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

**Zadanie nr 9**

**Kierownik zadania: dr inż. Aleksandra Pietrusińska**

**Tytuł zadania:** Efektywność piramidowania genów odporności na mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis* f.sp. *tritici*) i rdzę brunatną (*Puccinia triticina*) w pszenicy ozimej

**W ramach realizowanego tematu wykonywane są trzy zadania badawcze:**

* 1. **Zadanie badawcze 1.** Piramidowanie efektywnych genów odporności
  2. **Zadanie badawcze 2.** Poszukiwanie nowych źródeł odporności
  3. **Zadanie badawcze 3.** Ocena linii w różnych warunkach środowiskowych

1. **Cele zadania**
   1. ***Piramidowanie efektywnych genów odporności***

Celem tematu badawczego 1 w 2020 roku była selekcja materiału roślinnego pod kątem uzyskanych we wcześniejszych latach kombinacji efektywnych genów w różnych segmentach odpornościowych. Cel tematu badawczego składał się z następujących etapów:

* wykonanie krzyżowań wstecznych (wypierających) z 4 odmianami pszenic ozimych: Hondia, Formacja, RGT Bilanz, Euforia,
* przeprowadzenie selekcji fenotypowej materiału roślinnego pod kątem odporności / podatności na P. recondita oraz *B. graminis*,
* przeprowadzenie selekcji molekularnej przy wykorzystaniu specyficznych markerów molekularnych pod kątem identyfikacji piramid genowych,
* zestawienie zbiorcze linii pod kątem uzyskanych kombinacji genów odporności,
* selekcja materiału roślinnego pod kątem obecności genu *Lr55* przeprowadzona na 50-100 linii przy wykorzystaniu wyselekcjonowanych dwóch markerów diagnostycznych.
  1. ***Poszukiwanie nowych źródeł odporności***

W bieżącym roku sprawozdawczym, celem tematu badawczego 2 było poszukiwanie nowch, potencjalnie efektywnych źródeł odporności na choroby grzybowe, czyli mączniaka prawdziwego zbóż i traw oraz rdzę brunatną zbóż i traw. Celem prowadzonych badań było również rozmnożenie materiału roślinnego, niezbędnego do przeprowadzenia doświadczeń fitopatologicznych przy wykorzystaniu specyficznych izolatów różnicujących.

* 1. ***Ocena linii w różnych warunkach środowiskowych***

Celem tematu badawczego 3 w 2020 roku była ocena materiału roślinnego przeprowadzona w trzech lokalizacjach (HR Strzelce, HR Smolice IHAR-PIB Radzików), pod kątem odporności / podatności na chorby grzybowe, a także pod kątem korzystnych cech gospodarczych. W ocenie materiału roślinnego uwzględniono łącznie 7 cech w tym: (1) przezimowanie, (2) kłoszenie, (3) wysokość, odporność na choroby: (4) rdza brunatna oraz (5) żółta, (6) mączniak prawdziwy, (7) septoriozy. Przeprowadzono doświadczenia jednopowtórzeniowe. Ocena materiału roślinnego dokonywana była w cotygodniowych odstępach czasu. Obiekty o wysokiej odporności na choroby oraz o korzystnych cechach gospodarczych stanowiły materiał wyjściowy do dalszych badań oraz doświadczeń polowych (zakładowych i in.) po zakończeniu projektu.

1. **Wyniki i dyskusja**
   1. ***Piramidowanie efektywnych genów odporności***

W 2020 roku sprawozdawczym łącznie przebadano cztery populacje mieszańcowe BIO (BIO1, BIO2, BIO3, BIO4).

Wykonano łącznie 15 kombinacji krzyżowań wstecznych (Tabela 1). Rodzicami wypierającymi były odmiany pszenic ozimych odpowiednio: Hondia, Formacja, RGT Bilanz oraz Euforia. Łącznie otrzymano 600 ziarniaków. W stadium drugiego liścia przeprowadzono inokulację roślin wykorzystując dwa różnicujące izolaty *B. graminis* oraz *P. triticina*. Na podstawie oceny fitopatologicznej do badań molekularnych wyselekcjonowano łącznie 300 linii, jednocześnie odpornych na oba patogeny. Selekcja fenotypowa i molekularna populacji mieszańcowych BIO pozwoliła na wytypowanie linii o efektywnych piramidach genowych:

Populacja mieszańcowa BIO\_1:

(1) (*Lr41+Pm21+Lr47*) ×Hondia – 5 linii

(2) (*Lr41+Pm21+Lr47*) ×Formacja – 8 linii

(3) (*Lr41+Pm21+Lr47*) ×RGT Bilanz – 8 linii

(4) (*Lr41+Pm21+Lr47*) ×Euforia – 10 linii

Populacja mieszańcowa BIO\_2:

(5) (*Lr41+Pm21*)×Hondia – 3 linie

(6) (*Pm21+Lr47+Pm34*)×Formacja – 5 linii

(7) (*Pm21+Lr47+Lr41*)×RGT Bilanz – 8 linii

Populacja mieszańcowa BIO\_3:

(8) (*Pm21+Lr47*)×Hondia – 7 linii

(9) (*Pm21+Lr47+Pm37*)×Formacja – 12 linii

Populacja mieszańcowa BIO\_4:

(10) (*Lr47+Lr41+Pm34*)×Hondia – 10 linii

(11) (*Lr41+Pm34+Pm37*)×Formacja – 12 linii

(12) (*Lr47+Lr41+Pm37*)×RGT Bilanz – 6 linii

Na podstawie przeprowadzonych analiz molekularnych otrzymano łącznie 12 różnych kombinacji piramid genowych, łącznie to 94 linie. Wyselekcjonowane linie będą systematycznie rozmnażane i przekazane do Krajowego Centrum Roślinnych Zasobów Genowych w IHAR-PIB w Radzikowie.

* 1. ***Poszukiwanie nowych źródeł odporności***

Na podstawie przeprowadzonych testów fenotypowych określono reakcją badanego materiału roślinnego na zestaw izolatów *P. recondita* oraz *B. graminis* Doświadczenia fitopatologiczne obejmujące ocenę źródeł odporności pod kątem reakcji na populację P. recondita potwierdziły, że za efektywne źródła odporności można zaliczyć linie z genami*: Lr9, Lr34, Lr19, Lr41*(=*Lr39*), *Lr55, Lr62* oraz KS11WGRC53-J. Doświadczenia fitopatologiczne obejmujące ocenę źródeł odporności pod kątem reakcji na populację B. graminis potwierdziły, że za efektywne źródła odporności można zaliczyć linie z genami: *Pm21, Pm37, Pm1+2+4b+9*.

Mimo iż dawne odmiany zbóż stanowią unikatowe genotypy, na podstawie przeprowadzonych testów fenotypowych nie udało się wyselekcjonować żadnych odmian odpornych na oba patogeny. Wszystkie badane w 2020 roku dawne odmiany oceniane były jako wrażliwe na populację P. triticina oraz B. graminis (typ reakcji ocenianej w skali 3-4 jako podatne).

Przeprowadzone testy fenotypowe pozwoliły na wyodrębnienie 4 klasy genotypów: odporne, częściowo odporne, podatne oraz skrajnie podatne.

* 1. ***Ocena linii w różnych warunkach środowiskowych***

**Przebieg oraz wyniki doświadczenia w HR Strzelce**

Wykonawca usługi badawczej HR Strzelce przedstawił następujące sprawozdanie z otrzymanych wyników.

Jesienią 2019 roku wysiano 230 linii pszenicy ozimej pochodzących z różnych kombinacji krzyżówkowych, przekazanych nam przez stronę Zamawiającą. Dodatkowo wysiano oraz poddano ocenie również 268 genotypów, które zostały przekazane nam do oceny w sezonie ubiegłym, ponieważ w skutek niekorzystnych warunków atmosferycznych panujących w sezonie 2018/2019 obserwacje polowe nie zostały wykonane w pełni (silne wylegniecie całego doświadczenia tuż po wykłoszeniu). Dodatkowo suchy sezon ubiegły odznaczał się słabą presją chorób grzybowych, w związku z tym podjęto decyzję powtórnej oceny materiałów. Zwiększenie ilości genotypów, które zostały wysiane do oceny powtórnie wynika z tego, że w przypadku rzędów, które ulegały rozszczepieniu, oddzielnie zostały zebrane oraz wysiane formy kłosa o typie normalnym oraz ościstym.

Wszystkie genotypy wysiano w siewie rzędowym, na każde poletko o powierzchni 1m2 przypadały 3 rzędy (linii kłosowych). Dodatkowo pomiędzy ocenianymi liniami wysiano wybrane odmiany wzorcowe pochodzące z Krajowego Rejestru.

W czasie wzrostu roślin na wysianych genotypach zostały wykonane zalecane zabiegi agrotechniczne (oprysk na chwasty, zwalczanie owadów w okresie wegetacji oraz pogłówne nawożenie azotowe). Całe doświadczenie prowadzone było w układzie A1, bez zastosowania fungicydów oraz antwylegaczy.

W trakcie wegetacji przeprowadzono następujące obserwacje: ocenę występowania mączniaka prawdziwego (*Blumeria graminis*) oraz septoriozy liści (*Septaria nodurum*). Niestety na skutek braku presji porażenia naturalnego nie wykonano oceny infekcji przez rdzę brunatną. Oceny porażenia chorobami grzybowymi wykonano w skali 9-cio stopniowej, gdzie 1- oznacza całkowite porażenie do 9- brak objawów porażenia. Dla każdej linii wykonana została również ocena cech agronomicznych istotnych z punktu widzenia hodowli, mianowicie terminu kłoszenia oraz ocena stopnia wylegania. Wszystkie oceny wykonane został 26.06.2020 w momencie najsilniejszego porażenia chorobami. Większość obserwowanych linii charakteryzowała się wysokim stopniem odporności na mączniaka prawdziwego oraz słabszą odpornością na septoriozę.

Wszystkie materiały cechowały się wczesnym lub bardzo wczesnym terminem kłoszenia, część ocenianych linii odznaczała się dużą podatnością na wyleganie.

Analizowane kombinacje krzyżówkowe odznaczały brakiem pełnego stopnia homozygotyczności, w obrębie jednego rządka występują formy ościste oraz formy o normalnym typie kłosa, jak również stwierdzono różnice w wysokościach roślin.

**Przebieg doświadczenia w HR Smolice**

Wykonawca usługi badawczej HR Smolice przedstawił następujące sprawozdanie z otrzymanych wyników.

Badania przeprowadzono na 227 poletkach obserwacyjnych z liniami pszenicy ozimej przysłanymi przez zleceniodawcę. Wszystkie badane materiały powschodziły i przezimowały bardzo dobrze. W okresie wegetacji dokonano obserwacji: daty kłoszenia, porażenia chorobami, wysokości i wylegania. Największe zróżnicowanie porażenia chorobami wystąpiło w przypadku porażenia mączniakiem. Rdze: żółta i brunatna nie wystąpiły. Zaobserwowano niewielkie porażenie obiektów brunatną plamistością liści i septoriozą kłosa. Wiele ocenianych materiałów wyległo w silnym stopniu.

Z materiałów badanych w sezonie 2018/19 do doświadczeniach zakładowych 2019/20 włączono 9 linii. Ze względu jednak na niskie plonowanie /44%-70%/, brunatną plamistość liści i wyleganie, żadna z tych 9-ciu linii nie została zakwalifikowana do dalszego etapu hodowli. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji linii badanych w sezonie 2019/20 do dalszych ocen włączono 22. Jesienią 2020 r. otrzymaliśmy wytworzone w trakcie badań materiały z informacją, że decyzja o siewie należy do hodowcy, bowiem sezon 2019/20 był ostatnim sezonem badań w tym temacie. W HR Smolice otrzymane materiały wysiano na 200 poletkach.

**Przebieg doświadczenia w IHAR-PIB Radzików**

Na poletkach doświadczalnych w Radzikowie wysiano łącznie 744 linie. W odniesieniu do każdego obiektu przeprowadzono ocenę przezimowania. Materiał roślinny powschodził oraz przezimował w 100%. W okresie wegetacji roślin przeprowadzano obserwacje polowe w cotygodniowych odstępstwach czasu. Selecja materiału roślinnego przeprowadzana była w odniesieniu do odmian wzorcowych: Artist, Kilimandjaro, Ozon oraz Patras.

Kłoszenie materiału roślinnego w Radzikowie (fazy BBCH 51-59), określono jako typ bardzo wczesny oraz wczesny. Początek fazy kłoszenia został zaobserwowany w 115 dniu rozwoju rośliny.

Ocenę materiału roślinnego na poletkach doświadczalnych w Radzikowie pod kątem porażania chorobami dokonano w odniesieniu do 9-cio stopniowej skali, gdzie: 1- oznacza całkowite porażenie, do 9- brak objawów porażenia. Podobnie jak w latach ubiegłych, gorąca i sucha pogoda w okresie wegetacji roślin, przyczyniły się do trudności w ocenie materiału roślinnego pod kątem porażenia przez *Blumeria graminis* (Mączniak prawdziwy zbóż i traw). Porażenie materiału roślinnego przez B. graminis w Radzikowie miał miejsce w minimalnym stopniu na siewkach w okresie jesienno-zimowym. Natomiast w okresie letnim mączniak prawdziwy zbóż i traw wystąpił w niewielkim nasileniu, a sucha i gorąca pogoda uniemożliwiły mu dalszy rozwój choroby, powodując tym samym wysychanie dolnych części liści. Większość ocenianych linii pod kątem odporności na *B. graminis* oceniana była w skali od 7 do 9. Odnotowano występowanie rdzy brunatnej, żółtej (w dużym nasileniu) oraz septoriozy liści. Na podstawie obserwacji polowych wytypowano rośliny o odporności na choroby ocenianej wg, skali od 8 do 9 dla rdzy brunatnej oraz mączniaka prawdziwego, rdza żółta oceniana od 7 do 9, septorioza liści od 7 do 9. Reszta materiału roślinnego została wyeliminowana z dalszych etapów badań. Na podstawie przeprowadzonych obserwacji polowych wyselekcjonowano do dalszych obserwacji polowych materiał roślinny, który został przekazany jesienią br. do HR Strzelce oraz HR Smolice.

1. **Najważniejsze osiągnięcia naukowe i praktyczne (zwięzły opis)**

Do najważniejszych osiągnieć naukowych należy wymienić określenie markerów flankujących gen *Lr55*, ponieważ brak jest aktualnie doniesień naukowych na ten temat. Tym bardziej, że gen odporności na rdzę brunatną zbóż i traw jest genem aktualnie efektywnym.

Znaczenie prowadzonych prac jest szczególnie istotne dla hodowli odpornościowej polskich odmian zbóż. Piramidowanie genów jest zabiegiem długotrwałym i trudnym ale daje możliwość uzyskania odmian o trwałej odporności na ważne patogeny grzybowe zbóż.

1. **Wykorzystanie uzyskanych wyników**

Uzyskane wyniki są obecnie w trakcie publikacji oraz rozpowszechniane u hodowców.

1. **Krótka informacja o wynikach współpracy naukowo-technicznej krajowej i z zagranicą (przy współpracy z zagranicą podać kraj, firmę, temat).**

W ramach realizacji tematu została rozpoczęta współpraca z dwoma spółkami IHAR-PIB: HR Strzelce oraz HR Smolice oraz z Politechniką Rzeszowską.

1. **Wykaz prac opublikowanych w roku sprawozdawczym**
2. **Pietrusińska, A**., Tratwal. 2020. Characteristics of powdery mildew and its importance for wheat grown in Poland. Plant Protection Science 56 str. 141-153.
3. **Pietrusińska A.,** Tyrka M**.** 2021.Linkage of *Lr55* wheat leaf rust resistance gene with microsatellite and DArT-based markers. Physiological and Molecular Plant Pathology (w trakcie publikacji).