

Hodowla borówki wysokiej – główne ograniczenia w uzyskaniu odmian typu północnego



Dr hab. Stanisław Pluta, prof. IO
Instytut Ogrodnictwa – PIB, Skierniewice



Dr hab. Stanisław Pluta, prof. IO – od 1985 roku pracownik naukowy Instytutu Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach. Genetyk i hodowca porzeczki czarnej, agrestu, borówki wysokiej (typu północnego) i świdosi olcholistnej, w Zakładzie Hodowli Roślin Ogrodniczych. Aktywnie brał udział w wielu zagranicznych i krajowych konferencjach, sympozjach i seminariach naukowych. Jest wykonawcą 15 krajowych i zagranicznych projektów badawczych i grantów, dotyczących krzewów jagodowych, autorem i współautorem około 200 oryginalnych publikacji i doniesień naukowych, w języku polskim i angielskim, monografii i instrukcji wdrożeniowych oraz ponad 170 artykułów popularno-naukowych.

Autor 10 nowych odmian porzeczki czarnej, 2 odmian agrestu i 1 odmiany świdosi olcholistnej. Jego zainteresowania naukowe obejmują: ogrodnictwo, rośliny jagodowe, ocenę odmian, zasoby genowe, kolekcje odmian, nowoczesne technologie uprawy krzewów jagodowych, analizy statystyczne.

Borówka jest popularną rośliną uprawną w Ameryce Północnej i Południowej, Azji, Afryce, Europie oraz Australii i Nowej Zelandii. Kilka gatunków z rodzaju *Vaccinium* ma duże znaczenie w hodowli nowych odmian oraz w uprawie towarowej i produkcji owoców. Największe znaczenie w produkcji owoców w świecie ma borówka wysoka (*V. corymbosum* L.). W produkcji owoców stanowi ponad 70% typów uprawnych wśród takich, jak: borówka różgowata – „rabbiteye” (*V. ashei* Reade, syn. *V. virgatum* Ait.), borówka niska (*V. angustifolium* L.), borówka półwysoka (*V. corymbosum* L. × *V. angustifolium* L.) oraz borówka leśna – czernica (*V. myrtillus* L.). Odmiany uprawne borówki wysokiej dzieli się na dwie grupy – północnego i południowego typu – w zależności od ich wymagań co do chłodu (ang. *chilling requirements*) i wytrzymałości na mróz.

Wysoka światowa produkcja borówek jest m.in. wynikiem postępu biologicznego, w postaci nowych odmian otrzymanych w programach hodowlanych, których nadrzędnym celem jest uzyskanie wartościowych odmian przydatnych do opłacalnej produkcji tych owoców w różnych środowiskach (warunkach klimatyczno-glebowych) oraz umożliwiających podaż zarówno jagód deserowych wysokiej jakości na rynek świeżych produktów, jak i owoców dla przemysłu przetwórczego i zamrażalniczego. Hodowla twórcza nowych odmian borówki wysokiej prowadzona jest obecnie w różnych krajach na świecie, a programy te finansowane są ze środków publicznych (państwowych), ale głównie z prywatnych. Hodowla nowych odmian typu północnego ma jednak pewne ograniczenia.

DŁUGI CYKL HODOWLANY

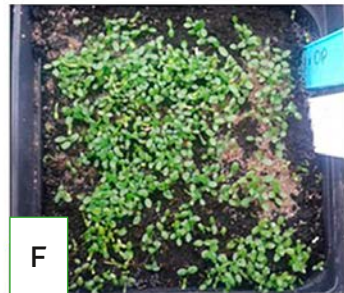
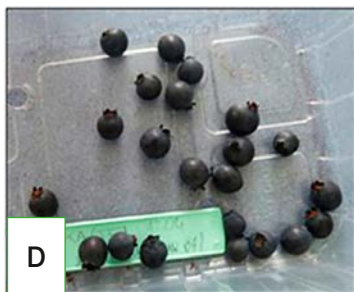
Tradycyjna hodowla hybrydacyjna polega na krzyżowaniu wybranych odmian (form) rodzicielskich w programach krzyżowań. W wielu ośrodkach wykonuje się od kilkudziesięciu do stu lub więcej kombinacji krzyżowań (forma mateczna ♀ × forma ojcowska ♂ – fot. 1), w zależności od możliwości finansowych, dostępności siły roboczej oraz zdolności i doświadczenia zespołu ludzkiego. Długi cykl hodowlany zwykle zawiera podstawowe etapy (fot. 2) i lata realizacji:

- wykonanie programu krzyżowań, zbiór owoców, wybieranie nasion, stratyfikacja i wysiew nasion – 1 rok;
- kiełkowanie nasion i produkcja siewek w szklarni, posadzenie siewek i ich pielęgnacja na polowej kwaterze selekcyjnej – 1 rok;
- ocena siewek pod względem najważniejszych cech i selekcja (wybór) wartościowych pojedynków oraz ich rozmnażanie wegetatywne – 3-5 lat;



Fot. 1. Formy rodzicielskie roślin przygotowanych do krzyżowania

fot. 1-3 S. Pluta



A – pąki kwiatowe gotowe do kastrowania

B – zapylanie

C – założone izolatory z materiału

D – owoce zapyłeń

E – nasiona z uzyskanych owoców

F – kiełkujące nasiona

Fot. 2. Kolejne etapy krzyżowania borówki wysokiej

- ocena klonów rosnących w kolekcji i wybór najlepszych genotypów, ich rozmnażanie – 3 lub 4 lata;
- szczegółowa ocena wartości produkcyjnej klonów hodowlanych w doświadczeniach porównawczych – 3 lub 4 lata;
- zgłoszenie najlepszego klonu(-ów) do badań rejestrowych COBORU¹⁾ oraz ocena OWT²⁾ i WGO³⁾ – 3 lub 4 lata;

¹⁾ COBORU – Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupie Wielkiej (www.coboru.pl)

²⁾ OWT – Odrębność, Wyrównanie i Trwałość

³⁾ WGO – Wartość Gospodarcza Odmiany

- wpisanie odmiany do krajowego rejestru (KR) i księgi ochrony wyłącznego prawa (KO) COBORU – 1 rok.

Łączny okres krzyżowania i produkcji dużej populacji siewek F_2 , wieloletniej oceny i selekcji wartościowych pojedynków i klonów oraz całego formalnego procesu badań rejestracyjnych i ochronnych (PBR) przeważnie wynosi 12-15 lat.



W dążeniu do szybszego uzyskania nowych odmian i lepszej efektywności prac hodowlanych tradycyjne metody są wspierane technikami biologii molekularnej (biotechnologii). Badania molekularne oraz wykorzystanie tych nowoczesnych technik hodowlanych (np. markery molekularne, selekcja masowa) w pracach nad borówką gwałtownie rozwinęły się około 15 lat temu. Hodowcy borówki, którzy realizują publiczne i prywatne programy, wykorzystują tradycyjne (fot. 3) i molekularne metody, w celu skrócenia cyklu hodowlanego oraz uzyskania nowych, wartościowych odmian.

OGRANICZENIA ŚRODOWISKOWE

Dwa główne typy uprawne odmian borówki wysokiej mają odmienne wymagania i poziom adaptacji do warunków klimatycznych (środowiskowych). Rośliny typu północnego mają zdecydowanie wyższe wymagania co do chłodu (*chilling requirements*) oraz wytrzymałość



Fot. 3. Krzyżowanie borówki wysokiej – izolatory zabezpieczające przed obcym zapylaniem



GOSPODARSTWO SZKÓŁKARSKIE **CIEPŁUCHA**



Świdośliwa



Jagoda kamczacka



Dereń jadalny



Żurawina

Borówka amerykańska • ponad 30 odmian

Jagoda kamczacka • ponad 20 odmian

Świdośliwa • ponad 10 odmian

Żurawina wielkoowocowa • 5 odmian

Młody materiał

multiplaty

pojemnik P9

pojemnik C1

Dorosły materiał

pojemnik C2,5-C90

ul. Górna 50, 95-050 Konstantynów Łódzki

tel. +48 (42) 211 18 00

Rzesznikowo 42, 78-125 Rymań (pow. kołobrzeski)

tel. +48 (94) 358 32 47

info@cieplucha.com.pl

www.cieplucha.com.pl

Tabela 1. Adaptacja środowiskowa uprawianych typów borówki (*Vaccinium* sp.), wg Hancock i inni. 2019 r.

Typ uprawny	Wytrzymałość na mróz (°C)	Wymagania co do chłodu (godz.)
1. NISKA	–30°C	>1000
2. PÓŁWYSOKA	–25°C	800
3. WYSOKA północnego typu	–25°C	>800
4. WYSOKA południowego typu	–5°C	<600
5. RÓZGOWATA	0°C	600

na mróz i poziom adaptacji do warunków klimatycznych, głównie zimą. Na przykład, do dobrego kwitnienia i plonowania wymagają co najmniej 800 godz. chłodu rocznie (w okresie spoczynku), a dobrze zahartowane i przygotowane do zimy rośliny wytrzymują do –25°C, bez większych uszkodzeń. Odmiany południowego typu wymagają natomiast zdecydowanie krótszego okresu chłodu i są bardziej wrażliwe na spadki temperatury poniżej 0°C. Więcej informacji dotyczących tego zagadnienia i wymienionych wcześniej typów uprawnych borówki przedstawiono w tabeli 1.

Odmiany borówki wysokiej południowego typu pochodzą głównie z hybrydyzacji (krzyżowania) genotypów północnego typu (*V. corymbosum*) z rodzimymi gatunkami pochodzącymi z południowych rejonów USA, np. *V. darrowii*, *V. ashei* i *V. elliottii*, o niskich wymaganiach co do chłodu i słabej wytrzymałości na mróz. Uprawiane są zwłaszcza w cieplejszych rejonach, m.in. w USA (Georgia, Floryda i Kalifornia), krajach Ameryki Południowej, Australii, niektórych krajach Afryki i Europy. W praktyce nie wszystkie gatunki mogą być efektywnie używane w hodowli twórczej nowych odmian borówki wysokiej typu północnego, gdyż wiele z nich jest ciepłolubne. Znane są przykłady odmian, które w swoim rodowodzie mają ww. gatunki południowego typu i, w rezultacie, ich rośliny są mniej wytrzymałe na mróz oraz bardziej narażone na ryzyko uszkodzeń pędów i kwiatów w mroźne zimy. Jest to kolejne ograniczenie w hodowli twórczej nowych odmian borówki wysokiej typu północnego i ich rekomendacji do uprawy towarowej w krajach klimatu umiarkowanego, w tym w Polsce.

BARIERY GENETYCZNE

Wiele dotychczas wyhodowanych i uprawianych odmian borówki wysokiej obu typów uprawnych pochodzi od złożonych krzyżowań różnych gatunków i odmian, są to złożone mieszańce (hybrydy). Jako przykłady można wymienić odmiany: 'Legacy', w której rodowodzie są geny od trzech gatunków (*V. corymbosum*, *V. darrowii* i *V. angustifolium*), 'O'Neal' pochodząca od czterech gatunków (*V. corymbosum*, *V. darrowii*, *V. ashei* i *V. angustifolium*), 'Sierra' mającą geny pięciu gatunków (*V. corymbosum*, *V. darrowii*, *V. ashei*, *V. constablaei* i *V. angustifolium*) czy 'Biloxi' zawierającą geny pięciu taksonów [*V. corymbosum* (diploidalny – 2x i tetraploidalny – 4x), *V. darrowii*, *V. ashei* i *V. angustifolium*].

Z punktu widzenia genetyki roślin, w rodzaju *Vaccinium* (borówka) występują gatunki o różnym poziomie ploidalności: diploidalne ($2n = 2x = 24$ chromosomy), najbardziej rozpowszechnione – **tetraploidalne** ($2n = 4x = 48$ chromosomów) i heksaploidalne ($2n = 6x = 72$ chromosomy), co powoduje bariery ich krzyżowalności oraz uzyskaniu owoców i nasion z zapyleń. W praktycznej hodowli uzyskiwanie mieszańców między diploidami a tetraploidami jest bardzo trudne, ze względu na postzygotyczne bariery rozwoju zarodków w młodym nasieniu po zapyleniu. Dla pokonania tych barier u form rodzicielskich diploidalnych (2x) dąży się do podwojenia liczby chromosomów, przy zastosowaniu



OFERUJEMY

19 odmian BORÓWKI AMERYKAŃSKIEJ



Odmiany wczesne:

Earliblue, Hannah's Choice,
Duke, Spartan, Patriot, BlueJay



Odmiany średnie:

Toro, Bluecrop, Elizabeth, Bonus,
Sierra, Bluegold, Denise Blue, Chandler



Odmiany późne:

Brigitta Blue, Legacy, Nelson,
Darrow, Elliott



**Sprzedajemy
w pojemnikach:
M104, P9 i C1,5.**

www.superborowka.pl
+48 530 085 091
superborowka@gmail.com

Zapraszamy serdecznie
ul. Sikorskiego 1000
44-295 Łyski
Województwo śląskie





Fot. 4. Program hodowlany realizowany w szkockim ośrodku hodowlanym w James Hutton Limited (na zdjęciu hodowcy: z prawej Nikki Jennings i Dorota Jarret) fot. 4, 5 T. Werner

tzw. antymitotyków⁴⁾, czyli związków takich, jak kolchicina, oryzalina, trifluralina i ami-profos metylowy (APM), w celu uzyskania tetraploidów (4x). W programach krzyżowań form (genotypów) diploidalnych z tetraploidalnymi oraz pomiędzy tetraploidami należy przeprowadzić ocenę poziomu ploidalności uzyskanych siewek, przy użyciu cytometrii przepływowej (aparatury CyFlow Ploidy analyser) oraz barwienia DAPI⁵⁾, aby ostatecznie potwierdzić status mieszańców. W tych badaniach kolejnym ograniczeniem i barierą może być brak specjalistycznej i drogiej aparatury oraz doświadczonego specjalisty z zakresu badań biologii stosowanej.

PROGRAMY HODOWLANE PAŃSTWOWE I PRYWATNE

Na podstawie danych z literatury zagranicznej można stwierdzić, że w różnych krajach na świecie realizowane jest obecnie prawie 40 programów hodowli borówki wysokiej (tab. 2 na str. 62), które finansowane ze środków zarówno publicznych, jak i prywatnych. Najwięcej takich programów jest w kraju pochodzenia borówki – w USA – efektywne, publiczne programy prowadzone są w stanach Michigan, New Jersey, Północna Karolina, Georgia, Missisipi, Oregon i na Florydzie. Ponadto podobne prace trwają w Chile i Japonii. W Europie hodowlę twórczą tego gatunku finansowaną z publicznych środków prowadzi się w Rumunii, Finlandii, Polsce, Wielkiej Brytanii (fot. 4) i, prawdopodobnie, w Rosji.

⁴⁾ antymitotyki – substancje uniemożliwiające lub hamujące mitotyczne podziały komórkowe

⁵⁾ DAPI (4',6'-diamidyno-2-fenylindol) – organiczny związek chemiczny, stosowany jako barwnik fluorescencyjny, do wybarwiania jąder komórkowych lub chromosomów.



Gospodarstwo Ogrodnicze **Selterscy**

Sadzonki na Twoją plantację



borówka
amerykańska



jagoda
kamczacka



dereń
jadalny



Borówka amerykańska

W asortymencie posiadamy odmiany:



Duke



Bluegold



Draper ^{PBR 23938}



Chandler



Bluecrop



Liberty ^{PBR 23939}



Calypso ^{PBR 55033}



DONICZKA C1.5/2L



SADZONKI
2/3 LETNIE

Tabela 2. Państwowe i prywatne programy hodowlane borówki (różnych typów uprawnych) prowadzone obecnie w różnych ośrodkach w świecie (2020 r.)

Kraj	Liczba (szt.)
Australia	2
Nowa Zelandia	2
Chiny	2
Japonia	1
Białoruś	2
Hiszpania	2
Niemcy	1
Polska	2
Rumunia	1
Włochy	1
Wielka Brytania	2
Chile	3
Kanada – Kolumbia Bryt.	1
Kanada – Nowa Szkocja	1
Meksyk	1
USA – Arkansas*	1
USA – Kalifornia	1
USA – Floryda	1
USA – Georgia	2
USA – Michigan	2
USA – Minnesota*	1
USA – Mississippi	1
USA – New Jersey	1
USA – Ptn. Karolina	1
USA – Oregon	2
razem	37

* wygaszane programy hodowlane

typu) prowadzony przez wiele lat w stanie Michigan (MSU) przez prof. J. Hancocka, został po jego przejściu na emeryturę w 2015 roku przekształcony. Hodowca ten pracuje obecnie głównie dla Stowarzyszenia Plantatorów Borówki w Michigan (MBG) oraz dla prywatnej firmy w Chile. Innym przykładem zmian jest nagła, tragiczna śmierć 17 grudnia 2019 r. hodowcy, prof. dr. Chada Finna z USDA-ARS⁶⁾ z Corvallis w stanie Oregon (USA). Jego dotychczasowy program hodowli borówki został przekazany młodszemu hodowcy, w celu kontynuowania prac.

STRATEGIA HODOWLI I WYKORZYSTANIE NOWYCH ODMIAN

Innym rodzajem ograniczenia wydaje się być odmienna strategia hodowli i wykorzystania nowych odmian borówki wysokiej przez państwowe i prywatne programy. Kreacje pochodzące z programów publicznych w USA są często dostępne bez ograniczeń dla amerykańskich producentów, na zasadzie wykupionej licencji. Gdy zainteresowani nowymi odmianami pocho-

Prywatne programy hodowli borówki wysokiej, którymi 20-25 lat temu zajmowali się jedynie hobbyści, teraz działają bardzo aktywnie i są rozbudowane, a efekty tych prac, w postaci nowych odmian borówki (fot. 5), znajdują się w ich ofertach handlowych i są szeroko reklamowane. Warto wspomnieć, że intensywne prywatne programy hodowli borówki wysokiej (typ północny i południowy) prowadzone są przez znane firmy, np. Driscoll's, MBG (Michigan Blueberry Grower's Association), Fall Creek Nursery & Farm (Oregon, USA) i Oregon Blueberry Nursery. Prywatne programy hodowlane borówki wysokiej są prowadzone w Ameryce Północnej i Południowej, Australii, Nowej Zelandii i Europie – np. w Niemczech i Polsce, a ostatnio na Ukrainie rozpoczęto prywatne programy hodowli nowych odmian typu północnego.

W ostatnich latach państwowe programy hodowli borówki w USA i Kanadzie były ograniczane lub nawet zostały całkowicie przekształcone, co było związane z przejściem doświadczonego hodowcy na emeryturę i braku następcy lub przejęciem tych prac przez młodego hodowcę. W Kanadzie państwowy program hodowli borówki wysokiej, prowadzony od dawna w Kolumbii Brytyjskiej został sprywatyzowany w 2015/2016, po przejściu hodowcy z wieloletnim doświadczeniem (dr. Chaima Kempler) na emeryturę w 2013 roku. Publiczny program hodowlany borówki wysokiej (północnego

⁶⁾ USDA-ARS – United States Department of Agriculture – Agricultural Research Services in Corvallis, Oregon, USA



Fot. 5. Ocena klonów hodowlanych w tunelu

dzą spoza Ameryki Północnej, często licencje sprzedaje się wyłącznie jednej firmie. Polityka dotycząca nowych odmian pochodzących z programów prywatnych – zarówno w USA, jak i w innych krajach – może być różna. Niektóre prywatne firmy hodowlane przekazują odmiany tylko związanym z nimi producentom tych owoców (tzw. odmiany klubowe), inne podpisują umowy na wyłączność jedynie z kilkoma partnerami (szkółkarzami i plantatorami), a jeszcze inne – zezwalają każdemu na uprawę ich odmian na podstawie zwykłej umowy licencyjnej. Ostatnio opracowano również pierwsze umowy publiczno-prywatne, które umożliwiają użycie form rodzicielskich w programach hodowli, na zasadzie wspólnego podziału zysku z opłat licencyjnych (*royalty*).

Na przykład, Stowarzyszenie Plantatorów Borówki w Michigan (MBG) aktywnie prowadzi prywatny program hodowli borówki wysokiej. Nowe odmiany są własnością członków tego stowarzyszenia i dostępne wyłącznie dla nich oraz dla producentów partnerskich. Rodzinna firma Fall Creek Nursery & Farm z siedzibą w stanie Oregon, oprócz produkcji (na dużą skalę) materiału szkółkarskiego, zajmuje się hodowlą nowych odmian borówki wysokiej różnych typów uprawnych. Efektem tych prac było uzyskanie i wprowadzenie na rynek w różnych krajach na świecie, w tym także w Polsce, kilkunastu odmian. Wymagają one jednak oceny ich adaptacji do lokalnych warunków środowiskowych, wytrzymałości roślin na mróz oraz przydatności do uprawy towarowej w m.in. w naszym kraju.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że hodowla twórcza borówki wysokiej typu północnego napotyka na różne ograniczenia związane z długim cyklem uzyskiwania nowych odmian, wymaganiami środowiskowymi i wytrzymałością roślin na mróz, a także z cechami genetycznymi gatunków w rodzaju *Vaccinium*, pochodzeniem źródeł finansowania oraz polityką licencyjną państwowych i prywatnych programów.



BREEDING OF NEW Highbush BLUEBERRY CULTIVARS – THE MAIN LIMITATIONS OF OBTAINING OF THE NORTHERN TYPE CULTIVARS

**STANISLAW PLUTA – DEPARTMENT OF BREEDING OF HORTICULTURAL CROPS
NATIONAL INSTITUTE OF HORTICULTURAL RESEARCH, SKIERNIEWICE, POLAND**

The blueberry is a popular cultivated crop in North and South America, Asia, Europe, Australia and New Zealand. The highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) is of the greatest importance in the fruit production in the world. It accounts for over 70% of all types of cultivation (lowbush, half-high and rabbiteye). The global production of high blueberries is the result of biological progress, in the form of new cultivars released in breeding programs.

Applied breeding of highbush blueberry has currently been conducted in various countries of the world. Breeding programs are financed from public (government) funds, mainly private. However, the breeding of new cultivars of northern highbush blueberries has some limitations. It is related to a long breeding cycle, from crossing of selected parental forms to obtaining a new blueberry variety, it takes usually 12-15 years. Cultivars of the northern type have much higher chilling requirements and frost hardness and adaptation to harsh climatic conditions. From the point of view of genetics, there are species of the genus *Vaccinium* (blueberry) with different levels of ploidy: diploid ($2n = 2x = 24$ chromosomes), the most common – tetraploid ($2n = 4x = 48$) and hexaploid ($2n = 6x = 72$), which causes crossability barriers and obtaining fruit and seeds from pollination. In practice, not all species can be effectively used in the blueberry breeding of new cultivars of the northern type, as many of them are thermophilic. In addition, in recent years, national blueberry breeding programs in the US and Canada have been restricted or even completely phased out. It was related to the retirement of the experienced breeders and the lack of successors or the taking over of these works by the young breeders.

Another limitation seems to be a different breeding strategy and the use of new blueberry cultivars by public and private programs. Blueberry cultivars bred from public programs in the US are often freely available to US growers under a purchased license. For those interested in new cultivars from outside of North America, exclusive licenses for one company are often sold. The policy of newly bred cultivars from private programs, both in the US and elsewhere in the world, may vary. Some private breeding companies donate cultivars only to their producers of these fruits (so-called “club cultivars”), others sign exclusive agreements with only a few partners (nurserymen and growers), and still others allow everyone to grow their cultivars under a simple license agreement. The first public-private agreements have also recently been developed that allow the use of parental forms in breeding programs on the basis of a shared royalty profit. So that, the breeding of new cultivars of northern highbush blueberry faces certain limitations related to the genetics of the species, the origin of funding sources and the licensing policy of public and private programs.

Badania i program hodowli borówki wysokiej są realizowane w ramach dotacji celowej Ministerstwa 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”.