

WOJCIECH RYBIŃSKI¹, WOJCIECH ŚWIĘCICKI¹, PAWEŁ BARZYK²

¹Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu, ²Poznańska Hodowla Roślin, Oddział w Wiatrowie

Kierownik tematu: Wojciech Rybiński, Strzeszyńska 34, 60-479 Poznań,
wryb@igr.poznan.pl tel. 61 65 50 252

Prace zostały wykonane w ramach badań podstawowych na rzecz postępu biologicznego w produkcji roślinnej na podstawie decyzji z dnia 29.03.2018 r, nr decyzji HOR.hn.802.2.2019, zadanie nr 42

Analiza zmienności genetycznej i piramidyzacja genów warunkujących cechy użytkowe
łubinu białego

Estimation of genetic variability and pyramiding of genes controlling agricultural traits of
white lupin

Słowa kluczowe: alkaloidy, antraknoza, łubin biały, krzyżowania zbliżające, mutageneza,
tłuszcz, wczesność

Streszczenie

1. Cel podjętego tematu i prowadzonych badań:

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.

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.

2. Opis wyników

W ramach zdania 42 w roku 2019 badania realizowano w jednym szerokim temacie badawczym:

Temat badawczy 1: Krzyżowania zbliżające. Uzyskiwanie segregujących populacji w kolejnych pokoleniach pod względem pary cech (zawartość tłuszczu i wczesność dojrzewania) i zróżnicowane podłoże genetyczne (odmiany uprawne). Druga para cech w krzyżowaniach zbliżających uwzględnia zawartość alkaloidów i odporność na antraknozę i zróżnicowane podłoże genetyczne (odmiany uprawne). Na podstawie uzyskanych wyników z wspomnianych krzyżowań zbliżających kontynuowano prace nad łączną inkorporacją cechy wczesności i wysokiej zawartości tłuszczu do jednego genotypu na drodze krzyżowania zbliżającego, a w odniesieniu do drugiej pary cech (zawartość alkaloidów i odporność na antraknozę) w bieżącym roku rozpoczęto krzyżowania zbliżające wybranych mieszańców o najniższej zawartości alkaloidów z wyselekcjonowanymi mieszańcami o największej tolerancji na porażenie antraknozą.

W ramach kontynuacji badań w odniesieniu do pierwszej pary cech (forma o zwiększonej tolerancji na antraknozę x odmiana i formy niskoalkaloidowe x odmiana) w roku bieżącym analizowano kolejne pokolenie mieszańcowe.

Analizy na zawartość alkaloidów w potomstwie mieszańcowym pokolenia F₄ pochodzącym z trzech kombinacji krzyżówkowych pozwoliły ujawnić szeroki zakres zmienności tej cechy, jak i w dalszej kolejności dokonać wyboru mieszańców o bardzo niskiej zawartości alkaloidów w porównaniu z wzorcem, którą była odmiana uprawna Butan. Mieszańce te stanowiły materiał wyjściowy do uzyskania roślin kolejnego pokolenia. Podobnie jak w ubiegłorocznym pokoleniu F₄, największą liczbę form niskoalkaloidowych (przy zakresie zmienności tej cechy od 0,0073 do 0,00060) zidentyfikowano w kombinacji krzyżówkowej B17: Amiga x Pikador, przy średniej zawartości alkaloidów na poziomie 0,0242 % w nasionach wzorca, odmiana Butan. Potwierdzają się więc wcześniejsze wyniki wskazujące na

szczególną wartość tej kombinacji w pozyskiwaniu najliczniejszej grupy mieszańców łąbinu białego o najniższej zawartości alkaloidów. Nieco wyższe średnie wartości uzyskano dla mieszańców pochodzących z pozostałych dwu kombinacji, przy czym średnia zawartość alkaloidów była niższa w kombinacji B 16 (Amiga x Boros) niż w nasionach mieszańców z segregującej populacji w kombinacji B15 (Lotos x Butan). Obydwie kombinacje charakteryzuje szeroki zakres zmienności ogólnej zawartości alkaloidów, od 0,0014 % do 0,053 % w nasionach roślin z kombinacji B15 i od 0,0024% do 0,0081% % w kombinacji B16. W odniesieniu do analiz z lat poprzednich, także w roku bieżącym, wynikiem segregacji jest ujawnianie się mieszańców o bardzo niskiej, wręcz śladowej zawartości alkaloidów w każdej kombinacji, poniżej wartości tej cechy dla nasion odmiany – wzorca Butan. Systematyczny spadek zawartości alkaloidów w nasionach jest niewątpliwie wynikiem prowadzonej od kilku lat selekcji, wybierając do dalszych badań w kolejnych pokoleniach najbardziej niskoalkaloidowe genotypy mieszańcowe. Podobnie jak w poprzednich pokoleniach, oprócz zmienności zawartości alkaloidów w nasionach segregującej populacji mieszańców, szczególnie interesująco przedstawia się struktura zawartości poszczególnych alkaloidów w ich łącznej zawartości. Generalnie analizy obejmowały 20 różnych alkaloidów, przy czym obecność niektórych z nich jak przykładowo sparteina, nie ujawniała się w żadnej z analiz. Niezależnie od kombinacji, w nasionach każdego mieszańca obecna jest lupanina i jest to kluczowy alkaloid w łąbinie białym. Jego średnia zawartość różni się między kombinacjami i tak w dwu pierwszych (B15 i B16) nasiona zawierają średnio 41,7% i 39,0% lupaniny, ale już genotypy z najbardziej odmiennej kombinacji (B17) tylko 23,9 %, a dominuje tu 13-hydroksymultifloryna (24,3%) obecna w nasionach w kombinacji B15 i B16 w niewielkich ilościach, odpowiednio: 4,8 i 4,7 %. Drugim w kolejności wiodącym alkaloidem jest 13-hydroksylupanina z wartościami: 16,6; 17,4 i 13,9% w nasionach kombinacji B15, B16 i B 17. Pośród ocenianych mieszańców po infekcji roślin w szklarni przez grzyb *Colletotrichum lupini*, podobnie jak w pokoleniu F₄ nie zidentyfikowano w F₅ form o pełnej odporności na antraknozę. Stwierdzono natomiast szeroki zakres reakcji roślin na infekcję wyrażony zróżnicowanym stopniem porażenia w odniesieniu do poszczególnych mieszańców. Formy o najmniejszym stopniu podatności (zwiększonej tolerancji) na antraknozę w zakresie 3-4 w 9-cio stopniowej skali (9 – całkowite porażenie) mogą zostać wykorzystane na dalszych etapach prac zadania badawczego, zwłaszcza w kontekście znacznej wrażliwości roślin wzorcowej odmiany Butan na poziomie 8 w wyżej wspomnianej skali.

W odniesieniu do drugiej pary cech, zastosowane kombinacje krzyżowań obiektów kolekcyjnych o podwyższonej zawartości tłuszczu i wcześniejszym dojrzewaniu z wybranymi odmianami uprawnymi pozwoliły na uzyskanie mieszańców pokolenia F₅ o poszerzonym zakresie zmienności ocenianych cech w stosunku do ich form rodzicielskich, a wybrane, najbardziej wartościowe mieszańce (przy ograniczeniu się z pięciu do trzech najlepszych kombinacji) stanowiły materiał wyjściowy do uzyskania segregującego pokolenia F₆. Pod względem efektywności uzyskiwania najwcześniejszych mieszańców, podobnie jak w roku ubiegłym (pokolenie F₅), najlepszą okazała się kombinacja B1 (Damascus x Boros), z której wyselekcjonowano mieszańce F₆ o najwcześniejszym dojrzewaniu w porównaniu z mieszańcami z pozostałych dwóch kombinacji i formami rodzicielskimi. Nie mniej wartościowymi okazały się także dwie dalsze kombinacje: B2 (Damascus x Pikador) i B6 (MJS208-1 x Wat). Wskazuje to na znaczenie odpowiedniego doboru komponentów rodzicielskich do krzyżowań i wysoką zdolność kombinacyjną wspomnianych krzyżówek z ukierunkowaniem segregacji w kierunku pojawiania się form o najwcześniejszym dojrzewaniu. Identyfikacja plennych mieszańców z towarzyszącą im wczesnością dojrzewania, przy znacznej tolerancji na antraknozę, jest istotnym elementem wzrostu atrakcyjności udziału łubinu białego w krajowym rolnictwie. Na podstawie tegorocznych wyników zidentyfikowano mieszańce o najwcześniejszym dojrzewaniu w powiązaniu z ich terminem kwitnienia i potencjałem plonowania. Na szczególną uwagę zasługują mieszańce wczesne z kombinacji B1 (Damascus x Boros), a zwłaszcza mieszaniec 155/6.

Na podstawie wcześniej wykonanych analiz chemicznych, potwierdzono trafność wyboru do badań w roku 2017 (F₄) 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. Wysoką wartość kombinacyjną tej krzyżówki potwierdzono w pokoleniu F₅ i tegorocznym F₆. W pokoleniu F₆ przy zbliżonych wartościach dla form rodzicielskich na poziomie ponad 12 %, odnotowano istotny postęp wyrażony wyraźnie wyższym poziomem zakresu zmienności dla ocenianych mieszańców (od 11,9 do 17 %), co znalazło odzwierciedlenie w wyższej wartości średniej przekraczającej 14 % (14,05 %), przy czym liczba mieszańców o bardzo wysokiej zawartości tłuszczu (powyżej 15 %) była wyższa niż w pokoleniu F₅ i wynosiła 11 obiektów z rekordową zawartością 17% u jednego z mieszańców. Ten korzystny wynik, wyrażony utrzymywaniem się wysokich zawartości tłuszczu w kolejnych pokoleniach, wskazuje jak bardzo o efekcie finalnym decyduje wartość kombinacyjna odpowiednio dobranych do krzyżowań form

rodzicielskich. W odniesieniu do danych literaturowych, nasiona łubinu białego wyraźnie 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, (obserwowano to także we wszystkich wcześniejszych pokoleniach), to jest kwasu linolenowego do linolowego na poziomie 1:2. Według danych literaturowych ten stosunek obydwu nienasyconych kwasów (obserwowany także w F₆) uważany jest za prawie idealny w diecie ludzi jak żywieniu zwierząt. Dla łącznej inkorporacji cechy wczesności i wysokiej zawartości tłuszczu w jeden genotyp (w aspekcie piramidyzacji genów) wykonano krzyżowania obejmujące najwartościowsze mieszańce pod względem obydwu cech. W roku bieżącym uzyskano rośliny pokolenia F₃.

3. Podsumowanie

Zastosowane krzyżowania zbliżające w zróżnicowanych układach kombinacyjnych (wraz z zawężaniem liczby kombinacji do najwartościowszych w kolejnych pokoleniach) umożliwiły uzyskanie widocznego postępu w stosunku do lat ubiegłych, wyrażającego się uzyskaniem mieszańców F₅ o niższej zawartości alkaloidów i większej tolerancji na antraknozę niż odmiana Butan, mieszańców pokolenia F₆ wcześniejszych niż ich formy rodzicielskie oraz o wyższej zawartości tłuszczu (do 17 %) i zbalansowanym profilem kwasów tłuszczowych (stosunek kwasu omega 3 do omega 6).

