

Mgr Piotr KAMIŃSKI
Główny specjalista
„Hodowla Ziemniaka Zamarte Sp. z o. o. – Grupa IHAR”
w Zamartem, woj. kujawsko-pomorskie

Zamarte, 2 grudnia 2015r.

Praca doktorska pt.:

**Ocena stabilności plonu i właściwości kulinarnych
bulw ziemniaka odpornego na *Phytophthora infestans*.**

wykonana w spółce „Hodowla Ziemniaka Zamarte Sp. z o. o. – Grupa IHAR”
w Zamartem, woj. kujawsko-pomorskie

Promotor: dr hab. Bogdan Flis prof. nadzw. IHAR-PIB, Oddział w Młochowie
Zakład Genetyki i Materiałów Wyjściowych Ziemniaka

S T R E S Z C Z E N I E

O wyborze odmiany ziemniaka do uprawy decyduje wysokość plonowania oraz określone cechy jakości i odporności. Czynnikiem niezwykle istotnym jest zdolność odmiany do zachowania wysokiego i stabilnego poziomu określonych cech w zmieniających się warunkach środowiska. Badania stabilności dotyczą przede wszystkim plonu, natomiast analiza stabilności cech jakościowych wykonywana jest sporadycznie.

Modyfikujący wpływ czynników środowiskowych pozwala oczekiwać, że jakość konsumpcyjną bulw ziemniaka można poprawić poprzez uprawę w systemie ekologicznym. Jednak wymagania tego systemu powodują, że plon bulw w porównaniu do upraw konwencjonalnych jest znacząco niższy, co często zniechęca właścicieli gospodarstw ekologicznych do podejmowania produkcji ziemniaków. Największym zagrożeniem plantacji ekologicznych, przyczyniającym się do strat w plonach, jest zaraza ziemniaka (*Phytophthora infestans*). Pomimo wieloletnich starań hodowców, jak dotąd nie uzyskano zadowalającego postępu w odporności odmian na tego patogena. Postęp w podwyższeniu odporności mogą przynieść badania z wykorzystaniem genów odporności występujących w dzikich gatunkach ziemniaka oraz zastosowanie nowych technik hodowlanych, jak np. prowadzenie selekcji hodowlanej z użyciem markerów molekularnych.

Celem pracy była:

a) ocena stabilności plonu i wybranych właściwości konsumpcyjnych bulw ziemniaka (typ kulinarny, smak, ciemnienie mięszu bulw), klonów cechujących się odpornością na *P. infestans*,

b) określenie związku pomiędzy wysoką odpornością na zarazę ziemniaka a poziomem ocenianych cech i ich stabilnością w środowiskach różniących się systemem uprawy (tradycyjny i ekologiczny),

c) wyselekcjonowanie form odpornych na zarazę ziemniaka, charakteryzujących się stabilnym poziomem ocenianych cech i przydatnością do uprawy w różnych systemach.

Materiał do badań stanowiło 119 rodów hodowlanych z trzech nioselekcjonowanych kombinacji krzyżówkowych oraz 7 odmian wzorcowych i form rodzicielskich. Do krzyżowań wykorzystano formy rodzicielskie charakteryzujące się odpornością na *P. infestans* z dwóch źródeł, tj. z gatunku *S. phureja* warunkowaną genem *Rpi-phu1* oraz z odmiany Sárpo Mira, warunkowaną locus *Smira1*. Odmiana Lord, podatna na zarazę ziemniaka, była donorem czynników genetycznych warunkujących krótki okres wegetacji, wysoki plon i dobrą jakość konsumpcyjną.

Odporność na zarazę ziemniaka była oceniana laboratoryjnie poprzez identyfikację markerów molekularnych sprzężonych z genem/locus odporności oraz za pomocą inokulacji odciętych listków badanych form izolatami *P. infestans*. Na podstawie wyników testów

w badanym materiale wyodrębniono dwie grupy osobników: odpornych i podatnych na zarazę ziemniaka. W grupie form odpornych były osobniki z *locus* odporności z odmiany Sárpo Mira, osobniki z genem *Rpi-phu1* oraz osobniki z obydwoma *loci* odporności.

Ocenę plonu wykonano w latach 2012 – 2014, w doświadczeniach (losowane bloki w 3 powtórzeniach) założonych w 5 miejscowościach, w dwóch systemach uprawy (uprawa tradycyjna – 3 lokalizacje, ekologiczna – 2 lokalizacje). W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono występowanie istotnego zróżnicowania plonu ogólnego bulw badanych rodów pomiędzy latami i systemami uprawy. W ekologicznym systemie uprawy uzyskano plony o 33,6% niższe niż w konwencjonalnym systemie uprawy. Nie stwierdzono natomiast obniżenia plonu badanych rodów i odmian spowodowanego wprowadzeniem czynników genetycznych warunkujących odporność na *P. infestans*.

Ocenę stabilności plonów badanych form przeprowadzono na podstawie analizy interakcji genotypowo-środowiskowej, wykorzystując zaimplementowany w programie SERGEN model mieszany analizy wariancji Schéffego-Calińskiego i model regresji łącznej Calińskiego-Kaczmarka. Stwierdzono, że częstość występowania form stabilnych nie jest związana z odpornością na zarazę ziemniaka. Genotypy stabilne pod względem plonu obserwowano z podobną częstością w grupie rodów odpornych jak i podatnych.

W hodowli ziemniaka odpornego na *P. infestans* często wraz z wprowadzeniem genów warunkujących odporność z dzikich gatunków ziemniaka wprowadza się cechy niekorzystne, nie zawsze eliminowane w trakcie krzyżowań wypierających.

Analiza zmienności badanych cech kulinarnych bulw badanych rodów i odmian, wykonana za pomocą nieparametrycznego testu analizy wariancji Kruskala-Wallisa, pozwoliła na stwierdzenie braku związku odporności na zarazę ziemniaka ze smakowością i ciemnieniem miąższu ugotowanych bulw. Średnie oceny tych cech były takie same dla rodów odpornych i podatnych na tego patogena. Stwierdzono również, że uprawa ekologiczna korzystnie wpływa na smak i nieciemnienie miąższu, a nie wpływa na kształtowanie typu kulinarnego bulw. Typ kulinarny bulw badanych rodów zależał w głównej mierze od kombinacji krzyżówkowej.

Analizę stabilności biologicznej (statycznej) cech kulinarnych wykonano po uprzednim zestawieniu dla każdego badanego rodu lub odmiany poziomu tych cech we wszystkich środowiskach. Najwyższe częstości form stabilnych stwierdzono dla ciemnienia miąższu po 10 min., następnie dla typu kulinarnego i smakowości. Najmniej stabilnych osobników odnotowano w cesze ciemnienia po 24 godzinach.

Porównanie grup osobników odpornych i podatnych na *P. infestans* wykazało, że pomiędzy tymi grupami nie ma istotnych różnic w częstości występowania osobników charakteryzujących się stabilną ekspresją cech kulinarnych.

Pomimo wielu lat pracy hodowlanej, jak do tej pory nie udało się uzyskać wysokiej odporności polowej na *P. infestans* u odmian o krótkim okresie wegetacji. Szansy na wyhodowanie takiej odmiany upatruje się we wprowadzaniu nowych źródeł odporności, niezwiązanych z długą wegetacją.

W ramach pracy wykonano ocenę długości wegetacji badanych rodów. Stwierdzono, że gen *Rpi-phu1* i *locus* odporności z odmiany Sárpo Mira nie są sprzężone z długim okresem wegetacji. W potomstwach form z tak uwarunkowaną odpornością możliwe jest selekcionowanie rodów odpornych na zarazę ziemniaka charakteryzujących się krótszą wegetacją.

Na podstawie wykonanych analiz, wyselekcjonowano rody odporne na zarazę ziemniaka, o stabilnym, wysokim plonie bulw, charakteryzujące się dobrymi cechami konsumpcyjnymi, których ekspresja w badanych środowiskach była stabilna.

PhD thesis:

”Stability of yield and culinary characteristics potatoes resistance to *Phytophthora infestans*”

To obtain the degree of PhD in agricultural sciences, field of knowledge of Agricultural Science, discipline: agronomy

Abstract

The choice of the potato cultivar for cultivation depends on the height of obtained yield and on the presence of specific quality and resistance traits. The most important factor is the ability of cultivar to maintain high and stable level of these traits in changing conditions of environment. The stability analysis is performed mainly for yield, while for other traits is done rarely.

Modifying influence of environmental factors allow to expect improvements of tubers culinary traits by cultivation potato cultivars in ecological system. However, the yield of tubers grown under ecological cultivation systems is significantly lowered in comparison to conventional cultivation, what often discourages the owners of ecological farms to undertake the production of potatoes. The largest yield losses in ecological plantations are caused by *Phytophthora infestans*, causal agent of late blight. Despite many efforts of breeders, the satisfactory progress in improving the level of resistance to late blight was not achieved. This progress may be obtained by introducing of resistance genes from wild potato species as well as by the using new breeding techniques, e.g. selection assisted by molecular markers.

The aims of this thesis were:

- (a) the evaluation of stability of tuber yield and selected culinary traits (cooking type, taste, darkening flesh of tubers) of potato clones resistant to *P. infestans*;
- (b) the assessment of relationship between high resistance to late blight (LB) and level and stability of traits examined in environments differing in cultivation systems (traditional and ecological);
- (c) the selection of resistant to late blight potato clones, which show stable level of examined traits and suitability for growing in different cultivation systems.

The plant material consisted of 119 clones originating from 3 unselected progenies, 7 standard varieties and parental forms. Parental forms of tested progenies were two clones with resistance to *P. infestans* originating from species *Solanum phureja*, conferred by *Rpi-phu1* gene and from cv. Sárpo Mira, which resistance is determined by a *locus Smir1*. Cultivar Lord was a susceptible parent, which was a donor of genetic factors determining a short period of vegetation, high yield and good culinary quality.

The resistance to LB was estimated by applying of molecular markers linked with gene or *locus* of resistance as well as by the inoculation of detached leaflets of tested progeny clones and standards with *P. infestans* isolates. On the base of received data, tested individuals were divided into two groups: resistant and susceptible. The group of resistant forms consisted of genotypes with *Rpi-phu1* gene or *locus* coming from cv. Sárpo Mira or with both these *loci* of resistance.

Yield of tested genotypes was evaluated in three years 2012-2014, in the field trials (3 repetitions) in 5 locations, in which two systems of cultivation were applied (the traditional system in 3 locations and ecological in 2 locations). It was found that tuber yield was influenced on genotype, years and systems of cultivation. In ecological system of cultivation, tuber yield was lower by 33,6 % as compared to conventional system. However, the yield of late blight resistant genotypes was the same as yield of susceptible forms.

The evaluation of yield stability in examined forms was based on the analysis of genotype \times environment interaction ($G \times E$) and was performed by statistical program SERGEN, in which Schéffe – Caliński's mixed analysis of variance model and the joint regression Caliński – Kaczmarek' model are implemented. It was found, that the frequency of stable forms was not related with resistance to late blight. Genotypes showing stable expression of tuber yield were observed with similar frequency in the groups of resistant and susceptible clones.

In the resistance breeding, some disadvantageous traits are introduced together with resistance genes from wild species and these disadvantages are not always eliminated by back crossings. The analysis of variation of culinary traits of tubers, performed with nonparametric Kruskal – Wallis' test, showed lack of relationship between resistance to late blight and tuber taste or the darkening of the flesh of cooked tubers. The average ratings for these traits were the same for resistant and susceptible clones.

The analysis of biological (or static) stability of the culinary traits was done after collating data obtained from each tested clone or cultivar in each of environments. The highest frequency of stable forms was observed for after cooking darkening of flesh (in 10 minutes), then for cooking type and tuber taste. The least frequent stable individuals were found for after cooking darkening in 24 hours. The comparison of the frequency of individuals stably expressing culinary traits in groups of clones resistant and of susceptible to *P. infestans*, did not reveal any significant differences.

In spite of many years of breeding work, potato cultivars highly resistant to *P. infestans* and with short vegetation period were not obtained so far. The chance on developing such a cultivar is in introduction new sources of resistance, in which resistance is not connected with a long vegetation period. Within frame of presented work, the evaluations of length of vegetation period of the tested clones were performed. It was found, that the resistance governed by the gene *Rpi-phu 1* and by the locus of resistance in Sárpo Mira are not linked to a late maturity. In the progenies of parental forms with such determination of resistance, the resistant genotypes with shorter vegetation period were selected.

On the basis of performed studies, the set of resistant clones with high and stable levels of tuber yield and culinary traits in various environments was selected.

Mgr Piotr Kamiński