

Dorota Walentyn-Góral<sup>1</sup>, Tomasz Góral<sup>1</sup>, Maciej Majka<sup>2</sup>, Jolanta Belter<sup>2</sup>, Halina Wiśniewska<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zakład Fitopatologii, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin PIB, Radzików, 05-870 Błonie; <sup>2</sup>Zakład Genomiki, Instytut Genetyki Roślin PAN, Strzeszyńska 34, 60-479 Poznań

## Wstęp

Fuzarioza kłosów jest chorobą zbóż powodowaną przez kompleks grzybów z rodzaju *Fusarium* (głównie *F. culmorum* i *F. graminearum*). Grzyby te wytwarzają toksyczne metabolity – mikotoksyny. Porażenie kłosa przez *Fusarium* prowadzi do porażenia ziarniaków i akumulacji mikotoksyn w ziarnie. W przypadku spożycia żywności lub paszy wytworzonej z porażonego ziarna stanowią one zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt. Ze względu na ilości stwierdzone w ziarnie zbóż najważniejszymi mikotoksynami są deoksyniwalenol i zearalenon.

Zidentyfikowano kilka typów (mechanizmów) odporności zbóż na fuzariozę kłosów. Zostały one opisane jako: typ I - odporność na infekcję pierwotną; typ II – odporność na rozprzestrzenianie się *Fusarium* w kłosie; typ III - odporność na uszkodzenie ziarniaków przez *Fusarium*; typ IV- tolerancja na fuzariozę kłosów i toksyny; typ V - odporność na kumulację toksyn fuzaryjnych w ziarnie poprzez: 1 – chemiczną modyfikację toksyn, 2 – blokowanie syntezy toksyn (Mesterhazy 2002, Boutigny i in. 2007, Foroud i Eudes 2009). Poziom odporności typu I i II wpływa na nasilenie porażenia kłosa w warunkach polowych. Wysoki poziom odporności typu I jest istotny w przypadku silnej presji infekcyjnej *Fusarium*. Z drugiej strony, niski poziom odporności typu II może skutkować silnym porażeniem kłosa mimo niskiej presji infekcyjnej.

## Materiał i metody

W celu określenia odporności typu I kłosa 146 odmian i linii pszenicy ozimej oraz 30 linii pszenżyta ozimego opryskano zawiesiną zarodników 3 izolatów *F. culmorum* o stężeniu 10<sup>5</sup> zar./ml. Zastosowano izolaty wykorzystane w polowym doświadczeniu infekcyjnym. Liczbę punktów infekcji (LPI) oceniano po 7-10 dniach od inokulacji. Po 21 dniach po inokulacji przeprowadzono dodatkowo ocenę indeksu fuzariozy kłosów.

Przebadano odporność typu II 148 odmian i linii pszenicy ozimej oraz 72 odmian i linii pszenżyta ozimego. Kłosa inokulowano w fazie pełni kwitnienia poprzez umieszczanie kropli (ok. 50 mcl) zawiesiny zarodników *F. culmorum* w środkowym kłosku wybranych kłosów za pomocą samo napełniającej się strzykawki. Stężenie zawiesiny wynosiło 50 x 10<sup>3</sup> zar./ml. Zastosowano dwa izolaty. Inokulowano po 10 kłosów danego genotypu. Nasilenie fuzariozy kłosów oceniano poprzez określanie liczby kłosków z objawami choroby (LKP) 21 dni po inokulacji.

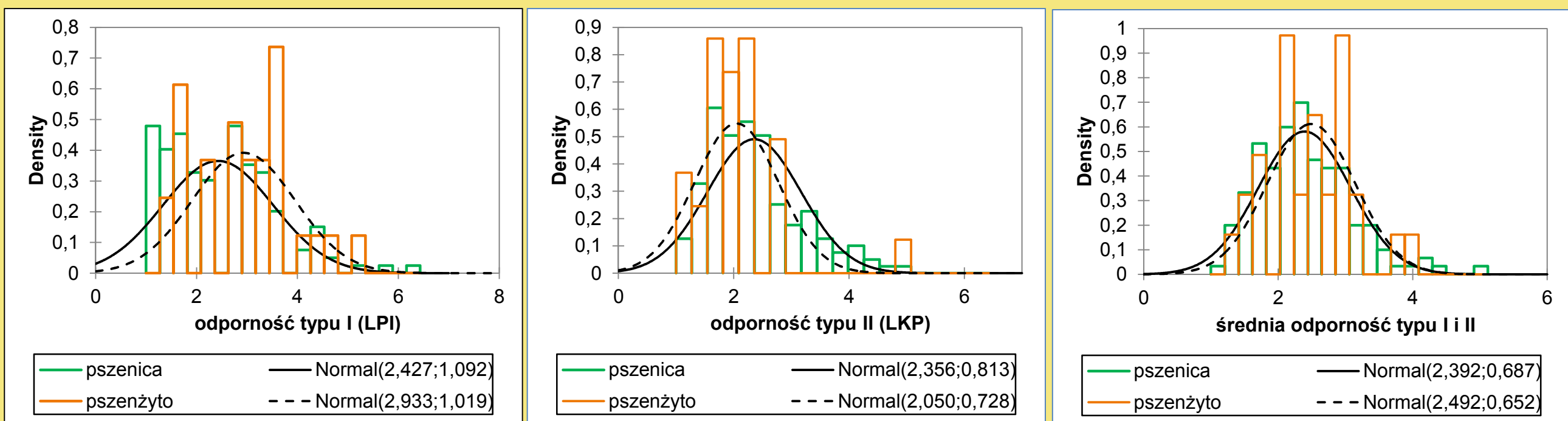
Doświadczenia prowadzono w warunkach częściowo kontrolowanych w tunelach foliowych z instalacją zraszającą. Po inokulacji utrzymywano tam wysoką wilgotność powietrza stymulującą rozwój choroby.



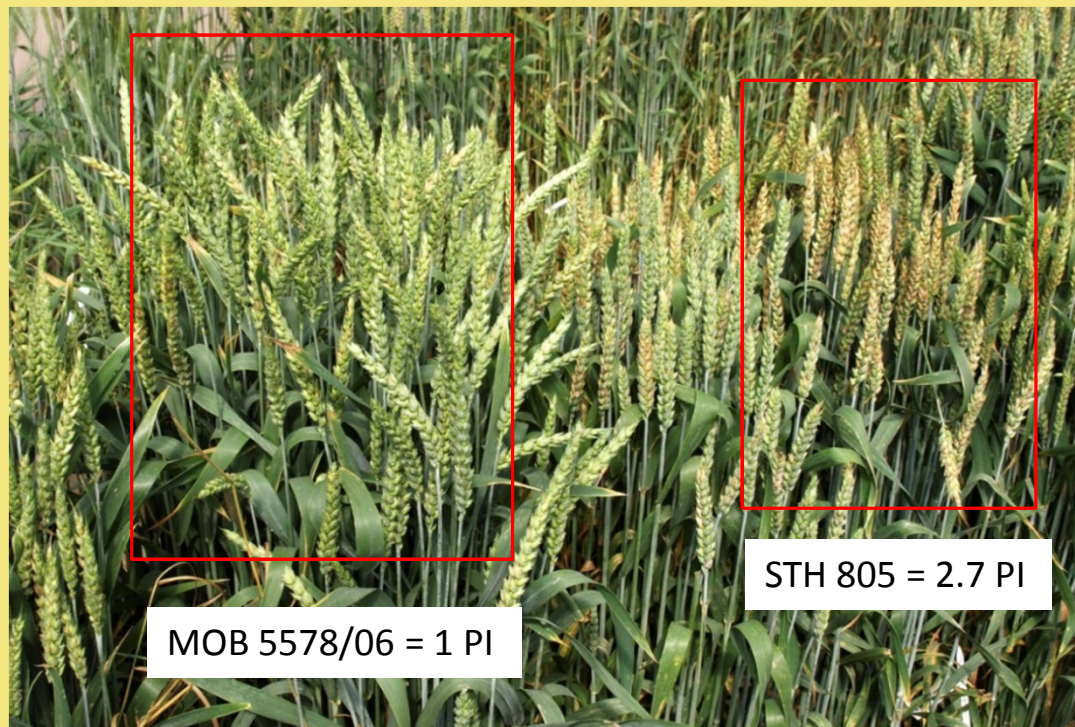
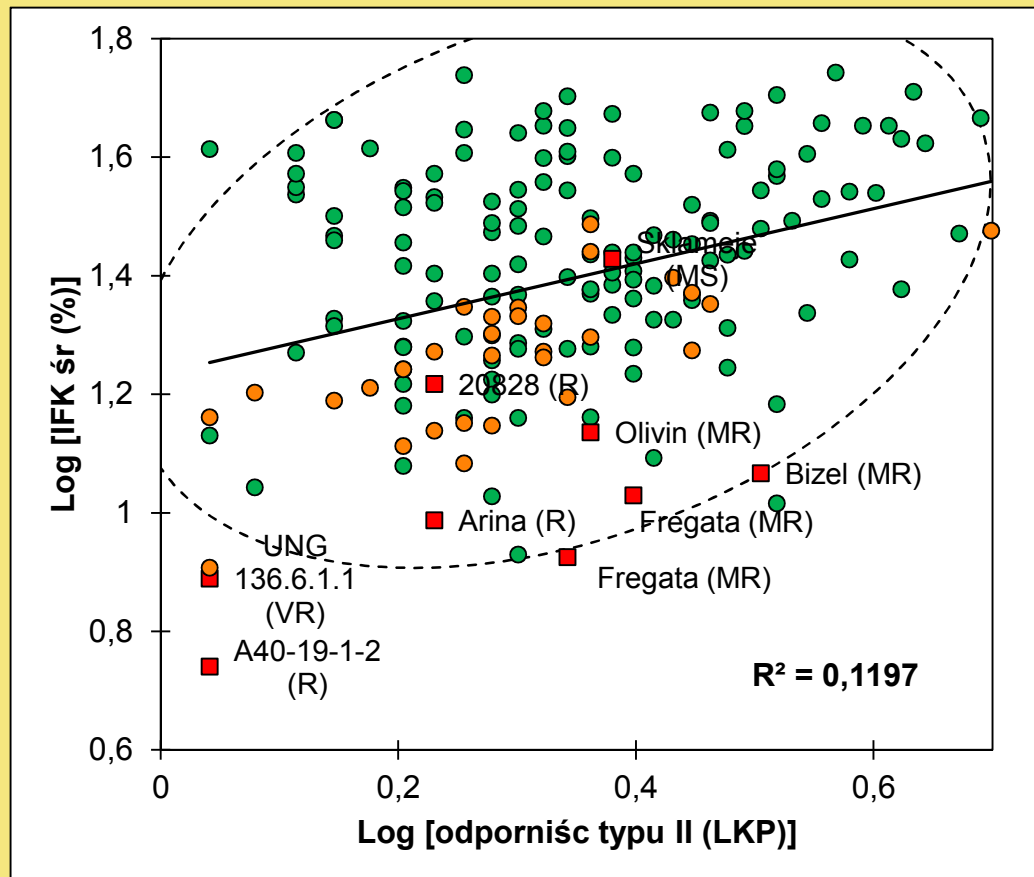
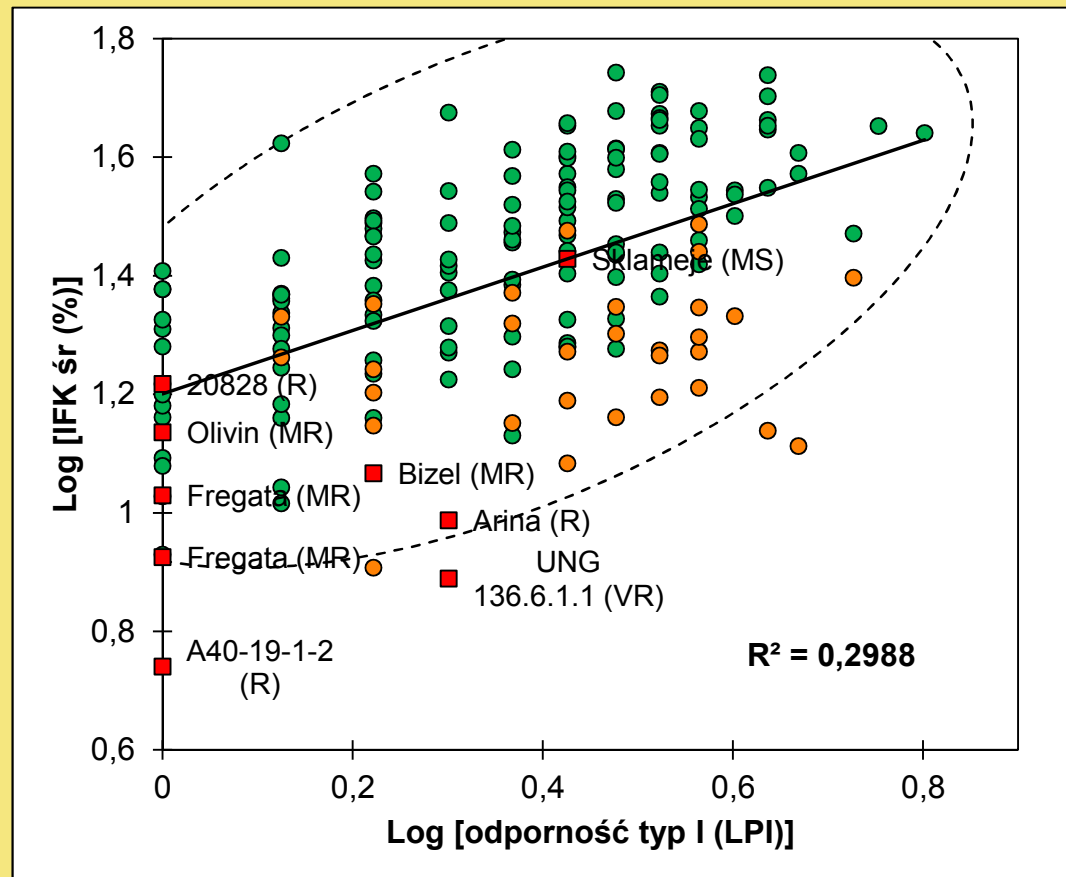
## Wyniki

Średnia odporność typu I wyniosła 2,4 punkty infekcji (PI) dla pszenicy oraz 2,9 PI dla pszenżyta (Rys. 1). Zakres reakcji mieścił się w granicach 1,0 – 6,3 PI dla pszenicy oraz 1,3 – 5,3 PI dla pszenżyta. Zmienność wśród pszenicy była wyższa, jednakże jedynie 25% linii osiągnęło liczbę PI powyżej 3,0, w przypadku pszenżyta było to 50% linii. Różnica w odporności typu I pomiędzy pszenicą i pszenżytem była istotna statystycznie.

Średnia odporność typu II wyniosła 2,4 kłaski porażone (KP) dla pszenicy oraz 2,1 KP dla pszenżyta (Rys. 2) . Zakres relacji mieścił się w granicach 1,1 – 4,9 KP dla pszenicy oraz 1,1 – 5,0 KP dla pszenżyta. Zmienność wśród pszenicy była wyższa, a 25% linii osiągnęło liczbę KP powyżej 2,8. W przypadku pszenżyta było to 16% (12) linii, jednakże 11 linii osiągnęło liczbę KP do 3,4, jedynie jedna linia miała liczbę KP = 5,0. Różnica w odporności typu II pomiędzy pszenicą i pszenżytem była istotna statystycznie.



**Rysunki 1-3.** Porównanie odporności typu I oraz II (liczba PI, liczba KP) oraz średniej odporności obu typów dla genotypów pszenicy i pszenżyta



Genotypy pszenicy o zróżnicowanej odporności typu I



Genotyp pszenżyta o niskiej odporności typu I

**Rysunki 4, 5.** Zależności pomiędzy typami odporności I i II (liczba PI, liczba KP) a średnim indeksem fuzariozy kłosów (IFK %) dla 146 linii pszenicy (zielone kółka) i 30 linii pszenżyta (pomarańczowe kółka). Oznaczono genotypy wzorcowe pszenicy (czerwone kwadraty).

Określono zależności pomiędzy odpornościami obu typów a indeksami fuzariozy kłosów (IFK) w warunkach (tunel) i w warunkach polowych dla wszystkich badanych genotypów pszenicy i pszenżyta. Odporność typu I korelowała istotnie ze średnim IFK ( $r = 0,547$ ). Jeżeli chodzi o odporność typu II to dla obu zbóż współczynnik były istotny ale miał niższą wartość ( $r = 0,346$ ) (Rys. 4,5). Wyższą wartość współczynnika zanotowano dla korelacji średniej odporności obu typów ze średnim indeksem fuzariozy kłosów ( $r = 0,649$ ) (Rys. 6).

Odmiany wzorcowe wykazywały wysoką (A40-19-1-2, Fregata, Olivin, 20828) lub średnią (Bizel, Arina, UNG 136.6.1.1) odporność typu I. Jeżeli chodzi o odporność typu II była ona wysoka (A40-19-1-2, UNG 136.6.1.1) średnia (Arina, 20828) lub niska (Fregata Olivin). Mimo zróżnicowania odporności genotypy te charakteryzowały się słabym porażeniem kłosa w warunkach prowokacyjnych (tunel) i polowych. Odporność typu I korelowała istotnie z IFK dla pszenicy, natomiast dla pszenżyta współczynniki były nieistotne (Tab. 1).

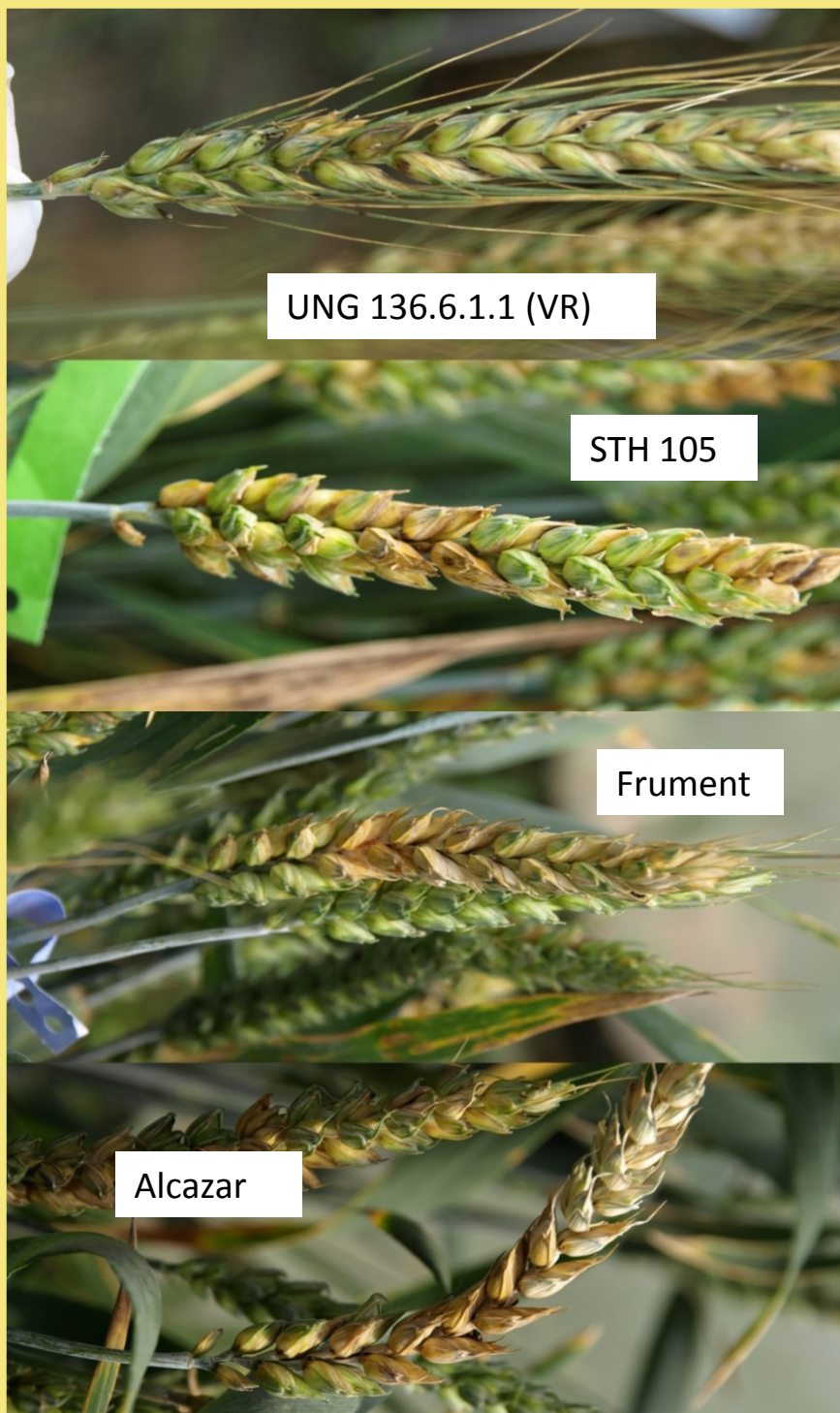
W przypadku odporności typu II współczynniki dla obu zbóż były istotne (z wyjątkiem IFK w tunelu dla pszenicy), jednakże przyjmowały znacznie wyższe wartości dla pszenżyta. Wyniki wskazują, że u pszenicy na „odporność polową” wpływała zarówno odporność typu I jak i II. Zidentyfikowano genotypy pszenicy zarówno o niskiej jak i o wysokiej odporności obu typów. Zabrakło jednakże korelacji pomiędzy typami odporności ( $r = -0,008$ ). Dla badanej populacji pszenżyta stwierdzono, że niższa średnia odporność typu I nie miała wpływu na zróżnicowanie „odporności polowej”, natomiast istotny wpływ zanotowano w przypadku bardziej zróżnicowanej odporności typu II (średnio wyższa niż u pszenicy).

Zmienne	Pszenica			Pszenżyto <sup>§</sup>		
	Log typ I	Log typ II	Log typ I+II	Log typ I	Log typ II	Log typ I+II
IFK tunel (%)	<b>0,738</b>	0,150	<b>0,711</b>	0,328	<b>0,615</b>	<b>0,566</b>
IFK (%)	<b>0,414</b>	<b>0,357</b>	<b>0,572</b>	-0,068	<b>0,565/0,505<sup>#</sup></b>	0,241
IFK śr. (%)	<b>0,696</b>	<b>0,262</b>	<b>0,747</b>	0,205	<b>0,729</b>	<b>0,532</b>
IFK C (%) <sup>&amp;</sup>	0,152	<b>0,268</b>	<b>0,288</b>	0,144	0,217	0,232

**Tabela 1.** Współczynniki korelacji pomiędzy typami odporności I i II (liczba PI, liczba KP) a indeksami fuzariozy kłosów (IFK %) dla 146 linii pszenicy i 30/72 linii pszenżyta.

Wyróżnione współczynniki istotne statystycznie na poziomie  $\alpha < 0,05$ .

§ - wartości dla 30 linii pszenżyta; # - współczynnik dla 72 linii pszenżyta; & - doświadczenie polowe w Cerekwicy (IGR PAN) , 83 linie pszenicy, 37 linii pszenżyta.



Genotypy pszenżyta i pszenicy o zróżnicowanej odporności typu II - na rozprzestrzenianie się *Fusarium* w kłosie.

Odporności obu typów korelowano również z indeksami fuzariozy kłosów (IFK C) uzyskanymi w doświadczeniu w Cerekwicy (pole IGR PAN Poznań) (Tab. 1). Współczynniki korelacji były niższe niż w Radzikowie i w większości nieistotne. W przypadku obu zbóż większe znaczenie miała odporność typu II, jednakże najwyższe okazały się współczynniki korelacji dla średnich odporności typu I i II. Doświadczenie w Cerekwicy charakteryzowało się wyższą presją infekcyjną *Fusarium*. Dane wykorzystane do analizy korelacji dotyczyły genotypów, których większość posiadała podwyższoną odporność na fuzariozę kłosów. W przypadku pszenżyta korelacja IFK uzyskanych w Radzikowie i Cerekwicy była bardzo niska.