

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 miąższu 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 długością 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.

*Mgr Piotr Kamiński*

## **ABSTRACT**

The choice of the potato's variety to cultivation depends on yield productivity and also the definite features of quality and a resistance. Significant factor is the ability of variety to preservation, high and stable level of definite features in changing conditions of environment. The investigations of stability concern first of all the crop, however the analysis of stability of quality characteristics is perform rarely.

Modifying influence of environmental factors permits to expect, that the consumptive quality of potato's tubers can improve through cultivation in ecological system. However requirements of this system cause, that the crop of tubers in comparison to conventional cultivation is significant lower, what often discourages the owners of ecological farms to undertaking potatoes' production. The largest potato threat of ecological plantations, causes losses in crops, is late blight (*Phytophthora infestans*). Despite many efforts of breeders in work on resistance of varieties on this pathogen, so far the satisfactory progress was not obtain. Progress in rising of resistance can bring investigations with utilization of resistance

genes coming from wild potato's species as well as the use of new breeding techniques, e.g. molecular markers (MAS - marker assisted selection).

The aim of work was (a) evaluation of stability of yield and the chosen consumptive proprieties of tubers ( the culinary type, taste, darkening the flesh of tubers) of the clones, characterized resistance to *P. infestans*, ( b) the qualification of relationship among high resistance on late blight (LB) and the level of estimated features and their stability in environments, differing cultivation systems (traditional and ecological), and ( c) selection the late blight resistant forms, with stable level estimated features and the usefulness to growing in different systems.

Material to investigation was 119 clones from unselected cross-combinations as well as 7 standard varieties and parental forms. Parental forms with resistance to *P. infestans* from two sources, i.e. from species *S. phureja*, determined by *Rpi-phul* gene, and from cv. Sárpo Mira, determined *locus Smir1* to crossing were exploited. Variety Lord, susceptible to LB, was a donor of genetic factors determined short period of vegetation, high crop and good consumptive quality.

The resistance to LB was estimated by identification of molecular markers connected with gen or *locus* of resistance as well as by inoculation detached leaflets studied forms by *P. infestans* isolates. On the base of received data, individuals were divided into two groups: resistant and susceptible. In the group of resistant forms were genotypes with *Rpi-phul* gene, *locus* coming from cv. Sárpo Mira as well as with both *loci* of resistance.

Evaluation of yield was examined in seasons 2012-2014, in experiences (drawn blocks in 3 repetitions) put in 5 localities, in two systems of growing (the traditional – 3 locations, ecological – 2 locations). In result of conducted analyses was affirmed that have been occur significant difference of general crop of tubers studied clones between the years and the systems of cultivation. In ecological system of cultivation crops were 33,6 % lower than in conventional system. However did not affirmed decreasing of crop of studied clones by introduction of genetic factors determine resistance to *P. infestans*.

Valuation of stability of yields studied forms was conducted on the basis of analysis of interaction genotype - environment (G x E), using implemented in the program SERGEN model mixed analysis of variance Schéffe - Caliński and the model of łącznej regress Caliński - Kaczmarek. It was affirmed, that the frequency of occurrence of stable forms does not be connected with resistance to LB. Stable genotypes as regards to yield was observed with similar frequency in group of resistant clones how and susceptible.

In the breeding potato resistant to *P. infestans* with introduction of genes determine resistance, from wild species often introduces disadvantageous features, not always eliminated in back/out-crossings. The analysis of variation of studied culinary features of tubers studied clones, performed for help of the nonparametric test of analysis variance Kruskal - Wallis, permitted on affirming of lack of relationship resistance on late blight with deliciousness and the darkening the flesh of cooked tubers. The average marks these features were the same for resistant and susceptible clones.