

MAGDALENA GUT**STANISŁAW WĘGRZYN**

Zakład Roślin Zbożowych

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Krakowie

Genetyczne uwarunkowania mrozoodporności pszenicy i jej współdziałanie z wybranymi cechami użytkowymi

Genetic determination of frost resistance and its relationships with other agronomic traits in winter wheat

Celem przeprowadzonych badań było określenie genetycznych uwarunkowań mrozoodporności oraz związku odporności na mróz z takimi cechami użytkowymi jak: plon, liczba dni od 1.05. do kłoszenia, liczba dni od 1.05. do dojrzałości, odporność na mączniak, rdzę brunatną oraz choroby liści. Oceniono zmienność analizowanych cech oraz obliczono współczynniki korelacji fenotypowych i genotypowych między mrozoodpornością i pozostałymi cechami a także stopień genetycznego uwarunkowania mrozoodporności (H). Największe zróżnicowanie badanych obiektów zaobserwowano w przypadku mrozoodporności oraz plonu, najmniejsze zaś, w odniesieniu do wczesności mierzonych zarówno liczbą dni od 1.05 do kłoszenia, jak i liczbą dni od 1.05 do dojrzałości. Współczynnik odziedziczalności (H) kształtował się na poziomie średnim ($H = 0,48$). Współczynniki korelacji zarówno fenotypowej, jak i genotypowej okazały się nieistotne, z wyjątkiem odporności na mączniaka. Brak zależności między mrozoodpornością a pozostałymi cechami sprawia, że selekcja w kierunku tych cech winna być prowadzona niezależnie.

Słowa kluczowe: korelacje, mrozoodporność, pszenica, uwarunkowania genetyczne

The studies on variability, heritability and relationships between frost resistance and some traits in winter wheat (yield, days to heading and to maturity, resistance to powdery mildew, leaf rust and other leaf diseases) were carried out in the years 1997–1998. The variation coefficient, heritability (H) as well as phenotypic and genotypic correlation coefficients between the studied traits were computed. The heritability coefficient of frost resistance was intermediate ($H = 0.48$). The correlation coefficients, both genotypic and phenotypic ones between the analyzed traits were in general non-significant, except for resistance to powdery mildew. Because of the lack of relationship between frost resistance and the remaining traits, the selection for the trait should be conducted independently.

Key words: correlation, frost resistance, heritability, wheat

WSTĘP

Badania nad dziedziczeniem mrozoodporności prowadzone są niemal od początku stulecia, (Nilsson-Ehle, 1912; Hayes i Aamodt, 1927, cyt. za Sutka i in., 1997), ale mimo szerokiego zakresu i zróżnicowanej tematyki (obszerny przegląd literatury z tej dziedziny podaje Gut, 2001) prace określające stopień genetycznego uwarunkowania mrozoodporności są dość rzadkie. Przyczyną tego stanu rzeczy jest zapewne fakt, że cecha ta jest kontrolowana przez system poligeniczny. Liczba czynników odpowiedzialnych za tę cechę nadal jest jednak nieznana, a jeśli chodzi o sposoby działania genów opinie są różnorodne.

Brakuje również badań dotyczących relacji między mrozoodpornością a innymi cechami użytkowymi. Prace tego typu byłyby interesujące z punktu widzenia poznawczego i w sposób istotny mogłyby wspomóc hodowców w selekcji ulepszonych form pszenicy.

Celem niniejszego opracowania było określenie genetycznych uwarunkowań mrozoodporności oraz związku odporności na mróz z plonem, wczesnością — oznaczaną jako liczba dni od 1.05. do kłoszenia i do dojrzałości oraz odpornością na rdzę brunatną, choroby liści i mączniak.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 33 rody hodowlane pszenicy ozimej w pokoleniach F₅–F₇ oceniane pod względem mrozoodporności w latach 1998–1999.

Mrozoodporność oceniano zmodyfikowaną metodą Kocha i Lehmana (1969). Jesienią nasiona wysiewano w rzędkach do skrzynek o wymiarach 30cm x 38cm x 9cm napełnionych ziemią ogrodniczą. W jednej skrzynce wysiewano 12 obiektów w rzędkach po 15 nasion. Wzrost jesienny i hartowanie odbywały się w warunkach hali wegetacyjnej, natomiast przemrażanie prowadzono w warunkach kontrolowanych. Jako temperaturę krytyczną przyjęto -16° do -18°C, przy czym wartość ta zależała od przebiegu aklimatyzacji i była wyznaczana na podstawie próbnego przemrażania. Temperaturę krytyczną utrzymywano przez dobę, po czym po stopniowym rozmrożeniu skrzynki z roślinami przenoszono do chłodnej szklarni (ok. +15°C). Rośliny przycinano do wysokości 1,5–2,0 cm nad powierzchnią gleby i po upływie około 3 tygodni liczone rośliny żywe (odrastające). Miarą mrozoodporności był procent roślin żywych po przemrożeniu w odniesieniu do początkowej liczby siewek.

Współczynniki korelacji fenotypowej obliczono dla każdego roku osobno oraz na wartościach średnich. Dwuletnie wyniki stanowiły również podstawę do obliczenia korelacji genotypowych.

Współczynnik genetycznego uwarunkowania (H) obliczono według Becker (1984), a współczynniki korelacji fenotypowej i genotypowej według Hallauer i Miranda (1988).

WYNIKI I DYSKUSJA

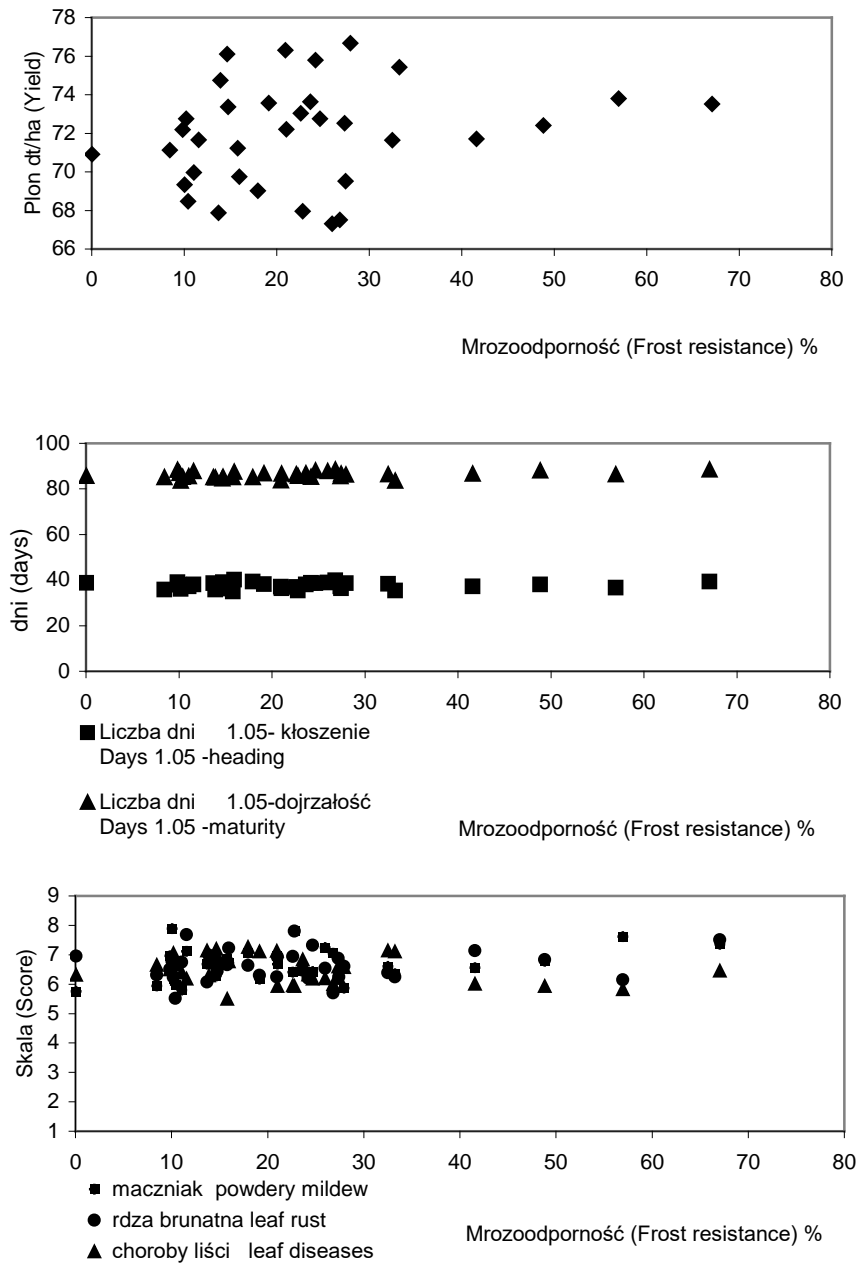
Zakresy i współczynniki zmienności oraz średnie wszystkich badanych cech zestawione w tabeli 1 wykazały, że badane rody były najsilniej zróżnicowane pod względem mrozoodporności.

Średnie oraz zakresy zmienności badanych cech rodów pszenicy
Means and ranges of variability for the investigated traits of winter wheat strains

Cecha Trait		Rok Year		Łącznie Total
		1997	1998	
Mrozoodporność Frostresistance (%)	średnia — mean	15,80	46,08	30,94
	minimum	0,00	0,00	0,00
	maksimum	84,00	76,33	80,17
	CV%	82,36	49,83	66,09
Plon (dt/ha) Yield	średnia — mean	63,76	78,38	71,07
	minimum	54,22	68,94	61,58
	maksimum	73,10	89,17	81,13
	CV%	6,44	7,04	6,74
Liczba dni .05 — kłoszenie Days 1.05 — heading	średnia — mean	42,98	32,79	37,89
	minimum	40,14	29,36	34,75
	maksimum	46,14	35,82	40,98
	CV%	3,40	4,41	3,90
Liczba dni 1.05 — dojrzałość Days 1.05 — maturity	średnia	89,38	81,31	85,34
	minimum	85,00	73,50	79,25
	maksimum	92,75	85,40	89,08
	CV%	2,40	3,78	3,09
Odporność na rdzę brunatną Resistance to leaf rust	średnia — mean	6,74	8,47	7,61
	minimum	5,88	5,04	5,46
	maksimum	7,94	98,00	52,97
	CV%	8,09	148,10	78,10
Odporność na choroby liści Resistance to leaf diseases	średnia — mean	6,31	6,77	6,54
	minimum	5,14	5,66	5,40
	maksimum	7,25	7,53	7,39
	CV%	7,82	7,09	7,45
Odporność na mączniaka Resistance to powdery mildew	średnia — mean	6,43	7,16	6,79
	minimum	5,21	6,07	5,64
	maksimum	7,94	8,14	8,04
	CV%	10,01	7,71	8,86

Odporność na choroby — bonitacja w skali 9–1; 9 — odporne, 1 — wrażliwe
 Resistance to diseases — score 9–1; 9 — resistant, 1 — susceptible

Duży zakres zmienności obserwowano także w przypadku plonu. Obie te cechy wykazywały również wyraźne zróżnicowanie w latach. Najmniejsze różnice, tak w obrębie lat, jak i pomiędzy nimi obserwowano w przypadku wczesności mierzonej zarówno liczbą dni od 1 maja do kłoszenia, jak i liczbą dni od 1 maja do dojrzałości. Średnia odporność na choroby grzybowe była porównywalna dla wszystkich branych pod uwagę patogenów, wyraźniejsze różnice w latach obserwowano jedynie w przypadku odporności na mączniaka.



Rys. 1. Zależności pomiędzy mrozoodpornością a plonem, wczesnością i odpornością na choroby
Fig. 1. Relationships between frost resistance and yield, earliness and resistance to plant diseases

Zależności między badanymi cechami przedstawiono po uśrednieniu wyników z obu lat badań (rys. 1 a, b, c.). Na podstawie zamieszczonych na rysunkach danych można było spodziewać się istotnych korelacji między mrozoodpornością a wczesnością oraz odpornością na choroby, ale współczynniki korelacji (tab. 2) oczekiwań tych nie potwierdziły.

Tabela 2

Korelacje fenotypowe i genotypowe między mrozoodpornością a badanymi cechami oraz ich współczynniki genetycznego uwarunkowania (H)
Genotypic and phenotypic correlations between frost resistance and the investigated traits and their heritability coefficients (H)

Cecha Trait	Plon Yield	Liczba dni Days		Odporność na choroby Resistance to diseases			
		1.05. kłoszenie 1.05. heading	1.05. dojrzałość 1.05. maturity	rdza brunatna leaf rust	choroby liści leaf diseases	mączniak powdery mildew	
Korelacje fenotypowe Phenotypic correlation	1997	0,31	0,09	0,34*	0,31	-0,24	0,26
	1998	-0,60**	0,36	-0,77**	0,32	0,24	0,52**
	średnia mean	0,22	0,06	0,33	0,15	-0,27	0,39*
Korelacja genotypowa Genotypic correlation		0,28	0,01	0,34	0,36	-0,52	0,61*
Uwarunkowanie genetyczne (H) Heritability		0,10	0,93	0,47	0,70	0,83	0,86

* ** — Istotne odpowiednio przy P = 0,05 i 0,01

*, ** — Significant at P = 0.05 and 0.01, respectively

Z danych przedstawionych w tabeli wynika, że korelacje fenotypowe między porównywanymi cechami zmieniały się w latach — w przypadku plonu i liczby dni do dojrzałości w roku 1998 były nawet wysoce istotne. Zależność ta spowodowana była jednak prawdopodobnie wpływami środowiska, gdyż po uśrednieniu wyników współczynniki te były nieistotne. Podobnie drastyczne różnice korelacji fenotypowych między mrozoodpornością i plonem obserwowano we wcześniejszych badaniach (Gut, 2003). Nie stwierdzono istotnej korelacji genotypowej między mrozoodpornością a liczbą dni do kłoszenia i dojrzałości, mimo iż z pracy Snape i wsp. (2001) wynika, że geny warunkujące odporność na mróz i czas kwitnienia zlokalizowane są na tych samych chromosomach, a zatem można było oczekiwać takiej zależności. Istotny, chociaż niezbyt wysoki (0,61) współczynnik korelacji genotypowej oraz istotne współczynniki korelacji fenotypowych (w roku 1998 i po uśrednieniu dwuletnich wyników) między mrozoodpornością a odpornością na mączniak wydaje się potwierdzać sugerowane przez niektórych autorów wspólne podłoże reakcji roślin na stropy abiotyczne i biotyczne (Kacperska, 1997; Veisz Szunics, 2000). Wydaje się zatem, że podjęcie bardziej szczegółowych badań nad określeniem relacji między tymi cechami mogłoby okazać się interesujące i przydatne w hodowli.

Wśród porównywanych cech liczba dni od 1.05 do kłoszenia oraz odporność na rdzę brunatną i choroby liści odznaczały się wprawdzie wysokim stopniem uwarunkowania genetycznego (tab. 2), ale wobec nieistotnych genotypowych korelacji z mrozoodpornością selekcja na te cechy powinna być prowadzona niezależnie.

W przypadku mrozoodporności współczynnik genetycznego uwarunkowania (H) był niezbyt wysoki i wynosił 0,48. W badaniach Limin i Fowler (1993) odziedziczalność mrozoodporności wynosiła 0,63–0,70, a w pracach Sutki (1994) współczynniki odziedziczalności w wąskim i szerokim sensie były znacznie wyższe i wynosiły odpowiednio 0,81 i 0,97. Natomiast wartości współczynnika h^2 (odziedziczalność zrealizowana) uzyskane w badaniach prowadzonych w latach 1986–1995 zmieniała się w dość szerokim zakresie od 0,08 do 1,00 (Gut, 2003). Można zatem przypuszczać że cecha ta dziedziczy się w zależności od pochodzenia badanych form, a zatem skuteczność selekcji na mrozoodporność również będzie zależała od tego czynnika.

WNIOSKI

1. Wśród porównywanych cech liczba dni od 1.05 do kłoszenia oraz odporność na rdzę brunatną i choroby liści odznaczały się wysokim stopniem uwarunkowania genetycznego, ale wobec nieistotnych genotypowych korelacji z mrozoodpornością selekcja na te cechy winna być prowadzona niezależnie.
2. Istotne współczynniki korelacji fenotypowych i genotypowych między mrozoodpornością a odpornością na mączniak wydają się potwierdzać sugerowane przez niektórych autorów wspólne podłoże reakcji roślin na stropy abiotyczne i biotyczne. Podjęcie bardziej szczegółowych badań nad określeniem relacji między tymi cechami mogłoby okazać się interesujące i przydatne w hodowli.

LITERATURA

- Becker W. A. 1984. Manual of quantitative genetics, ed. 4, Pullman USA.
- Gut M. 2001. Mrozoodporność i zimotrwałość w hodowli zbóż ozimych II. Genetyka i hodowla. Biul. IHAR 217: 29 — 38.
- Gut M. 2003. Mrozoodporność rodów hodowlanych pszenicy (*Triticum aestivum* L.) — Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR, Nr 20, IHAR, Radzików.
- Hallauer A. R., Miranda J. B. 1995. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State Univ., Ames.
- Kacperska A. 1997. Plant response to low temperature stress: signaling pathways involved. In: Crop development for the cool and wet regions of Europe. Research progress COST 814-II. IHAR, Radzików: 133 — 146.
- Koch M. D., Lehman E. O. 1969. Resistenzeigenschaften im Gersten und Weizensortiment Gatersleben, 7 Prüfung der Frostresistenzpflanze D.A.I. XIV: 263 — 282.
- Limin A. E., Fowler D. B. 1993. Inheritance of cold hardiness in *Triticum aestivum* × synthetic hexaploid wheat crosses. Plant Breeding — Zeitschrift für Pflanzenzüchtung 110 (2): 103 — 108.
- Sutka J., Galiba G., Veisz O., Snape J. W. 1997. Genetic analysis of frost resistance and its contribution to development of frost resistant cereal varieties — a review. Plant Breeding and Seed Sci. 41(2): 39 — 50.
- Snape J. W., Sarma R., Quarrie S. A. Fish L., Galiba G., Sutka J. 2001. Mapping genes for flowering time and frost tolerance in cereals using precise genetic stocks. Euphytica 120: 309 — 315.
- Sutka J. 1994. Genetic control of frost tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica 77: 277 — 282.
- Veisz O., Szunics L. 2000. Effect of common bunt on the frost resistance and winter hardiness of wheat (*Triticum aestivum* L.) lines containing *Bt* genes. Euphytica. 114 (2): 159 — 164.