**Streszczenie zadania 6 w Programie Badań Podstawowych w Produkcji Roślinnej za 2020 r.**

*4-1-01-3-01:* **Poszukiwanie oraz wykorzystanie markerów fenotypowych, metabolicznych i molekularnych do badania typów odporności na fuzariozę kłosów u form pszenicy o zróżnicowanej podatnośc**i

*Cele zadania:*

Zadanie obejmowało 4 tematy:

1. Fenotypowanie porażenia kłosów pszenicy fuzariozą kłosów (badanie odporności typu 1 i 2). *Cel tematu:* Ocena stopnia porażenia kłosów przez *Fusarium* celem wyboru form odpornych pod względem odporności typu 1 i 2.
2. Analiza zebranego materiału pod kątem oceny odporności na zasiedlanie ziarniaków (typ 3 odporności) i redukcję elementów struktury plonu (typ 4 odporności). *Cel tematu:* Ocena odporności na uszkodzenie ziarna przez *Fusarium* oraz tolerancji genotypów pszenicy na fuzariozę kłosów celem wyboru form odpornych.
3. Analiza akumulacji/degradacji toksyn fuzaryjnych (typ 5 odporności). *Cel tematu:* Określenie zawartości ergosterolu (wskaźnik zawartości grzybni) oraz toksyn fuzaryjnych – deoksyniwalenolu i pochodnych, niwalenolu i zearalenonu w ziarnie wybranych genotypów pszenicy wykazujących podwyższoną odporność na porażenie kłosa i uszkodzenie ziarniaków przez *Fusarium*.
4. Ocena wybranych cech agronomicznych i rozmnożenie co najmniej 5 rodzin F4BC2 oraz końcowa analiza wyników. *Cel tematu:* Przeprowadzenie oceny wybranych cech agronomicznych, rozmnożenie oraz wykonanie genotypowania co najmniej pięciu rodzin F4BC2. Dodatkowa analiza molekularna na platformie DArTseq miała na celu bardziej wszechstronną analizę uzyskanych materiałów poprzez zbadanie zbieżności kompozycji genomowej wyprowadzonych linii z ich poziomem odporności określonym w doświadczeniach infekcyjnych.

*Wyniki: Ad. 1)* Indeks fuzariozy kłosów (IFK) dla 76 genotypów wyniósł 15,1 (2,8 do – 41,5%). Pod względem średniego IFK nowe genotypy pszenicy (DW 19/20) były bardziej podatne niż genotypy odporne i wzorce odporne. Nie różniły się istotnie od odmian wzorcowych i wzorców podatnych. Zmienność IFK dla nowych genotypów była duża (9,6 – 45,0%) i zidentyfikowano genotypy o podwyższonej odporności na fuzariozę kłosów.

W dwóch doświadczeniach przebadano odporność typu 1 i typu 2 u 108 genotypów. Średnia odporność typu 1 wyniosła 1,61 punktów infekcji (lpi) (1,00 – 2,80 lpi). Średnia odporność typu 2 wyniosła 2,48 porażonych kłosków (lpk) (0,75 – 6,20 lpk). Brak było korelacji obu typów odporności. Odporność typu 2 korelowała istotnie z IFK w obu doświadczeniach polowych i ze średnim IFK. Najwyższe wartości miały współczynniki korelacji połączonych odporności obu typów z IFK w doświadczeniach polowych.

W doświadczeniach w 5 dodatkowych lokalizacjach zbadano odporność na fuzariozę kłosów 174 genotypów i 3 odmian wzorcowych. Uzyskane uszeregowanie genotypów pod względem indeksu fuzariozy kłosów w poszczególnych lokalizacjach podlegało silnym wpływom środowiska.

Analiza wielocechowa, w której zmiennymi były indeksy FK z 7 lokalizacji pozwoliła na zidentyfikowanie genotypów wykazujących odporność na porażenie kłosa we wszystkich środowiskach. Znaleziono również genotypy podatne we wszystkich środowiskach.

*Wyniki: Ad. 2)* Średnie uszkodzenie ziarniaków przez *Fusarium* (FDK) wyniosło 18,0% (4,0 – 38,6%). Uszkodzenie ziarniaków dla nowych genotypów (DW) było niższe niż uszkodzenie dla genotypów odpornych. Różnica nie była jednakże statystycznie istotna. Średnie dla obu grup były istotnie różne od średnich dla wzorców odpornych, podatnych i odmian wzorcowych. IFK korelował istotnie z FDK.

Średnio w obu lokalizacjach redukcja plonu ziarna z kłosa (RMZK) wyniosła 41,9% (8,9 – 68,2%.) Liczba ziarniaków w kłosie (LZK) została zredukowana średnio o 30,1% (8,6 – 53,9%). Masa tysiąca ziarniaków (MTZ) została zredukowana średnio o 18,1% (0,1 – 39,0%). Redukcje MZK i MTZ dla grup genotypów różniły się istotnie. Genotypy odporne miały istotnie niższą redukcję MZK i MTZ niż nowe genotypy z grupy DW 19/20. Brak było istotnych różnic dla redukcji LZK. IFK korelował z redukcjami komponentów plonu. Najniższy był współczynniki korelacji z redukcją LZK. Niższe wartości przyjmowały współczynniki korelacji z uszkodzeniem ziarniaków. Najwyższe były współczynniki korelacji z redukcją MZK.

*Wyniki: Ad. 3)* Zawartość ergosterolu (ERG) w ziarnie badanych genotypów wynosiła 20,4 mg/kg (3,4 do 69,7 mg/kg). Średnia zawartość zearalenonu (ZEN) w ziarnie badanych genotypów wynosiła 690 g/kg (0 do 4999 g/kg). Grupy genotypów różniły się istotnie pod względem zawartości ERG i ZEN w ziarnie. Jednakże, w obu przypadkach genotypy DW 19/20 i odporne nie różniły się istotnie. IFK korelował istotnie z zawartością ERG i ZEN. Najwyższy był współczynnik korelacji ze średnią zawartością ERG i średnią zawartością ZEN. Uszkodzenie ziarniaków korelowało z zawartością ERG i ZEN, jednak współczynniki były niższe niż dla IFK.

Zawartość deoksyniwalenolu (DON) w ziarnie badanych genotypów wynosiła 8,986 mg/kg (1,885 do 45,708 mg/kg). Zawartość niwalenolu (NIV) w ziarnie była niższa i wynosiła 3,750 mg/kg (0,181 do 24,310 mg/kg). Sumaryczna zawartość trichotecenów z grupy B (TCT B) w ziarnie wynosiła 12,736 mg/kg (2,066 – 70,019 mg/kg). Poszczególne grupy genotypów różniły się istotnie pod względem zawartości TCT B, z wyjątkiem odmian wzorcowych i wzorców podatnych. Najmniej TCT B było w ziarnie wzorców odpornych, następnie genotypów odpornych oraz genotypów wybranych z DW 19/20.

IFK korelował istotnie z zawartością TCT B. Podobnie uszkodzenie ziarniaków korelowało z zawartością wszystkich toksyn, z tym że współczynniki były niższe niż dla IFK. Również zawartości ergosterolu i zearalenonu korelowały istotnie z zwartościami trichotecenów B.

Analiza wieloczynnikowa pozwoliła na identyfikację genotypów wykazujących odporność na fuzariozę kłosów różnego typu (porażenie kłosa, uszkodzenie ziarniaków, akumulacja toksyn w ziarnie).

*Wyniki: Ad. 4)* Analiza na platformie DArTseq pozwoliła zidentyfikować 23 788 markerów DArT-snp. Spośród tych markerów 19 506 zostało wyselekcjonowanych do dalszych analiz. Analiza udziału komponentów rodzicielskich w badanych liniach wykazała, że linie badane posiadają od 1% do 8% (średnio 3%) materiału genetycznego pochodzącego od linii dawcy genu *Fhb1*.

Wykonano szczegółową analizę regionu dystalnego krótkiego ramienia chromosomu 3B zawierającego domniemany locus genu *Fhb1*. Analiza profili oraz położenia markerów pozwoliła wytypować bloki materiału genetycznego badanych linii pochodzące od obu komponentów rodzicielskich. Wykazano, że wszystkie badane linie mają wstawkę materiału genetycznego dawcy obejmująca locus markera centralnego dla genu *Fhb1* – UMN10. Analiza udziału materiału genetycznego dawcy *Fhb1* w analizowanym fragmencie chromosomu 3BS) pozwoliła na identyfikację linii mających najmniejszy udział genomu dawcy przy jednoczesnym zachowaniu locus *Fhb1*.

Linie z genem *Fhb1* i linie kontrolne nie różniły się od siebie istotnie pod względem odporności typu 1. Istotne różnice wykryto natomiast w odporności typu 2. Porównano również wyniki uzyskane w badaniach odporności obu typów dla poszczególnych rodzin F4BC2 zawierających gen *Fhb1*. Nie było istotnych różnic w odporności typu 1 i typu 2 pomiędzy rodzinami.

*Wnioski*

1. Potwierdzono odporność na fuzariozę kłosów warunkach polowych części genotypów z kolekcji from odpornych i identyfikowane nowe genotypy wykazujące odporność na fuzariozę kłosów w różnych środowiskach.
2. Doświadczenia infekcyjne prowadzone w 5 lokalizacjach pokazały znaczny wpływ środowiska na nasilenie fuzariozy kłosów.
3. Badane genotypy wykazały zróżnicowaną odporność na uszkodzenie ziarniaków przez *Fusarium* oraz redukcję plonu ziarna z kłosa.
4. Zidentyfikowano genotypy o łączące podwyższoną odporność różnych typów.
5. Badane genotypy pszenicy wykazały zróżnicowaną odporność na akumulację mykotoksyn oraz zidentyfikowano nowe genotypy wykazujące podwyższoną odporność tego typu.
6. W roku 2020 stwierdzono bardzo wysoką zawartość toksyn fuzaryjnych (trichoteceny B, zearalenon) w ziarnie pszenicy. Dla trichotecenów B przekraczała ona 100 mg/kg.
7. Indeks fuzariozy kłosów i stopień uszkodzenia ziarniaków korelowały wysoko istotnie z zawartością ergosterolu, zearalenonu i trichotecenów B w ziarnie.
8. Zidentyfikowano genotypy pszenicy ozimej łączące podwyższony poziom odporności różnego typu na fuzariozę kłosów.
9. Wyniki przeprowadzonej oceny odporności wyprowadzonych linii pięciu rodzin z genem *Fhb1*, wskazują na istotne obniżenie stopnia rozprzestrzeniania się *Fusarium* w kłosie.
10. Prezentowane wyniki tematu badawczego są przykładem możliwości wykorzystania i wdrożenia MAS na potrzeby praktycznej hodowli pszenicy odpornej na fuzariozę kłosów. Prezentowana w temacie badawczym metoda selekcji molekularnej umożliwia obniżenie kosztów i skrócenie czasu analizy odporności na fuzariozę kłosów, co przekłada się na większy zysk hodowlany w kierunku podniesienia odporności na fuzariozę kłosów w porównaniu do samej selekcji fenotypowej
11. Wybrane linie z genem *Fhb1* łączące wysoką odporność na fuzariozę kłosów i niski udział genomu dawcy zostaną przekazane do spółek hodowli roślin