



# UNIwersYTET PRZYRODNICZY WE WROCLAWIU

WYDZIAŁ  
PRZYRODNICZO-TECHNOLOGICZNY

**Dorota Blatsios**

*Zróżnicowanie kolekcji różaneczników (Rhododendron L.) pod względem wybranych cech dekoracyjnych, użytkowych, polimorfizmu DNA oraz efektywności mikrorozmnażania.*

Praca doktorska wykonana  
w Katedrze Genetyki, Hodowli Roślin i Nasiennictwa  
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu  
pod kierunkiem  
*dr hab. inż. Renaty Galek, prof. UPWr.*

Wrocław 2019

## ***Podziękowania***

*Na powstanie i ostateczny kształt mojej pracy doktorskiej miało wpływ wiele osób, którym chciałbym w tym miejscu podziękować.*

*Przede wszystkim pragnę złożyć podziękowania kierownikowi Arboretum Leśnego im. Prof. Stefana Białoboka przy Nadleśnictwie Syców Panu Stanisławowi Sęktasowi za umożliwienie przeprowadzenia badań oraz za ogromną pomoc merytoryczną.*

*Również dziękuję mojej Pani Promotor prof. Renacie Galek za opiekę merytoryczną, za cenne uwagi i sugestie, za zaangażowanie, dzięki któremu możliwe było napisanie tej pracy.*

*Chcę także podziękować dr Bartoszowi Kozakowi za cenne wskazówki podczas prac i analiz molekularnych.*

*Serdeczne podziękowania składam mgr inż. Annie Maciejewskiej-Hoza za wsparcie w trakcie prowadzenia badań, za krytyczne uwagi i codzienną nieocenioną pomoc.*

*Dziękuję również pracownikom Katedry Genetyki, Hodowli Roślin i Nasiennictwa za pomoc w wykonaniu pomiarów laboratoryjnych oraz za wsparcie merytoryczne.*

*Osobne, równie ważne podziękowania, składam mojemu Partnerowi i Synowi, którzy wspierali mnie, pomagali przy wykonywaniu badań polowych i mobilizowali do pracy.*

*Również dziękuję Rodzicom, a szczególnie Mamie za pomoc w pianiu pracy.*

# SPIS TREŚCI

1. Wstęp i cel pracy.....	6
Spis skrótów użytych w pracy .....	8
2. PRZEGLĄD LITERATURY.....	9
2.1    Przynależność systematyczna rodzaju <i>Rhododendron</i> L.....	9
2.2    Zasięg i występowanie .....	9
2.3    Charakterystyka rodzaju <i>Rhododendron</i> L.....	10
2.4    Charakterystyka cytogenetyczna rodzaju <i>Rhododendron</i> L.....	13
2.5    Hodowla różaneczników.....	13
2.6    Kierunki hodowli .....	15
2.7    Zastosowanie.....	15
2.8    Metody hodowli .....	19
2.8.1    Metody tradycyjne.....	19
2.8.2    Metody biotechnologiczne .....	21
2.8.2.1    Metody <i>in vitro</i> .....	21
2.8.2.2    Poliploidyżacja.....	23
2.8.2.3    Transformacje .....	24
2.8.2.4    Markery molekularne .....	25
2.9    Zmienność morfologiczna różaneczników w kontekście zróżnicowania genetycznego .....	29
3. MATERIAŁ .....	30
3.1    Materiał badawczy .....	30
3.2    Lokalizacja miejsca badań .....	30
4. METODY.....	31
4.1    Analiza zróżnicowania cech morfologicznych kolekcji różaneczników .....	31
4.1.1    Pomiary i obserwacje polowe.....	31
4.1.2    Metody statystyczne .....	32
4.1.3    Rozmnażanie wegetatywne różaneczników <i>in vivo</i> .....	33
4.2    Doświadczenia <i>in vitro</i> .....	34
4.2.1    Dezynfekcja materiału roślinnego – wyprowadzenie kultury .....	34
4.2.2    Doświadczenia w kulturach <i>in vitro</i> .....	35
4.2.3    Metody statystyczne – doświadczenia <i>in vitro</i> .....	35
4.3    Ocena Polimorfizmu DNA .....	35
4.3.1    Izolacja genomowego DNA .....	35

4.3.2	Ocena jakości wyizolowanego DNA – elektroforeza żelowa.....	36
4.3.3	Ocena zróżnicowania genetycznego przy użyciu markerów ISSR–PCR.....	36
4.3.4	Metody statystyczne .....	37
4.4	Badanie opinii .....	37
5.	WYNIKI.....	39
5.1	Charakterystyka mieszańców <i>Rhododendron L.</i> pod względem wybranych cech morfologicznych .....	39
5.1.1	Ocena mieszańców <i>Rhododendron L.</i> pod względem badanych cech .....	39
5.1.1.1	Ocena kolekcji mieszańców <i>Rhododendron L.</i> pod względem pokroju krzewów .....	39
5.1.1.2	Ocena kolekcji mieszańców <i>Rhododendron L.</i> pod względem cech liścia .....	40
5.1.1.3	Ocena kolekcji mieszańców <i>Rhododendron L.</i> pod względem cech kwiatu.....	44
5.1.1.4	Ocena kolekcji mieszańców <i>Rhododendron L.</i> pod względem zabarwienia kwiatów.....	51
5.1.1.5	Ocena kolekcji mieszańców <i>Rhododendron L.</i> pod względem wielkości krzewów, liści i kwiatów.....	53
5.1.2	Analiza zależności badanych cech w kolekcji mieszańców <i>Rhododendron L.</i> ..	56
5.1.3	Ocena udziału poszczególnych cech kształtujących zmienność w kolekcji mieszańców <i>Rhododendron L.</i> .....	58
5.1.4	Pogrupowanie analizowanych obiektów na podstawie 36 cech z wykorzystaniem analizy skupień .....	60
5.2	Analiza rozmnażania wegetatywnego różaneczników <i>in vivo</i> .....	63
5.3	Analiza procesu mikrorozmnażania <i>Rhododendron L.</i> .....	63
5.3.1	Analiza wpływu rodzaju eksplantatu wyjściowego – segmentów nodalnych i fragmentów pędu z merystemem apikalnym na regenerację mieszańca nr 59.....	63
5.3.2	Analiza wpływu segmentów nodalnych na regenerację mieszańca 59 .....	64
5.3.3	Analiza wpływu segmentów nodalnych na regenerację mieszańca nr 96.....	65
5.3.4	Analiza wpływu rodzaju eksplantatu wyjściowego - segmentów nodalnych i fragmentów pędu z merystemem apikalnym na regenerację mieszańca nr 96.....	65
5.3.5	Synteza analizy wzrostu eksplantatów pędowych dwóch mieszańców <i>Rhododendron L.</i> .....	67
5.3.6	Ocena wpływu genotypu, materiału wyjściowego wykorzystanego do inicjacji kultur oraz pożywki na wysokość roślin dwóch mieszańców różaneczników - nr 59 i nr 96.....	68
5.3.7	Ocena wpływu genotypu, materiału wyjściowego wykorzystanego do inicjacji kultur oraz pożywki na liczbę liści u dwóch mieszańców różaneczników - nr 59 i nr 96.....	70
5.4	Analiza zróżnicowania genetycznego z wykorzystaniem markerów ISSR.....	71
5.5	Analiza badania opinii publicznej.....	72

5.5.1 Pytanie nr 1: Czym kierujesz się przy wyborze odmiany różaneczników? .....	72
5.5.2 Pytanie nr 2: Który kolor kwiatów jest dla Ciebie najbardziej atrakcyjny? .....	72
5.5.3 Pytanie nr 3: Czy uważasz, że kolorowy rysunek na płatkach kwiatów (jak na zamieszczonym zdjęciu) jest dla Ciebie ważny przy wyborze odmiany? .....	73
5.5.4 Pytanie nr 4: Który kwiat jest dla Ciebie najbardziej atrakcyjny? .....	73
5.5.5 Pytanie nr 5: Jeżeli odmiana różanecznika ma bardzo atrakcyjne kwiaty, czy ważny jest dla Ciebie termin i długość kwitnienia? .....	74
5.5.6 Pytanie nr 6: Czy ważny jest dla Ciebie kolor liści przy wyborze odmiany różaneczników? .....	74
6. DYSKUSJA .....	75
6.1 Charakterystyka mieszańców różanecznika pod względem cech morfologicznych	75
6.2 Rozmnażanie wegetatywne <i>in vivo</i> różaneczników .....	78
6.3 Badania <i>in vitro</i> .....	79
6.4 Analizy molekularne .....	84
7. WNIOSKI .....	86
7.1 Charakterystyka mieszańców <i>Rhododendron</i> L. pod względem wybranych cech morfologicznych .....	86
7.2 Analiza zróżnicowania genetycznego z wykorzystaniem markerów ISSR .....	87
7.3 Analiza procesu mikrorozmnażania <i>Rhododendron</i> L. ....	87
7.4 Analiza badania opinii publicznej .....	87
SPIS TABEL – Załącznik nr 1 .....	89
SPIS WYKRESÓW – Załącznik nr 2 .....	103
SPIS ZDJĘĆ – Załącznik nr 3 .....	104
SPIS LITERATRY .....	89

## 1. Wstęp i cel pracy

Rośliny z rodzaju różanecznik (*Rhododendron* L.) zaliczane są do rodziny wrzosowatych (*Ericaceae* L.). Wielu hodowców oraz ogrodników uważa je za jedne z najpiękniejszych krzewów ozdobnych i ceni ze względu na atrakcyjne, duże kwiatostany o ciekawych barwach zakwitające stosunkowo wcześniej w porównaniu do innych roślin. Często sięga się po nie także w nasadzeniach całorocznych ze względu na zimozielone liście. Wartości te często przeważają przy wyborze tego gatunku, dlatego na rynku dostępny jest duży wybór odmian, które pasują zarówno do dużych parków, jak i małych kompozycji w ogrodach przydomowych. Stale rosnąca popularność różaneczników jest siłą napędową do nieustannego prowadzenia prac hodowlanych w celu wyselekcjonowania odmian o wyróżniających się cechach, których nie ma w istniejących już odmianach oraz wysokiej odporności na mróz.

Sposoby hodowli różaneczników są ciągle ulepszone szczególnie pod kątem ich szybkości wykonania oraz możliwości uzyskania odmian o niespotykanych dotąd właściwościach. Najpopularniejszą metodą jest selekcja, jednak jest to bardzo czasochłonny proces. Jego dużą wadą jest fakt, że najwięcej prac prowadzi w Stanach Zjednoczonych i Europie zachodniej, co powoduje, że uzyskane kultywary nie są odporne na warunki klimatyczne panujące w Polsce. Obecnie dla konsumentów ważne są nie tylko walory dekoracyjne, ale także wytrzymałość na przemarzanie oraz łatwość w uprawie.

Opracowanie bardziej efektywnej metody mnożenia staje się kluczem do dostosowania się do potrzeb rynku, dlatego coraz częściej stawia na nowoczesne sposoby z wykorzystaniem technik *in vitro*. Ich największą zaletą jest możliwość uzyskania wielu osobników w stosunkowo krótkim czasie. Choć metoda ta wiele wyzwań, to widać w niej ogromny potencjał. Początkowo dla każdego genotypu należy opracować efektywne parametry hodowli uwzględniające rodzaj pożywki oraz dobór odpowiednich regulatorów wzrostu. Również należy wziąć pod uwagę różnice pod kątem wymagań pomiędzy poszczególnymi osobnikami matecznymi. Efektem prac będzie możliwość wyprowadzenia stabilnej odmiany, którą będzie można szybko namnażać.

W procesie hodowli niezastąpione są możliwości jakie daje biologia molekularna. Obecnie prowadzi się szereg badań mających na celu ocenę polimorfizmu z wykorzystaniem takich markerów molekularnych jak np. ISSR, RAPD czy AFLP. Analizy te pozwalają na określenie różnic występujących między poszczególnymi genotypami, a także sprawdzić czy uzyskany materiał metodami *in vitro* jest taki sam jak obiekty wyjściowe.

Podsumowując celem pracy było wyselekcjonowanie grupy różaneczników o najatrakcyjniejszych cechach. Następnie wykonanie szczegółowej oceny pod kątem walorów ozdobnych i użytkowych kolekcji, z uwzględnieniem optymalizacji metod mikrorozmnażania najciekawszych genotypów. Przeprowadzono także badanie opinii wśród ogrodników-amatorów aby dowiedzieć się co nimi kieruje przy wyborze odmiany. Ponadto badania były rozszerzone o charakterystykę wyselekcjonowanych osobników pod względem polimorfizmu DNA na bazie markerów ISSR.

## Spis skrótów użytych w pracy

2iP	2-izopentyloadenina
AFLP	( <i>Amplified fragment length polymorphism</i> ) – polimorfizm długości amplifikowanego fragmentu
Al <sub>z</sub>	pożywka Andersona zmodyfikowana
DAF	DNA fingerprinting
DNA	kwask deoksyrybonukleinowy
EST	( <i>expressed sequence tag</i> )
IAA	kwask indolilo-3-octowy
IBA	kwask indolilo-3-masłowy
ISSR	( <i>Inter-Simple Sequence Repeats</i> ) – polimorfizm sekwencji międzymikrosatelitarnych
ITS	( <i>internal transcribed spacer</i> )
MS	pożywka Murashige & Skoog
NAA	kwask naftylo-1-octowy
OWT	odrębności, wyrównania i trwałości
PCR	( <i>polymerase chain reaction</i> ) – reakcja łańcuchowa polimerazy
RAPD	( <i>Random Amplification of Polymorphic DNA</i> ) – losowa amplifikacja polimorficznego
SSR	( <i>Simple Sequence Repeats</i> ) – amplifikowane sekwencje mikrosatelitarne
TDZ	thidiazuron
UPGMA	( <i>Unweighted Pair-Group Method using arithmetic Averages</i> )
WPM	( <i>Woody Plant Medium</i> ) – żywka dla roślin drzewiastych
Zea	zeatyna (6-( $\gamma$ -hydroksymetylo- $\gamma$ -metyloalliloamino)puryna)



## 2. PRZEGLĄD LITERATURY

### 2.1 Przynależność systematyczna rodzaju *Rhododendron* L.

Różaneczniki zaliczane są do rodziny wrzosowatych (*Ericaceae*) i obejmują około 100 rodzajów, w tym 1200 gatunków, odmian i form [Chamberlain 1996, Seneta, Dolatowski 2000, Mao i in. 2011]. Do rodzaju *Rhododendron* zaliczamy różaneczniki i azalie [Seneta, Dolatowski 2000]. Po raz pierwszy nazwa *Rhododendron* została użyta w 1576 roku przez francuskiego badacza de L'obel [Czekalski 1991]. Określenie to pochodzi z języka greckiego, gdzie *rhodo* oznacza różę, a *dendron* – drzewo [Magor 1990]. Początkowo Linneusz wyróżnił osobne nazwy: azalia (*Azalea*) i różanecznik (*Rhododendron*), a podział opierał się na różnej ilości pręcików – rodzaj *Azalea* charakteryzowało 5 pręcików i 1 słupek, natomiast *Rhododendron* – 10 pręcików i jeden słupek. Jednak w 1795 roku Richard Anthony Salibury zaproponował połączenie rodzajów, ponieważ uważał, że liczba pręcików nie świadczy o odrębności taksonomicznej [Grzeszczak-Nowak, Muas 2004].

Bardzo duża różnorodność gatunków w obrębie rodzaju, a także ich szeroki zasięg występowania, sprawia, że opracowanie jednolitej klasyfikacji jest trudne. Po raz pierwszy podjął się tego Sleumer [1949], który zaproponował podział na podrodzaje i sekcje. Praca opierała się na różnicach morfologicznych pomiędzy poszczególnymi taksonami. W późniejszym czasie wielokrotnie były podejmowane kolejne badania opierające się na pracy Sleumera: Cullen 1980, Philipson i Philipson 1986, Kron 1993, Judd i Kron 1995, Chamberlain i in. 1996. Zsekwencjonowanie DNA jądrowego i plastydów pozwoliły na określenie różnic pomiędzy poszczególnymi taksonami [Chamberlain i in. 1996]. Kolejne badania pozwalające na modyfikację klasyfikacji zaproponowanej przez Chamberleina i in. [1996] opierają się na kompleksowych badaniach molekularnych. W obrębie rodziny *Rhododendron* wyróżnia się około 1000 gatunków roślin zawsze zielonych, zimo zielonych oraz o liściach sezonowych [Grzeszczak-Nowak, Muras 2004]. Obecnie stosuje się podział systematyczny zaproponowany przez Cravena i in. [2008], który dzieli rodzaj na 5 podrodzajów: *Rhododendron*, *Hymenanthes*, *Penthantera*, *Azaleastrum*, *Choniastrum*, *Therorhodium*.

### 2.2 Zasięg i występowanie

Różaneczniki (*Rhododendron* L.) są roślinami powszechnie rosnącym w naturze na całej kuli ziemskiej [Czekalski 1991]. Najwięcej gatunków znajduje się na Filipinach, w Indonezji i Malezji (35% wszystkich gatunków), w Chinach i Wietnamie (30%),

w Himalajach (20%), w Japonii (5%) oraz w Ameryce Północnej i Europie (10%) [Paul i in. 2010, Chamberlain i in. 1996, Clinton i Vose 1996, Rotherham 1983]. Rośliny z rodziny wrzosowatych, w tym różaneczniki, są jednym z elementów kształtujących florę subarktycznych i atlantyckich wrzosowisk oraz wysokich torfowisk i lasów iglastych bogatych w nierozłożoną próchnicę [Czekalski, Bojarczuk 1990].

Można zauważyć, że rodzaj *Rhododendron* dominuje głównie na obszarze Azji. Obejmuje swoim występowaniem obszar rozciągający się od północno-zachodnich Himalajów do Nepalu, poprzez Indie, północno-wschodni Tybet, północną Birmę, Bhutan, Chiny zachodnie i środkowe oraz południową Azję przez Tajlandię, Wietnam, Malezję, Indonezję, Filipiny, Wyspy Papua-Nową Gwineę aż do Australii [Paul i in. 2010]. Jednym z największych ośrodków naturalnego występowania różaneczników jest obszar Arunachal Pradesh, region administrowany jako stan przez Indie w ich północno-wschodniej części [Paul i in. 2005] leżący terenie Himalajów [Singh i in. 2003]. Spośród wszystkich 72 gatunków występujących w Indiach [Mao i in. 2001] 61 rośnie właśnie w Arunachal Pradesh [Paul i in. 2010].

W Ameryce Północnej różaneczniki także obejmują swym zasięgiem rozległy obszar - począwszy od Alaski wzdłuż Cieśniny Beringa, przez Appalachy i ich płaskowyż oraz południowo-wschodnie przybrzeża Zatoki Hudsona, aż po Góry Nadbrzeżne i Góry Skaliste oraz południowo-wschodnią część Wielkie Równiny Prerii [Czekalski 1991].

Z kolei w Europie naturalnymi stanowiskami różaneczników na północy są to fiordy Laponii i południowo-wschodnia Norwegia. W południowej części kontynentu występują Alpach, a północnej na terenie Bułgarii i Rumunii. Również można je spotkać na Półwyspie Iberyjskim, a także na Kaukazie i wybrzeżu Morza Czarnego. W Polsce naturalnie rosną różaneczniki żółte (*R. luteum*) w Woli Żarczyckiej koło Leżajska [Czekalski 1991].

### **2.3 Charakterystyka rodzaju *Rhododendron* L.**

Rośliny z rodzaju *Rhododendron* to przede wszystkim różnej wielkości krzewy i krzewinki oraz (rzadko) niewielkie drzewa [Czekalski, Bojarczuk 1990, Seneta, Dolatowski 2000]. Na pokrój i sposób rozrastania wpływają warunki klimatyczne, w jakich rosną – na naturalnych stanowiskach mogą być dużymi drzewami, natomiast w uprawie osiągają znacznie mniejsze rozmiary. Również przesuwanie zasięgu występowania na północ w rejony strefy umiarkowanej aż do terenów arktycznych oraz zajmowanie obszarów wysokogórskich spowodowało silną miniaturyzację roślin. Przykładem zmienności osiągniętej wysokości może

być różanecznik drzewiasty, który w najkorzystniejszych warunkach Nepalu osiąga 30 m, a w mniej sprzyjającej wzrostowi Szkocji – 16 m. Jednak nie jest to zasada, ponieważ najstarszy okaz różanecznika fioletowego (*R. catawbiense*) w Polsce występujący w Arboretum w Wojślawicach ma 7 m wysokości, a jego odpowiedniki w naturze osiągają jedynie 3-4 m [Grzeszczak-Nowak, Muras 2004].

Większość roślin wrzosowatych ma pokrój poduchowaty i kobiercowy, niektóre płożą się po ziemi i przybierają dywanowy pokrój [Seneta, Dolatowski 2000, Grzeszczak-Nowak, Muras 2004]. Można wyróżnić dwie fazy wzrostu w trakcie rozwoju osobniczego (ontogenezy). Stadium juwenilne charakteryzuje się wzrostem monopodialnym, gdzie pęd główny wyrasta z pąka szczytowego, a słabsze pędy boczne tworzone są w pąkach bocznych. Etap ten kończy się wytworzeniem pąka generatywnego na przewodniku i zapoczątkowaniem wzrostu sympodialnego. Nowo tworzące się pędy wyrastają z pąków wegetatywnych znajdujących się poniżej pąka kwiatowego. Przeważnie czas trwania stadium juwenilnego jest uzależniony od warunków glebowych i klimatycznych, jednak głównie zależy od cech gatunku – niektóre rośliny potrzebują nawet 30 lat w naturze (np. *R. brachycaprum*). W uprawie szkółkarskiej młode siewki zakwitają znacznie szybciej [Grzeszczak-Nowak, Muras 2004].

Cechą charakterystyczną różaneczników jest płytki system korzeniowy, który składa się z cienkich korzeni intensywnie przerastających glebę. Dlatego tak ważne jest utrzymanie odpowiedniej wilgotności podłoża, szczególnie w okresie kwitnienia [Seneta, Dolatowski 2000]. Najlepiej rozwijają się w podłożu o naturalnie kwaśnym odczynie pH 4,0-4,5, który sprzyja rozwojowi grzybów symbiotycznych [Czekalski 1975, Seneta, Dolatowski 2000]. Różaneczniki posiadają zdolność do tworzenia mikoryzy z niektórymi gatunkami grzybów, co stymuluje prawidłowy wzrost i rozwój [Jansa, Vosátka 2000]. Na ich korzystne oddziaływanie wpływa także zasobność w substancję organiczną, ściółkowanie gleby oraz dostępność wody [Czekalski, Bojarczuk 1990]. Zachowanie prawidłowego odczynu podłoża zmniejsza występowanie chloroz wynikających z utrudnionego pobierania składników pokarmowych, m.in. Fe, Mn i Zn, a co za tym idzie znacząco poprawia walory ozdobne krzewów [Dunemann i in 2002, Matysiak 2009]. Zbyt wysoki odczyn powoduje pogorszenie zdrowotności, co skutkuje zamieraniem roślin [Matysiak 2009].

Pędy różaneczników, przeważnie zdrewniałe, mogą być nagie, ale także pokryte łuskami, gruczołkami, a nawet tarczkwatymi łuskami [Chojnowska, Chojnowski 2003]. U starszych okazów występuje brązowa lub szara kora, która z wiekiem staje się bardziej

szorstka. Jednak u większości roślin nie posiada ona walorów ozdobnych [Grzeszczak-Nowak, Muras 2004].

Na końcu pędów znajdują się grubsze pąki kwiatowe (generatywne), a w pachwinach liści pąki liściowe (wegetatywne) [Seneta, Dolatowski 2000]. Ułożenie listków wewnątrz pąków liściowych jest cechą taksonomiczną [Grzeszczak-Nowak, Muras 2004].

Jedną z cech dekoracyjnych krzewów są młode przyrosty, które mogą mieć zabarwienie zielonkawe lub czerwonawe, jeżeli są porośnięte włoskami - mogą sprawiając wrażenie białawych, szarawych, srebrzystych, niebieskawych, a także rudych [Seneta, Dolatowski 2000, Grzeszczak-Nowak, Muras 2004]. Z biegiem czasu stają się ciemniejsze i gubią włoskowaty nalot. Wśród rodzaju *Rhododendron* wyróżniamy rośliny o liściach zawsze zielonych, zimo zielonych oraz sezonowych. Liście zawsze zielone żyją 2-4 lata i są zastępowane młodymi. Mogą osiągać długość od 1 cm nawet do 70 cm [Czekalski, Bojarczuk 1990]. Uważa się, że ulistnienie, na równi z kwiatami, jest jedną z ważniejszych cech dekoracyjnych zawsze zielonych różaneczników. Liście ułożone są skrętolegle i zebrane w nibyokółki, które powstają w wyniku skrócenia odległości między węzłami w ostatnim etapie formowania przyrostów i zbliżenia poszczególnych liści. Mogą mieć kształt jajowaty, eliptyczny lub odwrotnie jajowaty, a ich przekrój może być od wklęsłego przez płaski do wypukłego. Niektóre gatunki mają silnie błyszczące liście. Inną cechą wpływającą na dekoracyjność jest ich długość, grubość oraz zabarwienie. Dojrzałe okazy są skórzaste, twarde i pokryte grubą kutikulą. Co ciekawe, u krzewów tego samego gatunku, okazy rosnące w zacienieniu mają większe i cieńsze liście, niż egzemplarze na słonecznych stanowiskach. Za cechę ozdobną uważa się także zabarwienie dolnej strony liścia, które może być białozielone, sinozielone do ciemnobrunatnego [Seneta, Dolatowski 2000, Grzeszczak-Nowak, Muras 2004].

Rozwój kwiatów rozpoczyna się rok przed kwitnieniem i trwa zwykle 9-10 miesięcy [Williams i in 1990a], a samo kwitnienie trwa od 2 do 4 tygodni. Kwiaty są samopylne, jednak mogą być zapylane przez owady, które przyciąga zapach, barwa i duża korona kwiatowa [Czekalski 1991]. Kwiaty są zróżnicowane na koronę i kielich. Kielich składa się przeważnie z 5 działek o zielonym zabarwieniu [Czekalski, Bojarczuk 1990]. Może być bardzo drobny i prawie niewidoczny lub większy i dekoracyjny. Korona jest zrosłopłatkowa i może przybierać kształt dzwonkowaty, lejkowaty, rurkowaty, talerzykowaty. Kwiaty osiągają do od 0,5 do 15 cm średnicy oraz długość od 1 do 10 cm i mają budowę grzbiecistą (zygomorficzną) o jednej płaszczyźnie symetrii. Korona przeważnie zbudowana jest

z 5 płatków mniej lub bardziej zrośniętych, mogą jednak występować różnice u poszczególnych gatunków. Kwiaty, często pachnące, zebrane są na w grona lub baldachogrona na szczytach pędów po 3-25 sztuk [Czekalski, Bojarczuk 1990, Seneta, Dolatowski 2000]. Rodzaj wrzosowatych charakteryzuje się bardzo dużym zróżnicowaniem kolorystycznym kwiatów, który determinuje występowanie antocjanów oraz flawonów znajdujących się głównie w płatkach korony [Heursel 1981, Tiwari, Chauhan 2006]. Kwiaty są białe, żółte, różowe, liliowe, fioletowe, czerwone i ciemnopurpurowe [Heursel 1981]. Jedną z cech dekoracyjnych jest barwa i kształt rysunku na płatkach, który tworzy się w wyniku nagromadzenia barwników antocyjanowych i chromoplastów w komórkach subepidermy. Rysunek przeważnie znajduje się we wnętrzu korony i może być rozmyty lub mieć kształt kresek, cętek albo występować w postaci plamy umiejscowionej w gardzieli kwiatu [Hieke 1985, Grzeszczak-Nowak, Muras 2004].

Owocem różaneczników jest zwykle podłużna, zdrewniała torebka zawierająca najczęściej 300-350 nasion [Williams i in. 1990a, Seneta, Dolatowski 2000]. Nasiona osiągają dojrzałość po 140-160 dniach [Williams i in. 1990a].

## **2.4 Charakterystyka cytogenetyczna rodzaju *Rhododendron* L.**

Rodzaj *Rhododendron* to bardzo polimorficzny zbiór gatunków. Podstawową ilością chromosomów jest 13, jednak większość gatunków i mieszańców są diploidami ( $2n = 26$ ) [Czekalski 1991, Väinölä 2000]. Zdarzają się także tetraploidy i heksaploidy, ale również oktoploidy i dodecaploidy ( $2n = 12x = 156$ ) [Ammal 1950]. Obserwuje się zmienność liczby chromosomów jednego gatunku w zależności od wysokości, na jakiej występuje [Czekalski 1991, Väinölä 2000]. Wynika to z przepływu genów, który jest obserwowany w naturze i sprzyja powstawaniu podgatunków i odmian. Głównie decyduje o tym rozmieszczenie geograficzne i siedlisko (brak lub obecność naturalnych barier), a także zróżnicowane kwitnienie. Możliwość krzyżowania się w obrębie podgatunków sprzyja tworzeniu nowych poliploidów. W wielu regionach występujące różaneczniki są w plastycznym stadium ewolucji, a powstające mieszańce zajmują nowe nisze ekologiczne [Väinölä 2000].

## **2.5 Hodowla różaneczników**

Początkowo różaneczniki sprowadzano z Chin, jednak importowane z naturalnych stanowisk okazy były zbyt wrażliwe na niedobór opadów oraz ich nierównomierność. Pragnienie posiadania tych dekoracyjnych i egzotycznych roślin stało się główną siłą napędową prac hodowlanych [Grzeszczak-Nowak, Muras 2004]. Pierwszym krajem, który

zapoczątkował hodowlę różaneczników, była Anglia [Czekalski 1991]. Jednak istnieją rzetelne źródła mówiące, że dopiero sto lat później, w 1917 roku w Spofforth koło Manchesteru Dean William Herbert skrzyżował dwa gatunki północnoamerykańskie: różanecznik olbrzymi (*R. maximum*) i azalię (*R. viscosum*). Otrzymanego w ten sposób mieszańca nazwano *R. 'Hybrida'* i zaliczono do grupy *Azaleodendron* – mieszańców azalii i zimozielonych różaneczników. Po wprowadzeniu do uprawy takich gatunków jak *Rhododendron catawbiense*, *R. arboreum* i *R. caucasicum* rozpoczęła się hodowla na większą skalę. Głównymi ośrodkami prac, poza Anglią, stały się Niemcy, Belgia, Holandia, Czechosłowacja i USA [Czekalski 1991, Seneta, Dolatowski 2000]. O intensywności prac hodowlanych może świadczyć fakt, że co roku rejestrowano ponad 600 nowych odmian różaneczników w International Rhododendron Register w Edynburgu w Szkocji [Czekalski 1996].

Drugim ważnym ośrodkiem hodowli odmian różaneczników są Niemcy i firma ogrodnicza Seidlów, która pierwszą własną odmianę przedstawiła na wystawie w Berlinie na początku lat 60. XIX wieku. Najwięcej odmian (ponad 600) wyhodowano na przełomie XIX/XX wieku w Grüngräbchen koło Drezna, które określane są jak rasa łużycka. Materiałem wyjściowym były najbardziej zimotrwałe gatunki, co umożliwiło ich uprawę w większości rejonów europejskich [Czekalski 1991]. Do dzisiaj pozostało ich około 200. Posiadają one ogromne walory dekoracyjne, a przy tym są niezbyt wymagające, mają duże, barwne kwiaty i wykazują odporność na niskie temperatury (-30°C). Z powodzeniem uprawia się je na obszarze całej Polski [Czekalski 1996, Grzeszczak-Nowak, Muras 2004]. Największą kolekcję posiada Arboretum w Wojsławicach, gdzie występuje obecnie ponad 110 odmian i uzyskały one w 2011 roku status Kolekcji Narodowej [Grzeszczak-Nowak 2001].

Postęp hodowlany jest ściśle związany z rozwojem badań nad biologią kwitnienia różaneczników oraz sposobu dziedziczenia cech. Duże znaczenie odgrywa optymalizacja rozmnażania krzewów, a zwłaszcza wykorzystanie laboratoryjnych technik prowadzenia kultur *in vitro* [Czekalski 1996, Rahimi i in. 2013, Zaytseva i in. 2016]. Ze względu na wiele utrudnień w tradycyjnej hodowli duże możliwości daje rozwój genetyki molekularnej, która pozwala na usprawnienie i przyspieszenie całego procesu uzyskiwania nowych odmian [Madej i in. 2006].

## 2.6 Kierunki hodowli

Głównym zadaniem, jakie stoi przed hodowlą różaneczników, jest uzyskanie odmian posiadających nowe bądź ulepszone cechy użytkowe i dekoracyjne. W związku z tym prowadzi się szereg badań mających na celu pobudzanie roślin do zmian, które zostaną utrzymane w wyniku procesu rozmnażania. Ueno i in [1996] za pomocą transformacji genetycznych starali się zmienić pokrój rośliny na bardziej zwarty poprzez skrócenie międzywęzła i znoszenie dominacji wierzchołkowej, co powodowało lepsze rozkrzewienie roślin. Ważnym aspektem jest polepszenie systemu korzeniowego różaneczników. Dunemann i in. [1999] wykorzystali transformacje genetyczne, aby uzyskać silnie rozwinięty system korzeniowy oraz karłowy pokrój rośliny. Natomiast Atak i in. [2013] oraz Sianipar i Maarisit [2015] wykorzystali promieniowanie gamma do stymulowania zmian na poziomie molekularnym w celu uzyskania sadzonek o lepiej rozwiniętych korzeniach. Duże znaczenie ma także możliwość uprawy różaneczników o pożądanym cechach fenotypowych na glebach wapiennych, które pozostają poza zasięgiem tego gatunku [Dunemann i in. 1999]. Hodowcy także dążą do uzyskania odmian różaneczników o cieplejszej barwie kwiatów jak u azalii [Muras, Klein 1998], o bardziej pastelowych odcieniach [Leach 1961], także intensywnych czerwieniach i żółciach [Cox, Cox 1988]. Ważne jest także, aby co roku rośliny zawiązywały pąki, a kwiatostany były duże i pachnące [Cox, Cox 1988, Grzeszczak-Nowak 2001, Contreras i in. 2007]. Dąży się także do uzyskania odmian o długim okresie kwitnienia, późnym pojawianiu się kwiatów oraz powtarzającym kwitnieniem jesienią [Czekalski 1996, Reiley 2004]. Jednym z kierunków hodowli jest także uzyskanie odmian o atrakcyjnych cechach dekoracyjnych i odporności na warunki panujące w klimacie środkowoeuropejskim [Milne, Abbott 2000, Erfmeier i in. 2011]. Istotne staje się również otrzymanie różaneczników o wyższej odporności na choroby, zwłaszcza grzybowe (mączniak prawdziwy, fytoftoroza, zgnilizna kwiatów czy plamistość liści), oraz szkodniki takie jak opuchlak truskawkowiec (*Otiorrhynchus sulcatus* L.) [Czekalski 1996, Dunemann i in. 1999].

## 2.7 Zastosowanie

Różaneczniki cieszą się dużym uznaniem zarówno w ogrodach przydomowych, jak i w przestrzeni publicznej, szczególnie w parkach. W zieleni miejskiej mogą być często wykorzystywane ze względu na funkcje jakie tam spełniają. Występujące wiecznie zielone liście stanowią element zielonego ekranu osłaniającego od kurzu, dymu oraz hałasu. Różaneczniki posadzone z wyższymi roślinami tworzą skuteczną barierę wzdłuż szlaków

komunikacyjnych o dużym natężeniu negatywnych bodźców. Warto podkreślić, że liście, które znajdują się na krzewie cały rok, będą oczyszczały powietrze poprzez gromadzenie pyłów na swojej powierzchni oraz wezmą duży udział w produkcji tlenu. Jest to ogromnie istotne w dużych miastach, które narażają mieszkańców na kontakt z ogromną ilością zanieczyszczeń, w tym ze szkodliwym pyłem zawieszonym o różnej frakcji, który pogarsza jakość życia oraz jest prekursorem wielu chorób dróg oddechowych. Ze względu na to, że największe koncentracje tych pyłów znajdują się przy powierzchni gruntu, to odizolowanie go niskimi krzewami, takimi jak różaneczniki, ma ogromne znaczenie w ograniczeniu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń [Pokorski, Siwiec 1998, Haber, Urbański 2008].

Równie ogromną zaletą różaneczników jest aspekt dekoracyjny podnoszący walory estetyczne oraz wizualne. Zieleń jest integralną częścią architektury miasta, które razem tworzą spójną kompozycję i jedno bez drugiego nie dawałoby aż tak pozytywnego odbioru. Należy podkreślić więc znaczenie roślin wiecznie zielonych, które przez większość czasu tworzą tło dla pozostałych elementów kompozycji, a w określonych miesiącach same są jej głównym elementem [Pokorski, Siwiec 1998, Haber, Urbański 2008].

O wartości różaneczników decyduje bardzo duża zmienność barw kwiatów, utrzymujące się zimą liście na krzewie oraz wartość dodana, czyli orientalny charakter rośliny. Również ogrodnicy zwracają uwagę na różnorodne terminy kwitnienia, co pozwala na stworzenie ciekawych kolekcji. Aby różaneczniki odwdzińczyły się bujnym wzrostem i atrakcyjnym kwitnieniem, należy im zagwarantować wilgotne, lekko ocienione i osłonięte stanowisko, a także przepuszczalne, żyzne i kwaśne (pH 4-5) podłoże [Seneta i Dolatowski 2005]. Ze względu na płytki system korzeniowy, nie powinno się ich sadzić w pobliżu roślin o podobnym zasięgu korzeni, ponieważ mogą konkurować ze sobą o wodę i składniki pokarmowe. Warto zaznaczyć, że w sprzyjających warunkach różaneczniki są roślinami długowiecznymi i dożywają nawet ponad 200 lat [Czekalski 1991]. Najefektniej wyglądają posadzone w większych grupach po kilka odmian o różnej barwie kwiatów i terminie kwitnienia – dzięki temu efekt dekoracyjności będzie trwał dłużej. Dobrym tłem będą drzewa iglaste (cis, żywotniki, sosny, jodły), które stworzą kontrast z wyrazistymi kwiatami, a w okresie zimy osłonią krzewy przed zimnymi podmuchami wiatru. Również atrakcyjnie wyglądają w połączeniu z drzewami i krzewami liściastymi o głębokim systemie korzeniowym – dęby, jarzęby, klony japońskie, rokitniki, oliwniki oraz z innymi roślinami z rodzaju *Rhododendron*, np.: wrzosy i wrzośce. W ogrodach przydomowych najczęściej sadi się odmiany osiągające niewielkie rozmiary, natomiast do parków wybiera się silne i duże okazy (2-3 metry wysokości), które świetnie sprawdzają się jako nasadzenia soliterowe



pod koronami drzew. Odmiany drobnolistne, karłowe i drobnokwiatowe są wykorzystywane do tworzenia ogrodów skalnych i alpinariów, jednak pod warunkiem odpowiedniego przygotowania podłoża. Coraz częściej można spotkać w przestrzeni miejskiej odmiany różaneczników odporne na zanieczyszczenia powietrza (np. 'Roseum Elegans'), gdzie duże znaczenie ma płytki system korzeniowy ze względu na ograniczoną przestrzeń dla rozwoju korzeni. Najczęściej sadi się okazy 6-8-letnie w dość dużych pojemnikach wypełnionych mieszanką torfu, częściowo rozłożonego igliwia sosnowego, żwiru, dobrze rozłożonego nawozu bydlęcego oraz gliny [Czekalski 1991]. Mogą dekorować place i skwery, jednak należy pamiętać o regularnym zmienianiu pojemników na większe, intensywnym dokarmianiu od maja do sierpnia oraz zimowaniu roślin w pomieszczeniach o temperaturze 2-4 °C [Czekalski 1991]. Znaczenie różaneczników w przestrzeni miejskiej podkreślają Samecka-Cymerman i Kempers [1999]. W przeprowadzonych badaniach wykazali, że rosnące w Ogrodzie Botanicznym we Wrocławiu *R. catawbiense* posiadają zdolność do gromadzenia metali ciężkich z powietrza. Dzięki temu, przy doborze odpowiednich odmian, mogą stać się bioindykatorami w miastach narażonych na nadmierną koncentrację zanieczyszczeń powietrza i gleby. Natomiast znaczenie ozdobne mieszańców (*R. ponticum*) różaneczników podkreślają Čeplová i in. [2017] w pracy poświęconej roślinności występującej w Brnie w Czechach. Również Suzuki i in. [2009] podkreślają rolę *R. pulchrum* w oczyszczaniu wielkomiejskiego powietrza miasta Okayama w Japonii, który akumuluje w swoich liściach związki ołowiu, niklu i cynku. Stwierdzają, że krzewy posadzone wzdłuż ruchliwych ulic narażonych na powstawanie zanieczyszczeń związanych z ruchem samochodów wyglądają nie tylko dekoracyjnie, ale mają ogromny wpływ na zmniejszanie szkodliwych substancji w dużych aglomeracjach. Należy także wspomnieć, że wiele europejskich miast jest bogato obsadzonych różanecznikami, które są spotykane na każdym kroku. Jednym z piękniejszych miast jest Dortmund w Niemczech, gdzie krzewy rosną nie tylko w znanym ogrodzie botanicznym Rombergpark, ale także w całym mieście. Można je spotkać niemal na każdej ulicy. Podobnie jest w Hamburgu, gdzie bardzo atrakcyjny jest park-cmentarz Ohlsdorf. Łatwo tam znaleźć okazy 80-letnie w parkach, choć rosną one także bliżej centrum. Warto wspomnieć szczególnie o Parku Rhododendronów Kromalu w Gablenz we wschodnich Niemczech, gdzie największe wrażenie robi wawóz obsadzony krzewami. Również w polskich miastach różaneczniki są z powodzeniem stosowane. Duże nasadzenia można spotkać w Rawiczu na drugich co do wielkości plantach w Polsce, gdzie występują wieloodmianowe kompozycje.

Rośliny z rodzaju *Rhododendron* nie tylko pełnią funkcje dekoracyjne. Są wykorzystywane w medycynie naturalnej do leczenia stanów zapalnych skóry, przeciwbólowo, przeziębienia, astmy oraz zaburzeń żołądkowo-jelitowych [Popescu i Kopp 2013]. Farmakologiczne znaczenie mają głównie w Azji – Chiny, Indie, Nepal, Tybet, Rosja. Najczęściej wykorzystywanym surowcem są liście, np. *R. brachycarpum* [Choi, Rhim 2011], kwiaty, np. *R. arboreum* [Agarwal i Kalpana 1988, Verma i in. 2011], korzenie i owoce, np. *R. molle* [Zhou i in. 2011].

Badania *in vivo* i *in vitro* ekstraktów roślinnych wykazały różnorodne aktywności biologiczne, takie jak działanie przeciwzapalne, przeciwbólowe, przeciwbakteryjne, przeciwcukrzycowe, owadobójcze i cytotoksyczne [Popescu i Kopp 2013]. Bardzo duże znaczenie mają ekstrakty z liści *R. arboreum* oraz *R. campanulatum*, które dzięki antybakteryjnemu działaniu mają zastosowanie w medycynie - w leczeniu wielu zakażeń ludzkimi patogenami, m.in. *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* i *Staphylococcus aureus* [Prakash i in. 2016]. Natomiast ekstrakt z kwiatów *R. arboreum* wykazuje działanie antybakteryjne, przeciwgrzybicze oraz odżywcze [Sonar i in. 2012] i może w przyszłości posłużyć jako komponent do leków chemioterapeutycznych [Saklani i Chandra 2015].

W Europie wykorzystuje się, m.in. w Turcji *R. luteum* i *R. ponticum*, w leczeniu bólów reumatycznych oraz infekcji grzybowych [Tasdemir i in. 2003]. W Polsce wykorzystywano kiedyś *R. tomentosum* do inhalacji w leczeniu chorób płuc [Popescu i Kopp 2013].

Od wielu lat obserwuje się także toksyczne działanie *R. ponticum*, *R. aureum* i *R. maximum* głównie w wyniku dostania się miodu otrzymanego z nektaru tych kwiatów do organizmu człowieka [Wood i in. 1954]. Może on powodować zaburzenia żołądkowo-jelitowe, zawroty głowy, niedotlenienie i bradykardię w niższych dawkach oraz przy wyższych – zaburzenia świadomości, drgawki i zatrzymanie pracy serca [Dursunoglu i in. 2007]. Pierwsze symptomy pojawiają się w ciągu 2 godzin od spożycia, a ustępują po 24 godzinach. Zgony nie zostały odnotowane [Yavuz i in. 1991]. Natomiast do zatrucia i śmierci dochodzi po spożyciu takiego miodu przez zwierzęta – kozy, owce, kangury [Popescu i Kopp 2013].

Różaneczniki mają także znaczenie w zwalczaniu roztoczy *P. cuniculi* występujących u bydła (u owiec, koni, królików, kóz), które powodują wysypki skórne, a przy wysokim obciążeniu pasożytniczym mogą prowadzić do śmierci. Olejki eteryczne ze świeżych liści i pędów *R. nivale* zostały uznane przez Guo i in. [2017] jako alternatywa dla komercyjnych środków roztoczobójczych.

Różaneczniki są także stosowane w garbarstwie, przemyśle kosmetycznym oraz w meblarstwie [Czekalski 1991].

## 2.8 Metody hodowli

Hodowla różaneczników obecnie nie stanowi większych problemów i daje ogromne możliwości do tworzenia odmian o korzystnych i pożądanym cechach. Możliwości krzyżowania w obrębie rodzaju *Rhodoendron*, ale także w obrębie całej rodziny *Ericaceae* oraz rozwój technik biotechnologicznych, pozwala na przyspieszenie procesu hodowlanego. Obecnie widać coraz większą przewagę nowoczesnych metod rozmnażania nad tradycyjną hodowlą, która zajmuje więcej czasu i nie zawsze przynosi zamierzone efekty.

### 2.8.1 Metody tradycyjne

Najstarszą i najprostszą metodą hodowli różaneczników jest selekcja. Polega ona na wieloletniej obserwacji i wyborze osobników, które będą stanowiły nowe odmiany lub materiał wyjściowy do następnych krzyżowań. Dzięki tej technice powstało wiele powszechnie uprawianych odmian. Dużym ograniczeniem tej metody jest długi okres rozwoju roślin do momentu osiągnięcia zdolności do kwitnienia (nawet ponad 6 lat). Proces ten można skrócić poprzez uprawę pod osłonami, ale także wspomaganie hodowli metodami laboratoryjnymi [Muras 2004].

Krzyżowanie oddalone to kolejna powszechnie stosowana metoda uzyskiwania nowych odmian różaneczników. Duże znaczenie odgrywa krzyżowanie międzygatunkowe, a także międzyrodzajowe, ponieważ różnorodność taksonów należących do rodziny *Ericaceae* i rodzaju *Rhododendron* daje spore możliwości [Muras, Klein 1998]. W tego typu pracach hodowlanych bardzo ważna jest staranność doboru form rodzicielskich oraz cech, które ma przejawiać uzyskany mieszaniec. Sprowadza się to do wyboru płodnych taksonów wykazujących podobieństwa w budowie organów generatywnych [Williams i in. 1990a]. W ten sposób powstało wiele odmian wielkokwiatowych. Najlepsze rezultaty daje krzyżowanie gatunków w obrębie sekcji i podrodzajów, choć nie wyklucza się także krzyżowania form należących do innych rodzajów [Kehr 1996].

Rozmnażanie różaneczników z sadzonek pędowych jest jednym z podstawowych sposobów produkcji krzewów. Ważne jest, żeby wydajność ukorzeniania wynosiła 50-70% w zależności od gatunku i odmiany. Jako rośliny mateczne wybiera się te o bujnym wzroście, wysokiej zdrowotności i wielu pędach bocznych, które wyłamuje się ze środkowej i dolnej

części krzewu. Najlepszy efekt można uzyskać z pędów tegorocznych, średnio zdrewniałych, bez pąków kwiatowych – takie sadzonki dobrze się ukorzeniają [Czekalski 1991].

W procesie ukorzenia się wyróżnia się trzy fazy: indukcja, inicjacja i ekspresja. Faza indukcyjna jest pozbawiona widocznego podziału komórek i obejmuje przeprogramowanie komórek docelowych, co prowadzi do powstania merystemów. Podczas fazy inicjacji powstają pierwsze zawiązki korzeni, a faza ekspresji odpowiada ich wzrostowi i ustanowieniu połączeń naczyniowych między nowo utworzonym korzeniem a pierwotnym wycięciem łodygi [da Costa i in. 2013].

Obecnie prowadzi się badania nad wczesnym wykrywaniem sukcesu ukorzenia się rododendronów za pomocą markerów metabolicznych. Merge i in. [2011] badali proces tworzenia się korzeni wykorzystując aktywność peroksydazy i stężenia skrobi w trakcie faz ukorzenia się. Stwierdzili, że w przeciwieństwie do stabilnej zawartości skrobi aktywność peroksydazy spadła w fazie indukcji, wzrosła w fazie inicjacji i ponownie spadła w fazie ekspresji, tym samym wskazując rośliny, na których można wykorzystać taki marker. Parametry fluorescencji chlorofilu również ściśle odpowiadały zmianom związanym z szczepieniem rododendronów i przypadkowym tworzeniem się korzeni [Dokane i in. 2013]. W ciągu pierwszych 4 dni zmniejszyły się one prawdopodobnie z powodu zranienia i stresu wodnego we wczesnych stadiach procesu szczepienia, a następnie wzrosły i spadły ponownie do dnia 13, kiedy zaobserwowano mostki kalusowe w okolicy przeszczepu, i ostatecznie zmieniły się, co przypisano tworzeniu korzenia.

Popularnym sposobem rozmnażania różaneczników na większą skalę jest metoda wykorzystująca sadzonki pędowe, które umieszczane są w tunelach foliowych z podgrzewanym podłożem. Obecnie wykorzystuje się nowoczesne stoły uprawowe, które wypełnia się podłożem składającym się z torfu wysokiego, kory sosnowej i perlitu. Czekalski [1991] oraz Contreras i in. [2007] podają, że najlepsze podłoże do ukorzenia sadzonek pędowych to torf i perlit wymieszany w stosunku 1:1, z kolei Grzeszczak-Nowak i Muras [2004] uważają, że korzystniej na rośliny wpływa podłoże o tych samych składnikach w stosunku 1:3 lub 1:4. Badania pokazują, że także podłoże o komponentach wymieszanych w stosunku 10 % perlitu i 90% torfu daje dobre rezultaty [Vejsadová 2008]. Stosowane jest również podłoże składające się z kory sosnowej, perlitu i torfu wysokiego wymieszanych w stosunku 1:1:1 [Marian 2001, Nawrocka-Grześkowiak 2004]. Najczęściej wykorzystuje się młode, zdrowe i bez oznak chorobowych przyrosty jednoroczne zawierające przynajmniej 4 liście, które pobiera się od połowy lutego do początku kwietnia. Końcówki pędów traktuje się hormonami wzrostu (kwas indolilo-3-masłowy – IBA, kwas naftylo-1-octowy – NAA),

które stymulują wytwarzanie korzeni, a następnie umieszcza się je w podłożu na głębokości około 1 cm [Czekalski 1991, Grzeszczak-Nowak, Muras 2004, Vejsadová 2008]. Na stołach uprawowych utrzymuje się stałą temperaturę podłoża, która wynosi 17,2-22,8 °C [Czekalski 1991]. Czas potrzebny do otrzymania ukorzenionych sadzonek wynosi 8 miesięcy u różaneczników oraz 9 miesięcy u azalii [Nawrocka-Grześkowiak 2004]. Przy zastosowaniu tej metody obserwuje się wysoki współczynnik ukorzeniania na poziomie 74% [Czekalski 1991], co sprawia, że omawiana technika ma duże znaczenie wśród tradycyjnych sposobów rozmnażania różaneczników.

## **2.8.2 Metody biotechnologiczne**

### **2.8.2.1 Metody *in vitro***

Wykorzystanie regeneracji roślin w kulturach *in vitro* jest podstawową techniką laboratoryjną. Może przyspieszyć i uprościć prace hodowlane, jest także wykorzystywana w innych metodach biotechnologicznych. Przede wszystkim pozwala uniezależnić się od pory roku i warunków atmosferycznych. Ma także ogromne znaczenie, gdy taksony są niepłodne lub trudno rozmnażają się z nasion, również gdy dysponuje się niewielką ilością materiału wyjściowego [Giel, Bojarczuk 2001, Madej i in. 2005, Singh, Gurung 2009]. Kultury *in vitro* stanowią doskonały sposób na uzyskanie roślin dobrze rozkrzewionych o intensywnym wzroście i odporności na choroby zwłaszcza w pierwszych latach uprawy. Pozwalają także ominąć bariery krzyżowania, co prowadzi do powstawania mieszańców oddalonych o korzystnych cechach niemożliwych do uzyskania w tradycyjnej hodowli [Bojarczuk 1995]. Jako materiał wyjściowy wykorzystuje się różne części różaneczników. W zależności od rodzaju badań, mogą to być: liście [Imel i Preece 1988, Iapichino i in. 1992, Vejsadova 2008, Pavingerová D. 2009], kalus [Economou i in. 1988, Harbage i Stimart 1987], pąki kwiatowe [Meyer 1982, Gertnere i Tomsone 1996, Pavingerová i in. 2000], załącznia [Dai i in. 1987], wierzchołki pędów [Iapichino i in. 1991] oraz pręciki [Shevade i Preece 1993]. Powszechnie dla roślin wrzosowatych używana jest pożywka Andersona z 1984 roku [Anderson 1984] oraz jej liczne modyfikacje i różne koncentracje [Iapichino i Chen 1995, Mertens i in. 1996, Pavingerová i in. 2000, Rahimia i in. 2013]. Również korzysta się z pożywki dla roślin o pędach zdrewniałych WPM [Knapp i in. 2001], a także dobre wyniki uzyskiwane są na podłożu MS (Murashige & Skoog) [Murashige i Skoog 1962] oraz jego kombinacje z pożywką Andersona [Preil i Engelhardt 1977, Almeida i in. 2005, Hebert i in. 2010].

W ostatnich latach, poza dobrze przebadaną pożywką Andersona, coraz częściej wykonuje się doświadczenia wpływu pożywki MS i WPM na rozwój różaneczników w kulturach *in vitro*. W badaniach przeprowadzonych przez Vejsadová na 12 odmianach różaneczników [2008] zaobserwowano wysoką intensywność produkowania pędów na pożywce MS z dodatkiem 6 mg/l 2iP (2-izopentyloadenina). Doświadczenia wykonane przez Hebert i in. [2010] na R. *Fragrantissimum Improved* opierały się na wykorzystaniu pożywki MS oraz regulatorów TDZ i NAA. Zauważono intensywną regenerację eksplantatów liściowych na podłożu z dodatkiem 1,9 mg/l TDZ oraz 1,8 mg/l NAA. Z kolei Kutas i in. [2016] wykorzystali 9 modyfikacji pożywek MS, WPM oraz Andersona do określenia kierunku morfogenezy pośredniej i bezpośredniej u R. *luteum*. Uzyskane wyniki pokazały, że najintensywniejszy wzrost obserwowano na pożywkach zawierających makro i mikroelementy pożywek WPM oraz Andersona z dodatkiem 4 mg/l IAA i 15 mg/l 2iP. Natomiast Singh i in. [2016] wykorzystali pożywkę MS, ½ MS i Andersona oraz regulatory 2iP, IBA i IAA do regeneracji pędów oraz stymulowania ukorzenia R. *griffithianum*. Doświadczenie pokazało, że najkorzystniejsza proliferacja miała miejsce u eksplantatów rosnących na podłożu Andersona z 1 mg/l 2iP oraz 0,25 mg/l IBA, natomiast do ukorzenia najlepsza była pożywka Andersona z dodatkiem 0,4 mg/l IBA.

Do stymulowania wzrostu i rozwoju wykorzystywane są różne pożywki i kombinacje regulatorów wzrostu. Najbardziej obszerne badania zostały przeprowadzone przez Almeida i in. [2005] na R. *ponticum* L. subsp. *baeticum* (Boissier, Reuter) Handel-Maz- zetti. Zbadano wpływ pożywki Andersona oraz regulatorów wzrostu 2iP, BA (6-benzyloadeninopuryna), Kin, zeatyny z IAA (kwas indolilo-3-octowy) na rozwój fragmentów wierzchołkowych rośliny i pędów z pąkami bocznymi. Zaobserwowano najintensywniejszy wzrost obu rodzajów pędów na pożywce z dodatkiem 4,0 mg/l zeatyny i 1,0 mg/l IAA. Zbadano także wpływ koncentracji makroelementów w pożywce Andersona oraz dodatku IBA i NAA na wytwarzanie korzeni. Doświadczenie to pokazało, że najkorzystniej na ukorzenie wpływa pożywka zawierająca połowę makroelementów, a dodatek regulatorów był statystycznie nieistotny.

Podobnie obszerne badania zostały wykonane przez Mao i in. [2011], wykorzystując nasiona trzech endemicznych gatunków różaneczników (R. *dalhousiae* var. *rhabdotum*, R. *elliottii*, R. *johnstoneanum*) do założenia kultury *in vitro*, a następnie przeprowadzenia badań wpływu regulatorów wzrostu na mikrorozmnażanie oraz ukorzenie eksplantatów. Sprawdzone wpływ regulatorów 2iP, BA, Kin, IBA (kwas indolilo-3-masłowy), NAA (kwas naftylo-1-octowy) dodanych do pożywki Andersona na wzrostu eksplantatów pędowych.

Zaobserwowano najkorzystniejszy wpływ pożywki z dodatkiem 1 mg/l 2iP. Określenia wpływu regulatorów (IBA, NAA) na ukorzenianie pozwoliło zaobserwować najkorzystniejszy wpływ 1,3 mg/l IBA.

Często używana jest także pożywka Andersona z dodatkiem regulatora TDZ (thidiazuron), którą można z powodzeniem stosować w morfogenezie roślin o zdrewniałych pędach [Zaytseva i in. 2016]. Zaytseva i in. [2016] przeprowadzili doświadczenie na *R. sichotense* Pojark. oraz *R. catawbiense* 'Grandiflorum' dotyczące wpływu TDZ na wytwarzanie pędów z eksplantatów liściowych. Zaobserwowano, że niższe stężenia badanego regulatora (1,0 mg/l TDZ) wpływają korzystniej na formowanie pędów, z kolei dodatek 0,5 mg/l, 1,0 mg/l oraz 5,0 mg/l TDZ stymuluje powstawanie kalusa. Jednocześnie odnotowano ciemnienie i zamieranie liści na pożywkach zawierających powyżej 10 mg/l TDZ [Zaytseva i in. 2016]. Przeprowadzone zostały także inne badania mające na celu określenie wpływu TDZ w połączeniu z ausynami IAA [Pavingerová 2009] i NAA [Hebert i in. 2010]. Pavingerová [2009] zaobserwowała u 15 odmian wzrost pędów na pożywce Andersona z dodatkiem 0,01 mg/l IAA oraz 5 mg/l TDZ, z kolei Hebert i in. [2010] zauważył u odmiany *Fragrantissimum Improved* korzystny wpływ 2 mg/l TDZ oraz 1,8 mg/l NAA na formowanie pędów. Rahimi i in. [2013] zbadali oddziaływanie TDZ, zeatyny oraz 2iP na wzrost eksplantaów *R. indicum*. Doświadczenie pokazało, że „mimo iż TDZ i zeatyn korzystnie stymulowały na rośliny, to 10 mg/l 2iP miało największe znaczenie przy formowaniu nowych pędów.

Zestawienie omówionych badań znajduje się w tabeli nr 1.

#### **2.8.2.2 Poliploidyzacja**

Tworzenie poliploidów ma znaczenie w kontekście polepszenia wartości dekoracyjnych różaneczników – rośliny mają większe i intensywniej pachnące kwiaty oraz dłuższy okres kwitnienia [Czekalski 1991, Kehr 1996, Väinölä 2000]. Również charakteryzują się grubszymi pędami i bardziej zwartym pokrojem [Czekalski 1991, Kehr 1996]. Podwajanie liczby chromosomów ma także znaczenie przy przywracaniu płodności mieszańcom oddalonym [Czekalski 1991]. Do poliploidyzacji wykorzystuje się kolchicynę lub oryzalinę [Kehr 1996, Väinölä 2000]. Szybkie i dokładne określenie stopnia ploidalności można określać za pomocą cytometrii przepływownej, która obecnie jest najczęściej używaną techniką analityczną stosowaną w biotechnologii [Väinölä 2000, De Schepper i in. 2001, Madej i in. 2005].

### 2.8.2.3 Transformacje

Począwszy od połowy lat dziewięćdziesiątych, rozwój genetyki molekularnej jest ogromny, a co za tym idzie, intensywność badań rodzaju *Rhododendron* jest coraz większa. Badań z zakresu inżynierii genetycznej jako pierwsze podjęły Czechy, a później Japonia i Belgia [Czernicka i Klein 2007]. Zdolność do transformacji roślin poprzez włączanie do genomu innych genów kodujących pożądane cechy oraz opracowanie protokołów stwarza wiele możliwości i pozwala na ominięcie barier krzyżowania [Madej i in 2006].

Obecnie istnieją dwie możliwości transformacji różaneczników: metoda wektorowa wykorzystująca *Agrobacterium tumefaciens* [Ueno i in. 1996, Pavingerowá i in. 1997, Dunemann i in. 2002] oraz *Agrobacterium rhizogenes* [Tripepi i in. 1999] oraz metoda bezwektorowa – mikrowstrzeliwanie [Knapp i in. 2001]. Pierwsza technika polega na wprowadzeniu fragmentu plazmidu bakteryjnego zawierającego geny, które mają zostać włączone do genomu rośliny. Z kolei druga opiera się na wstrzeliwaniu wolframowych mikronośników zawierających spłaszczony DNA do komórek roślinnych przy pomocy działka biobalistycznego [Madej i in. 2005].

Początkowo do genomu roślin z rodzaju *Rhododendron* wprowadzano geny selekcyjne i reporterowe, co było istotne dla opracowania prawidłowej metodyki. Późniejsze badania opierały się już na wykorzystaniu genów użytkowych. Stosowano geny selekcyjne *nptII* i *hpt* warunkujące odporność na antybiotyki. Z kolei spośród genów reporterowych wykorzystano gen *uidA* (GUS) kodujący enzym  $\beta$ -D-glukuronidazę oraz gen *gfp* kodujący białko zielonej fluorescencji [Ueno i in. 1996, Pavingerowá i in. 1997, Tripepi i in. 1999, Madej i in. 2006]. Rozwój badań oraz doskonalenie technik pozwoliło na wprowadzenie genów użytkowych do genomu różaneczników, co pozwoliło uzyskać korzystne zmiany, m.in. w morfologii roślin, budowie systemu korzeniowego oraz przyswajaniu żelaza. Ueno i in. [1996] wykorzystali do transformacji gen *rolC* pochodzący od *Agrobacterium rhizogenes*, co pozwoliło zmniejszyć dominację szczytową pędu oraz skrócić międzywęźla. Z kolei wykorzystanie genów *35S-rolB* i *rolABC* przyczyniło się do lepszego ukorzenia sadzonek oraz poprawy systemu korzeniowego, co jest ważne z punktu widzenia hodowcy. Duże znaczenie ma także wprowadzenie genu *Fro2* (reduktaza chelatów żelaza), który usprawnia pobieranie żelaza z gleby o niskiej zawartości tego składnika [Dunemann i in. 2002]. Prowadzone są także badania nad transformacjami, które powodują zmiany barwy kwiatów oraz zwiększają odporność na szkodniki, co sprzyja obniżeniu kosztów środków ochrony roślin w masowej produkcji [Madej i in. 2006].



#### **2.8.2.4 Markery molekularne**

Markery molekularne zaczęto wykorzystywać w badaniach dotyczących rodzaju *Rhododendron* już w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku – były to markery izoenzymatyczne oraz markery oparte o technikę PCR, które mają większe znaczenie w pracach hodowlanych. Są to dokładniejsze techniki, które wykazują duży polimorfizm na poziomie populacyjnym i podgatunkowym, a także mają charakter dominacyjny [Crowford 2000, Madej i in. 2005]. Markery są stosowane do określenia naturalnej genetycznej zmienności populacji oraz do badania ich różnorodności genetycznej na poziomie molekularnym [Zhao i in. 2012, Xu i in. 2017]. Dzięki markerom stała się możliwa m.in. identyfikacja gatunków i odmian, określenie ich dystansu genetycznego oraz pokrewieństwa i pochodzenia ewolucyjnego, co pozwoliło na ujednoczenie skomplikowanej taksonomii różaneczników. Ponadto ułatwiły określenie obecności genów warunkujących pożądaną cechę oraz ich identyfikację oraz ocenę stabilności genetycznej w początkowym etapie rozwoju uzyskanego potomstwa [Sztuba-Solińska 2005]. Lepsze określenie różnorodności genetycznej populacji i jej poszczególnych osobników jest niezbędne dla zachowania zagrożonych gatunków, ale także dla określenia dynamiki rozwoju populacji, ewolucji gatunku oraz zdolności do adaptacji w nowych warunkach [Zhao i in. 2012]. Wykorzystanie markerów molekularnych stało się przydatnym i niezastąpionym narzędziem w hodowli różaneczników, ponieważ umożliwiło pokonanie wielu barier w tradycyjnej hodowli [Sztuba-Solińska 2005]. Badania roślin z rodzaju *Rhododendron*, opierające się na określeniu zróżnicowania genetycznego, wykorzystują techniki takie jak elektroforeza na żelu agarozowym oraz markery molekularne RAPD, AFLP, ISSR, ITS [Zhao i in. 2012, Xu i in. 2017]. Zestawienie doświadczeń znajduje się w tabeli nr 2.

Najprostszą metodą wykorzystującą amplifikację DNA jest technika DAF – DNA fingerprinting. Obejmuje ona izolację DNA z wybranej rośliny oraz przeprowadzenie reakcji PCR z wykorzystaniem startera o długości 5-8 par zasad, a także wykonanie elektroforezy otrzymanych produktów na denaturującym żelu poliakrylamidowym. Metoda ta zakłada, że każda roślina ma inną sekwencję nukleotydów w DNA, więc wzór prążków powinien być inny dla wszystkich badanych egzemplarzy. W badaniach różaneczników wykorzystano DNA fingerprinting do rozróżnienia dwóch gatunków: *R. atlanticum* oraz *R. arborescens* [Rayburn i in. 1993]. Technika DAF może mieć duże znaczenie w wykrywaniu mutacji powstających w trakcie mikrorozmnażania roślin oraz do ustalenia pokrewieństwa między odmianami [Madej i in. 2005]. Zestawienie przeprowadzonych do tej pory badań znajduje się w tabeli 2.

Najczęściej stosowaną techniką opartą o markery DNA jest metoda RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA – losowo amplifikowany polimorficzny DNA [Madej i in. 2005]. Technika tak opiera się na reakcji PCR z wykorzystaniem krótkiego startera (9-11 nukleotydów) o przypadkowej sekwencji [Williams i in. 1990b, Welsh, McClelland 1990] i pozwala na wykrycie różnic w sekwencji całego genomu rośliny. Powstające polimorficzne produkty mogą być wynikiem zmiany pary zasad (delecji lub/i insercji) w miejscu, gdzie przyłącza się starter do matrycy DNA [Williams i in. 1990b]. Występowanie produktów polimorficznych lub ich brak, a także ich suma, mogą posłużyć do określenia dystansu genetycznego pomiędzy poszczególnymi osobnikami [Hadrys i in. 1992, Iqbal i in. 1995, Mondini i in. 2009]. Metoda ta jest stosowana do poszukiwania markerów ważnych cech użytkowych [Masojć 2007] oraz do konstrukcji map genetycznych [Hadrys i in. 1992], dzięki powstawaniu praktycznie nieograniczonej liczby sekwencji 10-nukleotydowych starterów. Dużą popularność markery RAPD zawdzięczają szybkości i prostocie reakcji oraz braku potrzeby znajomości docelowej sekwencji dla zaprojektowania starterów, a także możliwości wykorzystania jedynie niewielkiej ilości matrycowego DNA [Williams i in. 1990b, Mondini i in. 2009]. Technika RAPD jest wykorzystywana w wielu badaniach dotyczących rodzaju *Rhododendron* [Kobayashi i in. 1996, Chamberlain i in. 1998, Liu i in. 2012]. Szczególnie należy zwrócić uwagę na badanie przeprowadzone przez Iqbal i in [1994], w którym 7 spośród 20 testowanych starterów RAPD pozwoliło na rozróżnienie *R. arborescens*, *R. atlanticum*, *R. formosum* var. *Inaequale* i *R. kawakamii*. Z kolei w roku następnym ci sami badacze za pomocą techniki RAPD uzyskali polimorfizmy różnicujące 13 gatunków, odmian oraz mieszańców, a także opracowali fenogram, który pozwolił na odzwierciedlenie stopnia pokrewieństwa genetycznego pomiędzy badanymi roślinami [Iqbal i in. 1995]. Rok później Kobayashi i in. [1996] wykorzystali 7 starterów do zbadania form rodzicielskich azalii o żółtych kwiatach oraz ich potomstwa pod względem charakteru mieszańcowego. Markery RAPD mogą być także wykorzystywane do identyfikacji różaneczników wyhodowanych metodami *in vitro*. Atak i in. [2011] poddali promieniowaniu gamma dwie odmiany różaneczników wyhodowane w warunkach laboratoryjnych, co spowodowało intensywniejsze wytwarzanie pędów oraz korzeni. Za pomocą 8 starterów RAPD zbadano dystans genetyczny pomiędzy mutantami, a formami rodzicielskimi, co pokazało zmiany w genomie różaneczników, które powstały w wyniku promieniowania. Liu i in. [2012] przeprowadzili badania dotyczące wpływu wysokości, na jakiej rosną różaneczniki, na zróżnicowanie genetyczne krzewów *R. aureum* rosnących na północnym zboczu gór Changbai w Chinach. Pokazano dużą zmienność genetyczną pomiędzy roślinami z wyższych partii gór

w porównaniu do tych, które rosną w środkowej i dolnej części zbocza, co wskazuje na wyraźny wpływ czynnika stresowego (wysokości) na wytworzenie dystansu genetycznego pomiędzy osobnikami. Także badania Du i in. [2011] udokumentowały zmienność morfologiczną wywołaną stresem związanym z wysokością występowania różaneczników (*R.chrysanthum*).

Z powodu niskiej powtarzalności oraz ograniczonej zdolności do określania dystansu genetycznego między osobnikami częściej wykorzystuje się metodę AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) – polimorfizm długości amplifikowanego fragmentu [Zhao i in 2012]. Technika ta polega na poddaniu wyizolowanego genomowego DNA trawieniu przez dwa enzymy endonukleazowe restrykcyjne, które tną materiał na odpowiednie fragmenty oraz wykonaniu reakcji PCR [Mondini i in. 2009]. Metodę tę stosuje się do określenia homo lub heterozygotyczności analizowanego osobnika oraz do wykonania map genowych. Wadą metody jest konieczność posiadania dużej ilości materiału wyjściowego, który jest potrzebny do trawienia restrykcyjnego [Sztuba-Solińska 2005]. Markery AFLP są powszechnie stosowane do badań nad charakterystyką genetyczną populacji oraz określania zmienności genetycznej między osobnikami [Zhao i in. 2012]. Badania przeprowadzone przez Powell i in. [1996] pokazują duże znaczenie markerów AFLP w określaniu rozkładu genów u dzikich form oraz ich różnorodności genetycznej w obrębie populacji. Z kolei Vos i in. [1995] wykazali markery jako bardzo przydatną metodę wykrywania polimorfizmów DNA oraz możliwość analizy dużej ilości loci, które wykazują wysoki polimorfizm i powtarzalność. Erfmeier i in [2011] wykorzystali technikę AFLP do analizy 6 gatunków z rodzaju *Rhododendron* pod kątem różnorodności genetycznej warunkującej cechy morfologiczne i ekologiczne sprzyjające inwazyjności na Wyspach Brytyjskich. Z kolei Zhang i in. [2017] przeprowadzili badania 3 gatunków (*R. delavayi*, *R. irroratum*, *R. decorum*) rosnących w rezerwacie przyrody Baili Rhododendron Nature Reserve w południowo-wschodnich Chinach w celu określenia charakteru mieszańcowego form rodzicielskich i potomnych.

Markery ISSR (Inter-Simple Sequence Repeats) – polimorfizm sekwencji międzymikrosatelitarnych służą do identyfikacji i oceny polimorfizmu długości obszarów DNA znajdujących się między przeciwlegle skierowanymi takimi samymi sekwencjami mikrosatelitarnymi [Zietkiewicz i in. 1994]. Technika ta ma duże znaczenie pod względem poszukiwania obszarów kodujących z markerami, a dużą popularność zawdzięcza prostocie wykonania, wysokiej powtarzalności wyników [Sztuba-Solińska 2005] oraz braku konieczności posiadania informacji o docelowej sekwencji DNA [Morshedloo i in. 2015].

Również markery ISSR umożliwiają określanie odległości genetycznych między organizmami [Morshedloo i in. 2015, Xu i in. 2017]. W porównaniu do techniki RAPD wykorzystanie markerów ISSR pozwala wykryć większy poziom różnorodności genetycznej między poszczególnymi osobnikami [Dvorakova i in. 2015]. Z kolei Wolfe i Liston [1998] pokazali, że ISSR może dostarczyć bardziej wiarygodnych i powtarzalnych wyników niż RAPD podczas stosowania dłuższych starterów i wyższych temperatur wyżarzania. Xu i in. [2017] wykorzystali markery AFLP i ISSR do określenia zróżnicowania genetycznego i struktury *R. triflorum* zlokalizowanych w różnych regionach Tybetu. Uzyskane wyniki pokazały dużą zmienność genetyczną na poziomie gatunkowym, co było spowodowane m.in. różnicami środowiskowymi.

SSR (Simple Sequence Repeats), czyli mikrosatelitarny polimorfizm krótkich tandemowych powtórzeń, polega na analizie sekwencji mikrosatelitarnych DNA, które składają się z powtórzeń motywu o długości 1-4 nukleotydów. Do wykonania analizy sekwencji z wykorzystaniem systemu SSR stosuje się biblioteki genomowe oraz sondy mikrosatelitarne do wyselekcjonowania klonów zawierających komplementarne loci. Następnie poddaje się je sekwencjonowaniu, by na ich podstawie zaprojektować startery do amplifikacji repetytywnego DNA [Sztuba-Solińska 2005, Mondini i in. 2009]. Markery mikrosatelitarne są popularne ze względu na dużą różnorodność i łatwość oceny zmienności wielkości produktów dzięki reakcji PCR z wykorzystaniem pary starterów flankujących. Jednak konieczna jest znajomość sekwencji DNA, co ogranicza wykorzystanie tej metody do roślin uprawnych. W metodzie tej często wykorzystuje się EST (Expressed Sequence Tags), czyli znaczniki sekwencyjne, które zostały opisane dla wielu gatunków roślin uprawnych i znajdują się w bibliotece EST. Są to geny funkcyjne wykorzystywane jako narzędzie bioinformatyczne. Stosuje się je do identyfikacji markerów powiązanych z genem o wyższym poziomie polimorfizmu [Mondini i in. 2009]. Bruni i in. [2012] wykorzystali markery SSR do określenia różnorodności genetycznej *R. ferrugineum* w Alpach w momencie, gdy markery AFLP nie wykazały zróżnicowania genetycznego pomiędzy poszczególnymi osobnikami. Kwak i in. [2015] za pomocą 10 polimorficznych mikrosatelitarnych loci badali zagrożony gatunek *R. aureum* oraz blisko spokrewniony z *R. brachycarpum*. Uzyskane wyniki pokazały, że badane mikrosatelitarne loci będą użyteczne w określeniu różnorodności genetycznej i struktury populacji obu gatunków.

## 2.9 Zmienność morfologiczna różaneczników w kontekście zróżnicowania genetycznego

Tworzenie mieszańców jest procesem występującym u wszystkich organizmów, jednak właśnie u roślin naturalna hybrydyzacja ogrywa największą rolę, ponieważ bierze udział w powstawaniu nowych gatunków. Trzeba jednak podkreślić, że tempo ewolucji jest różne w poszczególnych rodzinach, a największe znaczenie mają młode osobniki. W rodzaju *Rhododendron* występowanie ogromnej ilości ogrodniczych mieszańców świadczy o słabości barier genetycznych w kontekście procesu ich powstawania [Zha i in. 2008].

Zha i in [2008] wykorzystali zróżnicowanie morfologiczne pomiędzy dwoma gatunkami rodzicielskimi pochodzącymi z różnych podsekcji (*R. delavayi* Franch., *R. decorum* Franch.) oraz ich mieszańcowego potomstwa występującego w Rezerwacie Natury Si Bao Shan. Potwierdzenia pokrewieństwa poszczególnych osobników na poziomie molekularnym szukali za pomocą markerów jądrowych (ITS, AFLP) i cytoplazmatycznych (cpDNA). Badanie potwierdziło, że oba gatunki tworzą naturalną strefę zawierającą formy mateczne oraz mieszańce łączące ich cechy morfologiczne.

Jednym z czynników sprzyjających tworzeniu nowych form mieszańcowych jest występowanie poszczególnych osobników tego samego gatunku w różnych warunkach świetlnych. Potwierdzają to badania Zhou i in. [2017], którzy badali wpływ cieniowania na rozwój anatomiczny i fizjologiczny *R. agastum*. Zaobserwowano, że różne zacienienie powoduje zmiany w budowie liści, zawartości chlorofilu, akumulacji biomasy, intensywności fotosyntezy oraz wytwarzaniu korzeni. Intensywność światła może zatem przyczyniać się do tworzenia nowych.

Powstawanie nowych mutacji morfologicznych jest kluczem do powstawania ciekawych i rzadkich form o niespotykanych cechach u tradycyjnych odmian. W Japonii prowadzi się wiele badań i dokłada starań, by utrzymać powstające w ten sposób mieszańce. Jedną z nich jest forma badana przez Tasaki i in [2015] posiadająca wąskie liście i płatki kwiatu, która jest podobna do istniejącej odmiany *R. macrosepalum* 'Seigaiha'. Doświadczenie miało na celu określenie wzoru dziedziczności mutacji wąskich liści. Przeprowadzenie wielu krzyżowań z roślinami o normalnych liściach pokazało, że jest to mutacja recesywna spowodowana przez jeden gen.

Istotny jest także wpływ zmian klimatu na fenologię i występowanie wielu gatunków, w tym różaneczników. Ogromne zróżnicowanie obserwuje się u krzewów rosnących na różnych wysokościach na zboczach Himalajów. Przeprowadzono liczne badania,

które potwierdzają zmiany w fenologii kwitnienia w wyniku zmian klimatycznych [Šabunaitė, Vitas 2013, Gaira i in. 2014, Hart 2015].

Analizy molekularne są stosowane jako potwierdzenie odrębności endemicznych okazów wykazujących zróżnicowanie morfologiczne. Często bowiem zdarza się, że dochodzi do spontanicznego tworzenia mieszańców, a efekt widoczny jest w postaci zmian wyglądu roślin. Ma i in. [2013] wykorzystali uniwersalne markery (rbcL, matK, trnH-psbA, ITS) do opisanie *R. baihuaense* jako nowego gatunku wykazującego zróżnicowanie w porównaniu z *R. hanceanum* i *R. genestierianum*. Różnica opierała się na innym kształcie i kolorze kwiatów oraz pokroju całej rośliny, co było wstępną podstawą domniemania odmienności genotypów.

### **3. MATERIAŁ**

#### **3.1 Materiał badawczy**

Materiał badawczy stanowią 8-letnie różaneczniki, które powstały w wyniku swobodnego zapylenia krzewów rosnących w Arboretum Leśnym im. Prof. Stefana Białoboka w Sycowie. Badaną kolekcję stanowią mieszańce uzyskane z nasion, których rodzice wywodzą się z narodowej kolekcji różaneczników odmiany łужицkiej w Wojsławicach. Wiosną 2008 roku nasiona zostały wysiane w tunelu foliowym na terenie szkółki Arboretum w Sycowie. Początkowo sadzonki wysadzono w rozstawie 70 x 60–70 cm, jednak z czasem uległa ona zmianie i doszło do zwiększenia odległości między krzewami w wyniku wypadania roślin. Krzewy różaneczników początkowo rosły w lekkim podłożu piaszczysto-żwirowym wzbogaconym próchnicą leśną i torfem wysokim, który utrzymuje odpowiednią pojemności wodną oraz odczyn. W 2012 roku krzewy przesadzono do części arboretum otwartej dla zwiedzających, gdzie znajdują się na zacienionym wniesieniu otoczonym przez płytki rów z wodą. Kolekcja przedzielona jest ścieżką, która umożliwia podziwianie kwitnących okazów (zdjęcia 1 i 2).

#### **3.2 Lokalizacja miejsca badań**

Arboretum Leśne im. prof. Stefana Białoboka zlokalizowane jest w województwie dolnośląskim na terenie gminy Syców w odległości 2 km od miejscowości Stradomia Dolna oraz 60 kilometrów na wschód od Wrocławia. Malowniczy obiekt znajduje się w kompleksie leśnym leżącym w Leśnictwie Stradomia, Obręb Syców, Nadleśnictwo Syców. Początkowo w 1990 roku miał on charakter specjalistycznej szkółki leśnej, gdzie produkowano głównie

drzewa i krzewy, jednak w 1994 został przekształcony w arboretum z bogatą kolekcją roślin drzewiastych. Ogromnym walorem dekoracyjnym jest występujący na omawianym obszarze bór mieszany z dominacją sosny (85%) oraz drzew liściastych: dąb szypułkowy (4%), brzoza brodawkowata (3%), olsza czarna (2%) i dąb bezszypułkowy (2%). Olbrzymia kolekcja różaneczników zgromadzona w całym arboretum obejmuje około 300 taksonów.

Teren, na którym znajduje się arboretum, charakteryzuje się klimatem przejściowym z wyraźnie zaznaczającym się wpływem klimatu kontynentalnego i morskiego. Zima, która trwa 90 dni, rozpoczyna się na przełomie listopada i grudnia. W tym czasie ilość mroźnych dni wynosi 30-50 dni, natomiast czas zalegania pokrywy śnieżnej trwa 50-60 dni. W tej lokalizacji ważnym parametrem jest także ilość dni z przymrozkami, która wynosi od 90 do 118. Obiekt charakteryzuje się okresem wegetacji trwającym około 210 dni. Źródłem przytoczonych danych jest automatyczna stacja meteorologiczna, która od 1997 roku znajduje się na terenie arboretum.

## **4. METODY**

### **4.1 Analiza zróżnicowania cech morfologicznych kolekcji różaneczników**

Pierwszym etapem przeprowadzonych badań było scharakteryzowanie zmienności mieszańców różaneczników zgromadzonych w omawianej kolekcji. Do jej określenia konieczne było wykonanie pomiarów i obserwacji według ściśle określonej metodyki. Następnie otrzymane dane zostały poddane analizie bioinformatycznej, w celu wyboru najatrakcyjniejszego genotypu, który później posłuży do stworzenia nowej odmiany o cechach niewystępujących na rynku. Do pogrupowania obiektów pod względem ich podobieństwa posłużyła analiza skupień, co umożliwiło wytypowanie najbardziej dekoracyjnych okazów.

#### **4.1.1 Pomiary i obserwacje polowe**

Wykonanie szczegółowych pomiarów miało na celu ocenę zmienności morfologicznej różaneczników pod kątem walorów ozdobnych i użytkowych. Początkowo, w 2012 roku, wyselekcjonowano 100 obiektów spośród wszystkich krzewów należących do kolekcji w Arboretum Leśnym na podstawie wizualnej atrakcyjności. W kolejnych latach dochodziło jednak do przemarzania krzewów, co spowodowało zmniejszenie ilości badanych obiektów

do 75 okazów. Szczegółowe pomiary i obserwacje były prowadzone zgodnie z przyjętą obowiązującą metodyką (UPOV/CPVO: TG/42/6 1995.10.20 CPVO/TP-042/1 Final 01.12.2005. Data i numer krajowej metodyki: RNA.01.12.2005) przez trzy sezony wegetacyjne począwszy od wiosny 2013 roku.

Pomiary i obserwacje prowadzono w trzech terminach. Na początku sezonu wegetacyjnego określono pomiary takie jak wysokość [cm] i szerokość [cm] całej rośliny, długość szypułki kwiatowej [cm], średnicę [cm] i wysokość [cm] kwiatu, liczbę płatków korony [szt.], długość [cm] i szerokość [cm] liścia z ogonkiem (tabela nr 3). Następnie w momencie pełnego rozwoju kwiatów zgodnie z metodyką OWT opisywano 27 cech (tabela nr 4). Z kolei na koniec sezonu wegetacyjnego w każdym roku wykonywano pomiary jesienne, co pozwalało na określenie zmian morfologicznych (rozmiary krzewów), jakie zaszły w trakcie sezonu wegetacyjnego. Dodatkowo sporządzano zdjęcia całego krzewu oraz zbliżenia na kwiatostan i/lub pojedynczy kwiat.

Terminy wiosennych obserwacji wykonane według metodyki w poszczególnych latach:

- 2013: 25 maja, 31 maja, 2 czerwca,
- 2014: 13 maja, 24 maja,
- 2015: 16 maja, 23 maja.

Natomiast na wiosnę i na jesień w każdym roku wykonywano pomiary zgodnie z metodyką w terminach:

- 2013: 25 maja, 28 września,
- 2014: 13 maja, 4 października,
- 2015: 16 maja, 26 września.

Dla omówienia uzyskanych wyników sporządzono wykresy ilustrujące częstotliwość występowania osobników o danych właściwościach, w których znajduje się podział pod względem klasyfikacji określonych cech.

#### **4.1.2 Metody statystyczne**

Do analizy wyników uzyskanych dla mieszańców różaneczników wykorzystano jednoczynnikową analizę wariancji w celu zweryfikowania istotności zróżnicowania badanych obiektów. Wartości cech uzyskiwane w poszczególnych latach potraktowano jako średnie, gdyż obserwacje prowadzono na pojedynczych krzewach mieszańców.

W przypadku odrzuceniu hipotezy zerowej o braku zróżnicowania poszczególnych osobników pod względem cechy wartości średnie pogrupowano za pomocą testu Tukeya.



Dla zobrazowania zmienności w kolekcji sporządzono wykresy ilustrujące częstotliwość występowania osobników o danych właściwościach cech. Wyznaczono również macierz współczynników korelacji dla przeanalizowania zależności między cechami. W celu pogrupowania obiektów zastosowano analizę skupień, wykreślając dendrogram metodą Warda na podstawie odległości euklidesowej. Wykonano również analizę składowych głównych dla wytypowania cech wnoszących istotną zmienność w kolekcji. Analizy wykonano w pakiecie Statistica 10.0.

#### **4.1.3 Rozmnażanie wegetatywne różaneczników *in vivo***

Kolejnym etapem badań było określenie możliwości rozmnażania różaneczników za pomocą tradycyjnej techniki, jaką jest ukorzenianie pędów. Jest to bardzo ważne z punktu widzenia hodowli na masową skalę, ponieważ łatwość rozmnażania wegetatywnego wpływa w decydujący sposób na szybkie wprowadzenie na rynek nowej odmiany.

Tę część badań rozpoczęto 24 listopada 2014 roku od przygotowania podłoża składającego się z torfu drobnomielonego, 25% kory oraz 20% perlitu o pH 4,7. Najpierw mieszankę pozostawiono na 24 h, po czym umieszczono na stole przeznaczonym do ukorzeniania, który utrzymywał temperaturę 21 °C. Dodatkowo wykorzystano termometry umieszczone bezpośrednio w podłożu, które wskazywały aktualną temperaturę.

Następnym etapem było pobranie pędów z Arboretum i przewiezienie ich do szklarni, w której znajdowały się stoły uprawowe. Za pomocą ostrego sekatora ucinano fragmenty młodych pędów o długości około 5 cm z niewielką rozetą około 5-6 liści, ich ilość była uwzględniona od rozmiarów krzewu (tabela 20). W celu stymulowania ukorzeniania końcówki pędów traktowano roztworem 0,2% IBA służącym do ukorzeniania sadzonek. Następnie pędy umieszczano w podłożu, które zostało mocno przyciśnięte wokół rośliny. Na tym etapie szklarnia była zacieniona, a stoły uprawowe przykryte folią, co pozwalało na utrzymanie odpowiedniej wilgotności podłoża. Raz w tygodniu zraszano młode sadzonki za pomocą odstanej wody, a raz na 3 tygodnie obficie je podlewano. Pędy pobrano z 36 obiektów.

Jesienią 2015 roku oceniono stopień ukorzenienia [%], a następnie sadzonki zostały przewiezione z powrotem do Arboretum i posadzone do doniczek. Ustawiono je w nieogrzewanym tunelu foliowym. Po roku (2016) dokonano oceny przyjęcia się roślin.

## 4.2 Doświadczenia *in vitro*

### 4.2.1 Dezynfekcja materiału roślinnego – wyprowadzenie kultury

Eksplantaty do założenia kultur *in vitro* pobrano w dwóch terminach: 30.01.2015 oraz 13.02.2015. W wybranych terminach krzewy znajdują się w okresie maksymalnego natężenia przemian metabolicznych oraz aktywności enzymatycznej komórek. Wykorzystano w tym celu pąki kwiatostanowe obiektów o numerach 96, 59 i 47. Krzewy te były zdrowe, bez oznak chorobowych i żerowania szkodników, a także odznaczały się dużym wigorem i walorami ozdobnymi. Po pobraniu materiał był przechowywany w ciemności w mieszaninie antyoksydantów (L-cystyna – 100 mg/l, kwas askorbinowy – 50 mg/l, kwas cytrynowy – 75 mg/l) w temperaturze około 10 °C nie dłużej niż 24 godziny. Dzięki temu zahamowane zostały procesy utleniania, które powodują ciemnienie pąków i zmniejszają ich żywotność. Po pobraniu pąków przewieziono je do laboratorium KGNiHR i poddano wieloetapowej dezynfekcji powierzchniowej. Namoczono je w wodzie z dodatkiem detergentu, a następnie zanurzono w 70% roztworze etanolu i przeniesiono do sterylnych warunków w komorze z laminarnym przepływem powietrza. Dezynfekcję rozpoczęto poprzez wytrząsanie w 2,5% roztworze Javel, gdzie substancją aktywną jest podchlorynu sodu przez 6 minut, a następnie w roztworze 0,1% chlorku rtęci (HgCl<sub>2</sub>) przez 10 minut. Później wykonano trzykrotne płukanie w sterylnej wodzie redestylowanej (odpowiednio 0,5 min, 5 min, 10 min). Po zakończeniu procesu dezynfekcji wykładano pojedyncze kwiaty znajdujące się wewnątrz pąków kwiatostanowych na pożywki o pH 5,2:

- Al<sub>z</sub> + 10 mg/l 2iP + 2 IAA mg/l,
- Al<sub>z</sub> + 15 mg/l 2iP + 2 NAA + 0,2 TDZ mg/l,
- Al<sub>z</sub> + 5 mg/l 2iP + 0,5 mg/l TDZ.

Kultura była prowadzona w temperaturze 21 °C w ciemności przez 8 tygodni, a następnie eksplantaty przeniesiono na nowe pożywki o obniżonej zawartości 2iP. Do doświadczeń wykorzystano pożywkę Andersona [1984] zmodyfikowaną przez Bojarczuk [1995], która została oznaczona symbolem Al<sub>z</sub>. Jej skład znajduje się w poniższej tabeli 5.

Kulturę prowadzono do momentu uzyskania odpowiedniej ilości eksplantatów potrzebnych do założenia doświadczeń, mających na celu określenie wpływu różnych kombinacji regulatorów wzrostu na rozwój wybranych genotypów różaneczników.

#### **4.2.2 Doświadczenia w kulturach *in vitro***

Doświadczenia *in vitro* przeprowadzono na dwóch obiektach (59, 96). Wykorzystano pożywki znajdujące się w tabeli 6. Dla każdego genotypu przeprowadzono dwa eksperymenty, które różniły się rodzajem wykorzystanego eksplantatu wyjściowego – fragmenty pędów z 2-3 pąkami kątowymi oraz wierzchołki pędów z 2-3 liśćmi. Doświadczenie zakładano w 3 powtórzeniach po 8 eksplantatów. Kultury były prowadzone przez 8 tygodnie w pokoju hodowlanym KGHRiN, gdzie panowała temperatura 21 °C, natężenie światła 3000 lx oraz fotoperiod 16/8 dzień/noc. Po tym czasie wykonywano dokumentację fotograficzną oraz pomiary: wysokość rośliny [cm], ilość liści na pędzie głównym [szt.], ilość pędów kątowych [szt.], długość pędów kątowych [cm].

#### **4.2.3 Metody statystyczne – doświadczenia *in vitro***

Uzyskane dane poddano jedno, dwu i trójczynnikiem analizie wariancji, gdzie czynnikami był genotyp (59, 96), rodzaj materiału wyjściowego (segmenty nodalne i fragmenty pędów z merystemem apikalnym) oraz pożywka zawierająca różne koncentracje regulatorów wzrostu w celu zweryfikowania hipotezy zerowej o braku wpływu różnych czynników na rozmnażanie. W przypadku odnotowania istotnych różnic zastosowano test Tukeya dla pogrupowania wartości średnich.

### **4.3 Ocena Polimorfizmu DNA**

Do określenia stopnia zróżnicowania krzewów w omawianej kolekcji przeprowadzono także badania polegające na ustaleniu stopnia polimorfizmu na poziomie DNA z wykorzystaniem markerów ISSR. Dzięki temu możliwe było wskazanie podobieństwa lub różnic występujących między poszczególnymi obiektami na poziomie molekularnym.

#### **4.3.1 Izolacja genomowego DNA**

Materiałem do badań zróżnicowania genetycznego było DNA wyizolowane z młodych liści pobrane na początku sierpnia w 2017 roku. DNA genomowe wyizolowano za pomocą zmodyfikowanej metody Doyle i Doyle [1991]. Do rozdrobnienia tkanek wykorzystano ciekły azot, którym zalano materiał, a następnie, przy pomocy bagietki, rozdrobniono go. Kolejnym etapem było dodanie 1000 µl buforu ekstrakcyjnego i inkubowanie przez 30 minut w temperaturze 65 °C. Następnie próbki wirowano przez 15 minut w temperaturze 4 °C, po czym przelano supernatant do nowych probówek. Po tej czynności dodano 800 µl

mieszaniny chloroform: alkohol izoamylowy 24:1. Kolejnym etapem było wirowanie przez 10 minut w temperaturze 4 °C, co pozwoliło na oddzielenie górnej fazy wodnej, którą przeniesiono do nowej probówki i zalano 700 µl izopropanolu. Po 30 minutach inkubacji w temperaturze pokojowej próbki wirowano przez 15 minut w temperaturze 4 °C. Czynność ta pozwoliła na uzyskanie osadu DNA, który został przemyty zimnym (-20 °C) etalonym 70 % poprzez wirowanie przez 10 minut w temperaturze 4 °C. Po osuszeniu otrzymany materiał zalano 100 µl wody i pozostawiono do rozpuszczenia DNA, a następnie przechowywano w temperaturze -20 °C do momentu wykorzystania. Skład buforu ekstrakcyjnego zamieszczono w tabeli nr 7.

#### **4.3.2 Ocena jakości wyizolowanego DNA – elektroforeza żelowa**

W celu określenia przydatności wyizolowanego DNA przeprowadzono elektroforezę w 1% żelu agarozowym. Do przygotowania żelu wykorzystano bufor TBE 10 x stężony (zawiera 0,89 M Tris - pH 8,3; 0,89 M kwasu borowego oraz 20 mM EDTA). Do próbek DNA (12 µl) dodawano obciążnik (2,5 µl) i poddawano elektroforezie w żelu wybarwionym bromkiem etydyny (5 ng/µl), przy napięciu 7,5 V/cm. Do jednej ze ścieżek dodawano marker wielkości. Następnie uzyskany elektroforegram poddawano wizualizacji w świetle UV (Zdjęcie 1). W oparciu o uzyskany rozdział szacowano zawartość DNA i rozcieńczano próbki do stężenia 30 ng/µl.

#### **4.3.3 Ocena zróżnicowania genetycznego przy użyciu markerów ISSR-PCR**

Reakcję łańcuchowej polimerazy (PCR) z wykorzystaniem wyizolowanego DNA dla markerów ISSR wykonano w 15 µl mieszaniny reakcyjnej zawierającej 10 mM Tris-HCl, 50 mM KCl, 0,08% (v/v) Nonidet-P40, 2 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,2 każdego dNTP, 0,4 µM startera i 1 U enzymu polimerazy Taq DNA oraz 45 ng DNA. Wykorzystano termocykler Biometra, którym przeprowadzono reakcje przez 40 cykli. Po początkowej 4-minutowej denaturacji w 94 °C, każdy kolejny cykl składał się z 1-minutowego procesu denaturacji w 94 °C, 45 s hybrydyzacji odcinków startowych w 50 °C, 2-minutowego wydłużenia w 72 °C z końcowym 5-minutowym wydłużeniem w 72 °C w ostatnim 40 cyklu. Następnie próbki były schładzane do temperatury 4 °C. Amplifikowane produkty następnie rozdzielono metodą elektroforezy w 2,0% żelach agarozowych. Na żel nanoszono próbki o objętości 10 µl z dodatkiem 2µl buforu obciążającego (6x loading dye, Thermo). Rozdzielone produkty wizualizowano w świetle UV w transiluminatorze w świetle UV. Do wybarwienia DNA wykorzystano bromek etydyny (1,0 µg/ml) lub urządzenia Qiaxcel (zdjęcie 3). Zdjęcia wykonano przy

wykorzystaniu oprogramowania Intra GDS. Analizy PCR przeprowadzono w dwóch powtórzeniach technicznych.

Do określenia polimorfizmu wykorzystano 23 startery ISSR (Tabeli 8).

#### **4.3.4 Metody statystyczne**

Każdy z uzyskanych fragmentów po amplifikacji został odczytany i oznakowany w formie kodu binarnego (1/0=+/-). Podstawowe parametry zmienności genetycznej zostały określone: polimorfizm amplifikowanego produktu (P – %) (na) [Nei i Li 1979, Liu i Muse 2005]. Matryca dystansu genetycznego Nei (Ds.) została obliczona [Nei i Li 1979] z wykorzystaniem oprogramowania R [Team 2013] i pakietu ade4 [Dray i Dufour 2007]. Dla pogrupowania obiektów na podstawie Ds. zastosowano analizę danych metodą UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using arithmetic Averages), która umożliwiła stworzenie dendrogramu ilustrującego relacje między genotypami. Do pogrupowania obiektów na drzewie UPGMA wykorzystano funkcję cutree z programu R. Do zobrazowania dystansu genetycznego pomiędzy badanymi obiektami wykorzystana została funkcja heatmapa z pakietu ggplot [Wickham, Wickham 2007].

Do porównania dystansu pomiędzy badanymi obiektami na podstawie markerów molekularnych oraz cech morfologicznych obliczona została korelacja. Istotność korelacji została zbadana za pomocą testu Monte-Carlo.

#### **4.4 Badanie opinii**

Obecnie na rynku dostępnych jest bardzo wiele odmian różaneczników, jednak w sprzedaży znajdują się te o najkorzystniejszych cechach. Są to przeważnie okazy odznaczające się walorami, na które zwraca uwagę wielu ogrodników. Aby dowiedzieć się dokładniej, co sprawia, że dana odmiana jest popularna, przeprowadzono anonimową ankietę wśród 190 osób posiadających różaneczniki we własnych ogrodach. Poproszono także o uzasadnienie niektórych wyborów, co pozwoliło lepiej zrozumieć aktualne trendy. Pytania dotyczyły głównie kwiatów oraz liści, a także ogólnych informacji dotyczących procesu decyzyjnego pojawiającego się przy zakupie krzewów.

Zebranie wszystkich odpowiedzi było możliwe dzięki wykorzystaniu darmowego formularza Google oraz rozesłaniu go wśród właścicieli ogrodów posiadających różaneczniki.

Ankieta składała się z 6 pytań, z których ankietowani mogli zaznaczyć jedną odpowiedź lub napisać swój komentarz. Pytanie nr 1 dotyczyło głównego założenia, jakim kierują się konsumenci przy wyborze odmiany. Miało ono również na celu poznanie innych

aspektów, które mogą być ważne dla ogrodników, stąd pozostawiono puste pole do wpisania własnej opinii. Pytanie nr 2 było nieco bardziej szczegółowe, ponieważ dotyczyło zabarwienia kwiatów. Późniejsze komentarze ankietowanych pozwoliły na dokładniejsze zinterpretowanie ankiety. Kolejne pytania, nr 3 i nr 4, podparte były zdjęciami kwiatów występujących w badanej kolekcji. Dotyczyły one rysunku na płatkach gardzieli, a także wyboru konkretnej najatrakcyjniejszej odmiany. Ta część ankiety miała na celu dokładne wskazanie cech, które decydują o atrakcyjności krzewów, a ich poziom szczegółowości wzrastał z każdym pytaniem. Następnie zapytano o ogólniejszy aspektu dekoracyjności różaneczników, co pozwalało na sprawdzenie, czy konsumenci preferują odmiany będące elementem całej kompozycji, czy stanowiące punkt centralny. Ostatnie pytanie dotyczyło koloru liści, które w okresie, gdy nie ma kwiatów, stanowią najważniejszy walor dekoracyjny krzewów. Po wstępnym przeanalizowaniu udzielonych odpowiedzi przeprowadzono rozmowę z ankietowanymi, w której mogli udzielać dokładniejszych odpowiedzi oraz dodać swój komentarz.

W ankiecie znalazły się następujące pytania:

1. Czym kierujesz się przy wyborze odmiany różaneczników?
  - a. Kolorem kwiatów,
  - b. Terminem kwitnienia,
  - c. Długością kwitnienia,
  - d. Wielkością i kształtem krzewu,
  - e. Inne (puste pole do uzupełnienia).
2. Który kolor kwiatów jest dla Ciebie najbardziej atrakcyjny
  - a. Biały,
  - b. Różowy,
  - c. Fioletowy.
3. Czy uważasz, że kolorowy rysunek na płatkach kwiatów (jak na załączonym zdjęciu – zdjęcie 4), jest dla Ciebie ważny przy wyborze odmiany?
  - a. Tak,
  - b. Nie,
  - c. Nie wiem.
4. Który kwiat jest dla Ciebie najbardziej atrakcyjny? (Załączono 6 zdjęć kwiatów)
  - a. Fioletowy z pomarańczowym rysunkiem (zdjęcie 5),
  - b. Biały z bordowym rysunkiem (zdjęcie 6),
  - c. Różowy z bordowym rysunkiem (zdjęcie 7),

- d. Różowy z czerwonym rysunkiem (zdjęcie 8),
  - e. Fioletowy z mocno pofalowanym brzegiem (zdjęcie 9),
  - f. Biały z żółto-czerwonym rysunkiem (zdjęcie 4).
5. Jeżeli odmiana różanecznika ma bardzo atrakcyjne kwiaty, czy ważny jest dla Ciebie termin i długość kwitnienia?
- a. Tak,
  - b. Nie,
  - c. Nie mam zdania.
6. Czy ważny jest dla Ciebie kolor liści przy wyborze odmiany różaneczników?
- a. Tak,
  - b. Nie,
  - c. Nie mam zdania.

## **5. WYNIKI**

### **5.1 Charakterystyka mieszańców *Rhododendron L.* pod względem wybranych cech morfologicznych**

#### **5.1.1 Ocena mieszańców *Rhododendron L.* pod względem badanych cech**

W celu zweryfikowania hipotezy zerowej o braku zróżnicowania analizowanych mieszańców pod względem 41 cech zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji. Przeprowadzona weryfikacja statystyczna wykazała istotne zróżnicowanie pod względem większości analizowanych cech, z wyjątkiem: omszenia górnej strony młodego liścia, występowania kielicha w kwiatach, średnicy kwiatu oraz liczby kwiatów w kwiatostanie (tabele 9-13).

##### **5.1.1.1 Ocena kolekcji mieszańców *Rhododendron L.* pod względem pokroju krzewów**

Wykorzystując test Tukeya podzielono uzyskane średnie wartości poszczególnych obserwacji uzyskanych dla 75 mieszańców na 5 grup jednorodnych, które pozwoliły na sklasyfikowanie poszczególnych obiektów pod względem ich zróżnicowania. Pozwoliło to na wyodrębnienie obiektów o rzadkich, skrajnych i często atrakcyjnych cechach ozdobnych. Współczynnik zmienności omawianej cechy wynosi 25 % (tabela 14).

Zgodnie z metodyką OWT wśród różaneczników można wyróżnić 5 typów pokroju, gdzie 1 oznacza pokrój bardzo wąskokrzączasty, a 9 – bardzo szerokokrzączasty (tabela 3). W badanej kolekcji wystąpiła pełna rozpiętość tej skali, a najbardziej charakterystyczny był pokrój krzączasty, który dało się zaobserwować u 39 obiektów, co stanowi 52% roślin w badanej kolekcji. Natomiast pokrój wąskokrzączasty oraz szerokokrzączasty (zdjęcie 21) występował z dużo niższą frekwencją i wynosił odpowiednio 23 % oraz 20 % genotypów. Należy jednak zwrócić uwagę na najbardziej skrajne średnie wartości omawianej właściwości, ponieważ mogą one stać się źródłem do wprowadzenia nowej odmiany. Na wyszczególnienie zasługuje mieszańiec o numerze 9, który, jako jedyny, odznaczył się pokrojem bardzo szerokokrzączastym. Również interesujące i atrakcyjne okazały się genotypy nr 32 (zdjęcie 11 i zdjęcie 13) i 64, określone jako bardzo wąskokrzączaste, których strzelisty pokrój może stanowić ciekawy element miejskich rabat (wykres 1).

#### **5.1.1.2 Ocena kolekcji mieszańców *Rhododendron L.* pod względem cech liścia**

Omszenie górnej strony blaszki liściowej młodego liścia może być dekoracyjną cechą, szczególnie jeśli występuje w połączeniu z silnym kontrastem zabarwienia młodych i dojrzałych liści. Pomimo iż nie stwierdzono istotnych statycznie różnic między średnimi, to należy jednak podkreślić, że współczynnik zmienności tej właściwości wynosi 55 % (tabela 14).

W metodyce OWT omszenie młodych liści zostało podzielone na 5 klas. Ocena w skali – 1 to brak lub słabe występowanie tej cechy, a 9 oznacza bardzo silne natężenie tej właściwości (tabela 4). Badane mieszańce *Rhododendron L.* wykazują jednak częściowe wpasowanie w tę klasyfikację. Analizując średnie wartości omszenia, wyraźnie widać, że najbardziej charakterystyczne było słabe omszenie lub jego brak – odpowiednio 40% i 48% obiektów. Natomiast zainteresowanie budzi pojawiające się u 12% mieszańców średnie omszenie, które wyróżnia te krzewy na tle całej kolekcji (wykres 2).

Antocyjanowe zabarwienie górnej strony blaszki liściowej młodego liścia niewątpliwie stanowi istotną cechę dekoracyjną, ponieważ już z daleka przykuwa wzrok i zachęca do szczególnego zainteresowania. Szczególnie atrakcyjnie wygląda w połączeniu z omszeniem, a także jasną barwą blaszki liściowej. Wykorzystując test Tukeya, podzielono średnie wartości na 3 grupy jednorodne. Średnie wartości omawianej cechy wykazały także wysoki współczynnik zmienności na poziomie 52 % (tabela 14).

Metodyka OWT przyporządkowuje antocyjanowe zabarwienia górnej strony blaszki liściowej w 5-stopniowej skali, gdzie 1 oznacza brak lub bardzo słabe nasilenie cechy,



a 9 bardzo silne występowanie tej właściwości (tabela 4). Wśród mieszańców *Rhododendron* L. rozpiętość tej cechy została określona w stopniach od 1 do 3, ponieważ nie zaobserwowano jej silnego występowania u żadnego z okazów. W badanej kolekcji 81% krzewów nie posiadało antocyjanowego zabarwienia lub występowało ono w bardzo niskim stopniu. U 17% obiektów wystąpiło w słabym stopniu, a jedynie na 1 krzewie (nr 60) właściwość ta była najbardziej widoczna (wykres 3). Cecha ta może wpływać na odniesienie dekoracyjności odmiany szczególnie przed lub po kwitnieniu, gdy krzewy nie są obsypane kwiatami. Natomiast u pozostałych obiektów nie zaobserwowano tej cechy.

Młode liście są bardzo ozdobnym elementem, jednak o atrakcyjności wizualnej całego krzewu decyduje tworzące zieloną bryłę zabarwienie górnej strony dojrzałych blaszek liściowych. Wykorzystując test Tukeya, można było wyróżnić wśród średnich wartości 4 grupy jednorodne oraz wskazać mieszańce odbiegające od całej kolekcji – nr 97 oraz 95 charakteryzujące się skrajnymi wartościami. Jednocześnie wykazano, że współczynnik zmienności nie był zbyt wysoki, bo na poziomie 17 %. (tabela 14)

Zabarwienie górnej strony blaszek liściowych w metodyce OWT jest reprezentowane za pomocą 6-stopniowej skali, gdzie każde oznaczenie dotyczy innego koloru (tabela 4). Posługując się tym kluczem, wykazano, że omawiane mieszańce *Rhododendron* L. reprezentują jedynie 3 rodzaje zabarwienia liści. Większość mieszańców (64%) posiadała zielone liście (np. mieszańiec nr 38 – zdjęcie 14), a u mniejszej ilości obiektów zaobserwowano barwę jasnozieloną (np. mieszańiec nr 19 – zdjęcie 10) oraz ciemnozieloną, która była odpowiednio reprezentowana przez 11% i 25 % mieszańców (wykres 4). Właściwość ta może decydować o wyborze odmiany, ponieważ to liście są najbardziej dekoracyjnym elementem krzewów w okresie, gdy nie ma kwiatów.

Oprócz charakterystyki zabarwienia górnej strony liścia, materiał także oceniano pod względem koloru dolnej strony blaszki liściowej. Może mieć to duże znaczenie i podnieść atrakcyjność roślin, jeśli występuje silny kontrast pomiędzy obiema cechami. Po zastosowaniu testu Tukeya średnie zakwalifikowano do 3 grup jednorodnych, a współczynnik zmienności wyniósł 27%. Analizując tę właściwość u mieszańców, można zauważyć, że średnie wartości tej cechy były mocno wyrównane, ponieważ większość obiektów zaliczono do jednej trupy jednorodnej, o zielonym zabarwieniu dolnej blaszki liściowej (72 obiekty). Jedynie u mieszańca nr krzewu 104 zaobserwowano czerwonobrunatne zabarwienie, a u dwóch występował jasnozielony kolor dolnej strony

(nr 6 i 36) (tabela 14). Pojawienie się egzemplarzy o skrajnych cechach, ma duże znaczenie w określaniu indywidualnego charakteru roślin.

Zabarwienia górnej strony dojrzałych liści oceniane jest w metodyce OWT za pomocą 8-stopniowej skali, gdzie każda wartość odpowiada innemu zabarwieniu. W tabeli nr (tabela 4) można zauważyć, że wykonane badania pokazują większe zróżnicowanie omawianej cechy – w omawianej kolekcji różaneczników mieszańce reprezentują 4 odcienie. Biorąc pod uwagę frekwencję występowania obiektów charakteryzujących się tą cechą, można stwierdzić, że 63 % krzewów miało zabarwienie jasnozielone, 32% – zielone, 4% - ciemnozielone, natomiast u jednego obiektu (nr 104 – zdjęcie 16) zaobserwowano czerwono-brunatny kolor (wykres 5). Warto bliżej przyjrzeć się wyróżniającym genotypom, ponieważ mogą one posłużyć do stworzenia nowej odmiany o ciekawych i unikatowych cechach.

Nie można zaprzeczyć, że różaneczniki są najbardziej atrakcyjne w okresie kwitnienia, gdy krzewy obsypane są kolorowymi, dużymi kwiatami. Jednak pozostała część roku kalendarzowego, szczególnie zimą, gdy większość roślin porzuciła liście, stanowią zielony szkielet ogrodowych kompozycji. To właśnie wtedy największe znaczenie ma barwa liści, ich kształt oraz połysk, ponieważ są ciekawym urozmaicheniem dla roślin iglastych. Z uwagi na to, w badaniach uwzględniono kształt blaszek dojrzałych liści. Wykorzystując test Tukeya podzielono średnie wartości tej cechy na 4 grupy jednorodne, co pozwoliło zaobserwować skrajne wartości. Zauważono, że najbardziej wyróżniające okazały się genotypy nr 80 (liść silniejajowaty) oraz jego przeciwieństwo, okaz nr 101 (liść lekko odwrotnieajowaty). Warto jeszcze zwrócić uwagę na mieszańca nr 67, u którego także wystąpił kształt silniejajowaty. Współczynnik zmienności tej cechy wynosił 16 % (tabela 14).

W metodyce OWT kształt blaszki dojrzałych liści został opisany za pomocą 5-stopniowej skali, gdzie nr 1 odpowiada kształtowi lekko jajowatemu, a nr 9 – silnie odwrotnie jajowatemu (tabela 4). W omawianej kolekcji właściwość ta reprezentowała 3 klasy pod względem wyglądu. Najwięcej mieszańców (68%) posiadało liście eliptyczne, natomiast u 28% obiektów zauważono kształt lekko odwrotnie jajowaty (wykres 6). Szczególnie obiegające od całej kolekcji było 2 % krzewów. Kształt blaszki liściowej trzeba analizować również w szerszym spektrum, rozpatrując go jako element wchodzący w ocenę walorów dekoracyjnych w okresie, gdy nie ma kwiatów. Zielona bryła tworzy interesujące tło dla innych krzewów i bylin, które można dobierać na zasadzie podobieństw lub różnic do kształtu liści różaneczników.

Omawiając kształt blaszki dojrzałego liścia, należy także wspomnieć o jego przekroju poprzecznym. Jeżeli nie jest to objaw choroby, to może on stanowić także ciekawy element ogólnej oceny krzewu w okresie, gdy nie ma kwiatów. W badanej kolekcji cecha ta okazała się mocno zróżnicowana. Świadczy o tym przeprowadzony test Tukeya, który zakwalifikował średnie uzyskane z 3 lat obserwacji do 10 grup jednorodnych, a współczynnik zmienności tej cechy wyniósł 27 % (tabela 14). Analiza statystyczna pozwoliła na wskazanie obiektów o skrajnych cechach: krzewy o numerach 11 i 39 (przekrój wypukły do bardzo wypukłego) oraz nr 93 (liść silnie wklęsły). Kształt przekroju poprzecznego liścia może być ogromnym walorem dekoracyjnym, dlatego należy szczególnie zwrócić uwagę na te wyróżniające się genotypy.

Do dokładniejszego opisanie otrzymanych danych posłużono się metodyką OWT, która interpretuje kształt przekroju poprzecznego blaszki dojrzałego liścia w postaci 9-stopniowej skali, gdzie do klasy nr 1 zaliczane są liście silnie wklęsłe, a nr 9 to mocno wypukłe blaszki (tabela 4). O ogromnym zróżnicowaniu tej właściwości świadczy fakt, że omawiana kolekcja różaneczników reprezentuje aż 8 stopni przekroju (nie wystąpiły jedynie liście o kształcie wypukłym do mocno wypukłego). Najwięcej mieszańców posiadało liście płaskie (29%). Nieco mniej było blaszek o przekroju płaskim (24 %), a porównywalnie często wystąpił kształt wypukły oraz wklęsły do prostego i zaobserwowano je odpowiednio u 15% oraz 16% obiektów. Liście o kształcie wklęsłym pojawiły się jedynie u 8% krzewów w omawianej kolekcji, a wklęsłe do bardzo wypukłego u 5%. Liść, silnie wklęsły oraz silnie wklęsły do wklęsłego wystąpił, łącznie u 2 obiektów. Najrzadziej wystąpiły blaszki o przekroju silnie wklęsłym i silnie wklęsłym do wklęsłego – po 1% (wykres 7).

Kolejną cechą o bardzo dużym znaczeniu w okresie, gdy nie ma kwiatów, jest połysk górnej strony dojrzałego liścia. Wpływa on na postrzeganie krzewu jako okazu zdrowego, witalnego i zdolnego do intensywnego kwitnienia. Może stanowić ciekawe tło dla innych kwitnących bylin i krzewów, ale także przyciągać wzrok w czasie zimy, gdy większość roślin zrzuca liście, a pozostają jedynie rośliny iglaste. Podługując się testem Tukeya, średnie wartości zostały zakwalifikowane do 2 grup jednorodnych, co pozwoliło zaobserwować, że cecha ta była bardzo wyrównana w kolekcji, a na uwagę zasługuje jedynie mieszaniec nr 26. Współczynnik zmienności tej cechy wyniósł 50 % (tabela 14).

Skala bonitacyjna dotycząca połysku górnej strony blaszki dojrzałego liścia opisuje tę cechę za pomocą 5 klas, gdzie 1 oznacza brak lub bardzo słaby połysk, a 9 bardzo silne nasilenie tej właściwości (tabela 4). W omawianej kolekcji po 49,3 % obiektów nie posiadało połysku lub był on bardzo słaby oraz słaby. Tylko u jednego mieszańca dało

się zaobserwować połysk na poziomie średnim, dlatego zasługuje on na szczególne wyróżnienie.

### **5.1.1.3 Ocena kolekcji mieszańców *Rhododendron L.* pod względem cech kwiatu**

Bardzo istotnym elementem przeprowadzonych badań polowych była ocena kwiatostanów. To właśnie kwiaty są najbardziej dekoracyjnym elementem różaneczników i głównie z tego powodu są one uprawiane. Często także decydują o wyborze odmiany przez konsumentów. Szczegółowość przeprowadzonych pomiarów i obserwacji ma kluczowe znaczenie w wyróżnieniu mieszańca wykazującego połączenia cech niespotykanych dotąd u zarejestrowanych odmian.

Pierwszym pomiarem kwiatostanów była analiza kształtu szczytowego pąka kwiatostanowego, który także może być elementem dekoracyjnym szczególnie w czasie zimy i na początku wiosny przed rozwojem kwiatów. Właściwość tę oceniano w okresie wczesnowiosennym. Przeprowadzony test Tukeya nie wykazał istotnych różnic. Współczynnik zmienności wyniósł 18 % (tabela 14).

W metodyce OWT cecha ta opisywana jest za pomocą 3-stopniowej skali bonitacyjnej, gdzie 3 odpowiada pąkowi o kształcie wąskoeliptycznym, a 7 – szerokoeliptycznym (tabela 4). Właściwość ta występująca w badanej kolekcji była reprezentowana przez całe spektrum klasyfikacji. U 68 % mieszańców zaobserwowano kształt eliptyczny, natomiast wąskoeliptyczny wystąpił odpowiednio 25 % badanych obiektów. Należy zwrócić szczególną uwagę na genotypy, które posiadały pąki szerokoeliptyczne, ponieważ wyróżniały się na tle kolekcji i podnosiły wartość dekoracyjną krzewów (wykres 8).

Hodując nowe odmiany, dąży się do uzyskania dużych kwiatostanów wytwarzanych intensywnie na roślinach. Niewątpliwie najatrakcyjniejsze krzewy to te o znacznej ilości kwiatów zebranych w obfite baldachogrona. Omawiana kolekcja okazała się bardzo wyrównana pod względem tej cechy, co potwierdza przeprowadzony test Tukeya, który średnią liczbę kwiatów w kwiatostanach podzielił na 3 grupy jednorodne. Wyliczony współczynnik zmienności wyniósł 7 % (tabela 14).

Analizowane średnie wartości liczby kwiatów w kwiatostanach reprezentują pełne spektrum 3-stopniowej skali znajdującej się w metodyce OWT, gdzie 3 oznacza małą ilość, a 7 dużą (tabela 4). Większość mieszańców (93 %) odznacza się najwyższą wartością tej właściwości, natomiast 5 % i 1 % genotypów wpisuje się odpowiednio średnią i najniższą

klasę bonitacyjną (wykres 9). Warto zwrócić uwagę na wyróżniające się obiekty o największej (nr 96A i nr 39) oraz najmniejszej (na 101) liczbie kwiatów (tabela 14). Można uważać, że dwa pierwsze obiekty będą atrakcyjną propozycją do stworzenia nowych odmian o bujnie rozwiniętych kwiatostanach.

Wielkość kwiatostanów ma takie samo znaczenie pod względem dekoracyjnym, jak ich kształt. Analizując całą kolekcję różaneczników za pomocą testu Tukeya pod względem tej cechy, zauważono, że średnie wartości zostały podzielone na 2 grupy jednorodne. Warto zaznaczyć, że większość mieszańców znajduje się w jednej grupie, co świadczy o ogromnym wyrównaniu tej właściwości. Na uwagę zasługują jednak obiekty nr 60 i nr 91 oraz nr 9, które wykazywały skrajne wartości omawianej właściwości. Współczynnik zmienności tej cechy wyniósł 19 % (tabela 14).

W metodyce OWT kształt kwiatostanów jest ujęty 4-stopniową skalą, która opisuje go jako płaski (1) do stożkowego (4) (tabela 4). Omawiana kolekcja różaneczników reprezentuje wszystkie rodzaje tej cechy, z wyjątkiem kwiatostanów płaskich. Najwięcej mieszańców posiadało baldachogrona silniekopulaste (96 %), jednak u 2,6 % oraz 1,3 % genotypów zaobserwowano odpowiednio kwiatostany stożkowe i słabokopulaste (wykres 10). Kształt kwiatostanów może ulegać zmianie wraz z dojrzewaniem kwiatów oraz przekwitaniem, kiedy staje się bardziej spłaszczony, jednak należy to uznać za naturalny proces fizjologiczny krzewów.

W trakcie oceny kwiatostanu, szczegółowo przyjrano się również innym elementom, a mianowicie zabarwieniu szypułki po stronie nasłonecznionej. Przeprowadzony test Tukeya wykazał, że w omawianej kolekcji właściwość ta była zróżnicowana, ponieważ wyodrębniono 3 grupy jednorodne. Analiza średnich wartości pozwoliła na wyróżnienie mieszańców skrajnych: nr 35, 45, 100 oraz 3. Obiekty te mogą stanowić źródło interesującej cechy w tworzeniu nowych odmian. Współczynnik zmienności wynosił 32 % (tabela 14).

Na wykresie nr 11 widać, że charakteryzowana cecha mieszańców wykazywała prawie całą skalę oceny bonitacyjnej, jakie zostały wykorzystane do określenia koloru szypulek. Poza klasą 1 opisywaną jako żółtozielona, obiektom przydzielono stopnie od 2 (kolor jasnozielony) do 7 (zabarwienie purpurowe) (tabela 4). W omawianej kolekcji różaneczników najczęściej było okazów o brunatnej (28 %) oraz czerwonozielonej (27 %) szypułce. Nieco mniej mieszańców posiadało zabarwienia czerwone i ciemnozielone, a wystąpiły one odpowiednio u 16 % i 13 % genotypów. Jedynie u 8 % oraz 5 % obiektów zaobserwowano szypułki jasnozielone i purpurowe (wykres 11). Ogromne zróżnicowanie zabarwienia szypułki zależało m.in. od lokalizacji krzewu – im bardziej nasłonecznione

stanowisko, tym mocniejsze zabarwienie. Intensywna barwa, szczególnie w kontraście z zielenią liści, może być ciekawym elementem kolorystycznym w aranżacjach roślinnych.

Występowanie działek kielicha było stałą cechą wszystkich krzewów, co wynika z charakterystyki rodzaju *Rhododendron*. Jednak to określenie ich długości ma znaczenie w analizowaniu wartości dekoracyjnych roślin. Przeprowadzony test Tukeya wykazał duże zróżnicowanie tej właściwości i przyporządkował wartości średnie do 7 grup jednorodnych. Umożliwiło to wyróżnienie obiektów o skrajnych wartościach: najdłuższe działki kielicha wystąpiły u krzewów o numerach 36, a najkrótsze o nr 17 i nr 57. W obrębie kolekcji cecha ta wykazywała stosunkowo wysoki współczynnik zmienności na poziomie 35 % (tabela 14).

Metodyka OWT klasyfikuje długość działek kielicha w 3-stopniową skalę od krótkiej opisywanej jako 3 do długiej oznaczonej 7 (tabela 4). Omawiana kolekcja różaneczników reprezentuje pełne spektrum tej cechy. Najwięcej mieszańców posiadało działki krótkie (55 %), średnia długość wystąpiła u 35 % genotypów, natomiast jedynie u 11 % obiektów zaobserwowano najwyższe wartości (wykres 12). Warto zwrócić uwagę na tę ostatnią grupę krzewów, ponieważ długie działki kielicha mogą być dekoracyjnym elementem szczególnie w nasadzeniach kolekcjonerskich.

Najbardziej atrakcyjnym elementem różaneczników jest kwiat, który w niniejszych badaniach był dokładnie analizowany. Jedną z badanych cech był także jego kształt, który ma istotne znaczenie, podobnie jak inne jego właściwości. Za pomocą testu Tukeya wyróżniono 3 grupy jednorodne, co pozwoliło na zaobserwowanie najbardziej oryginalnych kwiatów u obiektów o numerach 58, 97 oraz 105. Współczynnik zmienności tej cechy wyniósł 34 % (tabela 14).

Na etapie wykonywania obserwacji posłużono się metodyką OWT, która opisuje kształt kwiatów za pomocą 9-stopniowej skali bonitacyjnej. Najmniejszą wartość (1) przypisuje kształtowi szerokolejkowatemu, natomiast najwyższą (9) – cylindryczno-dzwonkowatemu (tabela 4). Mieszańce znajdujące się w omawianej kolekcji reprezentowały niepełne spektrum tej cechy. U największej liczby genotypów (72 %) zaobserwowano kształt otwartolejkowaty, u 23 % obiektów zauważono kwiaty szerokolejkowate, a tylko u 3 % – wydętolejkowaty. Najmniej mieszańców (po 1 %) posiadało kształt kwiatu lejkowaty i cylindryczno-lejkowaty (wykres 13). Tak duża zmienność tej cechy mogła być spowodowana pomiarami wykonywanymi w różnych momentach rozwoju kwiatu – na początku kwitnienia pokrój był bardziej lejkowaty, w środkowej części mocno otwarty, a na koniec znowu robił się lejkowaty.

Nie mniej istotny jest także zapach kwiatów, szczególnie jeśli chodzi o okazy, które rosną w małych ogrodach przydomowych. Cecha ta może decydować o wyborze odmiany. W omawianych badaniach wykorzystano pogrupowanie średnich za pomocą testu Tukeya, który umożliwił wyróżnienie 2 grupy jednorodnych. Pozwoliło to na zaobserwowanie najwyższych wartości u mieszańców nr 58 oraz nr 105, które posiadały słaby zapach kwiatów. Właśnie te egzemplarze mogą być interesującymi odmianami sadzonymi w ogrodach i przy tarasach. Współczynnik zmienności tej właściwości wyniósł 41 % (tabela 14).

Zapach kwiatów w metodyce OWT został sklasyfikowany w 5 stopniową skalę, gdzie 1 oznacza brak lub bardzo słaby zapach, a 9 to bardzo silne natężenie tej właściwości. Omawiana kolekcja mieszańców reprezentowała dwa pierwsze stopnie (tabela 4). Najwięcej różaneczników nie posiadało zapachu lub był on bardzo słaby (88 %), a tylko u 12 % okazów wystąpił w słabym nasileniu (wykres 14). Należy zaznaczyć, że występowanie tej właściwości może mieć duże znaczenie w przyciąganiu owadów pożytecznych na terenach zieleni miejskiej.

Pozostając przy analizie cech kwiatów, należy szczególnie zwrócić uwagę na pofalowanie brzegu płatków korony, które było bardzo zróżnicowane w omawianej kolekcji różaneczników. Cecha ta niewątpliwie podnosi wartość ozdobną krzewów w trakcie kwitnienia. Konsumenci równie mocno ją cenią, jak kolor płatków korony, co często decyduje o wybraniu konkretnej odmiany. Zastosowanie testu Tukeya pozwoliło na wyodrębnienie 5 grup jednorodnych, które umożliwiły wskazanie najbardziej charakterystycznych obiektów: bardzo silne pofalowanie zaobserwowano w kwiatach krzewów o numerach 4, 36 oraz 99, natomiast jego brak odnotowano u obiektów nr 50, 104 i 106. Współczynnik zmienności tej cechy wyniósł 49 % (tabela 14).

Pofalowanie brzegu płatków korony jest klasyfikowane w metodyce OWT w 5-stopniową skalę. Najbardziej intensywnie karbowana krawędź opisywana jest jako 9, natomiast 1 to brak lub bardzo słabe nasilenie cechy (tabela 4). Omawiana właściwość reprezentowała cały zakres zróżnicowania, co może być interesującym kierunkiem do stworzenia odmiany o unikatowych cechach. Najwięcej mieszańców miało słabe i średnie pofalowanie brzegu i pojawiło się ono odpowiednio u 36 % i 33 % genotypów. Bardzo silne karbowanie krawędzi zauważono u 16 % obiektów, natomiast silne lub bardzo słabe nasilenie cechy posiadało 9 % i 7 % okazów (wykres 15). Wszystkie stopnie nasilenia tej właściwości mogą znaleźć swoich zwolenników, ponieważ są równie atrakcyjne, szczególnie w połączeniu z intensywnym zabarwieniem płatków korony.

Intensywny rysunek na gardzieli płatków korony, tworzący wyraźny kontrast z zabarwieniem kwiatu, może być istotnym walorem dekoracyjnym. Również jego brak, w niektórych okolicznościach, będzie uważany za atrakcyjny. Dlatego podczas wykonywania obserwacji szczegółowo przyjrano się wyrazistości rysunkowi gardzieli. Dzięki zastosowaniu testu Tukeya zauważono, że poszczególne krzewy wykazywały bardzo duże zróżnicowanie, co pokazuje podział na 9 grup jednorodnych. Współczynnik zmienności tej cechy wyniósł 47 % (tabela 14). Najbardziej skrajne wartości zaobserwowano u obiektów o numerach 21, 52, 53, 55 oraz 59 – rysunek był widoczny z dużej odległości dzięki mocnym kontrastom z barwą płatka korony i przykuwał wzrok odwiedzających arboretum. Natomiast najmniej był widoczny na kwiatach krzewów o numerach 105, 106 i 10/2A, które mimo wszystko wyglądały atrakcyjnie, ponieważ jednolita barwa płatków dawała odczucie harmonii i równowagi.

Wyrazistość rysunki na płatkach korony w metodyce klasyfikowana jest w 5-stopniową skalę bonitacyjną, która opisuje tę właściwość od braku lub bardzo słabego występowania (1) do bardzo silnej intensywności cechy (9) (tabela 4). Najwięcej mieszańców (37 %) posiadało słabo widoczny rysunek. Średnia i silna wyrazistość pojawiła się odpowiednio u 21 % i 20 % mieszańców. Natomiast 11 % i 9 % genotypów reprezentowało najbardziej skrajne wartości, czyli brak lub bardzo słabo widoczny oraz bardzo silny rysunek (wykres 16). Tak duża różnorodność może stanowić ciekawy i niespotykany dotąd wkład w istniejące już odmiany, dlatego szczególnie należy zwrócić uwagę na egzemplarze o skrajnych cechach.

Opisując rysunek gardzieli w omawianej kolekcji różaneczników, zwrócono także uwagę na jego rodzaj, czyli kształt jaki przyjmuje na płatkach korony. Zarówno jednolite plamy, jak i drobne punkty, mogą być ciekawym elementem dekoracyjnym, szczególnie jeśli występuje silny kontrast z barwą płatków korony. Na podstawie analizowanych średnich wyróżniono 3 grupy jednorodne, które pokazały, że cecha ta jest najbardziej indywidualna u obiektu nr 53, ponieważ tylko na kwiatach tego mieszańca przybrała postać plam łączonych punktami. Współczynnik zmienności wyniósł 38 % (tabela 14).

Do dokładniejszego omówienia uzyskanych wyników posłużono się metodyką OWT, która dzieli tę cechę w 4-stopniową skalę. Klasyfikacja opiera się na wzrastającym stopniu połączenia barwnych plam na gardzieli płatków korony – 1 oznacza niezlewające się punkty, a 4 to jedna, duża plama (tabela 4). Omawiana kolekcja reprezentowała trzy pierwsze stopnie. Najwięcej mieszańców posiadało rysunek zlewających się (47 %) oraz niezlewających się punktów (45 %). Najrzadziej wystąpiły plamy łączone punktami (8 %). Mocno



wyróżniający się rysunek na kwiatach może być pożądanym u odmian, dlatego cechę tę należy rozpatrywać w szerszym spektrum (wykres 17).

Badano także barwę pylników, którą uznano za cechę podnoszącą wartość dekoracyjną krzewów, szczególnie w kolekcjonerskich nasadzeniach. Pylniki o kolorze kontrastowym do znamienia słupka lub płatków korony, mogą pozytywnie oddziaływać na wizualny odbiór krzewów. Przeprowadzony test Tukeya podzielił średnie wartości tej cechy na 3 grupy jednorodnych. Współczynnik zmienności zabarwienia pylników był bardzo wysoki i wyniósł 76 %, czyli najwięcej spośród wszystkich badanych cech (tabela 14). Najbardziej charakterystyczne pylniki wystąpiły u obiektu o numerze 101, gdzie przybrały odcień fioletowy, co interesująco wyglądało w połączeniu z jasnoróżowymi płatkami korony.

Kolory pylników analizowano zgodnie z metodyką OWT, która opisuje tę cechę za pomocą 8-stopniowej skali, gdzie każda klasa odpowiada innej barwie od białej (1) do czarnej (8) (tabela 4). Omawiana właściwość reprezentuje prawie spektrum, poza ostatnią czarną barwą. Pylniki białe posiadało najwięcej mieszańców, co stanowiło 61 % obiektów w kolekcji. O wiele mniej genotypów odznaczało się kolorem żółtym (24 %). Fioletowa barwa wystąpiła u 11 % okazów, natomiast czerwona i brązowa stanowiły po równo 5 % kolekcji. Należy szczególnie zwrócić uwagę na mieszańce, które posiadały pylniki o barwie zielonej i purpurowej, ponieważ stanowiły one łącznie 2 % badanych genotypów (wykres 18). Tak duże zróżnicowanie omawianej cechy świadczy o wysokiej różnorodności badanej kolekcji, co może być źródłem ciekawej cechy w tworzeniu nowych odmian.

W wielu nasadzeniach kolekcjonerskich ogrodnicy zwracają uwagę na szczegóły różniące poszczególne rośliny – czasem jest to barwa pylników, czasem inne cechy kwiatów. Zdarza się, że kładą szczególny akcent na stosunek długości słupka do pylników. Przeprowadzona analiza statystyczna średnich wartości za pomocą testu Tukeya wyróżniła 3 grupy jednorodnych, co pozwoliło na wyróżnienie genotypu nr 16, który jako jedyny posiadał słupek krótszy niż pylniki. Ze względu na to, że jest to cecha unikatowa na tle kolekcji, należy szczególnie wziąć pod uwagę ten krzew jako interesujące źródło zróżnicowania. Współczynnik zmienności tej właściwości wyniósł 17 % (tabela 14).

Pomiary zostały wykonane zgodnie z metodyką OWT, która rozróżnia 3 stopnie długości słupka w porównaniu do pylników: krótszy (1), taki sam (2) i dłuższy (3) (tabela 4). Omawiana kolekcja mieszańców reprezentowała całe spektrum tej cechy. Najwięcej genotypów posiadało dłuższe pylniki 79 %, a u 20 % obie długości były sobie równe (wykres 19). Właściwość ta może podnosić walory dekoracyjne krzewów, jeśli poszczególne elementy kwiatu będą w kolorach kontrastowych.

O atrakcyjności krzewu może także decydować barwa znamienia słupka. Jeśli ma kolor kontrastowy do pylników, płatków korony lub gardzieli, to zdecydowanie podnosi wartość ozdobną roślin. Również zbliżone barwy mogą wyglądać atrakcyjnie. W omawianej kolekcji cecha ta okazała się bardzo zróżnicowana, co pokazuje przeprowadzony test Tukeya, który podzielił średnie wartości na 3 grupy jednorodne. Współczynnik zmienności wyniósł 24 % (tabela 14).

W badanej kolekcji różaneczników zabarwienie znamienia słupka okazało się być mocno zróżnicowane, co pokazują przeprowadzone pomiary zgodnie z metodyką OWT. Cecha ta klasyfikowana jest w 6-stopniową skalę, gdzie każdy punkt odpowiada innemu kolorowi od białej (1) do brunatnej (6) (tabela 4). Najwięcej mieszańców (35 %) posiadało brunatne znamienie. Równie często pojawiały się słupki czerwone i purpurowe, które wystąpiły po równo u 27 % badanych genotypów. Najrzadziej występowały kolory żółty i zielony, który obserwowano w tej samej frekwencji po 5 % (wykres 20), które wyglądały atrakcyjnie w połączeniu z ciemnymi płatkami korony. Omawiana właściwość jest także interesująca ze względu na ciemniejący kolor w trakcie rozwoju i dojrzewania kwiatów, co może być ciekawym elementem dekoracyjnym.

Ze względu na to, że to kwiaty są najbardziej atrakcyjną częścią krzewu, duże znaczenie ma czas kwitnienia – im dłuższy, tym bardziej pożądany. Również poszukiwane są odmiany skrajne, o bardzo wczesnym lub bardzo późnym pojawianiu się kwiatów. Dlatego szczególnie zwrócono uwagę na termin kwitnienia krzewów. Przeprowadzono analizę statystyczną średnich wartości omawianej cechy, wykorzystując do tego test Tukeya, który pozwolił na wyróżnienie 4 grup jednorodnych. Dzięki temu możliwe stało się wskazanie mieszańców reprezentujących najbardziej skrajne właściwości, czyli termin bardzo późny, który wystąpił u jednego krzewu (nr 47) oraz bardzo wczesny zaobserwowano u 2 obiektów (nr 75 i 79). Współczynnik zmienności terminu kwitnienia wyniósł 24 % (tabela 14).

Dla dokładniejszego omówienia zróżnicowania terminu kwitnienia w omawianej kolekcji różaneczników, posłużono się metodyką OWT, która klasyfikuje tę właściwość w 5-stopniowej skali, gdzie 1 oznacza termin bardzo wczesny, a 9 bardzo późny (tabela 4). Badane mieszańce reprezentowały kompletne spektrum tej cechy. Najczęściej genotypy zakwitwały w terminie średnim (55 %) oraz w bardzo wczesnym (43 %). Nieco mniej obiektów wpisywało się w okres wczesny (23 %) i późny (19 %). Należy zwrócić szczególnie uwagę na 1 % mieszańców, które wytwarzały kwiaty bardzo późno, ponieważ może być to pożądana cecha z punktu widzenia tworzenia nowych odmian (wykres 21). Termin kwitnienia

różaneczników jest równie istotny dla konsumentów, jak barwa ich kwiatów oraz pokrój, ponieważ często to on decyduje o wyborze odmiany. Warto jednak zaznaczyć, że szybciej zostanie wybrany krzew o atrakcyjnych cechach kwiatostanów, niż długim okresie kwitnienia.

#### ***5.1.1.4 Ocena kolekcji mieszańców *Rhododendron L.* pod względem zabarwienia kwiatów***

Barwa kwiatów jest jedną z najważniejszych cech dekoracyjnych różaneczników, ponieważ to głównie na nią zwracają uwagę konsumenci przy wyborze roślin do swojego ogrodu, szczególnie krzew ma tworzyć kompozycję z innymi roślinami. W omawianym badaniu posłużono się kartą kolorów RHS Colour Chart.

Pierwszym krokiem było określenie barw płatków korony na górnej stronie części brzeżnej i środkowej, na dolnej stronie części środkowej. Następnie przyjrano się dokładniej zabarwieniu rysunku na gardzieli płatków korony. Uzyskane dane pozwoliły poklasyfikować obiekty do grup kolorystycznych co przedstawiono w tabeli nr 15.

Należy podkreślić, że przy wyborze odmiany konsumenci w pierwszej kolejności kierują się zabarwieniem kwiatów. Uważają, że najatrakcyjniejsze są krzewy o kwiatach fioletowych i różowych, a znacznie mniej osób decyduje się na odmiany posiadające białe płatki korony. Wynika to głównie z faktu, że białe kwiaty podczas przekwitania brązowieją i wyglądają nieestetycznie, co jest słabiej widoczne u kwiatów różowych i fioletowych. Poza tym w okresie kwitnienia różaneczników (maj/czerwiec), gdy większość krzewów dopiero wchodzi w okres kwitnienia, konsumenci pożądamy wielokolorowych ogrodowych nasadzeń i wolą bardziej intensywne kolory. O wizualnej atrakcyjności krzewów decyduje także silne pofalowanie brzegu płatka korony, które jest o wiele ważniejsze przy wyborze odmiany, niż występowanie i rodzaj rysunku gardzieli.

Najbardziej liczna była grupa red-purple (czerwono-purpurowa), do której zaliczono aż 51 % wszystkich mieszańców (wykres 22). Kwiaty miały zabarwienie w różnym stopniu różowe. Ten kolor cieszy się największym zainteresowaniem konsumentów. Przyjrano się także zabarwieniu rysunku na gardzieli, co okazało się mocno zróżnicowane. Zauważono, że u 32 % genotypów kolor rysunku był żółtozielony, co sprawiało, że nie był zbyt wyrazisty, choć w połączeniu z różowymi płatkami prezentował się atrakcyjnie. Mniej obiektów (26 %) miało zabarwienie zaliczane do grupy szaropomarańczowej. Było ono stosunkowo ciemne i mocno rzucało się w oczy, podobnie jak czerwonepurpurowa barwa rysunku u 15 % obiektów. Atrakcyjnie wyglądało zabarwienie z grupy żółtopomarańczowej

(15 % obiektów), które mocno odznaczało się na płatkach, a u obiektu nr 56, rysunek był szczególnie duży i dwukolorowy żółto-pomarańczowy. U 5 % okazów zaobserwowano kolor rysunku zaliczany do grupy czerwonej, choć jego odcień delikatnie wpadał w róż. Również zabarwienie pomarańczowe występowało u 5 % okazów. Najrzadziej występowało zabarwienie białe (obiekt nr 50) i purpurowe (nr 1), które obserwowano u pojedynczych egzemplarzy.

Kolejna liczna grupa (37 % wszystkich mieszańców) miała kolor rysunku zaliczany do grupy purpury (fioletowej), który przybierał ciemniejsze i jaśniejsze odcienie (wykres 23). Również tutaj zauważono bardzo duże zróżnicowanie rysunku gardzieli, które było mocno zróżnicowane. Najbardziej licznie zabarwienie czerwopurpurowe, wystąpiło u 21 % genotypów z tej grupy. Równie licznie obserwowano kolor pomarańczowy i czerwony, w obu przypadkach u 14% mieszańców. Podobnie atrakcyjnie wyglądały zabarwieniu rysunku u 11 % obiektów o zaliczanych do grupy czerwonej i 3 okazów z grupy pomarańczowoczerwonej. Szczególną uwagę genotypy nr 36, 29, 34 (zdjęcie 12) oraz 47, których rysunek miał kolor odpowiednio: żółty, żółtozielony, szaropomarańczowy oraz fioletowy i wyraźnie odznaczał się na płatkach korony. W przypadku kontrastowych połączeń barw płatka korony i rysunku gardzieli duże znaczenie odgrywa jego kształt i wyrazistość, dlatego także pod kątem tej cechy należy kierować się przy wyborze genotypów do dalszych badań. W tej grupie należy zwrócić uwagę na obiekt o numerze 80, ponieważ fioletoworóżowemu zabarwieniu kwiatów towarzyszy czerwony rysunek gardzieli, co może być szczególnie istotne z punktu widzenia konsumentów. Równie atrakcyjnie prezentuje się krzew nr 36 o intensywnie żółtym rysunku.

Trzecią co do wielkości grupą była white (biała), a zaliczono do niej 11 % mieszańców z całej kolekcji, które wykazały bardzo sporą zmienność pod względem zabarwienia rysunku gardzieli (wykres 24). Warto zaznaczyć, że nawet średnio wyraźny rysunek był mocno widoczny na białych płatkach korony, szczególnie jeśli miał ciemny kolor. Najczęściej występował żółtozielony rysunek zaobserwowany u 38 % okazów, po 25 % genotypów miało zabarwienie szaroczerwone i czerwono-fioletowe. Za najciekawszy można uznać krzew nr 28 (12,5 %), ponieważ tylko na jego gardzieli pojawiły się plamy w kolorze żółtopomarańczowym. Okazuje się jednak, że konsumenci najrzadziej wybierają różaneczniki o białych kwiatach, ponieważ za o wiele atrakcyjniejsze uważane są okazy o różowo i fioletowo zabarwionych kwiatach.

Do kolejnej grupy purple-violet (purpurowo-fioletowa) płatków korony zaliczono 4 obiekty. Były to okazy o najciemniejszych kwiatach spośród całej kolekcji, a każdy

z nich miał inne zabarwienie rysunku gardzieli – szaropomarańczowe (nr 107 – zdjęcie 5), czerwonopurpurowe (nr 100), żółtozielone (nr 57) oraz żółtopomarańczowe (nr 81). Mimo że rysunek nie jest zbyt wyrazisty, to płatki korony mają intensywny kolor, co konsumenci uważają za atrakcyjne.

Pozostałe 3 okazy wyróżniają się na tle omawianej kolekcji zabarwieniem płatków korony oraz gardzieli. Genotypu nr 73 i nr 74 zaliczono do grupy red (czerwonej), ponieważ kolor kwiatów był różowy z delikatnym czerwonym odcieniem. W katalogu kolorów znalazły się na samym końcu omawianej grupy tuż przed grupą red-purple. Oba okazy są dość atrakcyjne, ponieważ mają ciekawe zabarwienie rysunku gardzieli odpowiednio żółtopomarańczowe i pomarańczowoczerwone, co może podnosić ich wartość dekoracyjną w oczach konsumentów. U ostatniego obiektu nr 18 zauważono zarówno zabarwienie płatków korony, jak i rysunku gardzieli, które przypasowano do grupy greyed-red (szaroczerwonej).

#### ***5.1.1.5 Ocena kolekcji mieszańców *Rhododendron L.* pod względem wielkości krzewów, liści i kwiatów***

Pod względem średniej wysokości początkowej roślin, cała kolekcja była bardzo zróżnicowana, o czym świadczy przeprowadzony test Tukeya, który wyróżnił 17 grup jednorodnych (tabela 14). Najwyższy obiekt mierzył 115 cm (nr 96), natomiast najniższe okazały się krzewy nr 46 i nr 50, które odpowiednio miały 45 cm oraz 48,33 cm. Średnia wysokość wszystkich badanych roślin wyniosła 77,34 cm. Badano także średnią wysokość końcową roślin, którą za pomocą testu Tukeya podzielono na 19 grup jednorodnych (tabela 14). Pozwoliło to na pokazanie średniego tempa wzrostu poszczególnych obiektów oraz średniej długości ich przyrostów w trakcie sezonu. Najwyższy krzew osiągnął wysokość 117 cm (nr 96), natomiast najniższy miał 49,33 cm wysokości (nr 50). Średnia wysokość końcowa wszystkich okazów wynosiła 79,38 cm. Najintensywniejszy wzrost widać u egzemplarzy nr 31, 73 i 90/2.05 – wynosił on średnio powyżej 10 cm w ciągu roku. Z kolei bardzo wolny wzrost obserwowano u 21 obiektów, co wskazuje na ich karłowaty pokrój, który może znaleźć zastosowanie w obsadzaniu małych ogrodów, tarasów lub miejskich terenów zieleni. Natomiast wysokie krzewy staną się z ozdobą w dużych parkach pod koronami drzew jako okazy soliterowe, gdzie będą mogły swobodnie się rozrastać. Średni przyrost roczny w całej kolekcji wyniósł 2,03 cm (wykres 25).

Badano także średnią szerokość początkową i końcową krzewów w ciągu poszczególnych sezonów, ponieważ decyduje ona bezpośrednio o zastosowaniu okazów (tabela 14). Średnie szerokości z początku sezonu zostały podzielone na 20 grup za pomocą

przeprowadzonego testu Tukeya. Najwyższą odnotowano u okazów o numerach 8 i 96 – odpowiednio 137,33 cm i 136,33cm, natomiast najniższą u obiektów nr 64 (51,00 cm) i nr 105 (50,33). Średnia szerokość wszystkich krzewów wynosiła 85,60 cm. Średnie wartości pod koniec wegetacji podzielono za pomocą testu Tukeya na 26 grup jednorodnych. Pomiarów te pokazały, że najszersze krzewy to nr 8 (138,67 cm) oraz nr 96 (134,00 cm), natomiast najwęższe to nr 64 (56,00 cm), nr 104 (57,33 cm) oraz nr 105 (57,67 cm). Średnia szerokość wszystkich krzewów wyniosła 86,32 cm. Jednak porównanie tych wartości ze średnim przyrostem poszczególnych krzewów w trakcie sezonu wskazuje na ich tempo wzrostu. Najintensywniejszy wzrost zaobserwowano u krzewu o nr 18 (12,33 cm), natomiast u 30 obiektów był on stosunkowo wolny, co pozwala na określenie ich mianem karłowatych. Średni przyrost roczny w całej kolekcji wyniósł 0,72 cm. Wyniki przedstawiono na wykresie 26. Szerokość roślin, podobnie jak ich wysokość, jest bardzo istotna przy wyborze odmiany na konkretne stanowisko lub o ściśle określonym przeznaczeniu. Okazy o powolnym wzroście będą atrakcyjną ozdobą małych przestrzeni w ogrodach czy na tarasach, natomiast duże egzemplarze mają większe znaczenie krajobrazotwórcze w dużych parkach i nasadzeniach naturalistycznych.

Przeprowadzono także szczegółowe pomiary kwiatów, aby dokładniej określić ich dekoracyjność. Zmierzono długość szypułki kwiatowej, średnicę oraz wysokość kwiatu, a także długość kwiatu łącznie z szypułką (tabela 14). Cechy te są bardzo ważne z punktu widzenia konsumenta, ponieważ często decydują o przeznaczeniu odmiany. Najbardziej pożądane są okazy o dużych kwiatach występujących na krzewie w znacznej ilości, jednak te drobne też znajdują swoich zwolenników. Przeprowadzony test Tukeya dla średnich długości najdłuższej szypułki wyróżnił 10 grup jednorodnych. Zaobserwowano najdłuższą szypułkę u genotypu nr 17, która wyniosła 5,20 cm oraz u nr 58 – 4,97 cm. Z kolei najkrótsze szypułki kwiatowe zauważono u obiektu nr 35 oraz 57, wyniosły one odpowiednio 1,83 cm oraz 2,00 cm. Porównując te skrajne wartości do średniej długości szypułki w całej kolekcji (3,50 cm), łatwo można zauważyć, że może to być cecha dekoracyjna.

Średnica pojedynczego kwiatu decyduje o wielkości całego kwiatostanu, a co za tym idzie, wpływa na ocenę wartości dekoracyjnych rośliny, dlatego też był to jeden z wykonanych pomiarów (tabela 14). Cała kolekcja okazała się mocno zróżnicowana pod względem tej cechy, o czym świadczy wyróżnienie 14 grup jednorodnych dzięki zastosowaniu testu Tukeya. Pozwoliło to na zaobserwowanie obiektów o najbardziej skrajnych średnich wartościach – największy kwiat (9,03 cm) wystąpił u obiektu nr 100, a najmniejszy (3,83 cm) u genotypu 10/2A. Obie właściwości mogą być atrakcyjne, jeśli

połączone są z dużą ilością kwiatów w kwiatostanie, intensywną barwą płatków korony, pofalowaniem brzegu czy wyrazistym rysunkiem gardzieli.

Kolejną bardzo istotną cechą kwiatów była ich średnia wysokość (tabela 14), która została podzielona za pomocą testu Tukeya na 4 grupy jednorodne. Na tej podstawie można zauważyć, że najwyższy kwiat pojawił się u obiektów o numerach 6, 17, oraz 81 i wynosiły one odpowiednio 7,63 cm, 47 cm, 7,80 cm. Natomiast najkrótsze kwiaty zaobserwowano u egzemplarzy o numerze 10/2A i miał on długość 3,34 cm. Średnia wysokość kwiatów wyniosła 5,32 cm.

Dzięki zmierzeniu łącznej długości kwiatu i szypułki można było stwierdzić, czy kwiatostan ma charakter zwarty czy luźny, a także określić jego wielkość. Zastosowany test Tukeya wyróżnił 17 grup jednorodnych (tabela 14). Właściwość ta ma bardzo duże znaczenie przy wyborze odmian przez konsumentów, którzy kierują się rozmiarem i kształtem kwiatostanów, a także obfitością kwitnienia. Najdłuższe kwiaty z szypułką można było zauważyć u krzewu o numerze 100 (14,60 cm) oraz 67 (14,00 cm). Z kolei niskie wartości opisywanej cechy były widoczne u obiektów 10/2A oraz 38 i wyniosły one odpowiednio 4,90 cm i 5,10 cm. W całej kolekcji średnia długość kwiatu z szypułką wyniosła 9,44 cm.

Największa dekoracyjność krzewów przypada na okres ich kwitnienia, jednak przez pozostałą część roku zdobią przestrzeń swoimi zimno zielonymi liśćmi. Decydującym walorem jest długość liścia wraz z ogonkiem, a także jego szerokość (tabela 14). W zależności od typu wzrostu krzewu (karłowy czy silny), cecha może decydować pokroju i zagęszczeniu krzewów. Zastosowany test Tukeya wyróżnił 9 grup jednorodnych. Najdłuższe średnie liście zauważono u krzewów o numerach 39 oraz 59 i wyniosły one odpowiednio 16,27 cm i 16,07 cm. Natomiast najkrótsze liście pojawiły się u okazów o numerach 31 (9,40 cm), 95 (9,37 cm) i 10/2A (8,50 cm) – zdjęcie 15. W całej kolekcji średnia długość wyniosła 12,80 cm.

Szerokość liścia, podobnie jak jego długość, jest jednym z ważniejszych parametrów decydujących o dekoracyjności krzewów w okresie, gdy nie ma kwiatów (tabela 14). Przeprowadzona analiza statystyczna z wykorzystaniem testu Tukeya pozwoliła na wyodrębnienie 13 grup jednorodnych. Pożądane są liście symetryczne pod względem obu badanych cech, choć odstępstwa także mogą być atrakcyjne. Najszersze liście odnotowano u obiektów 26 i 106, wyniosły one odpowiednio 6,73 cm i 6,65 cm. Natomiast najwęższe liście pojawiły się na krzewach o numerach 31 (3,10 cm) i 10/2A (3,33 cm). W całej kolekcji średnia szerokość wyniosła 4,55 cm.

### **5.1.2 Analiza zależności badanych cech w kolekcji mieszańców *Rhododendron* L.**

Kolejnym krokiem w interpretowaniu uzyskanych danych było przeprowadzenie analizy polegającej na określeniu wzajemnych zależności pomiędzy analizowanymi cechami. W tabeli nr 16 oraz na wykresie nr 27 zamieszczono macierz korelacji opisującej stopień zależności pomiędzy zmiennymi.

Jedną z ważniejszych cech krzewu, na jaką zwracają uwagę konsumenci, jest pokrój. U analizowanych krzewów wykazuje on niską korelację dodatnią na poziomie 0,27 z początkową szerokością rośliny. Zależność ta wskazuje, że kształt roślin jest zależny od ich szerokości – rozrastanie się okazów powoduje zmianę pokroju na bardziej rozłożysty, co może być przydatne u roślin przeznaczonych do obsadzania parków. Zauważono także, że kształt szczytowego pąka kwiatostanowego wykazuje silną zależność z jaśniejszym zabarwieniem dolnej strony blaszki liściowej (-0,23). Cechy te są szczególnie istotne w kontekście określania atrakcyjności w okresie, gdy krzewy nie znajdują się w pełni kwitnienia.

Omszenie górnej strony młodego liścia jest bardzo mocno skorelowane z innymi analizowanymi cechami krzewów. Okazuje się, że pojawienie się intensywniejszego omszenia na blaszce liściowej jest związane z osiągnięciem przez nie ciemniejszego odcienia zieleni (0,28). Podobnie kształtuje się zależność z barwą znamienia słupka (0,26) oraz długością szypułki kwiatowej (0,29). Występowanie mocnego omszenia powoduje ograniczenie wzrostu roślin, o czym świadczy ujemne oddziaływanie na początkową (-0,32) i końcową (-0,30) wysokość rośliny, a także na początkową szerokość rośliny (-0,23). Zależność ta ma w takim razie duże znaczenie w przypadku doboru okazów pod względem ich tempa wzrostu, ponieważ występujący nalot sprzyja wolniejszemu rozwojowi całej rośliny.

Analizując wykonane badania, można zwrócić uwagę, że występuje także zależność pomiędzy zabarwieniem antocyjanowym górnej strony młodego liścia, a kształtem kwiatostanu (0,31) – kwiatostan staje się bardziej stożkowy, jeśli zabarwienie jest wyraźniejsze. Natomiast należy zwrócić uwagę, że im ciemniejsza jest górna strona dojrzałego liścia, to pylniki są jaśniejsze (-0,23), co może być bardzo atrakcyjną cechą, która jest rzadkością wśród istniejących już odmian. Z kolei ciemniejsza barwa dolnej strony dojrzałego liścia wykazuje osłabienie wzrostu krzewów (-0,23) oraz wysokości kwiatów (-0,25). Należy jednak wyraźnie podkreślić bardzo dużą korelację między ciemnieniem i brunatnieniem blaszek liściowych a zwiększającą się średnicą kwiatu (0,57).



Zauważono niską, ujemną zależność między kształtem blaszki dojrzałego liścia, a długością słupka w stosunku do pylnika (-0,25). Na uwagę jednak zasługuje związek z przekrojem poprzecznym blaszki liściowej, który staje się bardziej wypukły u liści jajowatych (0,24). Cecha ta może stanowić interesującą zmienność w omawianej kolekcji, ponieważ pozytywnie wpływa na postrzeganie roślin w okresie, gdy nie ma kwiatów. Interesująco jednak kształtują się zależności z połyskiem górnej strony dojrzałego liścia, który niewątpliwie stanowi jego dekoracyjną cechę. Zaobserwowano, że jest on intensywniejszy wraz ze zwiększaniem się tempem wzrostu rośliny, a szczególnie wysokością początkową (0,25) i końcową (0,25) oraz szerokością początkową krzewu (0,25). Silniejszy połysk pojawia się także u częściej okazów o dłuższych liściach (0,26). Natomiast zauważono, że połysk blaszki liściowej jest większy u okazów o silnym pofalowaniu brzegu płatka korony (-0,29) – obie te cechy są bardzo ważne dla konsumentów przy wyborze odmiany.

Zaobserwowano interesujące zależności między cechami kwiatostanu i pojedynczych kwiatów. Stwierdzono ciekawe dodatnie zależności związane z liczbą kwiatów w kwiatostanach a szerokością początkową i końcową kwiatów. Pozwoliło to na zaobserwowanie ciekawych zależności związanych z liczbą kwiatów w kwiatostanie. U omawianej kolekcji zauważono, że jest ona większa u krzewów o dużej szerokości początkowej (0,27) i końcowej (0,30). Z kolei ilość wytwarzanych kwiatów wzrastała u okazów o jaśniejszych zarówno szypułkach po stronie nasłonecznionej (-0,29), jak i pylnikach (-0,30). Z kolei intensywność zabarwienia szypułki jest ściśle związane z wyrazistością rysunku na gardzieli płatka korony (0,26). Zauważono także, że kwiatostany mają pokrój bardziej stożkowy u egzemplarzy o krótkich działkach kielicha (-0,27). Natomiast wzrost ich długości jest związany z wyrazistością rysunku (0,29) oraz jego bardziej rozległym kształtem (0,36) na gardzieli płatka korony. Z kolei działki kielicha są dłuższe u krzewów o jaśniejszym znamieniu słupka (-0,31).

Należy również zwrócić uwagę na silną korelację wielkości kwiatu ze wzrostem intensywności ich zapachu (0,59). Jest to ważna cecha pod względem dekoracyjnym – pożądane są odmiany o dużych i ładnie pachnących kwiatach, ale także ekologicznym – intensywny zapach oraz większe, barwne kwiatostany przyciągają owady pożyteczne. Stwierdzono także, że aby woń była intensywniejsza, kwiat musi charakteryzować się mniejszą średnicą (-0,23), wykazywać ograniczoną wyrazistość rysunku na gardzieli płatka korony (-0,29) oraz odznaczać się słabszym tempem wzrostu w kontekście początkowej (-0,32) i końcowej (-0,29) wysokości oraz początkowej (-0,30) i końcowej (-0,31) szerokości rośliny. W związku z tym nasuwa się sugestia, że krzewy potrzebują dużo

energii na wytwarzanie atrakcyjnego zapachu, dlatego występuje on głównie u karłowych form, co wpływa na ich przydatność w małych ogrodach oraz na tarasach, a także nasadzeniach reprezentatywnych. Zauważono także, że pofalowanie brzegu płatków korony było intensywniejsze u roślin o krótszych liściach (-0,27).

Kolejną z bardziej ozdobnych cech kwiatu jest wyrazistość rysunku gardzieli na płatkach korony. Zaobserwowano, że jest on bardziej widoczny u krzewów, których rysunek ma kształt jednej lub kilku dużych plamy połączonych punktami (0,62), co jest stosunkowo oczywiste, ponieważ obiekty takie mocno wyróżniają się na tle całej kolekcji. Również odnotowano, że rysunek był intensywniejszy u krzewów o dużym tempie wzrostu pod względem wartości wysokości początkowej (0,27) i końcowej (0,24) oraz u egzemplarzy także długich liściach (0,28). Okazało się jednak, że wyrazistość rysunku związana jest z jaśniejszą barwą pylników (-0,24), co może być bardzo atrakcyjnym walorem ozdobnym w trakcie kwitnienia. Zauważono także występowanie dłuższego słupka od pylników u szerokich krzewów o dużej szerokości początkowej (0,28) i końcowej (0,26) rośliny. Z kolei barwa znamienia słupka była jaśniejsza u okazów o dłuższym słupku od pylników (-0,23). Tak różnice w budowie kwiatu, mogą przyczynić się do stworzenia odmian przeznaczonych dla kolekcjonerów poszukujących ściśle określonych cech.

### **5.1.3 Ocena udziału poszczególnych cech kształtujących zmienność w kolekcji mieszańców *Rhododendron* L.**

Wykorzystując analizę składowych głównych stwierdzono, że dwanaście pierwszych składowych wyjaśnia prawie 72% całkowitej zmienności (tabela nr 17). Na wykresie 28 przedstawiono rozmieszczenie genotypów w płaszczyznach dwóch składowych głównych. W tabeli nr 18 znajdują się wartości i znaki elementów wektorów własnych, które umożliwiają odczytanie siły i kierunku wpływu poszczególnych zmiennych na główne składowe.

Na pierwszą składową główną składają się takie cechy jak: wysokość początkowa, końcowa oraz szerokość końcowa i początkowa badanych mieszańców. Wyjaśniają one ponad 14 % obserwowanej zmienności w ocenianej kolekcji. Najsilniejszy udział ma szerokość początkowa krzewów. Składowa ta może być interpretowana jako zmienna syntetyczna informująca o tempie wzrostu badanych genotypów.

Druga składowa wyjaśnia 8% zmienności opisywanej w kolekcji. Największy udział mają cechy takie jak: długość szypułki kwiatowej, długość liścia wraz z ogonkiem, szerokość liścia oraz ujemnie skorelowane pofalowanie brzegu płatków korony. Wydzielenie tej zmiennej

oryginalnej z pierwszej składowej wskazuje, że ma ona zupełnie inny wpływ na wartości dekoracyjne krzewów znajdujących się w kolekcji. Można zatem wysnuć wnioski, że przede wszystkim o atrakcyjności krzewów decyduje pokrój oraz walory ozdobne opierające się na cechach kwiatów i liści.

Trzecia składowa wnosi prawie 7% informacji, a główny udział w niej mają wyrazistość i rodzaj rysunku na gardzieli płatków korony oraz ujemnie skorelowanych zmiennych stosunek długości słupka do pylników. Najsilniejszy udział wykazuje rodzaj rysunku. Nie trudno zauważyć, że ta składowa może być traktowana jako zmienna syntetyczna informująca o walorach dekoracyjnych kwiatu, których nie brała pod uwagę druga składowa.

Czwarta składowa wyjaśniająca 7% zmienności analizowanych danych uwzględnia długość działek kielicha oraz ujemnie skorelowany kształt kwiatostanu i zabarwienie szypułki po stronie nasłonecznionej. Największą siłę ma pokrój kwiatostanu, a omawiana składowa podkreśla silny wpływ cech dekoracyjnych kwiatów na zróżnicowanie kolekcji. Cechy ozdobne kwiatów są bardzo ważne przy wyborze odmiany przez konsumentów.

Piąta główna składowa wyjaśnia 6% całkowitej zmienności poprzez dodatnią zmienną barwa dolnej strony blaszki liściowej dojrzałego liścia oraz ujemną przekrój blaszki liściowej dojrzałego liścia, długość kwiatu z szypułką oraz wysokość kwiatu, która ma największy udział. Składowa ta może być interpretowana jako zmienna syntetyczna informująca o dekoracyjnych cechach liści oraz wielkości kwiatów.

Szоста składowa przenosi 8% informacji zawartych w ujemnie skorelowanej barwie górnej strony blaszki liściowej oraz dodatnio skorelowanej średnicy kwiatu. Opisuje ona zupełnie inny, niż wcześniejsze składowe, wpływ na wartości dekoracyjne krzewów, co może być ważną sugestią przy wyborze genotypu do dalszej części badań.

Kolejne trzy składowe informują o cechach młodych liści i szczytowego pąka kwiatostanowego. Wyjaśniają procent całkowitej zmienności, odpowiednio: siódma składowa – 5% (omszenie górnej strony młodego liścia), ósma składowa – 4% (kształt szczytowego pąka kwiatostanowego), dziewiąta składowa – 4% (antocyjanowe zabarwienie górnej strony blaszki liściowej młodego liścia). Wszystkie te składowe są niezmiernie istotne pod względem niesionej przez siebie informacji o walorach ozdobnych badanych genotypów, ponieważ wskazują na bardzo szczegółowe cechy. Dwie ostatnie składowe wyjaśniające odpowiednio: dziesiąta składowa – 4% (barwa pylników), jedenasta składowa – 3% (pokrój rośliny). O ile pierwsza z nich informuje o dekoracyjności jedynie w okresie kwitnienia, to druga niesie ogrom informacji o walorach ozdobnych charakterystycznych przez cały rok.

Na wykresie nr 38 przedstawiono rozproszenie badanych obiektów w układzie dwóch pierwszych składowych. Na osi poziomej przedstawiono pierwszą składową, która wyjaśnia około 14 % badanej zmienności, a na osi pionowej drugą, wyjaśniającą około 8% badanej zmienności. Analizując ten wykres, wyraźnie widać, że występują obiekty, które odstają od pozostałych pod względem dwóch uwzględnionych zmiennych. Pierwszą grupę tworzą obiekty 104 i 58, do drugiej można zaliczyć 97, 101 i 105. Należy także wrócić uwagę na mocno odznaczające się genotypy o numerach 10/2A oraz 11, a także na grupę, w której skład wchodzi okazy o numerach 53, 8 i 96. Z wyodrębnionych podziałów można wysnuć wnioski, że wyróżniające się egzemplarze charakteryzują się interesującymi cechami dekoracyjnymi i mogą posłużyć do stworzenia nowych odmian o walorach, jakich nie ma obecnie na rynku.

#### **5.1.4 Pogrupowanie analizowanych obiektów na podstawie 36 cech z wykorzystaniem analizy skupień**

W celu pogrupowania mieszańców pod względem ich podobieństwa na podstawie 36 cech, zastosowano analizę skupień (tabela 19). Uzyskane podziały ilustrujące przebieg aglomeracji przedstawiono na wykresie 29. Umożliwiła ona zobrazowanie najbardziej naturalnych skupisk obiektów.

Zastosowane grupowanie pozwoliło na wyodrębnienie podobnych do siebie obiektów pod względem analizowanych cech. Dzięki temu można było stwierdzić, które genotypy wykazują zbliżone wartości, a także wyodrębnić najważniejsze cechy. Jednocześnie zaobserwowano, jak liczne są poszczególne grupy, co umożliwia łatwiejsze wytypowanie genotypów o indywidualnych i charakterystycznych właściwościach, które później mogą posłużyć do ustalenia nowych odmiany. Analiza skupień umożliwiła także wyraźne skategoryzowanie podanych obiektów, które nie było widocznej do tej pory.

Za pomocą omawianej analizy wyodrębniono 3 klastry, które wykazują ogromną różnorodność między sobą. W pierwszej grupie znalazło się 52 % badanych obiektów, w drugiej 33,3 %, a w trzeciej 14,6 %. Klastry wykazały między sobą silne zróżnicowanie pod względem wysokości oraz szerokości początkowej i końcowej krzewów, co przedstawia wykres nr 40. Dzięki temu można było określić, które grupy okazów charakteryzują się dużą intensywnością wzrostu, a które należy uznać za karłowe. Jest to bardzo ważna cecha ze względu na przeznaczenie poszczególnych roślin, ponieważ duże i rozłożyste krzewy znajdują zastosowanie w parkach i naturalistycznych nasadzeniach pod koronami drzew,

natomiast mniejsze egzemplarze przypadną do gustu właścicielom małych ogrodów oraz tarasów.

Pierwszą grupą, do której przydzielono ponad połowę obiektów z badanej kolekcji różaneczników, wyróżnia się najwyższą średnią wysokością początkową (91,47) i końcową (92,99) oraz średnią szerokością początkową (108,92) i końcową (106,61). Okazy znajdujące się w omawianej grupie charakteryzowały się pokrojem krzaczastym i eliptycznym kształtem szczytowego pąka kwiatostanowego. Ich młode liście były delikatnie omszone, a także pojawiło się słabe antocyjanowe zabarwienie ich górnej strony, choć właściwości te nie należały do nadmiernie wyrazistych. Natomiast dojrzałe liście miały intensywnie zielone zabarwienie na wierzchniej części, również pojawił się delikatny połysk, natomiast na dolnej były jasnozielone. Blaszki o kształcie eliptycznym wykazywały płaski przekrój, a ich długość i szerokość wynosiła odpowiednio 13,47 cm i 4,57 cm. Krzewy te charakteryzowały się obfitymi kwiatostanami słabokopulastymi. Pojedyncze kwiaty należące do obiektów w omawianym klastrze miały średnicę 7,13 cm i były stosunkowo wysokie (5,61 cm), a łącznie z szypułką (3,68 cm) osiągały średnio 10,38 cm, co wyróżniało je na tle innych analizowanych grup. Miały kształt szerokolejkowaty i wytwarzały dość słaby zapach, jednak nie na tyle mocny, aby był ważną cechą ozdobną. U wszystkich egzemplarzy zaobserwowano średniej długości działki kielicha. Poszczególne kwiaty posiadały średnio pofalowane brzegi, a rysunek na płatkach korony w postaci zlewających się punktów był umiarkowanie widoczny. Należy zwrócić szczególną uwagę na bardzo atrakcyjne białe zabarwione pylniki, które, wyraźnie krótsze od słupków, odznaczały się czerwonym zabarwieniem znamienia niewystępującym u roślin w pozostałych klastrach. Określono, że rośliny zaliczone do tej grupy najpóźniej wchodziły w okres kwitnienia w czasie sezonu wegetacyjnego, co może być istotną wartością dekoracyjną w połączeniu z wcześniej zakwitającymi odmianami.

W drugiej grupie znalazło się 33,3 % badanych genotypów. Zauważono, że wykazywały się one najniższą wysokością początkową (62,81 cm) i końcową (65,30 cm) oraz szerokością początkową (69,42 cm) i końcową (72,35 cm). Zaobserwowano także najszybsze tempo wzrostu pod względem wysokości, ale stosunkowo wolne rozkrzewianie się na boki. Uznano, że charakteryzują się pokrojem krzaczastym, a szczytowy pąk kwiatostanowy jest eliptyczny. Zauważono na młodych liściach słabe omszenie, które okazało się najintensywniejsze wśród wszystkich omawianych klastrow, nie wystąpiło jednak antocyjanowe zabarwienie blaszek. Natomiast dojrzały liść miał atrakcyjne ciemnozielone zabarwienie na górnej stronie oraz zielone na dolnej, a także eliptyczny kształt. Jego przekrój

był płaski, jednak zauważono słaby połysk, co może być cechą bardzo dekoracyjną przy ciemnym odcieniu blaszki liściowej. Poszczególne liście miały długość średnio 13,14 cm i były najszersze – 4,92 cm. U wszystkich okazów wystąpiły duże kwiatostany o formie słabokopulastej. Przyglądając się cechom pojedynczego kwiatu zauważono, że szypułka ma zabarwienie czerwonozielone po stronie nasłonecznionej, a także zaobserwowano występowanie stosunkowo krótkich działek kielicha. Kwiaty o kształcie szerokolejkowatym miały dosyć dużą średnicę (7,46 cm), ale najniższą wysokość (5,01 cm), więc długość łącznie z szypułką (3,67 cm) także była niska (8,30 cm). Zwrócono uwagę także na występowanie delikatnego zapachu. Porównując omawiane wyniki z klastrem pierwszym, zauważono, że brzeg płotka korony wykazywał słabsze pofalowanie oraz mniej widoczny rysunek na gardzieli, pojawiający się w kształcie delikatnych plam zlewających się punktami. Pylniki o barwie żółtej, były krótsze od słupka ze znamieniem w kolorze purpurowym. Oceniono, że rośliny wchodzące w omawiany klaster zakwitwały stosunkowo najszybciej w ciągu roku.

Ostania najmniej liczna grupa (14,6 %) wykazywała atrakcyjne i niepowtarzalne cechy. Pod względem tempa wzrostu, wykazywała się najintensywniejszymi przyrostami rocznymi, choć wartości średniej wysokości początkowej (72,39 cm) i końcowej (74,62 cm), a także średniej szerokości początkowej (75,21 cm) i końcowej (77,53 cm), umiejscawiały ją na środkowym miejscu omawianych grup. Pokrój krzewów (krzaczasty) i kształt szczytowego pąka kwiatostanowego (eliptyczny) był taki sam jak w poprzednich. Młode liście miały bardzo słabe zabarwienie antocyjanowe, a omszenie na górnej stronie nie odznaczało się zbyt mocno. Dojrzałe liście były najkrótsze spośród wszystkich omawianych klastrow (12,27), a ich szerokość należała do najniższych (4,43 cm). Na górnej stronie blaszki liściowej były zielone z prawie niewidocznym połyskiem, natomiast na dolnej jasnozielone. Kształt miały eliptyczny, jednak spośród omawianych grup najbardziej zbliżony do lekko odwrotnie jajowatego. Ich przekrój poprzeczny wykazywał kształt prosty do wypukłego. Kwiatostany wyglądały podobnie jak u pozostałych klastrow – mały dużo kwiatów o umiarkowanie długich działkach kielicha i kształcie szerokokopulastym. Należy jednak zwrócić uwagę na zabarwienie szypułki po stronie nasłonecznionej, które wyróżnia się na tle wcześniej omawianych grup, ponieważ było brunatne. Średnica kwiatów wynosiła 6,45 cm, co wskazuje, że były one najmniejsze w omawianej kolekcji, choć razem z szypułką mierzyły 9,15 cm. Trzeba jednak zaznaczyć, że większość szypulek miała 3,35 cm długości, czyli najmniej spośród wszystkich okazów. Kwiaty prawie nie wytwarzały zapachu, a ich płatek korony wykazywał umiarkowane pofalowanie. Rysunek gardzieli był stosunkowo widoczny, jednak przyjmował kształt zlewających się plam. Warto jednak zwrócić uwagę

na żółte zabarwienie pylników krótszych od słupka, którego znamię było intensywnie purpurowe. Termin kwitnienia omawianych roślin niczym się nie wyróżniał i był średniowczesny.

## **5.2 Analiza rozmnażania wegetatywnego różaneczników in vivo**

Proces ukorzenia pobranych sadzonek był ściśle związany z oceną ich przeżywalności. Po około 6 miesiącach wiosną 2015 roku wykonano obserwacje ilości ukorzenionych pędów. Średnio ukorzeniano 16,48 sadzonek, z czego ukorzeniło się średnio 4,7 pędów, co daje 29,35 % posadzonych roślin. U obiektów o nr 59 ukorzeniło się 100 % posadzonych pędów, równie dobre efekty zaobserwowano u okazy nr 96 – 82,14 %. U 7 obiektów nie udało się uzyskać żadnej ukorzenionej sadzonki (13, 43/3A, 55, 60, 67, 75, 100) co stanowi 21 % wszystkich ukorzenianych genotypów (tabela 20).

W 2016 roku oceniono stopień ukorzenia się sadzonek przewiezionych do Arboretum (tabela 20). Najwięcej zaobserwowano u genotypy nr 59 (100 % w porównaniu do ilości posadzonych pędów) oraz nr 96 (75 %). Warto zwrócić uwagę na okazy nr 47 i 49/1A, które utrzymały poziom ukorzenia 50 % w stosunku do roku 2014, gdy zakładano doświadczenie. Natomiast nie przyjęła się żadna sadzonka spośród mieszańców: 90/2A, 8, 9, 12, 18, 19, 85, 86, 89. Średnio ukorzeniło się 17,3 % pędów w porównaniu do ilości wykorzystanej do badania.

## **5.3 Analiza procesu mikrorozmnażania *Rhododendron L.***

### **5.3.1 Analiza wpływu rodzaju eksplantatu wyjściowego – segmentów nodalnych i fragmentów pędu z merystemem apikalnym na regenerację mieszańca nr 59**

Na podstawie przeprowadzonej dwuczynnikowej analizy wariancji stwierdzono brak istotnych różnic pod względem zastosowanego rodzaju eksplantatu. Zaobserwowano wyraźny wpływ rodzaju pożywki oraz interakcji pomiędzy koncentracją regulatorów wzrostu w podłożu oraz rodzajem wykorzystanych eksplantatów (segmenty nodalne, fragmenty pędów z merystemem apikalnym) (tabela nr 21).

Doświadczenie pokazało, że rodzaj eksplantatów nie wpływa istotnie na ich wzrost – średnia wysokość eksplantatów z merystemem wierzchołkowym (1,28 cm) była prawie taka sama jak średnia wysokość fragmentów pędów (1,33 cm). Przyczyną tego może być fakt wydłużania się pędu głównego lub tworzenie długich pędów kątowych, co w obu przypadkach prowadzi do powiększania rozmiarów badanej rośliny. Stwierdzono natomiast

istotny wpływ podłoża, które różniło się zawartością regulatorów wzrostu na rozwój eksplantatów (tabela 22). Zauważono najkorzystniejsze oddziaływanie podłoża Al<sub>z</sub> z dodatkiem 8,0 mg/l 2iP oraz 1,0 mg/l IAA, które pozwoliło na uzyskanie eksplantatom średniej wysokości 1,63 cm. Natomiast najslabsze stymulowanie wzrostu miało miejsce w przypadku roślin znajdujących się na pożywce Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4,0 mg/l 2iP oraz 0,2 mg/l IAA i 0,1 mg/l TDZ, ponieważ eksplantaty charakteryzowały się wzrostem na poziomie 1,08 cm.

Analiza dwuczynnikowa wykazała istotność interakcji pomiędzy rodzajem materiału wyjściowego i pożywką na analizowaną cechę. Zauważono, że największe rozmiary osiągały 2-3 węzłowe fragmenty nodalne rosnące na pożywce Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4,0 mg/l 2iP oraz 0,5 mg/l IAA, które uzyskiwały średnią wysokość 1,81 cm (tabela 23). Z kolei najmniej intensywny wzrost zaobserwowano u eksplantatów nodalnych znajdujących się na podłożu Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4,0 mg/l 2iP oraz 0,2 mg/l IAA + 0,1 TDZ. Wskazanie najkorzystniejszej kombinacji regulatorów wzrostu ma duże znaczenie w przypadku opracowania skutecznej metody hodowli w warunkach kultur *in vitro*, która jest niezmiernie ważna w przypadku opracowywania efektywnych metod rozmnażania badanych różaneczników.

Kolejną analizowaną cechą była średnia ilość liści, które wyrastały na pędzie głównym. Przeprowadzona analiza wariancji wykazała występowanie istotnych różnic. Zauważono, że zdecydowanie więcej liści tworzyło się na eksplantatach z merystemem wierzchołkowym (średnio 7,69 sztuk), niż na fragmentach nodalnych z pąkami kątowymi (średnio 3,39 sztuk). Jednak na ich ilość nie wpływał rodzaj pożywki z różnymi koncentracjami regulatorów. Można nawet zauważyć, że brak regulatorów stymulował wytwarzanie liści na takim samym poziomie jak pożywki z ich dodatkiem. Również analiza w szerszym spektrum wskazująca na wystąpienie interakcji pomiędzy rodzajem pożywki i typem materiału wyjściowego na ilość wytwarzanych liści pokazuje, że było ich zdecydowanie więcej u eksplantatów pędowych z merystemem apikalnym. Najkorzystniej na rozwój oddziaływała pożywka Al<sub>z</sub> z dodatkiem 12,0 mg/l 2iP oraz 0,5 mg/l IAA. Z kolei najmniej liści zauważono u fragmentów pędów znajdujących się na podłożu Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4,0 mg/l 2iP oraz 0,2 mg/l IAA i 0,1 TDZ (tabela 23).

### **5.3.2 Analiza wpływu segmentów nodalnych na regenerację mieszańca 59**

Przeprowadzona jednoczynnikowa analiza wariancji wykazała brak różnic w rozwoju eksplantatów pod wpływem analizowanej średniej długości i ilości pędów kątowych, które wyniosły średnio 0,52 cm i 1,59 sztuki. Najdłuższe pędy boczne zaobserwowano



na pożywkach Al<sub>z</sub> zawierających 8 mg/l 2iP i 1,0 mg/l IAA, a najkrótsze na podłożu Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4 mg/l Zea i 1,0 mg/l IAA. Z kolei biorąc pod uwagę ich ilość, to zauważono, że jest ich najwięcej na pożywce kontrolnej Al<sub>z</sub> zawierającej 2 mg/l węgla aktywnego (tabela nr 25).

### **5.3.3 Analiza wpływu segmentów nodalnych na regenerację mieszańca nr 96**

Przeprowadzona jednoczynnikowa analiza wariancji nie wykazała istotnych różnic pod względem ilości oraz długości pędów kątowych u eksplantatów rosnących na podłożach z różnym dodatkiem regulatorów wzrostu (tabela 26).

Średnia ilość odgałęzień bocznych na wszystkich podłożach wyniosła 1,45 sztuk. Najmniej obserwowano na pożywce Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4 mg/l Zea i 0,1 mg/l IAA, a najwięcej pędów było wytwarzanych na podłożu Al<sub>z</sub> zawierających 12 mg/l 2iP oraz 0,5 mg/l IAA. Średnia długości pędów kątowych na wszystkich badanych pożywkach wyniosła 0,62 cm. Najdłuższe odgałęzienia zauważono na podłożu Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4 mg/l Zea i 0,1 mg/l IAA, natomiast najkrótsze powstawały u eksplantatów rosnących na pożywce Al<sub>z</sub> zawierających 12 mg/l 2iP oraz 0,5 mg/l IAA (tabela 27).

Analiza statystyczna średniej ilości i długości pędów pokazała, że pożywka Al<sub>z</sub> zawierające 4 mg/l Zea i 0,1 mg/l IAA prowadzi do wytwarzania mniejszej ilości, ale za to dłuższych odgałęzień. Natomiast dodatek 12 mg/l 2iP oraz 0,5 mg/l IAA stymuluje powstawanie dużej liczby krótkich.

### **5.3.4 Analiza wpływu rodzaju eksplantatu wyjściowego - segmentów nodalnych i fragmentów pędu z merystemem apikalnym na regenerację mieszańca nr 96**

Przeprowadzona dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała brak istotnych różnic pomiędzy rodzajem materiału wyjściowego (segmenty nodalne lub fragmenty pędów z merystemem wierzchołkowym) a osiąganą wysokością roślin. Umożliwiła także wskazanie występowania wpływu rodzaju pożywki na wzrost eksplantatów oraz interakcję zachodzącą między segmentem a rodzajem podłoża (tabela 28).

Przeprowadzone doświadczenie pokazało, że wysokość eksplantatów zregenerowanych z fragmentów pędu z merystemem apikalnym oraz z segmentów nodalnych, nie różniła się istotnie między sobą i wynosiła odpowiednio – 1,78 cm oraz 1,58 cm. Można zauważyć, że eksplantaty rozwijające się z fragmentów pędów były większe, co wynikało z wyraźnej dominacji wierzchołkowej i rozwoju jednego pędu głównego. Aczkolwiek rozwijające się pędy kątowe z segmentów nodalnych nie ustępowały tempem wzrostu.

Analizując natomiast wpływ rodzaju pożywki (tabela nr 29) na osiąganą przez rośliny średnią wysokość, można zauważyć korzystne oddziaływanie podłoża Al<sub>z</sub> z dodatkiem 12,0 mg/l 2iP oraz 0,5 mg/l IAA, która pozwoliła na uzyskanie średniej wysokości na poziomie 2,38 cm. Równie stymulujące działanie miały następujące kombinacje regulatorów wzrostu: Al<sub>z</sub> z dodatkiem 8,0 mg/l 2iP oraz 1,0 mg/l IAA (wysokość 2,17 cm) oraz Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4,0 mg/l 2iP oraz 0,1 mg/l IAA (wysokość 2,07 cm). Wyraźnie widać pobudzające, elongacyjne działanie regulatora 2iP, ponieważ najmniejsze rośliny zaobserwowano na podłożu Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4,0 mg/l 2 Zea oraz 1,0 mg/l IAA.

Niniejsze doświadczenie pokazało także wyraźne różnice pomiędzy średnią ilością liści na pędzie głównym a rodzajem wykorzystanego materiału wyjściowego, czyli segmentami nodalnymi i fragmentami pędów z merystemem apikalnym, które wyniosły odpowiednio 3,26 i 7,48 sztuk. Można zauważyć, że dominacja wierzchołkowa stymulująca wydłużanie pędów, sprzyja także tworzeniu nowych liści.

Pod względem średniej ilości liści na pędzie głównym widać brak istotnych różnic (tabela nr 29), a średnia dla wszystkich badanych eksplantatów wyniosła 5,37 niezależnie od rodzaju pożywki oraz wykorzystanego materiału wyjściowego. Największą ilość nowych liści (6,15 sztuk) zaobserwowano u eksplantatów na pożywce Al<sub>z</sub> zawierającej 12 mg/l 2iP i 0,5 mg/l IAA.

Ważnym elementem w opracowywaniu danych, było wykorzystanie wzajemnego oddziaływania rodzaju materiału wyjściowego oraz pożywek na osiąganą przez rośliny wysokość (tabela 30). Zauważono, że eksplantaty wierzchołkowe osiągają większe rozmiary, co szczególnie widać na pożywce Al<sub>z</sub> z dodatkiem 8,0 mg/l 2iP oraz 1,0 mg/l IAA (wysokość 2,62 cm). Jednak równie korzystne oddziaływanie zarówno na eksplantaty nodalne, jak i na fragmenty pędów z merystemem wierzchołkowym wykazuje podłoże Al<sub>z</sub> z dodatkiem 12,0 mg/l 2iP oraz 1,0 mg/l IAA, które pozwala na uzyskanie wysokości odpowiednio – 2,46 cm oraz 2,30 cm.

Przeanalizowano także wzajemny wpływ rodzaju materiału wyjściowego oraz pożywek na wytwarzaną ilość liści na pędzie głównym (tabela 30). Zaobserwowano wyraźnie więcej nowych liści na fragmentach pędów z merystemem apikalnym, co można zauważyć u eksplantatów rosnących na pożywkach Al<sub>z</sub> z dodatkiem 8 mg/l 2iP i 1,0 mg/l IAA, które przyczyniły się do wytworzenia 8,77 liści. Równie wysokie wyniki uzyskano u roślin na pożywkach Al<sub>z</sub> zawierających 4 mg/l 2iP i 0,5 mg/l IAA oraz 4 mg/l 2iP, 0,2 mg/l IAA i 0,1 mg/l TDZ, gdzie eksplantaty wytworzyły odpowiednio – 8,48 i 8,47 liści. Najmniej liści

powstało u eksplantatów nodalnych rosnących na pożywce Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4 mg/l 2iP, 0,2 mg/l IAA i 0,1 mg/l TDZ (tabela nr 33).

### **5.3.5 Synteza analizy wzrostu eksplantatów pędowych dwóch mieszańców *Rhododendron L.***

Przeprowadzona dwuczynnikowa analiza wariancji średniej wysokości roślin wykazała istotny wpływ genotypu oraz pożywki, a także interakcję pomiędzy tymi czynnikami. Natomiast w przypadku średniej liczby liści na pędzie głównym nie odnotowano istotnego wpływu pożywki oraz genotypu, ale zauważono wyraźny wpływ interakcji tych czynników (tabela nr 31). Na ilość wytwarzanych pędów kontowych nie wpływała istotnie pożywka, rodzaj mieszańca oraz wzajemne oddziaływanie tych cech. W przypadku długości pędów kątowych nieistotny był jedynie wpływ genotypu.

Po dokładnym przeanalizowaniu danych dotyczących poszczególnych genotypów, postanowiono, że należy porównać oba w celu wskazania najbujniej rozwijającej się linii w warunkach *in vitro*. Naświetlenie najkorzystniejszej kombinacji regulatorów wzrostu ma duże znaczenie w hodowli na masową skalę, która w efekcie końcowym pozwala na uzyskanie mocno rozgałęzionych oraz zwartych krzewów pożądanych przez konsumentów. Nie należy także zakładać, że obie rośliny będą się tak samo korzystnie rozwijały na tej samej pożywce, a żeby wskazać optymalne podłoże trzeba wziąć pod uwagę ich różnorodność. Dlatego kolejnym krokiem było przeanalizowanie danych uzyskanych z doświadczeń przeprowadzonych z użyciem eksplantatów nodalnych obu genotypów.

Jako pierwsze interpretowano dane dotyczące wysokości uzyskiwanych przez rośliny. Zauważono, że genotyp nr 96 charakteryzował się wyższymi o 16 % eksplantatami (1,58 cm) niż obiekt nr 59 (1,33 cm (tabela 32)). Natomiast dla obu najkorzystniejsza była pożywka Al<sub>z</sub> z dodatkiem 12,0 mg/l 2iP oraz 1,0 mg/l IAA (1,86 cm), a najslabiej stymulowało rośliny do wzrostu podłoże pozbawione regulatorów (1,13 cm) (tabela 33). Dokładna analiza badająca zarówno rodzaj genotypu, jak i różne koncentracje regulatorów wzrostu (tabela 34), pozwoliła zaobserwować, że największe eksplantaty zostały wytworzone u genotypu nr 96 na podłożu Al<sub>z</sub> z dodatkiem 12,0 mg/l 2iP oraz 1,0 mg/l IAA (2,30 cm). Najmniejsze rośliny zauważono u obiekcie nr 59 na pożywce Al<sub>z</sub> zawierającej 4,0 mg/l 2iP, 0,2 mg/l IAA oraz 0,1 TDZ (1,02 cm).

Kolejną analizowaną cechą była liczba liści na pędzie głównym eksplantatów nodalnych wyrastająca u poszczególnych genotypów na różnych pożywkach. Zauważono, że pod tym względem oba obiekty wykazują podobne wartości (tabela 32),

a najkorzystniejsza okazała się pożywka Al<sub>z</sub> z dodatkiem 12,0 mg/l 2iP oraz 1,0 mg/l IAA (4,12 szt.) (tabela 33), która u genotypu nr 96 pozwoliła na uzyskanie średnio 5,19 liści (tabela 34). Najmniej liści zaobserwowano u obiektu nr 59, który na podłożu Al<sub>z</sub> z 4,0 mg/l 2iP, 0,2 mg/l IAA oraz 0,1 TDZ średnio wytworzył zaledwie 2,48 sztuk (tabela nr 34).

Ilość pędów kątowych nie różniła się istotnie u poszczególnych genotypów rosnących na różnych podłożach (tabela 32), ale analizując ich długość, zauważono pewne różnice. Przede wszystkim zaobserwowano, że na oba genotypy korzystnie oddziałuje pożywka Al<sub>z</sub> zawierającej 4,0 mg/l 2iP oraz 0,5 mg/l IAA, która pobudzała do tworzenia nowych pędów o średniej długości na poziomie 0,86 cm (tabela 33). Podobny efekt dały podłoża Al<sub>z</sub> z 12,0 mg/l 2iP oraz 1,0 mg/l IAA (0,79 cm) oraz Al<sub>z</sub> z 8,0 mg/l 2iP oraz 1,0 mg/l IAA (0,79 cm), na co wskazuje optymalne stymulowanie rozwijających się eksplantatów (tabela nr 33). Pożywki te najkorzystniej pobudzały rozkrzewianie obiektu nr 96, który miał najwięcej nowych pędów kątowych. Warto zauważyć, że ten sam genotyp na podłożu Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4,0 mg/l Zea oraz 0,1 mg/l IAA wytworzył najkrótsze odgałęzienia boczne (0,20 cm) (tabela nr 34).

### **5.3.6 Ocena wpływu genotypu, materiału wyjściowego wykorzystanego do inicjacji kultur oraz pożywki na wysokość roślin dwóch mieszańców różaneczników - nr 59 i nr 96**

Przeprowadzona trójczynnikiowa analiza wariancji średniej wysokości roślin wykazała istotne różnice w przypadku wszystkich analizowanych cech z wyjątkiem rodzaju materiału wyjściowego (wykres nr 35). Trójczynnikiowa analiza wariancji pozwoliła na wskazanie, który obiekt i jaki jego fragment intensywniej się rozwija w warunkach *in vitro*, a także, jaka pożywka jest dla niego najodpowiedniejsza. Informacje te są niezmiernie ważne z punktu widzenia prowadzenia mikrorozmnażania w zależności od jego fazy.

Pierwszym etapem było wykonanie analizy, która pozwoliła przyjrzeć się wszystkim danym dotyczącym wysokości eksplantatów uzyskanych z każdego doświadczenia. Wykazano, że zarówno rodzaj materiału wyjściowego, jak oddziałujące na eksplantaty z merystemem wierzchołkowym i segmenty nodalne różnej koncentracji regulatorów wzrostu, nie pobudzają roślin do intensywniejszego rozwoju. Nie ma w takim razie znaczenia, jaki fragment różaneczników wykorzystano do zakładania doświadczeń, ponieważ każdy pozwala na osiągnięcie podobnych efektów. Zaobserwowano natomiast szczególnie korzystne oddziaływanie było widoczne u eksplantatów rosnących na podłożu Al<sub>z</sub> zawierających

12,0 mg/l 2iP i 0,5 mg/l IAA, który stymulował do osiągnięcia przez rośliny 1,94 cm wysokości. Podobne rozmiary osiągały eksplantaty na pożywkach Al<sub>z</sub> zawierającej 8,0 mg/l 2iP i 1,0 mg/l IAA oraz Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4,0 mg/l 2iP oraz 0,5 mg/l IAA, które pozwalały na uzyskanie wysokości na poziomie 1,90 cm i 1,78 cm. Wyraźnie widać korzystne oddziaływanie regulatorów 2iP oraz IAA znajdujących się w pożywce w ściśle określonych stężeniach, które pobudzało zarówno eksplantaty nodalne, jak i fragmenty pędów z merystemem wierzchołkowym (tabela 36).

Dalsze analizy statystyczne pozwoliły stwierdzić, że obiekt nr 96 (1,67 cm) osiągnął większe rozmiary o 21 % niż genotyp nr 59 (1,31 cm) niezależnie od wykorzystanego materiału wyjściowego (tabela 37); zarówno eksplantaty wierzchołkowe (1,77 cm), jak i pędowe (1,58) obiektu nr 96 charakteryzowały się intensywnym wzrostem (tabela 39).

Najkorzystniejsze oddziaływanie regulatorów wzrostu na ten obiekt nr 96 zauważono na podłożu Al<sub>z</sub> zawierających 12,0 mg/l 2iP i 0,5 mg/l IAA, które pozwoliło na osiągnięcie 2,38 cm wysokości. Natomiast najmniejsze rośliny uzyskano u obiektu nr 59, który na pożywce Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4,0 mg/l 2iP, 0,2 mg/l IAA oraz 0,1 mg/l TDZ osiągnął 1,08 cm wysokości (tabela 40). Zauważono także, że eksplantaty wierzchołkowe uzyskiwały większe rozmiary szczególnie na podłożach Al<sub>z</sub> zawierających 12,0 mg/l 2iP i 0,5 mg/l IAA (2,14 cm) oraz 8,0 mg/l 2iP i 1,0 mg/l IAA (2,02 cm). Z kolei na eksplantaty pędowe najkorzystniej oddziaływała pożywka Al<sub>z</sub> z dodatkiem 8,0 mg/l 2iP i 1,0 mg/l IAA (1,85 cm) oraz 4 mg/l 2iP i 0,5 mg/l IAA (1,84 cm) (tabela 41).

Do ostatecznego opisanie danych zbadano interakcję między poszczególnymi genotypami, rodzajami materiałów wyjściowych oraz różnymi kombinacjami regulatorów wzrostu zawartych w podłożu Al<sub>z</sub>. Przedstawione wyniki doświadczeń pokazały, że najintensywniej rosły eksplantaty wierzchołkowe genotypu nr 96 na pożywce Al<sub>z</sub> z dodatkiem 8,0 mg/l 2iP i 1,0 mg/l IAA, które mocno wyróżniały się wysokością na poziomie 2,63 cm. Warto także zwrócić uwagę na podłoże Al<sub>z</sub> zawierające 12,0 mg/l 2iP i 0,5 mg/l IAA, które równie silnie stymulowało eksplantaty wierzchołkowe z merystemem apikalnym i segmenty nodalne omawianego genotypu. Z kolei stosunkowo niskie rośliny zostały wykształcone w przypadku eksplantatów nodalnych u obiektu nr 59 na podłożu Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4,0 mg/l 2iP, 0,2 mg/l IAA oraz 0,1 TDZ, ponieważ osiągnęły wysokość zaledwie 1,02 cm (tabela 42).

### **5.3.7 Ocena wpływu genotypu, materiału wyjściowego wykorzystanego do inicjacji kultur oraz pożywki na liczbę liści u dwóch mieszańców różaneczników - nr 59 i nr 96**

Przeprowadzona trójczynnikiowa analiza wariancji średniej liczby liści na pędzie głównym wykazała brak istotnych różnic pod względem rodzaju genotypu oraz interakcji genotypu i pożywki (tabela nr 35). Dzięki temu można było porównać stopień ulistnienia poszczególnych roślin.

Podobnie jak w przypadku omawianej wyżej cechy, tu również eksplantaty z merystemem wierzchołkowym wykazywały większą intensywność badanej cechy niż segmenty nodalne (tabela 38). Nie jest to zaskoczeniem, ponieważ wydłużające się pędy główne tworzą więcej liści. Zauważono, że na ich rozwój u fragmentów pędów z merystemem apikalnym najkorzystniej wpływała pożywka Al<sub>z</sub> z dodatkiem 12,0 mg/l 2iP i 0,5 mg/l IAA (8,25 szt.), natomiast najmniej wytworzyło się na podłożu Al<sub>z</sub> z 4,0 mg/l Zea i 1,0 mg/l IAA (6,57 szt.) (tabela 41). W przypadku eksplantatów nodalnych najwięcej liści zaobserwowano na podłożu Al<sub>z</sub> z dodatkiem 8,0 mg/l 2iP i 1,0 mg/l IAA (3,54 szt.), a najmniej na Al<sub>z</sub> zawierającej 4,0 mg/l 2iP, 0,2 mg/l IAA oraz 0,1 TDZ (2,74 szt.) (tabela 41). Także niezależnie od rodzaju materiału wyjściowego zaobserwowano, że podłoże 12,0 mg/l 2iP i 0,5 mg/l IAA wpływa najkorzystniej na rośliny, które wytwarzają średnio 6,18 liści (tabela 36). Należy zwrócić uwagę, że u genotypu nr 59 zaobserwowano ich najwięcej na eksplantatach z merystemem wierzchołkowym (7,69 szt.), ale również na fragmentach nodalnych także zostało wytworzone ich stosunkowo dużo (3,39 szt.) (tabela 39). Gęsto ulistnione rośliny są na pewno bardziej atrakcyjne niż te o rzadkiej i prześwitującej koronie, co może przyczynić się do dużego znaczenia przy wyborze obiektu do rozmnażania różaneczników metodami *in vitro* na masową skalę.

Kolejnym krokiem do zinterpretowania danych było przeanalizowanie interakcji pomiędzy genotypem, rodzajem materiału wyjściowego oraz różnych koncentracji regulatorów wzrostu zawartych w pożywce (tabela 42). Pozwoliło to na dokładniejsze wskazanie zależności wpływających na najintensywniejsze stymulowanie wytwarzania liści. Zauważono najgęstsze ulistnienie u fragmentów wierzchołkowych z merystemem apikalnym genotypu nr 59 rosnących na podłożu Al<sub>z</sub> z dodatkiem 12,0 mg/l 2iP i 0,5 mg/l IAA (9,40 szt.). Z kolei najmniej liści na tym samym rodzaju materiału zauważono u genotypu nr 96 rosnącego na pożywce Al<sub>z</sub> z 4,0 mg/l Zea i 1,0 mg/l IAA (6,11 szt.). Analizując dane dla fragmentów pędów pędowych, widać, że najkorzystniej oddziaływało podłoże Al<sub>z</sub> z 12,0 mg/l 2iP i 0,5 mg/l IAA (5,19 szt.) na genotyp nr 96, a najsłabiej Al<sub>z</sub> z 4,0 mg/l 2iP,

0,2 mg/l IAA i 0,1 mg/l TDZ również na ten sam obiekt. Wyraźnie widać słabsze stymulowanie do wytwarzania liści u segmentów nodalnych niż na fragmentach pędów z merystemem wierzchołkowym.

#### **5.4 Analiza zróżnicowania genetycznego z wykorzystaniem markerów ISSR**

Analizę zróżnicowania genetycznego wykonano na podstawie polimorficznych markerów, uzyskanych w reakcji PCR. Liczba polimorficznych produktów wyniosła 237, co stanowi 93,37 % wszystkich wygenerowanych produktów. Jeden starter wygenerował średnio 10,3 produktów dla wszystkich analizowanych obiektów. Najwyższą liczbę polimorficznych produktów uzyskano dla startera wyniosła się od 100 % do 76,92 % (UBC846). Zakresy wielkości markerów ISSR wahały się od 100 pz do 900 pz (tabela 43).

Dane molekularne przedstawiono w postaci wykresów ilustrujących podział na poszczególne klastry pod względem podobieństwa. Do dwóch najliczniejszych klastrów zakwalifikowano podobną ilość obiektów (42 – 56 % i 24 – 32 %). Pozostałe 5 klastrów jest o wiele mniej licznych, do dwóch przydzielono odpowiednio 4 i dwa obiekty. Należy zwrócić uwagę, że obiekty 32, 46 i 97 zostały zakwalifikowane do osobnych klastrów, co może świadczyć o dużym zróżnicowaniu na poziomie molekularnym (wykres 30, tabela 44).

Obiekty znajdujące się w poszczególnych klastrach wykazują bardzo duże zróżnicowanie w ich obrębie pod względem wszystkich cech fenotypowych. Szukanie zależności pomiędzy wyglądem badanych okazów, a ich charakterystyką molekularną jest wręcz niemożliwe, jeśli chodzi o analizowane cechy fenotypowe krzewów rosnących w arboretum. Okazuje się, że w każdym klastrze można znaleźć obiekty odznaczające się całym spektrum występowania danej cechy. Potwierdza to wartość korelacji dla dystansu obliczonego na podstawie danych molekularnych i morfologicznych, która wyniosła 0,0026.

Na podstawie markerów ISSR dla wszystkich par badanych genotypów obliczono wartości dystansu genetycznego, co pozwoliło na określenie różnic na poziomie molekularnym pomiędzy badanymi genotypami. Najniższy poziom zaobserwowano u par 29-31 (0,34), 26-18 (0,43), 87-96 (0,46) oraz 96-105 (0,48). Z kolei najwyższe wartości wykazały pary związane z genotypem 32: 52 (0,97), 72 (0,97) oraz 79 (0,97). Omawiany genotyp wykazywał także wysokie wartości dystansu genetycznego z wieloma innymi genotypami. Pod tym względem na uwagę zasługują także genotypy 67 i 31, które także wykazały wysokie wartości omawianego parametru statystycznego z innymi genotypami (tabela 45).

## **5.5 Analiza badania opinii publicznej**

Wykonana ankieta badania opinii pozwoliła na dokładniejsze zanalizowanie badanej kolekcji i wyłonienie atrakcyjnych okazów. Zapytano 190 osób o ich preferencje dotyczące cech, jakimi kierują się przy wyborze odmiany do swojego ogrodu. W trakcie omawiania uzyskanych wyników zadawano także pytania pomocnicze, które pozwoliły dokładniej zrozumieć kierunek rozumowania ankietowanych.

### **5.5.1 Pytanie nr 1: Czym kierujesz się przy wyborze odmiany różaneczników?**

Pierwsze pytanie dotyczyło ogólnych informacji i miało na celu sprawdzenie, co jest najważniejsze dla konsumentów w trakcie kupowania krzewu. Wyniki przedstawiono na wykresie 31. Ankietowani wskazali, że u omawianych roślin najbardziej zwracają uwagę na kolor kwiatów (115 odpowiedzi). Odpowiedź uzasadniali faktem, że różaneczniki kwitną w okresie, gdy jeszcze niewiele roślin weszło w pełnię swojej wegetacji, a chęć wprowadzenia odrobiny koloru w nasadzenia decyduje o wyborze intensywniej zabarwionych kwiatów. Wskazywano, że ich kolor jest także istotny przy jednogatunkowych nasadzeniach. Często także właśnie ta cecha decyduje o spontanicznych wyborach odmiany, które kupowane są pod wpływem impulsu. Na drugim miejscu znalazł się pokrój krzewów (wielkość i ich kształt), który miał prawie tyle samo głosów (24), co długość kwitnienia (21). Ankietowani wskazywali, że bardziej atrakcyjne są odmiany niskie, ale o zwartym pokroju. Również preferują krzewy, które długo cieszą obfitymi kwiatostanami. W pustym polu, które mogli uzupełniać ankietowani, pojawiały się także odpowiedzi takie, jak: mrozoodporność (19) oraz cena (3). Odporność na mróz jest bardzo ważna w zimniejszych rejonach kraju, gdzie łatwo może dochodzić do przemarzania delikatnych korzeni i występuje konieczność okrywania krzewów na czas zimy. Większość ogrodników woli zmniejszać ilość pracy w ogrodzie przed zimą, niż sobie jej dokładać, dlatego preferują odmiany, które są wytrzymałe na niskie temperatury.

### **5.5.2 Pytanie nr 2: Który kolor kwiatów jest dla Ciebie najbardziej atrakcyjny?**

Pierwsze pytanie wskazało, że najważniejszą cechą, jaką kierują się ogrodnicy przy wyborze okazu, jest kolor kwiatów. Wyniki przedstawiono na wykresie 32. Dlatego drugi punkt ankiety dotyczył właśnie tej cechy. Celem było uzyskanie odpowiedzi o dominujące zabarwienie, na które zwraca uwagę najwięcej osób. Warto zaznaczyć, że nie wszyscy konsumenci zwracają aż tak mocno uwagę na drobniejsze elementy, np. rysunek na płatkach gardzieli. Prawie równą ilość głosów zdobyły barwa fioletowa (79) oraz różowa (77),



natomiast białe zabarwione kwiaty okazały się najmniej atrakcyjne (30) według ankietowanych. W późniejszych komentarzach padały różne uzasadnienia decyzji. Znaczna część osób wskazywała na brzydkie brązowe plamy powstające w trakcie przekwitania, które są mniej widoczne na ciemniejszych kwiatach. Z kolei niektórzy uważali, że wiosną preferują bardziej intensywne odcienie, ponieważ natura dopiero wchodzi w czas największej intensywności kolorów. Pojawiały się także głosy, że odmiany o kwiatach białych są mniej odporne na przemarzanie, a także mają krótszy okres kwitnienia. Zdecydowana większość ankietowanych woli ciemniejsze odmiany, które tworzą barwne kompozycje z innymi roślinami.

### **5.5.3 Pytanie nr 3: Czy uważasz, że kolorowy rysunek na płatkach kwiatów (jak na zamieszczonym zdjęciu) jest dla Ciebie ważny przy wyborze odmiany?**

Celem tego pytania było sprawdzenie, czy rysunek na płatkach gardzieli jest dla konsumentów ważną cechą ozdobną i decyduje o wyborze odmiany. Wynikało ono z faktu, że w badanej kolekcji występuje bardzo duże zróżnicowanie tej cechy, która potencjalnie może być walorem dekoracyjnym. Na zdjęciu przedstawiono obiekt o ciekawym, dużym i dwukolorowym (żółto-czerwonym) rysunku na płatkach gardzieli. Wyniki przedstawiono na wykresie 33. Wśród wszystkich ankietowanych 114 osób stwierdziło, że tak ciekawe zabarwienie można stanowić o dekoracyjności odmiany i być cechą decydującą o wyborze okazu. Z kolei o połowę mniej głosów (56) zdobyła odpowiedź przecząca. Prawdopodobnie wynikało to z faktu, że część ogrodników patrzy na całość krzewu, a nie na drobne elementy. Natomiast 18 osób nie potrafiło powiedzieć, czy omawiana cecha jest czynnikiem decydującym o wyborze odmiany, czy nie. Mogło to wynikać z faktu, że według nich o atrakcyjności różaneczników świadczą inne cechy, np. dominujące zabarwienie kwiatów

### **5.5.4 Pytanie nr 4: Który kwiat jest dla Ciebie najbardziej atrakcyjny?**

To pytanie zostało podparte dokumentacją zdjęciową 6 obiektów objętych omawianymi badaniami, z których ankietowani mogli wybrać jedno. Przedstawiono po dwa kwiaty o płatkach różowych, fioletowych i białych, a każdy z nich posiadał inne cechy dekoracyjne, np. pofalowanie brzegu czy rysunek gardzieli. Wyniki przedstawiono na wykresie 34. Za najbardziej atrakcyjny (48 głosów) uznano kwiat fioletowy posiadający intensywny pomarańczowy rysunek w postaci dużej plamy. Na drugim miejscu (37 głosów) znalazł się okaz o fioletowych kwiatach i mocno pofalowanym brzegu płatków korony.

Jak widać, potwierdza to fakt, że krzewy posiadające fioletowe kwiaty cieszą się największym zainteresowaniem konsumentów. Niewiele mniej głosów (35) uzyskał krzew posiadający różowe kwiaty przyozdobione czerwonym rysunkiem. Co ciekawe, za podobnie atrakcyjny uznano okaz o białych kwiatach z intensywnym bordowym rysunkiem (30 głosów). Wskazuje to na fakt, że mimo iż białe kwiaty nie są uznawane za nadmiernie atrakcyjne, to ich walory dekoracyjne mogą zostać podniesione, np. poprzez wyrazisty rysunek gardzieli. Na przedostatnim miejscu znalazł się egzemplarz (27 głosów), który ma różowe kwiaty z delikatnymi ciemnoczerwonymi plamkami. Z kolei wyraźnie widać, że okaz posiadający żółtoczerwony rysunek na białych płatkach korony nie wzbudził nadmiernego zainteresowania (12 głosów).

#### **5.5.5 Pytanie nr 5: Jeżeli odmiana różanecznika ma bardzo atrakcyjne kwiaty, czy ważny jest dla Ciebie termin i długość kwitnienia?**

Pytanie to nie dotyczyło ściśle określonych cech kwiatu, których istotność może być inna dla każdego konsumenta, ale miało na celu ustalenie hierarchii wartości, jakimi kierują się ogrodnicy przy wyborze odmiany. Wyniki przedstawiono na wykresie 35. Zdecydowana część ankietowanych uznała, że termin i długość kwitnienia są tak samo ważne, jak walory dekoracyjne kwiatu (barwa, pofalowanie, rysunek gardzieli). Wskazuje to na zastosowanie różaneczników jako roślin będących jednym z elementów kompozycji roślinnej, w której mają być stosunkowo atrakcyjnym komponentem, a nie jej głównym elementem – niesamowicie atrakcyjnym, ale przez krótki czas. Z kolei 71 osób stwierdziło, że dekoracyjność kwiatów jest dla nich najważniejsza, nawet jeśli będą one zdobić krzew bardzo krótko. Dotyczy to przede wszystkim nasadzeń reprezentatywnych, (np. przed domem lub przy tarasie), a także zestawień kolekcjonerskich, gdzie dobiera się gatunki, kierując się wyjątkowymi i niepowtarzalnymi cechami oraz następującym po sobie okresem kwitnienia. Z kolei 12 ankietowanych uznało, że nie ma dla nich większego znaczenia ani termin pojawiania się kwiatów, ani ich walory.

#### **5.5.6 Pytanie nr 6: Czy ważny jest dla Ciebie kolor liści przy wyborze odmiany różaneczników?**

Ostatnie pytanie dotyczyło cech liści, które u różaneczników są ważnym walorem przez cały rok. Odnosi się to głównie do okresu od późnej jesieni do wczesnej wiosny, gdy w ogrodach okazy liściaste mają swój najmniej atrakcyjny czas. Wtedy można dostrzec szkielet kompozycji, który zdobi niezależnie od zmieniających się pór roku, a stanowią go rośliny iglaste i zimo zielone. Jest to czas, gdy główną rolę grają różne odcienie zieleni

oraz faktury i kształty pokrojów roślin. Dlatego 68, bardziej świadomych tego faktu, ankietowanych stwierdziło, że kolor liści jest dla nich ważny przy wyborze odmiany. Również ma on znaczenie, rozpatrując jego kontrast z barwą kwiatów. Większość osób (105 i 16) uznało, że cecha ta albo nie ma w ogóle znaczenia, albo nigdy się nad tym nie zastanawiali. Widać zatem wyraźnie, że dla większości konsumentów kolor liści nie jest najważniejszym walorem, na jaki zwracają uwagę przy wyborze odmiany. Wyniki przedstawiono na wykresie 36.

## **6. DYSKUSJA**

### **6.1 Charakterystyka mieszkańców różanecznika pod względem cech morfologicznych**

Znaczenie różaneczników zarówno jako roślin ozdobnych, jak i użytkowych są podkreślane od wielu lat [Samecka-Cymerman i Kempers 1999, Suzuki i in. 2009, Sonar i in. 2012, Popescu i Kopp 2013]. W przestrzeni miejskiej można je spotkać w tematycznych ogrodach i parkach (Ogród Japoński we Wrocławiu, Ogród Botaniczny oraz Arboretum Uniwersytetu Wrocławskiego, Arboretum w Kurniku), ale także jako krzew zdobiący ulice (Bergen w Norwegii). W zależności od przeznaczenia w poszczególnych lokalizacjach znajdują się okazy o różnym pokroju i sile wzrostu, choć upodobania kolorystyczne mieszkańców są bardzo zbliżone do siebie. Z kolei na prywatnych posesjach widać, że konsumenci przy wyborze odmiany kierują się kolorem kwiatów, terminem kwitnienia, a także pokrojem.

Dokładne wykonanie obserwacji i pomiarów polowych kolekcji różaneczników pozwoliło na przypasowanie istniejących odmian do badanych obiektów. Obszerny spis różaneczników, azalii i azaleodendronów znajduje się w międzynarodowym wykazie The International Rhododendron Register and Checklist [Leslie 2004] wydawanym przez Royal Horticultural Society (RHS), gdzie znajduje się ich ponad 28 000. W praktyce jedna rozmnaża się ich niewielką część o najcenniejszych walorach ozdobnych (głównie barwa kwiatów), najwyższej zdrowotności, a na chłodniejszych terenach – o dużej mrozoodporności. Rejestr pomógł w opracowaniu uzyskanych danych, których analiza umożliwiła wyłonienie okazów o niespotykanych dotąd cechach [Grzeczak-Nowak, Muraz 2004].

Wśród wszystkich odmian różaneczników wielkokwiatowych największy udział mają te o kwiatach różowych i fioletowych, zdecydowanie mniej jest białych. Podobnie wygląda rozkład kolorystyczny w badanej kolekcji. W hodowli można także coraz częściej spotkać odmiany, które posiadają cieplejsze wpadające w żółć i czerwień odcienie płatków korony. Powodem tego faktu jest dążenie do uzyskania okazów o kwiatach zbliżonych do ciepłych kolorów azalii. Dominacja różu i fioleto w światowych trendach szkółkarskich wynika z kilku aspektów. Przede wszystkim na ciemniejszych kwiatach nie widać brązowych plam powstających w trakcie przekwitania, co ma miejsce u białych odmian. Jest to bardzo ważny aspekt dekoracyjny, który decyduje o wyborze okazu do ogrodów prywatnych oraz do przestrzeni publicznej. Dlatego wśród istniejących odmian tak trudno znaleźć te o białych kwiatach. Natomiast dominujące ciemniejsze kolory są bardzo popularne i najczęściej uprawiane. Konsumenci także wolą intensywniej zabarwione kwiaty, ponieważ wyglądają one atrakcyjniej w czasie, gdy jeszcze niewiele roślin zakwita w ogrodach. Wnoszą one świeżość i ożywiają kompozycje składające się z kwitnących krzewów. Porównując analizowane krzewy z listą opublikowaną przez RHS, można przypasować pasujące odmiany, które cieszą się popularnością.

W badanej kolekcji wśród okazów o kwiatach białych jednym z bardziej atrakcyjnych jest okaz nr 15 (zdjęcie 5), który odznacza się intensywnie purpurowym rysunkiem na płatkach gardzieli, a także średnią siłą wzrostu.

Spośród istniejących odmian bardzo zbliżony wygląd posiada 'Gudrun' należący do grupy mieszańców catawbiense i wywodzący się z kolekcji Siedel. Osiąga on wysokość 1-1,5 m, a kwitnie na przełomie maja i czerwca, czyli podobnie jak badany okaz. Ma zbliżony rysunek gardzieli występujący w postaci punktów połączonych w palmy, co przyciąga wzrok i sprawia, że krzew będzie dobrze wyglądał w kompozycjach z innymi roślinami. Inną bardzo podobną odmianą jest 'Schneebukett'. W badanej kolekcji występował egzemplarz o niewielkich białych kwiatach i bardzo delikatnym rysunku w postaci drobnych kropek (nr 19). Swym wyglądem przypomina odmianę 'Hydon Velvet', która zakwita w maju. Oba egzemplarze (nr 15 – zdjęcie 5 oraz mieszańca nr 19) mocno wyróżniają się na tle innych badanych różaneczników, które posiadają białe kwiaty. Warto także zwrócić uwagę na obiekt nr 50 o atrakcyjnym cytrynowym rysunku, który przypomina odmianę 'Madame Carvalho' należąca do grupy mieszańców catawbiense. Różaneczniki o mlecznej barwie stanowią dobry komponent w aranżacjach z innymi okazami o intensywniejszym kolorze kwiatów, również atrakcyjnie będą wyglądały w nasadzeniach naturalistycznych. W przypadku dobierania egzemplarzy do przestrzeni miejskiej, należy zwrócić uwagę

na ich tolerancję w stosunku do zasolenia podłoża oraz wytrzymałości na okresowe niedobory wody. Jednak krzewy o kwiatach białych są zdecydowanie rzadziej wybierane do nasadzeń reprezentatywnych, ponieważ konieczność częstego usuwania przekwitniętych elementów, wiąże się z większym nakładem pracy.

Zdecydowanie bardziej przykuwają wzrok krzewy o kwiatach różowych, których było najwięcej w badanej kolekcji. Również na liście RHS stanowią one przewagę, ponieważ cieszą się największym zainteresowaniem konsumentów. Wśród nich na uwagę zasługuje obiekt nr 17 (zdjęcie 7), który zdobiony jest bordowym rysunkiem gardzieli pojawiającym się na różowych płatkach korony. Charakteryzuje się zwartą bryłą oraz intensywnie zielonymi młodymi przyrostami kontrastującymi z ciemnym odcieniem starszych liści. Bardzo podobne do niego są podmiany mieszańców caucasicum 'Cheer' oraz 'Progrès', które osiągają 1-1,5 m wysokości. Krzewy należące do tej grupy mają szeroki pokrój i ciemnozielone ulistnienie, a ich zaletą jest wczesne rozwijanie kwiatów. Na uwagę zasługuje także obiekt nr 22 (zdjęcie 17 i 18), który charakteryzuje się czerwonym rysunkiem na gardzieli atrakcyjnie wyróżniającym się na różowych płatkach korony. Na liście RHS trudno znaleźć podobny okaz, dlatego egzemplarz ten może stanowić ciekawą nową odmianę. Charakterystyczny dla niej jest zwarty, strzelisty pokrój, duże kwiatostany, ciemne ulistnienie oraz niespotykane zabarwienie kwiatów. Należąca do grupy mieszańców smirnowii odmiana 'Phojola's Daughter' wygląda bardzo podobnie jak obiekt nr 26 (zdjęcie 19), którego ozdobną cechą jest pofalowanie płatków korony oraz silny oliwkowy rysunek na gardzieli różowych płatków korony. Zaletą odmian należących do tej grupy są niewielkie rozmiary (1-1,5 m po 15 latach), większa tolerancja na suszę i zasolenie, co czyni je idealnymi do miejskich nasadzeń. Delikatna barwa kwiatów świetnie współgra z omszonymi, ciemnozielonymi liśćmi, które będą wyglądały atrakcyjnie zarówno w nasadzeniach reprezentatywnych, jak i na prywatnych tarasach i w ogrodach. Wizualne podobieństwo obiektu nr 22 (zdjęcie 17 i 18) do odmiany 'Phojola's Daughter' sprawia, że może być istotnym elementem urozmaicenia istniejących już odmian. Jednym z ciekawszych egzemplarzy, jakie zaobserwowano w badanej kolekcji, jest nr 32, który wyróżnia się silnie pofalowanymi, niewielkimi kwiatami oraz zwartym, niewysokim pokrojem. Przypomina on swoim wyglądem odmianę 'Renata' należącą do grupy mieszańców catawbiense, która ma podobny typ wzrostu, a kwiaty pojawiają się w trzeciej dekadzie maja. Pomimo braku wyraźnego rysunku na górnych płatkach, to silne pofalowanie brzegu stanowi o jej walorach dekoracyjnych. Wśród okazów o kwiatach różowych na szczególną uwagę zasługuje obiekt nr 56 (zdjęcie 4), którego intensywny rysunek na gardzieli przybiera zabarwienie pomarańczowe od środka kwiatu do żółtego

na brzeżnej części. Jest to niewątpliwie bardzo rzadka cecha, która wyróżnia krzew na tle omawianej kolekcji oraz istniejących już odmian. O wyjątkowości okazu świadczy występowanie przechodzącego zabarwienia składającego się z dwóch kolorów tworzącego dużą plamę na górnych płatkach korony. Odmiana będzie idealnym dodatkiem do zestawień z azaliami o czerwonej lub żółtej barwie kwiatów.

Stosunkowo niewielką część badanej kolekcji stanowią obiekty o fioletowej barwie kwiatów. Zaslugują one na szczególną uwagę, ponieważ ich odcienie są bardzo charakterystyczne i niepowtarzalne. Warto przyjrzeć się obiektowi nr 60 (zdjęcie 10), który ma poduchowaty, szeroki pokrój oraz kwiaty w zimnym odcieniu fioletu i o silnie pofalowanym brzegu. Jest to niespotykane połączenie cech, które mogą zachęcić konsumentów, szczególnie, że barwą przypomina odmianę 'Effner' zaliczaną do mieszańców catawbiense lub odmianę 'Alfred'. Atrakcyjne drobne kwiaty o ciemniejszym lekko pofalowanym brzegu wystąpiły u obiekcie nr 93 (zdjęcie 20). Dodatkową zaletą było pojawienie się białych pylników, które swoim wyglądem przypominały małe koraliki. Cechy te spowodowały, że okaz mocno wyróżniał się na tle kolekcji. Dodatkowo należy zaznaczyć, że trudno było znaleźć pasującą odmianę z listy RHS, co czyni omawiany egzemplarz wyjątkowym i niepowtarzalnym. Wśród fioletowych krzewów należy wspomnieć o bardzo atrakcyjnym obiekcie nr 107 (zdjęcie 5), który przyciąga wzrok swoim intensywnym, kontrastowym, pomarańczowym rysunkiem. Jest on podobny do odmiany 'Blutopia' należącej do grupy catawbiense. Odmiany o ciemniejszych kwiatach są często spotykane w nasadzeniach parkowych pod koronami drzew, ale także w cienistych ogrodach przydomowych. Rzadziej natomiast spotyka się je w miastach, co może być ważnym kierunkiem hodowli.

Na tle całej kolekcji szczególnie wyróżniał się obiekt nr 18, który jako jedyny został zakwalifikowany do grupy greyed red. Bardzo podobny do niego jest 'Rasputin' należący do mieszańców ponticum, ponieważ ma równie ciemne płatki korony oraz rozległy i intensywny rysunek na gardzieli, a także osiąganą docelową wysokość. Jest to odmiana ogromnie dekoracyjna, której ogromną zaletą jest duża mrozoodporność, podobnie jak obiekt nr 18.

## **6.2 Rozmnażanie wegetatywne *in vivo* różaneczników**

Obecnie najczęściej spotykanym sposobem rozmnażania różaneczników na skalę masową jest ukorzenianie sadzonek pędowych. Dzięki temu można uzyskać wystarczającą ilość fenotypowo stabilnych sadzonek do pokrycia rosnącego popytu na rynku [Ferus

i in. 2017]. Badania pokazują, że efektywność tego procesu zależy od głównie od zastosowania odpowiedniej substancji stymulującej ten proces. Wielu autorów (Czekalski 1996, Nawrocka-Grześkowiak 2004) uważa, że najlepszym stymulatorem ukorzenia dla różaneczników i wiecznie zielonych rododendronów jest IBA, w różnych stężeniach w zależności od gatunku i odmiany. Istnieją doniesienia o stosowaniu innych substancji indukujących tworzenie korzeni (IAA, NAA), jednak nie dają one tak dobrych efektów jak IBA lub przyczyniają się do tworzenia kalusa (NAA) [Ferus i in. 2017]. Natomiast stosowanie IBA zwiększyło odsetek ukorzenionych roślin, a także stymulowało wzrost korzeni. Najczęściej stosowane są stężenia 2 % i 4 % [Nawrocka-Grześkowiak 2004, Ferus i in. 2017], jednak istnieją doniesienia także o pełnym sukcesie przy zastosowaniu stężenia 0,6 % na sadzonkach *R. brachycarpum* ssp. *tigerstedti* pobranych w styczniu [Yalato 1979]. W niniejszym doświadczeniu zastosowano niższe stężenie na poziomie 0,2 % IBA, co w przypadku niektórych genotypów okazało się trafne, a u innych nie przyniosło efektu. W przypadku *R. brachycarpum* ssp. *tigerstedti* sukcesem był najbardziej optymalny termin pobierania sadzonek, ponieważ w tym okresie rośliny wytwarzają substancje ułatwiające ukorzenie [Bojarczuk Kieliszewska-Rokicka 1996]. Można zatem uważać, że do uzyskania największej ilości ukorzenionych pędów, kluczowy jest odpowiedni moment pobierania pędów oraz dostosowanie go do konkretnego genotypu. Nawrocka-Grześkowiak [2004] podaje, że dobre efekty można uzyskać także przy wcześniejszym zbieraniu sadzonek (w październiku), ale tylko przy zastosowaniu wyższych stężeń IBA. Z kolei według Bojarczuka i Kieliszewskiej-Rokickiej [1996] do ukorzenia *R. catawbiense* 'Boursault' najbardziej optymalny jest wrzesień. Czekalski [1981] donosi, że dla *R. catawbiense* 'Grandiflorum' najlepszy termin to maj, a dla *R. maksimum* – grudzień [Czekalski 1996].

### **6.3 Badania *in vitro***

Przystępując do procesu badawczego, często pojawia się problemem wyboru sposobu pogrupowania genotypów ze względu na opisujące je cechy. Rozwiązanie podsuwa podział wykorzystujący pewne charakterystyczne cechy wspólne dla określonych obiektów. Pierwszym i najbardziej naturalnym krokiem staje się wykonanie jednoczynnikowej analizy wariancji, co pozwala na wydzielenie grup jednorodnych wśród badanych obiektów. Za pomocą pogrupowania kolekcji możliwe jest zaobserwowanie najbardziej istotnych czynników kształtujących zmienność oraz wskazanie najbardziej atrakcyjnych okazów. Metoda ta jest pierwszym krokiem do przedstawienia analizowanych danych ze względu

na swój mocno ogólny charakter. W celu dokładniejszego zobrazowania zróżnicowania kolekcji, należy sięgnąć po dokładniejsze i bardziej szczegółowe techniki statystyczne.

Nieco bardziej zróżnicowanie omawianej kolekcji daje wykorzystanie korelacji jakie zachodzą między poszczególnymi cechami. Metoda ta pozwala na wskazanie, między którymi z badanych parametrów występują zależności, a między którymi nie można ich zaobserwować. Pozwala to na dostrzeżenie wcześniej niezauważalnych związków, które mogą mieć duże znaczenie przy wyborze najbardziej ozdobnych właściwości obiektów. Uzyskane korelacje zostały wyrażone za pomocą współczynnika korelacji, który wskazywał na wynik dodatni bądź ujemny. Ten pierwszy informuje, że wzrost wartości jednej cechy jest związany ze wzrostem średnich wartości drugiej cechy. Natomiast drugi mówi, że wzrostowi wartości jednej cechy towarzyszy spadek średnich wartości drugiej cechy. Pozwoliło to na ustalenie stopnia zależności pomiędzy badanymi zmiennymi. Korelacje dodatnie informują, że wzrost wartości jednej cechy jest ściśle związany ze wzrostem wartości drugiej cechy, natomiast zależności ujemne pokazują, że wzrostowi wartości jednej cechy towarzyszy spadek wartości drugiej cechy.

Kolejną wykorzystaną metodą była analiza składowych głównych zaliczana do technik określanych w statystyce jako analiza czynnikowa, która dzięki redukcji ilości zmiennych umożliwia opisanie danego procesu lub zjawiska, zachowując maksymalny poziom informacji. Umożliwia to wykrycie wspólnych czynników, które decydują o istnieniu zależności między badanymi zmiennymi. Dzięki temu obserwowane zmienne można przedstawić w formie funkcji mniejszej liczby nieobserwowanych (sztucznych) zmiennych określanych jako czynniki. Inaczej mówiąc, doprowadza się do redukcji wymiarowości danych. Określenie nowych zmiennych (tj. głównych składowych), wyróżnia się te o najwyższych ładunkach czynnikowych w kontekście określonych składowych. Oczywiście zastosowanie tej metody jest możliwe tylko wtedy, gdy między oryginalnymi zmiennymi zachodzą zależności statystyczne. Omawiana analiza opiera się na wykorzystaniu niewielkiej liczby nieskorelowanych składowych głównych będących liniowymi modyfikacjami zmiennych obserwowanych, zamiast dużego zbioru skorelowanych cech. Dzięki założeniu, że kilka pierwszych składowych gromadzi w sobie informacji dotyczących zmienności pierwotnych danych, pozwala to na prawie całkowite, proste wyjaśnienie ich zróżnicowania [Morrison 1990].

Kolejnym krokiem badań było wyznaczenie wartości własnych macierzy korelacji (tabela 16), które wskazują na istotność głównych składowych w kontekście wyjaśnienia zasobów informacyjnych zmiennych wejściowych (udział procentowy w zmienności zbioru



danych). Do wyznaczenia liczby głównych składowych wykorzystano metodę wartości własnej większej od jedności – tzw. kryterium Kaisera. Stwierdzono w nim, że im wyższy jest współczynnik korelacji zmiennej ze składową, tym bardziej jest ona istotna dla danej składowej.

Należy zwrócić uwagę, że analizę głównych składowych można z powodzeniem wykorzystać do interpretacji zależności występującej między badanymi zmiennymi, a także analizowania struktury zbioru obserwacji oraz pogrupowania obiektów [Morrison 1990, Pietrzykowski 2005]. Należy jednak ostrożnie korzystać z omawianej techniki statystycznej, ponieważ nie podaje ona sposobu na pogrupowanie genotypów, choć można ją wykorzystać do wstępnej analizy poprzedzającej dalsze badania, np. analizę skupień. Pojawia się jednak problem w wyborze odpowiedniego procentu ogólnej wyjaśniającej zmienności przez zmienne używane w analizie, ponieważ jeśli jest zbyt niski, może powodować brak zaufania do uzyskanych wyników. Najbardziej optymalne jest uzyskanie wyjaśnienia ogólnej zmienności przekraczającej 75% przez dwie pierwsze składowe [Morrison 1990]. Natomiast inne kryterium mówi, aby wykorzystać do dalszych analiz tylko te zmienne, których wartości własne są większe niż 1. Umożliwia to redukcję badanych zmiennych [Pietrzykowski, Kobus 2008].

Innym wykorzystanym sposobem opisu danych była popularna analiza skupień z zastosowaniem metody hierarchicznej aglomeracyjnej. Polega ona na tworzeniu macierzy podobieństwa klasyfikowanych cech, a następnie łączenia obiektów lub grup w skupienia pod względem najbardziej podobnych wartości. Ważny jest dobór odpowiedniej miary odległości oraz techniki podziału. W omawianej pracy została użyta odległość euklidesowa z wykorzystaniem metody Warda, która bierze pod uwagę wielkość grupy. Wynik metody aglomeracyjnej jest prezentowany w postaci dendrogramu.

Kultury *in vitro* różaneczników można założyć z różnego rodzaju eksplantatów: nasion [Singh i in. 2016], epikotyli, hipokotyli, liścieni, korzeni, liści [Kutas i in. 2016], pojedynczych liści [Hebert i in. 2010, Zaytseva i in. 2016], fragmentów pędów [Rahimi i in. 2016] czy niedojrzałych kwiatostanów [Bojarczuk 1995]. W przypadku przeprowadzonych badań posłużono się młodymi, nierozwiniętymi pąkami kwiatowymi pobranymi w zimie. Jest to często wykorzystywany sposób zakładania kultur *in vitro* różaneczników [Tomson i Gertner 2003, 2004, Sicuranza i Mitkowski 2007]. W przypadku wyboru właśnie tego fragmentu roślin, termin ma ogromne znaczenie, ponieważ w tych terminach krzewy znajdują się w okresie maksymalnego natężenia przemian metabolicznych oraz aktywności enzymatycznej komórek.

Do założenia kultur *in vitro* różaneczników autorzy podają, że można stosować różne pożywki. W niniejszych doświadczeniach zastosowano podłoże Al<sub>z</sub>, która, dzięki zmienionej zawartości makro i mikroelementów oraz witamin, sprzyja intensywnemu rozwojowi eksplantatów. Jest to modyfikacja pożywki Andersona. Wielu autorów także wprowadza własne zmiany w jej skład, które są korzystnie wpływają na proliferację pędów. Singh i Gurung [2009] obniżyli koncentracje większości składników pożywki Andersona, co okazało się dobrym rozwiązaniem w przypadku rozmnażania *R. maadeni*. Z kolei Kutas i in [2016] zbadali aż 9 różnych modyfikacji pożywek MS, WPM oraz Andersona z różnymi regulatorami wzrostu. Doświadczenie pozwoliło wskazać toksyczne oddziaływanie pożywki MS, o którym donoszą Singh i in. [2009].

W przeprowadzonych doświadczeniach zaobserwowano intensywny wzrost wszystkich mierzonych eksplantatów na pożywce Al<sub>z</sub> z dodatkiem 12,0 mg/l 2iP i 0,5 mg/l IAA. Analizując inne badania, można zauważyć, że podobne efekty osiągnęto niższymi koncentracjami regulatora 2iP. Singh i Gurung [2008] zaobserwowali stymulowanie wydłużania eksplantatów na pożywce Andersona zawierającej 7 mg/l 2iP oraz 0,1 mg/l IAA. Autorzy podają, że właśnie ta ilość regulatora pozwala na optymalny rozwój eksplantatów o długości 1-1,5 cm u 15-dniowych roślin uzyskanych z nasion, które wytwarzały najwięcej pędów. Podobną zależność można zaobserwować, analizując wyniki doświadczeń przeprowadzonych na eksplantatach wierzchołkowych – największe rozwijały się na podłożu Al<sub>z</sub> z dodatkiem 8,0 mg/l 2iP i 1,0 mg/l IAA. Zbliżone kombinacje regulatorów, ale na pożywce MS, wykorzystwała Vejsadová [2008]. W przeprowadzonych przez nią doświadczeniach można zauważyć najintensywniejsze stymulowanie wzrostu roślin zawierających merystem wierzchołkowy na pożywkach zawierających 8-10 mg/l 2iP oraz 1,0 mg/l NAA. Z kolei Mao i in [2011] wskazują na stymulujące oddziaływanie 8 mg/l 2iP zawartego w pożywce Andersona na rozwój eksplantatów pędowych. Mao i in. [2011], podobnie jak Sicuranza i Mitkowski [2007], podkreślają, że wyższe koncentracje obniżają wytwarzanie nowych pędów i ułatwiają powstawanie kalusa. Sicuranza i Mitkowski [2007] donoszą, że nawet tak wysokie zawartości regulatorów, jak 15,0 mg/l 2iP oraz 4,0 mg/l IAA stymulują jednoczesne wytwarzanie pędów i kalusa. W niniejszym doświadczeniu można jednak zaobserwować, że w przypadku tego rodzaju materiału korzystnie oddziaływało podłoże Al<sub>z</sub> zawierające 12,0 mg/l 2iP oraz 0,5 mg/l IAA. Natomiast Almeida i in. [2005] pokazują, że na wzrost eksplantatów pędowych najkorzystniej wpływa pożywka Andersona zawierająca 4 mg/l Zea oraz 1,0 mg/l IAA, jednak w przypadku eksplantatów wierzchołkowych donoszą o pozytywnym wpływie 1,5 mg/l 2iP i 0,5 mg/l IAA.

W przeprowadzonym doświadczeniu pożywki z dodatkiem zeatyny nie stymulowały wzrostu żadnego z omawianych rodzajów eksplantatów. Rahimi i in. [2013] zaobserwowali z kolei, że niewielki dodatek zeatyny (0,1 mg/l) do 10 mg/l 2iP zawartych w pożywce ½ Andersona korzystnie wpływa nie tylko na długość pędów, ale także na ich ilość. Należy wrócić uwagę na regulator TDZ, który w niniejszym doświadczeniu został dodany w ilości 0,1 mg/l do pożywki Al<sub>z</sub> wraz z 4,0 mg/l 2iP oraz 0,2 mg/l IAA, ale jego oddziaływanie na wysokość pędów kątowych i wierzchołkowych było stosunkowo niewielkie. Natomiast Pavingerová [2009] w przeprowadzanych badaniach pokazuje, że TDZ na poziomie 0,1 mg/l oraz 0,01 mg/l w połączeniu z regulatorem IAA mogą mieć korzystne oddziaływanie na liczbę tworzących się pędów.

Porównując uzyskane dane dotyczące ilości nowych pędów, widać przeciwieństwo do innych przeprowadzonych badań. Vejsadová [2008] zaobserwowała najwięcej nowych przyrostów na podłożach MS zawierających 8,0 mg/l 2iP oraz 1,0 mg/l IAA i wskazuje na silne ograniczenie ich indukcji przy wyższych koncentracjach pierwszego regulatora. W przeprowadzonych badaniach widać jednak wyraźnie pozytywne oddziaływanie pożywek z dodatkiem większych ilości 2iP, czyli 12,0 mg/l 2iP oraz 0,5 mg/l IAA. Również Mao i in. [2011] wskazują hamujące działanie regulatora 2iP na poziomi 12,0 mg/l oraz 15 mg/l, które nawet doprowadzało do całkowitego zatrzymania wytwarzania nowych pędów. Ilość powstających przyrostów badali także Iapichino i in. [1992], którzy zaobserwowali stymulujące oddziaływanie niskich koncentracji regulatorów (5 mg/l 2iP, 5 mg/l IAA). Z kolei Rahimi i in [2013] pokazują, że wyższe stężenia 2iP (10,0 mg/l) w połączeniu z TDZ (0,2 mg/l) mogą mieć korzystny wpływ na krzewienie eksplantatów rosnących na pożywce ½ Andersona. Również Zaytseva i in. [2016] wykazali stymulujące oddziaływanie TZD występującego w pożywce Andersona na poziomie 0,22 mg/l. Warto jednak zauważyć, że dodatek TDZ w niniejszym doświadczeniu nie miał aż tak istotnego wpływu na tworzenie nowych pędów. Wynika to z faktu, że najczęściej stosuje się ten regulator przy indukcji pędów z eksplantatów liściowych [Hebert i in. 2010, Zaytseva i in. 2016]. Do indukcji kultury oraz rozwoju dwuwęzłowych eksplantatów pędowych Tomsone i in. [2004] wykorzystali regulator TDZ zawarty w pożywce Andersona. Wykazali, że wzrost koncentracji tego regulatora wpływa na stymulowanie powstawania nowych pędów na eksplantatach uzyskanych z pąków kwiatowych, ale skraca ich długość. Z kolei na dwuwęzłowych eksplantatach najwięcej nowych pędów tworzyło się na pożywce zawierającej 0,1 mg/l TDZ, a ich długość była największa w podłożu pozbawionym regulatorów. W niniejszym doświadczeniu nie można zauważyć istotnego wpływu TDZ

na wzrost eksplantatów pędowych oraz wierzchołkowych, ponieważ oddziaływał on na podobnym poziomie jak inne regulatory. Podobnie wygląda kwestia pożywek z dodatkiem zeatyny. Almeida i in. [2005] wskazują na stymulujące działanie zeatyny, a zwłaszcza podłoża Andersona z dodatkiem 4,0 mg/l Zea oraz 1,0 mg/l IAA, co w niniejszym doświadczeniu nie wpływało korzystnie ani na ilość, ani na długość nowych pędów.

#### 6.4 Analizy molekularne

Obecnie wykorzystanie markerów molekularnych w badaniach nad różnymi gatunkami roślin jest kluczowe w celu oceny różnorodności genetycznej między osobnikami, a także do konstruowania map genetycznych [Abraha i in. 2016]. Najczęściej stosowaną metodą jest analiza losowo amplifikowanego polimorficznego DNA (RAPD) opracowana przez Williamsa i in [1990]. Ogromną zaletą markerów RAPD są niskie koszty analiz oraz możliwość stosowania tej techniki bez konieczności znajomości specyficznych sekwencji DNA w genomie badanego gatunku. Z kolei za wadę można uznać brak powtarzalności wynikający z zastosowania krótkich starterów. W badaniach nad zmiennością genetyczną mieszańców z rodzaju *Rhododendron* L. z markerów RAPD korzystali Atak i in. [2011]. Podkreślają oni szybkość wykonania i niskie koszty [Ahloowalia i Maluszyński 2001; Atienzar i Jha 2006], a także wskazują na możliwość wykorzystania tej techniki w analizie filogenetycznej wielu roślin, w tym w określeniu pokrewieństwa genetycznego różaneczników [Lanying i in. 2008]. Ponadto zaznaczają, że markery RAPD pozwalają na uzyskanie wysokiego stopnia polimorfizmu oraz wykrywanie mutacji [Hoffman i in. 2004]. Wśród innych często wykorzystywanych markerów molekularnych jest AFLP [Zhao i in. 2012]. Naukowcy zakładają, że tymi markerami można uzyskać dokładniejsze wyniki w badaniach nad klasyfikacją roślin, określaniu różnorodności i zmienności genetycznej osobników w obrębie populacji. Podkreślają także ich zdecydowaną przewagę nad innymi markerami (RFLP, SSR, RAPD i ISSR) wynikającą z możliwości wykorzystania u gatunków, których różnice genetyczne nie są aż tak wyraźne [Powel i in. 1996], takich jak różaneczniki.

Alternatywą może być system markerowy ISSR (inter simple sequence repeat) opracowany przez Zientkiewicza i in. [1994], który opiera się na wykorzystaniu polimorficznych fragmentów DNA występujących pomiędzy prostymi sekwencjami powtórzonymi [Al-Turki, Basahi 2015]. Ich ogromną przewagą nad markerami RAPD jest możliwość wykrywania wyższego poziomu różnorodności genetycznej [Dvorakova

i in. 2015]. Startery ISSR składają się z 2-4 nukleotydowego motywu powtarzalnego z 1-2 nukleotydową kotwicą selekcyjną na końcu 3' lub 5' [Predeep Reddy i in. 2002]. Są one często wykorzystywane do oceny polimorfizmu DNA gatunków o dużym znaczeniu ekologicznym, dla których zastosowanie innych markerów jest zbyt kosztowne [Celiński, Zbránková 2010]. Można do nich zaliczyć różaneczniki rosnące na naturalnych stanowiskach, m.in. w Chinach i Tybecie.

Wykorzystanie markerów ISSR do oceny zmienności rodzaju *Rhododendron* L. jest popularną techniką pozwalającą na określenie różnic pomiędzy poszczególnymi populacjami i osobnikami znajdującymi się w naturalnym środowisku [Liu i in. 2012, Zhao i in. 2012, Xu i in. 2016, Xu i in. 2017]. Technika ta ma duże znaczenie w badaniach populacji rosnących na naturalnych stanowiskach na terenie zróżnicowanym pod względem wysokości n.p.m. Badania z wykorzystaniem markerów ISSR oraz AFLP przeprowadzone przez Xu i in [2017] dotyczące zróżnicowania genetycznego i struktury populacji *R. trifolium* na różnych stanowiskach w Tybecie pokazują wysoki poziom różnorodności genetycznej na poziomie gatunku przy jednocześnie bardzo wysokiej różnorodności genetycznej w populacjach. Spośród 11 wykorzystanych starterów ISSR 6 takich samych (UBC808, UBC811, UBC834, UBC836, UBC841, UBC842) zostało wykorzystanych w przeprowadzonych badaniach na różanecznikach pochodzących z Arboretum Leśnego w Sycowie. Starter UBC834 pozwolił na uzyskanie takiej samej liczby produktów polimorficznych (13). Badacze udowodnili, że wysoka różnorodność jest wywołana zdolnością alpejskich gatunków do rozmnażania zarówno płciowego, jak i bezpłciowego poprzez odrosty korzeniowe [Rafii i Dodd 1998] – ten pierwszy sposób wykorzystujący wiatr sprzyja wymianie genów między osobnikami [Xu i in. 2017]. W przeprowadzonym badaniu również zaobserwowano dużą różnorodność genetyczną pomiędzy poszczególnymi krzewami. Można przypuszczać, że jedną z przyczyn jest swobodne zapylenie krzewów rosnących w Arboretum Leśnym im. Prof. Stefana Białoboka w Sycowie.

Z kolei Liu i in [2012] wskazują, że duże zróżnicowanie na poziomie molekularnym w obrębie populacji jest gwarancją utrzymania bioróżnorodności naturalnych siedliskach. Dowodzą, że istotność czynnika stresowego, jakim jest wysokość n.p.m, na której rosną poszczególne osobniki, do zachowania gatunku. Przeprowadzili oni badania z wykorzystaniem markerów ISSR oraz RAPD do przeanalizowania endemicznych krzewów *R. aureum* rosnących w górach Changbai w Chinach [Liu i in. 2012]. Spośród zbadanych 10 starterów ISSR, 6 użyto takich samych jak w niniejszym badaniu (UBC826, UBC36,

UBC841, UBC842, UBC855), a każdy starter wygenerował średnio 18,3 produktów. W niniejszym badaniu, biorąc pod uwagę te same startery, uzyskano średnio 8,2 produktów.

Wartym przytoczenia badaniem jest to przeprowadzone przez Xu i in. [2016] ze względu na podobny do niniejszego temat. Badacze określali zróżnicowanie genetyczne 17 odmian różaneczników zebranych z Jiashan w Chinach w odniesieniu do pomiarów 6 cech morfologicznych (cechy kwiatów i liści). W tym celu wykorzystano markety ALFP oraz ISSR – spośród 9 wykorzystanych starterów, 4 są takie same jak w niniejszym doświadczeniu (UBC811, UBC819, UBC841, UBC842). Taką samą ilość produktów polimorficznych uzyskano dla startera UBC811 (12), mniejszą dla UBC841 i UBC842, natomiast większą dla UBC819 (15). Badanie to wykazało, że wyniki grupowania uzyskane przez markery molekularne są ogólnie związane z charakterystyką morfologiczną, szczególnie z fazą kwitnienia. Niniejsze doświadczenie wykorzystujące markery ISSR pokazuje jednak brak tej zależności. Również potwierdzają to badania przeprowadzone przez Pham i in [2011] oraz Peng i in. [2014].

Należy zauważyć, że we wszystkich przytoczonych badaniach powtarzają się te same 2 startery ISSR (UBC841, UBC842) (tabela 46). Wskazuje to na ich duże znaczenie w określaniu stopnia zróżnicowania genetycznego roślin z rodzaju *Rhododendron* L. W niniejszym doświadczeniu uzyskana ilość produktów polimorficznych jest zdecydowanie mniejsza i wynosi 4 (UBC842) oraz 5 (UBC842).

## **7. WNIOSKI**

### **7.1 Charakterystyka mieszańców *Rhododendron* L. pod względem wybranych cech morfologicznych**

- Badana kolekcja 75 mieszańców wykazuje zróżnicowanie pod względem 37 cech morfologicznych, z wyjątkiem: omszenia górnej strony młodego liścia, występowania kielicha w kwiatach, średnicy kwiatu oraz liczby kwiatów w kwiatostanie.
- Najlepszymi mieszańcami pod względem rozmnażania w warunkach *in vivo* okazały się obiekty nr 59 i 96. Te dwa obiekty okazały się również bardzo efektywne pod względem rozmnażania *in vitro*. Zdolność do rozmnażania na dwa sposoby może mieć kluczowe znaczenie w przypadku hodowli na masową skalę.

## **7.2 Analiza zróżnicowania genetycznego z wykorzystaniem markerów ISSR**

- Zdecydowana większość genotypów została zaklasyfikowana do dwóch klastrow (56% i 32 % genotypów) po względem podobieństwa genetycznego. Wskazuje to na duże podobieństwo badanej kolekcji pod względem zmienności na poziomie molekularnym.
- Wartość korelacji dla dystansu obliczonego na podstawie danych molekularnych i morfologicznych (0,0026) wskazuje na brak zależności pomiędzy cechami fenologicznymi a charakterystyką molekularną.
- Najniższy dystans genetyczny zaobserwowano u par 31 (0,3405), 26-18 (0,4282), 87-96 (0,4662) oraz 96-105 (0,4843). Z kolei najwyższe wartości wykazały pary związane z genotypem 32: 52 (0,9737), 72 (0,9722) oraz 79 (0,9706). Omawiany genotyp wykazywał także wysokie wartości dystansu genetycznego z wieloma innymi genotypami, co może wskazywać na jego odrębność na poziomie molekularnym na tle badanej kolekcji.

## **7.3 Analiza procesu mikrorozmnażania *Rhododendron L.***

- Uzyskane wyniki pokazują, że najkorzystniejszą pożywką dla obu badanych genotypów (59, 96) jest podłoże Al<sub>z</sub> z dodatkiem 12,0 mg/l 2iP oraz 1,0 mg/l IAA, co wskazuje, że może być to pożywka uniwersalna niezależnie od genotypu. Eksplantaty były wysokie, dobrze rozgałęzione oraz obficie ulistnione. Uwzględniając różne wymagania poszczególnych genotypów dla genotypu nr 96 najlepsza okazała się pożywka Al<sub>z</sub> z dodatkiem 12,0 mg/l 2iP oraz 1,0 mg/l IAA, a dla genotypu 59 – Al<sub>z</sub> z dodatkiem 4,0 mg/l 2iP, 0,2 mg/l IAA oraz 0,1 TDZ. Nasuwa się zatem wniosek, że różne genotypy wymagają innej koncentracji oraz rodzaju regulatorów wzrostu, aby uzyskać rośliny wysokie, dobrze rozgałęzione i ulistnione.

## **7.4 Analiza badania opinii publicznej**

- Dla konsumentów najważniejszy przy wyborze odmiany jest kolor kwiatów, przy czym za najbardziej pożądanym to fioletowy i różowy.
- Za atrakcyjne uważane są odmiany o ciekawym rysunku na płatkach gardzieli.
- Połączenie obu powyższych cech (fioletowa barwa kwiatu i intensywny rysunek na płatkach gardzieli) będzie najbardziej zachęcała konsumentów do wyboru odmiany o takich właściwościach.

- Odmiany o długim okresie kwitnienia oraz wyróżniającym się terminie kwitnienia (wczesnym lub późnym) będą częściej wybierane przez ogrodników.
- Zabarwienie liści jest ważnym czynnikiem przy wyborze odmiany.



## SPIS LITERATURY

1. Abraha, M.T., Shimelis, H., Laing, M., Assefa, K., Amelework, B., 2016. Assessment of the genetic relationship of tef (*Eragrostis tef*) genotypes using SSR markers. *South African Journal of Botany* 105, 106–110
2. Agarwal S.S., Kalpana S., 1988. Anti-inflammatory activity of flowers of *Rhododendron arboreum* (SMITH) in rat's hind paw oedema induced by various phlogistic agents. *Indian Journal of Pharmacology* 20: 86–89
3. Ahloowalia B.S., Maluszynski M. 2001. Induced mutations-A new paradigm in plant breeding. *Euphytica*, 118: 167-173
4. Al-Turki T.A., Basahi M.A. 2015. Assessment of ISSR based molecular genetic diversity of Hassawi rice in Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences* 22, 591–599
5. Almeida R., Gonçalves S., Romano A. 2005. In vitro micropropagation of endangered *Rhododendron ponticum* L. subsp. *baeticum* (Boissier & Reuter) Handel-Mazzetti. *Biodiversity and Conservation* 14: 1059–1069
6. Ammal E.K.J. 1950. Polyploidy in the genus *rhododendron*. *Rhododendron Year Book* 5:92-98
7. Anderson W.C 1984. Arevised tissue culture medium for shootmultiplication of *Rhododendron*. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 109: 343–347
8. Atak C., Celik O., Acik L. 2011. Genetic analysis of *Rhododendron* mutants using random amplified polymorphic DNA (RAPD). *Pakistan Journal of Botany* 43(2): 1173-1182
9. Atienza F.A., Jha A.N. 2006. The random amplified polymorphic DNA (RAPD) assay and related techniques applied to genotoxicity and carcinogenesis studies: A critical review. *Mutat. Res.*, 613: 76-102.
10. Bojarczuk K. 1995. Regeneracja wybranych gatunków i odmian różaneczników z sadzonek pędowych i z kultur *in vitro*. Plantpress, Kraków 112.
11. Bojarczuk K., Kieliszewska-Rokicka B. 1996. Fizjologiczne właściwości wybranych gatunków różaneczników o różnej zdolności do ukorzenia sadzonek. *Erica* 7: 25-34.
12. Bruni I., De Mattia F., Labra M., Grassi F., Fluch S., Berenyi M., Ferrari C. 2012. Genetic variability of relict *Rhododendron ferrugineum* L. populations in the Northern Apennines with some inferences for a conservation strategy. *Plant Biosystems* 146(1): 24-32

13. Craven L.A., Goetsch L.A., Hall B.D., Brown G.K. 2008. Classification of the *Vireya* group of *Rhododendron* (Ericaceae). *Blumea – Biodiversity, Evolution and Biogeography of Plants* 53(2): 435-442
14. Celiński K., Zbránková V. 2010. Zastosowanie markerów ISSR do oceny zróżnicowania genetycznego iglastych. *Zarządzanie Ochroną Przyrody w Lasach*, 8-19
15. Čeplová N., Lososová Z., Kalusová V. 2017. Urban ornamental trees: a source of current invaders; a case study from a European City. *Urban Ecosystems* 1-6
16. Chamberlain D.F., Hyam R., Argent G., Fairweather G., Walter K.S. 1996. The Genus *Rhododendron*: its classification and synonymy. Edinburgh: Royal Botanic Garden Edinburgh
17. Chamberlain D.F., Hyam R. 1998. The genus *Rhododendron*: a case study to test the value of various molecular techniques as measures of biodiversity. *Molecular tools for screening biodiversity: plants and animals* 441-448
18. Choi M.Y., Rhim T.J. 2011. Antimicrobial effects against food-borne pathogens and antioxidant activity of *Rhododendron brachycarpum* extract. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition* 40: 1353–1360
19. Choinowska E., Chojnowski M. 2003. Azalie, różaneczniki, wrzosey i inne wrzosowate. Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa
20. Clinton B.D., Vose J. M. 1996. Effects of *Rhododendron maximum* L. on *Acer rubrum* L. seedling establishment *Castanea* 61: 38–45
21. Contreras R.N., Thomas R.G., Tallury S.P. 2007. Tallury, Shyamalrau P. 2007. Reproductive Behavior of Diploid and Allotetraploid *Rhododendron* L. Fragrant Affinity. *Horticultural Science* 42(1): 31–34
22. Cox P.A., Cox K.N.E. 1988. Encyclopedia of *Rhododendron* Hybrids. Timbers Press, Portland, OR 318
23. Crawford D.J. 2000. Plant molecular systematic in the past 50 years: one view. *Taxon* 49: 479-501
24. Czekalski M. 1975. Badania nad różanecznikami (*Rhododendron* L.) uprawianymi na Nizinie Śląskiej. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych PTPN* 39: 21-75
25. Czekalski M. 1981. Ukorzenianie sadzonek zimozielonych w warunkach ekstensywnych. *Ogrodnictwo* 12: 229-301
26. Czekalski M. 1991. Różaneczniki. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa

27. Czekalski M., Bojarczuk T. 1990. Rododendrony, wrzosy, wrzośce. Krajowa Rada Polskiego Związku Działkowców. Warszawa
28. Czekalski M. 1996. Rośliny wrzosowate obecnie i w najbliższej przyszłości. *Erica Polonica* 7: 7-10
29. Czernicka M., Klein M. 2007. New *Rhododendron* Cultivars through Genetic Engineering. *Transgenic Plant Journal* 1(2): 364-367
30. Cullen J. 1980. Revision of *Rhododendron*. I. subgenus *Rhododendron* sections *Rhododendron* and *Pogonanthum*. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh* 39: 1-207
31. da Costa C., de Almeida M.R., Ruedell C.M, Schwambach J., Marashin F.S., Fett-Neto A.G. 2013. When stress and development go hand in hand: main hormonal controls of adventitious rooting in cuttings. *Front. Plant Sci.*, 4: 133
32. Dai C., Lambeth C.V., Tavern R., Mertz D. 1987. Micropropagation of *Rhododendron prinophyllum* by ovary culture. *Horticultural Science* 22: 491–493
33. De Schepper S., Leus L., Mertens M., Van Bockstaele E., De Loose M., Debergh P., Heursel J. 2001. Flow Cytometric Analysis of Ploidy in *Rhododendron* (subgenus Tsutsusi). *Horticultural Science* 36(1): 125–127
34. Dokane K., Mertena L., Merge D., Kondratovics U. 2013. Changes in photosynthetic parameters during graft union and adventitious root formation in cutting grafts of *Rhododendron* subg. *Hymenanthes*. *Acta Horticulturae* 990: 59
35. Doyle J.J., Doyle J.L. 1991. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12(1): 13-15
36. Dray S., Dufour A.B, 2007. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of statistical software* 22(4): 1-20
37. Du, Y.-D., Xing, M., Yang, Z.-Y., Liu, Y.-F., Chen, X. 2011. Genetic diversity caused by environmental stress in natural: Populations of niupidujuan as revealed by RAPD technique. *Chemical Research in Chinese Universities* 27(4): 641-645
38. Dunemann F., Illgner R., Stange I. 2002. Transformation of *Rhododendron* with genes for abiotic stress tolerance. *Acta Horticulturae* 572: 113-120
39. Dursunoglu D., Gur S., Semiz E. 2007. A case with complete atrioventricular block related to mad honey intoxication. *Annals of Emergency Medicine* 50: 484–485
40. Dvorakova Z., Cepkova P.H., Janovska D., Viehmannova I., Svobodova E., Cusimamani E.F., Milella L. 2015. Comparative analysis of genetic diversity of 8 millet

- genera revealed by ISSR markers. *Emirates Journal of Food and Agriculture* 27: 617–628
41. Economou A.S., Read P.E., Spanoudaki M.J. 1988. Azalea regeneration from callus culture. *Acta Horticulture* 226: 209–216
  42. Eeckhaut T., Janssens K., De Keyser E., De Riek J. 2010. Micropropagation of *Rhododendron*. *Methods in molecular biology* (Clifton, N.J.). *Methods in Molecular Biology* 589: 141-152
  43. Erfmeier A., Tsaliki M., Roß C.A., Bruelheide H. 2011. Genetic and phenotypic differentiation between invasive and native *Rhododendron* (*Ericaceae*) taxa and the role of hybridization. *Ecology and Evolution* 1(3): 392-407
  44. Ferus P., Konôpková J., Bošiaková D., Hořka P. 2017. Effective rhododendron propagation through stem cuttings. *Journal of Applied Horticulture* 19(3): 226-229
  45. Fitch W., M. 1971. Toward Defining the Course of Evolution: Minimum Change for a Specific Tree Topology. *Systematic Zoology* 20: 406-416
  46. Gaira K.S., Rawal R.S., Rawat B., Bhatt I.D. 2014. Impact of climate change on the flowering of *Rhododendron arboreum* in central Himalaya, India. *Current Science* 106(12): 1735-1738.
  47. Gertnere D., Tomsone S. 1996. Induction of morphogenesis of various *Rhododendron* L. taxa flower buds *in vitro*. *Proceedings of the Latvian Academy of Science Section B* 50: 315–319
  48. Giel P., Bojarczuk K. 2001. Wpływ wysokiego poziomu wapnia i pH w podłożu na różaneczniki. *Erica Polonica* 12: 95 – 101
  49. Grzeszczak-Nowak H., Muraz P. 2004. Różaneczniki i azalie. *Officina Botanica, Kraków*
  50. Grzeszczak-Nowak H. 2001. Ogrodnicza historia roku Seidla i jej wkład w hodowlę mrozoodpornych różaneczników. *Erica Polonica* 12:103-115
  51. Guo X., Shang X., Li B., Zhou X.Z., Wen H., Zhang J. 2017. Acaricidal activities of the essential oil from *Rhododendron nivale* Hook and its main compound, cadinene against *Psoroptes cuniculi*. *Veterinary Parasitology* 236: 51–54
  52. Haber Z., Urbański P. 2008. Kształtowanie terenów zieleni z elementami ekologii. *Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu*
  53. Hadrys H., Balick M., Schierwater B. 1992. Applications of random amplified polymorphic DNA (RAPD) in molecular ecology. *Molecular Ecology* 1: 55-63

54. Harbage J.F., Stimart D.P. 1987. Adventitious shoot regeneration from in vitro subcultured callus of *Rhododendron* Exbury hybrids. Hortscience 22: 1324–1325
55. Hart R. 2015. Climate-driven change in Himalayan *Rhododendron* phenology. ProQuest LLC
56. Hebert C.J., Touchell D.H., Ranney T.G., LeBude A.V. 2010. *In Vitro* Shoot Regeneration and Polyploid Induction of *Rhododendron* ‘Fragrantissimum Improved’. Horticultural Science 45(5): 801–804
57. Heursel J. 1981. Diversity of flower colours in *Rhododendron simsii* Planch. and prospects for breeding. Euphytica 30: 9-14
58. Hieke K. 1985. Bemerkunen zu den Blütenmerkmalen immergruner Grossblümiger *Rhododendron* – Züchtungen. Acta Pruhoniana 52: 3-49
59. Hoffmann N.E., Raja R., Nelson R.L., Korban S.S. 2004. Mutagenesis of embryogenic cultures of soybean and detecting polymorphisms using RAPD markers. Biologia Plantarum 48(2): 173-177
60. Hsia C.N., Korban S.S. 1997. The influence of cytokinins and ionic strength of Anderson’s medium on shoot establishment and proliferation of evergreen azalea. Euphytica 93: 11-17
61. Iapichino G., Chen T.H.H., Fuchigami L.H. 1991. Plant regeneration from somatic tissue of *Rhododendron lactum* × *aurigerranum*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 27: 37–43
62. Iapichino G., Chen T.H.H. 1995. Genotypic effects on plant regeneration from leaf segments of *Rhododendron*. Advances in Horticultural Science 9: 170–172
63. Iapichino G., McCullech S. Chen T.H.H. 1992. Adventitious shoot formation from leaf explants of *Rhododendron*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 30(3): 237-241
64. Imel M. I., Preece J. E. 1988. Adventitious shoot formation from recultured leaves of *Rhododendron*. Horticultural Science 23: 760
65. Iqbal M.J., Gray L.E., Paden D.W., Rayburn A.L. 1994. Research noty: Feasibility of *Rhododendron* DNA profiling by RAPD analysis. Plant Varieties and Seeds 7: 59-63
66. Iqbal M.J., Paden D.W., Rayburn A.L. 1995. Assessment of genetic relationships among rhododendron species, varieties and hybrids by RAPD analysis. Scientia Horticulturae 63: 215-223
67. Jansa J., Vosátka M. 2000. *In vitro* and *post vitro* inoculation of micropropagated *Rhododendrons* with ericoid mycorrhizal fungi. Soil Ecology 15: 125–136

68. Judd W.S., Kron W.S. 1995. A revision of *Rhododendron* VI (sections *Sciadorhodium*, *Rhodora* and *Viscidula*). *Edinburgh Journal of Botany* 52:1-54.
69. Kehr A.E. 1996. Polyploids in rhododendron breeding. *Journal American Rhododendron Society* 50: 4
70. Knapp J.E., Kausch A.P., Auer C., Brand M.H. 2001. Transformation of through microprojectile bombardment *Rhododendron*. *Plant Cell Reports* 20:749–754
71. Kobayashi N., Takeuchi R., Handa T., Takayanagi K., 1995. Cultivar identification of evergreen azalea with RAPD method. *Japanese Society for Horticultural Science* 63(3): 611-616
72. Krebs S.L. 1997. A cytogenetic study of sterile *Rhododendron* hybrids. *Journal American Rhododendron Society* 51(2): 70-74
73. Kron K.A 1993. A revision of *Rhododendron* section *Pentanthera*. *Edinburgh Journal of Botany*. 50:249-364
74. Kutas E., Veyevnik A., Titok V., Ogorodnyk L. 2016. Morphogenesis of rhododendron yellow, introduced varieties of high bush blueberry, red bilberry ordinary, depending on the composition of the nutrient media. *International Journal of Advanced Research in Biological Science* 3(3): 108-112
75. Kwak M., Won H., Hong J., Lee B.Y. 2015. Isolation and characterization of 19 novel microsatellite loci in *Rhododendron aureum* and *Rhododendron brachycarpum* (*Ericaceae*). *Biochemical Systematics and Ecology* 61: 520-523
76. Lanying Z., Yongqing W., Li Z. 2008. Genetic diversity and relationship of *Rhododendron* species based on RAPD Analysis. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences* 3(4): 626-631
77. Leach D.G. 1961. *Rhododendron of the world*. Charles Scribner's Sons. New York.
78. Leslie A.C. 2004. *The International Rhododendron Register & Checklist*. Royal Horticultural Society, Uniwersytet w Wirginii
79. Liu Y.F., Xing M., Zhao W., Fan R.J., Luo S. Chen X. 2012. Genetic diversity analysis of *Rhododendron aureum* Georgi (*Ericaceae*) located on Changbai Mountain using ISSR and RAPD markers. *Plant Systematics and Evolution* 298: 921–930
80. Ma Y., Wu Z., Xue R., Tian X., Gao L., Sun W. 2013. A new species of *Rhododendron* (*Ericaceae*) from the Gaoligong Mountains, Yunnan, China, supported by morphological and DNA barcoding data. *Phytotaxa* 114 (1): 42–50
81. Madej M., Czernicki W., Klein M. 2005. Metody biotechnologiczne w hodowli różaneczników. *Erica Polonica* 16: 29-44

82. Madej M., Czernicki W., Klein M. 2006. Transformacja genetyczna *Rhododendron* sp. *Biotechnologia* 3(74): 36-43
83. Magor W. 1990. A history of rhododendron. *Journal American Rhododendron Society* 44: 4
84. Mao A. A., Singh K. P., Hajra P. K. 2001 Rhododendrons w: Singh N. P.; Singh D. K. Floristic diversity and conservation strategies in India. *Botanical survey of India* 4: 2167–2202
85. Mao A.A., Kaliamoorthy S., Ranyaphi R.A., Das J., Gupta S., Athili J., Yumnam J. Y., Chanu, L. I. 2011. *In vitro* micropropagation of three rare, endangered, and endemic rhododendron species of Northeast India. *In Vitro Cellular and Developmental Biology, Plant* 674-681
86. Merge D., Dokane K., Kondratovics U. 2011. Can changes in starch content and peroxidase activity be used as rooting phase markers for rhododendron leaf bud cuttings? *Acta Biol. Cracov. Bot.*, 53: 74-79
87. Marian C.O. 2001. Environmental regulation and tissue localization of 25 kDa dehydrin in relation with cold hardiness in rhododendron. *Physiological study of cold acclimation in Rhododendron sp . with emphasis on role of dehydrins*. Morgantown, West Virginia: 36-60
88. Masojć P. 2007. Ustalenie tożsamości genetycznej. *Biotechnologia roślin*. PWN, Warszawa 485-519
89. Matysiak B. 2009. Skuteczność nawozów Fe i Mn w zapobieganiu i likwitacji chlorozy liści różanecznika ‘Silberwolke’. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 539: 491-498
90. McCown B.H., Lloyd G.B. 1982. A survey of the response of *Rhododendron* to *in vitro* culture. *Plant Cell Tissue Organ Culture* 2: 77-85
91. Mertens M., Werbrouck S., Samyn G., Silva H., Debragh P. 1996. *In vitro* regeneration of evergreen azalea from leaves. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 45: 231–236
92. Morshedloo M.R., Moghadam M.R.F., Ebadi A., Yazdani D. 2015. Genetic relationships of Iranian *Hypericum perforatum* L. wild populations as evaluated by ISSR markers. *Plant Systematics and Evolution* 301, 657–665
93. Meyer M. M. 1982. *In vitro* propagation of *Rhododendron catawabiense* from flower buds. *Horticultural Science* 17: 891–892
94. Milne R.I., Abbott R.J. 2000. Origin and evolution of invasive naturalized material of *Rhododendron ponticum* L. in the British Isles. *Molecular Ecology* 9: 541-556

95. Mondini L., Noorani A., Pagnotta M.A. 2009. Assessing plant genetic diversity by molecular tools. *Diversity* 1(1): 19-35
96. Morison D. F. 1990: Wielowymiarowa analiza statystyczna. PWN, Warszawa
97. Muras P. 2004. Różanecznik złocisty (*Rhododendron aureum* Georgi) – wartościowy gatunek dla hodowli nowych odmian różaneczników. *Erica Polonica* 15: 7-17
98. Muras P., Klein M. 1998. Mieszanie międzygatunkowe różaneczników. *Erica Polonica* 9:35-42
99. Murashige T., Skoog F.. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15 (3):473-497
100. Nawrocka-Grześkowiak U. 2004. Effect of growth substances on the rooting of cuttings of rhododendron species. *Folia Horticulturae* 16(1): 115-123
101. Nei M. 1975. *Molecular Population Genetics and Evolution*. North Holland. Amsterdam & New York
102. Prakash V., Rana S., Sagar A. 2016. Studies on Antibacterial activity of Leaf Extracts of *Rhododendron arboreum* and *Rhododendron campanulatum*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 5(4): 315-322
103. Paul A., Khan M.L., Arunachalam A., Arunachalam K. 2005. Biodiversity and conservation of rhododendrons in Arunachal Pradesh in the Indo-Burma biodiversity hotspot. *Current Science* 89: 623-634
104. Paul A., Khan M.L., Das A.K., Dutta P.K. 2010 Diversity and distribution of *Rhododendrons* in Arunachal Himalaya, India, *Journal American Rhododendron Society* 3: 200-205
105. Pavingerová D., Bříza J., Kodýtek K. , Niedermeierová H. 1997. Transformation of *Rhododendron* spp. using *Agrobacterium tumefaciens* with a GUS-intron chimeric gene. *Plant Science* 122: 165-171
106. Pavingerová D., Bříza J., Prenerová E. 2000. Odvození primárních kultur z květních pupenů rododendronů. *Rostlinná výroba* 46: 281–283
107. Pavingerová D. 2009. The influence of thidiazuron on shoot regeneration from leaf explants of fifteen cultivars of *Rhododendron*. *Biologia Plantarum* 53(4): 797-799
108. Peng L., Ru M., Wang B.Q., Wang Y. 2014. Genetic diversity assessment of a germplasm collection of *Salvia miltiorrhiza* Bunge. based on morphology, ISSR and SRAP markers. *Biochemical Systematics and Ecology* 55: 84-92



109. Pham T.D., Geleta M., Bui T.M., Bui T.C. 2011. Comparative analysis of genetic diversity of sesame (*Sesamum indicum* L.) from Vietnam and Cambodia using agromorphological and molecular markers. *Hereditas* 148: 28-35
110. Philipson W.R., Philipson M.N. 1986. A revision of *Rhododendron* III. Subgenera *Azaleastrum*, *Mumeazalea*, *Canadidastrum* and *Therorhodion*. *Notes Royal Botanical Garden Edinburgh* 44: 1-23
111. Pietrzykowski R. 2005 Zastosowanie metod taksonomicznych do analizy cen papierów wartościowych. *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych*. Wydawnictwo SGGW 5: 317 – 325
112. Pietrzykowski R., Kobus P. 2008. Wielowymiarowe metody statystyczne w analizie wyników ekonomiczno-produkcyjnych gospodarstw rolnych wybranych państw Unii Europejskiej. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego* 4: 371-378
113. Preil W., Engelhardt M. 1977. Meristem culture of azaleas (*Rhododendron simsii*). *Acta Horticulturae* 78: 203–208
114. Pokorski J., Siwiec A. 1998. *Kształtowanie terenów zieleni*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa
115. Popescu R., Kopp B. 2013. The genus *Rhododendron*: An ethnopharmacological and toxicological review. *Journal of Ethnopharmacology* 147(1): 42-62
116. Pradeep Reddy M., Sarla N., Siddiq E. A. 2002. Inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism and its application in plant breeding. *Euphytica* 128: 9 — 17
117. Powell W., Morgante M., Andre C., Hanafey M., Vogel J., Tingey S., Rafalski A., 1996. The comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSR (microsatellite) markers for germplasm analysis. *Molecular Breeding* 2: 225–238
118. Rafii Z.A., Dodd R.S. 1998. Genetic diversity among coastal and Andean natural populations of *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch. *Biochemical Systematics and Ecology* 26: 441–451
119. Rahimi S., Naderib S., Ghaemaghani S.A., Kalatejari S., Farham B. 2013. Study on effects of different Plant Growth Regulators types in shoot regeneration and node formation of Sutsuki Azalea (*Rhododendron indicum*): a commercially important bonsai. *Procedia Engineering* 59(3): 240 – 246
120. Rayburn A.L., Iqbal M.J., Paden D.W. 1993. Positive identification of *Rhododendron* through DNA fingerprinting. *Journal American Rhododendron Society* 47: 37-138

121. Reiley H.E. 2004. Success with Rhododendrons and Azaleas. Timber Press, Portland, 344
122. Rotherham I. D. 1983. The ecology of *Rhododendron ponticum* L. with special reference to its competitive and invasive capabilities. Ph. D. dissertation. University of Sheffield, Sheffield, UK
123. Šabunaitė J., Vitas A. 2013. Spontaneous regeneration of *Rhododendron* plants: evidence from Lithuania. Polish Journal of Ecology 61(1): 171-174
124. Saklani S., Chandra S. 2015. Evaluation of *in vitro* antimicrobial activity nutritional profile and phytochemical screening of *Rhododendron arboreum*. World Journal of Pharmacy And Pharmaceutical Science 4(6): 962-971
125. Samecka-Cymerman A., Kempers A.J. 1999. Bioindication of heavy metals in the town Wrocław (Poland) with evergreen plants. Atmospheric Environment 33(3): 419-430
126. Sianipar N.F., Maarisit W. 2015 Detection of Gamma-Irradiated Mutant of Rodent Tuber (*Typhonium flagelliforme* Lodd.) in Vitro Culture by RAPD Molecular Marker. Procedia Chemistry 14: 285-294
127. Shevade A., Preece J.E. 1993. In-vitro shoot and floral organogenesis from stamen explants from a rhododendron 'PJM' group clones Scientia Horticulturae 56: 163–170
128. Seneta W., Dolatowski J. 2000. Dendrologia. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
129. Sicuranza J., Mitkowski N. A. 2007. The production of callus, shoot, and rooted plantlets of *Rhododendron catawbiense* 'English Roseum' from florets. Hortscience 42(2):410–411
130. Singh K. K., Gurung B. 2009. *In vitro* propagation of *R. maddenii* Hook. f. an endangered *Rhododendron* species of Sikkim Himalaya. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 37: 79–83
131. Singh K. K., Kumar S., Rai L. K., Krishna A. P. 2003. Rhododendrons conservation in the Sikkim Himalaya. Current Science 85: 602–606
132. Singh K.K, Singh M., Chettri A. 2016. *In vitro* propagation of *Rhododendron griffithianum* Wt.: an endangered rhododendron species of Sikkim Himalaya. Journal of Applied Biology and Biotechnology 4(02): 072-075
133. Sleumer H. 1949. Ein System der Gattung *Rhododendron* L. Details - Botanische Jahrbücher für Systematik 74: 511–553
134. Sokal R. R., Michener C. D. 1958. A statistical Method for Evaluating Systematic Relationships. The University of Kansas Scientific Bulletin 38: 1409-1438

135. Sokal R. R., Sneath P. H. A. 1963. Principles of Numerical Taxonomy. San Francisco: Freeman
136. Sonar P.K., Sinhg R., Khan S., Saraf S. 2012. Isolation, Characterization and activity of the flowers of *Rhododendron arboreum* (Ericaceae). E-Journal of Chemistry 9(2): 631-636
137. Suzuki K., Yabuki T., Ono Y. 2009. Roadside *Rhododendron pulchrum* leaves as bioindicatorsof heavy metal pollution in traffic areas of Okayama, Japan. Environ Monit Assess 149: 133–141
138. Sztuba-Solińska J. 2005. Systemy markerów molekularnych i ich zastosowanie w hodowli roślin. Kosmos, Problemy nauk biologicznych 54(2-3): 227-239
139. Tasdemir D., Demirci B., Demirci F., Donmez A.A., Baser K.H.C., Ruedi P. 2003. Analysis of the volatile components of five Turkish *Rhododendron* species by headspace solid-phase microextraction and GC–MS (HS-SPME-GC–MS). Zeitschrift fur Naturforschung 58: 797–803
140. Team, R. C. 2013. R: A language and environment for statistical computing, Dray, S., & Dufour
141. Tiwari O.N, Chauhan U. K. 2006. Rhododendron conservation in Sikkim Himalaya. Current Science 90 (4): 532-541
142. Tomsone S., Gertnere D. 2003. In vitro shoot regeneration from flower and leaf explants in *Rhododendron*. Biologia Plantarum 46: 463-465
143. Tomsone S., Gertnere D., Novikova D. 2004. The influence of thidiazuron on shoot regeneration and proliferation of rhododendrons in vitro. Acta Universitatis Latviensis, Biology 676: 239–242
144. Tripepi R.R., George M.W., Sripo .T, Johnsen S.A., Caplan A.B. 1999. Infection and transformation of *Rhododendron* by *Agrobacterium tumefaciens* strain B6. Horticultural Science 34: 455
145. Ueno K., Fukunaga Y., Arisumi K. 1996. Genetic tranformation of *Rhododendron* by *Agrobacterium tumefaciens*. Plant Cell Reports 16: 38-41
146. Väinölä A. 2000 Genetic and physiological aspects of cold hardiness in Rhododendron. Academic dissertation in plant breeding, University of Helsinki
147. Vejsadová H. 2008. Growth regulator effect on in vitro regeneration of rhododendron cultivars. Horticultural Science 35(2): 90-94
148. Verma N., Singh A.P., Amresh G., Sahu P.K., Rao C.V.,2011. Protective effect of ethyl acetate fraction of *Rhododendron arboreum* flowers against carbon tetrachloride-

- induced hepatotoxicity in experimental models. *Indian Journal of Pharmacology* 43: 291–295
149. Vos P., Hogers R., Bleeker M., Reijans M., Van D.L.T., Hornes M., Frijters A., Pot J., Pelemen J., Kuiper M., Zabeau M. 1995. AFLP, a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research* 21: 4407–4414
  150. Welsh J., McClelland M. 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucleic Acid Research* 18: 7212-7218
  151. Wickham H., Wickham M. H. 2007. The ggplot package
  152. Williams E.G., Rouse J.L., Palser B.F., Knox R.B. 1990a. The reproductive biology of *Rhododendron*. *Horticulture Review* 12:1-67
  153. Williams J.G.K., Kubelik A.R., Livak K.J., Rafalski J.A., Tingey S.V. 1990b. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers, *Nucleic Acids Research* 18: 6531-6535
  154. Wolfe A.D., Liston A. 1998. Contributions of PCR-based Methods to Plant Systematics and Evolutionary Biology. W: Soltis D.E., Soltis P.S., Doyle J.J. (Eds.), *Plant Molecular Systematics II*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands
  155. Wood H.B., Stromberg V.L., Keresztesy J.C., Horning E.C. 1954. Andromedotoxin. A potent hypotensive agent from *Rhododendron maximum*. *Journal of American Chemical Society* 76: 5689–5692
  156. Xu J.J., Zhang L.Y., Zhao B., Shen H.F. 2017. Assessment of genetic diversity among six populations of *Rhododendron triflorum* in Tibet using ISSR and AFLP markers. *South African Journal of Botany* 108: 175-183
  157. Xu J.J., Zhao B., Shen H.F., Huang W.M., Yuan L.X. 2016. Assessment of genetic relationship among *Rhododendron* cultivars using amplified fragment length polymorphism and inter- simple sequence repeat markers. *Genetics and Molecular Research* 15 (3): 1-9
  158. Yavuz H., Özel A., Akkus I., Erkul I. 1991. Honey poisoning in Turkey. *The Lancet* 337: 789–790
  159. Zaytseva Y.G., Poluboyarova T.V., Novikova T.I. 2016. Effects of thidiazuron on in vitro morphogenic response of *Rhododendron sichotense* Pojark. and *Rhododendron catawbiense* cv. *Grandiflorum* leaf explants. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant* 52(1): 56–63

160. Zietkiewicz E., Rafalski A., Labuda D. 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR) anchored polymerase chain reaction amplification. *Genomics* 20: 176–183
161. Zha H-G., Milne R.I., Sun H. 2008. Morphological and molecular evidence of natural hybridization between two distantly related *Rhododendron* species from the Sino-Himalaya. *Botanical Journal of the Linnean Society* 156: 119–129.
162. Zhao B., Yin Z., Xu M., Wang Q. 2012. AFLP analysis of genetic variation in wilg populations of five *Rhododendron* species in Qinling Mountain in China. *Biochemical Systematics and Ecology* 45: 198-205
163. Zhou J., Xie G., Yan X. 2011. *Encyclopedia of Molecular Structures, Pharmacological Activities, Natural Sources and Applications Traditional Chinese Medicines*, vols. 5, 6. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg
164. Zhou Y., Huang L., Wei X., Zhou H., Chen X. 2017. Physiological, morphological, and anatomical changes in *Rhododendron agastum* in response to shading. *Plant Growth Regulators* 81: 23–30
165. Yalato M. 1979. Alppiruusun pistokkaiden juurtumiseen vaikuttavia tekijöitä. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland* 51(3): 163-171

## **SPIS TABEL – Załącznik nr 1**

Tabela 1 Zestawienie badań różaneczników metodami in vitro.

Tabela 2 Zestawienie przeprowadzonych badań markerami molekularnymi RAPD, AFLP oraz ISSR.

Tabela 3 Zestawienie cech, które były mierzone dwukrotnie w sezonie wegetacyjnym.

Tabela 4 Zestawienie cech, pod względem których była charakteryzowana kolekcja różaneczników według metodyki OWT.

Tabela 5 Skład pożywki Al<sub>z</sub>.

Tabela 6 Zestawienie układów regulatorów wzrostu na pożywce Al<sub>z</sub> oraz harmonogram zakładania doświadczeń.

Tabela 7 Skład buforu ekstrakcyjnego.

Tabela 8 Sekwencje oraz temperatura przyłączania starterów ISSR wykorzystanych w badaniu polimorfizmu DNA.

Tabela 9 Średnie kwadraty z analizy wariancji dla badanych cech związanych z pokrojem rośliny, szczytowym pąkiem kwiatostanowym, cechami dojrzałego liścia oraz kwiatu.

Tabela 10 Średnie kwadraty z analizy wariancji dla badanych cech związanych z elementami liścia.

Tabela 11 Średnie kwadraty z analizy wariancji dla badanych cech związanych z elementami kwiatu.

Tabela 12 Średnie kwadraty z analizy wariancji dla badanych cech związanych z płatkami korony, elementami słupka i pylników oraz terminem kwitnienia.

Tabela 13 Średnie kwadraty z analizy wariancji dla badanych cech związanych z kwiatostanem i kwiatem.

Tabela 14 Średnie wartości analizowanych cech dla obiektów rosnących w arboretum.

Tabela 15 Zestawienie wartości bonitacyjnych dla barwy płatków korony określanych w 2017 roku.

Tabela 16 Macierz korelacji dla analizowanych cech w kolekcji różaneczników.

Tabela 17 Wartości własne – korelacje oraz pokrewne statystyki.

Tabela 18 Wektory własne macierzy korelacje.

Tabele 19 Analiza składowych głównych.

Tabela 20 Zestawienie wyników z wegetatywnego rozmnażania in vivo.

Tabela 21 Średnie kwadraty z dwuczynnikowej analizy wariancji dla badanych cech.

Tabela 22 Średnie wartości analizowanych cech eksplantatów pędowych i wierzchołkowych mieszańca 59 rosnącego na pożywce  $Al_z$  z dodatkiem różnych dawek regulatorów.

Tabela 23 Średnie wartości analizowanych cech eksplantatów pędowych i wierzchołkowych mieszańca 59 rosnących na pożywce  $Al_z$  z dodatkiem różnych dawek regulatorów.

Tabela 24 Średnie kwadraty z jednoczynnikowej analizy wariancji dla badanych cech.

Tabela 25 Średnie wartości analizowanych cech eksplantatów pędowych mieszańca 59 rosnących na pożywce  $Al_z$  z dodatkiem różnych dawek regulatorów.

Tabela 26 Średnie kwadraty z jednoczynnikowej analizy wariancji dla badanych cech.

Tabela 27 Średnie wartości analizowanych cech eksplantatów pędowych mieszańca 96 rosnącego na pożywce  $Al_z$  z dodatkiem różnych dawek regulatorów.

Tabela 28 Średnie kwadraty z dwuczynnikowej analizy wariancji dla badanych cech.

Tabela 29 Średnie wartości analizowanych cech eksplantatów pędowych i wierzchołkowych mieszańca 96 rosnącego na pożywce  $Al_z$  z dodatkiem różnych dawek regulatorów.

Tabela 30 Średnie wartości analizowanych cech eksplantatów pędowych i wierzchołkowych mieszańca 96 rosnących na pożywce  $Al_z$  z dodatkiem różnych dawek regulatorów.

Tabela 31 Średnie kwadraty z dwuczynnikowej analizy wariancji dla badanych cech.

Tabela 32 Średnie wartości analizowanych cech dla genotypów 59 i 96.

Tabela 33 Zestawienie średnich wartości cech dla eksplantatów uprawianych na różnych układach pożywki  $Al_z$ .

Tabela 34 Zestawienie średnich wartości cech dla poszczególnych genotypów na różnych wariantach pożywki.

Tabela 35 Średnie kwadraty z analizy trójczynnikowej wariancji dla badanych cech.

Tabela 36 Zestawienie średnich wartości cech dla eksplantatów uprawianych na różnych układach pożywki  $Al_z$ .

Tabela 37 Średnie wartości analizowanych cech dwóch genotypów 59 i 96.

Tabela 38 Średnie wartości analizowanych cech w zależności od źródła eksplantatu.

Tabela 39 Średnie wartości analizowanych cech dla dwóch genotypów w zależności od źródła eksplantatu.

Tabela 40 Zestawienie średnich wartości cech dla dwóch genotypów uprawianych na różnych układach pożywki  $Al_z$ .

Tabela 41 Zestawienie średnich wartości cech dla eksplantatów uprawianych na różnych układach pożywki  $Al_z$  w zależności od źródła eksplantatu.

Tabela 42 Zestawienie średnich wartości cech dla analizy trójczynnikowej dla dwóch genotypów uprawianych na różnych układach pożywki  $Al_z$  w zależności od źródła eksplantatu.

Tabela 43 Liczba produktów polimorficznych i monomorficznych uzyskanych dla starterów ISSR.

Tabela 44 Zestawienie obiektów w klastrach uzyskanych dzięki analizie danych metodą UPGMA.

Tabela 45 Wartości dystansu genetycznego dla wszystkich par badanych genotypów.

Tabela 46 Zestawienie prac naukowych, w których wykorzystano startery UBC841 i UBC842.

## **SPIS WYKRESÓW – Załącznik nr 2**

- Wykres 1 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem pokroju krzewów
- Wykres 2 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem omszenia górnej strony blaszki liściowej młodych liści.
- Wykres 3 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem antocyjanowego zabarwienia górnej strony blaszki młodego liścia.
- Wykres 4 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem zabarwienia górnej strony blaszki liściowej dojrzałego liścia.
- Wykres 5 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem zabarwienia dolnej strony blaszki liściowej dojrzałego liścia.
- Wykres 6 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem kształtu klaszki dojrzałych liści.
- Wykres 7 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem kształtu przekroju poprzecznego blaszki dojrzałego liścia.
- Wykres 8 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem kształtu szczytowego pąka kwiatostanowego.
- Wykres 9 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem liczby kwiatów w kwiatostanach.
- Wykres 10 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem kształtu kwiatostanów.
- Wykres 11 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem zabarwienia szypułki po stronie nasłonecznionej.
- Wykres 12 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem długości działek kielicha
- Wykres 13 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem kształtu kwiatu.
- Wykres 14 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem zapachu kwiatów.
- Wykres 15 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem pofalowania brzegu płatka korony.
- Wykres 16 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem wyrazistości rysunku gardzieli na płatkach korony.
- Wykres 17 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem rodzaju rysunku na gardzieli płatków korony.
- Wykres 18 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem barwy pylników.
- Wykres 19 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem długości słupkaw stosunku do pylników.
- Wykres 20 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem barwy znamienia słupka.
- Wykres 21 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem terminu kwitnienia.
- Wykres 22 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem zabarwienia rysunku gardzieli na płatkach korony w grupie kwiatów o kolorze czerwono-purpurowym.
- Wykres 23 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem zabarwienia rysunku gardzieli na płatkach korony w grupie kwiatów o kolorze purpurowym.
- Wykres 24 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem zabarwienia rysunku gardzieli na płatkach korony w grupie kwiatów o kolorze białym.
- Wykres 25 Zestawienie średniego przyrostu rocznego wysokości roślin.
- Wykres 26 Zestawienie średniego przyrostu rocznego szerokości roślin.
- Wykres 27 Macierz korelacji – pomiary polowe
- Wykres 28 Rozmieszczenie genotypów w płaszczyznach dwóch składowych głównych

Wykres 29 Analiza skupień - podziały ilustrujące przebieg aglomeracji  
Wykres 30 Analiza danych molekularnych przedstawiono za pomocą dendrogramu.  
Wykres 30 Pytanie nr 1 w analizie opinii publicznej: Czym kierujesz się przy wyborze odmiany różaneczników?  
Wykres 31 Pytanie nr 2 w analizie opinii publicznej: Który kolor kwiatów jest dla Ciebie najbardziej atrakcyjny?  
Wykres 33 Pytanie nr 3 w analizie opinii publicznej: Czy uważasz, że kolorowy rysunek na płatkach kwiatów (jak na zdjęciu) jest dla Ciebie ważny przy wyborze odmiany?  
Wykres 34 Pytanie nr 4 w analizie opinii publicznej: Który kwiat jest dla Ciebie najbardziej atrakcyjny?  
Wykres 35 Pytanie nr 5 w analizie opinii publicznej: Jeżeli odmiana różanecznika ma bardzo atrakcyjne kwiaty, czy ważny jest dla Ciebie termin i długość kwitnienia?  
Wykres 36 Pytanie nr 6 w analizie opinii publicznej: Czy ważny jest dla Ciebie kolor liści przy wyborze odmiany różaneczników?

### **SPIS ZDJĘĆ – Załącznik nr 3**

Zdjęcie 1 Kolekcja różaneczników objęta badaniami – część 1, maj 2013 rok.  
Zdjęcie 2 Kolekcja różaneczników objęta badaniami – część 2, maj 2013 rok.  
Zdjęcie 3 Przykładowy elektroforegram wykonany po wykorzystaniu markera ISSR 808 za pomocą Qiaxcel.  
Zdjęcie 4 Intensywny kolor rysunku gardzieli na kwiecie mieszańca nr 56 – zdjęcie do pytania nr 3 w ankiecie.  
Zdjęcie 5 Mieszaniec nr 107 – zdjęcie do pytania nr 4 w ankiecie.  
Zdjęcie 6 Mieszaniec nr 15 – zdjęcie do pytania nr 4 w ankiecie.  
Zdjęcie 7 Mieszaniec nr 17 – zdjęcie do pytania nr 4 w ankiecie.  
Zdjęcie 8 Mieszaniec nr 22 – zdjęcie do pytania nr 4 w ankiecie.  
Zdjęcie 9 Mieszaniec nr 60 – zdjęcie do pytania nr 4 w ankiecie.  
Zdjęcie 10 Mieszaniec nr 56 – zdjęcie do pytania nr 4 w ankiecie.  
Zdjęcie 11 Mieszaniec nr 32.  
Zdjęcie 12 Mieszaniec nr 34.





Tabela 14 Średnie wartości analizowanych cech dla obiektów rosnących w arboretum.

Cecha	C1		C2		C3		C4		C5		C6		C7		C8		C9	
Obiekt																		
1	5,00	abcd	3,67	a	2,33	a	1,00	c	2,33	bcd	2,00	bc	6,33	abc	6,00	abcdefgh	1,00	b
2	4,33	bcde	3,67	a	1,67	a	1,00	c	3,00	abcd	2,33	bc	5,00	abcd	6,00	abcdefgh	1,00	b
3	5,67	abc	4,33	a	1,67	a	1,00	c	3,67	abc	3,00	bc	5,00	abcd	4,67	bcdefghi	1,00	b
4	4,33	bcde	6,33	a	5,00	a	1,00	c	3,00	abcd	2,33	bc	5,00	abcd	7,00	abcde	1,67	ab
5	3,67	bcde	3,67	a	1,67	a	1,00	c	3,00	abcd	2,00	bc	5,00	abcd	6,33	abcdefg	1,00	b
6	5,67	abc	6,33	a	1,00	a	1,00	c	2,67	abcd	1,67	c	5,00	abcd	4,33	cdefghij	1,00	b
8	5,67	abc	5,00	a	1,00	a	1,00	c	3,00	abcd	2,67	bc	4,33	abcd	7,33	abcd	2,33	ab
9	8,33	a	6,33	a	5,00	a	1,00	c	4,00	ab	2,33	bc	5,67	abcd	4,67	bcdefghi	3,00	ab
11	3,67	bcde	5,00	a	2,33	a	1,00	c	3,00	abcd	2,33	bc	6,33	abc	8,33	a	2,33	ab
12	5,00	abcd	3,00	a	1,00	a	1,00	c	3,33	abcd	2,00	bc	6,33	abc	5,33	bcdefghi	1,00	b
15	6,33	ab	3,00	a	1,00	a	1,00	c	2,67	abcd	2,00	bc	5,00	abcd	6,00	abcdefgh	1,67	ab
16	6,33	ab	4,33	a	1,67	a	1,00	c	3,67	abc	2,00	bc	6,33	abc	2,33	ij	1,00	b
17	3,67	bcde	3,67	a	2,33	a	1,00	c	4,00	ab	2,33	bc	5,00	abcd	6,33	abcdefg	2,33	ab
18	5,00	abcd	5,00	a	2,33	a	1,00	c	3,00	abcd	2,00	bc	6,33	abc	5,67	bcdefghi	1,00	b
19	5,67	abc	5,00	a	1,00	a	1,00	c	3,00	abcd	2,33	bc	5,00	abcd	5,67	bcdefghi	1,00	b
21	6,33	ab	3,67	a	1,00	a	1,00	c	3,33	abcd	2,33	bc	5,67	abcd	3,00	ghij	3,00	ab
23	3,00	bcde	3,00	a	1,67	a	1,00	c	2,33	bcd	2,00	bc	5,00	abcd	3,67	efghij	1,00	b
25	5,00	abcd	6,33	a	1,67	a	1,00	c	3,00	abcd	2,33	bc	5,67	abcd	3,67	efghij	3,00	ab
26	6,33	ab	5,00	a	5,00	a	1,00	c	3,00	abcd	2,00	bc	5,00	abcd	6,00	abcdefgh	4,33	a
28	5,67	abc	5,00	a	3,00	a	1,00	c	3,00	abcd	2,33	bc	5,00	abcd	5,33	bcdefghi	1,67	ab
29	5,00	abcd	5,00	a	1,00	a	1,00	c	3,00	abcd	2,33	bc	5,00	abcd	3,67	efghij	2,33	ab
31	5,00	abcd	5,00	a	3,67	a	1,00	c	3,00	abcd	2,33	bc	4,33	abcd	3,33	fghij	1,00	b
32	1,67	de	3,67	a	3,00	a	2,33	bc	2,33	bcd	2,33	bc	7,00	ab	5,67	bcdefghi	2,33	ab
34	5,67	abc	3,00	a	3,67	a	2,33	bc	3,00	abcd	2,67	bc	7,00	ab	5,00	bcdefghi	1,00	b
35	3,00	bcde	5,00	a	1,00	a	1,00	c	4,00	ab	2,00	bc	5,67	abcd	6,00	abcdefgh	1,67	ab
36	5,00	abcd	5,00	a	2,33	a	1,00	c	3,67	abc	1,67	c	6,33	abc	7,33	abcd	1,00	b
37	6,33	ab	3,67	a	5,67	a	1,00	c	3,67	abc	3,00	bc	6,33	abc	4,33	cdefghij	2,33	ab
38	6,33	ab	5,00	a	1,67	a	1,00	c	4,00	ab	2,67	bc	3,67	bcd	6,67	abcdef	3,67	ab
39	6,33	ab	5,00	a	1,00	a	1,00	c	3,00	abcd	2,67	bc	5,67	abcd	8,33	a	1,00	b
40	6,33	ab	5,00	a	2,33	a	1,00	c	3,00	abcd	2,33	bc	5,00	abcd	8,00	ab	1,00	b
42	6,33	ab	4,33	a	3,00	a	1,00	c	3,00	abcd	2,00	bc	5,67	abcd	6,33	abcdefg	2,33	ab
44	3,67	bcde	4,33	a	1,67	a	3,00	b	3,00	abcd	2,67	bc	7,00	ab	3,67	efghij	2,33	ab
45	5,00	abcd	3,00	a	1,00	a	1,00	c	3,00	abcd	2,33	bc	6,33	abc	3,00	ghij	1,00	b
46	5,00	abcd	4,00	a	1,00	a	1,00	c	3,00	abcd	3,00	bc	6,00	abcd	5,00	bcdefghi	1,00	b
47	5,00	abcd	5,00	a	2,33	a	1,00	c	3,00	abcd	2,67	bc	5,00	abcd	5,67	bcdefghi	1,00	b
50	6,33	ab	5,00	a	3,00	a	1,00	c	2,33	bcd	2,67	bc	5,67	abcd	5,67	bcdefghi	1,00	b
52	5,00	abcd	5,00	a	1,67	a	2,33	bc	3,00	abcd	2,00	bc	5,00	abcd	6,00	abcdefgh	2,33	ab
53	5,00	abcd	5,00	a	1,00	a	2,33	bc	3,00	abcd	3,00	bc	5,00	abcd	5,33	bcdefghi	1,67	ab
55	5,00	abcd	3,67	a	3,00	a	2,33	bc	4,00	ab	2,67	bc	5,00	abcd	4,67	bcdefghi	1,00	b
56	6,33	ab	3,67	a	2,33	a	1,00	c	3,00	abcd	3,00	bc	6,33	abc	7,33	abcd	1,00	b
57	5,00	abcd	4,33	a	1,00	a	1,00	c	2,33	bcd	2,00	bc	5,00	abcd	4,67	bcdefghi	1,00	b
58	5,00	abcd	4,33	a	2,33	a	1,00	c	3,33	abcd	4,33	ab	5,00	abcd	6,00	abcdefgh	3,67	ab
59	5,67	abc	5,00	a	3,00	a	1,00	c	3,67	abc	2,67	bc	5,00	abcd	6,67	abcdef	1,67	ab
60	6,33	ab	5,00	a	3,00	a	5,00	a	3,00	abcd	2,33	bc	5,67	abcd	4,00	defghij	1,67	ab
64	1,00	e	5,00	a	1,67	a	2,33	bc	3,00	abcd	2,33	bc	5,00	abcd	6,67	abcdef	1,67	ab
65	5,67	abc	4,33	a	3,00	a	1,00	c	2,67	abcd	2,67	bc	5,00	abcd	4,67	bcdefghi	1,00	b
67	3,67	bcde	4,33	a	5,67	a	1,00	c	3,33	abcd	3,00	bc	3,00	cd	5,00	bcdefghi	1,00	b

70	5,00	abcd	5,00	a	5,67	a	1,00	c	2,00	cd	2,67	bc	5,67	abcd	6,00	abcdefgh	1,67	ab
72	3,00	bcde	4,33	a	2,33	a	1,00	c	3,67	abc	2,00	bc	6,33	abc	4,00	defghij	1,67	ab
73	5,00	abcd	5,67	a	2,33	a	2,33	bc	3,33	abcd	2,00	bc	7,00	ab	3,33	fghij	2,33	ab
74	4,33	bcde	5,67	a	1,00	a	2,33	bc	3,67	abc	2,67	bc	5,67	abcd	4,67	bcdefghi	1,00	b
75	3,67	bcde	3,67	a	2,33	a	1,00	c	2,33	bed	2,00	bc	5,00	abcd	5,67	bcdefghi	1,67	ab
79	2,33	cde	5,67	a	1,67	a	1,00	c	3,33	abcd	2,33	bc	5,00	abcd	7,33	abcd	1,67	ab
80	3,00	bcde	3,67	a	1,67	a	1,00	c	3,67	abc	3,00	bc	2,33	d	4,33	cdefghij	3,00	ab
81	5,00	abcd	5,00	a	1,67	a	1,00	c	3,00	abcd	2,33	bc	5,00	abcd	5,00	bcdefghi	1,00	b
82	5,00	abcd	5,67	a	3,67	a	1,00	c	3,00	abcd	2,33	bc	5,67	abcd	4,33	cdefghij	1,00	b
84	5,00	abcd	5,00	a	1,00	a	2,33	bc	3,00	abcd	2,00	bc	5,00	abcd	3,00	ghij	2,33	ab
87	5,00	abcd	5,00	a	1,00	a	1,00	c	2,67	abcd	2,33	bc	6,33	abc	4,67	bcdefghi	1,00	b
89	3,67	bcde	5,00	a	3,00	a	1,00	c	3,67	abc	2,33	bc	5,67	abcd	4,33	cdefghij	1,00	b
91	5,00	abcd	4,33	a	2,33	a	1,67	bc	3,33	abcd	2,33	bc	5,00	abcd	5,33	bcdefghi	3,67	ab
93	5,67	abc	3,67	a	1,00	a	1,00	c	4,00	ab	2,67	bc	5,00	abcd	1,00	j	3,00	ab
95	5,00	abcd	5,00	a	1,67	a	1,00	c	1,67	d	2,33	bc	5,00	abcd	6,00	abcdefgh	1,00	b
96	5,00	abcd	5,00	a	1,00	a	1,00	c	4,00	ab	2,00	bc	5,67	abcd	5,00	bcdefghi	3,00	ab
97	6,33	ab	4,33	a	4,33	a	1,00	c	4,33	a	3,00	bc	5,67	abcd	6,67	abcdef	1,00	b
99	6,33	ab	5,00	a	2,33	a	2,33	bc	3,33	abcd	2,67	bc	5,00	abcd	7,67	abc	1,00	b
100	3,00	bcde	5,00	a	5,00	a	1,67	bc	3,00	abcd	2,33	bc	6,33	abc	6,67	abcdef	2,33	ab
101	5,00	abcd	5,00	a	3,67	a	1,00	c	3,00	abcd	4,00	bc	7,33	a	5,33	bcdefghi	1,00	b
104	5,67	abc	3,67	a	4,33	a	1,00	c	2,67	abcd	6,67	a	6,33	abc	2,67	hij	1,67	ab
105	5,00	abcd	6,33	a	2,33	a	1,00	c	3,00	abcd	2,33	bc	5,00	abcd	6,00	abcdefgh	1,00	b
106	5,00	abcd	5,00	a	2,00	a	1,00	c	4,00	ab	2,50	bc	5,00	abcd	4,00	cdefghij	1,00	b
107	6,33	ab	5,67	a	1,67	a	1,00	c	3,00	abcd	2,00	bc	5,67	abcd	6,00	abcdefgh	3,00	ab
10/2A	4,33	bcde	4,33	a	1,67	a	1,00	c	3,67	abc	3,00	bc	6,33	abc	5,67	bcdefghi	1,00	b
43/3A	6,33	ab	4,33	a	1,67	a	1,00	c	4,00	ab	2,33	bc	6,33	abc	7,33	abcd	1,00	b
90/2.05	5,00	abcd	4,33	a	3,00	a	1,00	c	2,67	abcd	4,00	bc	5,00	abcd	5,00	bcdefghi	1,67	ab
96A	5,00	abcd	3,67	a	1,67	a	1,00	c	3,00	abcd	2,67	bc	5,00	abcd	5,67	bcdefghi	2,33	ab
Średnia	<b>4,99</b>		<b>4,61</b>		<b>2,34</b>		<b>1,28</b>		<b>3,15</b>		<b>2,51</b>		<b>5,45</b>		<b>5,32</b>		<b>1,69</b>	
NIR	3,90		<i>n.ist</i>		<i>n.ist.</i>		1,92		1,96		2,63		3,61		3,62		3,30	
wartość minimalna	1,00		3,00		1,00		1,00		1,67		1,67		2,33		1,00		1,00	
wartość maksymalna	8,33		6,33		5,67		5,00		4,33		6,67		7,33		8,33		4,33	
SD	1,233		0,84		1,28		0,668		0,526		0,683		0,855		1,449		0,852	
V	24,7		18,2		54,8		52,33		16,71		27,16		15,69		27,24		50,32	

C10		C11		C12		C13		C14		C15		C16		C17		C18		C19		C20
7,00	ab	2,33	ab	6,00	ab	9,00	a	3,67	cdef	1,33	bc	2,33	ab	5,00	abcde	7,00	abcd	1,00	c	2,33
7,00	ab	2,33	ab	2,00	bc	9,00	a	5,00	abcde	1,67	bc	1,00	b	4,33	abcde	3,00	fghi	1,00	c	1,00
7,00	ab	2,00	ab	1,33	c	9,00	a	3,67	cdef	1,67	bc	1,00	b	9,00	a	5,67	abcdefg	1,00	c	1,00
7,00	ab	2,00	ab	6,00	ab	9,00	a	3,00	def	1,33	bc	1,00	b	3,00	cde	5,00	bcdefgh	1,33	bc	1,00
7,00	ab	3,00	ab	2,00	bc	9,00	a	3,00	def	2,00	abc	1,00	b	3,00	cde	3,00	fghi	1,00	c	6,00
7,00	ab	2,00	ab	5,33	abc	9,00	a	5,00	abcde	1,33	bc	1,00	b	5,67	abcde	3,00	fghi	1,00	c	1,00
7,67	ab	2,00	ab	4,00	abc	9,00	a	5,00	abcde	1,00	c	1,00	b	5,67	abcde	3,00	fghi	1,00	c	1,00
7,00	ab	1,67	b	4,00	abc	9,00	a	4,33	bcdef	2,00	abc	1,00	b	2,33	cde	4,33	cdefghi	1,00	c	1,00
7,00	ab	2,00	ab	3,33	abc	9,00	a	3,00	def	1,33	bc	1,00	b	4,33	abcde	8,33	ab	2,67	ab	1,00
7,00	ab	2,00	ab	5,33	abc	9,00	a	6,33	abc	1,67	bc	1,00	b	6,33	abcd	9,00	a	2,00	abc	1,00
7,00	ab	2,00	ab	5,00	abc	9,00	a	7,00	ab	1,67	bc	1,00	b	6,33	abcd	7,67	abc	2,33	abc	1,00
7,00	ab	2,00	ab	4,00	abc	9,00	a	3,00	def	2,00	abc	1,00	b	3,00	cde	3,00	efghi	2,00	abc	1,00
5,33	bc	3,33	ab	6,33	ab	7,00	a	1,67	f	1,00	c	1,00	b	4,33	abcde	8,33	ab	2,33	abc	1,00
7,00	ab	2,00	ab	5,33	abc	6,67	a	4,33	bcdef	1,33	bc	1,00	b	8,33	ab	6,33	abcdef	1,67	bc	1,00
7,00	ab	2,33	ab	3,33	abc	9,00	a	5,67	abcd	1,33	bc	1,00	b	4,33	abcde	6,33	abcdef	1,67	bc	1,00
7,00	ab	2,67	ab	4,00	abc	9,00	a	5,67	abcd	1,67	bc	1,00	b	5,00	abcde	9,00	a	2,67	ab	2,33
7,00	ab	2,33	ab	3,33	abc	9,00	a	4,33	bcdef	2,00	abc	1,00	b	5,67	abcde	1,67	hi	1,00	c	5,00
7,00	ab	2,50	ab	5,00	abc	9,00	a	3,00	def	2,00	abc	1,00	b	3,00	cde	3,00	fghi	1,00	c	1,50
7,00	ab	2,33	ab	5,33	abc	9,00	a	3,00	def	2,00	abc	1,00	b	2,33	cde	5,00	bcdefgh	1,67	bc	5,00
7,00	ab	2,00	ab	2,00	bc	9,00	a	3,00	def	1,67	bc	1,00	b	7,00	abc	3,00	fghi	1,67	bc	1,00
7,00	ab	2,33	ab	3,33	abc	9,00	a	4,33	bcdef	2,00	abc	1,00	b	5,67	abcde	7,00	abcd	1,67	bc	1,00
7,00	ab	2,50	ab	5,50	abc	9,00	a	3,00	def	1,50	bc	1,00	b	5,00	abcde	5,00	bcdefgh	2,00	abc	4,00
7,00	ab	2,00	ab	3,67	abc	9,00	a	3,67	cdef	1,00	c	1,67	ab	5,67	abcde	3,67	defghi	1,00	c	5,00
7,00	ab	2,67	ab	6,33	ab	9,00	a	3,00	def	1,00	c	1,00	b	5,00	abcde	3,00	fghi	2,67	ab	1,00
7,00	ab	2,00	ab	7,00	a	9,00	a	2,33	ef	2,00	abc	1,00	b	5,00	abcde	3,00	fghi	1,00	c	1,00
7,00	ab	2,00	ab	2,00	bc	9,00	a	8,00	a	2,00	abc	1,00	b	9,00	ab	6,00	abcdefg	3,00	ab	1,00
7,00	ab	3,33	ab	2,67	abc	9,00	a	3,00	def	1,67	bc	1,00	b	2,33	cde	3,67	defghi	1,67	bc	1,67
7,00	ab	2,00	ab	3,00	abc	9,00	a	3,00	def	2,00	abc	1,00	b	3,00	cde	7,00	abcde	2,00	abc	1,00
8,33	a	2,00	ab	4,00	abc	9,00	a	3,00	def	1,67	bc	1,00	b	5,00	abcde	7,00	abcde	1,00	c	1,67
7,00	ab	2,67	ab	4,00	abc	9,00	a	4,33	bcdef	1,67	bc	1,00	b	4,33	abcde	7,67	abc	1,00	c	1,00
7,00	ab	2,00	ab	7,00	a	9,00	a	4,33	bcdef	1,67	bc	1,00	b	4,33	abcde	6,33	abcdef	2,00	abc	1,67
7,00	ab	2,67	ab	5,33	abc	9,00	a	3,00	def	1,33	bc	1,00	b	3,00	cde	7,67	abc	2,00	abc	1,00
6,33	abc	2,00	ab	6,67	a	9,00	a	7,00	ab	2,00	abc	1,00	b	5,67	abcde	7,00	abcde	2,67	ab	1,00
7,00	ab	2,50	ab	3,50	abc	9,00	a	3,00	def	1,50	bc	1,00	b	2,00	cde	3,00	fghi	1,50	bc	3,50
7,00	ab	2,67	ab	6,00	ab	9,00	a	3,00	def	1,00	c	1,00	b	4,33	abcde	5,00	bcdefgh	2,00	abc	1,00
7,00	ab	2,00	ab	4,00	abc	9,00	a	5,67	abcd	2,33	abc	1,00	b	1,00	e	4,33	cdefghi	1,67	bc	2,33
6,33	abc	2,00	ab	5,00	abc	9,00	a	3,00	def	2,00	abc	2,33	ab	2,33	cde	9,00	a	2,33	abc	1,67
7,00	ab	2,67	ab	4,33	abc	9,00	a	5,67	abcd	1,33	bc	1,00	b	3,00	cde	9,00	a	3,33	a	1,00
7,00	ab	2,67	ab	5,00	abc	9,00	a	5,00	abcde	1,67	bc	2,33	ab	3,67	bcde	9,00	a	2,00	abc	1,00
7,00	ab	2,00	ab	5,00	abc	9,00	a	3,67	cdef	2,00	abc	1,00	b	4,33	abcde	6,33	abcdef	2,33	abc	1,00
7,00	ab	3,33	ab	3,67	abc	9,00	a	1,67	f	2,00	abc	1,67	ab	9,00	ab	1,67	hi	1,00	c	2,33
7,00	ab	3,00	ab	4,67	abc	6,33	a	3,00	def	4,67	a	3,00	a	1,67	de	3,00	fghi	1,00	c	2,00
7,00	ab	2,00	ab	6,33	ab	9,00	a	3,00	def	1,33	bc	1,00	b	3,67	bcde	9,00	a	2,67	ab	1,33
7,00	ab	3,67	a	6,33	ab	9,00	a	3,33	cdef	1,67	bc	1,33	b	8,33	ab	3,00	fghi	1,00	c	2,00
7,00	ab	2,67	ab	5,67	abc	9,00	a	3,00	def	2,00	abc	1,00	b	5,00	abcde	3,67	defghi	1,00	c	1,00
7,00	ab	2,33	ab	6,00	ab	9,00	a	3,00	def	2,00	abc	1,00	b	1,67	de	6,33	abcdef	1,67	bc	5,00
7,00	ab	2,00	ab	4,67	abc	9,00	a	3,67	cdef	1,67	bc	2,33	ab	1,67	de	3,67	defghi	1,00	c	2,33

7,00	ab	2,00	ab	5,00	abc	6,33	a	3,00	def	2,00	abc	1,00	b	7,00	abc	4,33	cdefghi	1,67	bc	1,33
7,00	ab	2,00	ab	5,67	abc	9,00	a	3,00	def	1,67	bc	1,00	b	2,33	cde	5,00	bcdefgh	1,67	bc	1,67
7,00	ab	2,00	ab	2,00	bc	9,00	a	6,33	abc	1,67	bc	1,00	b	1,67	de	3,00	fghi	1,67	bc	1,00
7,00	ab	2,00	ab	3,00	abc	9,00	a	3,67	cdef	1,67	bc	1,00	b	3,00	cde	5,67	abcdefg	1,67	bc	1,00
7,00	ab	2,67	ab	6,33	ab	9,00	a	3,00	def	2,00	abc	2,33	ab	2,33	cde	5,00	bcdefgh	1,67	c	4,33
7,00	ab	2,67	ab	5,00	abc	9,00	a	3,00	def	1,67	bc	1,00	b	3,67	bcde	4,33	cdefghi	1,67	bc	1,00
7,00	ab	3,00	ab	2,00	bc	9,00	a	5,00	abcdef	1,00	c	1,00	b	1,00	e	3,00	fghi	1,67	c	1,00
7,00	ab	2,50	ab	4,00	abc	9,00	a	4,00	bcdef	2,00	abc	1,00	b	3,00	cde	4,00	cdefghi	1,67	bc	1,00
7,00	ab	2,00	ab	4,00	abc	9,00	a	7,00	ab	2,00	abc	1,00	b	3,00	cde	5,67	abcdefg	1,67	bc	1,00
7,00	ab	2,67	ab	3,67	abc	9,00	a	6,33	abc	1,67	bc	1,00	b	3,00	cde	3,67	defghi	1,67	bc	1,00
7,00	ab	2,50	ab	4,00	abc	9,00	a	5,00	abcdef	1,50	bc	1,00	b	2,00	cde	3,00	fghi	1,67	c	1,50
5,67	bc	2,67	ab	6,33	ab	9,00	a	7,00	ab	1,67	bc	1,00	b	3,00	cde	5,00	bcdefgh	1,67	abc	1,67
7,00	ab	3,67	a	4,67	abc	9,00	a	3,00	def	1,00	c	1,00	b	3,00	cde	3,67	defghi	1,67	c	1,00
7,00	ab	3,33	ab	6,00	ab	9,00	a	3,00	def	1,00	c	1,00	b	3,67	bcde	3,67	defghi	1,67	bc	1,00
7,00	ab	2,67	ab	4,33	abc	9,00	a	3,00	def	1,67	bc	1,00	b	1,67	de	1,67	hi	1,67	bc	1,00
7,00	ab	2,67	ab	5,00	abc	9,00	a	3,67	cdef	2,00	abc	1,00	b	3,00	cde	2,00	ghi	1,67	bc	3,00
7,00	ab	2,33	ab	4,00	abc	9,00	a	3,00	def	4,00	ab	2,33	ab	8,33	ab	1,00	i	1,67	c	1,00
7,00	ab	2,67	ab	4,33	abc	9,00	a	3,00	def	2,00	abc	1,00	b	9,00	ab	3,67	defghi	1,67	c	1,67
7,00	ab	2,67	ab	7,00	a	9,00	a	3,00	def	1,67	bc	1,00	b	6,33	abcd	3,67	defghi	1,67	c	1,00
4,00	c	2,50	ab	6,50	ab	9,00	a	3,00	def	2,00	abc	1,00	b	6,00	abcde	6,00	abcdefg	1,67	c	7,00
7,00	ab	2,67	ab	2,00	bc	9,00	a	3,00	def	1,67	bc	1,00	b	1,00	e	1,67	hi	1,67	c	1,00
7,00	ab	2,33	ab	2,67	abc	9,00	a	3,00	def	4,00	ab	3,00	a	5,67	abcde	1,00	i	1,67	bc	1,00
7,00	ab	2,50	ab	3,00	abc	9,00	a	3,00	def	2,50	abc	2,00	ab	1,00	e	1,00	i	1,67	bc	1,50
7,00	ab	2,00	ab	3,67	abc	9,00	a	4,33	bcdef	1,67	bc	1,67	ab	3,00	cde	5,67	abcdefg	1,67	abc	1,00
7,00	ab	2,00	ab	4,67	abc	6,33	a	2,33	ef	1,67	bc	1,00	b	5,67	abcde	1,00	i	1,67	c	1,67
7,00	ab	2,00	ab	5,00	abc	9,00	a	3,00	def	1,67	bc	1,00	b	4,33	abcde	3,67	defghi	1,67	c	3,67
7,00	ab	2,00	ab	4,00	abc	9,00	a	4,00	bcdef	2,00	abc	1,00	b	4,00	abcde	5,00	bcdefgh	1,67	bc	1,00
8,33	a	2,33	ab	4,00	abc	9,00	a	3,00	def	1,67	bc	1,33	b	5,00	abcde	3,00	fghi	1,67	c	1,33
<b>6,95</b>		<b>2,39</b>		<b>4,47</b>		<b>8,84</b>		<b>3,88</b>		<b>1,78</b>		<b>1,21</b>		<b>4,24</b>		<b>4,72</b>		1,67		<b>1,76</b>
1,92		1,90		4,35		n.ist		3,62		2,90		1,54		5,22		3,95		1,67		4,90
4,00		1,67		1,33		6,33		1,67		1,00		1,00		1,00		1,00		1,67		1,00
8,33		3,67		7,00		9,00		8,00		4,67		3,00		9,00		9,00		1,67		7,00
0,496		0,444		1,415		0,623		1,37		0,609		0,493		2,095		2,23		1,67		1,349
7,145		18,55		31,63		7,055		35,3		34,23		40,74		49,36		47,3		1,67		76,65

	C21		C22		C23		C24		C25		C26	
abc	2,00	bcd	4,67	abc	5,00	abcd	75,33	efghijklmnopq	77,67	defghijklmnopqrs	112,00	abcdefghijkl
c	3,00	ab	5,33	ab	5,00	abcd	80,67	bcdefghijklmnopq	80,33	bcdefghijklmnopq	71,67	fghijklmnopqrst
c	3,00	ab	5,00	ab	3,67	bcd	82,00	bcdefghijklmno	89,33	abcdefghijklm	114,00	abcdefghi
c	2,00	bcd	6,00	a	5,00	abcd	63,67	hijklmnopq	65,00	lmnopqrs	65,33	jklmnopqrst
ab	3,00	ab	5,00	abc	5,00	abcd	59,00	klmnopq	56,67	opqrs	63,33	lmnopqrst
c	3,00	ab	4,00	abc	5,67	abcd	79,33	bcdefghijklmnopq	76,67	defghijklmnopqrs	103,33	abcdefghijklmnop
c	3,00	ab	4,33	abc	5,67	abcd	90,00	abcdefghijkl	92,67	abcdefghijkl	137,33	a
c	3,00	ab	2,67	bc	2,33	cd	57,33	lmnopq	55,00	pqrs	68,67	ijklmnopqrst
c	2,00	bcd	6,00	a	5,00	abcd	107,33	abcde	108,00	ab	94,33	abcdefghijklmnopqrst
c	2,00	bcd	4,00	abc	5,00	abcd	74,67	efghijklmnopq	69,33	ghijklmnopqrs	73,00	efghijklmnopqrst
c	3,00	ab	2,00	c	3,00	bcd	93,00	abcdefghi	92,67	abcdefghijkl	106,67	abcdefghijklmn
c	1,00	d	6,00	a	5,00	abcd	51,67	mnopq	57,33	nopqrs	70,33	ghijklmnopqrst
c	3,00	ab	6,00	a	3,67	bcd	71,00	ghijklmnopq	72,33	fghijklmnopqrs	74,00	efghijklmnopqrst
c	3,00	ab	4,67	abc	5,00	abcd	80,67	bcdefghijklmnopq	77,33	defghijklmnopqrs	77,00	defghijklmnopqrst
c	2,33	abc	2,33	bc	3,67	bcd	110,33	abc	103,00	abcde	104,00	abcdefghijklmnop
abc	3,00	ab	2,67	bc	4,33	abcd	92,00	abcdefghijkl	94,00	abcdefghijkl	117,00	abcdefg
abc	3,00	ab	4,00	abc	4,33	abcd	78,67	bcdefghijklmnopq	80,67	bcdefghijklmnopq	73,33	efghijklmnopqrst
bc	3,00	ab	5,50	ab	5,00	abcd	77,67	cdefghijklmnopq	83,33	bcdefghijklmnop	74,33	efghijklmnopqrst
abc	3,00	ab	5,33	ab	5,00	abcd	67,67	ghijklmnopq	68,67	ghijklmnopqrs	87,33	cdefghijklmnopqrst
c	3,00	ab	5,33	ab	5,00	abcd	95,00	abcdefgh	97,00	abcdefg	109,67	abcdefghijkl
c	3,00	ab	4,00	abc	2,33	cd	111,33	ab	106,67	abc	103,33	abcdefghijklmnop
abc	2,00	bcd	5,50	ab	3,00	bcd	57,33	lmnopq	67,67	hijklmnopqrs	66,67	jklmnopqrst
abc	1,67	cd	6,00	a	5,00	abcd	87,67	abcdefghijkl	85,33	bcdefghijklmn	56,00	qrst
c	2,67	abc	6,00	a	3,00	bcd	83,33	abcdefghijklmn	82,00	bcdefghijklmnopq	95,33	abcdefghijklmnopqrst
c	2,67	abc	6,00	a	5,67	abcd	78,00	cdefghijklmnopq	73,00	fghijklmnopqrs	70,00	hijklmnopqrst
c	3,00	ab	4,00	abc	7,00	abc	61,00	ijklmnopq	61,67	mnopqrs	64,67	klmnopqrst
bc	3,00	ab	4,67	abc	4,33	abcd	66,33	ghijklmnopq	64,67	lmnopqrs	87,67	cdefghijklmnopqrst
c	2,00	bcd	5,50	ab	2,00	cd	85,67	abcdefghijkl	78,33	cdefghijklmnopqr	84,00	defghijklmnopqrst
bc	3,00	ab	4,33	abc	6,33	abcd	79,33	bcdefghijklmnopq	82,00	bcdefghijklmnopq	103,00	abcdefghijklmnop
c	1,67	cd	4,67	abc	5,00	abcd	63,00	hijklmnopq	65,67	klmnopqrs	60,00	nopqrst
bc	3,00	ab	6,00	a	5,00	abcd	88,33	abcdefghijkl	94,33	abcdefghijkl	107,00	abcdefghijklm
c	3,00	ab	2,00	c	3,67	bcd	94,33	abcdefgh	91,33	abcdefghijkl	90,67	abcdefghijklmnopqrst
c	2,67	abc	5,33	ab	5,67	abcd	68,33	ghijklmnopq	71,00	ghijklmnopqrs	66,33	jklmnopqrst
abc	2,00	bcd	2,50	bc	4,00	abcd	45,00	q	51,00	qrs	54,50	qrst
c	2,67	abc	4,67	abc	9,00	a	108,67	abcd	104,00	abcd	117,33	abcdef
abc	3,00	ab	4,67	abc	3,00	bcd	48,33	q	49,33	s	59,33	opqrst
bc	3,00	ab	3,00	abc	4,33	abcd	79,33	bcdefghijklmnopq	85,33	bcdefghijklmn	99,33	abcdefghijklmnopqr
c	2,67	abc	4,00	abc	3,67	bcd	83,00	bcdefghijklmno	80,67	bcdefghijklmnopq	98,67	abcdefghijklmnopqrs
c	3,00	ab	5,33	ab	4,33	abcd	91,67	abcdefghijkl	96,00	abcdefgh	104,00	abcdefghijklmnop
c	2,67	abc	4,00	abc	7,00	abc	59,67	ijklmnopq	65,00	lmnopqrs	77,00	defghijklmnopqrst
abc	3,00	ab	5,33	ab	3,67	bcd	81,33	bcdefghijklmnop	85,33	bcdefghijklmn	91,67	abcdefghijklmnopqrst
bc	3,00	ab	4,33	abc	4,33	abcd	64,00	hijklmnopq	67,00	jklmnopqrs	78,33	defghijklmnopqrst
bc	3,00	ab	4,67	abc	4,33	abcd	85,33	abcdefghijkl	90,00	abcdefghijklm	99,00	abcdefghijklmnopqrs
bc	3,00	ab	6,00	a	4,33	abcd	77,00	defghijklmnopq	83,67	bcdefghijklmno	115,67	abcdefgh
c	3,00	ab	6,00	a	3,67	bcd	95,67	abcdefgh	95,67	abcdefghi	51,00	t
abc	3,00	ab	4,33	abc	5,67	abcd	89,00	abcdefghijkl	91,00	abcdefghijkl	84,67	defghijklmnopqrst
abc	3,33	a	5,33	ab	5,67	abcd	48,70	pq	50,13	rs	92,33	abcdefghijklmnopqrst

bc	2,00	bcd	6,00	a	6,33	abcd	67,00	ghijklmnopq	72,00	ghijklmnopqrs	70,67	fghijklmnopqrst
bc	3,00	ab	4,00	abc	3,00	bcd	106,67	abcdef	108,67	ab	106,00	abcdefghijklmno
c	3,00	ab	4,33	abc	7,00	abc	77,00	defghijklmnopq	87,00	bcdefghijklm	101,67	abcdefghijklmnopq
c	3,00	ab	6,00	a	5,67	abcd	69,33	ghijklmnopq	72,00	ghijklmnopqrs	65,33	klmnopqrst
abc	3,00	ab	5,67	a	1,67	d	64,67	hijklmnopq	70,67	ghijklmnopqrs	60,33	mnopqrst
c	3,00	ab	4,33	abc	1,67	d	84,33	abcdefghijklm	86,33	bcdefghijklm	80,00	defghijklmnopqrst
c	3,00	ab	5,00	abc	5,00	abcd	68,00	ghijklmnopq	72,67	fghijklmnopqrs	53,67	rst
c	3,00	ab	4,50	abc	5,00	abcd	74,00	fghijklmnopq	74,33	fghijklmnopqrs	90,33	bcdefghijklmnopqrst
c	3,00	ab	4,33	abc	6,33	abcd	80,00	bcdefghijklmnopq	85,33	bcdefghijklmn	79,33	defghijklmnopqrst
c	3,00	ab	4,00	abc	5,00	abcd	84,33	abcdefghijklm	83,67	bcdefghijklmno	104,33	abcdefghijklmnop
bc	3,00	ab	6,00	a	5,00	abcd	83,33	abcdefghijklmn	85,00	bcdefghijklmno	118,67	abcde
bc	3,00	ab	6,00	a	4,33	abcd	75,00	efghijklmnopq	75,33	efghijklmnopqrs	79,33	defghijklmnopqrst
c	3,00	ab	4,33	abc	7,67	ab	97,67	abcdefg	96,00	abcdefgh	111,00	abcdefghijk
c	3,00	ab	6,00	a	4,33	abcd	58,00	lmnopq	62,33	mnopqrs	74,00	efghijklmnopqrst
c	2,00	bcd	6,00	a	7,67	ab	51,00	nopq	50,33	rs	65,33	klmnopqrst
abc	3,00	ab	2,00	c	6,00	abcd	115,00	a	117,00	a	136,33	ab
c	2,67	abc	5,33	ab	7,00	abc	59,67	klmnopq	62,33	mnopqrs	61,67	mnopqrst
bc	2,33	abc	6,00	a	5,00	abcd	83,33	abcdefghijklmn	87,33	bcdefghijklm	83,00	defghijklmnopqrst
c	1,67	cd	5,33	ab	5,00	abcd	78,67	bcdefghijklmnopq	81,33	bcdefghijklmnopq	85,67	defghijklmnopqrst
a	2,00	bcd	6,00	a	7,00	abc	60,67	ijklmnopq	67,33	ijklmnopqrs	58,00	pqrst
c	3,00	ab	4,00	abc	6,33	abcd	64,00	hijklmnopq	70,67	ghijklmnopqrs	52,33	st
c	3,00	ab	6,00	a	5,67	abcd	50,33	opq	56,67	opqrs	50,33	t
bc	3,00	ab	2,00	bc	5,00	abcd	67,50	ghijklmnopq	74,50	efghijklmnopqrs	61,00	mnopqrst
c	3,00	ab	4,00	abc	7,67	ab	98,33	abcdefg	104,00	abcd	133,33	abc
bc	3,00	ab	5,67	a	2,33	cd	77,33	defghijklmnopq	81,00	bcdefghijklmnopq	75,67	defghijklmnopqrst
abc	2,67	abc	5,67	a	3,67	bcd	68,00	ghijklmnopq	72,00	ghijklmnopqrs	85,00	defghijklmnopqrst
c	3,00	ab	5,50	ab	7,00	abc	72,00	ghijklmnopq	82,00	bcdefghijklmnopq	81,33	defghijklmnopqrst
bc	3,00	ab	5,00	abc	5,67	abcd	98,00	abcdefg	100,67	abcdef	122,00	abcd
	<b>2,74</b>		<b>4,77</b>		<b>4,87</b>		<b>77,34</b>		<b>79,38</b>		<b>85,60</b>	
	<i>1,31</i>		<i>2,85</i>		<i>5,23</i>		<i>32,50</i>		<i>21,23</i>		<i>46,50</i>	
	1,00		2,00		1,67		45,00		49,33		50,33	
	3,33		6,00		9,00		115,00		117,00		137,33	
	0,466		1,153		1,491		16,2239		15,3257		21,9054	
	17,02		24,15		30,6		20,976		19,3074		25,5911	

C27		C28		C29		C30		C31		C32	
112,67	abcdefgh	3,40	bcdefghij	8,53	abcde	7,30	ab	12,37	abcdef	13,10	abcdefgh
75,33	lmnopqrstuvwxyz	3,67	abcdefghi	5,77	ghijklmn	5,63	abcd	10,07	cdefghijklm	12,13	bcdefghi
112,00	bcdefgh	4,23	abcdef	6,17	fghijklmn	4,23	bcd	8,33	ghijklmnopq	11,00	fghi
73,33	opqrstuvwxyz	2,30	hij	5,83	ghijklmn	4,83	abcd	8,10	hijklmnopq	11,73	defghi
62,00	vwxyz	3,00	defghij	5,35	jklmn	7,35	ab	5,40	opq	10,87	fghi
103,33	cdefghijk	3,57	abcdefghi	8,13	abcdef	7,63	a	12,87	abc	13,17	abcdefgh
138,67	a	3,37	bcdefghij	7,27	abcdefghijk	6,47	abc	12,67	abcd	12,03	bcdefghi
69,67	rstuvwxyz	4,73	abcd	6,40	efghijklm	7,07	ab	7,47	klmnopq	13,00	abcdefgh
95,33	efghijklmnopqr	2,77	fghij	6,67	cdefghijklm	5,23	abcd	9,87	cdefghijklmn	10,60	ghi
69,00	stuvwxyz	2,80	efghij	6,97	abcdefghijkl	6,13	abcd	10,20	cdefghijklm	12,40	abcdefghi
96,33	efghijklmnopq	2,83	efghij	7,53	abcdefghij	6,27	abcd	8,47	ghijklmnopq	12,60	abcdefghi
76,33	lmnopqrstuvwxyz	3,25	cdefghij	6,25	fghijklmn	7,05	abc	9,45	cdefghijklmnop	12,57	abcdefghi
74,67	nopqrstuvwxyz	5,20	a	8,97	ab	7,47	a	11,20	abcdefghij	12,93	abcdefgh
89,33	ghijklmnopqrst	4,70	abcd	6,87	abcdefghijklm	5,50	abcd	9,77	cdefghijklmn	13,10	abcdefgh
103,67	cdefghijk	2,90	efghij	8,63	abcd	5,33	abcd	8,30	ghijklmnopq	11,10	efghi
101,00	defghijklm	4,47	abcde	7,87	abcdefghi	4,90	abcd	10,73	bcdefghijklm	12,20	abcdefghi
76,67	lmnopqrstuvwxyz	3,50	bcdefghij	6,83	abcdefghijklm	4,30	bcd	9,47	cdefghijklmno	12,03	bcdefghi
79,00	klmnopqrstuvwxyz	3,05	defghij	6,40	defghijklm	3,90	cd	8,05	hijklmnopq	12,60	abcdefghi
81,67	jklmnopqrstuvwxyz	3,70	abcdefghi	6,20	fghijklmn	4,80	abcd	7,77	jklmnopq	14,93	abcdef
106,00	cdefghij	4,97	ab	6,50	defghijklm	5,70	abcd	9,93	cdefghijklmn	15,30	abcd
101,33	defghijkl	3,17	cdefghij	5,73	hijklmn	4,63	abcd	8,53	ghijklmnopq	14,63	abcdefg
69,67	rstuvwxyz	4,35	abcdef	6,05	fghijklmn	3,65	cd	8,55	ghijklmnopq	9,40	hi
62,67	vwxyz	2,80	efghij	6,03	fghijklmn	4,30	bcd	7,43	klmnopq	14,00	abcdefg
98,00	defghijklmno	3,60	abcdefghi	6,97	abcdefghijkl	5,10	abcd	8,73	fghijklmnopq	13,13	abcdefgh
71,33	pqrstuvwxyz	1,83	j	6,43	defghijklm	4,90	abcd	10,77	bcdefghijkl	11,23	defghi
62,33	vwxyz	2,85	efghij	6,25	fghijklmn	4,40	bcd	7,00	mnopq	10,90	fghi
76,00	lmnopqrstuvwxyz	4,83	abc	5,87	ghijklmn	4,93	abcd	9,20	defghijklmnop	12,03	bcdefghi
79,33	klmnopqrstuvwxyz	4,40	abcdef	6,30	efghijklmn	3,85	cd	5,10	pq	13,93	abcdefg
104,67	cdefghijk	3,57	abcdefghi	6,80	bcdefghijklm	5,03	abcd	8,20	hijklmnopq	16,27	a
65,33	tuvwxyz	3,27	cdefghij	7,67	abcdefghi	5,50	abcd	9,87	cdefghijklmn	13,23	abcdefgh
98,33	defghijklmno	3,40	bcdefghij	6,00	fghijklmn	4,80	abcd	7,83	ijklmnopq	12,97	abcdefgh
93,00	fghijklmnopqrs	3,83	abcdefghi	8,83	abc	5,63	abcd	11,20	abcdefghij	13,90	abcdefg
70,67	qrstuvwxyz	3,53	abcdefghi	7,43	abcdefghij	4,93	abcd	10,53	bcdefghijklm	12,47	abcdefghi
58,50	wxyz	2,45	ghij	5,60	ijklmn	5,35	abcd	10,75	bcdefghijklm	11,50	defghi
117,00	abcdef	4,23	abcdef	6,17	fghijklmn	4,60	abcd	9,40	cdefghijklmnop	14,20	abcdefg
65,33	tuvwxyz	3,97	abcdefgh	5,43	ijklmn	4,67	abcd	8,60	ghijklmnopq	13,87	abcdefg
95,33	efghijklmnopqr	3,27	cdefghij	7,53	abcdefghij	4,60	abcd	7,70	jklmnopq	15,17	abcde
93,00	fghijklmnopqrs	3,20	cdefghij	7,97	abcdefg	6,10	abcd	12,53	abcde	15,90	abc
108,67	bcdefghi	3,73	abcdefghi	6,93	abcdefghijkl	6,33	abc	11,87	abcdefg	12,00	bcdefghi
76,67	lmnopqrstuvwxyz	3,60	abcdefghi	7,93	abcdefgh	5,37	abcd	9,00	efghijklmnop	14,03	abcdefg
88,33	ghijklmnopqrstu	2,00	ij	5,10	klmn	4,67	abcd	9,43	cdefghijklmnop	11,07	efghi
80,67	jklmnopqrstuvwxyz	4,97	ab	4,77	lmn	4,87	abcd	9,53	cdefghijklmn	13,33	abcdefgh
97,00	defghijklmnop	3,87	abcdefgh	8,63	abcd	5,73	abcd	11,43	abcdefghi	16,07	ab
120,33	abcde	3,87	abcdefgh	7,27	abcdefghijk	4,93	abcd	8,50	ghijklmnopq	12,80	abcdefgh
56,00	z	4,17	abcdef	6,07	fghijklmn	5,53	abcd	11,60	abcdefgh	12,50	abcdefghi
84,67	ijklmnopqrstuvw	3,77	abcdefghi	6,30	fghijklmn	5,57	abcd	8,83	fghijklmnopq	11,93	cdefghi
95,33	efghijklmnopqr	4,17	abcdef	7,40	abcdefghij	6,57	abc	14,00	ab	13,63	abcdefg



75,00	mnopqrstuvwxyz	2,80	efghij	6,90	abcdefghijklm	5,10	abcd	8,57	ghijklmnopq	12,27	abcdefghi
104,00	cdefghijk	3,17	cdefghij	5,73	hijklmn	6,43	abc	11,07	abcdefghijkl	13,27	abcdefgh
100,33	defghijklmn	3,50	bcdefghij	6,87	abcdefghijklm	6,43	abc	12,63	abcde	14,30	abcdefg
67,67	stuvwxyz	3,10	defghij	5,70	ijklmn	4,70	abcd	7,10	mnopq	12,97	abcdefgh
68,67	stuvwxyz	2,80	efghij	6,67	cdefghijklm	6,57	abc	10,57	bcdefghijklm	13,13	abcdefgh
87,00	hijklmnopqrstuv	4,23	abcdef	5,47	ijklmn	4,53	bcd	9,00	efghijklmnop	12,93	abcdefgh
58,33	xyz	4,00	abcdefgh	7,90	abcdefghi	4,85	abcd	9,40	cdefghijklmnop	14,70	abcdefg
88,00	hijklmnopqrstuv	4,45	abcdef	5,85	ghijklmn	7,80	a	9,90	cdefghijklmn	14,47	abcdefg
82,67	ijklmnopqrstuvwxyz	4,07	abcdefg	7,27	abcdefghijkl	4,53	bcd	11,13	abcdefghijkl	13,67	abcdefg
98,00	defghijklmno	3,83	abcdefghi	6,47	defghijklm	5,17	abcd	9,53	cdefghijklmn	13,93	abcdefg
114,33	abcdefg	3,13	defghij	7,47	abcdefghijkl	6,57	abc	12,60	abcde	13,87	abcdefg
83,67	ijklmnopqrstuvwxyz	3,27	cdefghij	5,37	ijklmn	4,77	abcd	7,23	lmnopq	13,33	abcdefgh
106,00	cdefghij	4,37	abcdef	6,67	cdefghijklm	4,70	abcd	8,80	fghijklmnopq	13,63	abcdefg
76,33	lmnopqrstuvwxyz	2,47	ghij	5,40	ijklmn	4,07	cd	6,30	nopq	12,27	abcdefghi
67,33	stuvwxyz	2,37	hij	5,93	fghijklmn	4,90	abcd	10,20	cdefghijklm	9,37	hi
134,00	ab	3,10	defghij	6,67	cdefghijklm	5,13	abcd	10,73	bcdefghijklm	13,23	abcdefgh
64,00	tuvwxyz	3,37	bcdefghij	6,00	fghijklmn	4,40	bcd	7,63	ijklmnopq	11,20	defghi
80,33	ijklmnopqrstuvwxyz	2,77	fghij	6,43	defghijklm	5,30	abcd	10,70	bcdefghijklm	13,07	abcdefgh
91,67	fghijklmnopqrs	4,40	abcdef	9,03	a	6,57	abc	14,60	a	12,47	abcdefghi
59,67	wxyz	3,85	abcdefghi	6,55	cdefghijklm	3,75	cd	7,40	klmnopq	11,80	cdefghi
57,33	yz	3,47	bcdefghij	5,43	ijklmn	4,47	bcd	7,43	klmnopq	11,70	defghi
57,67	xyz	2,60	fghij	4,70	mn	4,03	cd	7,73	ijklmnopq	11,07	efghi
64,50	tuvwxyz	2,50	fghij	5,05	klmn	6,10	abcd	8,95	efghijklmnopq	14,80	abcdefg
128,33	abc	2,90	efghij	6,90	abcdefghijklm	4,53	bcd	7,73	ijklmnopq	11,43	defghi
80,00	ijklmnopqrstuvwxyz	2,10	ij	3,83	n	3,43	d	4,90	q	8,50	i
87,00	hijklmnopqrstuv	3,87	abcdefgh	6,47	defghijklm	5,13	abcd	8,33	ghijklmnopq	11,50	defghi
83,33	ijklmnopqrstuvwxyz	3,30	bcdefghij	6,85	abcdefghijklm	5,30	abcd	7,85	hijklmnopq	12,47	abcdefghi
123,00	abcd	4,00	abcdefgh	7,23	abcdefghijkl	5,83	abcd	13,00	abc	13,00	abcdefgh
<b>86,32</b>		<b>3,50</b>		<b>6,61</b>		<b>5,32</b>		<b>9,44</b>		<b>12,80</b>	
26,15		1,68		7,52		3,21		3,80		4,10	
56,00		1,83		3,83		3,43		4,90		8,50	
138,67		5,20		9,03		7,80		14,60		16,27	
19,6609		0,746		1,053		1,004		1,9936		1,4922	
22,7779		21,3		15,95		18,89		21,13		11,66	

C33	
5,17	bcdefghi
4,23	efghijklm
4,00	fghijklm
4,63	cdefghijkl
4,40	defghijklm
4,13	fghijklm
5,27	abcdefg
4,10	fghijklm
4,47	cdefghijklm
4,50	cdefghijklm
4,67	cdefghijkl
5,27	abcdefg
5,03	bcdefghijk
5,03	bcdefghijk
3,87	ghijklm
3,90	fghijklm
4,50	cdefghijklm
4,77	cdefghijkl
6,73	a
5,00	bcdefghijk
5,03	bcdefghijk
3,10	m
4,47	cdefghijklm
4,53	cdefghijklm
3,60	klm
4,57	cdefghijklm
4,27	efghijklm
5,13	bcdefghij
5,40	abcdef
4,37	defghijklm
3,63	jklm
5,00	bcdefghijk
5,27	abcdefg
3,80	ghijklm
4,43	cdefghijklm
4,57	cdefghijklm
4,93	cdefghijk
5,80	abcd
3,97	fghijklm
5,30	abcdefg
4,00	fghijklm
4,03	fghijklm
5,03	bcdefghijk
4,20	fghijklm
3,70	hijklm
4,07	fghijklm
5,73	abcde

4,60	cdefghijklm
5,93	abc
4,97	bcdefghijk
4,40	defghijklm
4,23	efghijklm
5,03	bcdefghijk
5,20	bcdefgh
5,05	bcdefghijk
4,30	defghijklm
3,90	fghijklm
4,57	cdefghijklm
4,80	cdefghijkl
5,00	bcdefghijk
4,13	fghijklm
3,73	hijklm
3,53	klm
3,90	fghijklm
4,73	cdefghijkl
5,17	bcdefghi
4,10	fghijklm
4,07	fghijklm
4,43	cdefghijklm
6,65	ab
3,70	hijklm
3,33	lm
3,67	ijklm
4,43	cdefghijklm
4,13	fghijklm
<b>4,55</b>	
<i>1,51</i>	
3,10	
6,73	
0,6943	
15,257	

## Legenda

C1	Roślina: pokrój
C2	Szczytowy pąk kwiatostanowy: kształt
C3	Młody liść: omszenie górnej strony
C4	Młody liść: zabarwienie antocyjanowe górnej strony
C5	Dojrzały liść: barwa górnej strony
C6	Dojrzały liść: barwa dolnej strony
C7	Dojrzały liść: kształt blaszki
C8	Dojrzały liść: kształt przekroju poprzecznego blaszki
C9	Dojrzały liść: połysk górnej strony
C10	Kwiatostan: liczba kwiatów
C11	Kwiatostan: kształt
C12	Szypułka: zabarwienie po stronie nasłonecznionej
C13	Kielich: występowanie
C14	Działki kielicha: długość
C15	Kwiat: kształt
C16	Kwiat: zapach
C17	Płatek korony: pofalowanie brzegu
C18	Płatek korony: wyrazistość rysunku gardzieli
C19	Płatek korony: rodzaj rysunku
C20	Pylniki: barwa
C21	Słupek: w stosunku do pylnika
C22	Słupek: barwa znamienia
C23	Termin kwitnienia
C24	Wysokość rośliny [cm] początkowa
C25	Wysokość rośliny [cm] końcowa
C26	Szerokość rośliny [cm] początkowa
C27	Szerokość rośliny [cm] końcowa
C28	Długość szypułki kwiatowej [cm]
C29	Kwiat średnica
C30	Kwiat [cm] wysokość
C31	Długość: kwiat z szypułką [cm]
C32	Długość: liściem z ogonkiem [cm]
C33	Szerokość liścia [cm]

**Tabela 16 Macierz korelacji dla analizowanych cech w kolekcji różaneczników.**

Zmienne	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17
C1	0,11																
C2	0,10	0,10															
C3	-0,11	0,04	-0,01														
C4	0,11	0,04	-0,02	-0,03													
C5	0,09	-0,18	0,28	-0,05	0,00												
C6	0,05	-0,08	0,07	0,17	-0,07	0,03											
C7	-0,04	0,17	0,08	-0,13	-0,06	-0,12	-0,06										
C8	0,06	0,09	0,07	0,06	0,19	0,02	-0,17	-0,08									
C9	0,14	0,01	-0,15	0,01	-0,10	-0,12	-0,21	0,12	0,07								
C10	-0,14	-0,23	-0,03	0,31	0,03	0,14	-0,16	-0,23	0,21	-0,16							
C11	-0,11	-0,04	0,14	0,12	-0,03	-0,17	0,18	0,05	0,01	-0,29	0,09						
C12	0,08	0,04	-0,12	0,11	-0,01	-0,16	-0,07	-0,11	-0,08	0,12	-0,02	-0,13					
C13	0,13	-0,03	-0,20	0,00	-0,05	-0,21	0,05	-0,17	-0,12	-0,02	-0,27	-0,18	0,19				
C14	0,14	0,15	0,11	-0,14	0,11	0,18	-0,03	0,09	-0,01	-0,01	-0,06	-0,14	-0,19	-0,08			
C15	-0,06	-0,03	0,12	0,06	0,01	0,08	-0,16	0,08	0,00	0,02	0,08	-0,01	-0,12	-0,18	0,59		
C16	0,06	-0,07	-0,06	0,13	-0,04	-0,21	0,16	0,24	-0,29	-0,01	-0,06	0,05	-0,14	0,02	0,03	-0,05	
C17	0,12	-0,11	-0,10	0,05	0,04	-0,14	0,05	0,18	0,06	-0,18	-0,20	0,26	0,04	0,29	-0,29	-0,11	0,03
C18	0,16	-0,12	-0,08	0,05	0,08	-0,16	0,15	-0,04	0,01	-0,15	-0,17	0,12	0,03	0,36	-0,17	-0,18	-0,04
C19	-0,13	-0,21	0,14	-0,07	-0,23	0,00	0,10	-0,02	-0,04	-0,30	0,10	0,11	0,06	-0,21	0,07	0,07	-0,07
C20	0,01	0,02	-0,12	0,04	0,16	0,05	-0,25	-0,18	0,15	0,13	0,13	-0,13	-0,03	0,15	0,10	0,11	-0,13
C21	-0,21	0,03	0,26	0,06	-0,06	0,03	-0,01	0,14	-0,13	-0,17	0,08	0,21	-0,13	-0,31	0,00	0,02	0,21
C22	0,10	0,13	0,11	-0,07	-0,14	0,14	0,12	0,08	-0,08	-0,01	-0,05	-0,08	0,09	0,09	0,04	0,00	0,03
C23	-0,16	0,01	-0,32	0,16	0,02	-0,22	0,02	0,07	0,25	0,18	0,00	0,07	0,09	0,07	-0,32	-0,20	0,16
C24	-0,14	0,02	-0,30	0,18	0,01	-0,17	0,03	0,03	0,25	0,17	0,00	0,06	0,10	0,04	-0,29	-0,16	0,16
C25	0,27	0,04	-0,23	0,14	0,02	-0,23	-0,04	0,00	0,25	0,27	0,00	0,07	0,13	0,12	-0,30	-0,06	0,11
C26	0,21	0,08	-0,21	0,17	0,00	-0,22	-0,03	0,01	0,20	0,30	-0,02	0,11	0,09	0,09	-0,31	-0,02	0,12
C27	0,11	-0,03	0,29	0,05	0,18	0,15	-0,14	-0,04	0,25	-0,10	0,15	0,01	-0,13	0,01	-0,02	-0,07	-0,07
C28	0,08	-0,18	0,16	0,05	-0,15	0,57	0,11	-0,15	0,04	-0,01	0,05	-0,05	0,09	0,04	-0,23	-0,12	-0,13
C29	-0,01	-0,09	-0,04	0,00	-0,02	-0,25	-0,02	0,04	-0,14	0,10	-0,04	0,08	0,04	0,10	-0,17	0,02	-0,16
C30	-0,23	-0,04	-0,04	0,10	-0,14	-0,15	-0,04	0,00	-0,08	0,16	0,03	0,20	0,11	0,12	-0,19	0,07	-0,04
C31	0,06	0,09	-0,02	0,20	0,04	-0,05	-0,13	-0,01	0,26	0,09	-0,04	0,05	0,15	0,12	-0,11	0,01	-0,27
C32	-0,06	0,02	0,11	0,00	0,04	-0,09	-0,11	0,05	0,13	0,02	-0,09	-0,01	0,08	0,04	-0,09	0,02	-0,18



# Załącznik nr 1

**Tabela 1 Zestawienie badań różaneczników metodami *in vitro*.**

Materiał badawczy	Rodzaj eksplantatu	Rodzaj pożywki	Wykorzystane regulatory wzrostu	Literatura
<i>R. x</i> 'Gibraltar', <i>R. candense</i> , <i>R. yedoense</i> var. <i>Poukhanense</i> , <i>R. schlippenbachii</i> , <i>R. x</i> 'Boule de Neige', <i>R. x</i> 'PJM', <i>R. mucronulatum</i>	Liście, pędy wierzchołkowe	WPM	BA, 2iP	McCown, Lloyd 1982
<i>R.</i> 'Ivory Coast', <i>R.</i> 'Yaku Princess', <i>R.</i> 'Joe Paterno', 'Lodestar', <i>R.</i> 'Molly Fordham', <i>R.</i> 'Cunningham's White', <i>R. catawbiense</i> 'Album',	Liście	Anderson	IAA, 2iP, IBA, NAA, Kinetyna, Zeatyna, BA	Iapichino i in. 1992
<i>R.</i> 'Fuchsia', <i>R.</i> 'Hino Crimson'	Pędy wierzchołkowe	Anderson	2iP, zeatyna, TDZ, IAA, NAA	Hsia, Korban 1997
<i>R. catawbiense</i> 'Irina', <i>R.</i> 'Nova Zembla'	Pąki kwiatowe	Anderson	TDZ, 2iP, IBA	Tomsone, Gertnere 2003
<i>R. catawbiense</i> 'Irina'	Pąki kwiatowe	Anderson	TDZ	Tomsone i in 2004
<i>R. ponticum</i> L. subsp. <i>baeticum</i> , P	Pędy	Makroelementy z pożywki Andersona, mikroelementy i witaminy z pożywki MS	2iP, BA, Kinetyna, Zeatyna, IAA	Almeida i in. 2005
<i>R. catawbiense</i> 'English Roseum', 'Scintillation'	Pąki kwiatowe	Anderson	IAA, 2iP	Sicuranza, Mitkowski 2007
<i>R.</i> 'Azuro', <i>R.</i> 'Bohumil Kavka', <i>R.</i> 'Catharine van Toll', <i>R.</i> 'Grandiflorum', <i>R.</i> 'Mars', <i>R.</i> 'Nova Zembla', <i>R.</i> 'Ortrud', <i>R.</i> 'Ovation', <i>R.</i> 'Prof. Scholz', <i>R.</i> 'Purple Splendour', <i>R.</i> 'Rebe', <i>R.</i> 'Van Werden Poelman'	Pędy wierzchołkowe	MS	2iP, IAA, IBA	Vejsadova 2008
<i>R. maddenii</i>	pędy	Anderson	IAA, IBA	Singh, Gurung 2009
<i>R.</i> 'America', <i>R.</i> 'Azurro', <i>R.</i> 'Bohumil Kavka', <i>R. catawbiense grandiflorum</i> , <i>R.</i> 'Catharine van Toll', <i>R.</i> 'Dr. H.C. Dresselhuys', <i>R.</i> 'Erato', <i>R.</i> 'Eva', <i>R.</i> 'Mars', <i>R.</i> 'Nova Zembla', <i>R.</i> 'Ortrud', <i>R.</i> 'Ovation', <i>R.</i> 'Purple Splendour', <i>R.</i> 'Rebe', <i>R.</i> 'Van Werden Poelman'	Pędy	Anderson	TDZ	Pavingerová 2009
<i>R. simsii</i> 'Fabiola', 'Koningin Marcella', 'Starlight', 'Gerda Keessen'	Pędy, załącznie, załączki, nasiona, merystemy,	Anderson, WPM, MS, pożywka Economou&	2iP, Zeatyna, BAP, IAA, NAA, IBA, 2,4-D, TDZ	Eeckhaut i in. 2010

## Załącznik nr 1

	liście	Read,		
<i>R. 'Fragrantissimum Improved'</i>	Liście	MS	TDZ, NAA	Hebert i in. 2010
<i>R. elliotii, R. johnstoneanum, R. dalhousiae</i> var. <i>rhabdotum</i>	Pędy, korzenie	Anderson	2iP, BA, kinetyna, IBA, NAA	Mao i in. 2011
<i>R. indicum</i>	Pędy wierzchołkowe	½ Anderson	2iP, Zeatyna, TDZ,	Rahimi i in. 2013
<i>R. sichotense, R. catawbiense</i> cv. <i>Grandiflorum</i>	Liście	Anderson	TDZ	Zaytseva i in. 2016
<i>R. luteum</i>	Epikotyl, hipokotyl, liścienie, korzeń, liście	9 modyfikacji pożywek MS, WPM, Anderson	IAA, GB, NAA, BA, 2iP	Kutas i in. 2016
<i>R. griffithianum</i>	Pędy wierzchołkowe	MS, ½ MS, Anderson	2iP, IBA, IAA	Singh i in. 2016

**Tabela 2 Zestawienie przeprowadzonych badań markerami molekularnymi RAPD, AFLP oraz ISSR.**

Rodzaj markerów molekularnych	Materiał badawczy	Cel doświadczenia	Literatura
RAPD	<i>R. 'Anna Baldsiefens', R. arborescens, R. atlanticum, R. pozkhanense, R. arborescens, R. atlanticum, R. formosum</i> var. <i>Inaequale</i> i <i>R. kawakamii</i>	Zróżnicowanie gatunków	Iqbal i in. 1994, 1995
	<i>R. aureum</i>	Zróżnicowanie gatunku	Liu i in. 2012
	'Hybrid No. 1' x <i>R. japonicum</i> f. <i>flavonum</i> 'No. 1', 'Hybrid No. 11' x <i>R. japonicum</i> f. <i>flavonum</i> 'No. 1',	Określenie tożsamości mieszańców	Kobayashi i in. 1996
	<i>R. 'Alfred', R. 'Paars'</i>	Zróżnicowanie mutantów	Atak i in. 2011
AFLP	<i>R. calophytum, R. purdomii, R. concinnum, R. clementinae, R. captatum</i>	Zróżnicowanie gatunków	Zhao i in. 2012
	<i>R. triflorum</i>	Zróżnicowanie i pokrewieństwo gatunków	Xu i in. 2017
	<i>R. catawbiense, R. maximum, R. ponticum</i>	Zróżnicowanie gatunków	Erfmeier i in. 2011
	<i>R. delavayi, R. decorum</i>	Zróżnicowanie gatunków i character mieszańcowy	Zha i in. 2008].
	<i>R. delavayi, R. decorum, R. irroratum</i>	Charakter mieszańcowy	Zhang i in. [2017]
ISSR	<i>R. aureum</i>	Zróżnicowanie gatunku	Liu i in. 2012
	17 kultywarów	Charakter	Xu i in. 2016



## Załącznik nr 1

	<i>Rhododendron</i>	mieszkańcowy	
	<i>R. triflorum</i>	Zróżnicowanie i pokrewieństwo gatunków	Xu i in. 2017

**Tabela 3 Tabela pomiarów polowych**

Lp.		
1	Roślina: wysokość [cm]	Początkowa Końcow
2	Roslina szerokość [cm]	Początkowa Końcowa
3	Długość szypułki kwiatowej [cm]	
4	Kwiat	Średnica [cm] Wysokość [cm]
5	Liczba płatków korony [szt.]	
6	Długość liścia z ogonkiem [cm]	
7	Szerokość liścia z ogonkiem [cm]	

**Tabela 4 Zestawienie cech, pod względem których była charakteryzowana kolekcja różaneczników według metodyki OWT.**

L.p	Cecha	Skala	Odmiany przykładowe	Ocena
1	Roślina: pokrój	bardzo wąsko krzaczasty wąsko krzaczasty krzaczasty szeroko krzaczasty bardzo szeroko krzaczasty	Rosa Regen  Dr.H.C. Dresselhuys Brigitte Böhlee's Sämling	1 3 5 7 9
2	Szczytowy pąk kwiatostanowy: kształt	wąsko eliptyczny eliptyczny szeroko eliptyczny	Kokardia Feuerschein Goldkrone	3 5 7
3	Młody liść: omszenie górnej strony	brak lub bardzo słabe słabe średnie silne bardzo silne	August Lamken Brigitte Sneezy	1 3 5 7 9
4	Młody liść: zabarwienie antocyjanowe górnej strony	brak lub bardzo słabe słabe średnie silne bardzo silne	Berlin Willbrite Annabella	1 3 5 7 9
5	Dojrzały liść: barwa górnej strony	żółtozielona jasnozielona zielona ciemnozielona sinozielona czerwonozielona	Caractus L. Leopold Liebig  Nova Zembla	1 2 3 4 5 6

## Załącznik nr 1

L.p	Cecha	Skala	Odmiany przykładowe	Ocena
6	Dojrzały liść: barwa dolnej strony	białawozielona	King's Ride	1
		jasnozielona	Mrs. William Agnew	2
		zielona	Mrs. William Watson	3
		ciemnozielona		4
		sinozielona	Schlaraffia	5
		jasnobrunatna	Katinka	6
		czerwonawobrunatna	Rosvallon	7
		ciemnobrunatna	Grumpy	8
7	Dojrzały liść: kształt blaszki	lekko jajowaty	August Lamken	1
		silne jajowaty		3
		eliptyczny	Kokardia	5
		lekko odwrotnie jajowaty		7
		silne odwrotnie jajowaty		9
8	Dojrzały liść: kształt przekroju poprzecznego blaszki	silnie wklęsły		1
		silnie wklęsły do wklęsłego		2
		wklęsły		3
		wklęsły do prostego	Kokardia	4
		płaski		5
		prosty do wypukłego	Goldkrone	6
		wypukły		7
		wypukły do bardzo wypukłego	Graf Zeppelin	8
		mocno wypukły		9
9	Dojrzały liść: połysk górnej strony	brak lub bardzo słaby		1
		słaby		3
		średni	Brigitte	5
		silny	Party Glanz	7
		bardzo silny		9
10	Kwiatostan: liczba kwiatów	mała	Rödhätte	3
		średnia	Maruschka	5
		duża	Pierre Moser	7
11	Kwiatostan (tylko odmiany z więcej niż 6 kwiatami w kwiatostanie): kształt	płaski		1
		słabo kopulasty		2
		silnie kopulasty		3
		stożkowaty		4
12	Szypułka: barwa po stronie nasłonecznionej	żółtozielona		1
		jasnozielona		2
		ciemnozielona		3
		czerwonozielona		4
		brunatna		5
		czerwona		6
		purpurowa		7
13	Kielich: występowanie	brak		1
		występuje		9
14	Działki kielicha: długość najdłuższej	krótka		3
		średnia	Tarantella	5
		długa	Game Waterer	7

## Załącznik nr 1

L.p	Cecha	Skala	Odmiany przykładowe	Ocena
15	Kwiat: kształt	szeroko lejkowaty	Germania, Helga	1
		otwarto lejkowaty	Kokardia, Viscy	2
		lejkowaty	Dr.H.C. Dresselhuys	3
		wydęto (wybrzuszony) - lejkowaty	Gartendirektor Glocker	4
		cylicyryczno - lejkowaty		5
		otwary lejkowato - dzwonkowaty		6
		szeroko lejkowato - dzwonkowaty		7
		dzwonkowaty		8
		cylicyryczno - dzwonkowaty	Abendsonne	9
16	Kwiat: zapach	brak lub bardzo słaby	Belle Fontaine	1
		słaby	Duchess of York	3
		średni	Saba	5
		silny	Calfort	7
		bardzo silny	Sir Charles Butler	9
17	Płatek korony: pofalowanie brzegu	brak lub bardzo słabe		1
		słabe	Allotria	3
		średnie	Dr.A. Blok	5
		silne	Lavender Queen	7
		bardzo silne	Passion	9
18	Płatek korony: barwa części brzeżnej górnej strony	Katalog RHSCC (podać numer)		
19	Płatek korony: barwa części środkowej górnej strony	Katalog RHSCC (podać numer)		
20	Płatek korony: barwa części środkowej dolnej strony	Katalog RHSCC (podać numer)		
21	Płatek korony: wyrazistość rysunku w gardzieli	brak lub bardzo słaba	Helen Schiffer	1
		słaba	Tarantella	3
		średnia	Humbolt	5
		silna	Kokardia	7
		bardzo silna	James Nasmyth	9
22	Płatek korony: rodzaj rysunku	punkty nie zlewające się	Anilin, Feuerschein	1
		punkty zlewające się	Belkanto	2
		plamy łączone punktami	Kokardia	3
		tylko jedna plama	Madame Linden	4
23	Płatek korony: barwa rysunku	Katalog RHSCC (podać numer)		
24	Pylniki: barwa	biała	Cunningham's White	1
		żółta	Madame Fr.J. Chauvin	2
		zielona		3
		czzerwona		4
		brunatna	Goldbukett	5
		purpurowa	Mademoiselle Marie van	6
		fioletowa	Houtte	7
		czarna	Madame Linden Taunus	8
25	Słupek: długość w porównaniu z pylnikami	krótszy	Nicoletta	1
		taki sam	Haaga	2
		dłuższy	Game Waterer	3

## Załącznik nr 1

L.p	Cecha	Skala	Odmiany przykładowe	Ocena
26	Słupek: barwa znamienia	biała	Madame Fr.J. Chauvin Gartendirektor Glocker	1
		żółta		2
		zielona		3
		czerwona	Roseum Elegans Belkanto	4
		purpurowa		5
		brunatna		6
27	Termin początku kwitnienia	bardzo wczesny	Cunningham's White	1
		wczesny		3
		średni		5
		późny	Belkanto Erato	7
		bardzo późny		9

**Tabela 5 Skład pożywki Alz.**

Związek	Stężenie [mg/l]
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	797,0
KNO <sub>3</sub>	981,4
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	589,2
CaCl <sub>2</sub> x 2H <sub>2</sub> O	664,0
MgSO <sub>4</sub> x 7H <sub>2</sub> O	813,0
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	18,6
NaMoO <sub>4</sub> x 2H <sub>2</sub> O	0,75
CoCl <sub>2</sub> x 6H <sub>2</sub> O	0,025
MnSO <sub>4</sub> x 4H <sub>2</sub> O	50,7
ZnSO <sub>4</sub> x 7H <sub>2</sub> O	29,4
CuSO <sub>4</sub> x 5H <sub>2</sub> O	0,075
Na <sub>2</sub> EDTA	111,8
FeSO <sub>4</sub> x 7H <sub>2</sub> O	83,6
Tiamina	0,8
Siarczan adeniny	160,0
Mezo-inozytol	200,0
L-cysteine	10,0
Hydrolizat kazeiny	150,0
Sacharoza	18,0 g/l
Agar	8-10 g/l
Węgiel aktywny	2,0 g·dm <sup>-3</sup>

**Tabela 6 Zestawienie układów regulatorów wzrostu na pożywce Al<sub>z</sub> oraz harmonogram zakładania doświadczeń.**

Pożywka	Data założenia doświadczenia [rok 2017]	
	genotyp 59	genotyp 96
1. Kontrola Al <sub>z</sub> + 2 mg/l węgla aktywnego	16.06	20.04
2. Al <sub>z</sub> + 4 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	16.06	20.04
3. Al <sub>z</sub> + 4 mg/l 2iP + 0,2 mg/l IAA + 0,1 mg/l TDZ	16.06	16.06
4. Al <sub>z</sub> + 4 mg/l Zea + 0,1 mg/l IAA	16.06	20.04
5. Al <sub>z</sub> + 8 mg/l 2iP + 1,0 mg/l IAA	4.05	20.04
6. Al <sub>z</sub> + 12 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	4.05	20.04
7. Al <sub>z</sub> + 4 mg/l Zea + 1,0 mg/l IAA	3.07	3.07

# Załącznik nr 1

**Tabela 7 Skład buforu ekstrakcyjnego.**

CTAB	2,0 %
Tris-HCL pH=8,0	100 mM
EDTA pH=8,0	20 mM
NaCl	1,4 M
PVP40000	1,0 %

**Tabela 8 Sekwencje oraz temperatura przyłączania starterów ISSR wykorzystanych w badaniu polimorfizmu DNA.**

Nr startera ISSR	Sekwencja (5' – 3')	Temperatura przyłączania (°C)
808	AGA GAG AGA GAG AGA GC	52,0
811	GAG AGA GAG AGA GAG AC	47,5
814	CTC TCT CTC TCT CTC TA	44,0
815	CTC TCT CTC TCT CTC TG	45 ,0
819	GTG TGT GTG TGT GTG TA	50,2
826	ACA CAC ACA CAC ACA CC	53,0
834	AGA GAG AGA GAG AGA GYT	48,0
836	AGA GAG AGA GAG AGA GYA	49,5
840	GAG AGA GAG AGA GAG AYT	50,2
841	GAG AGA GAG AGA GAG AYC	44,0
842	GAG AGA GAG AGA GAG AYG	48,0
844	CTC TCT CTC TCT CTC TRC	47,0
846	CAC ACA CAC ACA CAC ART	43,0
855	ACA CAC ACA CAC ACA CYT	53,5
866	CTC CTC CTC CTC CTC CTC	41,5
868	GAA GAA GAA GAA GAA GAA	42,0
881	GGG TGG GGT GGG GTG	53,0
884	HBH AGA GAG AGA GAG AG	42,0
885	BHB GAG AGA GAG AGA GA	47,0
887	DVD TCT CTC TCT CTC TC	42,0
889	DBD ACA CAC ACA CAC AC	53,0
890	VHV GTG TGT GTG TGT GT	53,0
891	HVH TGT GTG TGT GTG TG	51,0

## Załącznik nr 1

**Tabela 9 Średnie kwadraty z analizy wariancji dla badanych cech związanych z pokrojem rośliny, szczytowym pąkiem kwiatostanowym, cechami dojrzałego liścia oraz kwiatu.**

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Roślina-pokrój	Szczytowy pąk kwiatostanowy, kształt	Dojrzały liść					Długość			Szerokość liścia		Wysokość rośliny	
				barwa górnej strony	barwa dolnej strony	kształt blaszki	przekrój poprzeczny	połysk górnej strony	kwiatu z szypułką	liścia z ogonkiem	szypułki kwiatowej	końcowa	początkowa	końcowa	początkowa
Obiekt	74	337,30 **	155,50 **	60,78 **	103,20 **	161,90 **	464,40 **	160,30 **	828,70 **	488,60 **	117,79 **	84554,00 **	104940,00 **	51309,00 **	57283,00 **
Błąd	148	138,70	151,30	37,33	74,50	157,30	136,70	114,70	150,90	205,60	31,96	8268,00	26527,00	9857,00	12985,00

\*\*poziom istotności  $\alpha = 0,01$

**Tabela 10 Średnie kwadraty z analizy wariancji dla badanych cech związanych z elementami liścia.**

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Młody liść		Szerokość liścia
		omszenie górnej strony	zabarwienie antocyjanowe górnej strony	
Obiekt	74	360,60	98,68 **	101,79 **
Błąd	147	538,00	32,00	27,42

\*\*poziom istotności  $\alpha = 0,01$

**Tabela 11 Średnie kwadraty z analizy wariancji dla badanych cech związanych z elementami kwiatu.**

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Działki kielicha - długość	Kielich występowanie	Kwiat		Płatek korony-pofalowanie brzegu	Szypułka - zabarwienie po stronie nasłonecznionej
				kształt	zapach		
Obiekt	74	390,7**	85,88	80,47**	52,69**	908,5**	414,1**
Błąd	137	111,3	184,67	90,67	27,33	277,3	238,8

\*\*poziom istotności  $\alpha = 0,01$

## Załącznik nr 1

**Tabela 12 Średnie kwadraty z analizy wariancji dla badanych cech związanych z płatkami korony, elementami słupka i pylników oraz terminem kwitnienia.**

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Płatek korony -rodzaj rysunku	Termin kwitnienia	Stopnie swobody	Płatek korony - wyrazistość rysunku gardzieli	Pylniki- barwa	Słupek	
							barwa znamienia	długość w stosunku do pylnika
Obiekt	74	71,86**	465,70**	74	1055,70**	344,90**	267,00**	42,35**
Błąd	135	27,83	246,00	136	133,30	216,00	97,00	15,33

\*\*poziom istotności  $\alpha = 0,01$

**Tabela 13 Średnie kwadraty z analizy wariancji dla badanych cech związanych z kwiatostanem i kwiatem.**

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Kwiatostan - kształt	Stopnie swobody	Kwiat		Kwiatostan- liczba kwiatów
				średnica	wysokość	
Obiekt	74	41,66**	74	925,10	199,46**	45,95
Błąd	134	34,17	138	1696,00	92,98	66,67

\*\*poziom istotności  $\alpha = 0,01$

## Załącznik nr 1

**Tabela 15 Zestawienie wartości bonitacyjnych dla barwy płatków korony określanych w 2017 roku.**

Numer obiektu	<b>Płatek korony:</b> barwa brzeżnej części górnej strony	<b>Płatek korony:</b> barwa środkowej części górnej strony	<b>Płatek korony:</b> barwa środkowej części dolnej strony	<b>Płatek korony:</b> barwa rysunku	Grupy kolorystyczne
9	155D	155D	155B	151C	white group
15	155D	155D	155D	184B	
19	155D	155D	155B	59A	
21	155D	155D	155D	59A	
28	155D	155D	155B	13C	
44	155D	155D	155D	150A	
53	155D	155D	155C	184B	
101	155D	155D	155C	154A	
18	186D	186D	186D	183B	greyed red group
73	55B	55B	55A	9A	red group
74	56A	56A	56A	26B	
82	57A	64D	64B	59A	red purple group
25	57B	57B	57C	146A	
45	57D	57D	57D	60A	
104	61C	65D	69B	154A	
31	62A	62A	63B	152D	
58	62A	62C	62C	151B	
32	62B	62B	66D	167C	
40	62B	62B	62D	151C	
52	62C	65D	186D	187A	
26	62D	62D	62C	151C	
67	62D	62D	63D	167A	
97	62D	62D	65A	172A	
39	63A	65D	63D	17A	
105	63A	62B	66C	151B	
56	63D	63D	65A	14A/34C	
90/2.05	63D	63D	65A	13B	
64	64C	64D	62A	187A	
79	65A	65A	65C	13C	
3	65C	65C	65B	146A/180A	
4	65C	64C	65B	146A	
16	65C	64C	65C	146A	
17	65C	64C	65C	184B	
10/2A	65C	65C	65B	12A	
55	65D	65D	65B	47B	
35	66A	66A	66A	184B	
70	66A	66C	66C	60A	
89	66A	66A	66B	59A	
65	66C	66C	66C	59A	
72	69A	69A	69B	187B	



## Załącznik nr 1

37	69B	69B	69D	151C	
6	69C	69C	69D	170B	
23	69C	69B	69D	13C	
1	69D	69D	69B	71A	
5	69D	69D	69B	167C	
8	69D	69D	69B	20A	
50	69D	69D	69D	1A	
59	69D	69D	69A	47A	
84	69D	69D	69C	153D	
80	73A	69A	65C	22A	purple group
47	74B	74B	73A	79A	
91	74B	74B	73A	33A	
12	75A	75D	76D	59A	
93	75A	76C	75B	14A	
96	75A	75B	77B	33A	
99	75A	75A	74D	60A	
2	75B	75B	75B	13C	
36	75B	75B	75C	5B	
38	75B	75B	75B	13C	
95	75B	75B	74B	47A	
11	75C	75C	75A	59A	
29	75C	75C	75A	146B	
75	76A	76C	76B	46A	
87	76A	76C	76D	32A	
106	76D	76D	76D	58A	
34	77A	77B	77A	170B	
96A	77A	77D	77C	46A	
60	77C	78D	78C	59B	
42	78C	78C	78B	59A	
43/3A	78C	78C	78B	46A	
107	80D	80D	80C	164B	purple violet group
100	81B	81C	81A	59A	
57	84A	84A	84D	151C	
81	84B	85D	84C	12A	

## Załącznik nr 1

**Tabela 17 Wartości własne – korelacje oraz pokrewne statystyki.**

Nr wartości	Wartość własna	% ogółu wariacji	Skumulowana wartość własna	Skumulowana %
1	4,83	14,65	4,83	14,65
2	2,55	7,72	7,38	22,37
3	2,41	7,31	9,79	29,67
4	2,18	6,61	11,97	36,28
5	2,00	6,08	13,98	42,36
6	1,89	5,72	15,86	48,07
7	1,75	5,30	17,61	53,37
8	1,41	4,26	19,02	57,64
9	1,29	3,90	20,31	61,54
10	1,23	3,71	21,53	65,25
11	1,17	3,55	22,70	68,80
12	1,03	3,13	23,74	71,93

## Załącznik nr 1

Tabela 18 Wektory własne macierzy korelacje.

Zmienna	Czynn. 1	Czynn. 2	Czynn. 3	Czynn. 4	Czynn. 5	Czynn. 6	Czynn. 7	Czynn. 8	Czynn. 9	Czyn.10	Czyn.11	Czyn.12
Roślina: pokrój	-0,09	0,15	0,04	0,43	0,31	-0,13	-0,39	0,11	-0,21	0,05	-0,48	0,36
Szczytowy pąk kwiatostanowy: kształt	-0,02	-0,02	-0,17	0,32	-0,23	-0,20	-0,26	-0,44	-0,35	0,08	0,06	-0,30
Młody liść: omszenie górnej strony	0,35	0,32	0,11	-0,23	-0,09	-0,11	-0,53	-0,13	-0,10	-0,01	-0,15	0,00
Młody liść: zabarwienie antocyjanowe górnej strony	-0,22	-0,03	-0,05	-0,39	0,01	0,01	0,06	0,05	-0,56	0,18	0,35	0,36
Dojrzały liść: barwa górnej strony	-0,05	0,20	-0,12	0,11	0,13	-0,48	0,10	0,06	-0,02	0,41	-0,06	-0,10
Dojrzały liść: barwa dolnej strony	0,33	0,42	-0,09	-0,19	0,49	0,21	-0,36	0,05	0,20	-0,06	0,22	0,01
Dojrzały liść: kształt blaszki	0,05	-0,33	0,35	-0,16	0,22	0,06	-0,24	0,16	-0,29	-0,15	0,03	-0,10
Dojrzały liść: kształt przekroju poprzecznego blaszki	0,02	-0,25	0,01	0,14	-0,43	-0,20	-0,40	-0,11	0,36	-0,12	0,14	0,18
Dojrzały liść: połysk górnej strony	-0,27	0,36	-0,31	-0,17	0,16	-0,38	0,01	-0,31	0,03	-0,14	-0,04	0,03
Kwiatostan: liczba kwiatów	-0,29	0,01	-0,37	0,39	-0,16	0,33	-0,06	-0,09	0,20	0,11	0,03	0,39
Kwiatostan: kształt	0,06	0,19	-0,32	-0,57	0,13	0,05	0,27	0,09	-0,16	0,18	-0,01	0,18
Szypułka: zabarwienie po stronie nasłonecznionej	-0,07	-0,18	0,25	-0,54	-0,25	-0,26	-0,11	0,10	-0,13	-0,07	-0,15	-0,11
Kielich: występowanie	-0,21	0,02	0,12	0,17	0,04	0,33	0,25	-0,33	-0,35	-0,12	-0,10	0,25
Działki kielicha: długość	-0,30	-0,01	0,40	0,44	0,19	0,10	0,18	0,21	-0,20	0,07	0,07	-0,22
Kwiat: kształt	0,45	0,18	-0,34	0,33	-0,12	-0,23	-0,13	0,41	-0,16	-0,23	0,17	-0,05
Kwiat: zapach	0,22	0,22	-0,34	0,05	-0,34	-0,09	-0,07	0,51	-0,15	-0,32	0,23	0,14
Płatek korony: pofalowanie brzegu	-0,02	-0,60	-0,05	-0,02	-0,03	-0,09	-0,27	0,28	-0,01	0,25	0,09	0,20
Płatek korony: wyrazistość rysunku gardzieli	-0,43	-0,02	0,59	-0,03	0,07	-0,38	-0,04	0,11	0,17	-0,13	0,08	0,16
Płatek korony: rodzaj rysunku	-0,33	-0,03	0,59	0,13	0,23	-0,35	0,04	0,12	-0,04	-0,01	0,17	0,07
Pylniki: barwa	0,35	-0,09	0,00	-0,31	-0,03	0,00	0,22	-0,02	-0,04	-0,61	-0,39	0,03
Słupek: w stosunku do pylnika	-0,29	0,33	-0,41	0,11	0,14	-0,08	0,19	0,22	-0,06	0,02	0,05	-0,26
Słupek: barwa znamienia	0,42	-0,27	-0,05	-0,34	-0,25	-0,09	-0,19	-0,22	-0,07	0,30	0,06	0,02
Termin kwitnienia	0,02	-0,03	0,00	0,14	0,05	0,33	-0,47	-0,14	-0,31	-0,12	0,11	-0,26
Wysokość rośliny [cm]początkowa	-0,80	-0,29	-0,23	-0,16	0,12	-0,08	-0,01	-0,07	0,15	-0,14	0,17	-0,11

## Załącznik nr 1

Wysokość rośliny [cm]końcowa	-0,79	-0,28	-0,27	-0,18	0,14	-0,06	-0,05	-0,05	0,10	-0,17	0,17	-0,12
Szerokość rośliny [cm]początkowa	-0,85	-0,09	-0,26	-0,01	0,03	0,01	-0,20	0,09	-0,09	-0,07	-0,24	0,03
Szerokość rośliny [cm] końcowa	-0,83	-0,11	-0,28	-0,05	-0,04	0,05	-0,24	0,09	-0,09	-0,05	-0,21	0,00
Długość szypułki kwiatowej [cm]	-0,22	0,51	0,00	-0,25	0,03	-0,25	-0,22	0,11	0,10	0,22	-0,23	-0,09
Kwiat [cm] średnica	-0,11	0,35	0,23	-0,22	0,41	0,47	-0,33	0,01	0,18	-0,01	0,18	0,05
Kwiat [cm] wysokość	-0,31	0,27	0,28	-0,03	-0,51	0,32	0,06	0,25	0,09	0,15	-0,25	-0,05
Długość: kwiat z szypułką [cm]	-0,44	0,15	0,14	-0,20	-0,48	0,42	-0,08	0,23	0,00	0,13	0,00	-0,19
Długość: liściem z ogonkiem [cm]	-0,47	0,55	0,17	0,00	-0,24	-0,13	0,02	-0,18	-0,14	-0,14	0,19	0,11
Szerokość liścia [cm]	-0,23	0,49	0,31	0,06	-0,39	-0,09	0,04	-0,21	-0,01	-0,09	0,21	0,11

# Załącznik nr 1

**Tabele 19 Analiza składowych głównych.**

	PC 1 (52%)	PC 2 (33,3%)	PC 3 (14,6%)
Roślina: pokrój	5,24	5,48	4,69
Szczytowy pąk kwiatostanowy: kształt	4,79	4,70	4,48
Młody liść: omszenie górnej strony	1,80	3,21	2,44
Młody liść: zabarwienie antocyjanowe górnej strony	1,53	1,00	1,19
Dojrzały liść: barwa górnej strony	3,16	3,58	3,03
Dojrzały liść: barwa dolnej strony	2,35	3,14	2,44
Dojrzały liść: kształt blaszki	5,37	4,70	5,72
Dojrzały liść: kształt przekroju poprzecznego blaszki	4,89	4,82	5,74
Dojrzały liść: połysk górnej strony	1,88	2,39	1,38
Kwiatostan: liczba kwiatów	7,05	7,00	6,86
Kwiatostan: kształt	2,40	2,47	2,37
Szypułka: zabarwienie po stronie nasłonecznionej	4,29	3,76	4,79
Kielich: występowanie	9,00	8,76	8,75
Działki kielicha: długość	4,44	3,36	3,67
Kwiat: kształt	1,58	2,41	1,73
Kwiat: zapach	1,16	1,70	1,10
Płatek korony: pofalowanie brzegu	4,24	2,88	4,63
Płatek korony: wyrazistość rysunku gardzieli	5,40	3,12	4,73
Płatek korony: rodzaj rysunku	1,72	1,26	1,54
Pylniki: barwa	1,27	1,62	2,11
Słupek: w stosunku do pylnika	2,95	2,91	2,56
Słupek: barwa znamienia	4,07	4,68	5,25
Termin kwitnienia	5,01	4,79	4,80
Wysokość rośliny [cm]początkowa	91,47	62,81	72,39
Wysokość rośliny [cm]końcowa	92,99	65,30	74,62
Szerokość rośliny [cm]początkowa	108,92	69,42	75,21
Szerokość rośliny [cm] końcowa	106,61	71,35	77,53
Długość szypułki kwiatowej [cm]	3,68	3,67	3,35
Kwiat [cm] średnica	7,13	7,46	6,45
Kwiat [cm] wysokość	5,61	5,01	5,22
Długość: kwiat z szypułką [cm]	10,38	8,30	9,15
Długość: liściem z ogonkiem [cm]	13,47	13,14	12,27
Szerokość liścia [cm]	4,57	4,92	4,43
średnia	16,07	11,97	12,93
wartość minimalna	1,16	1,00	1,10
wartość maksymalna	108,92	71,35	77,53
SD	31,88	21,01	23,52
V	50,41	56,98	54,96

## Załącznik nr 1

**Tabela 20 Zestawienie wyników z wegetatywnego rozmnażania *in vivo*.**

Nr obiektu	Liczba pobranych pędów, 2014 rok [szt.]	Liczba ukorzenionych pędów, 2015 rok		Ilość ukorzenionych pędów, 2016 rok	
		[szt.]	[%]	[szt.]	[%]
90/2.05	17	1	5,9	0	0
10/2A	13	9	69,2	2	15,4
6	13	4	30,8	4	30,8
8	9	1	11,1	0	0
9	7	1	14,3	0	0
12	149	2	1,3	0	0
13	12	0	0,0	0	0
43/3A	9	0	0,0	0	0
15	11	4	36,4	2	18,2
16	8	2	25,0	2	25,0
18	12	3	25,0	2	16,7
18	12	1	8,3	0	0
19	9	1	11,1	0	0
21	18	8	44,4	5	27,8
29	9	1	11,1	1	11,1
39	21	10	47,6	5	23,8
42	15	7	46,6	4	26,7
47	30	22	73,3	15	50,0
49/1A	16	11	68,7	8	50,0
52	13	2	15,4	1	7,0
55	8	0	0,0	0	0
56	21	7	33,3	4	19,0
59	9	9	100,0	9	100,0
60	9	2	22,2	1	11,1
67	11	0	0,0	0	0
72	10	2	20,0	1	10,0
73	7	3	42,8	2	28,6
75	5	0	0,0	0	0
84	15	3	20,0	1	6,7
85	15	3	20,0	0	0
86	10	2	20,0	0	0
89	17	3	17,6	0	0
91	12	6	50,0	2	16,7
95	17	8	47,1	5	29,4
96	28	23	82,1	21	75,0
100	6	0	0,0	0	0
107	20	13	65,0	8	40,0
średnia	16,8	4,7	29,4	2,8	17,3

**Tabela 21 Średnie kwadraty z dwuczynnikowej analizy wariancji dla badanych cech.**

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Wysokość rośliny	Ilość liści na pędzie głównym
Materiał wyjściowy	1	0,03	193,66 **
Pożywka	6	1,83 **	5,23
Materiał wyjściowy * pożywka	6	0,75 **	9,10
Błąd	28	0,76	18,31

\*\*poziom istotności  $\alpha = 0,01$

## Załącznik nr 1

**Tabela 22 Średnie wartości analizowanych cech eksplantatów pędowych i wierzchołkowych mieszańca 59 rosnącego na pożywce Al<sub>z</sub> z dodatkiem różnych dawek regulatorów.**

Pożywka	Średnia wysokość roślin [cm]	Średnia ilość liści na pędzie głównym [cm]
Kontrola Al <sub>z</sub> + 2 mg/l węgla aktywnego	1,12 a	5,32 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	1,48 bc	5,74 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l 2iP + 0,2 mg/l IAA + 0,1 mg/l TDZ	1,08 a	5,30 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l Zea + 0,1 mg/l IAA	1,09 a	5,55 a
Al <sub>z</sub> + 8 mg/l 2iP + 1,0 mg/l IAA	1,63 c	5,61 a
Al <sub>z</sub> + 12 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	1,50 bc	6,23 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l Zea + 1,0 mg/l IAA	1,26 ab	5,04 a
średnia	1,31	5,54

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

**Tabela 23 Średnie wartości analizowanych cech eksplantatów pędowych i wierzchołkowych mieszańca 59 rosnących na pożywce Al<sub>z</sub> z dodatkiem różnych dawek regulatorów.**

Pożywka Al <sub>z</sub> z dodatkiem	Rodzaj eksplantatu	Średnia wysokość rośliny [cm]	Średnia ilość liści na pędzie głównym [cm]
2 mg/l węgla aktywnego	Nodalny	1,08 a	3,35 a
	Wierzchołek	1,14 ab	7,30 b
4 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	Nodalny	1,81 d	4,18 a
	Wierzchołek	1,14 ab	7,30 b
4 mg/l 2iP + 0,2 mg/l IAA + 0,1 mg/l TDZ	Nodalny	1,03 a	2,99 a
	Wierzchołek	1,15 ab	7,61 b
4 mg/l Zea + 0,1 mg/l IAA	Nodalny	1,05 a	3,51 a
	Wierzchołek	1,14 ab	7,58 b
8 mg/l 2iP + 1,0 mg/l IAA	Nodalny	1,62 bcd	3,63 a
	Wierzchołek	1,64 cd	7,58 b
12 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	Nodalny	1,41 abcd	3,10 a
	Wierzchołek	1,58 bcd	9,40 b
4 mg/l Zea + 1,0 mg/l IAA	Nodalny	1,32 abc	3,04 a
	Wierzchołek	1,20 abc	7,04 b
średnia			

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

**Tabela 24 Średnie kwadraty z jednoczynnikowej analizy wariancji dla badanych cech.**

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Długość pędów kątowych	Ilość pędów kątowych
Pożywka	6	0,62 **	0,97
Błąd	14	0,46	1,63

\*\*poziom istotności  $\alpha = 0,01$

## Załącznik nr 1

**Tabela 25 Średnie wartości analizowanych cech eksplantatów pędowych mieszańca 59 rosnących na pożywce Al<sub>z</sub> z dodatkiem różnych dawek regulatorów.**

Pożywka	Średnia ilość pędów kątowych [szt.]	Średnia długość pędów kątowych [cm]
Kontrola Al <sub>z</sub> + 2 mg/l węgla aktywnego	1,96 a	0,62 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	1,65 a	0,69 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l 2iP + 0,2 mg/l IAA + 0,1 mg/l TDZ	1,24 a	0,40 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l Zea + 0,1 mg/l IAA	1,44 a	0,35 a
Al <sub>z</sub> + 8 mg/l 2iP + 1,0 mg/l IAA	1,48 a	0,78 a
Al <sub>z</sub> + 12 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	1,60 a	0,55 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l Zea + 1,0 mg/l IAA	1,75 a	0,28 a
średnia	1,59	0,52

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

**Tabela 26 Średnie kwadraty z jednoczynnikowej analizy wariancji dla badanych cech.**

Zródło zmienności	Stopnie swobody	Długość pędów kątowych [cm]	Ilość pędów kątowych [szt.]
Pożywka	6	1,98 **	1,26
Błąd	14	1,42	1,33

\*\*poziom istotności  $\alpha = 0,01$

**Tabela 27 Średnie wartości analizowanych cech eksplantatów pędowych mieszańca 96 rosnącego na pożywce Al<sub>z</sub> z dodatkiem różnych dawek regulatorów.**

Pożywka	Średnia ilość pędów kątowych [szt.]	Średnia długość pędów kątowych [cm]
Kontrola Al <sub>z</sub> + 2 mg/l węgla aktywnego	1,32 a	0,39 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	1,34 a	1,02 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l 2iP + 0,2 mg/l IAA + 0,1 mg/l TDZ	1,48 a	0,40 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l Zea + 0,1 mg/l IAA	1,00 a	0,20 a
Al <sub>z</sub> + 8 mg/l 2iP + 1,0 mg/l IAA	1,71 a	0,79 a
Al <sub>z</sub> + 12 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	1,78 a	1,03 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l Zea + 1,0 mg/l IAA	1,46 a	0,48 a
średnia	1,45	0,62

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

**Tabela 28 Średnie kwadraty z dwuczynnikowej analizy wariancji dla badanych cech.**

Zródło zmienności	Stopnie swobody	Wysokość rośliny	Ilość liści na pędzie głównym
Materiał wyjściowy	1	0,42	187,46 **
Pożywka	6	9,31 **	13,88 **
Materiał wyjściowy * pożywka	6	1,33	21,97 **
Błąd	28	3,47	23,08

\*\*poziom istotności  $\alpha = 0,01$



## Załącznik nr 1

**Tabela 29 Średnie wartości analizowanych cech eksplantatów pędowych i wierzchołkowych mieszańca 96 rosnącego na pożywce Al<sub>z</sub> z dodatkiem różnych dawek regulatorów.**

Pożywka	Średnia wysokość roślin [cm]	Średnia ilość liści na pędzie głównym [cm]
Kontrola Al <sub>z</sub> + 2 mg/l węgla aktywnego	1,27 a	4,83 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	2,08 b	5,54 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l 2iP + 0,2 mg/l IAA + 0,1 mg/l TDZ	1,30 a	5,48 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l Zea + 0,1 mg/l IAA	1,39 a	4,78 a
Al <sub>z</sub> + 8 mg/l 2iP + 1,0 mg/l IAA	2,17 b	6,11 a
Al <sub>z</sub> + 12 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	2,38 b	6,15 a
Al <sub>z</sub> + 4 mg/l Zea + 1,0 mg/l IAA	1,17 a	4,68 a
średnia	1,67	5,37

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

**Tabela 30 Średnie wartości analizowanych cech eksplantatów pędowych i wierzchołkowych mieszańca 96 rosnących na pożywce Al<sub>z</sub> z dodatkiem różnych dawek regulatorów.**

Pożywka Al <sub>z</sub> z dodatkiem	Rodzaj eksplantatu	Średnia wysokość rośliny [cm]	Średnia ilość liści na pędzie głównym [szt.]
2 mg/l węgla aktywnego	Nodalny	1,18 a	3,04 a
	Wierzchołek	1,36 ab	6,61 cd
4 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	Nodalny	1,87 abcd	2,61 a
	Wierzchołek	2,29 bcd	8,48 d
4 mg/l 2iP + 0,2 mg/l IAA + 0,1 mg/l TDZ	Nodalny	1,38 ab	2,48 a
	Wierzchołek	1,21 a	8,47 d
4 mg/l Zea + 0,1 mg/l IAA	Nodalny	1,50 abc	2,75 a
	Wierzchołek	1,28 ab	6,82 cd
8 mg/l 2iP + 1,0 mg/l IAA	Nodalny	1,71 abcd	3,46 ab
	Wierzchołek	2,62 d	8,77 d
12 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	Nodalny	2,30 bcd	5,18 abc
	Wierzchołek	2,46 cd	7,10 cd
4 mg/l Zea + 1,0 mg/l IAA	Nodalny	1,12 a	3,25 a
	Wierzchołek	1,23 a	6,11 bcd
średnia		1,68	5,37

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

**Tabela 31 Średnie kwadraty z dwuczynnikowej analizy wariancji dla badanych cech.**

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Wysokość rośliny	Ilość liści na pędzie głównym
Genotyp	1	0,64 **	0,20
Pożywka	6	3,67 **	6,72
Genotyp * żywka	6	1,13	11,84 **
Błąd	28	3,03	18,98

\*\*poziom istotności  $\alpha = 0,01$

## Załącznik nr 1

**Tabela 32 Średnie wartości analizowanych cech dla genotypów 59 i 96.**

Genotyp	Średnia wysokość roślin [cm]	Średnia liczba liści na pędzie głównym [szt.]	Średnia liczba pędów kątowych [szt.]	Średnia długość pędów kątowych [cm]
59	1,33 a	3,26 a	1,44 a	0,52 a
96	1,58 b	3,39 a	1,59 a	0,62 a
średnia	1,46	3,32	1,52	0,57

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

**Tabela 33 Zestawienie średnich wartości cech dla eksplantatów uprawianych na różnych układach pożywki Al<sub>z</sub>**

Pożywka Al <sub>z</sub> z dodatkiem	Średnia wysokość roślin [cm]	Średnia ilość liści na pędzie głównym [cm]	Średnia liczba pędów kątowych [szt.]	Średnia długość pędów kątowych [cm]
2 mg/l węgla aktywnego	1,13 a	3,20 a	1,64 a	0,50 ab
4 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	1,84 b	3,40 a	1,50 a	0,86 b
4 mg/l 2iP + 0,2 mg/l IAA + 0,1 mg/l TDZ	1,20 a	2,74 a	1,36 a	0,40 ab
4 mg/l Zea + 0,1 mg/l IAA	1,28 ab	3,13 a	1,22 a	0,27 a
8 mg/l 2iP + 1,0 mg/l IAA	1,67 ab	3,54 a	1,47 a	0,79 b
12 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	1,86 b	4,12 a	1,69 a	0,79 b
4 mg/l Zea + 1,0 mg/l IAA	1,22 a	3,14 a	1,74 a	0,38 ab
średnia	1,46	3,32	1,52	0,57

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

**Tabela 34 Zestawienie średnich wartości cech dla poszczególnych genotypów na różnych wariantach pożywki.**

Pożywka Al <sub>z</sub> z dodatkiem	Genotyp	Średnia wysokość rośliny [cm]	Średnia ilość liści na pędzie głównym [cm]	Średnia liczba pędów kątowych [szt.]	Średnia długość pędów kątowych [cm]
2 mg/l węgla aktywnego	59	1,09 a	3,35 ab	1,96 a	0,62 ab
	96	1,18 a	3,04 ab	1,31 a	0,39 ab
4 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	59	1,81 ab	4,18 ab	1,65 a	0,69 ab
	96	1,87 ab	2,61 a	1,34 a	1,02 b
4 mg/l 2iP + 0,2 mg/l IAA + 0,1 mg/l TDZ	59	1,02 a	2,99 ab	1,24 a	0,40 ab
	96	1,38 ab	2,48 a	1,48 a	0,40 ab
4 mg/l Zea + 0,1 mg/l IAA	59	1,05 a	3,51 ab	1,44 a	0,35 ab
	96	1,50 ab	2,75 ab	1,00 a	0,20 a
8 mg/l 2iP + 1,0 mg/l IAA	59	1,62 ab	3,63 ab	1,48 a	0,78 ab
	96	1,71 ab	3,46 ab	1,46 a	0,79 ab
12 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	59	1,41 ab	3,06 ab	1,60 a	0,55 ab
	96	2,30 b	5,19 b	1,78 a	1,03 b
4 mg/l Zea + 1,0 mg/l IAA	59	1,32 a	3,04 ab	1,75 a	0,28 ab
	96	1,12 a	3,25 ab	1,73 a	0,48 ab
średnia		1,46	3,32	1,52	0,57

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

## Załącznik nr 1

**Tabela 35 Średnie kwadraty z analizy trójczynnikowej wariancji dla badanych cech.**

Źródło zmienności	Stopnie swobody	Wysokość rośliny	Ilość liści na pędzie głównym
Genotyp	1	2,90 **	0,64
Materiał wyjściowy	1	0,12	381,09 **
Pożywka	6	9,24 **	15,88 **
Genotyp * materiał wyjściowy	1	0,32 **	0,03
Genotyp * żywka	6	1,90 **	3,23
Materiał wyjściowy * żywka	6	0,73	6,839
Materiał wyjściowy * żywka * genotyp	6	1,35 **	24,23 **
Błąd	56	4,23	41,39

\*\*poziom istotności  $\alpha = 0,01$

**Tabela 36 Zestawienie średnich wartości cech dla eksplantatów uprawianych na różnych układach żywki Al<sub>z</sub>.**

Pożywka Al <sub>z</sub> z dodatkiem	Wysokość roślin [cm]	Ilość liści na pędzie głównym [szt.]
2 mg/l węgla aktywnego	1,19 a	5,07 a
4 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	1,78 b	5,61 ab
4 mg/l 2iP + 0,2 mg/l IAA + 0,1 mg/l TDZ	1,19 a	5,39 ab
4 mg/l Zea + 0,1 mg/l IAA	1,24 a	5,17 ab
8 mg/l 2iP + 1,0 mg/l IAA	1,90 b	5,86 ab
12 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	1,94 b	6,18 b
4 mg/l Zea + 1,0 mg/l IAA	1,21 a	4,86 a
średnia	1,49	1,46

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

**Tabela 37 Średnie wartości analizowanych cech dwóch genotypów 59 i 96.**

Genotyp	Wysokość roślin [cm]	Ilość liści na pędzie głównym [szt.]
59	1,31 a	5,54 a
96	1,67 b	5,38 a
Średnia		

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

**Tabela 38 Średnie wartości analizowanych cech w zależności od źródła eksplantatu.**

Materiał wyjściowy-eksplantaty:	Wysokość roślin [cm]	Ilość liści na pędzie głównym [szt.]
wierzchołkowe	1,53	7,58 b
nodalne	1,46	3,32 a
Średnia		

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

## Załącznik nr 1

**Tabela 39 Średnie wartości analizowanych cech dla dwóch genotypów w zależności od źródła eksplantatu.**

Materiał wyjściowy - eksplantat	Genotyp	Wysokość roślin [cm]	Ilość liści na pędzie głównym [szt.]
wierzchołkowe	59	1,28 a	7,69
	96	1,58 b	7,48
nodalne	59	1,33 a	3,39
	96	1,77 b	3,26

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

**Tabela 40 Zestawienie średnich wartości cech dla dwóch genotypów uprawianych na różnych układach pożywki Al<sub>z</sub>.**

Pożywka	Genotyp	Wysokość roślin [cm]	Ilość liści na pędzie głównym [szt.]
2 mg/l węgla aktywnego	59	1,12 a	5,32 a
	96	1,27	4,83 a
4 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	59	1,48 a	5,74 a
	96	2,07 bc	5,54 a
4 mg/l 2iP + 0,2 mg/l IAA + 0,1 mg/l TDZ	59	1,08 a	5,30 a
	96	1,29 a	5,48 a
4 mg/l Zea + 0,1 mg/l IAA	59	1,09 a	5,55 a
	96	1,39 a	4,79 a
8 mg/l 2iP + 1,0 mg/l IAA	59	1,63 ab	5,61 a
	96	2,17 bc	6,11 a
12 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	59	1,49 a	6,23 a
	96	2,38 c	6,15 a
4 mg/l Zea + 1,0 mg/l IAA	59	1,26 a	5,04 a
	96	1,17 a	4,68 a
średnia		1,49	5,45

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

**Tabela 41 Zestawienie średnich wartości cech dla eksplantatów uprawianych na różnych układach pożywki Al<sub>z</sub> w zależności od źródła eksplantau.**

Pożywka	Materiał wyjściowy – eksplantaty:	Wysokość roślin [cm]	Ilość liści na pędzie głównym [szt.]
2 mg/l węgla aktywnego	wierzchołkowe	1,13 a	6,95 b
	nodalne	1,25 ab	3,19 a
4 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	wierzchołkowe	1,71 bc	7,89 b
	nodalne	1,84 c	3,39 a
4 mg/l 2iP + 0,2 mg/l IAA + 0,1 mg/l TDZ	wierzchołkowe	1,18 ab	8,04 b
	nodalne	1,20 ab	2,74 a
4 mg/l Zea + 0,1 mg/l IAA	wierzchołkowe	1,21 ab	7,21 b
	nodalne	1,28 ab	3,13 a
8 mg/l 2iP + 1,0 mg/l IAA	wierzchołkowe	2,14 c	8,18 b
	nodalne	1,67 abc	3,54 a
12 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	wierzchołkowe	2,02 c	8,25 b
	nodalne	1,86 c	4,12 a
4 mg/l Zea + 1,0 mg/l IAA	wierzchołkowe	1,21 ab	6,57 a
	nodalne	1,22 ab	3,14 a
średnia		1,49	5,54

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

## Załącznik nr 1

**Tabela 42 Zestawienie średnich wartości cech dla analizy trójczynnikowej dla dwóch genotypów uprawianych na różnych układach pożywki Al<sub>2</sub> w zależności od źródła eksplantau.**

Pożywka	Materiał wyjściowy – eksplantaty:	Genotyp	Wysokość roślin [cm]	Ilość liści na pędzie głównym [cm]
2 mg/l węgla aktywnego	wierzchołkowe	59	1,14 a	7,29 def
		96	1,36 a	6,61 cde
	nodalne	59	1,08 a	3,35 a
		96	1,18 a	3,04 a
4 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	wierzchołkowe	59	1,14 a	7,30 def
		96	2,29 bc	8,48 ef
	nodalne	59	1,18 abc	4,18 abc
		96	1,86 abc	2,61 a
4 mg/l 2iP + 0,2 mg/l IAA + 0,1 mg/l TDZ	wierzchołkowe	59	1,15 a	7,62 def
		96	1,21 a	8,47 ef
	nodalne	59	1,02 a	2,99 a
		96	1,38 a	2,48 a
4 mg/l Zea + 0,1 mg/l IAA	wierzchołkowe	59	1,14 a	7,58 def
		96	1,05 a	6,82 cdef
	nodalne	59	1,28 a	3,51 a
		96	1,50 ab	2,75 a
8 mg/l 2iP + 1,0 mg/l IAA	wierzchołkowe	59	1,64 abc	7,59 def
		96	2,62 d	8,77 ef
	nodalne	59	1,62 abc	3,63 ab
		96	1,71 abc	3,46 ab
12 mg/l 2iP + 0,5 mg/l IAA	wierzchołkowe	59	1,58 ab	9,40 f
		96	2,46 c	7,10 ef
	nodalne	59	1,41 a	3,06 a
		96	2,30 bc	5,19 abcd
4 mg/l Zea + 1,0 mg/l IAA	wierzchołkowe	59	1,20 a	7,04 def
		96	1,23 a	6,11 bcde
	nodalne	59	1,32 a	3,04 a
		96	1,12 a	3,25 a
średnia			1,49	5,45

a,b,c... grupy jednorodne na podstawie testu Tukeya, błąd P = 0,95,  $\alpha = 0,05$

## Załącznik nr 1

**Tabela 43 Liczba produktów polimorficznych i monomorficznych uzyskanych dla starterów ISSR.**

Numer UBC	Liczba produktów	Liczba produktów polimorficznych	Liczba produktów monomorficznych	Ilość produktów polimorficznych [%]
808	12	10	2	83,33
811	12	12	0	100
814	12	11	1	91,67
815	4	4	0	100
819	17	15	2	88,24
826	9	9	0	100
834	13	12	1	92,31
836	8	8	0	100
840	7	7	0	100
841	5	4	1	80
842	5	5	0	100
844	5	5	0	100
846	13	10	3	76,92
855	14	14	0	100
866	6	6	0	100
868	18	18	0	100
881	11	11	0	100
884	8	7	1	87,5
885	7	7	0	100
887	5	5	0	100
889	13	12	1	92,31
890	17	16	1	94,12
891	16	14	2	87,5

**Tabela 44 Zestawienie obiektów w klastrach uzyskanych dzięki analizie danych metodą UPGMA.**

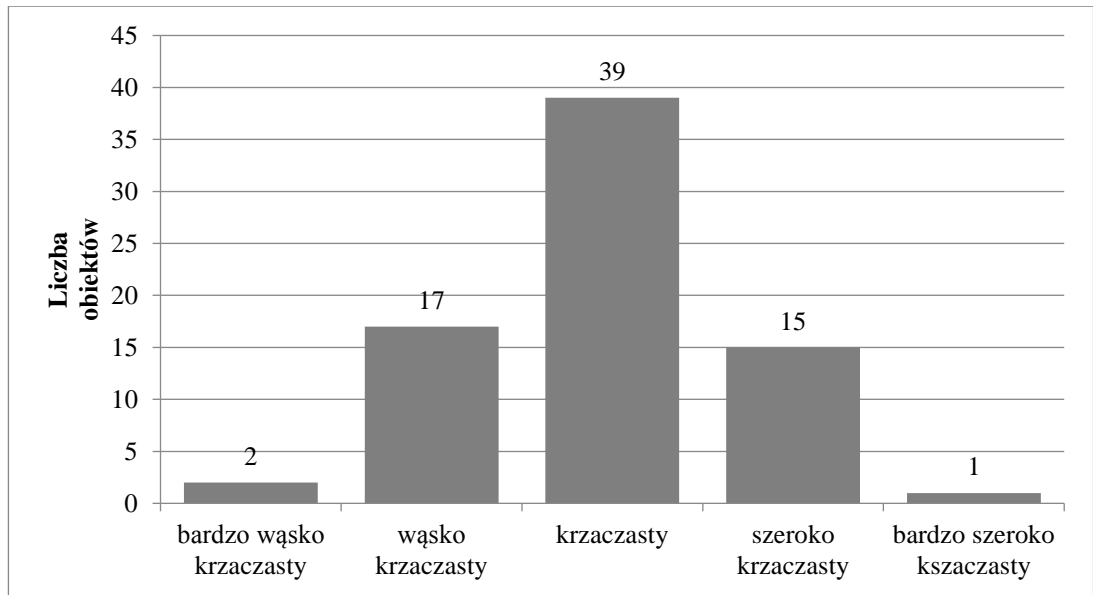
Klaster	Ilość obiektów w klastrze	Nr obiektu
1	42	37, 38, 39, 40, 44, 45, 47, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 64, 65, 70, 72, 73, 74, 75, 79, 80, 81, 82, 84, 87, 89, 91, 93, 95, 96, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 10/2A, 43/3A
2	24	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 25, 26, 28, 29, 31, 34, 35, 36
3	4	15, 42, 59, 67
4	2	90/2.05, 96A
5	1	32
6	1	97
7	1	46

## Załącznik nr 1

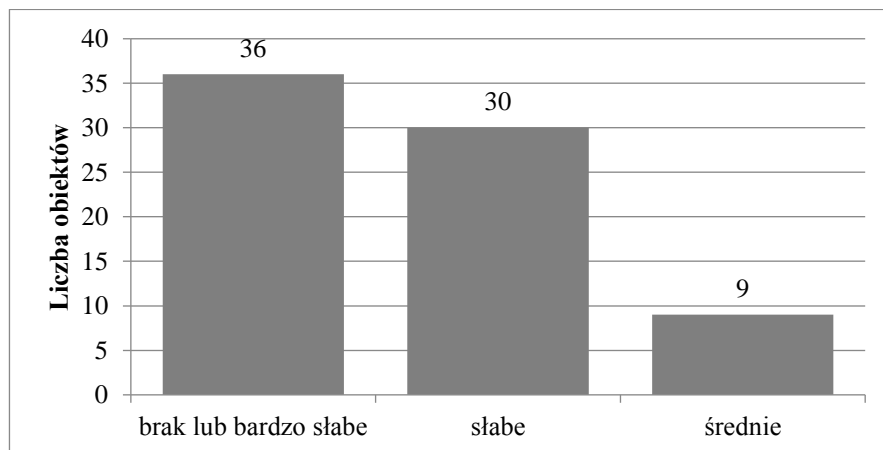
**Tabela 46 Zestawienie prac naukowych, w których wykorzystano startery UBC841 i UBC842.**

Grupa badawcza		Nr startera	
		UBC841	UBC842
Liu i in. 2012	Liczba produktów	15	15
	Liczba produktów polimorficznych	13	14
Xu i in. 2017	Liczba produktów	13	15
	Liczba produktów polimorficznych	12	15
Xu i in 2016	Liczba produktów	17	14
	Liczba produktów polimorficznych	16	14

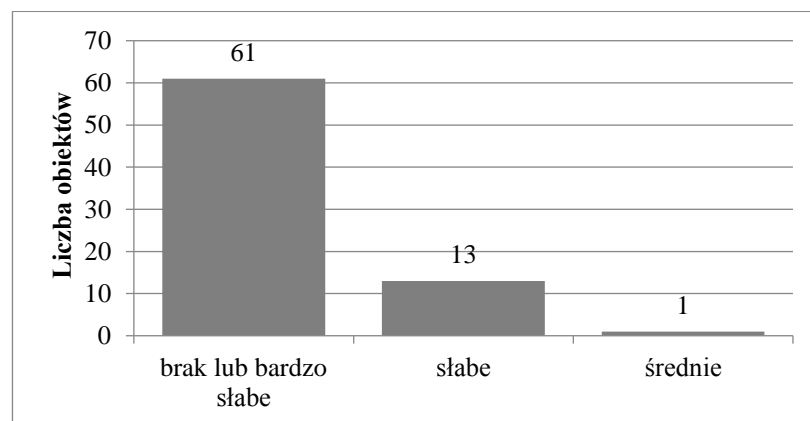
## Załącznik nr 2



Wykres 1 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem pokroju krzewów



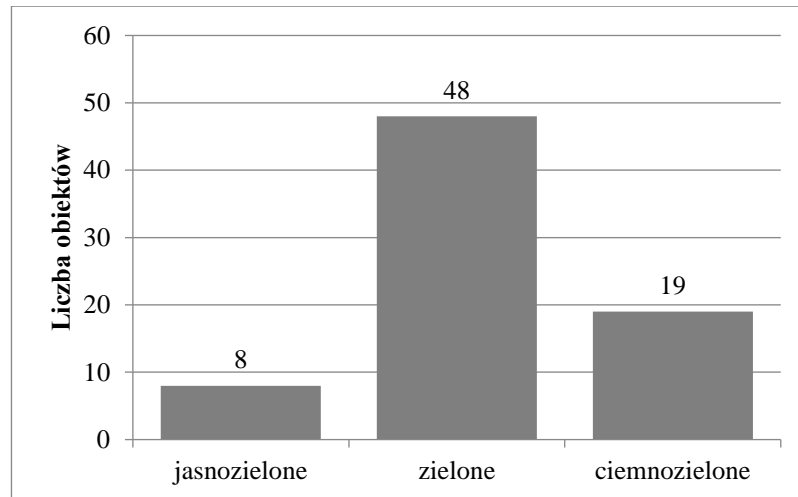
Wykres 2 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem omszenia górnej strony blaszki liściowej młodych liści.



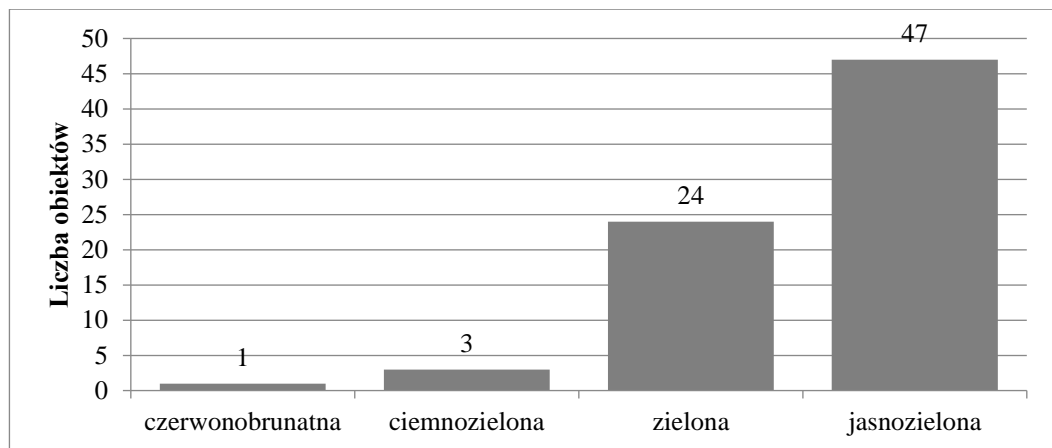
Wykres 3 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem antocyjanowego zabarwienia górnej strony blaszki młodego liścia.



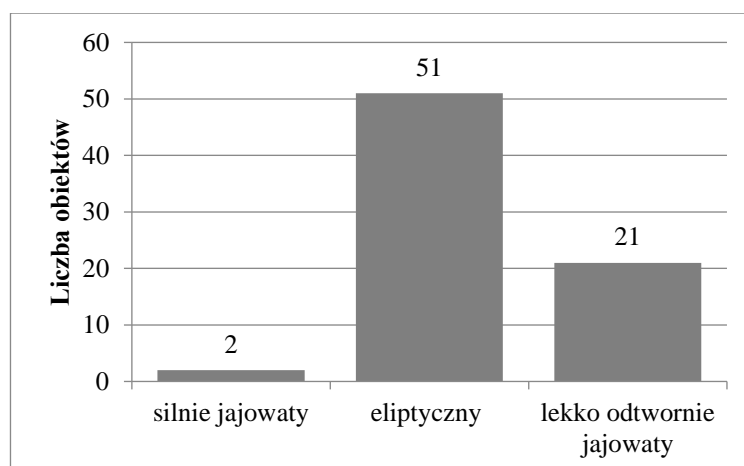
## Załącznik nr 2



Wykres 4 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem zabarwienia górnej strony blaszki liściowej dojrzałego liścia.

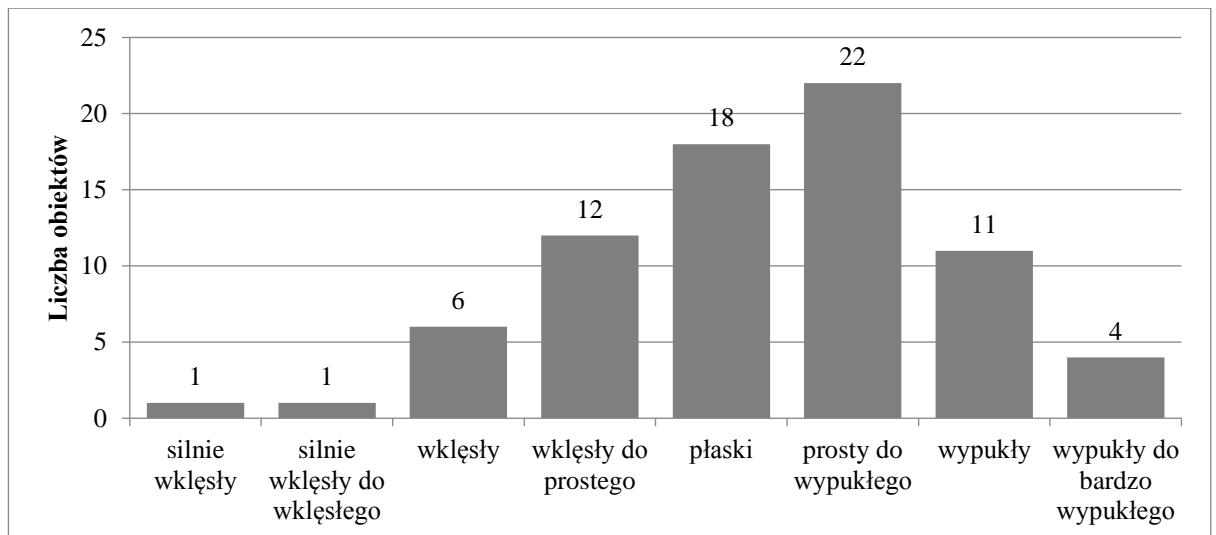


Wykres 5 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem zabarwienia dolnej strony blaszki liściowej dojrzałego liścia.

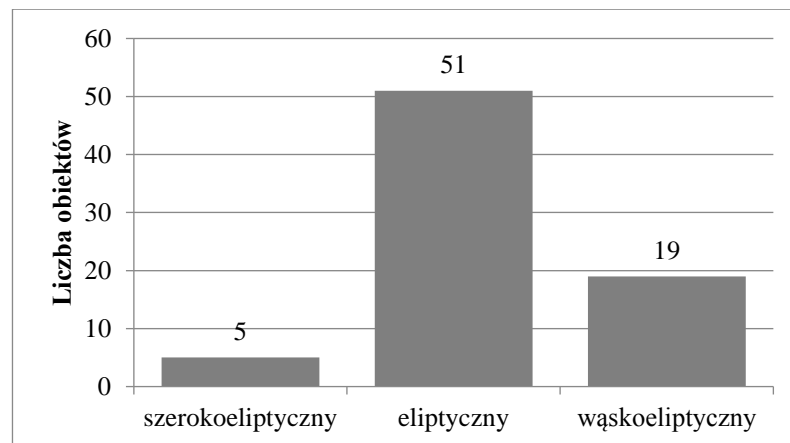


Wykres 6 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem kształtu blaszki dojrzałych liści.

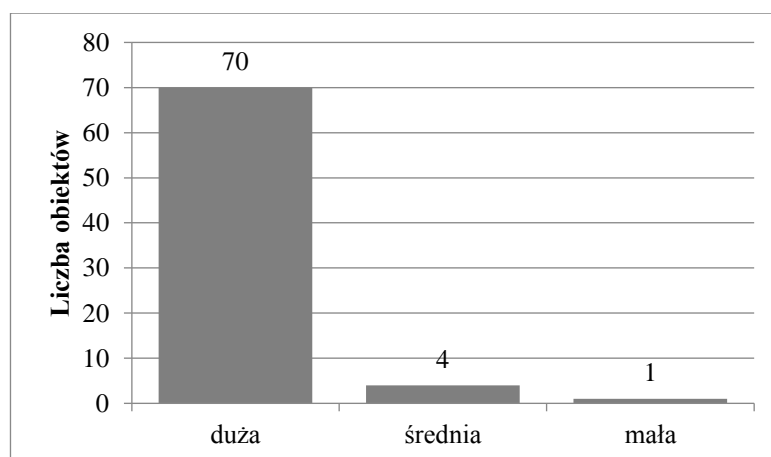
## Załącznik nr 2



Wykres 7 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem kształtu przekroju poprzecznego blaszki dojrzałego liścia.

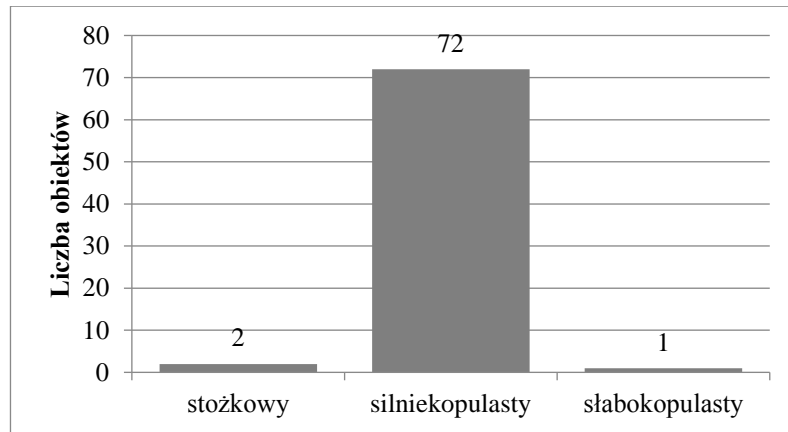


Wykres 8 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem kształtu szczytowego pąka kwiatostanowego.

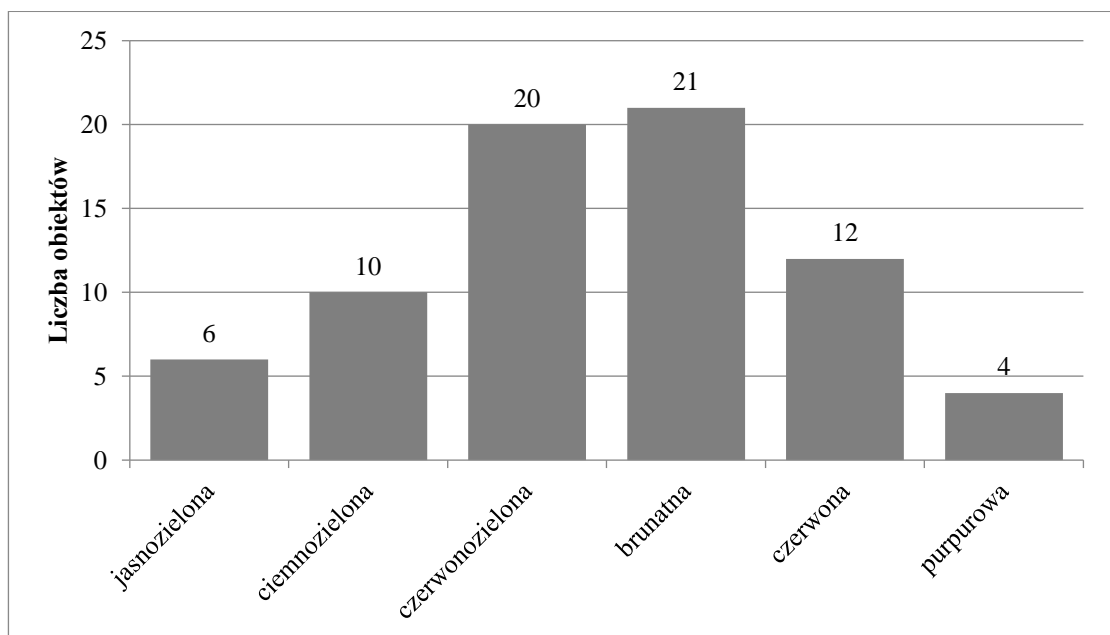


Wykres 9 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem liczby kwiatów w kwiatostanach.

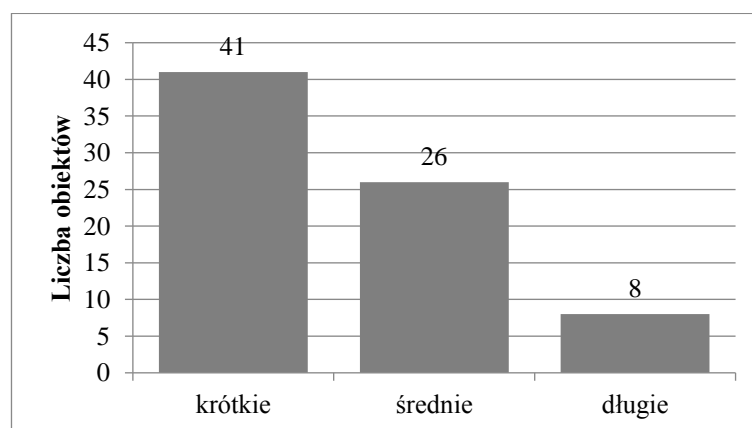
## Załącznik nr 2



Wykres 10 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem kształtu kwiatostanów.

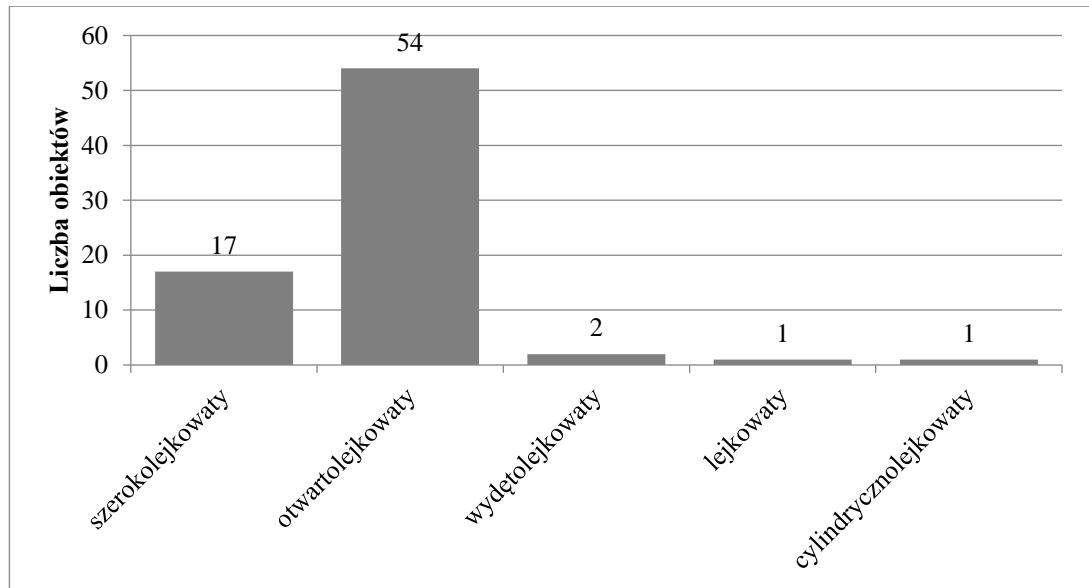


Wykres 11 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem zabarwienia szypułki po stronie nasłonecznionej.

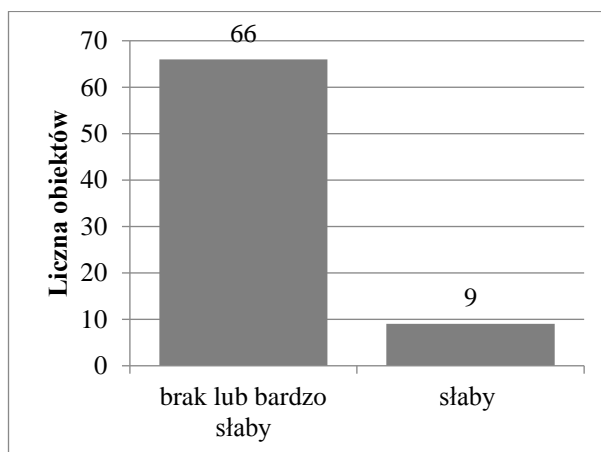


Wykres 12 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem długości działek kielicha

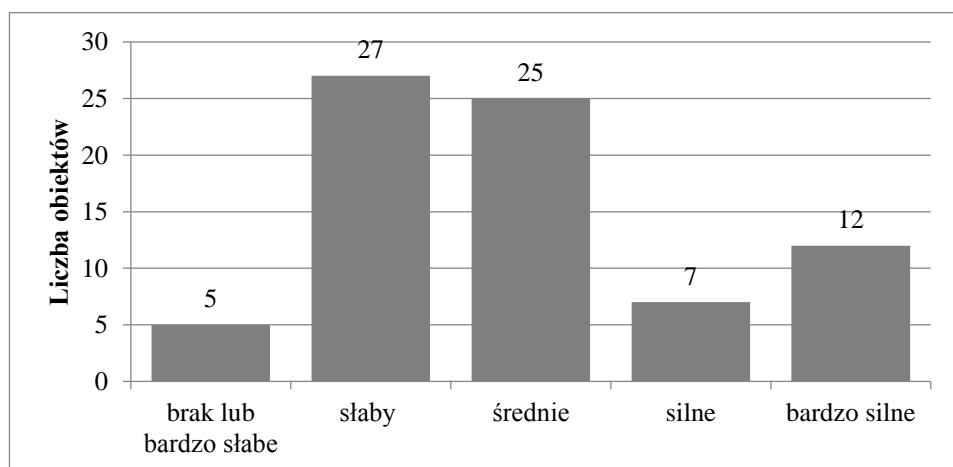
## Załącznik nr 2



Wykres 13 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem kształtu kwiatu.

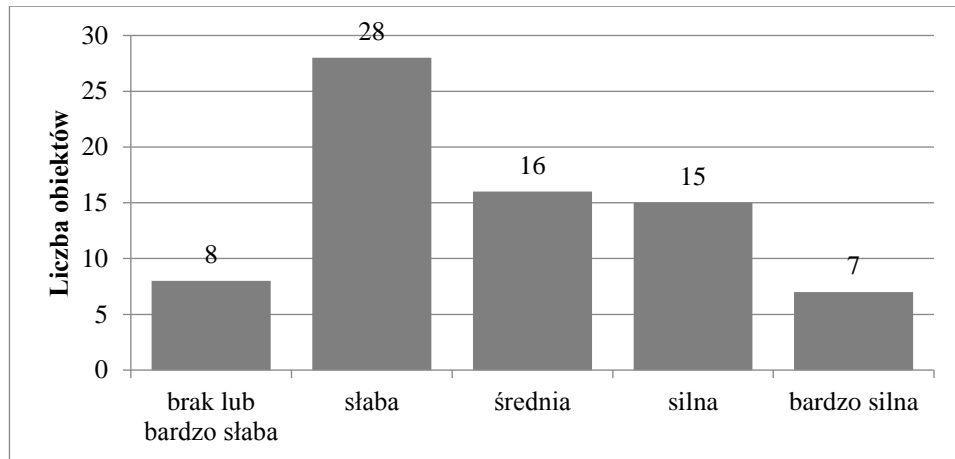


Wykres 14 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem zapachu kwiatów.

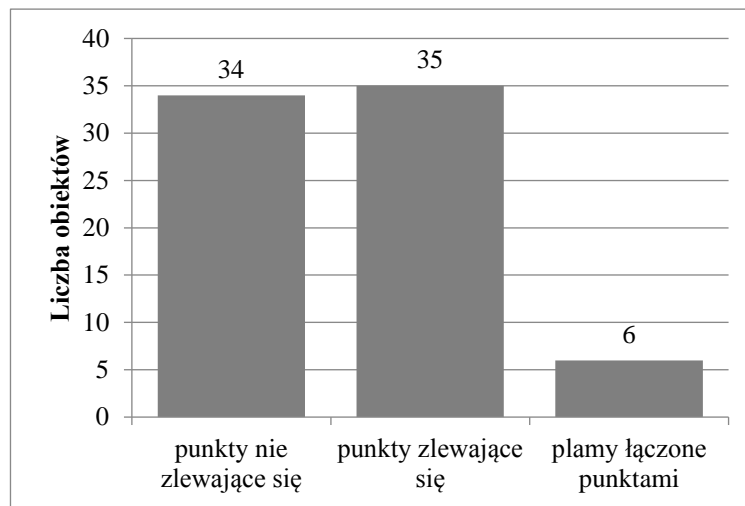


Wykres 15 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem pofalowania brzegu płatków korony.

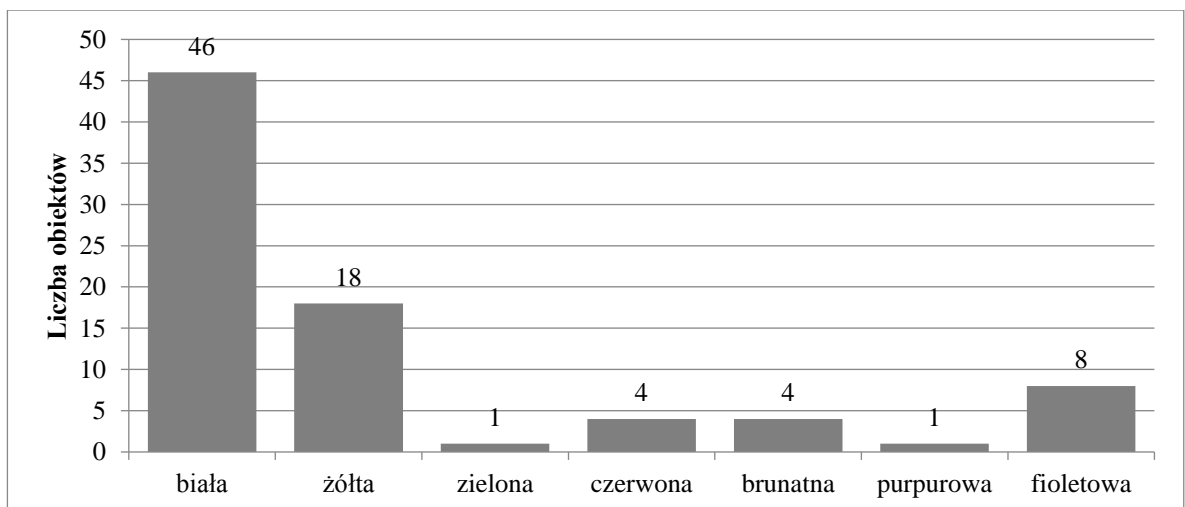
## Załącznik nr 2



Wykres 16 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem wyrazistości rysunku gardzieli na płatkach korony.

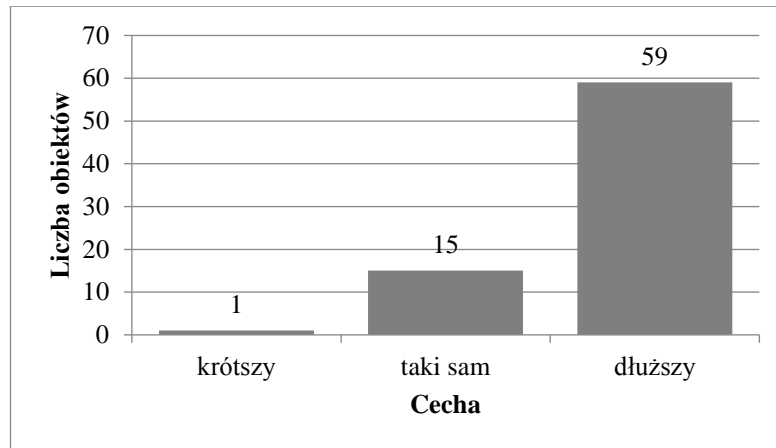


Wykres 17 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem rodzaju rysunku na gardzieli płatków korony.

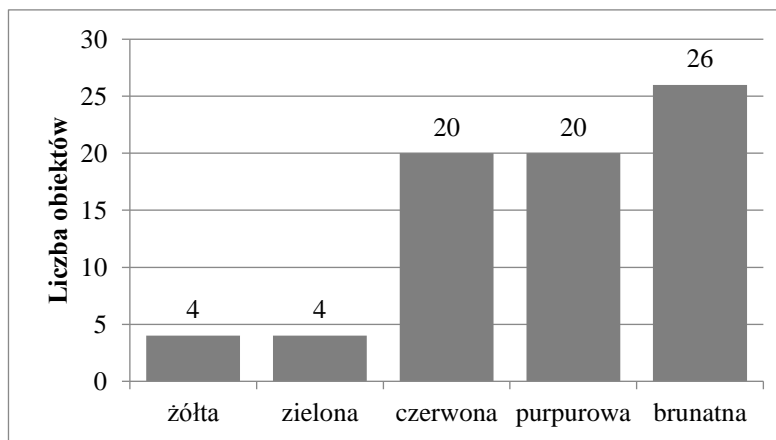


Wykres 18 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem barwy pylników.

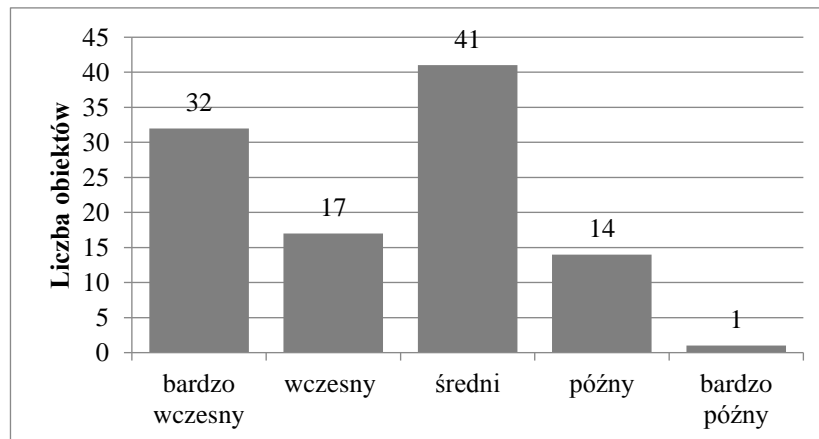
## Załącznik nr 2



Wykres 19 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem długości słupkaw stosunku do pylników.

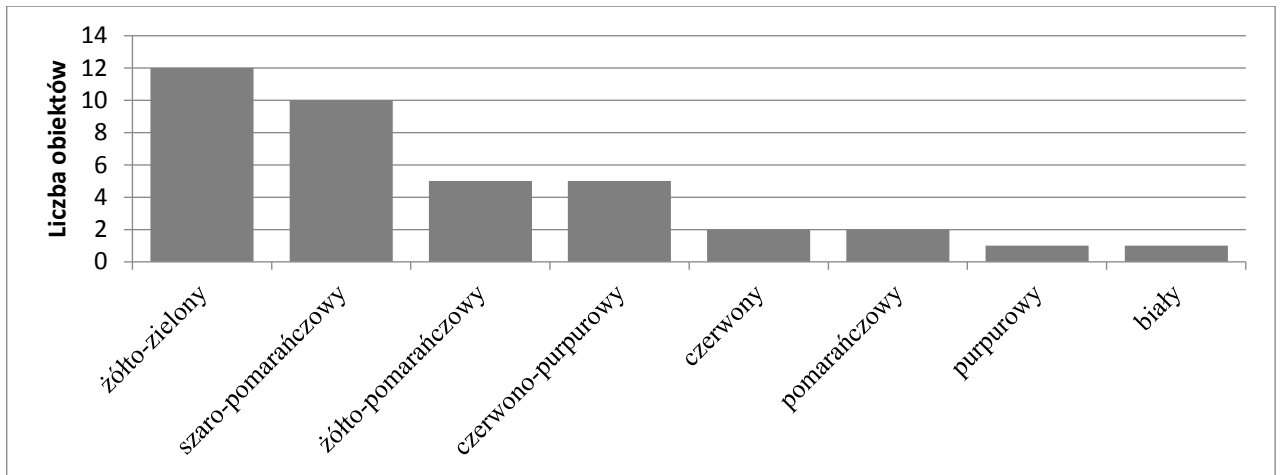


Wykres 20 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem barwy znamienia słupka.

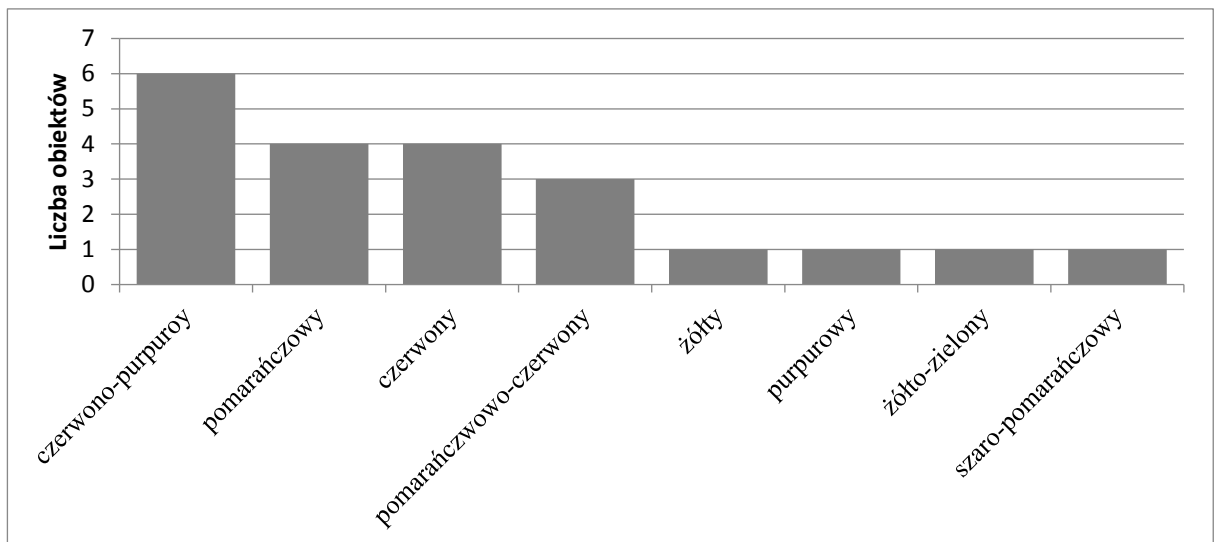


Wykres 21 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem terminu kwitnienia.

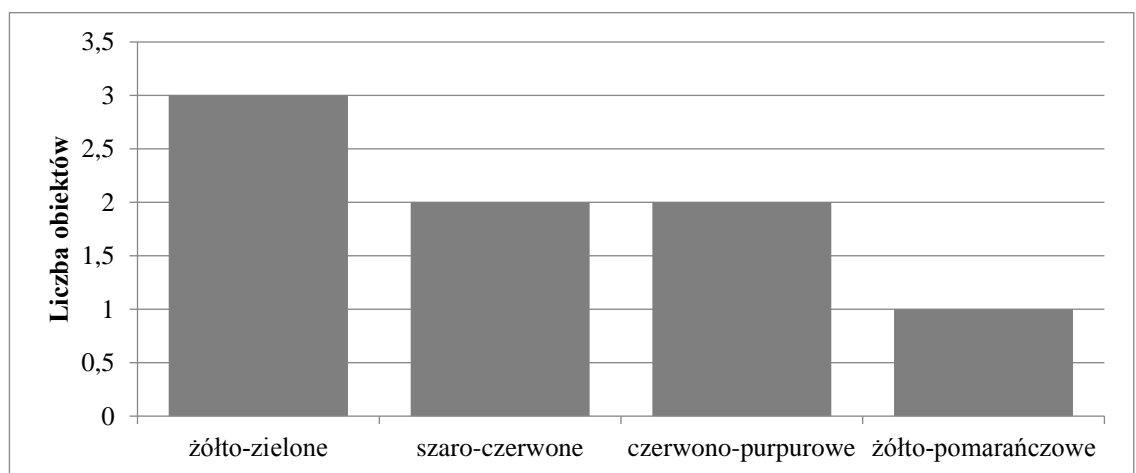
## Załącznik nr 2



Wykres 22 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem zabarwienia rysunku gardzieli na płatkach korony w grupie kwiatów o kolorze czerwono-purpurowym.

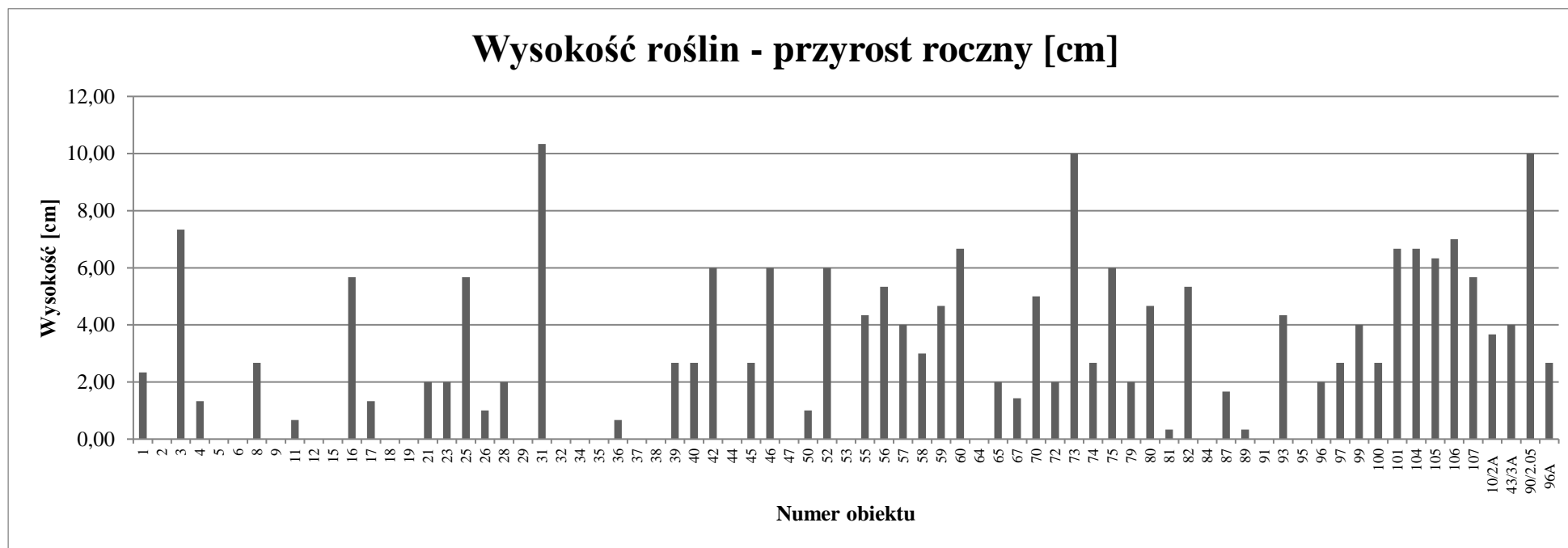


Wykres 23 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem zabarwienia rysunku gardzieli na płatkach korony w grupie kwiatów o kolorze purpurowym.



Wykres 24 Frekwencja poszczególnych mieszańców pod względem zabarwienia rysunku gardzieli na płatkach korony w grupie kwiatów o kolorze białym.

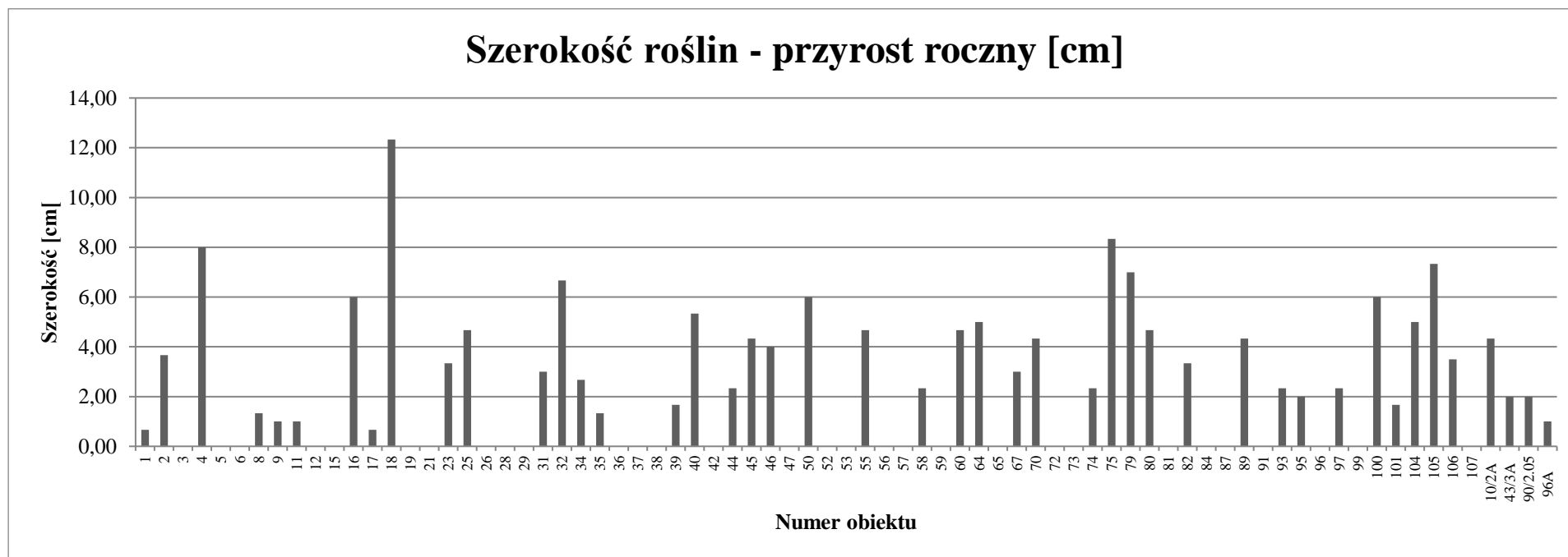
## Załącznik nr 2



Wykres 25 Zestawienie średniego przyrostu rocznego wysokości roślin.

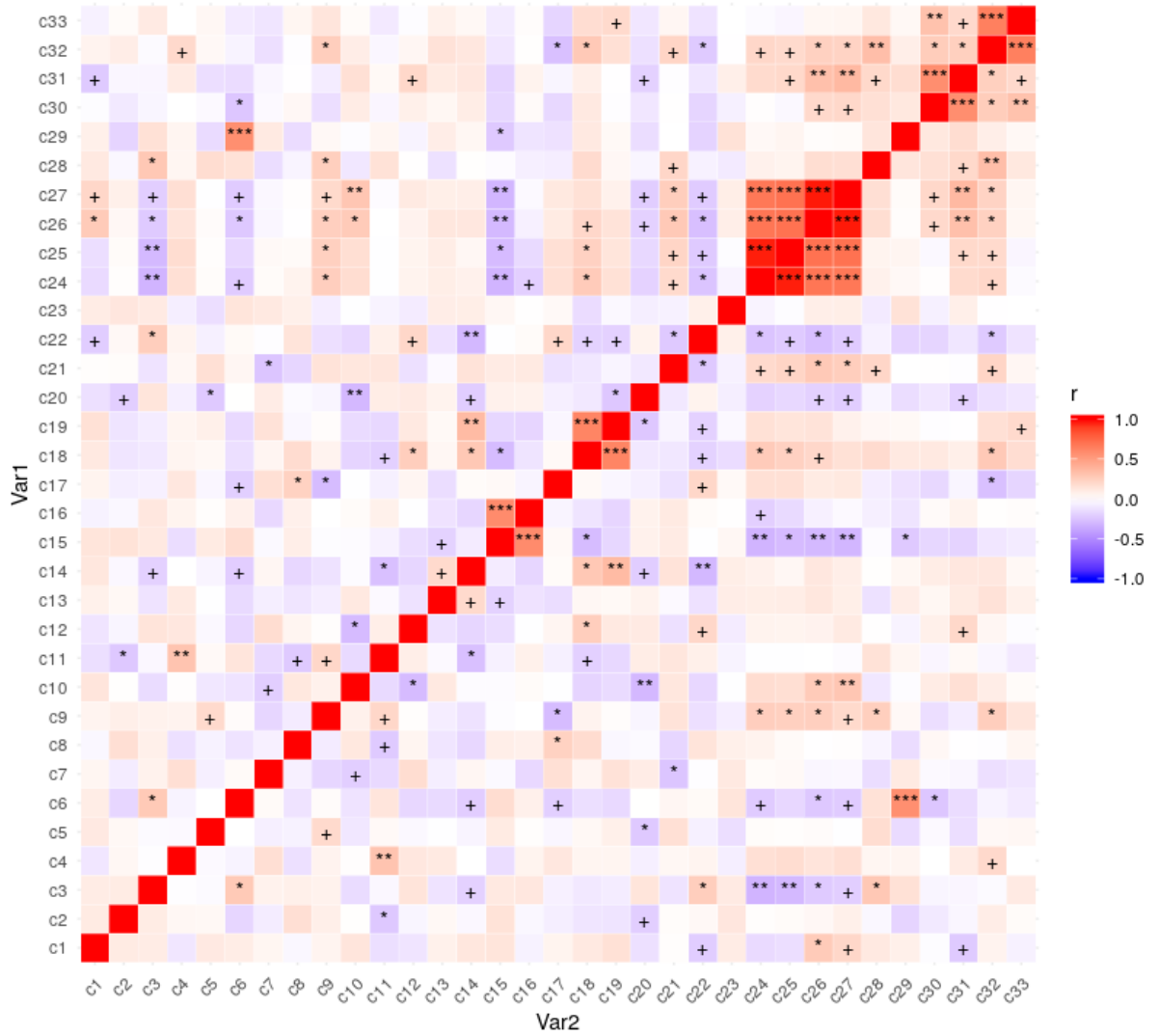


## Załącznik nr 2



Wykres 26 Zestawienie średniego przyrostu rocznego szerokości roślin.

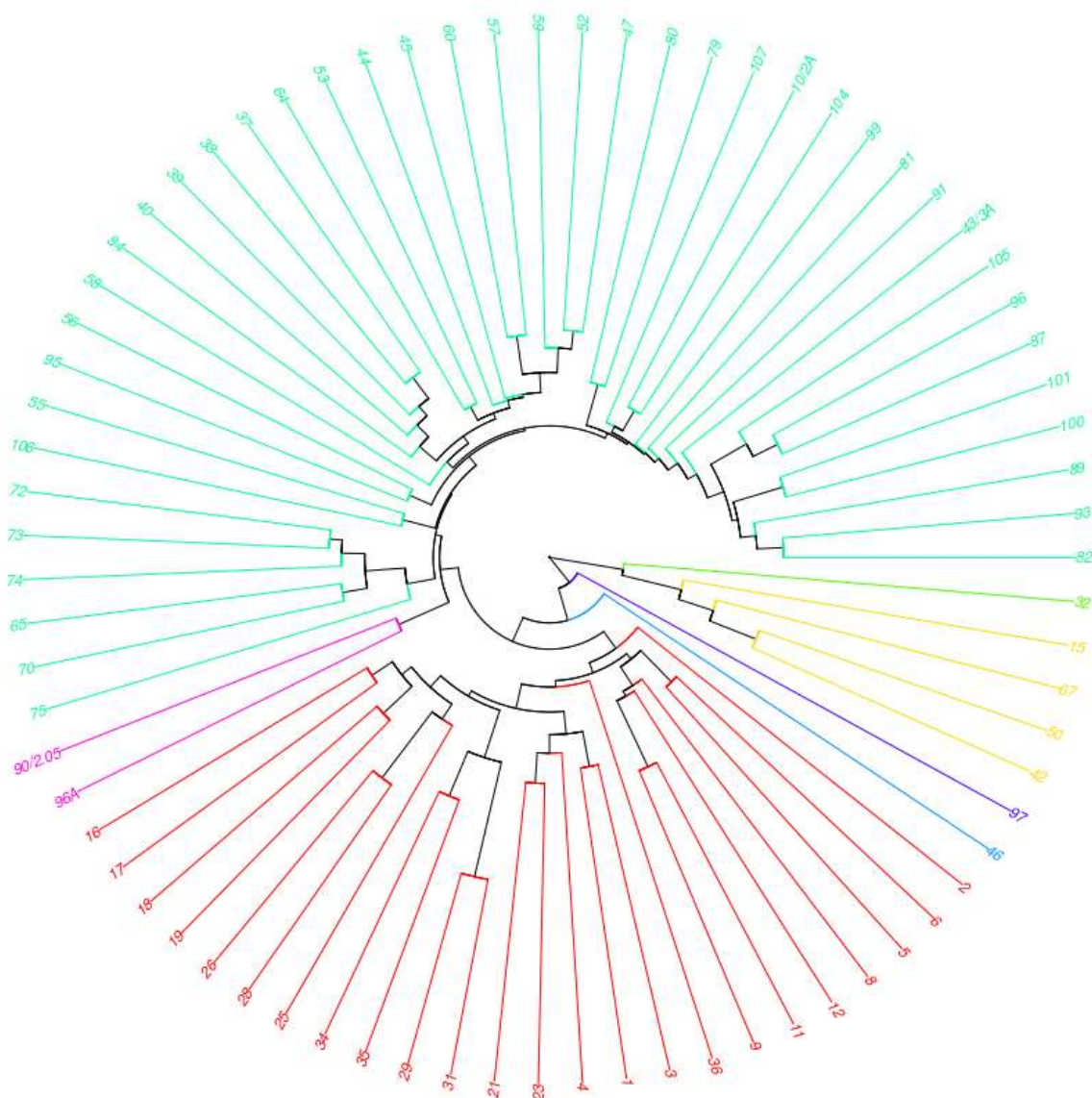
## Załącznik nr 2



Wykres 27 Macierz korelacji – pomiary polowe

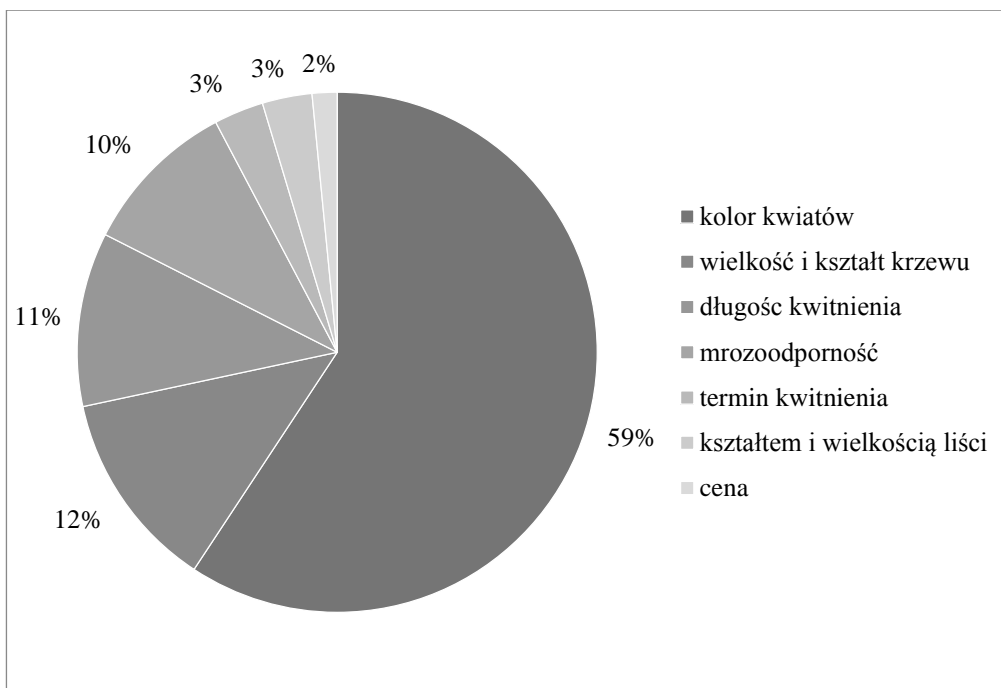


## Załącznik nr 2

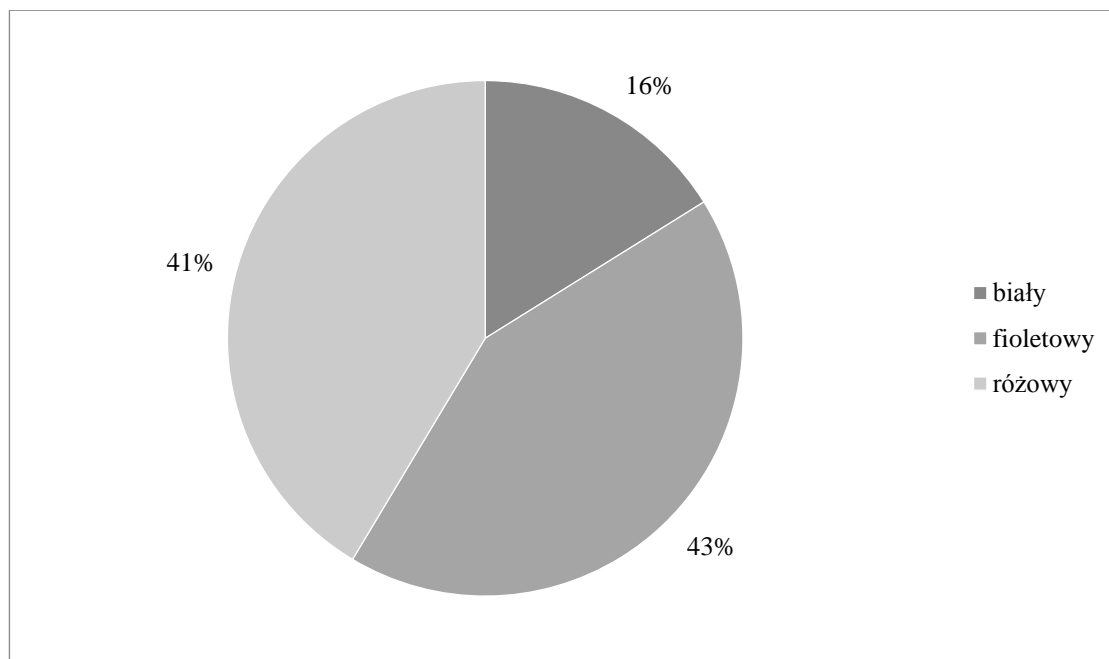


Wykres 30 Analiza danych molekularnych przedstawiono za pomocą dendrogramu.

## Załącznik nr 2

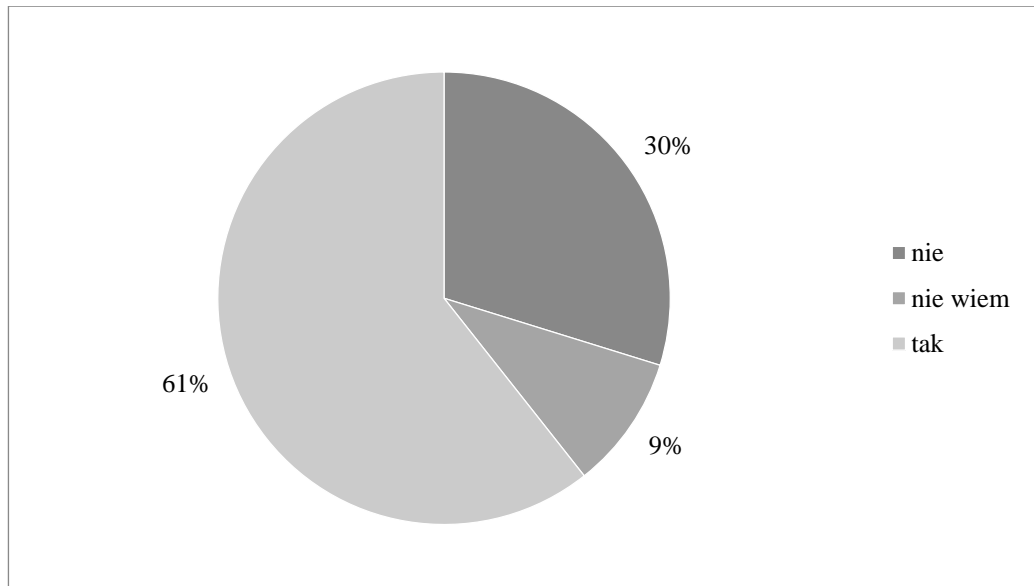


Wykres 31 Pytanie nr 1 w analizie opinii publicznej: Czym kierujesz się przy wyborze odmiany różaneczników?

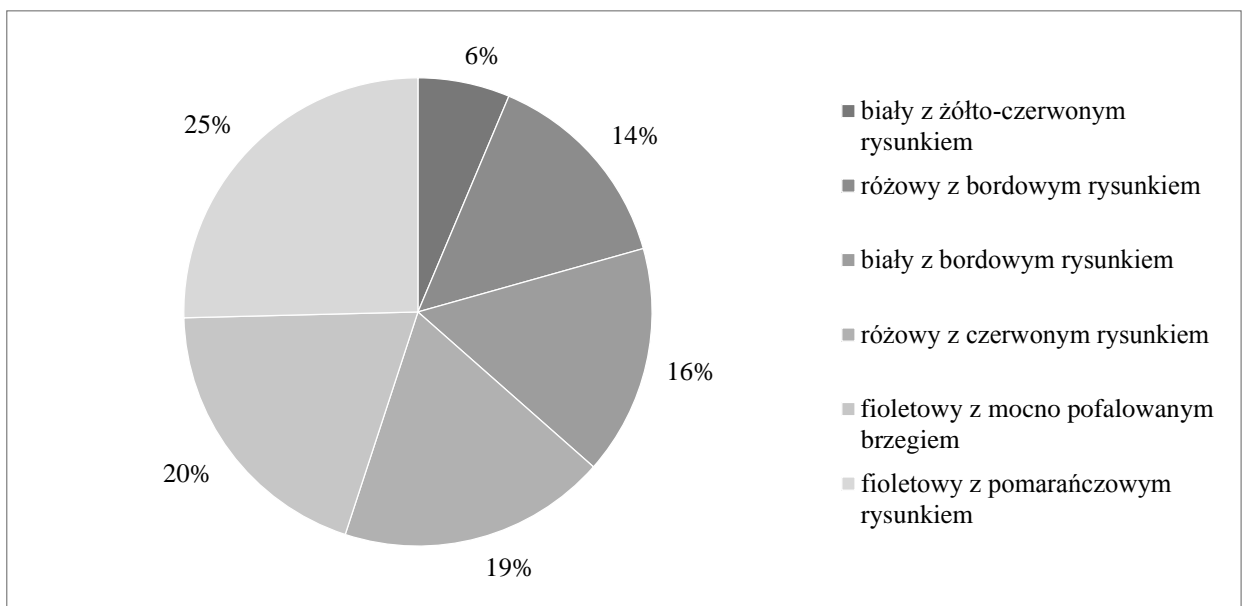


Wykres 32 Pytanie nr 2 w analizie opinii publicznej: Który kolor kwiatów jest dla Ciebie najbardziej atrakcyjny?

## Załącznik nr 2

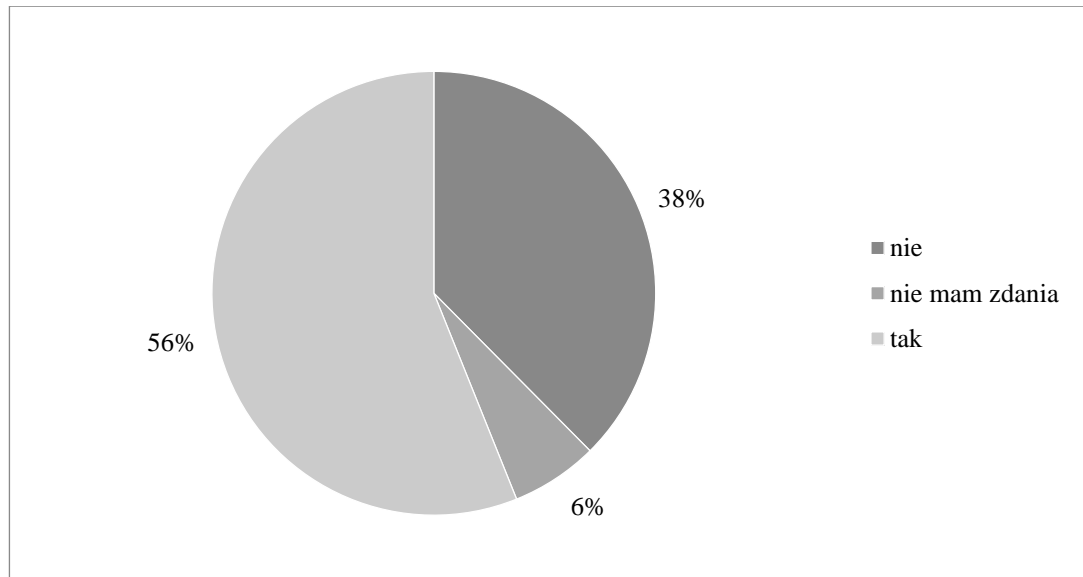


Wykres 33 Pytanie nr 3 w analizie opinii publicznej: Czy uważasz, że kolorowy rysunek na płatkach kwiatów (jak na zdjęciu) jest dla Ciebie ważny przy wyborze odmiany?

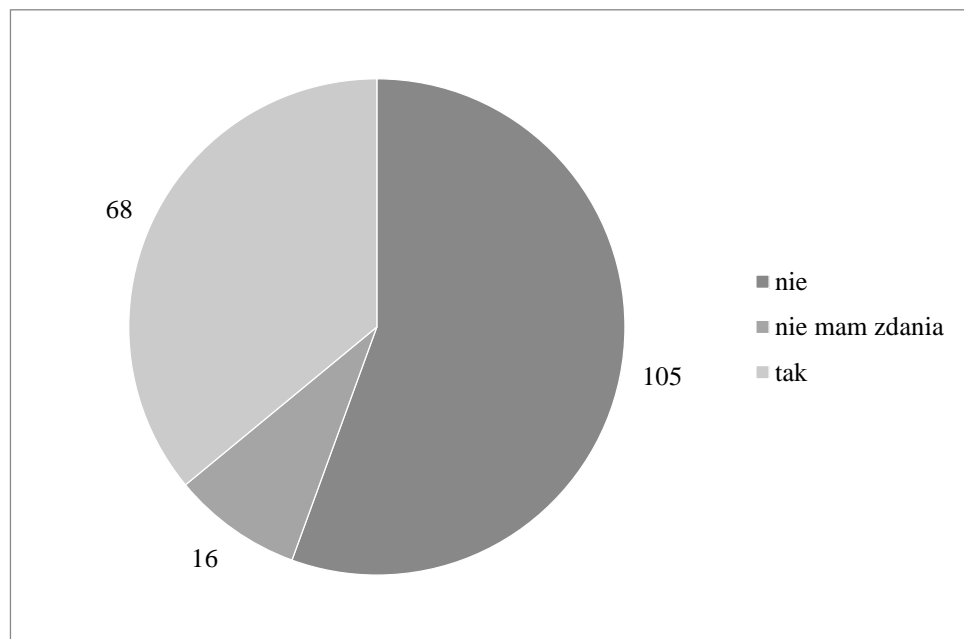


Wykres 34 Pytanie nr 4 w analizie opinii publicznej: Który kwiat jest dla Ciebie najbardziej atrakcyjny?

## Załącznik nr 2



Wykres 35 Pytanie nr 5 w analizie opinii publicznej: Jeżeli odmiana różanecznika ma bardzo atrakcyjne kwiaty, czy ważny jest dla Ciebie termin i długość kwitnienia?



Wykres 36 Pytanie nr 6 w analizie opinii publicznej: Czy ważny jest dla Ciebie kolor liści przy wyborze odmiany różaneczników?

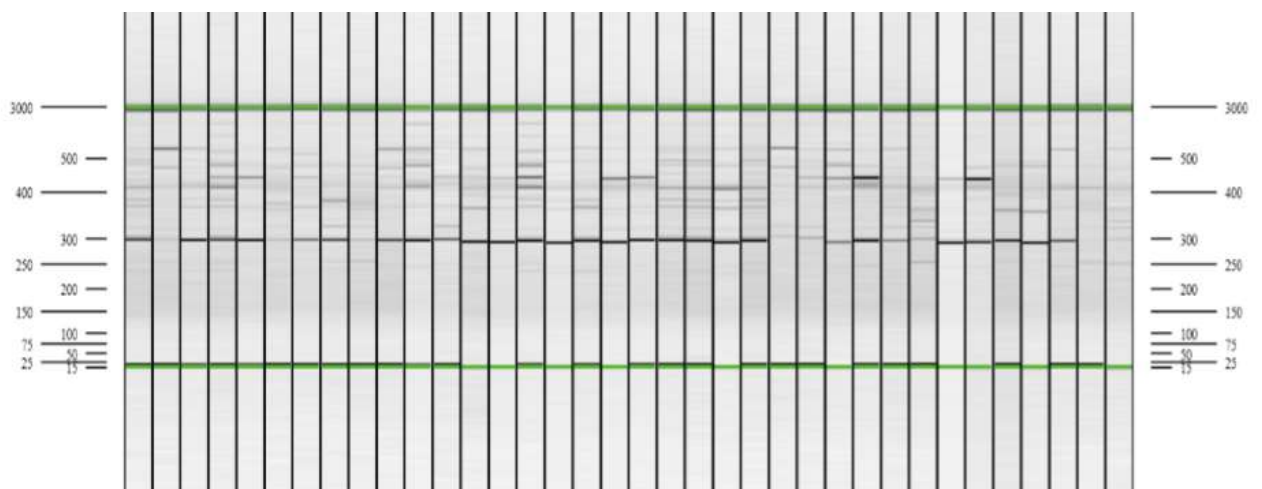
## Załącznik nr 3



Zdjęcie 1 Kolekcja różaneczników objęta badaniami – część 1, maj 2013 rok.



Zdjęcie 2 Kolekcja różaneczników objęta badaniami – część 2, maj 2013 rok.



Zdjęcie 3 Przykładowy elektroforegram wykonany po wykorzystaniu markera ISSR 808 za pomocą Qiaxcel.



### Załącznik nr 3



Zdjęcie 4 Intensywny kolor rysunku gardzieli na kwiecie mieszańca nr 56 – zdjęcie do pytania nr 3 w ankiecie.



Zdjęcie 5 Mieszaniec nr 107 – zdjęcie do pytania nr 4 w ankiecie.



Zdjęcie 6 Mieszaniec nr 15 – zdjęcie do pytania nr 4 w ankiecie.

## Załącznik nr 3



Zdjęcie 7 Mieszaniec nr 17 – zdjęcie do pytania nr 4 w ankiecie.



Zdjęcie 8 Mieszaniec nr 22 – zdjęcie do pytania nr 4 w ankiecie.



Zdjęcie 9 Mieszaniec nr 60 – zdjęcie do pytania nr 4 w ankiecie.



## Załącznik nr 3



Zdjęcie 10 Mieszaniec nr 19.



Zdjęcie 11 Mieszaniec nr 32.



Zdjęcie 12 Mieszaniec nr 34.



## Załącznik nr 3



Zdjęcie nr 13 Mieszaniec nr 32.



Zdjęcie nr 14 Mieszaniec nr 38.



### Załącznik nr 3



Zdjęcie nr 15 Mieszaniec nr 10/2A.



Zdjęcie 16 Mieszaniec nr 104



### Załącznik nr 3



Zdjęcie 17 Mieszaniec nr 22 –pokrój całej rośliny.



Zdjęcie 18 Mieszaniec nr 22 – kwiatostan.



Zdjęcie 19 Mieszaniec nr 26 – kwiatostan

### Załącznik nr 3



Zdjęcie 20 Mieszaniec nr 93.



Zdjęcie 21 Mieszaniec nr 107.