

Oplemenjivanje orhideja (Dendrobium spp.)

Altarac, Silvia

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:416595>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-04**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:
Ukrasno bilje

OPLEMENJIVANJE ORHIDEJA (*Dendrobium* spp.)

DIPLOMSKI RAD

Silvia Altarac

Mentor:
Prof. dr. sc. Aleš Vokurka

Zagreb, rujan, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, Silvia Altarac, JMBAG 0068225087, rođen/a 01.11.1994. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

Oplemenjivanje orhideja (*Dendrobium* spp.)

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana

28. 9. 2022



Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE
O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice Silvia Altarac, JMBAG 0068225087, naslova

Oplemenjivanje orhideja (*Dendrobium* spp.)

obranjen je i ocijenjen ocjenom VRLO DOBAR (4), dana 28. IX 2022.

Povjerenstvo:

- Izv. prof. dr. sc. Aleš Vokurka, mentor
- Izv. prof. dr. sc. Vesna Židovec, član
- Izv. prof. dr. sc. Dubravka Dujmović Purgar, član

potpisi:

altarac

u.z. Židovec

Dujmović Purgar

Sažetak

Diplomskog rada studentice Silvia Altarac, naslova

Oplemenjivanje orhideja (*Dendrobium* spp.)

Rod orhideja (*Dendrobium*) je jedan od najznačajnijih rodova ornamentalnih vrsta. Rod je rasprostranjen u gotovo svim klimatskim područjima, a obuhvaća više od 1800 vrsta od kojih su mnoge značajne za ornamentalnu primjenu i to kao vrste koje se već koriste kao ukrasne ili ih je moguće introducirati ili koristiti u hibridizaciji i interspecijes hibridizaciji kao izvor svojstava i osnovu za nove alelne kombinacije zanimljive u proizvodnji za ornamentalnu primjenu. Za križanja orhideja *Dendrobium* koriste se one vrste iz "tople grupe" odnosno one koje imaju zahtjeve za višim temperaturama pošto imaju veći genetski potencijal radi duže vegetacije i razdoblja cvatnje. Za kreiranje novih sorata orhideja iz roda *Dendrobium* potrebno je prvo postaviti ideotip sorte. Ideotip predstavlja sorte kultiviranih biljaka koje zbog svojih boljih sposobnosti daje bolji prihod. Ideotip orhideja ispunjava slijedeće uvjete: dugo trajanje cvatnje, privlačni cvjetni izboji, uspravni i višestruk pseudogomolji, zdravi listovi, najmanje dva cvjetna izboja i barem dvaput godišnje da dolazi do cvatnje. Proizvođači mogu utjecati na ideotip sorte na način regulacije rasta i razvoja što im daje bitnu ulogu u kreiranju genetske osnove. *In vitro* meristemska propagacija odnosno kloniranje meristenskog tkiva, je najkorišteniji pristup u umnažavanju orhideja. Propagacija se izvodi iz lateralnih ili apikalnih pupova koji u kulturi tkiva proliferiraju u tijelo. Vrste roda *Dendrobium* se mogu umnažavati i sjemenom što daje prednost u prestanku širenja virusa. Svojstva roda, od onih bioloških poput morfologije vegetativnih i generativnih organa i hereditarnih zakonitosti pa do onih tehnoloških koja su bitna u proizvodnji su vrlo kompleksna i potrebno je njihovo razumijevanje u potpunosti.

Ključne riječi: orhideja, ornamentalna vrsta, oplemenjivanje

Summary

Of the master's thesis - student Silvia Altarac, entitled

ORCHID BREEDING (*Dendrobium spp.*)

The genus *Dendrobium* is one of the most important genera of ornamental species. The genus is widespread in almost all climatic regions, and includes more than 1800 species, many of which are important for ornamental application, as species that are already used as ornamentals, or can be introduced or used in hybridization and hybridization interspecies as a source. For crossings orchids *Dendrobium* tips from the "warm group", those that have requirements for higher temperatures since they have greater genetic potential due to a longer vegetation and flowering period. Archiving new varieties of orchids from the genus *Dendrobium*, it is necessary to set the ideotype of the variety: long-lasting flowering, attractive flower shoots, erect and multiple pseudotubers, healthy leaves, at least two flower shoots and at least twice a year that flowering occurs. Producers can regulate growth and habitat which gives them an essential role in creating the genetic base. *In vitro* meristem propagation, i.e. cloning of meristem tissue, is the most used approach in orchid propagation. Propagation is carried out from lateral or apical buds that proliferate into the body in tissue culture. *Dendrobium* species can also be propagated by seed, which gives an advantage in stopping the spread of the virus that is most common in orchids - *Cymbidium Mosaic Virus* Properties and basis for new alen combinations interesting in production for decorative application. Properties of the genus, from biological ones such as the morphology of vegetative and generative organs and hereditary laws to technological ones that are important in production are very complex and need to be fully understood.

Keywords: orchid, ornamental species, breedin

Sadržaj

Uvod	1
Botanička sistematika orhideja	4
Morfološka i ekološka svojstva orhideja	7
Bioraznolikost, rasprostranjenost i genetski izvori orhideja	11
Principi oplemenjivanja i oplemenjivačke tehnike u kreiranju novih sorata orhideja iz roda <i>Dendrobium</i>	13
Propagacija orhideja iz roda <i>Dendrobium</i> i proizvodnja za tržište	18
Zaključak	21
Popis literature	22
Izvori na internetu	25

Uvod

Orhideje su opći pojam koji u vrlo širokom smislu riječi predstavlja čitav niz biljnih vrsta koje se uzgajaju kao lončanice i spadaju u najpopularnije ornamentalne vrste. Međutim, u stručnom smislu je potrebno točno odrediti što pojam "orhideja" uopće znači, i to u smislu biljne sistematike, taksonomije i botanike. Zbog velike širine ovog pojma koji obuhvaća niz od više tisuća vrsta (možda i sorata i hibrida...) svrstanih u pet botaničkih porodica, više desetaka potporodica i botaničkih rodova, u ovom radu ćemo se ograničiti na one vrste koje su najznačajnije za ornamentalne svrhe, komercijalnu proizvodnju i oplemenjivanje, tj. stvaranje novih sorata i hibrida koji imaju neko značajno, novo i zanimljivo ornamentalno svojstvo. Najveći broj vrsta značajnih za ornamentalnu svrhu spada u rod *Dendrobium* koji obuhvaća više od 1800 biljnih vrsta rasprostranjenih u istočnoj i jugoistočnoj Aziji, od Japana i Kine, preko Filipina, Papue i Indonezije (Nguyen i sur., 2022.) preko Indokine do Indije na jednu stranu i preko Australije do pacifičkih otoka na drugu stranu Zemlje. Međutim, u literaturnim izvorima ne postoji jasan konsenzus oko broja vrsta unutar pojedinih rodova, pa tako nema jedinstvenog stajališta niti za rod *Dendrobium*. Za razliku od prethodno navedenih autora koji rod kvantificiraju na 1800 vrsta, Teoh (2019.) navodi da je rod *Dendrobium* vrlo obiman rod u koji spada 900 do 1000 vrsta. Potrebno je uzeti u obzir da sve ornamentalne orhideje nisu ograničene na navedeni botanički rod.

Orhideje zauzimaju iznimno mjesto unutar cjelokupnog biljnog carstva i imaju značajnu ulogu u procesu njegove evolucije i prilagodbe. Rasprostranjene su u gotovo cijelom svijetu i odlikuje ih visoka razina bioraznolikosti i niz zanimljivih botaničkih svojstava. Porodica orhideja (Orchidaceae) spada u angiosperme (biljke cvjetnica), a sastoji se od 900 rodova i između 30 i 35 tisuća vrsta unutar tih rodova koje odlikuje iznimna fenotipska i genotipska raznolikost. Mnoge od tih vrsta imaju komercijalnu upotrebu ili potencijal komercijalne upotrebe kao ornamentalne ili medicinske biljke, a mnoge se koriste i kao baza za ekstrakciju aditiva u prehrambenoj industriji, poput vrste *Vanilla planifolia*, kao i u tradicionalnoj indijskoj medicini poput vrsta *Vanda tessellate*, *Rhynocostylis retusa* ili *Dendrobium monticola*. Kao florikulture i hortikulture ornamentalne vrste, najznačajnije su one iz rodova *Dendrobium*, *Cymbidium*, *Phalaenopsis*, *Oncidium* i nekoliko drugih, a do danas je kreirano više od 200 tisuća hibridnih ornamentalnih vrsta orhideja (Seeja & Greekumar, 2022.) od kojih mnoge imaju komercijalnu vrijednost i umnažaju se metodama kulture tkiva.

Na Malajskom poluotoku listovi orhideja iz roda *Anoectochilus* koriste se kao povrće, a lažne lukovice vrsta *Cymbidium maladimum* i *Dendrobium speciosum* su jestivi, kao i gomolji vrste *Caledonia carnea*. Na Madagaskaru i na Mauricijusu se od orhideje *Jumellea fragrans* priprema posebno osvježavajuće piće, tzv. madagaskarski čaj (De & Medhi, 2015.). Upotrebu gomolja pojedinih vrsta orhideja u kulinarske svrhe u Azerbejdžanu navode i Molnár i sur. (2021.), i to u kontekstu ugrožavanja opstanka ugroženih vrsta. Cjelovit pregled botaničkih vrsta orhideja koje se koriste za medicinske svrhe, za hranu, ali i kao afrodizijak dao je singapurski liječnik i znanstvenik Teoh (2019.) i to prema geografskim regijama. Upravo su pseudogomolji orhideja iz roda *Dendrobium* vrlo česta komponenta ljekovitih pripravaka u tradicionalnoj kineskoj medicini (Teoh, 2019.) i na kineskim tržnicama i trgovinama

specijaliziranim za ovaj vid medicine mogu se redovito pronaći uz ginseng, kurkumu i mnoge druge biljne vrste (Vokurka, 2022.; usmena komunikacija). Hew i sur. (1997.) navode da se upotreba orhideja u tradicionalnoj kineskoj medicini spominje već u klasičnoj kompilaciji farmakoloških spisa iz I stoljeća prije n.e. (klasična kineska *Materia Medica*) iz vremena dinastije Han, ali se smatra da su se različite vrste orhideja za medicinske svrhe koristile i stoljećima ranije. Hew i sur. u istoj publikaciji ujedno daju obiman morfološki, histološki i fenološki prikaz vrsta koje se koriste u tradicionalnoj kineskoj medicini (npr. *Dendrobium moniliforme*, *D. chrysantum*, *D. fimbriatum*, *D. aduncum* i dr.), kao i prikaz sekundarnih biljnih metabolita (alkaloida) koji imaju farmakološku funkciju i način priprema i indikacije za pojedine ljekovite pripravke.

Nguyen i sur. (2022.) navode vrste *D. officinale* koja se koristi kao potpora u liječenju bolesti dišnih putova (tuberkuloza, upala grla) i upala, a vrste *D. anosmum* i *D. nobile* koriste se za otklanjanje simptoma poput fizičke slabosti, nervoze i fiziološke slabosti kod muškaraca (Nguyen i sur., 2022.).

Mnoge vrste orhideja imaju ograničen areal rasprostranjenosti, a zbog specifičnih potreba za mikroklimatskim (i agroklimatskim) uvjetima spadaju među ugrožene biljne vrste čija ugroženost je još više potencirana gubitkom staništa i ilegalnim ili nekontroliranim iskorištavanjem. Gubitak staništa na rasprostranjenost orhideja djeluje i indirektno, preko utjecaja na mikorizne simbiozite i na vrste živog svijeta koji sudjeluju u oprašivanju (Seeja & Greekumar, 2022.). Pojedine vrste orhideja iz rodova *Dendrobium*, *Laelia*, *Phalaenopsis*, *Bulbophyllum* i još nekoliko drugih su epifitne biljke debelih listova i sukulentne građe evolucijski su razvile tip metabolizma CAM (*Crassulacean Acid Metabolism*) i tolerantne su na sušu i nedostatak vlage, a vodu iskorištavaju uz visoki stupanj efikasnosti (Chandra De et al., 2014.). Pojedine vrste iz porodice *Orchidaceae* ponašaju se vrlo plastično u kontekstu varijacija vremenskih prilika pa su pogodne za uređenje krajobraza u uvjetima koji zadovoljavaju vlagom i temperaturom (De & Medhi, 2017.).

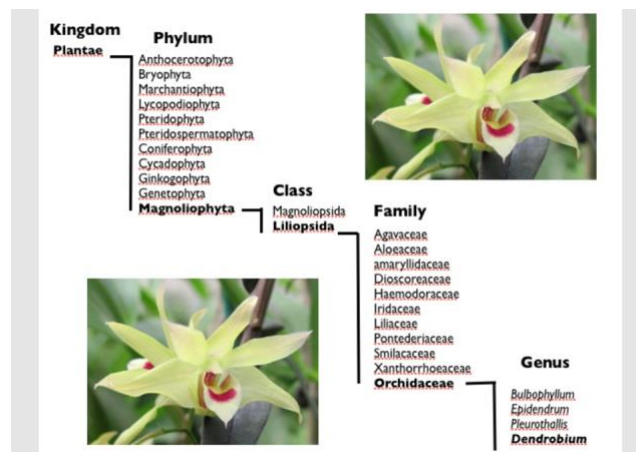
Orhideje iz roda *Dendrobium* s velikim uspjehom se uzgajaju kao ukrasne biljke, a njihova popularnost i upotreba na florikulturnoj sceni je u stalnom porastu. Uzgajaju se kao lončanice za ukrašavanje javnih zatvorenih prostora, hotela, restorana i uredskih prostora, ali su vrlo popularne i za uređivanje privatnih interijera. Također, orhideje predstavljaju izvrstan poklon za gotovo svaku prigodu. Njihova popularnost proizlazi iz velike raznolikosti oblika, veličina i boja cvjetova, dostupnosti kroz cijelu godinu, kao i u dugom trajanju cvatnje, od nekoliko tjedana do nekoliko mjeseci (Kuehnle, 2007.). Orhideje u današnje vrijeme imaju visoki potencijal za male i srednje poljoprivredne proizvođače, posebno u tzv. zemljama u razvoju (koje su se u jednom periodu nazivale zemljama tzv. Trećeg svijeta) poput Indije, gdje proizvođači imaju priliku sudjelovati u svim fazama uzgoja i prometa orhideja, kao i u svim fazama njene proizvodnje uključujući i propagaciju sjemenom ili vegetativnim dijelovima poput reznica, lukovica, gomolja ili krajnjeg proizvoda, lončanica i rezanog cvijeća (De & Medhi, 2015.). S druge strane, velike tvrtke se u posao s orhidejama uključuju kao u sofisticirani visokotehnološki posao u domeni hortikulture proizvodnje (Chandra De et al., 2014.). Od orhideja kao rezanog cvijeća, na rod *Dendrobium* otpada 85% ukupne trgovine svih orhideja kao rezanog cvijeća, dok ostatak od 15 % otpada na rodova *Phalaenopsis* i *Cymbidium*. Najveći

svjetski izvoznik je Nizozemska i na nju otpada gotovo dvije petine svjetskog izvoza. Međutim, podaci o izvozu iz Nizozemske ne govore ništa o nizozemskoj proizvodnji budući da veliki dio prometa i trgovine zabilježen od strane nizozemskih ekonomskih subjekata otpada na reeksport. Sljedeći veliki izvoznici su Tajland, Tajvan, Singapur i Novi Zeland.

Najveće zemlje uvoznici orhideja su Japan, Ujedinjeno Kraljevstvo, Italija, Francuska i SAD (Chandra De et al., 2014.). Japan, osim što je veliki uvoznik, ujedno je, uz Tajland, Filipine, Tajvan, Kinu, također i jedna od zemalja s vrlo razvijenom proizvodnjom orhideja i to najviše iz rodova *Cymbidium*, *Dendrobium* i *Phalaenopsis*, koje je ujedno doživjelo i veliki rast. Komercijalnu vrijednost proizvodnje ilustrira podatak o značajnom porastu uzgoja orhideja lončanica (mjereno u valuti JPY ili USD i usklađeno s inflacijom) koji je u nešto više od četvrt stoljeća, od 1965. do 1991. doživio porast od 438 puta (Ichihashi, 1997.). Podaci o uvozu i izvozu u literaturi ne daju jasnu klasifikaciju što se podrazumijeva pod "uvozom ili izvozom", kao ni što se podrazumijeva pod "proizvodnjom orhideja". Naime, pojedina zemlja može uvoziti ili izvoziti (i proizvoditi) gotovi proizvod koji je namijenjen maloprodajnim lancima, a pod gotovim proizvodom podrazumijevamo biljke lončanice u cvatu, ili mogu proizvoditi, uvoziti ili izvoziti mlade biljke dobivene *in vitro* propagacijom, a koje je potrebno još godinu do godinu i pol uzgajati do stadija cvatnje, pa se tek tada distribuiraju u prodajnu mrežu.

Botanička sistematika orhideja

Budući da pojam "orhideja" u hrvatskom jeziku ne predstavlja jasnu botaničku odrednicu, u ovom radu ćemo ga koristiti kao generički pojam koji može označavati čitavu porodicu, ali i pojedine potporodice, rodove, vrste ili hibride orhideja koje se koriste komercijalno. Prema Takhtajanu (2009.), rod *Dendrobium* je samo jedan od ukupno 57 rodova koji spadaju u potporodicu Epidendroideae koja uz još pet drugih potporodica pripada porodici Orchidaceae. Porodica Orchidaceae je jedna od ukupno pet porodica iz reda Orchidales, razred Liliopsida (monokotiledone), koljeno Magnoliophyta (biljke cvjetnice). Shematski prikaz taksonomske pripadnosti roda *Dendrobium* prikazan je na slici 1. Sistematika orhideja općenito, pa tako i roda *Dendrobium* je složena i predstavlja dinamičan proces, budući da se nove vrste neprestano otkrivaju. Jedan od novijih primjera opisa nove vrste iz roda *Dendrobium* dali su Naive i sur. (2021.) za vrstu *Dendrobium ormerodii* (taj naziv su joj dali upravo navedeni autori) koja raste na Borneu (Kalimantan) u Indoneziji, a autori su opisali sva njezina morfološka svojstva s naglaskom na razlike u odnosu na slične vrste. Hartati i sur. (2021.) za rod *Dendrobium* tvrde da obuhvaća od 1600 vrsta simpodijalnih epifitnih orhideja - pri čemu u izvornoj publikaciji koriste englesku riječ *kinds*, koja se ne odnosi na vrstu (*species*) kao sistematsku jedinicu. Moguće je da ovo upućuje na problem povezan sa botaničkim sistematiziranjem vrsta iz roda *Dendrobium* gdje ne postoje jasne odrednice prema kojima bi uopće bilo moguće odrediti jasne morfološke granice za pojedine botaničke vrste. To je posljedica visoke morfološke raznolikosti i niza prijelaznih oblika, te nejasnih granica između različitih vrsta unutar roda *Dendrobium*.



Slika 1. Shematski prikaz taksonomske pripadnosti *Dendrobium*

Izvor: <http://bioweb.uwlax.edu>

Slijedom navedenoga, rod *Dendrobium* dijeli se na pojedine sekcije, a neke od značajnih za oplemenjivački rad su *Phalaenanthae*, *Spatulata* (poznatija kao *Ceratobium*), *Formosae* (ili *Nigrohirsutae*), *Latourea*, *Callista* i istoimena sekcija *Dendrobium* (Schelpe i Stewart, 1990.; prema Kuehnle, 2007.), od kojih su u kreiranju novih sorata za uzgoj cvjetnih vrsta za rez, kao

i za uzgoj lončanica najznačajnije upravo sekcije *Phalaenantha* i *Ceratobium* (Kuehnle, 2007.) Međutim, sistematika orhideja unutar roda *Dendrobium* je kao i za čitavu porodicu *Orchidaceae*, također vrlo složena i često podložna revidiranju i promjenama, a jedan od primjera revizije sistematske klasifikacije daje Cribb (1986.) na primjeru sekcije *Spatulata* koja obuhvaća 46 vrsta rasprostranjenih u najvećem dijelu Indonezije, na Filipinima i Novoj Gvineji, Australiji i pacifičkim otocima, pri čemu opisuje novu vrstu *D. brevimentum* s Molučkih otoka. Ovaj autor navodi introdukciju kao točku u kojoj nastaju problemi u identifikaciji vrsta, a zatim i registraciji novonastalih hibrida. Introdukciju iz prirode za daljnji uzgoj i križanje često provode kolekcionari i rasadničari koji mogu pogrešno identificirati vrstu koju su introducirali, što dalje stvara probleme uzgajivačima i botaničarima, a u slučaju hibridizacije problemi nastaju i za registar hibrida orhideja kojeg vodi *Royal Horticultural Society*, a koji prilikom registracije mora navesti porijeklo, tj. roditeljske vrste od kojih je kreiran interspecijes hibrid. Autor daje opsežnu analizu morfoloških svojstava vrsta iz sekcije *Spatulata*, ali i poziva na oprez u identifikaciji budući da je između pojedinih vrsta teško definirati jasne morfološke granice.

Probleme u identifikaciji, atribuciji i klasifikaciji uslijed nejasnih morfoloških granica između različitih vrsta, kao i složenost koncepta vrste koji je naročito izražen kod orhideja spominje i Delforge (2006.). Složenost koncepta vrste proizlazi od velikog broja vrsta koje je zapravo jako zahtjevno sistematizirati, i to radi nejasnih granica koje su postavljene između vrsta, radi mnogih nepoznatih činjenica, kao i otkrivanja novih činjenica koje postojeću sistematiku mogu izmijeniti. Autor navodi probleme aktualne sistematizacije i koncepta vrste koji često počivaju na arbitrarnosti i teže pojednostavljivanju, ne uzimajući u obzir stvarnu biološku povezanost između pojedinih vrsta. Odnosno, autor tvrdi da postojeće publikacije o orhidejama ne definiraju koncept vrste na kojem se zasniva njihova klasifikacija, pa se pojam "vrste" svodi na arbitrarnu "jedinicu pogodnosti" pridodanu elementima flore u prirodi bez pravog i objektivnog uporišta zasnovanog na znanstvenom uočavanju. Autor navodi primjer definicije vrste kao biološkog pojma koji vrstu definira kao skup organizama koja je sposobna međusobno se razmnožavati, ali je reproduktivno izolirana od druge grupe organizama. Ovakva definicija, međutim, dolazi u pitanje kad su posrijedi orhideje budući da kod orhideja postoji visoki stupanj interspecijes hibridizacije u kojoj nastaju hibridi koji i dalje posjeduju, tj. zadržavaju reproduktivnu sposobnost. Autor navodi da je najbolja klasifikacija vrsta (sistematika) ona koja je sukladna stvarnoj filogenetskoj povezanosti između vrsta. Sistematika se može zasnivati na filogenetskim vezama, na morfološkim parametrima ili na geneološkim istraživanjima genetskih sličnosti između organizama, ali niti jedan od ovih metoda nije zadovoljavajuća. Kod mnogih vrsta, a izrazito kod orhideja, evolucijski proces je stupnjevit, proces nastanka vrsta je dugotrajan, a gotovo je nemoguće definirati jasne granice između različitih vrsta. Korištenje brojnih kemijskih, molekularnih, enzimatskih i genetskih tehnika u istraživanju srodnosti orhideja često daju kontradiktorne rezultate koji nisu uvijek ponovljivi. Pojedini istraživači daju prednost određenoj molekularnoj tehnici koju su sami koristili, pri čemu zanemaruju realna morfološka svojstva, ali prema Delforgu (2006.) ovakve zamke je potrebno izbjeći. Autor zaključuje da je posao u sistematizaciji i klasifikaciji neprekidni rad koji dovodi do privremenih zaključaka, posebno u današnje vrijeme strelovitog napretka znanosti.

Preostali rodovi su također brojni i botanički zanimljivi, a također se koriste kao ornamentalne vrste, iako ne u tolikoj mjeri poput roda *Dendrobium* koji je komercijalno najzanimljiviji. To je u prvom redu rod *Phalaenopsis*, zatim rodovi *Vanda*, *Anthogonium*, *Aerides* i *Paphiopedilum*, barem kad je u pitanju uzgoj u Indiji (Nageshwara Rao, 2006.) koja i jest jedna od glavnih zemalja proizvođača, kao i centar bioraznolikosti. Za proizvodnju lončanica značajan je rod *Cymbidium*, kao i rodovi *Dendrobium* i *Phalaenopsis* (Ichihashi, 1997.).

Morfološka i ekološka svojstva orhideja

Postoji nekoliko osnovnih morfoloških karakteristika koje vrijede za sve orhideje, pa tako i za vrste orhideja iz roda *Dendrobium*. Prije svega, mnoga svojstva dijele s ostalim monokotiledonama kao što sjemenka sastavljena od samo jednog kotiledona koji se razvije tijekom klijanja, paralelna nervatura listova, dijelovi cvijeta višekratnici broja tri, provodni elementi raspodijeljeni po presjeku čitave stabljike i dr. Ostala karakteristike koje vrijede za orhideje su sljedeće (Arditti, 1984.; Dressler, 1993.; Kurzweil i Kocyan, 2002.):

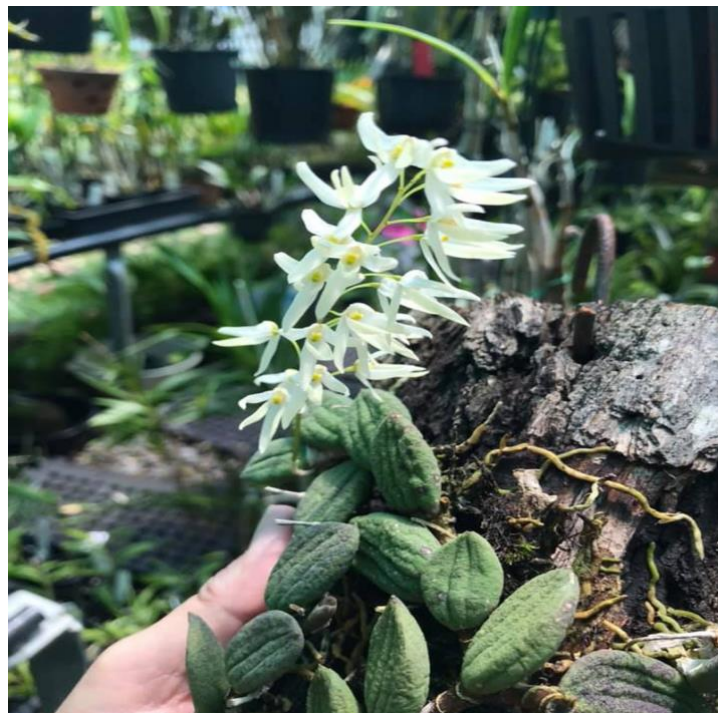
1. Prašnici svih vrsta orhideja nalaze se s jedne strane cvijeta i nisu simetrično posloženi. Kod većine orhideja samo je jedan prašnik fertilan.
2. Prašnik i tučak su kod manjeg broja vrste djelomično, a kod većine vrsta potpuno srasli i tvore jedinstvenu strukturu, "stup" (*gynostemium*). Onaj jedan fertilni prašnik nalazi se blizu ili na samom vrhu "stupa".
3. Sjemenke su vrlo sitne i brojne, osim kod najprimitivnijih vrsta orhideja koje su nešto krupnije, ali ih i dalje treba smatrati sitnijima u usporedbi sa sjemenkama većine drugih biljnih vrsta.
4. Cvjetovi obično imaju "usnu" ili *labellum*, a to je jedna od tri latice, tj. dio unutarnjeg segmenta cvijeta (*perianth*), koja se nalazi nasuprot fertilnom prašniku. *Labellum* se morfološki, svojom veličinom i izraženim bojama bitno razlikuje od preostale dvije latice pa je zato i dobio poseban naziv.
5. Tzv. resupinacija (*resupination*) je jedinstvena pojava kod orhideja, a rezultat je zaokreta "stupa" (*gynostemium*) prilikom njegova rasta. *Gynostemium* je u stadiju pupa smješten ispod, tj. s donje strane *labelluma*, ali kako se cvijet otvara dolazi do zaokreta i promjene pozicije *gynostemiuma* i *labelluma*, pa izgleda kao da se *labellum* nalazi s donje strane, ispod tučka i prašnika. Ovo okretanje (torzija) za 180° uzrokovano je gravitacijom, budući da je *labellum* relativno velik i težak.

Prema staništu, odnosno mjestu rasta orhideje mogu biti epifitne (epifiti) ili terestrijalne. Epifitne orhideje su one koje rastu na stablima, hranjive tvari uzimaju iz organskih ostataka na kori stabala, a vlagu pomoću zračnog korijenja (Slika 2.). Zračno korijenje je obloženo posebnim spužvastim epidermalnim tkivom (*velamen roots*) koje služi za apsorpciju vlage iz zraka (Peak i Murthy, 2002.) koji je na tropskim staništima epifitnih orhideja redovito visokozasićen vlagom. Ovakve orhideje ujedno imaju zadebljale listove koji im omogućuju skladištenje relativno velike količine vlage u lisnom tkivu. Terestrijalne orhideje rastu na tlu, obično na vlažnim ili mokrim staništima (Slika 3.). Orhideje iz tropskih područja su najčešće epifitne, dok su vrste orhideja iz umjerenih pojasa najčešće terestrijalne. Osim epifitnih i terestrijalnih orhideja, postoje i litofitne vrste orhideja koje rastu na kamenim i stjenovitim staništima, izravno na stijenama, a postoje i saprofitne vrste koje rastu na organskoj masi koja se raspada. Prema načinu rasta orhideje mogu biti monopodijalne, što znači da glavna stabljika nastavlja s rastom iz godine u godinu i daje cvat na vrhu, ili simpodijalne kod kojih svake vegetacijske sezone iz korijena izraste više novih izboja od kojih svaki na vrhu generira cvat.



Slika 2. Rast epifitne orhideje na drveću u Nepalu

Izvor: <https://www.nepalitimes.com>



Slika 3. Rast terestrijalne orhideje *Dendrobium numentii*

Izvor: <https://www.orchidroots.com>

Budući da u porodicu orhideja ulaze mnogobrojni rodovi i vrste, one imaju i morfološki različite tipove korijenja. Korijenje može biti adventivno, može biti debelo, mesnato i gomoljasto. Neke vrste orhideja imaju zračno ili puzajuće korijenje. Stabljika je erektivna, ponekad puzajuća, jednogodišnja kod terestrijalnih orhideja, a višegodišnja kod epifitnih formi. Stabljika izbija iz zadebljalog rizoma kao modificirane stabljike ili iz pseudolukovica i po sebi

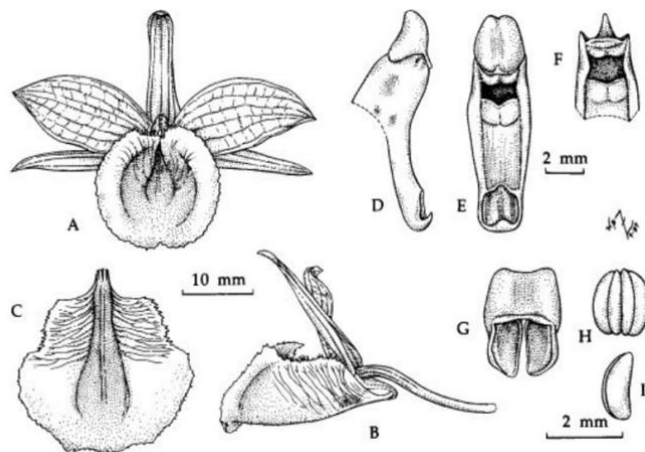
ima zračno korijenje koje služi za asimilaciju iz zraka (Slika 4.). Listovi se na stabljici redaju alternativno, rjeđe nasuprotno. Mesnati su i linearni do ovalni i spiralno izlaze iz stabljike. Kod nekih saprofitnih vrsta postoje listovi bez klorofila, a kod nekih vrsta postoji samo jedan list po izboju (stabljici).



Slika 4 . Pseudobulbe *Dendrobium lindleyi* iz koje svake zasebno raste list

Izvor: <https://hort.extension.wisc.edu>.

Cvijet je među bitnijima organima orhideja radi generativne reprodukcije (Slika 5.). Cvijet varira u boji, veličini i obliku. Cvat je obično pojedinačan - šiljast ili skupljen u grozd. Kod orhideja cvjetni omotač ima 6 cvjetnica. Vanjske tri čine čašku, dok unutarnje tri čine vjenčić. Dvije unutarnje cvjetnice su bočne odnosno krilne, dok preostala jedna je uvijek veća i čini *labellum* odnosno usnu. *Labellum* se nalazi na prednjoj strani cvijeta usred okretanja tj. resupinacije donjeg jajnika za 180 °. Kod nekih vrsta, *labellum* je još više izdužen i na taj način formira vrećicu za skupljanje nektara. Androceji čine dvije srasle bočne prašnice ili jedan završni prašnik. Prašnik čini skup gineceja koji tvori koloniju. Peludna zrna mogu biti povezana zajedno sa viskoznom tvari te ih tak spojene nazivamo polinija. Kod nekih orhideja jedan par polinija su povezani žlijezdom ili malim tijelom spojeni sa dva štapića koje nazivamo kaudikula. Sjeme im jednospermično koji se prenosi vjetrom.



Slika 5. Cvijet *Dendrobium aphyllum*. A) Prednja strana cvijeta B) Bočna strana cvijeta bez čašnog listića i latica C) Usna (*Labellum*) D) E) Stupac sa bočne i trbušne strane F) vrh stupca bez polinije i prašnika G) prašnik H) I) polinija, bočna i trbušna strana

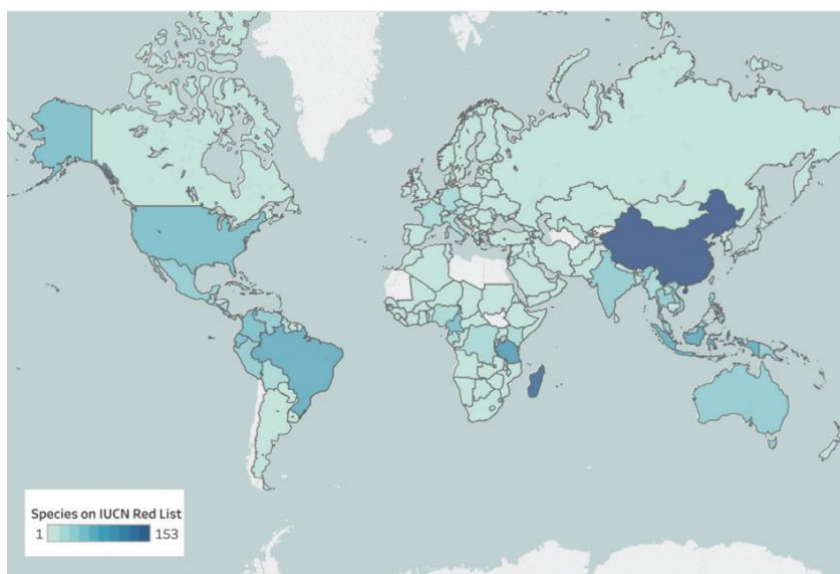
Izvor: Dressler L. (1993.) - Phylogeny and Classification of the Orchid family

Poznavanje morfoloških svojstava orhideja u svrhu oplemenjivačkog rada je izrazito važno kao korak predoplemenjivačkog procesa, što su prikazali Hartati i sur (2021.) na primjeru nekoliko vrsta iz roda *Dendrobium* na prirodnim staništima u Indoneziji (sjever Sumatre, Java, Kalimantan i Papua). Poznavanje i detaljan opis najvažnijih morfoloških svojstava je osnova za postavljanje parova genotipova koji imaju potencijal u prenošenju svojih svojstava na novi genotip koji bi odgovarao ideotipu sorte. Ideotip sorte je pojam koji se odnosi na zamišljeni genotip nove (hibridne) sorte koja bi iz bilo kojeg aspekta mogla biti zanimljiva za tržište, što znači da taj zamišljeni ideotip predstavlja rješenje za neki problem u proizvodnji ili jednostavno predstavlja neki novi, zanimljiv morfološki oblik koji može naići na pozitivan odgovor kod kupaca, što opet predstavlja potencijal za komercijalizaciju kod proizvođača i promet u trgovačkoj mreži. Hartati i sur. (2021.) su na temelju 20 morfoloških svojstava, poput dužine, širine i debljine listova, dužine, širine i debljine pseudogomolja, kao i nekoliko svojstava koja se odnose na dimenzije latica, dužinu i debljinu cvatne stapke, broj cvjetova po stapci i trajanje cvjetanja odredili koeficijente različitosti između pojedinih vrsta, s pretpostavkom da je vrste s nižim koeficijentom različitosti koje su međusobno sličnije biti lakše koristiti za interspecijes hibridizaciju, jer ako su morfološki sličniji to znači da su i genetski sličniji. Veća genetska sličnost između vrsta je ujedno i pretpostavka za veći uspjeh interspecijes hibridizacije na kojoj se često zasniva oplemenjivački rad kod orhideja.

Bioraznolikost, rasprostranjenost i genetski izvori orhideja

Bioraznolikost kao izvor genetske raznolikosti i varijacija primjenjivih u stvaranju novih genotipova, a zatim i poznavanje genetskih mehanizama svojstvenih orhidejama jesu osnova svih oplemenjivačkih aktivnosti koje su kod orhideja vrlo složene. Tome je tako već i zbog same širine raznolikosti svojstava, oblika i svih morfoloških karakteristika prisutnih unutar roda *Dendrobium*. Tokom zadnjih desetljeća napisane su brojne monografije o orhidejama iz svih mogućih krajeva svijeta, posebno iz onih krajeva u kojima orhideje čine visoki i značajan udio u ukupnoj bioraznolikosti. Na primjer Delforge (2006.) opisuje morfološka svojstva i sistematiku najzastupljenijih vrsta i rodova orhideja na prirodnim staništima u Europi, na Bliskom istoku i Sjevernoj Africi. Monografija je izvorno objavljena na francuskom, a na engleski je prevedena u gore navedenom izdanju. Na sličan način Stewart i Hennessy (1981.) opisuju orhideje rasprostranjene na afričkom kontinentu, a u samom uvodu monografije o afričkim orhidejama navodi da su orhideje u Africi bitno različite od onih u Evropi, Aziji i Americi, a da se razlike nalaze u detaljima koji su toliko brojni da ih čovjekov um (pa i uz pomoć kompjutera) ne bi mogao zamisliti, niti kreirati. Dressler (1993.) daje pregled rodova i vrsta rasprostranjenih u Kostariki i Panami, dvije srednjoameričke zemlje s vrlo visokom razinom evidentirane bioraznolikosti biljnog svijeta. Povezano s bioraznolikošću i brojnošću rodova i vrsta orhideja, značajan je i problem nomenklature i imenovanja pojedinih taksonomskih jedinica, odnosno značenja pojedinih naziva, što su opisali Schultés i Pease (1963.). Oni opisuju značenja brojnih vernakularnih (izvornih, narodnih) i znanstvenih naziva rodova orhideja. Za rod *Dendrobium* navodi značenje paralelno značenju naziva *Epidendron*, što se u značenju odnosi na epifitnu biljku koja "živi na stablima".

Dressler (1993.) navodi da su orhideje kozmopolitske biljke čija rasprostranjenost seže od sjevera Švedske i Aljaske na sjeveru do Ognjene zemlje i otoka Macquarie na dalekom jugu svijeta, tek nešto više iznad južne geografske polarnice a dosta južnije od Australije. U svojoj knjizi daje shemu rasprostranjenosti najvažnijih rodova orhideja, uključujući i rod *Dendrobium* koji je izvorno rasprostranjen u Indiji, Indokini i jugoistočnoj Kini, u čitavoj Indoneziji, na zapadnopacifičkim otocima (Papua, Solomonski otoci, Fidži, Nova Kaledonija), uzduž istočne obale Australije, na Tasmaniji i Novom Zelandu. Bioraznolikost i rasprostranjenost orhideja, uključujući i *Dendrobium* je u svakom slučaju najveća u tropskoj zoni, i to u krajevima s visokim godišnjim padavinama, a najviše ih je u područjima sa više od 2500 mm oborina godišnje, ali ne i na trajno mokrim staništima (Slika 6.). U tropskim krajevima Srednje Amerike orhideje su najzastupljenije u područjima između 1000 i 2000 metara nadmorske visine. U tropskim krajevima najzastupljenije su epifitne orhideje, pa je zabilježen slučaj čak 47 vrsta epifitnih orhideja na jednom jedinom stablu u Venezueli (Dunsterville, 1961.). Orhideje nisu prisutne jedino u ekstremnim pustinjским predjelima, iako pojava pojedinih vrsta unutar oaza nije isključena.



Slika 6. 153 autohtonih vrsti orhideja u svakoj zemlji procijenjen od strane IUCN (International Union for Conservation of Nature)

Izvor: Orchid trade BJLS

Brojnost različitih rodova i vrsta orhideja značajnih u primjeni, a ujedno i značajnih za opću bioraznolikost istražili su Molnár i sur. (2021.) i to na zanimljivom primjeru staništa, na više desetaka groblja u Azerbejdžanu, uz pretpostavku da groblja mogu biti mjesta *ex situ* konzerviranja vrsta orhideja koje su se adaptirale na klimatske prilike u Azerbejdžanu. Autori su se koristili logikom pretpostavke da groblja mogu biti svojevrstni "rezervati" u kojima su ostale sačuvane rijetke i ugrožene vrste orhideja, što su svojim istraživanjem i potvrdili. Unutar 37 groblja u Azerbejdžanu detektirali su 28 taksona orhideja od kojih su pojedine vrlo ugrožene, poput vrste *Himantoglossium formosum*, ili rijetke vrste poput *Orchis adenocheila*, ali i vrste *Epipactis turcica*, čije postojanje do tada nije nikada bila utvrđeno u Azerbejdžanu.

Principi oplemenjivanja i oplemenjivačke tehnike u kreiranju novih sorata orhideja iz roda *Dendrobium*

Stvaranje novih sorata temelji se na interspecijes hibridizaciji između različitih vrsta iz roda *Dendrobium*. Pojam "sorta" ovdje je vrlo rastegnut jer se ne odnosi na klasični pojam sorte unutar jedne vrste, odnosno populacije biljaka koje se barem u jednom svojstvu razlikuje od druge sorte i koja ta svojstva prenosi na potomstvo. Ovdje se pojam "sorta" odnosi na mnogobrojne hibride između različitih vrsta orhideja koje su po svojim svojstvima, obliku i boji cvijeta, dimenzijama čitavog habitusa, kao i dinamikom vegetacije zanimljive za uzgajivače i prodaju. Povijesni prikaz hibridizacije i propagacije orhideja dao je Arditti (1984.) u obimnom historijskom pregledu koji seže više od 200 godina unatrag, na sam kraj XVIII stoljeća (1799.) kada datira prvi zapis o ručnoj hibridizaciji orhideja koju je proveo njemački botaničar J.K. Wachter, pa sve do 1960. kada je opisana prva *in vitro* propagacija orhideja koju je u Francuskoj proveo G. Morel koristeći tehnike razvijene u SAD za *Tropaeolum* (dragoljub) i *Lupinus* (lupina). Ovaj autor opisuje i poteškoće i pokušaje prevladavanja poteškoća s klijanjem sjemena koje se mogu nadvladati mikorizom i metodama nesimbiotske germinacije.

Prema Northen (1990.) vrste iz roda *Dendrobium* moguće je svrstati u dvije kategorije, prema zahtjevima za toplinom i vlagom koje su im potrebne za zametanje cvjetova i koje određuju dinamiku vegetacije. Jedna kategorija obuhvaća vrste kojima je potrebna visoka temperatura s noćnom temperaturom iznad 16°, a u tu grupu spadaju vrste poput *D. discolor*, *D. gouldii*, *D. phalaenopsis*, *D. bigibbum* i *D. antennatum*. Dinamiku vegetacije, u prvom redu cvatnje, kod ove grupe može se regulirati dodavanjem ili reduciranjem vlage. Nakon što je došlo do iniciranja cvata, moguće je reducirati vlagu, pa se cvatnja usporava. Druga, "hladna" grupa obuhvaća vrste kojima su optimum niže noćne temperature (oko 10°C - autorica ne navodi je li to prosječna ili minimalna noćna temperatura). Neke od vrsta iz ove grupe su *D. parishii*, *D. densiflorum*, *D. lindleyi*, *D. anosmum* i *D. chrysotaxum*. Ove vrste imaju period mirovanja kada zahtijevaju manje vlage i prihranjivanja u uzgoju. Ovaj period mirovanja ih čini manje pogodnima za cjelogodišnji uzgoj pa se zato u križanjima više koriste vrste iz one prve grupe ("tople" grupe) koja ima zahtjeve za višim temperaturama, budući da vrste iz te grupe imaju genetski potencijal za sorte cjelogodišnje vegetacije i dugačkog razdoblja cvatnje.

Vrste iz roda *Dendrobium* su stranooplodne s entomofilnim mehanizmom oprašivanja (Arditti, 1992.) i visokim potencijalom interspecijes hibridizacije. Pregled vrsta, odnosno njihovu međusobnu kompatibilnost u križanjima daju Kamemoto i sur. (1999.). Vrste iz sekcije *Callista* imaju nisku kompatibilnost sa vrstama iz drugih sekcija, ali i međusobno, unutar sekcije. Komercijalna proizvodnja orhideja lončanica, na primjeru Tajlanda i jest poprimila zamah sredinom 1970.-ih godina s interspecijes hibridima, i to uzgojem hibridne sorte (interspecijes "vrste") francuskog porijekla 'Pompadour' koja se botanički označava kao (*Dendrobium* Louis Bleriot x *Dendrobium phalaenopsis*) (Slika 8). Sorta 'Pompadour' je nastala još 1934. (Kuehnle, 2007.), i poznat je njezin pedigre, što se navodi i u njezinom punom botaničkom nazivu, a znači da je nastala kao križanac interspecijes hibridne sorte 'Louis Bleriot' i vrste *D. Phalaenopsis* (Slika 7.). Moguće je pratiti i pedigre sorte 'Louis Bleriot', i to na web stranici neprofitne organizacije *Orchid Roots* (www.orchidroots.com), koja je nastala nekoliko

godina ranije (1929.) kao rezultat križanja između *D. bigibbum* var. *schroederianum* (majčinska biljka, eng. *seed parent*) i *Dendrobium x superbiens* koji je očinska biljka, tj. donor polena (eng. *pollen parent*). Ovaj izvor navodi i daljnje porijeklo u smislu donora polena, pa kao "djedovske" vrste (eng. *pollen grandparents*) navodi vrste *De bigibbum* i *Den. discolor*. Slijedom toga, sorta 'Louis Bleriot' ima po 25% genoma od *Den. bigibbum* i *Den. discolor* i 50% genoma porijeklom od *Den. bigibbum* var. *schroederianum*. *Dendrobium* Pompadour (sorta se označava i kao *D. Pompadour* ili *Den. Pompadour*) je tetraploidna sorta čiji kromosomski sklop se sastoji od tri kromosomske garniture iz vrste *D. phalaenopsis* (PPP) i jedna kromosomska garnitura od vrste *Den. discolor* (C), pa se ovakva genomska konstitucija označava kao PPCC. Velika slova abecede označavaju botaničku sekciju iz koje potječe genomska garnitura: *Phalaenanth* (P), *Ceratobium* (C), *Latourea* (L) i *Eugenanthe* (E). Tako na primjer sorta 'Lynne Horiuchi' ima genom sastava PPL (Kuehnle, 2007.), što znači da je riječ o triploidu s dva genoma porijeklom od sekcije *Phalaenanth* i jednim genomom iz sekcije *Latourea*. Na sličan način se označavaju i genomske sastavi drugih sorata nastalih u interspecijes križanju vrsta iz ovih nekoliko botaničkih sekcija roda *Dendrobium*.



Slika 7. *Dendrobium* Pompadour

Izvor: <https://www.orchids.org/>

Slično kao što je tajlandska proizvodnja orhideja lončanica zasnovana na sorti 'Pompadour', tako je i havajska proizvodna orhideja, ali kao rezanog cvijeća zasnovana na sorti 'Jaquelyn Thomas' (*D. Jaquelin Tomas*), križancu *Den. phalaenopsis* x *Den. gouldii* kreiranom u 1970.-im godinama na Havajskom sveučilištu (Kamemoto i sur., 1999.) i ima genomsku kombinaciju PPCC (Kuehnle, 2007.). Kasnije je nastalo više drugačijih hibridnih kombinacija, ali u pedigreu najvećeg broja novih sorata genetska osnova sorte 'Jaquelyn Thomas' sudjeluje u značajnom udjelu, pa se govori o hibridima tipa Thomas (eng. *Thomas-type hybrids*) koji su svi tetraploidne genomske konstitucije PPCC.

Barijera samooplodnji je kod *Dendrobiuma* (i drugih orhideja) uvjetovana morfološkom građom cvijeta, a prirodni put stranooplodnje je moguć putem entomofilije. Samooplodnja nije moguća zbog same građe cvijeta koja predstavlja barijeru. Stoga, prilikom kontrolirane

hibridizacije nije potrebno provoditi emaskulaciju jer cvijet ionako ne može biti oprашen vlastitim polenom (Kuehnle, 2007.), i to unatoč tome što barijera samooplodnji nema fiziološko-genetski karakter (poput S-alela kod porodice *Rosaceae*, jabuka, šljiva i trešanja, nego je uvjetovana samo morfološkom građom. Oprашivanje, a onda i stranooplodnja je u prirodnim uvjetima moguća entomofilnim putem. Pojam stranooplodnje, kad je u pitanju prirodno oprашivanje entomofilijom, ipak se ne odnosi samo na interspecijes hibridizaciju, iako ona nije isključena, nego se odnosi na oprашivanje unutar iste vrste, ali polenom drugačije genetske konstitucije. Prirodna interspecijes hibridizacija je moguća i u prirodi, a opis jednog takvog hibrida, premda ne iz roda *Dendrobium* nego iz roda *Prosthechea* pronađenog u središnjoj Gvatemali dali su Mó i sur. (2014.). Entomofilna stranooplodnja ipak ne isključuje mogućnost samooplodnje u vidu kleistogamije, tj. samooplodnje koja se u određenim okolnostima može dogoditi unutar zatvorenog cvjetnog pupa (Kamemoto i sur., 1999.).

Kad se provodi kontrolirana hibridizacija samo se štapićem na tučak majčinske biljke (*seed parent*) nanese polen prethodno sakupljen sa očinske biljke (*pollen parent*), a oprашeni cvijet se označi tako da se jednostavno makne razmjerno veliki *labellum*. Upravo ručna, kontrolirana hibridizacija između različitih (kompatibilnih) vrsta iz roda *Dendrobium*, koju provode hortikulturni tehničari koji su dobro ovladali vještinom sakupljanja polena i križanjem, te stekli potrebno iskustvo je najučestalija tehnika oplemenjivanja kod orhideja (referenca).

Vrlo napredan, ali i u struci dobro razglašen program oplemenjivanja orhideja koji je do danas već stekao višedesetljetnu tradiciju vodi se na Sveučilištu Havaji (*University of Hawaii*) (Amore, 2011.; Kamemoto i sur., 1999.). Taj program koji obuhvaća rodove *Dendrobium* i *Anthurium* započeo je kao hobistički uzgoj orhideja u dvorištima i vrtovima, a prerastao je u ozbiljnu poslovnu operaciju i dio je ciklusa uzgoja i proizvodnje orhideja kao važne gospodarske grane unutar sektora hortikulture na Havajima, a svakako najvažniju granu unutar proizvodnje ornamentalnih vrsta.

Postavljanje ideotipa sorte jest bitan korak u postavljanju strategije oplemenjivanja i odabiru roditelja. Za postavljanje (definiranje) ideotipa sorte potrebno je poznavati sva biološka svojstva vrste s kojom se radi, ili u slučaju orhideja, čitavog roda (*Dendrobium*). Ideotip sorte je zapravo "skica" ili osnovni "nacrt" sorte koji podrazumijeva glavna svojstva na koja se oplemenjivački rad mora fokusirati. Kod orhideja iz roda *Dendrobium* to je kompaktni rast, što vrijedi posebno za orhideje koje se uzgajaju kao lončanice. Kamemoto i sur., (1999.) navode još nekoliko važnih karakteristika koje moraju - ako ne sve, onda većina njih - biti uključene u ideotip sorte:

1. Privlačne, uspravne ili blago zavijeni cvjetni izboj;
2. Dugo trajanje cvatnje;
3. Najmanje dva cvjetna izboja;
4. Najmanje dva perioda cvatnje u godini;
5. Uspravni pseudogomolji;
6. Višestruki pseudogomolji;

7. Zeleni i zdravi listovi.

Postavljanje ideotipa sorte mora se zasnivati i na dugoročnom strateškom promišljanju, tj. mora uzeti u obzir gotovo sve aspekte proizvodnje, tehnologije i tržišta kako bi se za jedno duže vrijeme iskoristio pun potencijal cjelokupnog roda *Dendrobium*. To je i zato što neke postojeće kombinacije križanja mogu biti upotrijebljene u jednoj dugoročnoj vremenskoj perspektivi kroz duži niz godina. Ideotip, jednako kao i cilj oplemenjivanja sorte mora biti postavljen u uskoj suradnji sa proizvođačima, pa je u njegovom postavljanju bitna uska komunikacija sa krajnjim proizvođačima, ali i potrošačima. U ovom cilju mogu pomoći i ankete, pa Kuehnle i sur. (2003.) (prema Kuehnle i sur., 2007.) navodi jednu takvu anketu u kojoj proizvođači navoda sva bitna svojstva na koja bi se trebao fokusirati ideotip sorte. Prema anketi, boja cvijeta bi trebala biti boja lavande, bijela ili ružičasta, oblik cvijeta bi trebao biti u tipu *Phalaenopsis* ili u tipu *Thomas*, sa najmanje dva cvjetna izboja, a kompaktni rast, kao i vrijeme i dužina cvatnje trebali bi se moći regulirati ili genetskom osnovom ili regulatorima rasta, pri čemu proizvođači ipak daju značajnu prednost genetskoj osnovi. U ovome se vidi važnost izbora kvalitetnog genetskog polazišta, tj. postojanje adekvatnih genetskih resursa u kreiranju novih interspecijes hibrida, kao i botanike i oplemenjivanja bilja kao najvažnijih stručnih i znanstvenih disciplina u postizanju zadanog cilja. Slijedom analize ankete oplemenjivački program na Havajskom sveučilištu postavio je smjernice za svoj daljnji rad u stvaranju novih hibridnih sorata orhideja iz roda *Dendrobium*. Za postizanje genetski uvjetovane minijaturizacije utvrđeno je nekoliko roditelja koji nose takvu genetsku osnovu (*D. carronii*, *D. canaliculatum*, *D. phalaenopsis* var. *compactum*, *D. bigibbum* var. *compactum*, i sorta *D. 'Mini Gemi'*). Sve ove sorte zadovoljavaju i zahtjeve za bojama cvijeta (ljubičasto, roza, bijelo i žuto). Ipak, još uvijek se premalo zna o fiziološkoj i genetskoj osnovi koja utječe na ciklus cvatnje koji bi omogućuju raniji ulazak u fazu cvatnje i duže trajanje cvatnje, što je sa stanovišta krajnjeg kupca jedno od najvažnijih svojstava.

Suvremena dostignuća u genetici i molekularnoj biologiji otvaraju prostor i za nove tehnike molekularnog oplemenjivanja, počev od elementarne analize genoma pomoću genetskih molekularnih DNA markera, preko procjene genetske raznolikosti, filogenetskih analiza i genetskog mapiranja, pa eventualno sve do genetskih modifikacija. Primjenom ovih tehnologija moguće je nadvladati pojedine barijere i poteškoće koje su karakteristične za klasični pristup oplemenjivanju (seksualna hibridizacija, selekcija, korištenje poliploidije). Sažeti pregled molekularnog oplemenjivanja dale su Unni M i Thomas (2022.) uključujući i relativno nov pristup genetskim modifikacijama, tzv. editiranje genoma (*genome editing*) koji podrazumijeva genske insercije, translokacije, delecije i manipulacije, ali unutar genoma jedne vrste, ne i unošenje genskih fragmenata iz drugih vrsta, kao što je to slučaj kod stvaranja transgenih biljaka. Tehnikom genskog editiranja na sorti *Dendrobium* Sonia 'Earsakul' i supresijom gena odgovornih za sintezu antocijanina, a time i boju cvijeta, Ratanasut i sur (2014.) uspjeli su promijeniti boju cvijeta navedene sorte. Osim boje cvijeta, molekularno oplemenjivanje otvara perspektivu i za oplemenjivanje s ciljem stvaranja genotipova tolerantnih ili otpornih na pojedine mikroorganizme, poput mozaičnog virusa (*Cymbidium Mosaic Virus*) ili druge patogene organizme koji mogu napraviti štetu u fazi rasadničarske proizvodnje ili u kasnijim stadijima, tijekom transporta i distribucije.

Djelatnost oplemenjivanja orhideja može biti podložna krađi novih sorata, i to putem zelenih dijelova novostvorenih hibrida (Yam i Arditti, 2017.), tj. dijelova biljke koji sadrže meristem i moguće ih je iskoristiti za propagaciju. To se događa kada oplemenjivači i uzgajivači (jer često i sami uzgajivači stvaraju nove hibride) predaju biljni materijal za propagaciju vanjskim kućama, tj. vanjskim poslovnim partnerima i poslovnim subjektima koji se bave *in vitro* propagacijom iz usluge. Krađa ovakvog materijala je čest slučaj s hibridima koji najviše obećavaju u komercijalnoj proizvodnji. Tada se može dogoditi da takvi poslovni subjekti na neetičan i nelegalan način bez licence dalje umnažaju ove (ukradene) hibride i na taj način stvaraju nelegalnu konkurenciju izvornim uzgajivačima. Primjena molekularnih markera karakterističnih za pojedine sorte svojevremeno se činila obećavajućom tehnologijom u zaštiti oplemenjivačkih prava (Chen i sur., 1994.), ali ovaj pristup s vremenom ipak nije zaživio.

Propagacija orhideja iz roda *Dendrobium* i proizvodnja za tržište

Komercijalna proizvodnja orhideja iz roda *Dendrobium*, a slično je i s preostalim ornamentalnim rodovima, ima dvije faze. Prva faza je rasadničarska proizvodnja mladih biljaka (sadnica), najčešće pomoću kulture tkiva (Slika 9.). Druga faza je presađivanje sadnica u uzgojne posude i uzgoj do cvatnje, kada su biljke spremne za distribuciju krajnjim kupcima (Slika10.).



Slika 8. Kultura tkiva orhideja

Izvor: /www.plantcelltechnology.com



Slika 9. Uzgoj orhideja sve dok nisu spremne za distribuciju

Izvor: <https://www.plantationsinternational.com>

Proizvodnja orhideja za tržište u svijetu je doživjela svoj porast nakon usvajanja, a kasnije i stalnog usavršavanja tehnika *in vitro* meristemske propagacije, od 70.-ih godina do danas, odnosno u drugoj polovini 20. stoljeća (Johnson, 2010.). Kao što je rečeno u uvodu, među najvažnije (rasadničarske) proizvođače orhideja spadaju tropske zemlje poput Tajlanda i Filipina, koje osim bogate bioraznolikosti kao izvora genetske varijabilnosti za hibridizaciju, ujedno još uvijek raspolažu i sa jeftinijom radnom snagom koja je značajan faktor troškova

proizvodnje u *in vitro* propagaciji orhideja. Ove zemlje su najveći svjetski proizvođači orhideja *in vitro* koji se na tržište do krajnjih komercijalnih uzgajivača distribuiraju u "bocama" (tzv. *flasked plants*) (Kuehnle, 2007.). Propagacija *in vitro* provodi se iz lateralnih ili apikalnih pupova koji u kulturi tkiva proliferiraju u tijelo slično tzv. protokormu (eng. *protocorm-like body*) koje je po obliku slično pravom protokormu koji se razvija iz sjemena, iako je nastalo iz eksplantata vršnih pupova. Po jednoj boci može biti više desetaka biljaka namijenjenih daljem presađivanju (Slika 11.).



Slika 10. Uzgoj orhideja u staklenci

Izvor: <https://westernorchids.com.au>

Iako je *in vitro* meriklonalna propagacija (kloniranje meristemskog tkiva) dominantni pristup u proizvodnji orhideja, komercijalni interspecijes hibridi iz roda *Dendrobium* se, osim umnažanja *in vitro* mogu umnažati i sjemenom, ali to vrijedi ekskluzivno za havajske hibride (Kuehnle, 2007.). Prednost umnažanja sjemenom je u tome što biljke proizvedene na taj način imaju status *virus free* budući da se sjemenom najvažniji virus orhideja (*Cymbidium Mosaic Virus*) ne može širiti. Međutim, propagacija sjemenom nije jednostavna jer zahtijeva aseptičke uvjete i posebne protokole, a za germinaciju (klijanje) se koriste posebno pripremljeni mediji pa proizvodnja donekle slični *in vitro* meriklonalnoj propagaciji. Klijanje sjemena orhideja u prirodnim uvjetima potpomognuto je simbiozom s mikoriznim gljivama, a za pojedine sorte orhideja kreirani su protokoli za formiranje mikorize u *in vitro* uvjetima, kao i za brže klijanje sjemena, a postupak je ovom slučaju opisan za sortu *Dendrobium malones* 'Victory' (Anjum i sur., 2005.). I u slučaju uzgoja orhideja iz sjemena, kao i kod potpunog *in vitro* uzgoja, nakon jednog presađivanja (tzv. *transflasking*), ponovno u agarni medij, iz rasadnika se distribuiraju proizvođačima u bocama, također kao *flasked plants*.

Nakon distribucije iz rasadnika, bilo da su sadnice proizvedene *in vitro* ili iz sjemena, proizvođači ih iz boca presađuju (tzv. *deflasking*) u tegle, u sterilan supstrat (slobodan od patogenih mikroorganizama) određenog sastava i vlage i uzgajaju ih pod kontroliranim uvjetima još oko dvije do tri godine dok se biljke ne razviju i uđu u stadij cvatnje (Kuehnle,

2007.), kada se kao lončanice distribuiraju krajnjim kupcima. Supstrat u koji su presađuju sadrži komponente poput vulkanskog pepela, kokosovih vlakana i usitnjene kore drveta. Lončanice su spremne za distribuciju kada je otvorena jedna trećina cvjetova. Najveći rizik u ovoj fazi proizvodnje su štetne nematode iz roda *Aphelenchoides* protiv kojih ne postoji učinkovita kemijska zaštita, kao i trips (*Thrips palmi*) koji je karantenski štetnik u SAD-u (Kuehnle, 2007.).

Zaključak

Orhideje predstavljaju niz biljnih vrsta koje se pretežito uzgajaju kao lončanice, a najveći broj vrsta značajnih za ornamentalnu i medicisku svrhu spada u rod *Dendrobium*. koje su raspostranjene u jugoistočnoj Aziji, odnosno u tropskim područjima sa više od 2 500 mm oborina godišnje. Na rod *Dendrobium* otpada 85% ukupne trgovine svih orhideja kao rezano cvijeće. Najveće zemlje izvoznici su Tajland i Tajvan, dok uvoznici su Japan, Ujedinjeno Kraljestvo, Italija i SAD. U proizvodnji orhideja je bitno postaviti ideotip sorte gdje kod orhideja se traži što dulja cvatnja, zdravi i zeleni listovi, otpornost na viruse, minimalno dva cvjetna izboja, najmanje dvije cvatnje u godini i uspravni i višestruki pseudogomolji. Proizvođači na ideotip mogu utjecati pomoću regulacije rasta ili genetskom osnovom. Suvremena otkrića pružaju modifikaciju orhideja pomoću DNA markera, filogenetskih analize i genetskog mapiranja pomoću kojih možemo utjecati i na boju cvijeta i genotip toleratnih na pojedine mikroorganizme.

Za umnožavanje orhideja koristi se *in vitro* meriklonalna propagacija koja se izvodi iz lateralnih ili apikalnih pupova. Bitno je poznavanje morfoloških svojstava za kreiranje ideotipa sorte. Suvremena dostignuća u genetici i molekularnoj biologiji pružaju stvaranje željenih tipova orhideja. DNA markeri i genetska analiza omogućava manipulaciju boju cvjetova, a pomoću analize genoma i molekularnog oplemenjivanja možemo utjecati i na toleranciju biljke na pojedine organizme.

Zbog svojeg jednostavnog razmnožavanja i različitih varijacija su vodeće na svjetskom tržištu prisutne tokom cijele godine. Najčešće su korištene za uzgoj kao lončanice ili za rez.

Popis literature

1. Amore T. (2011.) *Anthurium* and *Dendrobium* orchid breeding at the University of Hawaii. Conference paper: 2011 ASHS Annual Conference, 23.- 30.9.2011. (mjesto?); <https://ashs.confex.com/ashs/2011/webprogram/Paper7451.html> (pristup: kolovoz, 2022.)
2. Anjum S., Zia M., Fayyaz Chaudhary M. (2005.) Investigation of different strategies for high frequency regeneration of *Dendrobium malones* 'Victory'. *Afr J Biotechnol.* 5(19): 1738-1743
3. Arditti J. (1984.) An history of orchid hybridization, seed germination and tissue culture. *Botanical Journal of the Linnean Society* 89: 359-381
4. Arditti J. (1992.) *Fundamentals of orchid biology*. John Wiley & Sons, New York
5. Chandra De L., Pathak P., Rao A.N., Rajeevan P.K. (2014.) *Commercial orchids*. De Gruyter Open, Varšava, Berlin
6. Chen W.H., Fu Y.M., Hsieh R.M., Wu C.C., Chyou M.S., Tsai W.T. (1994.) Modern breeding of *Phalaenopsis* orchid. In: Proc. 7th Internat. Congress of the Society for the Advancement of Breeding Research in Asia and Oceania (SABRAO) and Internat. Symposium of World Sustainable Agricultural Association (WSAA) (ed. Hsieh S.C.). pp.291-296
7. Cribb P.J. (1986.) A revision of *Dendrobium* sect. *Spatulata* (*Orchidaceae*). *Kew Bulletin* 41(3): 615-692
8. De L.C., Medhi R.P. (2015.) Orchid - a diversified component of farming systems for profitability and livelihood security of small and marginal farmers. *Journal of Global Biosciences* 4(2): 1393-1406
9. De L.C., Medhi R.P. (2017.) Orchid - a diversified flower crop. In: Proc. IV International Conference on Landscaping and Urban Horticulture (eds. Groening G. & Mitra S.K.). *Acta Hortic.* 1181: 107-111
10. Delforge P. (2006.) *Orchids of Europe, North Africa and the Middle East*, 3rd edition (revised and enlarged). A&C Black Publishers Ltd., London
11. Dunsterville G.C.K. (1961.) How many orchids on a tree? *Am Orch Soc Bulletin* 30: 362-363
12. Hartati S., Samanhudi, Cahyono O., Hariyadi A.N. (2021.) Morphological characterization of natural orchids *Dendrobium* spp. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 905:012139
13. Hew Ch.S., Arditti J., Lin W.Sh. (1997.) Three orchids used as herbal medicine sin China: an attempt to reconcile Chinese and Western pharmacology. In: *Orchid biology:*

- Reviews and perspectives VII. (eds. Arditti J., Pridgeon A.M.). Springer Science + Business Media, Dodrecht. p.213-284
14. Ichihashi S. (1997.) Orchid production and research in Japan. In: Orchid biology: Reviews and perspectives VII. (eds. Arditti J., Pridgeon A.M.). Springer Science + Business Media, Dodrecht. p. 171-212
 15. Johnson L. (2010.) Orchids: simple steps to success. DK Publishing, New York
 16. Kamemoto H., Amore T.D., Kuehnle A.R. (1999.) Breeding *Dendrobium* orchids in Hawaii. University of Hawaii Press, Honolulu
 17. Kuehnle A.R. (2007.) Orchids, *Dendrobium*. In: Flower breeding and genetics: issues, challenges and opportunities for the 21th century (ed. Anderson N.O.). Springer, Dodrecht. p. 539-560
 18. Kurzweil H., Kocyan A. (2002.) Morphology: Ontogeny of orchid flowers. In: Orchid biology: Reviews and perspectives VIII. (eds. Kull T., Arditti J.). Springer Science + Business Media, Dodrecht. p. 83-138
 19. Mó E., Cetzal-Ix W., Carnevali G., Pérez-García E., Basu S. (2014.) A new natural hybrid between *Prosthechea cochelata* and *P. radiata* (Orchidaceae) from Alta Verapaz, Guatemala. Turk J Bot. 38:1-11
 20. Molnár V.A., Löki V., Verbeeck M., Süveges K. (2021.) Orchids of Azerbaijani cemeteries. Plants 10: 2779
 21. Nageshwara Rao A. (2006.) Variability identification of *Paphiopedilum*, *Anthogonium* and some vandaceous species (*Orchidaceae*) genotypes - their maintenance and propagation technology. Bulletin of Arunachal Forest Research 22(1&2): 45-51
 22. Naive M.A.K., Handoyo F., Champion J. (2021.) *Dendrobium ormerodii* (Orchidaceae, Dendrobiae), a new *Dendrobium* species from Central Kalimantan, Indonesia. Phytotaxa 524(3): 205-209
 23. Nguyen H.T., Dinh S.T., Ninh T.T., Nong H.T., Dang T.T.T., Khuat Q.V., Dang A.T.P., Ly M.T., Kirakosyan R.N., Kalashnikova E.A. (2022.) In vitro propagation of the *Dendrobium anosmum* Lindl. collected in Vietnam. Agronomy 12: 324
 24. Northen R.T. (1990.) Home orchid growing, 4th edition. Simon & Schuster, New York
 25. Peak K.Y., Murthy H.N. (2002.) Genera: Temperate oriental *Cymbidium* species. In: Orchid biology: Reviews and perspectives VIII. (eds. Kull T., Arditti J.). Springer Science + Business Media, Dodrecht. p. 235-286
 26. Ratanasut K., Monmai Ck., Piluk P. (2015.) Transient hairpin RNAi-induced silencing in floral tissues of *Dendrobium* Sonia 'Earsakul' by agroinfiltration for rapid assay of flower colour modification. Plant Cell Tiss Organ Cult. 120: 643-654

27. Seeja G., Sreekumar S. (2022.) Orchid biodiversity and genetics. In: Orchids phytochemistry, biology and horticulture: Fundamentals and applications. (ed. Mérillon J.-M., Kodja H.). Springer Nature Switzerland, Cham. p.153-171
28. Schultés R.E., Pease A.J. (1963.) Generic names of orchids: Their origin and meaning. Academic Press, New York, London
29. Stewart J., Hennessy E.F. (1981.) Orchids of Africa: a select review. The MacMillan Press Ltd., London
30. Takhtajan A. (2009.) Flowering plants (II ed.). Springer Science+Business Media B.V.
31. Teoh E.S. (2019.) Orchids as aphrodisiacs, medicine or food. Springer Nature Switzerland, Cham
32. Unni M A., Thomas B. (2022.) Review article on molecular breeding in *Dendrobium* orchids. Pharma Innovation 11(7): 3329-3332
33. Vokurka A. (2022.) *Usmena komunikacija s mentorom ovog diplomskog rada.*
34. Yam T.W., Arditti J.(2017.) Micropropagation of orchids, 3rd edition. John Wiley & Sons, Chichester, West Sussex

Izvori na internetu

1. www.bioweb.uwlax.edu

(puni link: http://bioweb.uwlax.edu/bio203/2011/peterson_alic/classification.htm - pristup 29.8.2022)

2. www.hort.extension.wisc.edu

(puni link: <https://hort.extension.wisc.edu/articles/dendrobium-lindleyi/> - pristup 29.8.2022.)

3. www.nepalitimes.com

(puni link: <https://www.nepalitimes.com/banner/saving-nature-by-protecting-orchids/> - pristup 29.12.2021)

4. www.orchidroots.com

(puni link: <https://orchidroots.com/detail/information/?pid=100047835&role=pub> - pristupljeno u kolovozu 2022.)

5. www.orchidroots.com

(puni link: <https://www.orchidroots.com/detail/photos/58249/> - pristup 29.8.2022.)

6. <https://www.orchids.org/>

(puni link: <https://www.orchids.org/grexes/dendrobium-pompadour> - pristup 8.9.2022.)

7. www.plantcelltechnology.com

(puni link: <https://www.plantcelltechnology.com/pct-blog/advantages-and-disadvantages-of-plant-tissue-culture/> - pristup 8.9.2022.)

8. www.plantationsinternational.com

(puni link: <https://www.plantationsinternational.com/plantations-international-seed-orchard/> - pristup 29.8.2022.)

9. www.westernorchids.com.au

(puni link: <https://westernorchids.com.au/deflasking/> - pristup 29.8.2022.)