

## Kierunek hodowli borówki wysokiej w InHort w Skierniewicach – jakość owoców



**Prof. dr hab.  
Stanisław Pluta**



**dr inż. Sylwia Keller-  
Przybytkowicz**

Instytut  
Ogrodnictwa – PIB,  
Skierniewice

fol. S. Pluta

W prowadzonej w Zakładzie Hodowli Roślin Ogrodniczych IO-PIB hodowli borówki wysokiej stosuje się tradycyjną (hybrydacyjną) metodę, która polega na kontrolowanym krzyżowaniu (zapylaniu) wykastrowanych kwiatów form męskich pyłkiem form ojcowskich, zbiorze owoców, ekstrakcji nasion i produkcji siewek pokolenia F1 (mieszanek). Formy rodzicielskie użyte w programach krzyżowania są wybierane na podstawie oceny fenotypowej i genotypowej, przy uwzględnieniu wysokiej produktywności, dobrej jakości owoców i polimorfizmu DNA. Starsze, owocujące siewki oceniane są na kwatach hodowlanych przez 3 lub 4 lata, a następnie przeprowadzana jest selekcja najlepszych pojedynków i klonów hodowlanych. Głównym celem tego programu hodowlanego jest uzyskanie nowych odmian *V. corymbosum* dobrze przystosowanych do lokalnych warunków klimatycznych i glebowych, wysokoplonujących, wytrzymałych na mróz, o różnym okresie dojrzewania owoców, wytwarzających wysokiej jakości owoce oraz odpornych na główne choroby grzybowe.

Hodowla jakościowa jest jednym z ważnych kierunków tych prac, gdyż jest zapotrzebowanie na duże, atrakcyjne owoce, o wysokiej jędrności i długim okresie przydatności do spożycia po zbiorze.

Nowe odmiany o deserowych owocach powinny sprostać wymaganiom rynku świeżych produktów, mieć jagody o wysokiej wartości odżywczej i walorach prozdrowotnych.



Według oficjalnych danych uzyskanych z Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa w 2022 roku, powierzchnia nasadzeń borówki wysokiej w Polsce wynosi obecnie około 11,9 tys. ha, a roczna produkcja tych owoców szacowana jest na ponad 63 tys. ton. Z taką skalą produkcji nasz kraj plasuje się na drugiej pozycji w Europie, po Hiszpanii i na ósmym miejscu na świecie.

### HODOWLA W INHORT W SKIERNIEWICACH

Ze względu na brak rodzimych odmian borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum*), w uprawie towarowej w Polsce znajdują się głównie odmiany pochodzące z Ameryki Północnej, Australii i Nowej Zelandii. Niektóre – bardzo cenne w innych krajach – często nie przystosowują się do warunków klimatycznych naszego kraju, chodzi

zwłaszcza o uszkodzenia spowodowane zimowymi mrozami. W celu pokonania tego problemu, od 2009 roku w Instytucie Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach realizowany jest program hodowli twórczej nowych odmian borówki wysokiej typu północnego, a prace te są finansowane przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

## DOTYCHZASOWE WYNIKI

W ostatnich dwunastu latach w IO-PIB osiągnięto postęp w rozwoju programu hodowli borówki wysokiej typu północnego – liczbę wykonanych kombinacji krzyżówkowych oraz liczbę siewek F1 wyprodukowanych w tym okresie przedstawiono w tabeli na str. 60. Do tej pory wykonano łącznie 670 kombinacji krzyżowań oraz wyprodukowano i posadzono około 40 tys. siewek F1 na specjalnie przygotowanych (wcześniej zakwaszonych) polach hodowlano-selekcyjnych, zlokalizowanych na terenie Sadu Doświadczalnego w Dąbrowicach k. Skierniewic. Wszystkie siewki (mieszance) oceniano pod kątem ważnych parametrów – cech morfologicznych roślin (siła wzrostu i pokrój krzewów), plonowania, wielkości owoców, ich jakości (smak, jędrność) i odporności roślin na główne choroby grzybowe. Dotychczas wyselekcjonowano i posadzono w kolekcji „A” ponad 1500 klonów hodowlanych borówki wysokiej (3,8% uzyskanych siewek) do dalszej oceny przez kolejne 4, 5 lat. Wyselekcjonowano też i rozmnożono wegetatywnie *in vitro* 220 wartościowych klonów, które posadzono w kolekcji „B”. Najbardziej wartościowe klony hodowlane (w sumie 35 genotypów) rozmnożono wegetatywnie i w latach 2019-2022 posadzono w trzech doświadczeniach odmianowo-porównawczych na polu w Sadzie Pomologicznym w Skierniewicach, w celu porównania z odmianami kontrolnymi ('Duke' i 'Bluecrop'), obecnie uprawianymi na naszych plantacjach towarowych. Zakłada się, że w ciągu 2-3 lat nowa polska odmiana (lub odmiany) borówki wysokiej (typu północnego), wyhodowana w InHort zostanie przekazana do badań rejestracyjnych w Centralnym Ośrodku Badania Odmian Uprawnych (COBORU) w Słupi Wielkiej.

## EFEKTY HODOWLI W UJĘCIU MOLEKULARNYM

Istotnym czynnikiem przy wyborze odmian do komercyjnej uprawy borówki wysokiej jest trwałość owoców przeznaczanych do długiego przechowywania lub transportu. Szczególne znaczenie w tym aspekcie ma zdolność odmian do wytwarzania nalotu woskowego na powierzchni owoców. Wosk kutykularny to lipofilowe warstwy na powierzchni skórki (kutykuli), które na różnych etapach rozwoju owoców i podczas przechowywania odgrywają ważną rolę w zapobieganiu utracie wody, ochronie przed promieniowaniem UV oraz atakiem patogenów. Stwierdzono istotne zróżnicowanie składu wosku kutykularnego nie tylko pomiędzy gatunkami, odmianami i organami roślinnymi, ale także w zależności od ich etapu rozwojowego. Mechanizm syntezy wosku kutykularnego jest stosunkowo dobrze rozpoznany. Na poziomie komórkowym biosynteza wosku owocowego rozpoczyna się w plastydach, z wykorzystaniem syntezy kwasów tłuszczowych przez enzym syntazę  $\beta$ -ketoacylo-ACP (KAS). Ich wydłużenie wspomagane jest następnie przez syntazę  $\beta$ -ketoacylo-CoA (KCS) i zachodzi wyłącznie w komórkach skórki owoców. Na koniec składniki wosku są transportowane przez błonę komórkową do ściany komórkowej, za pomocą białka transportującego lipidy (LTP).

W ramach wsparcia tradycyjnej hodowli do prowadzo-

nych badań włączono analizy cząsteczek RNA, umożliwiające opracowanie funkcjonalnych markerów molekularnych skorelowanych z występowaniem wosku na owocach borówki wysokiej. Dla kilku domniemych genów, biorących udział w szlakach biosyntezy wosków i długołańcuchowych kwasów tłuszczowych w skórkach i miąższu owoców odmian 'Aurora', 'Bluegold', 'Liberty', 'Rubel' i 'Toro' (pochodzących z USA), 'Jorma' (Finlandia) oraz 'Bonifacy' (polskiej hodowli), które różnią się fenotypowo intensywnością woskowej powłoki na owocach, określono profile ekspresji i zbadano poziom zróżnicowania aktywności. Do badań wybrano geny (KCS – syntaza  $\beta$ -ketoacylo-CoA, FAR – reduktaza tłuszczowego acylo-CoA, CER1/3 – reduktaza tłuszczowego acylo-CoA, WSD1 – syntaza woskowa, LTP – białko transportujące lipidy), które regulują syntezę długich kwasów tłuszczowych i uczestniczą w tworzeniu kutykuli na owocach. Wyniki analiz potwierdziły, że geny KCS, CER, FAR, WSD1 i LTP wykazują silniejszą aktywność w skórce niż w miąższu owoców. Wysoką ekspresję wymienionych genów odnotowaliśmy bowiem w próbkach skórki pobranych z owoców odmian 'Bonifacy', 'Bluegold' i 'Liberty', wytwarzających jagody pokryte woskiem.

Ponadto, w skórce oraz w miąższu owoców odmiany 'Rubel' zaobserwowano wysoką aktywność analizowanych genów związanych z produkcją wysokocząsteczkowych kwasów tłuszczowych. Może to wskazywać na inny, specyficzny dla tej odmiany sposób regulacji tej cechy. Co ciekawe, gen CRE1 wykazywał

R E K L A M A



**Schrijnwerkers**  
Your Blueberry Plant Specialist

**Inwestuj w przyszłość  
– sadź dobre odmiany!**

- materiał szkółkarski w super jakości – KWALIFIKOWANY
- ponad 50 lat doświadczenia
- najnowsze odmiany:

Nowość! **Megas Blue®**  
**Titanium®**

Nowość! **Katahdin®**  
**Capella®**

**Huron, Draper, Liberty, Aurora, Osorno, Calypso i wiele innych**

**Schrijnwerkers Plants BV, Holandia**  
[www.schrijnwerkers.nl](http://www.schrijnwerkers.nl)  
T 0031 630 127 791, [info@schrijnwerkers.nl](mailto:info@schrijnwerkers.nl)

istotnie podwyższony poziom ekspresji zarówno w skórce, jak i miąższu owoców badanych odmian, z wyjątkiem odmiany 'Toro', która wytwarzała owoce o niskiej intensywności warstwy kutykuli.

Dodatkowo, zaobserwowaliśmy specyficzną dla skórki owoców ekspresję genu FAR2 i zasugerowaliśmy jego znaczącą rolę w biosyntezie wosku kutykularnego w owocach badanych odmian. Potwierdziliśmy również wysoką ekspresję genu CER3, który odpowiada za akumulację aldehydów w wosku naskórka podczas dojrzewania owoców. W badaniach stwierdzono też aktywność genu LPT, co sugeruje jego ważną rolę w transporcie związków woskowych do skórki owoców badanych odmian borówki.

Nasze wstępne badania wykazały istotne zmiany w poziomach ekspresji genów szlaku metabolicznego wosku, a także korelację aktywności genów, która może zależeć od genotypu i badanej tkanki owocu. Dalsze badania molekularne oparte będą na wyłonieniu nowych, dotychczas nierozpoznanych sekwencji genów, których aktywność zostanie zbadana dla odmian wykorzystywanych w prowadzonych w InHort programach hodowli borówki wysokiej. Zbadanie dotychczas rozpoznanych i nowo opracowanych markerów molekularnych nie tylko pozwoli na poszerzenie wiedzy na temat mechani-

Rozwój programu hodowli borówki wysokiej w IO-PIB w Skierniewicach, w latach 2008-2022

Lata	Liczba	
	kombinacji krzyżowań	wyprodukowanych siewek
2008/2009	30	775
2009/2010	50	995
2010/2011	102	5000
2011/2012	78	5500
2012/2013	83	10 140
2013/2014	75	5100
2014/2015	24	4890
2015/2016	60	1800
2016/2017	75	2100
2019/2020*	53	1570
2021-2022	40	2000
<b>Razem</b>	<b>670</b>	<b>39 870</b>

\*od 2020 roku programy krzyżowania borówki wysokiej prowadzone są co dwa lata, na zmianę z porzeczką czarną

zmu biosyntezy wosku w owocach różnych odmian borówki wysokiej z kolekcji ZHRO, ale też znacznie przyspieszy proces selekcji nowych materiałów hodowlanych *V. corymbosum* i ukierunkuje hodowlę na poprawienie pozbiorczej jakości owoców.

Prowadzone badania i przedstawione wstępne wyniki uzyskane dotychczas w InHort mają charakter aplikacyjny i odpowiadają potrzebom klasycznej i molekularnej, ukierunkowanej na jakość owoców hodowli borówki wysokiej.

## PODSUMOWANIE

1. Program hodowli borówki wysokiej w InHort w Skierniewicach przynosi już pierwsze efekty w postaci wyselekcjonowanych wartościowych pojedynków i klonów hodowlanych.
2. Molekularna charakterystyka zróżnicowania genetycznego genotypów (na podstawie zmiany poziomu ekspresji genów związanych z regulacją cechy woskowości owoców) w hodowlanej kolekcji borówki wysokiej umożliwi precyzyjną i ukierunkowaną selekcję form wyjściowych do programów krzyżowań.
3. Analiza aktywności specyficznych genów pozwala na wstępne rozpoznanie mechanizmu regulacji cech odmian borówki w hodowlanej kolekcji ZHRO.

*Badania wykonano w ramach dotacji celowej Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Zadanie 3.5: „Wytworzenie materiałów wyjściowych borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.) o wysokiej jakości owoców oraz analiza molekularna specyficznych fragmentów genomów.”*



Owoce jednego z ocenianych pojedynków

fot. S. Pluta