

Zadanie 75: Badania nad możliwością poszerzenia zmienności genetycznej maliny właściwej (*Rubus idaeus*) pod względem różnej pory dojrzewania i jakości owoców

Celem prowadzonych badań była weryfikacja hipotezy zakładającej, że metodą hodowli konwencjonalnej możliwe jest poszerzenie istniejącej zmienności genetycznej w obrębie maliny właściwej (czerwonej), poprzez wykorzystanie potencjału genetycznego wybranych genotypów (odmian), pochodzących z różnych regionów geograficznych świata. Dla uzyskania celu prowadzonych badań, w roku 2020 realizowano cztery szczegółowe tematy badawcze:

Temat badawczy 1

Ocena cech fenotypowych klonów (otrzymanych z rozmnożenia pojedynków, wyselekcjonowanych z populacji siewek w latach 2016-2018) pod kątem możliwości zwiększenia bioróżnorodności roślin maliny właściwej w zasobach genowych Instytutu Ogrodnictwa.

Badania prowadzono w Zakładzie Hodowli Roślin Ogrodniczych Instytutu Ogrodnictwa. Obejmowały one ocenę fenotypową rosnących w doświadczeniu polowym 115 klonów i 14 odmian, będących formami rodzicielskimi tych klonów. Klony te wyselekcjonowano w latach 2016-2018 z populacji 2 640 siewek, w oparciu o najwyższą ocenę indywidualną ważnych cech użytkowych. Wykorzystując skalę bonitacyjną, oceniano następujące cechy fenotypowe: typ owocowania; obfitość plonowania; jakość owoców – atrakcyjność, wielkość i barwa; średnia długość pędów w krzewie; pokrój roślin – wytwarzanie bocznych pędów owoconośnych; kolczastość pędów.

Stwierdzono, że badane klony bardzo różniły się pod względem ocenianych cech. Wśród nich, 44 klony (tzw. „letnie”) owocowały tylko na pędach dwuletnich, 24 to genotypy owocujące na pędach jednorocznych (tzw. „jesienne”), zaś 47 zaliczono do genotypów letnich-dwupiętrowych owocujących jesienią na wierzchołkach pędów jednorocznych, zaś latem kolejnego roku w dolnej części (piętrze) tych samych pędów. Plenność u większości klonów była wysoka, a nawet bardzo wysoka. Najwyższym plonem odznaczały się 32 klony oraz trzy odmiany standardowe: ‘Canby’, ‘Sokolica’ i ‘Veten’. Najstabilniej plonowały klony: nr 95 (‘Laszka’ × ‘Radziejowa’), nr 119 (‘Schönemann’ × ‘Sokolica’), nr 248 (‘Glen Ample’ × ‘Glen Ample’) oraz nr 388 (‘Radziejowa’ × ‘Veten’). Atrakcyjność owoców badanych genotypów oceniono od umiarkowanej do bardzo wysokiej. Najbardziej atrakcyjnymi owocami odznaczały się klony: nr 95 (‘Laszka’ × ‘Radziejowa’), nr 124 (‘Schönemann’ × ‘Sokolica’) oraz nr 378 (‘Glen Ample’ × ‘Polka’). Pod względem wielkości owoców wyróżniały się klony: nr 54 (‘Schönemann’ × ‘Sokolica’), nr 378 (‘Glen Ample’ × ‘Polka’) oraz nr 164 (‘Polka’ × ‘Radziejowa’), a także nr 95 (‘Laszka’ × ‘Radziejowa’), nr 124 (‘Schönemann’ × ‘Sokolica’), nr 234 (‘Polana’ × ‘Veten’), nr 243 (‘Polka’ × ‘Veten’), nr 331 (‘Glen Ample’ × ‘Sokolica’) i nr 388 (‘Radziejowa’ × ‘Veten’). Wszystkie z ocenianych genotypów posiadały owoce o mało zróżnicowanej, intensywnie czerwonej barwie. Najjaśniejsze owoce, spośród badanych genotypów, wytwarzał klon nr 248 (‘Glen Ample’ × ‘Glen Ample’), zaś najciemniejsze – klon nr 402 (‘Laszka’ × ‘Polka’).

Wysokość krzewów badanych genotypów była bardzo zróżnicowana. Krzewy niektórych genotypów „jesiennych” nie dorastały nawet do wysokości 1 m. Były to: nr 42 (‘Polka’ × ‘Sokolica’), nr 74 (‘Polka’ × ‘Veten’), nr 140 (‘Polka’ × ‘Polka’), nr 325 i 327 (‘Polana’ × ‘Polka’) oraz nr 336 (‘Polana’ × ‘Sokolica’). Wśród badanych klonów u 15 zaobserwowano całkowity brak kolców na pędach, zarówno w wierzchołkowej, środkowej jak i dolnej ich części. Są to zarówno klony „letnie”, „jesienne”, jak i „dwupiętrowe”: nr 35 (‘Polka’ × ‘Veten’), nr 47 i 217 (‘Polka’ × ‘Sokolica’), nr 136 (‘Polka’ × ‘Polka’), nr 206, 254, 255 i 378 (‘Glen Ample’ × ‘Polka’), nr 248 (‘Glen Ample’ × ‘Glen Ample’), nr 258 i 331 (‘Glen Ample’ × ‘Sokolica’), nr 271 i 274 (‘Laszka’ × ‘Sokolica’), nr 311 (‘Glen Ample’ × ‘Polana’), nr 320 (‘Glen Ample’ × ‘Laszka’). Badane genotypy były silnie zróżnicowane pod względem pokroju roślin. 37 z nich wytwarzało pędy nierozkrzewione, inne posiadały pędy rozkrzewione tylko w części wierzchołkowej, zaś w przypadku 17 klonów, pędy były silnie rozkrzewione na całej długości.

Spośród ocenianych genotypów wyselekcjonowano 32 klony, które najlepiej łączą pożądane, innowacyjne cechy użytkowe. Klony te rozmnożono i przekazano do zasobów genowych Instytutu Ogrodnictwa.

Jednocześnie, w oparciu o wyniki oceny mieszańców maliny zebrane w poprzednich latach badań, wykonano analizę statystyczną dla oszacowania efektów GCA i SCA form rodzicielskich oraz współczynników korelacji genetycznej dla badanych cech fenotypowych.

Dla plonu owoców, istotnie różne od zera wartości efektów GCA o wartościach dodatnich oszacowano dla odmian 'Glen Ample', 'Polana' i 'Polka'. Istotnie ujemne efekty GCA dla tej cechy oszacowano dla odmian 'Radziejowa' i 'Willamette', a także 'Laszka'. Dla atrakcyjności owoców oszacowano cztery istotnie różne od zera wartości efektów GCA. Efekty te przyjmowały wartości ujemne dla odmian 'Willamette' i 'Canby', zaś dodatnie – dla odmian 'Polka' i 'Sokolica'. Dla barwy owoców istotnie różne od zera efekty GCA oszacowano w przypadku sześciu odmian. Istotnie dodatnimi efektami GCA dla tej cechy odznaczały się odmiany 'Polka' i 'Veten', a także 'Schönemann'. Istotnie ujemne efekty GCA dla barwy owoców oszacowano w przypadku odmian 'Sokolica', 'Canby' i 'Laszka'. Dla wielkości owoców istotnie dodatnie wartości efektów GCA otrzymano dla odmian 'Sokolica' oraz 'Laszka'. Z kolei istotnie ujemne wartości efektów GCA oszacowano w przypadku odmian 'Canby', 'Willamette' i 'Polana'. Istotnie dodatnie efekty GCA dla siły wzrostu roślin uzyskano dla odmian: 'Canby' oraz 'Laszka', zaś istotnie ujemne - dla odmian 'Polana' i 'Polka'. Odmiany, dla których otrzymano wysokie dodatnie wartości efektów GCA dla ww. cech, są donorami genów warunkujących wysokie wartości tych cech, a zatem mogą być wykorzystywane w programach krzyżowań dla uzyskania cennego potomstwa. Dla podatności roślin na choroby grzybowe istotnie dodatnie efekty GCA oszacowano w przypadku trzech odmian: 'Canby', 'Polka' i 'Schönemann'. Dla odmiany 'Glen Ample' wartości efektów GCA były istotne w dwóch sezonach, ale w jednym z nich przyjmowały wartość dodatnią, zaś w drugim ujemną, co wskazuje na dużą niestabilność tej cechy u potomstwa w różnych warunkach środowiskowych, co potwierdza dodatkowo wysoce istotna interakcja GCA × lata. Istotnie ujemnym efektem GCA, oznaczającym najniższe porażenie roślin przez choroby, odznaczała się odmiana 'Polana'. Jednak w przypadku tej odmiany interakcja GCA × lata również jest istotna. Dla podatności roślin na szkodniki oszacowano istotnie dodatnie efekty GCA dla dwóch odmian: 'Sokolica' i 'Veten'. Z kolei, istotnie ujemne efekty GCA dla tej cechy uzyskano w przypadku odmian 'Glen Ample' i 'Laszka'. Ujemne wartości efektów GCA w przypadku tej cechy wskazują, że wymienione odmiany są donorami wyższej odporności roślin na szkodniki w porównaniu z pozostałymi odmianami badanymi w doświadczeniu. Ponadto, w przypadku tej cechy oszacowano istotną interakcję GCA × lata dla odmian 'Glen Ample', 'Laszka' i 'Sokolica'.

Pojedyncze efekty SCA o wartościach istotnie różnych od zera dla plonu owoców oszacowano w przypadku czterech rodzin mieszańcowych. Istotnie dodatnie efekty SCA dla tej cechy posiadały rodziny: 'Canby' × 'Polana', 'Polana' × 'Sokolica' i 'Polka' × 'Veten'. Istotnie ujemny efekt SCA stwierdzono tylko dla rodziny 'Polana' × 'Polka'. W przypadku atrakcyjności owoców istotnie ujemne efekty SCA oszacowano dla dwóch rodzin mieszańcowych: 'Glen Ample' × 'Radziejowa' oraz 'Polana' × 'Schönemann'. Efekty SCA istotnie dodatnie wykazano także w przypadku dwóch rodzin: 'Canby' × 'Radziejowa' oraz 'Laszka' × 'Veten'. W odniesieniu do barwy owoców, udowodnione statystycznie efekty SCA otrzymano dla czterech rodzin mieszańców. Dla trzech z nich: 'Canby' × 'Veten', 'Laszka' × 'Willamette' oraz 'Polana' × 'Veten' wartości efektów SCA były dodatnie. Dla jednej rodziny - 'Glen Ample' × 'Radziejowa' oszacowano ujemne efekty SCA. Istotną interakcję SCA × lata udowodniono tylko w przypadku rodziny 'Polana' × 'Veten'. Dla wielkości owoców zarówno efekty SCA dla wszystkich rodzin mieszańców, jak i oszacowana dla nich interakcja SCA × lata okazały się nieistotne i bliskie zeru. W odniesieniu do siły wzrostu roślin statystycznie udowodniony efekt SCA, posiadający wartość ujemną, otrzymano tylko dla jednej rodziny mieszańcowej – 'Glen Ample' × 'Radziejowa'. Istotnie dodatnie wartości efektów SCA dla wymienionych rodzin wskazują na genetyczne współdziałanie obu genotypów rodzicielskich w ujawnianiu się wysokich wartości tych cech u potomstwa. Dla podatności roślin na choroby i szkodniki oszacowane dla wszystkich rodzin mieszańców efekty SCA oraz interakcja SCA × lata były nieistotne, a ich wartości bliskie zeru.

Współczynniki korelacji fenotypowej, oszacowane w oparciu o średnie wartości cech z trzech sezonów wegetacyjnych, dla większości par cech przyjmowały wartość dodatnią. Najwyższe wartości tych współczynników, świadczące o silnej korelacji cech, oszacowano dla atrakcyjności i wielkości owoców oraz podatności roślin na choroby i szkodniki. Wysokie dodatnie wartości współczynników korelacji dla efektów ogólnej zdolności kombinacyjnej (GCA) stwierdzono pomiędzy następującymi parami cech: wielkość i atrakcyjność owoców oraz plon i atrakcyjność owoców. Ujemne współczynniki korelacji efektów GCA, o istotnych z punktu widzenia hodowli wartościach, oszacowano dla czterech par cech: siła wzrostu roślin i atrakcyjność owoców, wielkość i barwa owoców, siła wzrostu roślin i barwa owoców oraz siła wzrostu roślin i plon owoców. Wszystkie oszacowane współczynniki korelacji dla efektów specyficznej zdolności kombinacyjnej (SCA) posiadały wartości dodatnie. Najwyższe wartości współczynników korelacji efektów SCA wykazano dla następujących par cech: atrakcyjność i wielkość

owoców, plon i atrakcyjność owoców, plon i barwa owoców, plon i siła wzrostu roślin oraz atrakcyjność owoców i siła wzrostu roślin.

Temat badawczy 2

Optymalizacja i rozmnożenie (rozklonowanie) w warunkach *in vitro* pojedynków maliny właściwej, wyselekcjonowanych w latach 2016-2018, dla założenia kolekcji klonów w pojemnikach i w gruncie oraz przekazania do zasobów genowych Instytutu Ogrodnictwa.

Badania prowadzono w Zakładzie Biologii Stosowanej Instytutu Ogrodnictwa. Materiałem roślinnym było 10 pojedynków. Jako eksplantaty inicjalne pobierano pąki wierzchołkowe i kątowe w okresie od stycznia do czerwca. Pąki inicjalne poddawano sterylizacji powierzchniowej, a następnie wykładano po jednym do probówki na pożywkę inicjalną. Eksplantaty inicjalne umieszczano w fitotronie w stałej temperaturze 23°C, długość dnia 16 godzin. Pąki, które podjęły wzrost, przenoszono na pożywkę do namnażania pędów. Do ukorzeniania przeznaczano dobrze wykształcone pędy o długości $\geq 1,0$ cm. Etap wytwarzania korzeni trwał ok. 4 tygodnie. Ukorzenie w warunkach *in vitro* sadzonki posadzono do tac wielokomórkowych wypełnionych substratem, umieszczono w szklarni pod tunelami przykrytymi folią i zacienowano. Prowadzono profilaktyczną ochronę sadzonek mieszaniną fungicydów 0,25% Previcur Energy oraz 0,2% Topsin. Od 14 dnia aklimatyzacji rozpoczęto nawożenie dolistne wieloskładnikowym nawozem w stężeniu 0,2%. Po upływie 4 tygodni rośliny przesadzono do doniczek. Po dwóch miesiącach intensywnego wzrostu w warunkach szklarniowych rośliny były gotowe do wysadzenia na miejsce stałe. Podczas zakładania, stabilizacji i namnażania kultur *in vitro* oceniano procent wypadów, współczynnik namnażania, a podczas ukorzeniania *in vitro* i aklimatyzacji procent roślin, które pomyślnie przeszły adaptację do warunków szklarni.

Liczba wypadów pąków inicjalnych wahała się od 50 do 84,6%. Odsetek pąków inicjalnych, który pozostał w kulturach *in vitro* do dalszego namnażania, zależał przede wszystkim od genotypu, a także od pory pobierania pąków. Bardziej efektywne były izolacje w miesiącach maj-czerwiec, kiedy pąki wierzchołkowe są dobrze wykształcone. Najslabiej przebiegała izolacja w miesiącach styczeń-marzec z pąków zimowych. Wiele z nich miało zawiązki kwiatostanów i te pąki zamierały po przeniesieniu do warunków *in vitro*. Ponadto wiele z nich wykazywało objawy szklistości. Wpływ genotypu zaznaczał się silnie również na etapie namnażania kultur oraz ukorzeniania. Współczynnik namnażania wynosił od 1,8 dla genotypu nr 278 do 3,1 dla genotypu nr 74. Potrzebowano 2-3 pasaży na pożywkę do namnażania pędów, aby uzyskać stabilne kultury *in vitro*, z których można było pobierać wysokiej jakości pędy do ukorzeniania bez ryzyka zmienności somaklonalnych. Pędy takie powinny być większe od 1 cm i posiadać dobrze wykształconą łodyżkę. Aklimatyzacja maliny do warunków szklarniowych, dla wytypowanych pojedynków, nie przysparzała większych trudności. Efektywność ukorzeniania *in vitro* i aklimatyzacji była wysoka dla wszystkich genotypów i wynosiła od 80 do 100%.

Temat badawczy 3

Ocena stanu zdrowotnego roślin przy zastosowaniu testu ELISA i PCR, przed ich włączeniem do zasobów genowych maliny, utrzymywanych w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach (około 30 genotypów). Ocena stopnia zróżnicowania izolatów wirusów z użyciem metod biologii molekularnej (PCR/RFLP).

Badania przeprowadzono w Zakładzie Fitopatologii Instytutu Ogrodnictwa na roślinach 30 genotypów, wyselekcjonowanych w latach 2016-2019 spośród 2 640 siewek z uwagi na kompleks innowacyjnych cech użytkowych. Wszystkie rośliny testowano na obecność czterech wirusów: wirusa krzaczastej karłowatości maliny (ang. *Raspberry bushy dwarf virus*, RBDV), wirusa cętkowanej plamistości liści maliny (ang. *Raspberry leaf mottle virus*, RLMV), wirusa chlorozy nerwów liści maliny (*Raspberry vein chlorosis virus*, RVCV) i wirusa plamistości maliny (*Raspberry leaf blotch virus*, RLBV).

Zaobserwowano, że żadna z badanych roślin nie wykazywała objawów, które mogłyby sugerować porażenie przez wirusy. Pędy krzewów były silne, wyrosnięte, a liście zdrowe, bez przebarwień i deformacji. Na podstawie uzyskanych wyników testu DAS-ELISA stwierdzono jednak obecność wirusa karłowatej krzaczastości maliny w roślinach klonów maliny oznaczonych: 433 (nr 1, 2), 293 (nr 3), 410 (nr 1, 2, 3 tunel; 1, 2, 3 pole), 402 (nr 1, 2, 3, 4, 5) i 255 (nr 1). W pozostałych roślinach maliny nie wykryto RBDV. Próby pobrane z 10 krzewów losowo wybranych z puli roślin każdego z 30 genotypów maliny były również testowane metodą RT-PCR pod kątem obecności wirusa karłowatej krzaczastości maliny, wirusa cętkowanej plamistości liści maliny, wirusa chlorozy nerwów liści maliny

i wirusa plamistości maliny. Potwierdzono obecność wirusa krzaczastej karłowatości maliny w roślinach klonów maliny oznaczonych kodami: 433 (roślina nr 1, 2), 293 (nr 3), 410 (nr 1,2,3 tunel, 1,2 3 pole), 402 (nr 1, 2, 3, 4, 5) i 255 (nr 1). Testy RT-PCR nie wykazały obecności pozostałych wymienionych wirusów (RLMV, RVCV, RLBV) w żadnej z badanych roślin maliny.

Temat badawczy 4

Analiza molekularna 20 klonów maliny właściwej otrzymanych z rozmnożenia najwartościowszych pojedynków, wyselekcjonowanych w latach 2016-2018 z populacji siewek, ocenianej w doświadczeniu polowym, założonym jesienią 2014 roku.

Badania przeprowadzono w Zakładzie Hodowli Roślin Ogrodniczych. DNA izolowano z roślin metodą opartą na CTAB, opisaną przez Doyle i Doyle (1990). Czystość uzyskanych preparatów określano na podstawie analizy elektroforegramów uzyskanych po elektroforezie horyzontalnej w 0,8% żelu agarozowym oraz w oparciu o pomiar współczynników ekstynkcji próbki przy długości fali 230, 260, 280 i 320 nm. Koncentrację DNA w preparacie oznaczano poprzez porównanie z DNA faga λ o znanej koncentracji po elektroforezie w żelu agarozowym oraz spektrofotometrycznie, przy długości fali 260 nm. Reakcje amplifikacji przeprowadzono na uzyskanych matrycach DNA (2 powt. biol./2-3 powt. tech.) w obecności 9 par starterów mikrosatelitarnych: Ru2a, Ru4a, Ru12a, Ru25a, Ru26a, Ru35a, Ru43a, Ru45c, Rur57a (weryfikacja statusu mieszańca) oraz 5 par oligonukleotydów: Ru12a, Ru25a, Ru26a, Ru35a, Ru43a („DNA-fingerprinting”). Produkty amplifikacji rozdzielano elektroforetycznie w 2% żelu agarozowym (obserwacje w świetle UV po wybarwieniu amplikonów 0,5% bromkiem etydydny).

Łącznie przeprowadzono 4 186 reakcji amplifikacji, w których wygenerowano 240 amplikonów, w tym 210 polimorficznych. Długość uzyskanych amplikonów wahała się od 110 do 520 pz. Każdy z testowanych genotypów został oceniony na podstawie 7-10 charakteryzujących go fragmentów DNA. Status mieszańca z planowanego zapylenia potwierdzono dla wszystkich testowanych genotypów. Określono również procentowy udział amplikonów pochodzących od formy matecznej, który wynosił od 100 do 33%. Ponadto oszacowano procentowy udział alleli pochodzących od formy ojcowskiej i wynosił on od 67 do 18%. Najwyższy udział fragmentów DNA charakterystycznych dla formy matecznej obserwowano na matrycy DNA wydzielonych z genotypu nr 164 ('Polka' × 'Radziejowa'), najniższy zaś dla genotypu nr 104 ('Canby' × 'Polana'). Dla wszystkich testowanych genotypów opracowano ich profil genetyczny „DNA-fingerprinting” metodą SSR z wytypowanymi 5 parami oligonukleotydów.

Podsumowanie

Wykonane badania pozwoliły na uzyskanie nowych, innowacyjnych genotypów, łączących w sobie różne, pożądane cechy biologiczne, w tym bardzo ważne z użytkowego punktu widzenia, jak: zróżnicowana pora dojrzewania, dobra jakość zewnętrzna i wewnętrzna owoców, mała podatność/tolerancja roślin na groźne choroby wirusowe, czy bezkolcowość. W ten sposób wzbogacono genetyczną i fenotypową różnorodność w obrębie gatunku *Rubus idaeus*, a przekazując najbardziej wartościowe genotypy do zasobów genowych Instytutu Ogrodnictwa stworzono możliwość szerokiego wykorzystania ich jako źródła genów do tworzenia nowych odmian maliny czerwonej.

Estymacja zdolności kombinacyjnej 10 odmian maliny wykazała, że odmiana 'Glen Ample' jest donorem genów warunkujących wysoką plenność, duże owoce i małą podatność na szkodniki, 'Łaszka' - duże owoce, silny wzrost pędów i małą podatność na szkodniki, 'Sokolica' - duże i atrakcyjne owoce, 'Polka' - wysoką plenność i atrakcyjne owoce, 'Polana' - wysoką plenność, 'Canby' - silny wzrost pędów. Wymienione odmiany powinny być używane jako formy rodzicielskie w programach krzyżowań dla poprawienia wartości tych cech.

Publikacja:
Masny A., Żurawicz E., Kubik J., 2020. **Wstępne wyniki oceny wybranych klonów maliny właściwej (*Rubus idaeus* L.) poszerzających zmienność genetyczną pod względem ważnych cech fenotypowych.** Biuletyn IHAR 291/2020: 53–61, E-ISSN: 2657–8913, DOI: 10.37317/biul-2020-PB85

BIULETYN INSTYTUTU HODOWLI I AKLIMATYZACJI ROŚLIN Nr 291 / 2020 : 53–61
E-ISSN: 2657–8913 DOI: 10.37317/biul-2020-PB85



Wstępne wyniki oceny wybranych klonów maliny właściwej (*Rubus idaeus* L.) poszerzających zmienność genetyczną pod względem ważnych cech fenotypowych

Preliminary results of the evaluation of selected red raspberry (*Rubus idaeus* L.) clones so as to extend existing genetic variability in terms of important phenotypic features

Agnieszka Masny[✉], Edward Żurawicz[✉], Jolanta Kubik[✉]

Zakład Hodowli Roślin Ogrodniczych, Instytut Ogrodnictwa, ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
✉ e-mail: agnieszka.masny@inhort.pl

W pracy przedstawiono wyniki badań z roku 2019, czyli z pierwszego roku oceny klonów. Celem badań było określenie możliwości poszerzenia zmienności genetycznej maliny właściwej (*Rubus idaeus* L.), istniejącej w zasobach genetycznych Instytutu Ogrodnictwa, pod względem takich cech biologicznych, jak okres dojrzewania, atrakcyjność (wygląd), wielkość i masa owoców, wytwarzanie kolców przez rośliny, siła wzrostu i zdrowotność krzewów. Badaniami objęto najbardziej wartościowe genotypy wyselekcjonowane z populacji 2640 siewek pokolenia F₁, otrzymanych ze skrzyżowania w układzie diallelicznym, wg II metody Griffinga (Griffing, 1956) 10 odmian maliny ('Canby', 'Glen Ample', 'Laszka', 'Polana', 'Polka', 'Radziejowa', 'Schönemann', 'Sokolica', 'Veten' i 'Willamette'). Uzyskane wyniki badań potwierdziły, że możliwe jest poszerzenie zmienności genetycznej przy zastosowaniu metod hodowli konwencjonalnej, a także połączenie w jednym genotypie takich cech maliny, jak zdolność do wytwarzania wysokiej jakości owoców, wydłużone letnio-jesienne owocowanie i bezkolcowość pędów.

Słowa kluczowe: genotypy maliny czerwonej, hodowla konwencjonalna, hodowla krzyżówkowa, hodowla twórcza maliny, hybrydyzacja, selekcja.

The aim of the study was to determine the possibility of extending the genetic variability of red raspberry (*Rubus idaeus* L.) stock existing in the genetic resources of the Research Institute of Horticulture in terms of such biological characteristics as ripening time, attractiveness (appearance), size and weight of fruit, spine production by plants, growth vigour and health of shrubs. The paper presents the results of research from 2019, i.e. the first year of clone evaluation. The study includes the most valuable genotypes selected from a population of 2640 seedlings of the F₁ generation, obtained from hybridization made in a diallel system, according to the Griffing II method (Griffing, 1956) of 10 cultivars of raspberry ('Canby', 'Glen Ample', 'Laszka', 'Polana', 'Polka', 'Radziejowa', 'Schönemann', 'Sokolica', 'Veten' and 'Willamette'). The obtained test results confirmed that it is possible to broaden genetic variability using conventional breeding methods, as well as to combine in one genotype such features of raspberry as the ability to produce high quality fruit, extend summer-autumn fruiting and produce spineless shoots.

Key words: conventional breeding, creative raspberry breeding, cross breeding, hybridization, red raspberry genotypes, selection

Wstęp

Owoce maliny właściwej (*Rubus idaeus*), potocznie zwanej czerwoną, należą do grupy najbardziej delikatesowych owoców świata, o bardzo wszechstronnym wykorzystaniu. Są wymieniane jako świeże owoce deserowe i doskonale na dżemy, kompoty, soki, mrożonki i cenne dodatki smakowe do różnych wyrobów (lody, czekolady, cukierki, herbaty itp.). Maliny zawierają wiele substancji odżywczych, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego, jak witaminy A, B2 (ryboflawina),

B3 (niacyna), B6, B9 (kwas foliowy), C (kwas askorbinowy), E i K, czy takie pierwiastki, jak potas, magnez, wapń, sód, żelazo i cynk (Burton-Freeman i in., 2016). Wielką zaletą malin jest ich niska kaloryczność, 100 g świeżych malin to tylko 52 kcal. Ponadto owoce te, ze względu na zawartość kwasu elagowego (Markowski i Płocharski, 2011), charakteryzującego się właściwościami antybakteryjnymi, wspomagają leczenie przeziębień i grypy. Znane jest również ich działanie antyoksydacyjne, antykanцерогенne i przeciwdziałające wolnym rodnikom,



dzięki dużej zawartości związków fenolowych, w tym antocyjanów i elagitannin (Castilho Maro i in., 2013; Burton-Freeman i in., 2016).

Polska od wielu lat jest czołowym w świecie producentem i eksporterem malin – świeżych, mrożonych i ich przetworów. W ostatnich latach średnio rocznie produkujemy około 120 tys. ton malin (w roku 2019, z uwagi na suszę było to tylko około 75 tys. ton) (GUS 2019). Polska jest więc największym w świecie producentem tych owoców (obok Serbii), a produkcja malin cały czas rozwija się. W szybkim tempie rośnie powierzchnia malin uprawianych pod osłonami wysokimi (uprawa sterowana na zbiór przyspieszony i opóźniony). Dużą część malin produkowanych w Polsce dostarczają odmiany hodowli Instytutu Ogrodnictwa. Przez wiele lat szczególnie cenną była „powtarzająca” odmiana ‘Polka’ (Danek i Markowski, 2003; Danek 2012), która owocuje w okresie letnio-jesiennym. Oprócz takich zalet, jak wysoka plenność, dobra zimotrwałość, atrakcyjny kształt i wygląd oraz dobry smak owoców, odmiana ta posiada także wady. Należy do nich wysoka podatność roślin i owoców na wirusa o nazwie *Raspberry Bushy Dwarf Virus* (RBDV), który powoduje krzaczastą karłowatość roślin oraz nierównomierne dojrzewanie i deformację owoców, zwane też rozpadaniem się owoców maliny właściwej (Żurawicz i Cieslińska 2005; Tzanetakis i in. 2007; Muster 2008). Wirus ten rozprzestrzenia się nie tylko z porażonym materiałem roślinnym, ale także z pyłkiem kwiatów i poprzez zainfekowane nasiona. Nie ma możliwości zwalczania tego patogena na plantacji, a straty z powodu porażenia roślin są duże i mają charakter narastający (Moore i Hoashi-Erhardt, 2012; Paszko, 2012; Paszko i in., 2018). Wadą roślin tej odmiany jest też silna kolczatość (kolczastość) pędów. Cecha ta znacząco utrudnia prace pielęgnacyjne, a zwłaszcza zbiór owoców. Za wadę odmiany ‘Polka’ uznaje się też intensywnie czerwoną barwę skórki jej owoców. Powoduje to, że po krótkim okresie przetrzymywania, np. ekspozycji na półkach w supermarketach, owoce ‘Polki’ stwarzają wrażenie przejrzałych.

Informacje dostępne w literaturze fachowej wskazują, że są już genotypy maliny właściwej o różnej porze dojrzewania owoców, charakteryzujące się wytwarzaniem jasnoczerwonych owoców, małą podatnością na RBDV, zróżnicowanym terminem dojrzewania i bezkolcowością pędów (Jones i McGavin, 2004; Moore i Martin, 2008). Oznacza to, że możliwe jest poszerzenie istniejącej zmienności genetycznej w obrębie gatunku *Rubus idaeus* poprzez zastosowanie konwencjonalnych metod hodowli. Jest więc możliwe uzyskanie nowych

genotypów, łączących w sobie różne, pożądane cechy biologiczne, w tym bardzo ważne z użytkowego punktu widzenia, jak zróżnicowana pora dojrzewania, dobra jakość zewnętrzna i wewnętrzna owoców, mała podatność/tolerancja roślin na groźne choroby wirusowe, czy bezkolcowość i w ten sposób wzbogacenie genetycznej i fenotypowej różnorodności w obrębie gatunku *Rubus idaeus*.

Celem badań jest sprawdzenie hipotezy zakładającej, że w oparciu o użyte w badaniach odmiany i zastosowane techniki hodowli konwencjonalnej, możliwe jest poszerzenie istniejącej zmienności genetycznej w obrębie gatunku *Rubus idaeus* i wykorzystanie jej jako źródła genów do tworzenia nowych odmian maliny czerwonej. Prawdopodobieństwo uzyskania takich innowacyjnych genotypów jest bardzo duże, ponieważ użyte w badaniach odmiany maliny pochodzą z różnych regionów świata i różnią się pod względem bardzo wielu cech biologicznych, co potwierdzają wyniki badań, również polskich (Żurawicz, 2016a, 2016b, 2017, 2018; Żurawicz i in., 2017, 2018).

Materiały i Metody

Wyjściowym materiałem roślinnym w badaniach była populacja mieszańców (siewek) pokolenia F₁, otrzymanych w roku 2014 ze skrzyżowania w układzie diallelicznym, wg II metody Griffinga (Griffing, 1956) dziesięciu odmian maliny właściwej. Wykaz oraz krótką charakterystykę tych odmian zamieszczono w Tabeli 1, zaś schemat krzyżowań – w Tabeli 2.

Badana populacja siewek rosła w doświadczeniu na polu doświadczalnym Sadu Pomologicznego Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach. Doświadczenie to założono wiosną 2015 roku w układzie bloków losowych, w czterech powtórzeniach, z 12 roślinami na poletku, w rozstawie 0,4 m × 2,0 m. Łącznie było to 2640 siewek, należących do 45 rodzin mieszańców, otrzymanych w wyniku kontrolowanych krzyżowań form rodzicielskich oraz do 10 rodzin mieszańców, otrzymanych na drodze samozapylenia tych form. Pielęgnacja roślin w doświadczeniu była zgodna z zaleceniami dla plantacji produkcyjnych maliny właściwej w Polsce.

W latach 2016–2017 oceniono wszystkie mieszańce (siewki) i ich formy rodzicielskie pod względem następujących cech: plonowanie (typ owocowania), wybrane cechy owoców (wygląd czyli atrakcyjność i wielkość), masa owoców, siła wzrostu roślin, pokrój roślin oraz kolczatość pędów.

Tabela 1
Table 1Wykaz oraz krótka charakterystyka odmian użytych w programie krzyżowań
List and brief description of the cultivars used in the crossing program

Nazwa odmiany Cultivar name	Kraj pochodz. Country of the origin	Rodowód Pedigree	Pora dojrzewania Ripening time	Plenność Productivity	Wielkość owoców Fruit size	Barwa owoców Fruit colour	Podatność na RBDV susceptibility	Obecność kolców na pędach Presence of spines on shoots
Canby*	USA	Viking × Lloyd George	dość wczesna	wysoka	średnie	żywo czerwone	podatna	+
Glen Ample*	UK	Brak informacji	średnio-wczesna	wysoka	duże	jasno czerwone	mало podatna	-
Laszka*	POL	80408 × 80192	wczesna	wysoka	bardzo duże	jasno czerwone	podatna	+
Polana**	POL	Heritage × Eva Herbststernte	połowa VIII	dość wysoka	średnie	żywo czerwone z silnym połyskiem	mало podatna	+
Polka**	POL	Autumn Bliss + Lloyd George + <i>R. crataefolius</i>	VII/VIII	wysoka	średnie i duże	żywo czerwone z silnym połyskiem	bardzo podatna	+
Radziejowa*	POL	92271 × 96221	wczesna (druga połowa VI)	dość wysoka	duże	żywo czerwone	podatna	+
Schönemann*	GER	Lloyd Georg × Preussen	bardzo późna	wysoka	bardzo duże	ciemno-czerwone	mало podatna	+
Sokolica*	POL	96131 × 96221	średnio-wczesna	wysoka	duże	jasno czerwone	podatna	+
Vetan*	NOR	Asker × Lloyd George	wczesna	średnia do wysokiej	średnie i duże	czerwone i ciemno-czerwone	mало podatna	+
Willamette*	USA	Lloyd George × Newburgh	późna	wysoka	duże	żywo czerwone	tolerancyjna	+

Objaśnienie: * – odmiana tradycyjna (letnia); ** – odmiana „powtarzająca” (letnio-jesienna)

Explanation: * – traditional (summer) cultivar; ** – “repeating” cultivar (summer-autumn)

Tabela 2
Table 2

Schemat krzyżowania wybranych form rodzicielskich maliny właściwej

Diagram of crossing of selected raspberry parental forms

♀ \ ♂	Canby	Glen Ample	Laszka	Polana	Polka	Radziejowa	Schönemann	Sokolica	Vetan	Willamette
Canby	xx	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Glen Ample		xx	x	x	x	x	x	x	x	x
Laszka			xx	x	x	x	x	x	x	x
Polana				xx	x	x	x	x	x	x
Polka					xx	x	x	x	x	x
Radziejowa						xx	x	x	x	x
Schönemann							xx	x	x	x
Sokolica								xx	x	x
Vetan									xx	x
Willamette										xx

Objaśnienie: ♀ – forma matczyna, ♂ – forma ojcowska; x – krzyżowanie wprost, xx – samozapylenie

Explanation: ♀ – maternal form, ♂ – paternal form; x – straight crossing, xx – selfing

W wyniku przeprowadzonej oceny roślin w doświadczeniu, oznaczono (wyselekcjonowano) siewki najbardziej wyróżniające się pod względem ocenianych cech, mogące poszerzać zmienność genetyczną, zachowywaną w zasobach genowych maliny Instytutu. W roku 2017 dokonano rozmnożenia (rozklonowania) wyselekcjonowanych genotypów, w taki sam sposób rozmnożono ich formy rodzicielskie. Otrzymane klony oraz ich formy rodzicielskie wiosną 2018 roku posadzono w kolekcji klonów, w Sadzie Pomologicznym Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach. Wszystkie klony i ich formy rodzicielskie były reprezentowane przez trzy rośliny, rosnące w rozstawie 0,4 m × 2,5 m.

Rok 2019 był pierwszym rokiem pełnego owocowania roślin w kolekcji klonów i zarazem ich pierwszej szczegółowej oceny. Obejmowała ona takie cechy, jak:

- typ owocowania - L - odmiana letnia, J - odmiana jesienna, L-D - odmiana letnia dwupiętrowa (mająca zdolność do wytworzenia owoców także w wierzchołkowej części pędu pierwszego roku, owoce te mogą stanowić plon handlowy), L-D-P - odmiana letnia dwupiętrowa późna (mająca zdolność do wytworzenia owoców także w wierzchołkowej części pędu pierwszego roku, ale owoce te powstają bardzo późno, nie dorastają i dlatego nie stanowią plonu handlowego);
- wygląd owoców (wielkość i atrakcyjność uwzględniająca jednolitość i regularność kształtu owoców, barwę i jej jednolitość, a także natężenie połysku) - ocena w skali bonitacyjnej 1-9, w której 1 to najniższa, zaś 9 to najwyższa wartość cechy;
- masa owoców - iloraz plonu i liczby owoców w końcu drugiego tygodnia (dojrzewania) zbiorów;
- obecność lub brak kolców na pędach;
- wysokość krzewów - pomiar najwyższego pędu w krzewie;
- zdrowotność krzewów - ocena w skali bonitacyjnej 1-3, w której 3 to najwyższa wartość cechy (najwyższa zdrowotność).

Wyniki

Rezultatem wykonanej oceny było wskazanie 39 klonów, które zdaniem oceniających, mają najwyższy potencjał do poszerzenia istniejącej zmienności genetycznej maliny utrzymywanej w zasobach genowych Instytutu. Ich wykaz, numery oraz wyniki oceny wraz z wynikami analogicznej oceny form rodzicielskich padano w Tabeli 3.

Jak pokazują wyniki zawarte w Tabeli 3,

oceniane klony bardzo różnią się pod względem ocenianych cech. Spośród nich, tylko dziewięć genotypów (23,1% populacji klonów) to klony typowo letnie (oznaczone w Tab. 3 literą L), owocujące tylko w okresie wczesnego lata (czerwiec/lipiec). Nieco więcej, bo 14 klonów (35,9%) to klony o jesiennym charakterze owocowania (J), owocujące w miesiącach sierpień i wrzesień, a nawet jeszcze w październiku. Pozostałe 15 klonów (38,5%) to genotypy jesienno-letnie (L-D, tzn. Letnie-Dwupiętrowe). Mają one zdolność do wydawania owoców jesienią w górnej części wysokich pędów młodych (tegorocznych) oraz z uwagi na swoją wysokość, także wczesnym latem w roku następnym, w dolnej części tych samych pędów. Z morfologicznego punktu widzenia takie genotypy można nazywać malinami dwupiętrowymi, bo w pierwszym roku wydają owoce w górnej części (górne piętro) pędu, a w drugim roku w dolnej części (dolne piętro) tego samego pędu. Jednakże sześć klonów z tej grupy zaliczono do podgrupy oznaczonej w Tabeli 3 jako L-D-P, czyli Letnie-Dwupiętrowe-Późne. U tych klonów owoce na górnym piętrze młodego pędu powstają późnym latem i dlatego na ogół nie dojrzewają. Do grupy genotypów o takim charakterze wzrostu i owocowania zaliczono też cztery odmiany rodzicielskie badanych klonów, czyli 'Veten', 'Canby', 'Laszka' i 'Sokolica' oraz odmianę standardową 'Przehyba'. Wymienione odmiany z agrotechnicznego punktu widzenia uznawane są za odmiany typowo letnie, ale mają zdolność do wytwarzania kwiatostanów i zawiązków owocowych na wierzchołkach młodych (tegorocznych) pędów.

Owoce ocenianych klonów charakteryzują się na ogół dobrą zewnętrzną jakością, określaną ich atrakcyjnością i wielkością. Cechy te oceniano w skali bonitacyjnej 1-9 i za wartościowe uznano jedynie te klony, których owoce dla obu cech uzyskały ocenę co najmniej 6 w przyjętej skali bonitacyjnej, w trakcie dwukrotnej oceny. Ważną informacją jest także przeciętna masa zbieranych owoców. Pod tym względem wyróżniały się klony o numerach M-52, M-412, M-206, M-378, M-336, M-402 oraz M-363, u których średnia masa owoców była wyższa niż 4 g. Owoce o największej masie wytwarzał klon M-206, przeciętna masa jego owoców to 6,2 g, była ona wyraźnie większa niż przeciętna masa owoców rodzicielskiej odmiany 'Glen Ample' (5,7 g).

Oceniane klony różniły się też stopniem kolczastości pędów, ale tylko osiem genotypów (20,5% populacji tych klonów) to klony bezkolcowe. Były nimi klony o numerach M-217, M-258, M-397, M-271, M-378, M-47 oraz M-255.

Tabela 3

Table 3

Wykaz i charakterystyka najwartościowszych klonów, potencjalnie poszerzających zmienność genetyczną zasobów genetycznych maliny właściwej w Instytucie Ogrodnictwa (z uwzględnieniem odmian rodzicielskich / standardowych)

List and characteristics of the most valuable clones, potentially extending the genetic variability of red raspberry genetic resources at the Research Institute of Horticulture (including parental / standard cultivars)

Nr klonu Clone number	Rodowód Pedigree	Typ owocowania Ripening type L, J, L-D, L-D-P*	Cechy owoców (atrakcyjność, wielkość) Fruit characters (attractiveness, size)**			Masa owoców Fruit weight (g) ***	Kolce Spines (+/-)	Wysokość krzewów Shrub height (cm)	Zdrowotność krzewów Shrub healthiness (1-3)****
			15.VI (a, w)	29.VIII (a, w)	20.IX (a, w)				
M-7	Polana × Schönemann	L-D	7,7	6,5		3,8	+	135	3
M-104	Canby × Polana	L-D	7,7		7,7	3,1	+	115	3
M-52	Polana × Sokolica	J			7,8	4,7	+	120	3
M-115	Polka × Radziejowa	L-D	8,8	7,7	8,7	2,7	+	150	2
M-42	Polka × Sokolica	J	8,7			3,2	+	115	2,5
M-57	Polka × Sokolica	J	7,7	8,8	7,7	2,9	+	115	3
M-95	Laszka × Radziejowa	L	8,8			3,3	+	205	2
M-164	Polka × Radziejowa	L-D	8,7		8,8	3,0	+	155	3
M-140	Polka × Polka	J	7,7	7,7	7,7	3,5	+	60	3
M-217	Polka × Sokolica	L	8,7	5,7	6,6	2,6	-	105	3
M-238	Glen Ample × Sokolica	L	7,6			3,2	-	235	3
M-412	Glen Ample × Radziejowa	L	7,7			4,5	+	255	2
M-341	Laszka × Schönemann	L-D-P	8,7			3,6	+/-	210	3
M-345	Canby × Polana	L-D	9,7	9,8	9,9	3,2	+/-	215	2,5
M-410	Radziejowa × Schönemann	L	7,7			3,5	+	150	3
M-311a	Glen Ample × Polana	L-D	6,6			2,8	+/-	180	3
M-397	Canby × Sokolica	L-D-P				2,4	-	225	3
M-271	Laszka × Sokolica	L	6,6			2,4	-	210	3
M-278	Radziejowa × Sokolica	L	9,7			3,7	+	115	3
M-198	Radziejowa × Veten	L-D-P	9,7			3,3	+	160	3
M-208	Radziejowa × Veten	L	8,8			3,6	+	185	3
M-206	Glen Ample × Polka	L-D-P	7,7			6,2	+	160	2,5
M-293	Polana × Sokolica	J	8,8	7,7	7,6	3,5	+	160	2,5
M-317	Glen Ample × Polana	L-D	8,7		8,8	3,7	+	180	2
M-378	Glen Ample × Polka	J		6,7	7,7	4,4	-	155	3
M-336	Polana × Sokolica	J	9,8		6,5	4,3	+	110	3
M-388	Radziejowa × Veten	L	8,9			3,9	+	190	2
M-14	Polana × Veten	J	7,8	7,8	7,7	3,0	+	140	3
M-402	Laszka × Polka	L-D-P	8,8			4,5	+	200	3
M-363	Radziejowa × Sokolica	L-D-P	8,7			4,2	+	180	3

Objaśnienie:

* - L - odmiana letnia, J - odmiana jesienna, L-D - odmiana letnia dwupiętrowa (mająca zdolność do wytworzenia owoców także w wierzchołkowej części pędu pierwszego roku, owoce te mogą stanowić plon handlowy), L-D-P - odmiana letnia dwupiętrowa późna (mająca zdolność do wytworzenia owoców także w wierzchołkowej części pędu pierwszego roku, ale owoce te powstają bardzo późno, nie dorastają i dlatego nie stanowią plonu handlowego).

** - a - atrakcyjność owoców, w - wielkość owoców; ocena w skali bontacyjnej 1-9, w której 9 to najwyższa wartość cechy.

*** - iloraz masy owoców w końcu drugiego tygodnia (dojrzwania) zbiorów i liczby owoców

**** - zdrowotność krzewów w skali bontacyjnej 1-3, w której 3 to najwyższa wartość cechy (najwyższa zdrowotność).

Tabela 3 cd.
Table 3 cd.

Wykaz i charakterystyka najwartościowszych klonów, potencjalnie poszerzających zmienność genetyczną zasobów genowych maliny właściwej w Instytucie Ogrodnictwa (z uwzględnieniem odmian rodzicielskich / standardowych)

List and characteristics of the most valuable clones, potentially extending the genetic variability of red raspberry genetic resources at the Research Institute of Horticulture (including parental / standard cultivars)

Nr Klonu Clone number	Rodowód Pedigree	Typ owocowania Ripening type L, J, L-D, L-D-P*	Cechy owoców (atrakcyjność, wielkość) Fruit characters (attractiveness, size)**			Masa owoców Fruit weight (g) ***	Kolce Spines (+/-)	Wysokość krzewów Shrub height (cm)	Zdrowość krzewów Shrub healthiness (1-3)****
			15.VI (a, w)	29.VIII (a, w)	20.IX (a, w)				
M-74	Polka × Veten	J	8,8		7,7	2,9	+	110	3
M-35	Polka × Veten	L-D	5,5		7,8	2,7	-	205	3
M-48	Polka × Sokolica	J	8,7		7,6	2,9	+	140	3
M-433	Polka × Schönsmann	J	8,7		7,7	3,4	+	130	3
M-26	Laszka × Polana	L-D	7,7	7,7	8,7	2,3	+	160	3
M-47	Polka × Sokolica	J	6,6	7,6	6,6	3,6	-	170	3
M-146	Laszka × Polka	J			7,7	3,7	+	160	3
M-111	Laszka × Polana	L-D	6,6	8,8	7,8	3,0	+	185	3
M-255	Glen Ample × Polka	J			7,7	2,5	-	100	3
Średnia dla całej populacji mieszańców			(a) 4,3; (w) 4,3					159	
	Polana	J	7,6	6,6	6,6	3,0	+	125	2,5
	Polka	J	7,6	6,6	6,6	3,0	+	95	2
	Veten	L-D-P	7,7			2,8	+	220	3
	Canby	L-D-P	5,6			2,4	+/-	250	2,5
	Przełzbyba	L-D-P	7,9			4,5	+	225	3
	Laszka	L-D-P	7,8			3,5	+	225	2,5
	Glen Ample	L	8,8			5,7	-	225	3
	Heritage	J	7,7	7,7	7,7	4,0	+	100	3
	Pozamat	J	7,7	7,6	6,5	3,5	+	150	3
	Sokolica	L-D-P	8,7			3,8	+	205	3
	Radziejowa	L	7,7			3,9	+	225	2,5

Objaśnienie:

* - L - odmiana letnia, J - odmiana jesienna, L-D - odmiana letnia dwupiętrowa (mająca zdolność do wytworzenia owoców także w wierzchołkowej części pędu pierwszego roku, owoce te mogą stanowić plon handlowy), L-D-P - odmiana letnia dwupiętrowa późna (mająca zdolność do wytworzenia owoców także w wierzchołkowej części pędu pierwszego roku, ale owoce te powstają bardzo późno, nie dorastają i dlatego nie stanowią plonu handlowego).

** - a - atrakcyjność owoców, w - wielkość owoców; ocena w skali bontacyjnej 1-9, w której 9 to najwyższa wartość cechy.

*** - ilość masy owoców w końcu drugiego tygodnia (dojrzwania) zbiorów i liczby owoców

**** - zdrowość krzewów w skali bontacyjnej 1-3, w której 3 to najwyższa wartość cechy (najwyższa zdrowość).



Fot. 1. Różna wielkość i kształt owoców maliny właściwej



Fot 2. Dwa typy pędów maliny właściwej: kolcowe i bezkolcowe



Fot 3. Różnice w sile wzrostu pędów.

W grupie genotypów bezkolcowych były zarówno klony letnie, jesienne, jak i jesienno-letnie czyli dwupiętrowe, a także rodzicielska odmiana 'Glen Ample'. Natomiast trzy klony, oznaczone numerami M-341, M-345 i M-311a uznano za małokolcowe; w przypadku tych klonów kolce występują tylko w dolnej części pędu, podobnie, jak u rodzicielskiej odmiany 'Canby'.

Jak można było oczekiwać, oceniane klony różniły się też pod względem siły wzrostu pędów. Najsilniejszym wzrostem odznaczały się klony typowo letnie oraz dwupiętrowe, a najsłabszym – jesienne. Wysokość tych pierwszych osiągała lub przekraczała poziom 200 cm, podczas gdy przeciętna wysokość klonów jesiennych oscylowała w granicach 150 cm. Podobny wzrost stwierdzono

dla odmian rodzicielskich, z tym że w tej grupie odmian najsłabiej rosły pędy jesiennej odmiany 'Polka', u odmiany tej przeciętna wysokość pędów wynosiła jedynie 95 cm.

Ostatnią z ocenianych cech badanych klonów była zdrowotność pędów w krzewie. W przypadku krzewów zdecydowanej większości klonów (79,5% ich populacji), oceniana zdrowotność była na poziomie 3,0 (według skali bonitacyjnej 1-3), a więc nie zaobserwowano widocznych symptomów porażenia pędów przez choroby czy szkodniki. Tylko w przypadku ośmiu klonów (20,5% populacji klonów) zdrowotność ta była na poziomie przeciętnym, czyli zawierała się w przedziale 2,0-2,5 punktu w przyjętej skali bonitacyjnej. W sposób dość zbliżony oceniono pod tym względem odmiany rodzicielskie.

Dyskusja

Poszerzanie istniejącej zmienności genetycznej w obrębie gatunku *Ribes idaeus* ma sens, jeżeli w jednym genotypie możliwe jest połączenie wielu cech biologicznych roślin, które są ważne z użytkowego punktu widzenia. Za cechy takie w przeprowadzonych badaniach uznano typ owocowania badanych klonów, atrakcyjność, wielkość i masę wytwarzanych owoców, kolczastość pędów, siłę wzrostu krzewów oraz ich zdrowotność. Na to, że połączenie takich cech w jednym genotypie jest możliwe, chociaż dość trudne, wcześniej zwracali uwagę Jennings (1988), Jennings i McNicol (1991) i Daubeny (1996), chociaż autorzy ci nie prowadzili szczegółowych badań w tym kierunku. Trudność tę łatwo wytłumaczyć jednym z praw Mendla, mówiącym, że cechy dziedziczą się niezależnie. Uzyskanie pożądanego celu, zwłaszcza u roślin wieloletnich, wymaga więc szerokich programów krzyżowań z uwzględnieniem znanych źródeł genów, dużych populacji siewek i czasu, a więc dużych nakładów finansowych.

Tymczasem to właśnie odmiany jesienne dominują w uprawie maliny w Polsce, zwłaszcza 'Polana' i 'Polka' (Danek, 2002). Obie wytwarzają dobrej jakości owoce, ale posiadają obfite i dość agresywne kolce. Kolczastość pędów bardzo utrudnia prace pielęgnacyjne związane z przywiązywaniem pędów do konstrukcji wspierającej (rusztowania) i ich usuwaniem po zbiorach owoców. Kolce utrudniają również zbiór owoców, ponieważ mogą kaleczyć ręce osób zbierających owoce, ale mogą także uszkadzać owoce, w wyniku silnego kołysania owocujących pędów przez wiatr, na co zwracał uwagę Daubeny (1996). W przypadku malin jesiennych jest to o tyle istotne, że plantacje takich odmian są prowadzone bez konstrukcji wspierającej rośliny, zapobiegającej nadmiernemu kołysaniu pędów w czasie wietrznej pogody. Warto przy okazji wspomnieć, że obecnie praktycznie wszystkie odmiany jeżyny, uprawiane komercyjnie w świecie to odmiany bezkolcowe, a ogromna większość uprawianych odmian maliny czerwonej to odmiany kolcowe. Są wprawdzie już odmiany bezkolcowe, jak 'Glen Ample', ale udział tej odmiany w produkcji towarowej w Polsce ciągle nie jest wystarczająco wysoki.

Wyniki naszych badań pokazują, że w obrębie dużej populacji siewek i wyselekcjonowanych klonów można znaleźć genotypy bezkolcowe, owocujące w tym samym czasie co polskie odmiany jesienne 'Polka', 'Polana', czy najnowsze 'Poemat'

i 'Polonez', ale nie wytwarzające kolców. Nasze bezkolcowe klony, letnie, jesienne, czy jesienno-letnie wytwarzają dobrej jakości owoce – atrakcyjne w wyglądzie i duże, i nie ustępują pod tym względem odmianom rodzicielskim, które w naszych badaniach służą także jako odmiany standardowe.

Jest rzeczą oczywistą, że rośliny maliny czerwonej powinny odznaczać się dobrą siłą wzrostu i małą podatnością na choroby i szkodniki, ale także wysokim stopniem samopłodności, zwłaszcza w przy uprawach w monokulturach odmianowych i w uprawach pod osłonami na zbiór przyspieszony lub opóźniony (Keep, 1968; Daubeny, 1969, 1971; Redalen, 1976; Colbert i de Oliveira, 1990; Żurawicz, 2016a, 2016b; Żurawicz, 2017; Żurawicz, 2018; Żurawicz i in., 2018). Wprawdzie to ostatnie zagadnienie nie było przedmiotem badań ocenianych klonów, ale takie badania będą podjęte w stosunku do najbardziej perspektywicznych klonów.

Rok 2020 będzie drugim rokiem pełnego owocowania ocenianych klonów, co umożliwi weryfikację wyników oceny uzyskanych w roku 2019. Pozwoli to na wybór tych klonów, które w najwyższym stopniu będą łączyć pożądaną cechy użytkowe, i w ten sposób poszerzać istniejącą zmienność genetyczną zasobów genowych maliny właściwej Instytutu Ogrodnictwa.

Wnioski

1. Efektywność krzyżowania użytych w badaniach form rodzicielskich (odmian uprawnych) maliny właściwej jest różna, ale możliwe jest uzyskanie dostatecznie dużej populacji siewek o zróżnicowanych cechach biologicznych.
2. Możliwe jest otrzymanie nowych genotypów, poszerzających istniejącą zmienność genetyczną w obrębie gatunku *Rubus idaeus* metodą hodowli konwencjonalnej przy wykorzystaniu odmian uprawnych maliny właściwej, różniących się pod względem wielu cech biologicznych.
3. Szczególnie cennym elementem nowej zmienności jest połączenie w jednym genotypie takich cech biologicznych maliny właściwej, jak zdolność do owocowania w terminie letnim, jesiennym i jesienno-letnim, ze zdolnością do tworzenia pędów bez kolców oraz wytwarzaniem wysokiej jakości owoców.

Badania finansowano ze środków projektu MRiRW: Badania podstawowe na rzecz postępu biologicznego w produkcji roślinnej, decyzja HOR.hn.802.4.2019 z dnia 14.05.2019 r., Zadanie nr 75.

Literatura

- Burton-Freeman, B. M., Sandhu, A. K., Eridisinghe, I. (2016). Red raspberries and their bioactive polyphenols: cardiometabolic and neuronal health links. *Advances in Nutrition* 7 (1): 44–65. <https://doi.org/10.3945/an.115.009639>
- Castilho Maro, L. A., Pio, R., Santos Guedes, M. N., Patto de Abreu, C.M., Nogueira Curi, P. (2013). Bioactive compounds, antioxidant activity and mineral composition of fruits of raspberry cultivars grown in subtropical areas in Brazil. *Fruits* (68), 209–217.
- Colbert, S., de Oliveira, D. (1990). Influence of pollen variety on raspberry (*Rubus idaeus* L.) development. *J. Heredity* 81 (6): 434–437.
- Danek, J. (2002). 'Polka' and 'Pokusa' – New primocane fruiting raspberry cultivars from Poland. *Acta Hort.* (585), 197–198.
- Danek, J. (2012). Problemy produkcyjne w głównych ośrodkach uprawy malin w świecie. *Mat. z konf. „Produkcja owoców miękkich w warunkach niestabilnego rynku”*, 26 stycznia 2012, Kraśnik: 40–42.
- Danek, J., Markowski, J. (2003). Skład chemiczny owoców wybranych genotypów maliny jako element hodowli jakościowej. I Zjazd Polskiego Towarzystwa Nauk Ogrodniczych nt. „Współczesne ogrodnictwo i jakość życia”, Kraków, 9–11 września 2003. *Folia Horticulturae*, supl. (2), 397–399.
- Daubeny, H. A. (1969). Some variations in self-fertility in the red raspberry. *Can. J. Plant Sci.* (49), 511–512.
- Daubeny, H. A. (1971). Self-fertility in red-raspberry cultivars and selections. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96(5): 588–591.
- Daubeny, H. A. (1996). Brambles. In *Fruit Breeding. Volume II. Wine and Small Fruits*. Ed. Jules Janic, James, N. Moore, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Griffing, B. (1956). A generalised treatments of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity* (10), 31–50.
- GUS (2019). Wynikowy szacunek zbioru owoców i warzyw, Grudzień 2019.
- Jennings, D. L. (1988). Raspberries and blackberries: their breeding, disease and growth. Academic Press. London.
- Jennings, D. L., McNicol, R. J. (1991). *Rubus* breeding: recent progress and problems. *Plant Breeding Abstr.* (61), 329–340.
- Jones, A., McGavin, W. J. (2004). Different rates of spread of Raspberry Bushy Dwarf Virus and some aphid-borne viruses into red raspberry cultivars containing different resistance genes. *Acta Hort.* (656), 149–153.
- Markowski, J., Plocharski, W. (2011). Owoce jako źródło składników ważnych dla zdrowia człowieka [W:] *Fizjologia roślin sadowniczych strefy umiarkowanej*. Red. nauk. L.S. Jankiewicz, M. Filek, W. Lech. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 438–473.
- Moore, P.P., Hoashi-Erhardt, W.K. (2012). Effects of Raspberry Bushy Dwarf Virus on fruit traits in five raspberry cultivars. *Acta Hort.* (946), 263–266.
- Moore, P. P., Martin, R. R. (2008). Screening for resistance to Raspberry Bushy Dwarf Virus via pollen transmission. *Acta Hort.* (777), 379–383.
- Muster, G. (2008). A survey of the research work on crumbly fruit in red raspberry in Europe. *Acta Hort.* (777), 505–509.
- Paszko, D. (2012). Szanse i zagrożenia opłacalnej produkcji maliny w Polsce. *Mat. z konf. „Produkcja owoców miękkich w warunkach niestabilnego rynku”*, Kraśnik 26 stycznia (2012), 12–16.
- Paszko, D., Krawiec, P., Yareshchenko, A. (2018). Konkurencyjność polskich malin w porównaniu do serbskich i ukraińskich. XIV Konferencja Sadownicza „Jagodowe trendy”, Kraśnik, 7–8 lutego 2018 r.
- Redalen, G. (1976). Pollination and fruit set in raspberries. *Acta Hort.* (60), 169–173.
- Tzanetakis, I. E., Halgren, A., Mosier, N., Martin, R. R. (2007). Identification and characterization of Raspberry Mottle Virus, a novel member of the *Clusterviridae*. *Virus Res.*, (127), 26–33.
- Żurawicz, E. (2016)a. Cross-pollination increases the number of drupelets in the fruits of red raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Acta Hort.* (1133), 145–151; DOI 10.17660/Acta Hort. 2016.1133.22.
- Żurawicz, E. (2016)b. Zapylenie kwiatów a jakość owoców maliny czerwonej w uprawie pod osłonami. *Biuletyn Związku Sadowników Rzeczypospolitej Polskiej, XII Międzynarodowa Konferencja Sadownicza „Jagodowe trendy”*, Kraśnik, 25–26 lutego (2016), 92–97.
- Żurawicz, E. (2017). Wpływ zapylnicy (źródła pyłku) na wielkość owoców maliny czerwonej w uprawie pod osłonami wysokimi. *Biuletyn Związku Sadowników Rzeczypospolitej Polskiej, XIII Międzynarodowa Konferencja Sadownicza „Jagodowe trendy”*, Kraśnik, 19–20 stycznia (2017), 87–93.
- Żurawicz, E. (2018). Jedna technologia w uprawie maliny pod osłonami, ale nie jedna odmiana – dlaczego? *Informator – Biuletyn Związku Sadowników Rzeczypospolitej Polskiej – wydanie specjalne, XIV Międzynarodowa Konferencja Sadownicza „Jagodowe Trendy 2018”*, Kraśnik 7–8 lutego (2018), 20–25.
- Żurawicz, E., Cieślińska, M. (2005). Rozpadanie się owoców maliny czerwonej. *Owoce Warzywa Kwiaty*, nr (11), 32–33.
- Żurawicz, E., Masny, A., Kubik, J., Lewandowski, M. (2017). Germination of red raspberry seeds as affected by the origin and chemical scarification. *Hort. Sci. (Prague)* 44 (3): 133–140. DOI: 10.17221/22/2016-HORTSCI.
- Żurawicz, E., Studnicki, M., Kubik, J., Pruski, K. (2018). A careful choice of compatible pollinizers significantly improves the size of fruits in red raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Scientia Horticulturae* (235), 253–257.