



Poszukiwanie form kukurydzy o wysokiej odporności na fuzariozę kolb i zgorzel podstawy łodygi powodowane przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp.

Nr zadania: 33

Okres realizacji zadania: 2014 -2020

Kierownik:

dr. hab. Elżbieta Kochońska - Czembor, prof. IHAR-PIB
e.czembor@ihar.edu.pl

Wykonawca:

mgr. Seweryn Frasiński



Osiągnięte cele projektu

F. graminearum



- identyfikacja cech morfologicznych i fenologicznych powiązanych z odpornością na fuzariozę kolb
- określenie efektu heterozji i współczynnika odziedziczalności dla stopnia odporności na fuzariozę kolb
- określenie efektu heterozji i współczynnika odziedziczalności dla cech powiązanych z odpornością kukurydzy na fuzariozę kolb
- badanie efektywności poszukiwania źródeł odporności na fuzariozę kolb i zgorzel podstawy łodygi metodą rodowodową uwzględniając markery morfologiczne powiązane z odpornością na fuzariozę kolb.

F. verticillioides
F. subglutinans,
F. temperatum



Materiały i Metody

□ Identyfikacja markerów fenologicznych i morfologicznych powiązanych z odpornością na FK - odziedziczalność

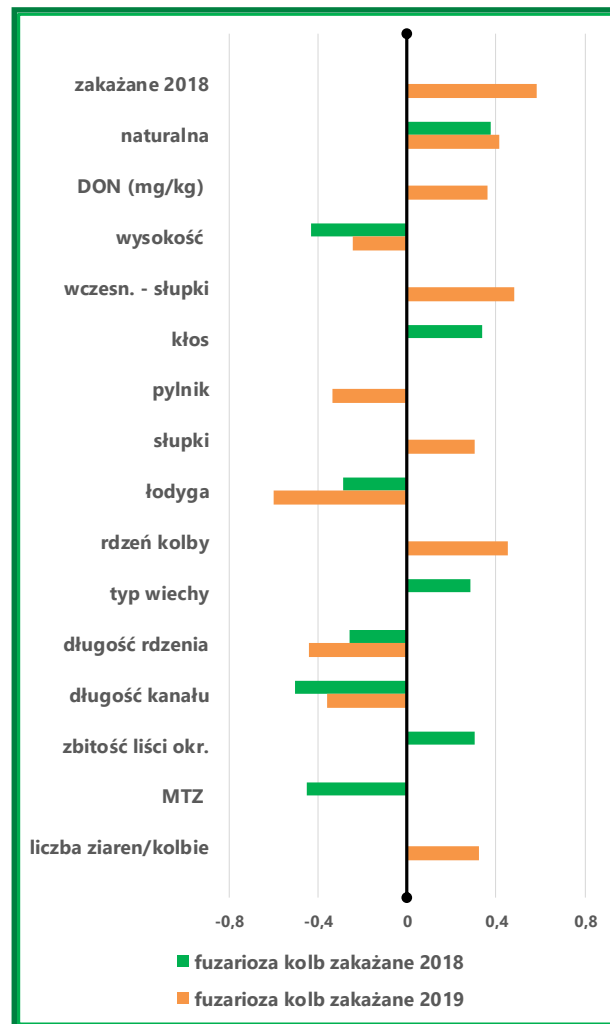
- **Materiał roślinny:** wypracowany zestaw elitarnych linii wsobnych o znanej, zróżnicowanej odporności na FK, mieszańce pokolenia F_1 , osobno dla grupy o ziarnie szklistym (flint) i zębokształtnym (dent).
- **Opisane cechy fenotypowe:** zgodnie z metodyką UPOV (http://archive.maizegdb.org/UPOV_Maize_tg_2_7.pdf): wysokość roślin, wczesność; morfologia kwiatostanów żeńskich: długość rdzenia, długość kanału od końca rdzenia kolby do końca liści okrywowych (cm), długość słupków nie pokrytych liśćmi okrywowymi (cm), zbitość liści okrywowych, zawartość antocyjanu - wizualnie w słupkach, rdzeniu kolby i łodydze, typ ziarna, masa nasion z kolby, MTZ.
- **Testy fitopatologiczne** - zakażenia sztuczne zawiesiną zarodników *F. graminearum*; infekcja naturalna.

□ Badanie efektywności selekcji

- **Materiał roślinny:** mieszańce pokolenia S_0 , formy flint i dent, dwu lub trójliniowe
- **Selekcja** metodą rodowodową: zapylenia wsobne, zakażenia sztuczne zawiesiną zarodników *F. graminearum*, ocena w skali 1-7. Wybór roślin o podwyższonej odporności jako linie pokolenia S_1 . Reselekcja do poziomu wsobności S_4 ocena wielośrodowiskowa - jedno środowisko po zakażeniach sztucznych a drugie środowisko przy infekcji naturalnej.

Identyfikacja markerów fenologicznych i morfologicznych warunkujących odporność na FK

- Metodyka zakażeń była skuteczna, umożliwiała różnicowanie materiału roślinnego a uzyskane wyniki ocen odporności na FK były powtarzalne (oceny stopnia porażenia roślin prowadzono przestrzegając fazy rozwoju rośliny).
- Opracowano zestaw linii różnicujących do badań nad fuzarioza kolb.
- Zawartość DON korespondowała do ocen fenotypowych stopnia porażenia kolby; poziom skażenia osadek był znacznie wyższy niż ziarna.
- Długość kanału od rdzenia do końca liści okrywowych statystycznie istotnie wpływała na stopień porażenia kolb.
- Oceny zawartości antocyjanu w osadkach i słupkach ujemnie korespondowały do ocen stopnia porażenia kolb grzybem *F. graminearum* i do poziomu skażenia ziarna DON.
- Zbitość liści okrywowych kolby wpływała na rozwój fuzariozy kolb.





Określenie markerów fenologicznych i morfologicznych warunkujących odporność na FK

EFEKT HETEROZJI

- Efekty heterozji dla FK, DON, ZP oraz cech morfologicznych i fenologicznych roślin wpływających na porażenia grzybami z rodzaju *Fusarium* spp.

- Wariant: jedna forma podatna, druga o podwyższonej odporności:
 - $H = 20 - 30\%$
- Wariant: oba komponenty należały do grupy średnioodpornych
 - $H < 20\%$, średnio $H = -11\%$

- Nie stwierdzono różnic, czy komponentem rodzicielskim matczym była forma podatna/o podwyższonej odporności czy forma ojcowska.



Określenie markerów fenologicznych i morfologicznych warunkujących odporność na FK

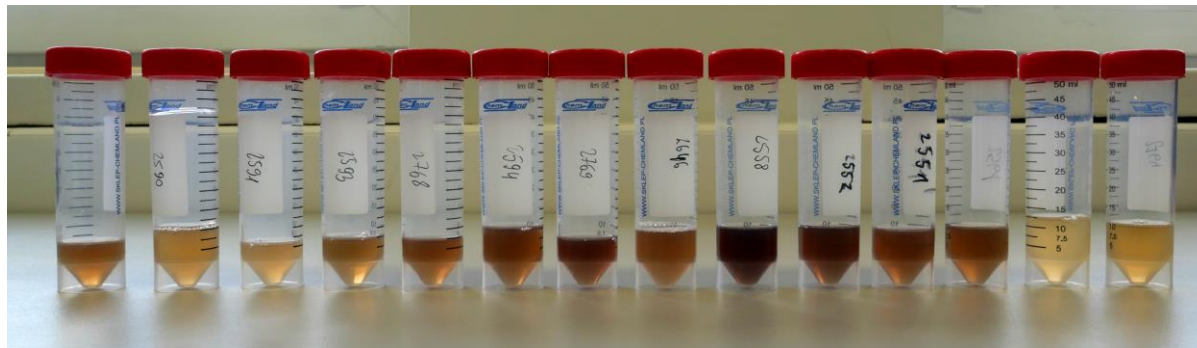
ODZIEDZICZALNOŚĆ

- ❑ Fuzarioza kolb i poziom skażenia DON - wsp. w wąskim sensie h^2_{ns} były warunkowane przez: pulę genową i typ ziarna (badano pule genowe KOB i SH, które są wyraźnie odległe od siebie).
- Fuzarioza kolb i poziom skażenia DON - wsp. w wąskim sensie h^2_{ns} dla stopnia odporności na fuzariozę kolb oraz zawartość DON były wysokie
- ❑ Cechy powiązane z fuzariozą kolb, dla których określono wysokie współczynniki odziedziczalności w wąskim sensie h^2_{ns} to:
 - zawartość antocyjanu w słupkach (i wspomagająco w rdzeniu)
 - długości kanału kolby (od rdzenia do końca liści okrywowych w okresie kwitnienia kwiatostanów żeńskich)
 - długości osadki kolby po zbiorze.

pula genowa	typ ziarna	współczynnik odziedziczalności	fuzarioza kolb (1 - 7)				wysokość średnia	wczesność dni do pylenia	antocyjan			morfologia kolby					MTZ średnia	waga ziaren/kolbę (g)	liczba ziaren/kolbie
			zakazane 1	zakazane 2	naturalna 1	DON (ppb) 1			słupki	rdzeń kolby	typ wiechy	długość rdzenia (mm)	długość kanału (mm)	długość słupków (mm)	zbiłość liści okrywowych	długość osadki po zbiorze			
SH	flint	szerokim				99,0%	97,7%	98,0%	100,0%	100,0%	100,0%	97,8%	99,6%	98,7%	100,0%	97,8%	99,6%	97,0%	98,2%
		wąskim				99,0%	79,6%	93,2%	58,4%	100,0%	50,0%	12,0%	88,2%	17,9%	35,8%	97,8%	99,6%	97,0%	98,2%
	dent	szerokim	97,8%		96,1%	98,9%	97,5%	100,0%	97,3%	100,0%	100,0%	99,5%	99,2%	99,3%	100,0%	97,6%	98,1%	98,8%	99,1%
		wąskim	93,3%		65,8%	82,7%	58,4%	49,7%	59,5%	100,0%	50,4%	91,4%	69,4%	28,1%	41,9%	76,9%	96,0%	44,9%	50,5%
KOB	flint	szerokim	98,4%	98,6%	89,6%	98,9%	95,6%	93,7%	97,3%	96,5%	98,8%	97,5%	98,5%	99,1%	100,0%	97,6%	98,2%	98,8%	94,5%
		wąskim	58,3%	84,6%	87,4%	36,1%	66,9%	44,3%	80,5%	45,3%	71,7%	3,5%	31,8%	21,9%	19,2%	43,2%	56,7%	92,7%	60,0%
	dent	szerokim	98,5%	99,6%	97,3%	99,4%	94,3%	97,3%	99,0%	98,5%	97,0%	99,8%	99,7%	99,2%	100,0%	95,3%	94,1%	98,7%	98,8%
		wąskim	54,4%	73,2%	66,0%	99,4%	58,3%	66,0%	91,3%	98,5%	55,4%	93,7%	98,8%	68,1%	36,0%	95,3%	94,1%	98,7%	98,8%

Efektywność selekcji

- Metoda rodowodowa może pozwolić na uzyskanie postępu biologicznego dla stopnia odporności na fuzariozę kolb, jednak jest to proces długotrwały, musi być prowadzony po zakażeniach sztucznych *Fusarium graminearum* i na przestrzeni wielu lat.
- Wyniki charakterystyki wielo cechowej linii pokolenia S₃, prowadzonej w trakcie reSelekcji pod względem odporności na FK wykazały, że zawartość antocyjanu w słupkach i rdzeniu oraz długość kanału kolby od rdzenia do końca liści okrywowych mogą być potencjalnymi markerami odporności na fuzariozę kolb. Wysoki współczynnik odziedziczalności dla tych cech zapewnia powtarzalność wyników.



Efektywność selekcji

- Genom kukurydzy nie jest duży. Jednak w badaniach należy uwzględnić fakt dużego zróżnicowania pomiędzy pulami genowymi – nie tylko uwzględniając typ ziarna, ale również ukierunkowanie programów hodowlanych, na bazie których pula genowa powstała.
- W bieżących badaniach uwzględniono dwie pule genowe, a w ich obrębie formy o typie ziarna flint i dent. Pule genowe były oddalone od siebie dla cech morfologicznych i fenologicznych co istotnie wpływało na efektywność selekcji, potwierdzając istotność wskazanych cech w procesie interakcji *Fusarium* spp. x gospodarz.

Typ ziarna	Zmienna	% źródeł odporności			
		$S_{0:1}$	$S_{1:2}$	$S_{2:3}$	Postęp genetyczny
Flint	Średnia	65,3	76,1	76,5	11,12
	Min.	47,8	66,7	50,0	
	Max.	81,0	90,0	92,3	34,4
Dent	Średnia	77,2	59,1	85,0	7,8
	Min.	68,4	28,6	75,0	3,5
	Max.	86,7	92,3	100,0	13,3

Metody

- Opracowanie powtarzalnej metody zakażeń sztucznych kolb kukurydzy grzybami z rodzaju *Fusarium* spp. – warunkującej uzyskanie wyników oceny podatności na fuzariozę kolb korespondującej do odporności przy dużej presji czynnika chorobotwórczego w warunkach naturalnych,
- Opracowane metody efektywnej selekcji dla stopnia odporności kukurydzy na fuzariozę kolb i zgorzel podstawy łodygi
- Opracowanie zestawu linii różnicujących dla stopnia odporności na fuzariozę kolb, osobno dla grup genetycznych o ziarnie typu flint i dent

Mechanizmy zjawiska

- Określenie markerów fenotypowych powiązanych ze stopniem odporności kukurydzy na fuzariozę kolb – określenie ich odziedziczalności
- Określenie interakcji genotypowo – środowiskowej dla stopnia odporności kukurydzy na fuzariozę kolb



Publikacje:

- Czembor E., i in. 2019. Differences in ear rot resistance and *Fusarium verticillioides*-produced fumonisin contamination between Polish currently and historically used maize inbred lines. **Frontiers in Microbiology**. doi.org/10.3389/fmicb.2019.00449 (100 pkt.)
- Czembor E. i in. 2019. Poszukiwanie źródeł odporności na fuzariozę kolb. Biul. IHAR (20 pkt).
- Czembor E., i in. 2018. Reakcja genotypów kukurydzy na infekcję wybranymi izolatami grzybów z rodzaju *Fusarium* sekcji Liseola. Response of maize genotypes to the infection by selected *Fusarium* isolates from Liseola section. *Prog Plant Prot*; 58:81–86 (12 pkt.)
- Czembor E. i in. 2018. Polskie elitarne linie wsobne kukurydzy źródłem odporności na fuzariozę kolb (*Fusarium* spp.) i głównie guzowatą (*Ustilago maydis*). Polish maize elite inbred lines as a source of resistance for ear rot (*Fusarium* spp.) and common smut (*Ustilago maydis*). *Prog Plant Prot*; 58:22–27 (12 pkt.)
- Pasquali M, ... Czembor E.. 2016. A European database of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* trichothecene genotypes. **Front. Microbiol.** 7:406. [doi:10.3389/fmicb.2016.00406](https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00406) (100 pkt)
- Czembor, E. i in. 2015. Effect of environmental factors on *Fusarium* species and associated mycotoxins in maize grain grown in Poland. **PLOS ONE**. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0133644> (100 pkt)

Materiały konferencyjne

- Czembor E., Frasiński S. 2019. Poszukiwanie form kukurydzy o wysokiej odporności na fuzariozę kolb i zgorzel podstawy łodygi powodowane przez grzyby z rodzaju *Fusarium* spp.
- Seweryn Frasiński, Elzbieta Czembor, Krzysztof Wojcik, Jozef Adamczyk. Genetic resources for maize breeding programmes to improve ear rot resistance in Poland. European Fusarium Seminar, 8-11.04.2018, Tulln, Austria
- Czembor, E. i in. 2016. Breeding maize for resistance to fusarium ear rot: impact of plant morphology for disease development and deoxynivalenol formation. EUCARPIA.
- Czembor E. i in. 2015. Impact of plant morphology for kinetics of red ear rot of maize caused by *Fusarium graminearum* development and deoxynivalenol formation. The 13th European Fusarium Seminar (EFS13)