

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 2017 roku cele prac były następujące (1) przeprowadzenie doświadczeń polowych w 3 lokalizacjach z wybranymi rodami i odmianami ziemniaka (ostatni 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, a dla danych ocenianych za pomocą skali – test Kruskala-Wallis. Analizę stabilności cech ilościowych przeprowadzono przy użyciu 8 parametrów: a) wariancji środowiskowej, b) współczynnika zmienności, c) wariancji stabilności Shukli, d) współczynnika ekowalencji Wricke'a, e) współczynnika regresji, f) wariancji odchylen od regresji, g) współczynnika ASV (wartość stabilności AMMI), który służy do liczbowego przybliżenia wyników analizy opartej na modelu addytywno-multiplikatywnym oraz h) statystyki F dla efektu interakcji w modelu mieszanym Sheffego-Calińskiego. 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 2017 r. prowadzono także selekcję wśród 50 rodów ziemniaka. Rody te pochodziły z 20 kombinacji krzyżówkowych, w których wykorzystano rody własne o dobrych właściwościach kulinarnych, wyróżniających się odpornością na 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. Odporność na zarazę ziemniaka oceniono w fenotypowych testach laboratoryjnych i stosując marker molekularny.

Wyniki i dyskusja

Przeprowadzono analizę zmienności oraz analizę stabilności na podstawie danych trzyletnich. Stwierdzono istotne zróżnicowanie rodów/odmian oraz istotny efekt lokalizacji (uprawy) oraz roku pod względem plonu i zawartości skrobi. Dla cech opisanych w skali stwierdzono istotność efektu genotypu i środowiska (miejscowość w każdym z lat badań).

Dla dwóch cech ilościowych, tj. dla plonu i zawartości skrobi, przeprowadzono analizę stabilności stosując 8 miar (parametrów) stabilności. Dla niektórych parametrów (miary oparte na regresji, wariancja stabilności i wartość statystyki F dla modelu mieszanego) dostępny jest test istotności (istotność miary oznacza brak stabilności). Dla pozostałych miar, stabilność jest wskazywana przez niższe ich wartości. W celu identyfikacji form stabilnych przyjęto, że genotyp stabilny to taki, dla którego obliczona wartość miary jest niższa od średniej wartości tej miary otrzymanej dla wszystkich

badanych genotypów. Wśród użytych miar były parametry oparte na modelu regresji (współczynnik regresji i wariancja odchyłeń od regresji) oraz parametry opisujące wkład genotypów w wariancję interakcji genotypowo – środowiskowej (wariancja stabilności, ekowalencja, statystyka F dla modelu mieszanego oraz w pewnym zakresie współczynnik ASV obrazujący liczbowo analizę w oparciu o model AMMI).

Wartości otrzymanych parametrów dla poszczególnych rodów lub odmian osiągały różne i często rozbieżne wielkości. W przypadku plonu bulw prawie wszystkie użyte miary pozwalały na identyfikację genotypów stabilnych. Wyjątkiem były współczynnik regresji i wariancja odchyłeń od regresji. Współczynnik regresji dla wszystkich genotypów był istotnie różny od zera, co wskazuje na brak stabilności biologicznej. Jednocześnie dla licznych genotypów współczynnik ten był ≥ 1 , co wskazuje na dynamiczną stabilność, co szczególnie było widoczne dla badanych odmian. Wariancja odchyłeń od regresji była drugim współczynnikiem, który dla wszystkich badanych genotypów był istotny statystycznie, co nie pozwala identyfikować genotypów stabilnych przy użyciu tej miary.

Brak zgodności w ocenie stabilności badanej grupy genotypów za pomocą różnych parametrów jest często spotykany i świadczy o tym, że nie ma jednej skutecznej metody identyfikacji form stabilnych. Można przyjąć, że najlepszą metodą jest użycie kilku parametrów. Dlatego też, za stabilne uznano genotypy, dla których liczba miar wskazujących na stabilność była większa od 4 (czyli od połowy liczby użytych parametrów). W przypadku plonu bulw, stwierdzono, że dla 18 rodów (spośród 30 ocenianych) oraz tylko dla 2 odmian (spośród 10 ocenianych) liczba miar wskazujących na stabilność był nie mniejsza niż 4.

W przypadku zawartości skrobi stwierdzono, że stabilność wśród badanych rodów i odmian można stwierdzić za pomocą 7 miar, a wyjątkiem była wariancja odchyłeń od regresji, która zawsze wskazywała na niestabilność tej cechy. Największą liczbą parametrów (tj. nie mniejszą niż 4) wskazujących na stabilność zawartości skrobi stwierdzono dla 14 rodów i 4 odmian. Zawartość skrobi jest ważną cechą odmianową, a zatem należałoby oczekiwać niewielkiej zmienności. Wyniki ocen stabilności mogą wskazywać na brak przydatności niektórych miar do oceny stabilności takiej cechy jak zawartość skrobi.

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 9 otrzymanych ocen z 3 lokalizacji w ciągu 3 lat). Przyjęto, że rozstęp ≥ 2 świadczy o dużym wpływie środowiska na ocenianą cechę, a zatem o niestabilnej ekspresji cechy. Stabilny poziom wad bulw stwierdzono dla 6 odmian i 13 rodów. W przypadku ciemnienia miąższu bulw gotowanych różnice mniejsze od 2 (stabilność) stwierdzono dla 5 odmian i 6 rodów, a w przypadku ocen smaku – dla 2 odmian i 8 rodów. 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 50 rodów. W okresie wegetacji wykonano obserwacje wzrostu roślin (bujność wzrostu, zdrowotność, obfitość kwitnienia i barwę kwiatów jako cechę identyfikującą) oraz przeprowadzono test listkowy i plastrowy w celu oceny odporności naci i bulw wybranych rodów na zarazę ziemniaka. Przeprowadzono identyfikację markerów molekularnych związanych z odpornością na zarazę ziemniaka w wybranych rodach pochodzących od odmiany Sarpo Mira. Marker ten został zidentyfikowany w 22 rodach spośród 24 badanych. Przed zbiorem oceniono wczesność roślin. Wśród badanych genotypów dominują formy o średnio długim okresie wegetacji (średni stopień zaschnięcia 3,2 w skali 1-5, gdzie 5 rośliny całkowicie zielone i kwitnące). Występują też formy o dłuższym okresie wegetacji (stopień zaschnięcia naci > 3) i występowały także w kombinacjach z udziałem rodziców o krótkim okresie wegetacji (Delikat).

Dla ocenianych rodów średni plon bulw wyniósł 1,28 kg/krzak, a średnia zawartość skrobi 14,6%. Średnie oceny dla regularności zarysu bulw i głębokości oczek wyniosły odpowiednio 6,4 i 6,8 (w skali 1-9, gdzie 9 to ocena najlepsza). Smak bulw rodów oceniono na 5,1 (w skali 1-9, gdzie 9 to bulwy najsmaczniejsze). Najlepszym smakiem wyróżniły się 2 rody z kombinacji 10-VIII-1190 \times Sarpo Mira, a najslabszym rody z kombinacji z udziałem rodu R9.

Wnioski

1. Dla danych z trzyletnich ocen:
 - a. stwierdzono statystyczną istotność wszystkich ocenianych efektów (tj. genotypów, środowisk i interakcji genotyp \times środowisko).
 - b. otrzymano 8 miar stabilności, które w zróżnicowany sposób pozwalały na identyfikację rodów lub odmian o stabilnej ekspresji dwóch cech ilościowych (plon i zawartość skrobi).
 - c. 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 cechy kulinarne tj. skłonność do ciemnienia miąższu i smak bulw.
2. Uzyskano bulwy rodów i odmian do drugiego roku doświadczeń polowych.
3. Wstępnie wybrano 25 rodów, które charakteryzują się dobrym plonem i morfologią bulw w połączeniu z odpornością na zarazę ziemniaka.