**Numer zadania 62 (4-3-00-1-01) - Analiza interakcji genotypowo-środowiskowej w odniesieniu do wybranych cech użytkowych ziemniaka jadalnego w różnych systemach uprawy**

**dr hab. Bogdan Flis**

**Cel zadania:**

Celem badań była ocena wpływu interakcji genotypowo-środowiskowej na kształtowanie zmienności, która powstaje w odpowiedzi na zmieniające się środowisko uprawy. Ocena ta dotyczyła wybranych cech jakości istotnych dla ziemniaka jadalnego (smak, wady bulw, ciemnienie miąższu bulw) oraz plonu bulw i zawartości skrobi. Analiza interakcji genotypowo-środowiskowej pozwoliła 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 2020 roku przeprowadzono (1) doświadczenia polowe w 3 lokalizacjach z wybranymi rodami i odmianami ziemniaka (ostatni element 3-letniego cyklu), oraz (2) zabezpieczono w postaci kolekcji *in vitro* wartościowe rody tetraploidalne otrzymane w trakcie projektu

**Wyniki:**

Wyniki doświadczeń polowych prowadzonych w 2020 r. były podstawą do przeprowadzenia analizy całej trzyletniej serii doświadczeń polowych.

Analiza wariancji przeprowadzona na podstawie 3-letnich doświadczeń w 3 miejscowościach wskazuje, że oceniane cechy podlegały istotnym wpływom genotypu, miejscowości, lat i ich interakcjom (wyjątek stanowiła zmienność smaku bulw), a zatem spełnione zostały wymogi dla dalszych analiz, które prowadzono oddzielnie dla środowisk z uprawą tradycyjną i ekologiczną.

Wpływu systemu uprawy na poziom ocenianych cech (średnią ogólną) był zróżnicowany. W środowiskach ekologicznych średni plon bulw był niższy, ale poziom pozostałych cech (tj. zawartości skrobi i cech jakości) – wyższy od średniej z środowisk tradycyjnych.

Dla oceny stabilności największe znaczenie ma interakcja G×E (czyli genotypu z środowiskiem, czyli miejscowością i/lub rokiem oceny). Wielkość tego efektu była bardzo różna dla ocenianych cech. Największe efekty interakcji genotypu ze środowiskiem stwierdzono dla nasilenia wad bulw i ciemnienia miąższu. Z kolei zmienność plonu bulw i zawartości skrobi w stosunkowo niewielkim stopniu zależała od tej interakcji, choć statystycznie była ona wysoce istotna.

Do oceny stabilności cech w środowiskach z uprawą tradycyjną lub ekologiczną zastosowano zróżnicowane podejście. W przypadku plonu bulw stosowano miary oceniające udział każdego genotypu w ogólnej interakcji genotypowo środowiskowej (wariancja Shukli, indeks stabilności AMMI oraz statystyka F dla interakcji G×E wg modelu Scheffégo-Calińskiego) oraz dwa parametry związane ze stabilnością statyczną (wariancja środowiskowa oraz współczynnik zmienności). Stwierdzono, że użycie tych miar prowadzi do identyfikacji genotypów stabilnych z bardzo różną częstością wahającą się od 0 (brak stabilnych form) do 0,93 (prawie wszystkie rody stabilne). Ponadto zgodność pomiędzy różnymi parametrami użytymi w tym samym środowisku wahała się w dość szerokim zakresie od braku zgodności (mniej niż 50% zgodnie ocenionych genotypów) do znacznej zgodności (ponad 80% zgodnie ocenionych genotypów), co jest po części konsekwencją różnej liczby stabilnych genotypów wg różnych parametrów.

Częstość genotypów uznanych za stabilnie plonujące zależała nie tylko od zastosowanej metody statystycznej, ale także od systemu uprawy, gdyż w środowiskach ekologicznych częstość ta była mniejsza. Z kolei porównanie tych samych parametrów, ale z różnych środowisk daje umiarkowany stopień zgodności (60-80% zgodnie ocenionych genotypów) z wyjątkiem braku zgodności dla miary stabilności wg modelu Scheffego-Calińskiego.

Stwierdzono, że genotypy stabilne wg 4-5 parametrów charakteryzują się istotnie niższym plonem bulw od genotypów, które nie są stabilne wg żadnego parametru lub ich stabilność jest wykazana przez 1-2 parametry. Dotyczy to szczególnie plonów ocenianych w środowiskach z uprawą tradycyjną.

W przypadku zawartości skrobi stwierdzono, że genotyp, zgodnie z oczekiwaniem, był czynnikiem decydującym o obserwowanej zmienności. Do oceny stabilności tej cechy (wahań w zawartości w obrębie genotypu) zastosowano dwie metody związane ze stabilnością statyczną. Zawartość skrobi jest cechą odmianową – w przeciwieństwie do plonu nie może osiągać wartości o połowę niższych w mniej sprzyjających środowiskach w porównaniu z zawartością mierzoną w środowiskach lepszych. Hodowca prowadząc selekcję nie dąży do wyboru wyłącznie rodów o możliwie najwyższej zawartości skrobi, za wyjątkiem hodowli odmian skrobiowych, choć w tym przypadku chodzi raczej o maksymalizację plonu skrobi, a nie wyłącznie zawartości skrobi. Samo wyróżnienie środowisk lepszych jest także problematyczne, gdyż trudno odpowiedzieć na pytanie, czy lepsze są te środowiska, w których skrobia osiąga wyższe zawartości. Te uwagi wskazują na konieczność stosowania oceny stabilności biologicznej (statycznej) w przypadku zawartości skrobi.

Stwierdzono, że wartości parametrów stabilności z dwóch typów środowisk nie są skorelowane, a zgodność w identyfikacji tych samych stabilnych genotypów wynosi tylko nieco ponad 50%. Wahania w zawartości skrobi są mniejsze w środowisku ekologicznym. Identyfikacja genotypu stabilnego pod względem zawartości skrobi silnie zależy od rodzaju uprawy, a stabilność tej cechy stwierdzona dla konkretnego genotypu w środowisku z uprawą ekologiczną nie oznacza, że zostanie stwierdzona w środowisku tradycyjnym. Wahania w zawartości skrobi mają znaczenie przede wszystkim dla ziemniaka skrobiowego. Jednak selekcja w kierunku mniejszych wahań w zawartości skrobi, może mieć znaczenie również dla ziemniaka jadalnego i przetwórczego, gdyż zawartość skrobi determinuje wiele ważnych cech jakościowych.

Oceny cech jakościowych zależały od rodzaju środowiska i były istotnie wyższe (lepsze) w warunkach ekologicznych. Efekt środowiska najwyraźniej uwidocznił się w przypadku wad bulw, które w warunkach ekologicznych występowały w znacznie mniejszym nasileniu. W konsekwencji w warunkach środowiska ekologicznego częściej można uznać oceniany ród za spełniający przyjęte kryteria. Jednak ten sam ród oceniany w warunkach uprawy tradycyjnej, sprzyjającej ujawnianiu się wad w jakości, może zostać wyeliminowany z dalszych prac hodowlanych.

**Wnioski:**

1. Zastosowane miary stabilności wykazują niewielką przydatność w selekcji form plennych – identyfikują jako stabilne głównie genotypy plonujące niżej od genotypów niestabilnych.
2. Uprawa ekologiczna tworzy środowisko, w którym interakcja G×E wpływa na poziom badanych cech w sposób odmienny od wpływu w warunkach upraw tradycyjnych.
3. Odmianę przydatną do upraw ekologicznych można wyselekcjonować w warunkach uprawy tradycyjnej (biorąc pod uwagę podstawowe cechy). Natomiast selekcjonowanie rodów w warunkach hodowli ekologicznej może prowadzić do otrzymania odmian przeznaczonych tylko do upraw ekologicznych.
4. Doświadczenia w wielu środowiskach mogą mieć znacznie większe dla selekcji prowadzonej pod kątem dobrego i stabilnego poziomu cech jakościowych niż dla selekcji rodów pod kątem wysokiego plonu.