

Streszczenie merytorycznego sprawozdania z realizacji zadania na rzecz postępu biologicznego w produkcji roślinnej w 2017 roku

Zadanie nr 42:

„Analiza zmienności genetycznej i piramidyacja genów warunkujących cechy użytkowe łubinu białego”, finansowane przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Wykonawca: Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu - Wojciech Rybiński, Wojciech Świącicki, Paweł Barzyk i cztery osoby personelu pomocniczego.

Ogólny cel badań w aspekcie wieloletnim

Łubin biały ma jeden z najstarszych rodowodów spośród gatunków uprawianych w Europie. Jego uprawa w Egipcie datuje się na rok 330 p.n.e. skąd poprzez Grecję dotarł do Włoch. Z uwagi na mniej korzystne warunki klimatyczne w Centralnej Europie gatunku tego nie uprawiano, a dopiero udane doświadczenia Wulfena w Niemczech w roku 1810 zwróciły uwagę na wartość roślin łubinu białego w użyźnianiu gleby. Dotąd łubin biały np. w Polsce i w Niemczech nie stał się tak rozpowszechniony (głównie z powodu braku odpowiednich odmian) jak łubin żółty, a zwłaszcza wąskolistny. Jest gatunkiem mało poznanym od strony genetycznej. Aby zwiększyć jego powierzchnię uprawy i wykorzystanie należy ulepszyć w odmianach uprawnych kilka cech: wczesność i odporność na antraknozę oraz obniżyć zawartość alkaloidów i podwyższyć zawartość tłuszczu. Celem proponowanych badań w aspekcie wieloletnim jest zidentyfikowanie i selekcja pożądanych cech łubinu białego w światowych zbiorach kolekcyjnych lub wśród mutacji indukowanych, określenie sposobu dziedziczenia oraz łączna introdukcja cech do genotypów o wysokiej wartości użytkowej. Równoległe opracowanie populacji mapującej, której typ określa się w literaturze jako „magic population” stanowić będzie punkt wyjścia do pogłębionych badań genetyczno-molekularnych. Realizacja powyższego jest niezbędnym warunkiem, aby łubin biały stał się cenionym gatunkiem uprawnym, konkurencyjnym dla głównych roślin strączkowych, źródłem wysokoenergetycznej paszy białkowej dla drobiu i trzody chlewnej.

Cele badań na 2017 r. i uzyskane wyniki

1. Indukowanie mutacji. Traktowanie w roku 2014 nasion krajowej odmiany uprawnej Butan trzema wybranymi dawkami mutagenu i uzyskanie w roku 2015 nasion pokolenia M_2 niezbędnych do otrzymania pokolenia M_3 . W roku ubiegłym uzyskano rośliny pokolenia M_3 i rozpoczęto selekcje form o wczesnym dojrzewaniu i korzystnym fenotypie z hodowlanego punktu widzenia. W roku bieżącym kontynuowano selekcję w pokoleniu M_4 jak również oceniano obiekty o wczesnym dojrzewaniu wyselekcjonowane w pokoleniu M_3 .
2. Krzyżowanie zbliżające z uwzględnieniem dwu cech (zawartość tłuszczu i wczesność dojrzewania) i zróżnicowanego podłoża genetycznego (odmiany uprawne) – ocena mieszańców pokolenia F_4 . W wyniku krzyżowań uwzględniających dwie kolejne cechy obiektów kolekcyjnych (zawartość alkaloidów i odporność na antraknozę) oraz wykorzystania odmian uprawnych jako jednego z rodziców, w roku bieżącym z nasion z roślin F_2 uzyskano segregujące potomstwo pokolenia F_3 .
3. W celu wyprowadzenia populacji mapującej łubinu białego w roku ubiegłym z krzyżówki formy dzikiej z odmianą uprawną (AL. 22 x Boros) uzyskano nasiona F_1 . Celem prac w roku ubiegłym było uzyskanie roślin pokolenia F_1 w warunkach polowych z wykorzystaniem izolacji roślin, a w roku bieżącym roślin pokolenia F_2 .

Ad 1. Podobnie jak w pokoleniu M_3 w roku ubiegłym, mutacyjna populacja w pokoleniu M_4 okazała się również efektywnym źródłem uzyskiwania form o wczesnym dojrzewaniu. Na podstawie obserwacji polowych wybrano 10 najwcześniejszych form w porównaniu z odmianą kontrolną Butan. Pozostałe formy zaliczono do grupy wczesnych, dojrzewających na poziomie roślin odmiany Butan.

Efektywność selekcji form wczesnych związana była z wielkością zastosowanej dawki mutagenu. Z uwagi na niski stopień zmienności ocenianych cech w odniesieniu do najsłabszej dawki 0,4 mM selekcję w pokoleniu M_4 ograniczono wyłącznie do populacji mutacyjnych pochodzących z dwóch dawek mutagenu: 0,8 i 1,2 mM. Podobnie jak w roku ubiegłym najkorzystniejszą, zgodnie z wynikami oceny pokolenia M_1 , okazała się optymalna dawka 0,8 mM, z której uzyskano formy o najwcześniejszym dojrzewaniu w liczbie 68, a z dawki 1,2 mM wybrano 55 form mutacyjnych.

Podobnie jak w pokoleniu M_3 , formy najwcześniejsze i wczesne charakteryzowały się w pokoleniu M_4 zróżnicowanym stopniem wartości hodowlanej pod kątem mniej lub bardziej korzystnego fenotypu obserwowanego w polu. Dotyczyło to głównie pokroju roślin i stopnia ich ostrączenia przy czym głównym kryterium selekcyjnym obok wczesności była zdrowotność roślin. Mimo, że szereg form wczesnych ustępowało parametrom plonotwórczym w stosunku do odmiany Butan, to część form wczesnych przewyższała niektórymi parametrami struktury plonu odmianę Butan. O właściwym doborze dawek mutagenu może świadczyć ich efektywność w kierunku pojawiania się między innymi roślin o zmianach morfologicznych, roślin chlorotycznych i o zmienionej barwie kwiatów. Na szczególne wyróżnienie zasługuje zidentyfikowanie jednej formy odpornej na fusarium jak i dwóch form epigonalnych, przy tradycyjnym charakterze wzrostu jaki reprezentuje odmiana wyjściowej Butan. Na podstawie oceny wczesności dojrzewania form mutacyjnych wyselekcjonowanych w roku ubiegłym (M_3) spośród 151 form wysianych w roku bieżącym 111 z nich potwierdziło wcześniejsze dojrzewanie lub dojrzewanie na poziomie odmiany Butan. Jako najwcześniejsze zidentyfikowano 14 form mutacyjnych.

Ad 2. W odniesieniu do pierwszej pary cech (trzy kombinacje - forma o zwiększonej tolerancji na antraknozę x odmiana i trzy formy niskoalkaloidowe x odmiana) w ubiegłym roku uzyskano nasiona F_1 . W okresie jesienno-zimowym powyższe nasiona rozmnażano w Chile, a uzyskane nasiona z roślin F_2 posłużyły do uzyskania w bieżącym roku w kraju roślin pokolenia F_3 . Zebrane nasiona wykorzystano do oceny zawartości w nasionach alkaloidów oraz przeprowadzenia w prowokacyjnych warunkach szklarniowych testów oceny odporności roślin na antraknozę. W odniesieniu do analiz na zawartość alkaloidów w potomstwie mieszańcowym pokolenia F_3 pochodzącym z trzech kombinacji krzyżówkowych, uzyskano szeroki zakres zmienności tej cechy, co pozwoliło zidentyfikować mieszańce o bardzo niskiej zawartości alkaloidów w porównaniu z wzorcem którą była odmiana uprawna Butan. Wykazano, że najkorzystniejszą kombinacją krzyżówkową była krzyżówka B16 (niskoalkaloidowa odmiana Amiga x odmiana uprawna Boros) w której ujawniono najwięcej niskoalkaloidowych mieszańców w zakresie zmienności od 0,004 do 0,0082 %, przy średniej zawartości alkaloidów na poziomie 0,024 % w nasionach wzorca, odmiany Butan. Pośród ocenianych obiektów kolekcyjnych po infekcji roślin w szklarni przez grzyb *Colletotrichum lupini*, nie zidentyfikowano form o pełnej odporności na antraknozę. Stwierdzono natomiast szeroki zakres reakcji roślin na infekcję wyrażony zróżnicowanym stopniem porażenia w odniesieniu do poszczególnych obiektów kolekcyjnych. Formy o najmniejszym stopniu podatności (zwiększonej tolerancji) na antraknozę mogą zostać wykorzystane na dalszych etapach prac zadania badawczego.

Z kolei zastosowane kombinacje krzyżowań obiektów kolekcyjnych o podwyższonej zawartości tłuszczu i wcześniejszym dojrzewaniu z wybranymi odmianami uprawnymi

pozwoły na uzyskanie mieszańców pokolenia F_4 o poszerzonym zakresie zmienności ocenianych cech w stosunku do ich form rodzicielskich. Na podstawie obserwacji polowych zidentyfikowano mieszańce pokolenia F_4 o wcześniejszym dojrzewaniu, które stanowią będą materiał wyjściowy do krzyżowań i dalszej realizacji projektu. Pod względem efektywności uzyskiwania najwcześniejszych mieszańców podobnie jak w roku ubiegłym (pokolenie F_3) najlepszą okazała się kombinacja Damascus x Boros, z której wyselekcjonowano mieszańce F_4 o najwcześniejszym dojrzewaniu w porównaniu z mieszańcami z pozostałych sześciu kombinacji i rodzin. Wskazuje to na znaczenie odpowiedniego doboru komponentów rodzicielskich do krzyżowań i wysoką zdolność kombinacyjną wspomnianej krzyżówki z ukierunkowaniem segregacji w kierunku pojawiania się form o najwcześniejszym dojrzewaniu. Na podstawie wcześniej wykonanych analiz chemicznych, potwierdzono trafność wyboru do badań w roku 2017 kombinacji krzyżówkowej AL 22 x Kalina. Pozwoliło to uzyskać w potomstwie mieszańcowym szeroki zakres zmienności cechy zawartości tłuszczu i składu kwasów tłuszczowych, a w efekcie finalnym zidentyfikować mieszańce wysokotłuszczowe o korzystnym z żywieniowego punktu widzenia profilu kwasów tłuszczowych. Nasiona mieszańców w pokoleniu F_4 okazały się bogatym źródłem zmienności zawartości tłuszczu w szerokim zakresie od 6,4 do 13,8 %. Umożliwiło to wybrać obiekty wysokotłuszczowe o zawartości powyżej 13 %. W odniesieniu do danych literaturowych, nasiona wysokotłuszczowych form łubinu białego przewyższają pod tym względem nasiona zarówno łubinu żółtego jak i wąskolistnego. Na podstawie ocenianych mieszańców potwierdzono wystąpienie korzystnego stosunku kwasów omega-3 do omega-6, to jest kwasu linolenowego do linolowego na poziomie 1:2. Według danych literaturowych stosunek obydwu nienasyconych kwasów uważany jest za prawie idealny z diecie ludzi jak żywieniu zwierząt.

Ad 3. Prace nad położeniem genów i oceną grup sprzężeń pozwalają na utworzenie mapy genetycznej. Bardzo ważnym etapem jest tu opracowanie i wytworzenie adekwatnych populacji mapujących. Populacje te winny odznaczać się dużym zróżnicowaniem między liniami, ale ponadto linie winny być jednolite czyli wysoce homozygotyczne. W ramach prowadzonego tematu rozpoczęliśmy prace nad uzyskaniem krajowej populacji mapującej w łubinie białym. Dla uwzględnienia możliwie szerokiego polimorfizmu wybór form rodzicielskich oparto na dużej liczbie przeciwstawnych alleli genów warunkujących badane cechy użytkowe (linia dzika x odmiana uprawna). Warunki te spełnia linia AL 22 charakteryzująca się tradycyjnym typem wzrostu, wysoką zawartością alkaloidów i tłuszczu oraz odmiana uprawna Boros o samokończącym typie wzrostu oraz niskiej zawartości alkaloidów i tłuszczu. Z wysianych nasion rozmnażanych na polu doświadczalnym w Wiatrowie w roku ubiegłym zebrano rośliny pokolenia F_1 których nasiona umożliwiły w bieżącym roku uzyskanie roślin F_2 . Uzyskane nasiona pozwolą na kontynuację wprowadzania populacji mapującej poprzez rozmnożenia w kolejnych latach.

