

Analiza interakcji genotypowo-środowiskowej w odniesieniu do wybranych cech użytkowych ziemniaka jadalnego w różnych systemach uprawy

Numer zadania 62

Numer zadania w planach IHAR-PIB: 4-3-00-1-01

Kierownik zadania: dr hab. Bogdan Flis

Cel

Celem badań jest ocena wpływu interakcji genotypowo-środowiskowej na kształtowanie zmienności, która powstaje w odpowiedzi na zmieniające się środowisko uprawy. Ocena ta dotyczy wybranych cech jakości istotnych dla ziemniaka jadalnego (smak, wady bulw, ciemnienie mięszu bulw) oraz cech związanych z kształtowaniem się plonu. Analiza interakcji genotypowo-środowiskowej pozwoli na: (a) ocenę udziału czynników genetycznych, środowiskowych i interakcyjnych w kształtowaniu poszczególnych cech oraz (b) oszacowanie stopnia stabilności ekspresji cech kulinarnych w ziemniaku jadalnym o zróżnicowanym pochodzeniu.

W 2016 roku cele prac były następujące (1) przeprowadzenie doświadczeń polowych w 3 lokalizacjach z wybranymi rodami i odmianami ziemniaka (drugi element 3-letniego cyklu), (2) rozmnażanie badanych rodów i odmian oraz (3) selekcjonowanie klonów tetraploidalnych wyróżniających się dobrym poziomem cech użytkowych i wybranych cech odpornościowych, przydatnych do doświadczeń polowych w kolejnych latach projektu.

Material i metody

W doświadczeniach polowych oceniano 30 rodów i 10 odmian ziemniaka. Doświadczenia założono w 3 lokalizacjach: (1) Młochów (uprawa tradycyjna), (2) Boguchwała z ograniczonymi nakładami, w której można oczekiwać naturalnej silnej epifitozy zarazy ziemniaka i (3) Chwałowice z uprawą ekologiczną. W każdej miejscowości doświadczenia prowadzono w układzie bloków losowanych (3 bloki) z 7 krzakowymi poletkami. Rody i odmiany oceniano pod względem plonu bulw, zawartości skrobi, nasilenia wad bulw oraz smaku i ciemnienia mięszu bulw gotowanych. W Młochowie prowadzono także 30 krzakowe rozmnożenia ocenianych w doświadczeniach rodów i odmian.

Do ocen zróżnicowania wykorzystano analizę wariancji i test Tukey'a lub test Kruskala-Wallisa. Analizę stabilności przeprowadzono przy użyciu współczynnika zmienności, wariancji stabilności Shukli oraz ekowalencji Wricke'a. W przypadku cech ocenianych z użyciem skali (wady bulw w skali 1 – 4, gdzie 4 oznacza brak wad, smak i ciemnienie mięszu bulw gotowanych w skali 1 – 9, gdzie 9 najsmaczniejszy lub nieciemniejący) do oceny stabilności zastosowano różnicę pomiędzy wartością maksymalną a minimalną (rozstęp).

W 2016 r. prowadzono także selekcję wśród 130 rodów ziemniaka. Rody te pochodziły z 20 kombinacji krzyżówkowych, w których wykorzystano rody własne o dobrych właściwościach kulinarnych, wyróżniających się odpornością na wirusy Y i M ziemniaka lub zarazę ziemniaka oraz odmiany będące donorem cech jakościowych oraz wysokiej odporności na zarazę ziemniaka. W trakcie wegetacji przeprowadzono opis wzrostu i zdrowotności roślin, a po zbiorze opis plonu oraz ocenę właściwości kulinarnych rodów zaawansowanych. W badanych materiałach wyróżniano formy odporne na wirusy Y i M stosując markery molekularne. Odporność na zarazę ziemniaka oceniono w fenotypowych testach laboratoryjnych i stosując marker molekularny.

Wyniki i dyskusja

Stwierdzono istotne zróżnicowanie rodów/odmian oraz istotny efekt lokalizacji (uprawy) pod względem plonu i zawartości skrobi. Najniższy plon bulw otrzymano w warunkach uprawy ekologicznej, zaś najwyższy – w uprawie z ograniczonymi nakładami. W uprawie z ograniczonymi nakładami stwierdzono najniższą zawartość skrobi i największe nasilenie wad bulw. Dla ciemnienia mięszu bulw i ich smaku nie stwierdzono w tym roku istotnego zróżnicowania pomiędzy lokalizacjami.

Dla danych z dwóch lat doświadczeń stwierdzono istotny statystycznie wpływ genotypu, lat i miejscowości na plon bulw i zawartości skrobi. Dla cech opisanych w skali stwierdzono istotność efektu genotypu i środowiska (miejscowość w każdym z lat badań). W porównaniu z rokiem ubiegłym, w 2016 r. stwierdzono wyższy plon bulw w lokalizacji z uprawą ekologiczną i tradycyjną. Zawartość skrobi była w 2016 r. nieco niższa w porównaniu z 2015 (wyraźniejszy spadek odnotowano w lokalizacji z ograniczonymi nakładami). W 2016 r. zaobserwowano także większe nasilenie wad

bulw (niższe oceny), szczególnie wyraźnie widoczne w lokalizacjach z uprawą ekologiczną i tradycyjną.

Stabilność plonu i zawartości skrobi oceniono dla obydwu lat badań przy użyciu 3 parametrów. Na podstawie wartości wariancji stabilności i współczynnika ekowalencji stwierdzono, że niestabilnym poziomem plonu charakteryzuje się 10 rodów i 7 odmian. Obydwa te parametry nie korelowały z wartościami współczynnika zmienności V% (współczynniki korelacji wyniosły $r=0,1$ i nie były istotne statystycznie).

W przypadku zawartości skrobi, stwierdzono, że niestabilność wynikająca z istotnych statystycznie wartości wariancji stabilności oraz wysokich wartości współczynników ekowalencji została stwierdzona dla 17 rodów i 6 odmian. Podobnie jak w przypadku plonu, wartości V% były słabo skorelowane z wariancją stabilności i współczynnikiem ekowalencji (obydwa współczynniki korelacji $r=0,14$ i nieistotne statystycznie).

Dla cech ocenianych w skali (wady bulw, smak bulw i ciemnienie miąższu bulw gotowanych), jako parametr stabilności zastosowano rozstęp (tj. różnicę pomiędzy największą a najmniejszą spośród 6 otrzymanych dotąd ocen z 3 lokalizacji w ciągu 2 lat). Przyjęto, że rozstęp ≥ 2 świadczy o dużym wpływie środowiska na ocenianą cechę, a zatem o niestabilnej ekspresji cechy. Niestabilny poziom nasilenia wad bulw stwierdzono dla 4 odmian i 8 rodów. W przypadku nieenzymatycznego ciemnienia miąższu bulw największa różnica pomiędzy 6 ocenami przekraczała wartość 2 dla 1 odmiany i 7 rodów, a w przypadku ocen smaku – dla 3 odmian i 11 rodów.

Wyniki przeprowadzonych w 2016 r. doświadczeń wskazują na istotny wpływ genotypu (tj. badanych rodów i odmian) dla wszystkich badanych cech. Wpływ lokalizacji (o różnych systemach uprawy) został stwierdzony dla plonu bulw, zawartości skrobi i wad bulw, zaś dla smaku i ciemnienia miąższu bulw nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy miejscowościami. Podobnie jak w roku ubiegłym w lokalizacji ekologicznej obserwowano najniższe plony oraz najmniejsze nasilenie wad bulw (wtórny wzrost, kiełkowanie, spękania).

Dla plonu bulw i zawartości skrobi z dwuletnich doświadczeń przeprowadzono analizę stabilności, wykorzystując miary opisujące wkład genotypów w wariancję interakcji genotypowo – środowiskowej. W przypadku plonu bulw, wkład ten był istotny dla znacznej grupy rodów i odmian. W przypadku skrobi niestabilność była jeszcze częściej stwierdzana, zwłaszcza dla rodów. Wariancja stabilności i współczynnik ekowalencji zgodnie opisują stabilność badanych cech. Natomiast wartości współczynnika zmienności nie korelowały z pozostałymi miarami. Taki brak zgodności w ocenie stabilności za pomocą różnych parametrów jest często spotykany w pracach poświęconych ocenie interakcji genotypowo- środowiskowej.

Do oceny stabilności nasilenia wad bulw, ocen smaku i nieenzymatycznego ciemnienia miąższu bulw posłużono się wartościami rozstępu (różnicą między największą i najmniejszą wartością). Duże wartości rozstępu szczególnie często występują dla wad bulw i ocen smaku, co wskazuje na silny wpływ środowiska na poziom tych cech. W przypadku smaku efekty takie mogą uwidaczniać się szczególnie silnie, gdyż cecha jest zależna od szeregu złożonych związków chemicznych, których występowanie podlega silnym wpływom środowiska w różnych fazach wzrostu roślin i przechowywania bulw.

W celu otrzymania form do dalszych doświadczeń polowych prowadzono selekcję w grupie 130 rodów. W okresie wegetacji wykonano obserwacje wzrostu roślin (bujność wzrostu, zdrowotność, obfitość kwitnienia i barwę kwiatów jako cechę identyfikującą) oraz przeprowadzono test listkowy w celu oceny odporności wybranych (na podstawie odporności form rodzicielskich) rodów na zarzę ziemniaka. Przeprowadzono identyfikację markerów molekularnych związanych z odpornością na wirusy Y i M oraz zarzę ziemniaka w wybranych rodach. Obecność markera GP122 (związanego z genem odporności na wirus Y) potwierdzono w 15 rodach, a marker *phu6* (związanego z odpornością na zarzę ziemniaka warunkowaną genem *Rpi-phu*) w 9 formach spośród 11 badanych. Gen odporności na PVM był identyfikowany w rodach, których jedna z form rodzicielskich charakteryzowała się obecnością markera GP 250. Marker ten został zidentyfikowany w 7 rodach spośród 15 badanych.

Przed zbiorem oceniono wczesność roślin. Wśród badanych genotypów dominują formy o średnio długim okresie wegetacji (stopień zaschnięcia w granicach 2-3 w skali 1-5, gdzie 5 rośliny całkowicie zielone i kwitnące). Występują też formy o długim lub bardzo długim okresie wegetacji (stopień zaschnięcia naci >3) i pochodzą one z kombinacji krzyżówkowych z rodami dHAlicja, E-97-572 i

R9). Najkrótszym okresem wegetacji charakteryzowały się genotypy pochodzące z krzyżowań z udziałem odmian Delikat, Valor i rodu TG97-403.

Dla ocenianych rodów średni plon bulw wyniósł 1,21 kg/krzak, udział plonu handlowego 88% i średnia zawartość skrobi 14,9%. Średnie oceny dla wielkości bulw i regularności zarysu bulw wyniosły odpowiednio 5,7 i 6,0 (w skali 1-9, gdzie 9 to ocena najlepsza). W teście listkowym średnia ocena odporności na zarazę ziemniaka wyniosła 4,9 (w skali 1-9, gdzie 9 to brak porażenia). Smak bulw rodów oceniono na 5,8 (w skali 1-9, gdzie 9 to bulwy najsmaczniejsze). Najlepszym smakiem wyróżniły się 2 rody z kombinacji 10-VIII-875 × Sarpo Mira, a najslabszym rody z kombinacji z udziałem rodu R9.

Wnioski

1. W przeprowadzonych doświadczeniach polowych:
 - a. Stwierdzono, że w 2016 r. istotne różnice w poziomie plonu bulw i zawartości skrobi występują pomiędzy badanymi genotypami i miejscowościami. W przypadku ocen wad, ciemnienia miąższu i smaku bulw istotny był wyłącznie efekt genotypu.
 - b. Dla danych z dwuletnich ocen stwierdzono statystyczną istotność wszystkich efektów (genotypów, środowisk i interakcji genotyp × środowisko).
 - c. Wyższe częstotliwości form stabilnych (wg użytych parametrów dla ocen dwuletnich) stwierdzono dla plonu niż dla zawartości skrobi.
 - d. Dla cech ocenianych za pomocą skali (wady bulw, smak bulw i ciemnienie miąższu bulw gotowanych) posłużono się rozstępem ocen, jako miarą stabilności. Najbardziej niestabilnymi cechami były wady bulw i ich smak.
2. Uzyskano bulwy rodów i odmian do drugiego roku doświadczeń polowych.
3. Wstępnie wybrano 60 rodów, które charakteryzują się dobrym plonem i morfologią bulw w połączeniu z odpornością na wirus Y ziemniaka i/lub odpornością na zarazę ziemniaka.