 rokiem nie traciły swej, zwykle wysokiej, odporności na tego patogena wraz z upływem lat. Dopiero odmiana 'Tewo', rejestrowana w 1991 roku traciła tę odporność, ale dopiero po 10 latach badań, tj. od roku 2000. U wielu odmian rejestrowanych po 1998 roku utrata odporności na rdzę brunatną ujawniła się już po 3-4 latach badań, tj. po 1-2 latach od zarejestrowania. Szczególnie szybko odporność traciły odmiany 'Magnat', 'Kitaro' i 'Witon' (tab. 7). Wiele jednak odmian utrzymywało tę odporność przez niemal cały okres ich badania i użytkowania. Do takich można zaliczyć zwłaszcza: 'Moderato', 'Bogo', 'Todan', 'Prego', 'Pizarro', 'Pigmej'.

Istotny dodatni związek korelacyjny plonu ziarna z odpornością odmian pszenżyta na rdzę brunatną wystąpił po raz pierwszy w 1991 roku, ale w następnych latach, aż do 2000 roku, był on słaby i poniżej progów istotności. W późniejszych latach choroba ta wpływała na plonowanie odmian, zwłaszcza wyraźnie w latach 2001, 2003, 2006, 2007, 2009, 2010, 2011. Zwiększona o 1° odporność odmian na tego patogena może skutkować przeciętnym zwiększeniem plonu o około 1,33 dt·ha⁻¹ (tab. 9), choć naturalnie niejednakowym w poszczególnych latach. Brak kierunkowo wyraźnego postępu hodowlanego w zakresie

odporności na rdzę brunatną może zwiększyć wpływ tej choroby na plonowanie pszenżyta w następnych latach. Zdaniem Filody (2009) porażenie pszenżyta przez rdzę brunatną zależy w większym stopniu od podatności odmian niż od warunków pogodowych.

Tabela 7

Oszacowana regresją II^o liczba lat, po których odmiany pszenżyta ozimego utraciły odporność na rdzę brunatną
Number of years after which the varieties of winter triticale lost their resistance to brown rust estimated by 2nd degree regression

Odmiana Cultivar	Lata badań Years of investigation	Odporność początkowa (skala 9°) Initial resistance (scale 1–9°)	Stopień utraty odporności (pkt. skali) Degree of resistance lost (points in scale)				R
			0,5	1	2	3	
			Liczba lat Number of years				
Tewo	14	7,9	10,4	11,8	13,9	0,931	
Moreno	11	8,0	8,5	9,9		0,924	
Tornado	13	8,3	10,4	13,0		0,891	
Fidelio	14	8,6	8,7	10,9		0,901	
Marko	10	7,7	4,6	7,1		0,779	
Lamberto	11	8,3	7,0	8,3	10,2	0,916	
Kitaro	10	8,6	4,0	5,4	7,5	9,2	0,956
Janko	10	8,1	4,6	7,6		0,892	
Kazo	11	8,5	4,4	7,3		0,881	
Woltario	11	8,4	5,0	8,4		0,960	
Magnat	12	8,7	3,7	5,2	7,9	10,5	0,938
Hewo	11	8,0	3,5	7,5		0,825	
Krakowiak	9	8,5	5,1	9,0		0,937	
Pawo	13	8,4	4,7			0,809	
Sorento	13	8,3	5,0	9,9		0,850	
Witon	13	7,6	3,3	4,8		0,882	
Gniewko	9	8,2	4,2	8,5		0,744	

*Patrz objaśnienia do tabeli 6; See footnote to Table 6

Odporność pszenżyta na patogena *Septoria tritici*, sprawcę choroby septorioza liści, w całym okresie 31 lat, układała się na poziomie poniżej 8° skali ocen i wykazywała nieznaczną tendencję spadkową (tab. 1 i 2). Postęp hodowlany w zakresie tej cechy wniosło zaledwie 5 odmian, kolejno: ‘Bolero’, ‘Prego’, ‘Fidelio’, ‘Moderato’, ‘Pizarro’ (tab. 3). Na podstawie poziomu odporności na septoriozę liści i jej trwałości do najlepszych można zaliczyć odmiany: ‘Fidelio’, ‘Presto’, ‘Ugo’, ‘Pawo’, ‘Bogo’, ‘Prego’, ‘Moderato’, a spośród rejestrowanych po 2004 roku ‘Pizarro’, ‘Grenado’ i ‘Borwo’ (tab. 8). Na ogół odmiany nie traciły znacząco swej odporności na septoriozę liści wraz z upływem lat. Istotne, ale niewielkie (o 0,5°), obniżenie tej odporności wystąpiło tylko u 3 odmian po 5–6 latach (‘Bolero’, ‘Prego’, ‘Gniewko’), oraz u następnych 5 odmian po 8–10 latach.

Istotna korelacja dodatnia odporności odmian pszenżyta na septoriozę liści z plonem ziarna wystąpiła po raz pierwszy w 2001 roku, a następnie w latach 2003, 2006, 2007, 2010, 2012. Pomimo, że odporność odmian na tego patogena istotnie dodatnio koreluje z ich plonami ($r = 0,30$), to stosując wielokrotną analizę regresji nie udało się określić jego wpływu na plonowanie (tab. 9). Wynika to z faktu dość silnej korelacji odporności odmian na tego patogena z odpornością na rdzę brunatną ($r = 0,65$), a także istotnej z odpornością

na rynchosporiozę i na mączniaka. Dlatego dokonano oszacowania wpływu średniej odporności na te 4 patogeny, jako jednej ze zmiennych w regresji wielokrotnej, na plony. Okazało się, że zwiększenie o 1° odporności średniej na septoriozę liści, rdzę brunatną, rynchosporiozę i mączniaka skutkowało wzrostem plonu ziarna o 4,01 dt·ha⁻¹, a dodatkowy wpływ miały także mrozoodporność, odporność na wyleganie, na septoriozę plew i na pleśń śniegową.

Odporność pszenżyta na *Septoria nodorum*, powodującego chorobę septorioza plew, była na nieco wyższym poziomie jak na *Septoria tritici*, ale z istotnym trendem spadkowym w latach (tab. 1 i 2). Postęp hodowlany pod względem odporności na septoriozę plew wniosło w swoim czasie zaledwie 6 odmian: 'Bolero', 'Largo', 'Lamberto', 'Moderato', 'Borwo', 'Fredro' (tab. 3). Pod względem wnoszonego postępu i jego trwałości pozytywnie wyróżniają się odmiany starsze: 'Malno', 'Fidelio', 'Ugo', 'Kazo' oraz nowsze: 'Grenado', 'Pizarro', 'Borwo', 'Fredro' (tab. 8). U większości odmian nie stwierdzono utraty odporności na septoriozę plew wraz z upływem lat. Niewielką utratę odporności stwierdzono tylko u 6 odmian i następowała ona po 5–8 latach.

Wpływ odporności odmian względem septoriozy plew na ich plonowanie wystąpił dopiero po 2000 roku, a wyraźnie ujawnił się zwłaszcza w latach 2001, 2005, 2006, 2010, 2011, 2012. Okazało się, że spośród 8 jednostek chorobowych analizowanych w tej pracy, septorioza plew w największym stopniu wpływała na plonowanie pszenżyta ozimego, zwłaszcza w latach 2001–2012 (tab. 9).

Sprawcami zespołu chorób podstawy źdźbła zbóż są 4 rodzaje patogenów grzybowych. Pod względem odporności pszenżyta na ten zespół chorób zauważalny jest nieduży postęp wraz z upływem lat, zwłaszcza wnoszony przez najlepsze pod tym względem odmiany nowo rejestrowane (tab. 1 i 2). Toteż postęp hodowlany w zakresie tej cechy wniosło zwłaszcza 10 odmian, rejestrowanych zarówno dawniej jak i w ostatnich latach. Tymi odmianami były kolejno: 'Grado', 'Dagro', 'Malno', 'Prego', 'Fidelio', 'Borwo', 'Pigmej', 'Pizarro', 'Bereniko', 'Borowik' (tab. 3). Poziom odporności i jej trwałości wskazują, że pod tym względem najlepszymi były/są odmiany: 'Fidelio', 'Alzo', 'Witon', 'Malno', 'Ugo', 'Bogo', a także 'Pizarro' i 'Borwo' (tab. 8).

Przez większość lat analizowanego okresu stopień odporności na choroby podstawy źdźbła nie wpływał istotnie na plonowanie pszenżyta i ujawnił się dopiero w kilku ostatnich latach, zwłaszcza w 2010 roku. Z tego powodu korelacja między tą odpornością odmian a plonami ziarna jest bardzo słaba ($r = 0,116$), choć statystycznie istotna przy dużej (541) liczbie próby. Słabe oddziaływanie chorób podstawy źdźbła na plonowanie wynika częściowo z faktu lokowania doświadczeń COBORU z pszenżytem ozimym w stanowiskach po bardzo dobrych lub dobrych przedplonach i dopiero w ostatnich latach zwiększył się do około ¼ udział przedplonów zbożowych.

Występowanie *Rhynchosporium secalis* na roślinach pszenżyta ozimego jest, w doświadczeniach COBORU, oceniane od 1995 roku. Odporność odmian na tego sprawcę rynchosporiozy nie przekracza zwykle 8° skali oceny i nie wykazuje kierunkowej zmiany wraz z upływem lat (tab. 1). Niemal brak jest postępu hodowlanego w tym zakresie. Tylko 3 odmiany ('Ugo', 'Fidelio', 'Pizarro'), spośród 53 ocenianych, wniosło w swoim czasie niewielki postęp (tab. 3). Po uwzględnieniu także trwałości odmian do najlepszych można

zaliczyć: ‘Fidelio’, ‘Sorento’, ‘Pawo’, ‘Todan’, ‘Hewo’, ‘Pizarro’ (tab. 8). Plony odmian w latach 1995–2012 korelowały dodatnio z ich odpornością na rynchosporiozę ($r = 0,271$), ale nie ujawniło się to w oszacowaniach regresją wielokrotną, z powodu jak w przypadku septoriozy liści. Dokonano więc oszacowania wpływu odporności na *Rhynchosporium secalis* na plon pszenżyta poprzez uwzględnienie w regresji wielokrotnej jako zmiennych niezależnych mrozoodporności, odporności na wyleganie, na rynchosporiozę oraz odporności średniej na pozostałe 7 patogenów. Stwierdzono wysoko istotną zależność, z której wynika, że zwiększona o 1° odporność na *Rhynchosporium secalis* może skutkować wzrostem plonu przeciętnie o 1,39 dt·ha⁻¹.

Fuzariozę kłosów powoduje kilka gatunków grzybów rodzaju *Fusarium*. Od 2000 roku rozpoczęto, w doświadczeniach COBORU, oceniać porażenie pszenżyta przez zespół tych patogenów. W tych pierwszych latach ówczesne odmiany wykazywały znaczą odporność na fuzariozę kłosów (powyżej 8°) i była ona średnio większa niż odmian pszenicy ozimej o około 30% (Góral, 2009). W dalszych latach następowało obniżenie tej odporności, o czym świadczy jej ujemny współczynnik korelacji z latami ($r = -0,76$). Na ten spadek odporności średnio wszystkich odmian składała się utrata odporności przez niektóre odmiany, jak i rejestrowanie niektórych odmian o względnie niskiej odporności na fuzariozę, jak: ‘Witon’, ‘Gniewko’, ‘Atletico’, ‘Cerber’, ‘Cyrkon’. Utratę odporności w stopniu istotnym statystycznie stwierdzono w przypadku 8 odmian badanych przez 7 lub więcej lat. Najwcześniej obniżyła się o 0,5° odporność odmiany ‘Grenado’, bo już po 4 latach badań (2 lata po zarejestrowaniu). Po 5 lub 6 latach wystąpiło to u odmian ‘Kazo’, ‘Aliko’, ‘Hortenso’, ‘Baltiko’, a po 7 lub 8 latach u ‘Woltario’, ‘Pawo’ i ‘Magnat’. Równocześnie wśród 46 ocenionych odmian postęp hodowlany w zakresie tej odporności wniosło 10, zwłaszcza: ‘Kitaro’, ‘Borwo’, ‘Pigmej’, ‘Alekto’, ‘Leontino’, ‘Trigold’ (tab. 3). Odporność odmian na porażenie kłosów i ziarna przez *Fusarium sp.* wykazała tylko nieznaczny związek z plonami ziarna ($r = 0,147$).

Odporność pszenżyta ozimego na wyleganie w początkowych latach jego hodowli i uprawy była względnie mała i nie przekraczała zwykle 7° skali oceny (tab. 1). Na tle mało odpornej, pierwszej zarejestrowanej w Polsce odmiany ‘Lasko’, znaczny postęp wniosły odmiany ‘Grado’ i ‘Dagro’ rejestrowane w 1984 i 1985 roku, a następnie odmiany ‘Moniko’ i ‘Prego’. W późniejszych latach postęp w zakresie tej cechy wносиły jedynie odmiany krótkosłome. Pierwsza z nich ‘Fidelio’, zarejestrowana w 1997 roku, wniosła duży postęp (PHO = 1,14) i był to postęp trwały (tab. 3 i 5), na poziomie około 8° skali oceny. Ten poziom odporności na wyleganie nieco poprawiła odmiana ‘Woltario’, a następnie odmiany krótkosłome dorównywały jej pod względem tej cechy. Łącznie w latach 1984–2011 postęp hodowlany wniosło 10 odmian, a uwzględniając także jego trwałość do najlepszych pod względem odporności na wyleganie można zaliczyć wszystkie odmiany krótkosłome, zwłaszcza: ‘Fidelio’, ‘Woltario’, ‘Magnat’, ‘Gniewko’ oraz ‘Pigmej’, ‘Atletico’, ‘Alekto’, a spośród długosłomych: ‘Grado’, ‘Dagro’, ‘Moniko’, ‘Bogo’, ‘Kitaro’, ‘Witon’ (tab. 8).

Tabela 8

Wskaźniki wartości użytkowej odmian pszenżyta ozimego (WOC) pod względem cech odporności na czynniki stresowe

Indicators of the usefulness of winter triticale varieties (WOC) with regard to stress factors resistance

Odmiana Cultivar	Cecha odporności na: Resistance to:									
	mróz frost	wyleganie lodging	pleśń śniegową snow mould	mączniaka prawdziwego powdery mildew	rdzę brunatną brown rust	septoriozę liści septoria leaf spot	septoriozę plew septoria spikelet glume	ryncho- sporiozę rhyncho- sporium	choroby podst żdźbła take-all diseases	fuzariozę kłosów ear fusariosis
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Grado	0,99	1,56	1,03	0,78	1,09	0,61	0,61	—	0,95	—
Dagro	0,76	1,53	1,00	0,81	0,94	0,62	0,64	—	1,06	—
Bolero	0,75	0,56	0,93	1,09	0,72	1,38	1,36	—	0,79	—
Largo	1,38	1,02	—	0,94	0,87	0,95	1,05	—	0,80	—
Malno	1,73	1,46	1,24	0,65	0,65	0,69	1,76	—	1,35	—
Ugo	1,37	0,54	1,66	1,08	1,75	1,61	1,62	1,16	1,30	—
Presto	0,61	0,60	1,07	1,07	1,83	1,65	0,62	0,91	0,68	—
Almo	1,61	0,63	1,08	0,95	1,07	0,72	1,30	—	1,06	—
Moniko	0,76	1,51	1,16	0,72	1,00	0,63	0,98	—	1,15	—
Tewo	1,26	0,99	0,75	0,98	0,69	0,68	1,05	0,85	1,14	—
Moreno	0,58	1,48	0,77	0,84	0,63	0,63	1,06	0,71	0,99	—
Prego	1,39	1,45	1,15	1,11	1,36	1,47	0,70	0,94	1,09	—
Vero	0,88	1,21	1,06	1,00	1,21	0,78	0,63	0,71	0,79	—
Bogo	1,55	1,54	1,16	1,06	1,46	1,49	0,63	1,15	1,28	—
Tornado	1,51	0,74	1,32	1,09	1,28	0,75	0,79	0,99	0,93	0,85
Alzo	0,53	0,63	1,17	1,02	1,33	1,28	0,91	1,16	1,42	—
Fidelio	1,61	2,01	1,53	1,55	1,47	1,70	1,72	1,59	1,67	0,94
Marko	0,75	1,15	0,75	1,17	0,62	0,70	0,83	0,94	0,99	0,78
Lamberto	0,88	1,26	1,19	0,83	1,15	1,12	1,38	1,18	0,92	0,94
Prado	1,82	0,54	1,23	0,93	1,15	1,18	1,37	1,09	1,23	0,82
Kitaro	0,50	1,61	1,10	0,77	0,99	0,98	0,92	1,00	1,27	1,11
Pronto	1,32	0,88	0,95	0,86	1,20	0,76	1,06	0,99	0,78	0,94
Janko	2,12	1,50	1,42	1,01	0,63	0,84	0,85	1,08	1,21	0,79
Kazo	1,60	0,83	1,09	0,85	0,94	0,61	1,42	0,90	1,21	1,11
Woltario	1,58	1,84	0,71	0,85	1,14	0,91	0,60	0,71	0,76	0,71
Magnat	0,44	1,83	0,54	1,15	1,00	0,68	0,61	0,84	1,05	1,03
Hewo	1,22	0,72	0,99	0,92	0,67	1,19	0,97	1,19	0,68	0,85
Sekundo	1,07	0,66	0,76	0,84	0,52	0,58	0,99	0,83	1,00	0,93
Krakowiak	1,44	0,68	0,74	0,79	1,16	0,84	0,77	0,91	0,82	0,93
Pawo	1,86	0,54	0,99	1,22	1,48	1,52	1,06	1,35	1,11	1,10
Sorento	0,60	1,11	1,13	1,59	1,31	0,71	1,00	1,37	0,83	1,07
Witon	1,71	1,55	1,14	0,85	0,68	1,02	0,99	0,85	1,42	0,68
Zorro	0,50	1,47	0,56	0,93	1,11	1,00	0,61	0,77	0,77	0,92
Todan	1,40	0,53	1,09	1,23	1,45	1,35	0,88	1,30	1,14	1,03
Moderato	1,23	0,62	1,14	1,20	1,66	1,41	1,32	1,11	0,91	1,22
Aliko	1,45	0,55	1,28	0,60	0,92	0,70	0,76	1,05	0,76	0,85
Hortenso	1,28	0,55	1,05	0,87	0,77	0,84	1,22	0,89	0,79	0,93
Baltiko	0,60	1,33	1,17	0,86	0,63	0,60	1,01	0,79	0,91	0,78
Gniewko	0,53	1,55	0,83	1,24	1,04	1,01	0,61	0,91	0,82	0,75
Algoso	0,72	0,73	0,65	0,56	0,76	0,59	0,93	0,74	0,87	0,86
Grenado	1,38	1,06	1,11	1,39	1,26	1,15	1,17	1,00	1,01	0,95

c.d. Tabela 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Trismart	1,43	0,56	0,90	0,89	0,49	0,55	0,72	0,69	0,71	0,80
Alekto	0,56	1,27	0,90	0,79	0,78	0,79	0,62	1,01	0,77	1,00
Borwo	1,22	1,19	0,76	0,86	1,20	1,14	1,16	1,03	1,12	1,18
Leontino	0,52	1,02	0,93	0,98	0,86	0,80	1,03	0,92	0,64	1,03
Pigmej	1,10	1,31	1,00	1,10	1,23	1,01	0,88	0,95	1,03	1,17
Pizarro	1,10	0,60	0,74	1,31	1,26	1,32	1,17	1,11	1,18	0,79
Trigold	0,43	0,76	0,79	0,71	1,08	0,80	0,62	0,81	0,80	0,83
Atletico	1,04	1,28	—	0,76	1,13	0,71	0,60	0,72	0,71	0,76
Tulus	0,58	0,97	—	1,09	1,15	1,02	0,87	0,94	0,87	0,97
Cerber	0,53	0,70	—	0,76	0,96	0,77	0,57	0,94	0,79	0,62
Cyrkon	0,52	0,69	—	0,68	1,05	0,70	0,69	0,73	0,79	0,61
Elpaso	0,64	0,84	—	0,67	0,80	0,60	0,97	0,61	0,65	0,91
Fredro	0,72	0,82	—	0,70	1,00	0,87	1,11	0,73	0,87	1,06

Odporność lub podatność odmian pszenżyta na wyleganie miała wpływ na ich plonowanie, zwłaszcza przed 2001 rokiem. Istotne dodatnie korelacje tej odporności z plonem ziarna stwierdzono wprawdzie tylko w nielicznych latach, zwłaszcza silne w 1996, 1998, 2000 roku, ale przeciętnie w całym okresie lat 1982–2012 większej odporności odmian na wyleganie o 1° towarzyszył wzrost plonów o 0,85 dt·ha⁻¹ (tab. 9).

Tabela 9

Zależność plonu ziarna pszenżyta ozimego od odporności jego odmian na czynniki stresowe
Relationships between grain yield and the resistance to stress factors of winter triticale varieties

Odporność pszenżyta na: Resistance of the triticale to:	Przedział lat Interval of years					
	1982–2000		2001–2012		1982–2012	
	r ¹	regresja ² regression	r ¹	regresja ² regression	r ¹	regresja ² regression
Mróz Frost	0,236*	0,76	0,156*	0,71	0,145*	0,68
Wyleganie Lodging	0,314*	1,12	0,128*	0,67	0,184*	0,85
Rdzę brunatną Brown rust	0,208*	1,71	0,226*	1,26	0,224*	1,33
Mączniaka prawdziwego Powdery mildew	—	—	0,183*	1,14	0,167*	1,13
Pleśń śniegową Snow mould	—	—	0,169*	1,08	0,137*	0,88
Septoriozę plew Septoria spikelet glume	—	—	0,233*	2,78	0,173*	1,90
Wyraz wolny równania Constant of equation	—	37,23	—	4,1	—	10,4
Współczynnik korelacji wielokrotnej Multiple regression coefficient	0,429*	—	0,531*	—	0,484*	—
Liczba przypadków Number of cases	219		330		549	

* Istotność na poziomie p = 0,01; significant at p = 0.01

¹ Współczynniki korelacji cząstkowej między odpornością pszenżyta ozimego na czynnik stresowy a plonem ziarna; Partial correlation coefficients between the resistance of the winter triticale to the stress factor and the grain yield

² Współczynniki regresji wielokrotnej dla zależności plonu od czynników stresowych; Multiple regression coefficients for the relation between stress factors and yielding

Poza, przedstawionym powyżej, szacowaniem zależności plonu ziarna od odporności odmian na poszczególne patogeny, dokonano oceny wpływu zespołu 8 jednostek chorobowych na plonowanie pszenżyta. W regresji wielokrotnej krokowej uwzględniono jako zmienne niezależne mrozoodporność, odporność na wyleganie oraz odporność średnią każdej z odmian na zespół 8 chorób. Z takiego oszacowania wynika, że obniżenie odporności średniej na te patogeny o 1° może skutkować redukcją plonu ziarna o 7,96 dt·ha⁻¹.

Należy zauważyć, że oszacowania regresją wielokrotną zależności plonu ziarna pszenżyta od odporności jego odmian na czynniki stresowe wyjaśniają tylko część zmienności plonów pszenżyta. Wprawdzie równania regresji wielokrotnej są wysoko istotne, ale odporności odmian na czynniki stresowe wyjaśniają tylko 18–30% całej zmienności plonów ($r^2 = 0,184–0,297$). Pozostała część tej zmienności pochodzi z wpływu innych czynników plonotwórczych, jak reakcja na warunki glebowe, przedplony, nawożenie, przebieg pogody, itp.

Pod względem łącznej odporności na zespół wszystkich 10 uwzględnionych czynników stresowych pozytywnie wyróżniają się zwłaszcza odmiany: ‘Fidelio’, ‘Ugo’, ‘Bogo’, ‘Pawo’, ‘Moderato’, ‘Prado’, a spośród nowszych: ‘Grenado’, ‘Borwo’ i ‘Pigmej’.

WNIOSKI

1. Odporność średnia odmian pszenżyta ozimego, znajdujących się w polskim rejestrze odmian, na większość ocenionych czynników stresowych zmniejszała się wraz z upływem lat w przedziale 1982–2012.
2. Postęp hodowlany w odporności na poszczególne czynniki stresowe wnosili nieliczne odmiany spośród rejestrowanych.
3. Sukcesem hodowli odpornościowej była zwłaszcza odmiana ‘Fidelio’, wpisana do rejestru odmian w 1997 roku, która wniosła duży i trwały postęp pod względem niemal wszystkich czynników stresowych.
4. Wraz z upływem lat badań i użytkowania wiele odmian rejestrowanych po 1996 roku traciło swą początkową odporność na patogeny, zwłaszcza na mączniaka prawdziwego i rdzę brunatną. Utrata tych odporności następowała zwykle tym szybciej im później odmiany były rejestrowane.
5. Przed 2000 rokiem patogeny chorobotwórcze (z wyjątkiem rdzy brunatnej) nie wpływały istotnie na plonowanie pszenżyta ozimego, natomiast w późniejszym okresie ich wpływ był znaczący.

LITERATURA

- Banaszak Z., Marciniak K., Brykczyńska L. 1998. Ocena metod badania mrozoodporności materiałów hodowlanych pszenżyta w DANKO. Biul. IHAR 205/206: 213 — 218.
- Filoda G. 2009. Zagrożenie upraw pszenżyta ozimego przez rdze. Progress in Plant Protection/Post. w Ochr. Rośl. 49 (2): 623 — 626.
- Góral T. 2009. Odporność odmian pszenżyta ozimego na fuzariozę kłosów powodowaną przez grzyb *Fusarium culmorum*. Biul. IHAR 254: 41 — 50.

- Pluto J. 1993. Efektywność hodowli odmian pszenżyta ozimego w Polsce. Wiad. Odmianozn., 51, COBORU Słupia Wielka.
- Mackay I., Horwell A., Garner J., White J., McKee J., Philpott H. 2011. Reanalyses of the historical series of UK variety trials to quantify the contributions of genetic and environmental factors to trends and variability in yield over time. Theor. Appl. Genet., 122 (1): 225 — 238.
- Rudnicki F. 2014 a. Metoda wskaźnikowej oceny postępu hodowlanego wnoszonego przez odmiany roślin uprawnych. Biul. IHAR 273: 3 — 15.
- Rudnicki F. 2014 b. Postęp hodowlany pszenżyta ozimego w latach 1982–2012. I. Plon i niektóre cechy ziarna. Biul. IHAR 273: 17 — 33.
- Silvey V. 1978. The contribution of new varieties to increasing cereal yield in England and Wales. J. Natn. Inst. Agric. Bot. 14: 385 — 400.
- Strzembicka A., Węgrzyn S., Grzesik H. 1998. Ocena rodów hodowlanych pszenżyta pod względem odporności na rdzę brunatną (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*). Biul. IHAR 205/206: 273 — 277.
- Szeląg J., Maćkowiak W., Szeląg B., Woś H. 1998. Mrozoodporność a zimotrwałość pszenżyta ozimego. Biul. IHAR 205/206: 205 — 211.
- Szeląg J., Szeląg B., Cichy H. 2002. Problem mrozoodporności pszenżyta ozimego. Biul. IHAR 221: 17 — 25.
- Tokarski P. 2011. Dobór odmian dla potrzeb integrowanej ochrony pszenżyta. W: Metodyka integrowanej ochrony pszenżyta ozimego i jarego. IOR — PIB Poznań: 51 — 58.
- Woś H., Strzembicka A. 2011. Znaczenie hodowli odpornościowej w integrowanej ochronie pszenżyta. W: Metodyka integrowanej ochrony pszenżyta ozimego i jarego. IOR — PIB Poznań: 27 — 49.