

# Eksperimentalni uzgoj i anatomska obilježja lista biljne vrste *Pelargonium radula* (Cav.) L'Herit.

---

Brkić, Dragomir; Volenec, Miroslav; Kalođera, Zdenka

Source / Izvornik: **Farmaceutski glasnik, 1997, 53, 289 - 306**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:163:467056>

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

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



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Pharmacy and Biochemistry University of Zagreb](#)



# FARMACEUTSKI GLASNIK

## GLASILO HRVATSKOG FARMACEUTSKOG DRUŠTVA

GOD. 53

LISTOPAD 1997.

BROJ 10

FAGLAI

Farm.Glas.

ISSN 014-8202

### STRUČNI RADOVI

*Dragomir Brkić, Miroslav Volenec, Zdenka Kalodžera (Zagreb)*

## **Eksperimentalni uzgoj i anatomska obilježja lista biljne vrste *Pelargonium radula (Cav.) L'Hérit.***

(Primljeno 30. VI. 1997.)

### UVOD

Biljna vrsta *Pelargonium radula (Cav.) L'Hérit.* pripada porodici *Geraniaceae*, redu *Geraniales* (slika 1). To je polugrm koji može doseći visinu i do 150 cm (1).

Vrsta je porijeklom iz južne Afrike, s Kaplanda. Kao ukrasna mirisna biljka, tipična lončanica, uzgaja se po kućama. Osjetljiva je na niske temperature, pa već kod 6 °C prijeti opasnost da propadne. Zahtijeva dobro dreniranu, lagano pjeskovitu podlogu, te izrazito puno svjetla (2).

Zbog planiranih, opsežnijih ispitivanja ove vrste, postojala je potreba za većom količinom biljnog materijala, tijekom dužeg razdoblja. U tu svrhu je određen broj primjeraka ove vrste, koji su se nalazili u Botaničkom vrtu ljevakovitog bilja »Fran Kušan« Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta u Zagrebu, razmnožavan sve do potrebne količine planirane za ispitivanja.

### **Biljno-fiziološki pogled na regeneraciju izdanaka**

Za istraživanja ove vrste, koja imaju osnovicu u području aplikativne fitokemije, u duljem razdoblju potreban je genetski istovrstan biljni materijal.

To je moguće osigurati samo kloniranjem, odnosno autovegetativnim razmnožavanjem, jer se tako izbjegavaju promjene, koje bi mogle nastati spolnim, pa čak i ksenovegetativnim metodama.

Danas se kloniranje obavlja ili novijim, još za mnoge vrste (pa i našu) nedovoljno razrađenim, skupim i osjetljivim metodama kulture tkiva, ili, što je redovita praksa u svijetu, klasičnim metodama kod kojih se dijelovi vegetativnih organa (korijena, podanka, stabljike ili rjeđe lista) matične biljke osamostaljuju u potpuno novi organizam.

Za razliku od kulture tkiva, tu se dakle radi o kulturi organa. Princip je međutim u oba slučaja isti – zahvaljujući onipotentnosti somatskih stanica

(posebno meristemskih, ali i slabije specijaliziranih parenhimskih) regeneriraju se izgubljeni dijelovi biljnog organizma – »restitutio ad integrum« (3).



Sl. 1. *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit.

### Razmnožavanje reznicama

Postupak vegetativnog razmnožavanja reznicama (dijelom stabljike s listovima), koji smo uspješno primjenjivali, temelji se na činjenici da mnoge drvenaste i zeljaste biljke raspolažu začecima adventivnih korijenova (korigenskim promordijama), smještenim između lika i drva. To su mirujuće nakupine meristemoidnog tkiva ili onog, koje se uz određeni podražaj može kao takvo aktivirati. Drugo tkivo od važnosti za regeneraciju (ne uvijek i najvažnije) je sam kambij.

Lokalizacija korijenskih primordija mijenja se s napredovanjem zriobe izdanaka: kod mekih izbojaka stvaranje adventivnog korijenja ima ishodište u periciklu, kod polutvrđih u floemu, a kod tvrdih (zrelih i bezlisnih, tzv. »ključići«) u kambiju, odnosno kalusu kojeg on stvara.

Adventivni korijenovi mogu proizići (premda ne u isto vrijeme) iz jednog ili više slojeva, što ovisi o osobinama, starosti izdanaka i modalitetu stimulirajućeg podražaja.

Primordiji su najčešće locirani iznad nodija, no ima vrsta kod kojih su i uzduž internodija, često povezani s lenticelama (te se vrste naročito lako zakorjenjuju).

Slijed anatomskih promjena, važnih za proces zakorjenjivanja, je ovaj: kod reznice, stavljene u uvjete povoljne za produženje njenog života, najprije se rezo mjesto provizorno zatvara tvorevinom nastalom od staničnog soka koji istječe, a sadrži lipoide i suberin.

U daljnjem tijeku kod većine reznica se, polazeći od kambija, na mjestu reza stvara ožiljno tkivo – kalus, koje buja. Vrijeme potrebno za stvaranje kalusa (u danima ili češće tjednima), kao i njegova masa (od malih do vrlo velikih) specifično je za pojedinu vrstu (4).

Kod vrste *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit, kalus je u pravilu vrlo malen ili gotovo nikakav.

Procesom upravljaju hormoni rasta, koji se stvaraju udaljeno od mjesta povrede (teorija o lokalno nastajućem agensu – »traumatinu« danas je napuštena).

Adventivno korijenje se, uz rijetke iznimke, ne stvara diferenciranjem u vanjskim slojevima kalusa (oni se mogu i suberinizirati), nego štoviše prorašuje kroz kalus, te suviše jaki kalus može značiti i zapreku zakorjenjivanju.

Za praksu je važna činjenica, da se provizorno zatvaranje rane tvarima koje sadrže masti, primanje vode osnovicom reznice svodi na vrlo malu mjeru. Ono se znatno pojača nakon stvaranja kalusa, pa se kaže da je reznica tada prošla kritičnu fazu.

Kod vrsta, koje imaju korijenske primordije iznad nodija ili uzduž internodija, oni se često aktiviraju već prije zatvaranja kalusa. Iz primordija, koji su privremeno trajno tkivo (latentni meristemi), također se endogenom hormonalnom, ali i egzogenom stimulacijom uz naglo dijeljenje stanica, razvija zametak korijena. On se s jedne strane povezuje s provodnim sistemom, a na drugu stranu se vrhom kupastog oblika probija na površinu, lizirajući ili raskidajući pritom slojeve kore (4).

### Uzimanje reznica

Pri uzimanju reznica pažnja se obraća stupnju njene odrvenjelosti (»zrelosti«) i njenoj opskrbljenosti vodom i ugljikohidratima. Premalo odrvenjele reznice preosjetljive su u daljnjem procesu, lako propadaju, dok previše odrvenjele već imaju manje auksina, njihova meristemska tkiva su već zamrla i regeneracija je prespora.

Opskrba ugljikohidratima također je povoljnija nakon završenog razdoblja intenzivnog rasta (»zrele« reznice), kad se asimilati više ne troše tolikom brzinom, a listovi su već razvijeni.

Tu su međutim važne i dnevne oscilacije: noću zbog transporta iz listova i disimilacije sadržaj ugljikohidrata pada, da bi danju ponovo rastao, te bi u tom pogledu popodnevni sati bili povoljnije doba za uzimanje reznice. Oni

su, međutim, nepovoljni u pogledu trećeg faktora – opskrbljenosti vodom (turgora). Reznica mora biti turgescetna (jer kasnije gotovo više ne može upijati vodu), a takva je upravo u jutarnjima satima, kad ima malo ugljikohidrata. U toj dilemi – ugljikohidrati ili turgor – bolje je odlučiti se za turgor, jer će se u turgoscentnoj reznici asimilati ipak i kasnije stvarati, dok gubitak turgora znači i automatsko zatvaranje puči, a time i prekid asimilacije. Staro je pravilo da reznica ne smije uvenuti (i to do zakorjenjivanja!).

Od velikog je utjecaja i dobra kultiviranost matične biljke. Reznice loše biljke zakorjenjuju se u vrlo malom postotku. Prevelika opskrbljenost dušikom (krivo hranjena biljka) ima loš učinak – takve reznice nastavljaju s rastom, ali dugo bez zakorjenjivanja, (dok se omjer C/N asimilacijom ne popravi) te ostaju preosjetljive.

Starost matične biljke također igra ulogu – reznice mladih biljaka mnogo se lakše zakorjenjuju.

Premda postoje egzaktni načini da se provjeri svaki navedeni faktor, u praksi se odrvenjelost, pravo mjesto rezanja, turgor, pa i sadržaj ugljikohidrata, s dosta iskustva procjenjuju prema osobinama izdanka (4).

U stakleničkom uzgoju matičnih biljaka (tropske i subtropske, ali prema potrebi i neke domaće vrste) principi su, naravno isti, ali su rokovi mnogo širi.

## **Zakorjenjivanje**

Trajanje procesa zakorjenjivanja veoma je različito – od 7 dana do više mjeseci, a u ekstremnim slučajevima (neke crnogorične vrste) i preko godinu dana, što ovisi u prvom redu o vrsti, fiziološkom stanju reznice (doba uzimanja!) te uvjetima zakorjenjivanja. No ipak, za veliki broj vrsta, ako se radi klasičnim načinom, dovoljno je između tri do osam tjedana.

Neke vrste, međutim, uopće nemaju sposobnost stvaranja adventivnog korijenja, ili je ona tako mala da se ne može iskoristiti.

Općenito uzevši, na zakorjenjivanje reznica djeluju dvije skupine čimbenika, endogeni i egzogeni. Endogeni se svode na genetski potencijal biljne vrste (na što se u okvirima vegetativnog razmnažanja ne može utjecati), zatim na fiziološko stanje biljke u času njenog razmnažanja, dakle na opskrbljenost tvarima potrebnima za regeneraciju i konačno na vanjske uvjete regeneracije, tj. zakorjenjivanja.

Na posljednje dvije skupine čimbenika možemo značajnije utjecati. Fiziološka stanja biljke podložna su dnevnim i godišnjim oscilacijama, pa je stoga optimalni trenutak »uzimanja« reznice veoma važan, ali i predvidiv.

Budući da su te cikličke oscilacije manje-više pravilne, kod većine reznica pristupa se tom problemu kalendarski – optimalno je doba u drugoj polovici faze rasta, prije potpunog očvršćivanja izdanka, što je kod većine zeljastih i listopadnih drvenastih vrsta iza početka lipnja, a kod zimzelenih kasnije, od kolovoza do rujna, pa i dulje.



Najpovoljnije razdoblje može (prema vrsti i klimi) varirati i za dva do tri tjedna, no srećom je ono kod većine vrsta dovoljno široko. Nažalost, upravo kod teško razmnoživih vrsta taj je period jako sužen (4).

### Hormonska regulacija rasta

Svi biljno-fiziološki, pa i ekološki parametri, koje smo spominjali, samo su okvir, osnovna pretpostavka za djelovanje jednog od najvažnijih endogenih faktora – hormonske regulacije rasta i regeneracije.

Endogeni fitohormoni široka su skupina spojeva, definiranih funkcijom: stvoreni u malim količinama u jednim dijelovima biljke, transportiraju se u druge organe i izazivaju tamo specifične pojave rasta, organogeneze ili promjene metabolizma, ali i kočenja, te se, opet prema funkciji i dijele na stimulatore i inhibitore rasta i razvoja (5).

Među stimulirajuće hormone ubrajamo auksine, spojeve indolskog karaktera, koji uz ostalo uzrokuju produžni rast izdanka i rizogenezu (premda kasnije mogu kočiti rast korijena u dužinu). Najpoznatija od njih je 6-indolil-octena kiselina (IAA), koja se uspješno već dulje vrijeme i sintetizira.

Od kasnije razvijenih auksina može se spomenuti još 6-indol-3- maslačna kiselina (IBA), 6-naftil-octena kiselina (NAA) i 6- indol-3-propionska kiselina (IPA).

Drugu skupinu stimulatora čine giberelini, koji su diterpenskog karaktera i kojih je do danas poznato već više od 60. Njihov je spektar djelovanja vrlo širok, od pospješivanja klijanja i rasta, do izazivanja partenokarpije i nadomještanja jarovizacije.

Približno trećina njih porijeklom je iz gljivica. Najaktivnija je među njima GA<sub>3</sub>, giberelinska kiselina (koja se i dobiva iz gljivica).

Treći iz te skupine stimulirajućih hormona su citokinini, derivati 6-aminopurina, koji posebno utječu na stanične diobe. Jedan od njih je već sintetizirani kinetin, koji se u kombinaciji s ostalim hormonima (auksinima) uveliko koristi i u kulturi tkiva.

Većina stimulirajućih hormona nastaje u apikalnim meristemima stabljike ili korijena, gdje djeluju lokalno, a kao hormoni nakon transporta (fotomom nepolarno, parenhimom polarno – uglavnom bazipetalno), i na udaljene organe. To naročito vrijedi za one, koji se stvaraju u listovima (5,6).

Inhibitorne funkcije u biljnom organizmu obavljaju hormoni raznih struktura među kojima je najraširenija i najpoznatija abscizinska kiselina. To je spoj seskviterpenske strukture, koji izaziva stadije mirovanja u sjemenci, otpadanje listova i plodova (po čemu je dobila i ime) i općeniti je inhibitor rasta jer koči djelovanje i stvaranje 6-indol-octene kiseline (IAA) (3). S druge strane ona igra važnu ulogu u adaptaciji biljke na vodeni deficit i u raznim stresnim situacijama vezanim uz opskrbu mineralima.

Među važnije inhibitore rasta spada i etilen, a kao takvi spominju se i skopoletin, kumarini i drugi spojevi (3,6).

O biljnim hormonima može se općenito reći da su, za razliku od animalnih, slabo specifični za pojedine organe i vrste djelovanja, dakle, oni su polifunkcionalni. Djeluju uglavnom u međusobnoj kombinaciji. Načini, kako reguliraju procese u biljci koordiniraju razvoj staničja, još ni izdaleka nisu dovoljno razjašnjeni, ali se pretpostavlja, da najčešće djeluju na produkciju ili aktivnost enzima. No, budući da su otkriveni tek prije nekoliko desetljeća, a i dalje se otkrivaju novi, to se poglavlje biljne fiziologije može smatrati tek započetim.

Osim hormona važnu ulogu u rastu imaju vitamini od kojih npr. niacin i piridoksin stimuliraju rast korijena, a riboflavin naprotiv, inaktivira auksine (7).

Ipak, očito je da biljni organizam može funkcionirati samo u koordiniranoj i izbalansiranoj interakciji dviju antagonističkih grupa hormona. Do detaljnijeg poznavanja tih procesa dijeli nas još mnogo rada i vremena, ali će to poznavanje donijeti i neslućene praktične koristi. I s ovim znanjem koje sada imamo, te su koristi već velike: biljni hormoni se u poljoprivredi uveliko uporabljaju kao sredstvo za povećanje prinosa, ubrzavanje dozrijevanja, povećanje otpornosti bilja, pa čak i kao herbicid (3,6).

## EKSPERIMENTALNI DIO

### Metode rada

Metode rada koje smo rabili po svemu odgovaraju klasičnim postupcima, koji se već odavno koriste kod vegetativnog razmnožavanja velikog broja biljnih vrsta.

### Pribor

Upotrijebljen je osnovni vrtlarski pribor: plastične i zemljane posude za uzgoj, zatim pribor za rezanje, komora s transparentnim poklopcem za održavanje visoke vlage zraka, raspršivači za ovlaživanje, sjenila raznih gustoća, itd.

### Materijal

Ishodni materijal je matična biljka, koja je pripadala zatečenom biljnom fondu Botaničkog vrta ljekovitog bilja »Fran Kušan« Farmaceutsko-biokemiskog fakulteta u Zagrebu.

Nakon provedene determinacije, tj. provjere da se radi zaista o čistoj vrsti a ne o hibridu, biljka je klonirana (vegetativno razmnožavana), tako da sav dobiveni biljni materijal, na kojem su rađena daljnja ispitivanja potječe od istog primjerka.

## Razmnožavanje biljne vrste *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit. klasičnim postupkom pomoću reznica

### *Principi i način izvođenja*

Zelene reznice biljne vrste *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit., koja je po građi stabljike poludrvenasta, rezali smo nešto niže od optimalnog mjesta, tj. mjesta gdje počinje jača odrvenjelost, da bismo to neposredno prije stavljanja u supstrat korigirali. Drugi, precizniji rez morali smo načiniti cca 2 mm ispod odabranog nodija u još neodrvjenjelom dijelu stabljike. Osim što je nodij mjesto s korijenskim primordijama, na njemu se lakše stvara »čep« koaguliranog staničnog soka, a tu se akumuliraju i hormoni rasta iz viših dijelova reznice, gdje nastaju.

Dužina reznice ovisi o dužini internodija, kojih bi moralo biti 2–5 (ovisno o vrsti odrvenjelosti stabljike). Poželjno je da zbog stabilnosti i kasnije veće korijenske mase u supstratu budu dva nodija. Duže reznice s više listova imaju i veću proizvodnju asimilata, ali i veće gubitke vode, pa se donji listovi redovito uklanjaju, a često se smanjuje plojka u gornjim listovima.

Cvatni pupovi, ako postoje, uklanjaju se, jer bi znatno usporavali razvoj reznice.

### *Supstrat*

Od supstrata za zakorjenjivanje traži se da sadrži dosta kisika i vlage te da bude mehanički prikladan za držanje reznice – dakle rahlost i relativna čvrstoća, ali ne zbijenost. Rahlošću se osigurava dostup kisika, i što je veoma važno, propuštanje viška vode, koja bi prouzrokovala moguće truljenje baze osnovice. U kemijskom pogledu zahtjeva se inertnost i neutralnost (nekim vrstama odgovara blagi pomak u kiselo).

Svim tim uvjetima od prirodnih materijala najbolje odgovara grublji (do 1 mm) pijesak (po mogućnosti silikatni) ili neutralniji mljeveni treset s dodatkom pijeska. Od umjetnih materijala zadovoljavaju perlit i vermikulit, koji su oba po sastavu termički ekspanzirani silikati, odnosno škrljci. Dodavanje bilo kakvih hranjiva prije zakorjenjivanja djeluje štetno, vjerojatno zbog promjene osmotskog gradijenta i općenito narušavanja metabolizma u stanicama osnovice reznice. Za uzgoj vrste *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit. upotrebljavali smo mljeveni treset s dodatkom pijeska.

### *Balans vode*

Najveći problem u tijeku dugog procesa zakorjenjivanja (kod vrste *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit. 3–4 tjedna) je održavanje povoljnog vodenog režima reznice, jer odsječena reznica s veoma smanjenom mogućnošću upijanja vode ipak ima sve mogućnosti evapotranspiracije. Gubitak vode smanjili smo na najmanju moguću mjeru tako da smo reznice zajedno sa supstratom držali u prostoru sa što je moguće višom relativnom vlagom zraka, praktički uvijek blizu, ili gotovo 100%, ali uz normalnu osvjetljenost: dakle zatvorene



staklom ili prozirnomo folijom. Ako relativna vlaga zraka u prostoru reznica padne, one venu, ali već prije toga automatizmom sprečavanja transpiracije zatvaraju puči, što prekida i dovod CO<sub>2</sub>, a time i nužnu asimilaciju. U isto vrijeme povećava se i proces disanja kao trošenja asimilata, te je uvenuće reznice, ako se ne uspije zaustaviti, njen siguran kraj. U tim se slučajevima intervenira orošavanjem, vlaženjem supstrata, eventualno i zasjenom, ako je uzrok uvenuću insolacija. Oporavak je uvijek spor (naravno, ako nije već pređena kritična točka).

Uzgoj reznica zahtjeva stalan nadzor, čak i kad se raspolaže uređajima za automatsko orošavanje.

### *Temperatura zraka i supstrata*

Temperatura zraka je, osim u funkciji relativne zračne vlage, važna i kao indirektni metabolički faktor. Preniske temperature, naravno, koče sve procese i time smanjuju vitalnost reznice produžujući vrijeme zakorjenjivanja do granica njene izdržljivosti.

Suviše visoke temperature zraka zaustavljaju asimilaciju, a znatno niže mogu čak pospješiti disimilaciju. Mjerodavna je temperatura lista, koja bi optimalno bila oko 25–28 °C, no kako je ona uvijek nešto niža od temperature zraka (koja se jedina mjeri), to temperatura zraka može biti do 30 °C. Uz smanjenu svjetlost (oblačni dani, zasjena iznad biljke) temperaturni optimum za fotosintetsku asimilaciju spušta se na 20–25 °C, a za neke biljne vrste (genetski adaptirane na niže temperature staništa), još i niže, oko 15–18 °C.

Prema našem iskustvu previsoka temperatura znatno je nepovoljniji čimbenik (nekoliko stupnjeva iznad optimuma šteti više nego isto toliko ispod njega). Stoga smo održavali temperaturu od 25–28 °C, odnosno 20–25 °C u slučaju smanjene svjetlosti.

Naročito je opasna termička (IR) sastavnica pune insolacije kroz staklo. Ona može sve uništiti za manje od jednog sata, tako da i praćenje zasjene je stalno potrebno.

Osim temperature zraka, važna je i temperatura supstrata, jer se procesi diferencijacije meristema u korjensko staničje odvijaju upravo u njemu. Temperaturu supstrata održavali smo tako da ne padne ispod minimalnih 22–24 °C, čak i kad je temperatura zraka niža. Za razliku od lista, tu nešto višom temperaturom treba poticati disimilaciju, dakle i sintezu bjelančevina kao uvijet pojačanih mitozu u korijenskim primordijama. Važno je, međutim, uzeti u obzir genetski mnogo užu temperaturnu amplitudu korijena nego lista: prekoračenje temperature može uništiti korijen brže nego list.

### *Značenje svjetlosti*

Svjetlost obično nije čimbenik koji zadaje probleme. Svakako, prejako prirodno osvjetljenje npr. sunčan ljetni dan u malom volumenu zraka ispod stakla može učiniti štetu (IR!); u tom slučaju morali smo nužno provoditi za-

sjenu. No, i zasjena, ako predugo traje (npr. nije skinuta za vrijeme nekoliko oblačnih dana uzastopno) može uzrokovati gubitak klorofila i otpadanje listova, kao i napade gljivičnih bolesti.

Zasjena nikad ne smije biti prejaka, naročito ako se uporabljuje dulje vrijeme. No lagana zasjena, prema našim iskustvima, osim za oblačnih dana, koristi uvijek. To se poklapa sa svjetskim iskustvima u uporabi mliječnih, zamućenih folija, koje u uzgoju daju bolje rezultate od prozirnih. Moguće je da se tu radi o filtriranju štetnih UV zraka, ili, što je vjerojatnije, o dokazanoj fotolabilnosti nekih auksina, koja je uostalom osnova fototropizama.

Umjetno pojačavanje dnevne svjetlosti tijekom naših pokusa nismo uporabljivali jer ono u pravilu nije potrebno, a noćnim osvjetljavanjem narušio bi se potreban ritam asimilacije i disanja.

### *Fitopatološka zaštita reznica*

Od bioloških egzogenih čimbenika može se dogoditi kakav napad afida, koji se može lako riješiti insekticidima. Nešto je teže, ali moguće, izaći na kraj i s tripsom. Češće se događaju, u uvjetima kakve smo opisali, napadi gljivičnih bolesti. Protiv njih potrebno se je boriti preventivno – već ranije tretirati fungicidima matičnu biljku, a isto tako i prostor za reznice. Poželjno je koristiti nesistemske fungicide jer utjecaj sistemskih na zakorjenjivanje još nije dovoljno poznat.

Radi toga smo iz preventivnih razloga pripremali neurošene reznice (ali čuvane u vlažnom omotu). Kasnije, pod stakom, zračnu vlagu smo, koliko je to moguće, održavali redovitim vlaženjem podloge, a ne toliko supstrata ili samih reznica (što se, doduše ne može izbjeći, ali se može smanjiti). U preventivnoj borbi s gljivicama lista rabili smo i nešto jaču svjetlost. U slučaju truljenja osnovice reznice obično je kriv previše vlažan supstrat, naročito ako nije bio steriliziran (u našem pokusu to smo riješili termički). Reznicama zahvaćenim procesom truljenja nema spasa, a ostale treba »prepikirati« u novi supstrat.

Općenito, borba s gljivicama (najčešće je to *Botrytis*), kad su reznice već pod staklom, je teška. Može se pokušati fungicidom (npr. »Orthocid«, odnosno »Captane«) ali rezultat nije pouzdan, jer se reznice, naročito gušće složene, ne mogu zadovoljavajuće tretirati.

Ono što svakako treba činiti je uklanjanje zaraženih listova ili čitavih reznica, čim se plijesan pojavi, kako se ne bi širila. To je ujedno bila i jedina metoda kod našeg uzgoja reznica biljne vrste *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit., jer smo samo tako mogli izbjeći kemijsku kontaminaciju biljaka, koje će biti ispitivane.

### *Osamostaljivanje nove biljke*

I na kraju, kad su reznice zakorijenjene, slijedilo je presađivanje i očvršćivanje. Pesađivanje smo obavljali tek desetak dana nakon pojave korjenčića. U praksi se naime pod zakorjenjenošću podrazumijeva ne pojava prvih

korijenčića, nego desetak dana (i više) kasniji rok, kad su korijeni dovoljno brojni i razvijeni da biljka podnese presađivanje i prelazak u uvjete normalne vlage i strujanja zraka. Prerano presađena biljka, samo s prvim korijenčićima koji još ne mogu upiti dosta vode, a i mehanički su prenežni, propada ako se ne vrati natrag pod staklo. Reznice vrste *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit. imale su dobro razvijen korijen. Presađivali smo ih u nešto lakšu (pjeskovitiju) zemlju i postepenim prozračivanjem uz jače zalijevanje, prema potrebi još sa zasjenom, u roku narednih 1–2 tjedna reznice su očvrsnule dovoljno za daljnji normalan uzgoj. Poželjno je da se zakorjenjivanje obavi bar mjesec dana prije kraja vegetacijske sezone, kako bi stigle i ojačati.

#### *Postupak razmnožavanje pomoću reznica uz uporabu hormona*

Uporaba hormona u praksi vegetativnog razmnožavanja uvodi se empirijski. Obzirom na ogroman broj biljnih vrsta, malo je raspoloživih podataka o uporabi hormona kod pojedinih vrsta.

Stoga smo se odlučili za vlastiti pokus ispitivanja djelovanja IBA na reznice biljne vrste *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit.. Pokus je imao isključivu ulogu da nam da orijentaciju u tom novom području prakse.

Reznice smo uzeli i obradili na klasičan, već opisan način, od ranije kloniranih biljaka koje su rasle na otvorenom. Auksin pod tvorničkim nazivom SERADIX<sub>B</sub>, koji sadrži IBA adsorbiranu na talk, primijenili smo uranjanjem osnovice reznice (oko 10–15 mm) u prašak.

Koristili smo SERADIX<sub>B</sub> u slijedećim koncentracijama: SERADIX<sub>B1</sub> (= 0.1% IBA), SERADIX<sub>B2</sub> (= 0.3% IBA) i SERADIX<sub>B3</sub> (= 0.8% IBA).

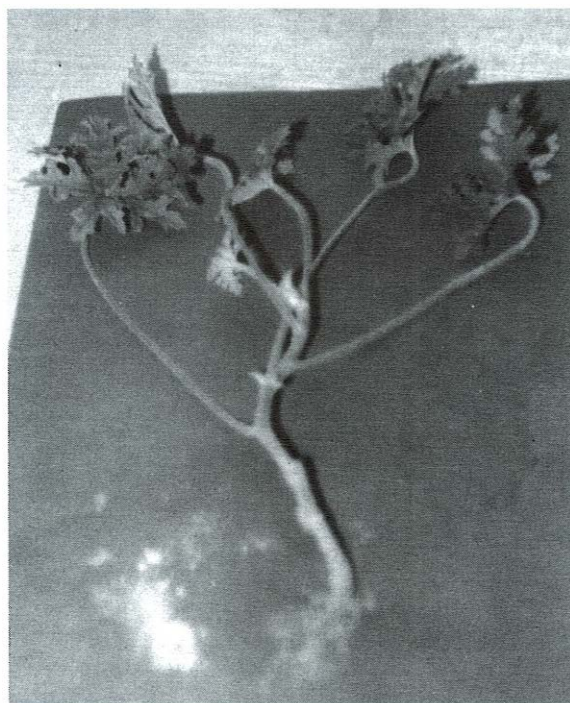


Sl. 2. Reznice utaknute u pijesak u okviru za razmnožavanje unutar staklenika.

Nakon uticanja u pijesak, reznice smo stavljali u okvir za razmnožavanje unutar staklenika. Daljnjih 6–7 tjedana (od lipnja do kolovoza), tretman je bio uobičajen. Reznice su ostale zdrave za vrijeme čitavog eksperimentalnog postupka (slika 2.).

#### **Rezultati uporabe auksina u zakorjenjivanju reznica biljne vrste *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit**

Nakon 7 tjedana reznice su izvađene iz supstrata za zakorjenjivanje, te je ustanovljeno stanje (stupanj) zakorjenjenosti. Bili su vidljivi zadovoljavajuće razvijeni korijenčići (slika 3.).



Sl. 3. Razvoj mladih korijenčića reznica.

Rezultati zakorjenjivanja prikazani su u tablici 1. Zakorjenjene reznice presađene su u zemlju, stavljene u staklenik, gdje su nastavile iznenađujuće brzo rasti, osim kontrolne skupine, koja je rasla znatno sporije (slika 4.). Mladim reznicama obavljena je anatomski karakterizacija lista.

**Tablica 1.** Rezultati zakorjenjivanja kod eksperimentalnog uzgoja biljne vrste *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit uz dodatak auksina

% IBA	broj reznica	% zakorjenjenosti	razvijenost adventivnog korijenja ( +, ++, +++)
SERADIX <sub>B1</sub> (0.1%)	10	(90%)	++
SERADIX <sub>B2</sub> (0.3%)	10	(70%)	++
SERADIX <sub>B3</sub> (0.8%)	10	(70%)	+
KONTROLA	15	(86.7%)	++



Sl. 4. Zakorjenjene mlade reznice nastavljaju razvoj

#### **Anatomska obilježja lista vrste *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit.**

Da bi se utvrdila građa lista vrste *Pelargonium radula* načinjen je poprečni presjek lista, kao i poprečni presjek peteljke lista.

Na poprečnom presjeku lista vidljivo je da su epidermalne stanice obih epiderma poligonalne, prekrivene debelom kutikulom (slika 5.). S gornje i donje strane lista nalaze se puči »Helleborus«- tipa. Na mjestima na kojima su puči smještene epiderma je blago uzdignuta (slika 6.). Na obje epiderme lista, a osobito na naličju nalaze se višestanični trihomi i žljezdane glavičaste dlake (slika 7.).

Mezofil lista građen je iz jednog reda dugačkih palisada na koje se nastavlja rahli spužvasti parenhim. U mezofilu lista u idioblastima smještene su veliki kristali Ca-oksalata u obliku ružica (slika 5).

Peteljke lista na epidermalnim stanicama imaju višestanične jednostavne i žljezdaste glavičaste dlake. Ispod epiderme slijedi jednoslojna hipoderma, a zatim sklerenhim pericikla. U srednjem dijelu nalazi se rahli parenhim sa





*Sl. 5. Poprečni presjek lista vrste  
Pelargonium radula (Cav.) L'Hérit.*



*Sl. 6. Epiderma s pučima amarilidejskog tipa*



4 provodne žile kolatelarnog tipa (slika 8). U parenhimu se također nalaze kristali Ca-oksalata smješteni u idioplastu (slika 9).

### Razmatranje rezultata

Biljnu vrstu *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit. razmnožavali smo klasičnim postupkom pomoću reznica. Pri tome smo posebno obratili pažnju na dužinu reznice, što ovisi o dužini internodija. Kao supstrat upotrebljavali smo mljeveni treset s dodatkom pijeska, koji je morao sadržavati zadovoljavajuću količinu kisika i vlage. Tijekom procesa zakorjenjivanja, poseban je problem bilo održavanje povoljnog vodenog režima reznica, odnosno održavanje visoke relativne vlage u zraku (gotovo 100%).

Važni čimbenici u postupku uzgoja vrste *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit. bili su temperatura zraka i supstrata. Temperatura zraka uz dovoljno svjetla bila je od 25–28 °C, a uz smanjenu svjetlost 20–25 °C. Temperaturu supstrata održavali smo uvijek u intervalu od 22–24 °C, čak i kada je temperatura zraka bila niža.

Tijekom cijelog postupka eksperimentalnog uzgoja neophodno je bilo osiguravati dovoljnu količinu svjetla. Umjetno pojačavanje dnevne svjetlosti nije bilo potrebno, kao niti dodatno noćno osvjetljavanje.

Budući da su reznice u prvom dijelu uzgoja njegovane u vlažnom, ispod stakla, bilo je za očekivati pojavu gljivičnih bolesti. Prilikom uočavanja zaraženih listova ili čitavih reznica, biljni materijal s plijesnima odmah smo uklanjali. Na taj način smo izbjegli kemijsku kontaminaciju biljnog materijala s nekim od fungicida, koji bi se u tom slučaju mogao primijeniti.

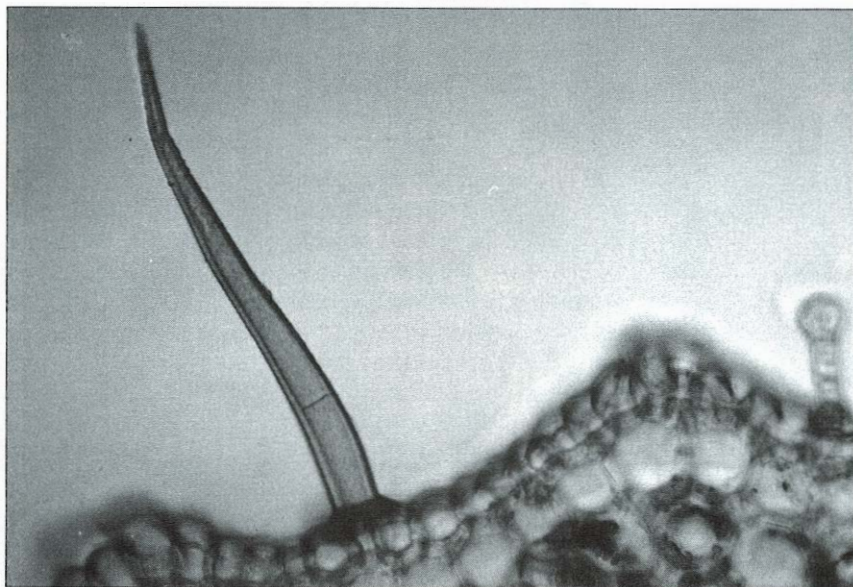
Nakon uspješnog zakorjenjivanja reznica, presađivali smo ih u zemlju, u gredice, gdje su se vrlo brzo učvrstile i nastavile normalan razvoj.

U tijeku vegetativnog razmnožavanja željeli smo ispitati utjecaj hormona (auksina) na tijek rasta reznica, koje smo stavljali u supstrat uz dodatak auksina, u ovom slučaju IBA. Reznice obrađene s IBA rasle su neusporedivo brže od kontrolne skupine.

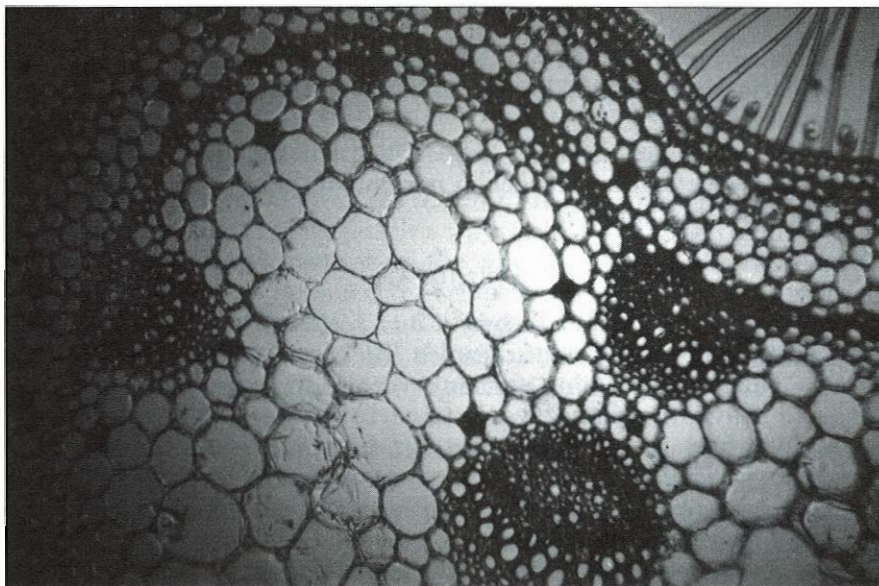
Nakon što su pelargonije u eksperimentalnom uzgoju, uz uporabu hormona, dosegle standardnu veličinu, uočili smo da su stabljike (i peteljke listova) pretjerano izrasle, odnosno izdužile se, te smo ih morali podupirati. Vršni meristem nije međutim stvarao nove listove. Jasno je dakle, da se radi samo o produženom rastu, a u isto vrijeme lisna masa nije se proporcionalno povećala.

Uzrok takvom rastu je vjerojatno neodgovarajuća (prevelika) koncentracija primjenjene IBA. Biljna vrsta *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit. očito nema enzimatski sustav sposoban da razgradi u dovoljno kratkom vremenu toliku koncentraciju IBA, a vjerojatno bi bolje rezultate dala kombinirana uporaba IBA s nekim od hormona iz skupine meristina.

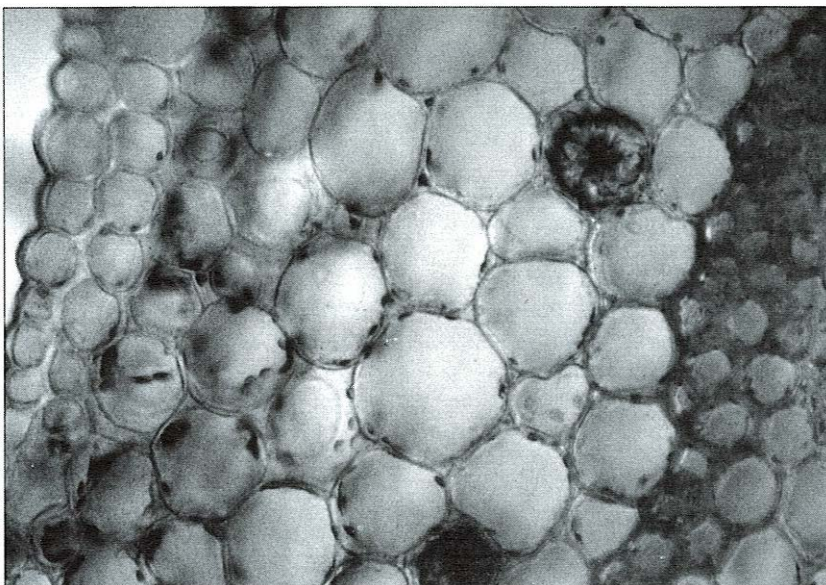
Rezultati prikazani u tablici 1. pokazuju da u stupnju zakorjenjivanja nakon 7 tjedana nema bitne razlike između ovakvog postupka i klasičnog, bez uporabe IBA. Takve rezultate zakorjenjivanja redovito smo postizali i ranije.



*Sl. 7. Višestanični trihom i žljezdana plavičasta dlaka*



*Sl. 8. Poprečni presjek peteljke lista vrste  
*Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit.*



Sl. 9. Parenhim peteljke lista  
s kristalima Ca-oksalata

Zbog malog broja reznica nije bilo moguće obavljati kontrole u ranijim fazama zakorjenjivanja, kada je aplikacija hormona mogla davati eventualno drugačije rezultate.

Tretirane biljke pratili smo i dalje. Uočili smo da se njihova fiziologija tijekom dužeg vegetacijskog razdoblja normalizirala, osobito prilikom prelasaka na uzgoj izvan staklenika.

#### ZAKLJUČAK

Biljna vrsta *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit. uspješno je razmnožavana vegetativnim putem pomoću reznica. Tijekom uzgoja posebice je potrebno obratiti pažnju na pravilno uzimanje reznica, dobro odabrati supstrat u kojem će se obavljati razmnožavanje te održavati povoljni vodeni režim reznica, temperaturu zraka i supstrata. Uz pravovremeno praćenje razvoja eventualnih gljivičnih oboljenja, biljna masa se razvija uspješno.

Također je iz rezultata pokusa vidljivo da kod vrsta koje se i inače lako zakorjenjuju, kao što je *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit., uporaba hormona na ovaj način ne donosi bitno poboljšanje. No, kod komercijalnog uzgoja i mala poboljšanja mogu imati značajne učinke.

Za naše potrebe uporaba hormona na ovaj način je bez značenja jer masa listova nije povećana, a samim tim se ne povećava niti količina eteričnog ulja.

Za uzgoj biljne mase (lista), koja nam je bila potrebna za destilaciju eteričnog ulja, a koje je opet služilo za daljnja ispitivanja, dovoljno je upotrijebiti uobičajene, klasične postupke vegetativnog razmnožavanja bez dodatka biljnih hormona, jer se tim metodama dobivaju kompaktnije i čvršće biljke, nego li uporabom IBA.

Anatomska obilježja vrste lista *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit. pokazala su da je list dorziventralne građe sa mezofilom sastavljenim iz jednog reda palisada i rahlog spužvastog parenhima. Ispod epiderme nalazi se hipoderma koja ima ulogu rezervoara vode. Amarilidejski tip puči odlikuje se zadebljalim gornjim i donjim trbušnim, a stanjenim leđnim dijelom stijenke stanice zapornice, zbog čega je njezin lumen trostranog oblika. Odušak puči je izrazito velik. Obje epiderme sadržavaju višestanične trihome i žljezdaste glavičaste dlake. U žljezdastim dlakama nalazi se ekskret (eterično ulje). Od ostalih izlučevina prisutan je Ca-oksalat u obliku ružica (sl. 5, 6, i 7).

Epiderme stanice peteljke lista su sitnije, ispod njih slijedi jednorodna hipoderma kao posljednji vanjski dio primarne kore. U parenhimu vidljiv je kontinuirani sloj sklerenhima pericikla. Zanimljivo je da je najkrupnija žila djelomično koncentrične građe, tj. floem je u gotovo zatvorenom eliptičnom sustavu, dok je ksilem na perifernoj strani žile slabije razvijen (sl. 8 i 9.).

(Zavod za farmaceutsku botaniku, Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta u Zagrebu, Hrvatska ljekarnička komora, Zagreb, Zavod za farmakognoziju Farmaceutsko-biokemijskog fakulteta u Zagrebu)

### **Experimental growing and anatomical characterization of the leaf *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit**

by **D. Brkić, M. Volenec and Z. Kalodera**

The plant *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit. was reproduced by a classical procedure, that is in vegetative way with use of green grafts. The important factors during growth were the way of obtaining the reproductional grafts, substrate, water balance, the temperature of air and substrates, light and phytopathological protection of the grafts.

During reproduction we tested the effect that a growth hormone  $\delta$ -indol-3-butyric acid (IBA) has on the growth of the plant *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit.

Vegetative reproduction of the plant *Pelargonium radula* (Cav.) L'Hérit. with grafts, the use of herbal hormone auxin IBA did not provide desired results. It only increased the growth of the stalk and leaf stems, but not the quantity of leaves. In this way leaf mass does not increase and neither does the quantity of essential oil which can be extracted from it by water distillation.

In order to determine the structure of the leaf of *Pelargonium radula* we made transversal cross-section of the leaf and leaf stock.

### Literatura – References

- (1) F. *Encke*, Pareys Blumengärtneri, I. Band. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 1958. 900.
- (2) H. C. D. de *Wit*: Knaurs Pflanzenreich in Farben, Band 2. Höhere Pflanzen II. Deutsche Bearbeitung von Heinz Paul, Droemer, Zürich, 1965, 366.
- (3) K. T. *Dubravec*, I. *Regula*: Fiziologija bilja, Školska knjiga, Zagreb, 1995. 130–147.
- (4) G. *Krussmann*: Die Baumschule, Verlag Paul Parey, Berlin- Hamburg, 1978, 144–149, 151–156.
- (5) B. H. *Soding*, J. A. *Bentley*, A. C. *Leopold*, R. *Pohl*, P. E. *Pilet*, P. *Champagnot*, in Handbuch der Pflanzenphysiologie, Band XIV, Wachstum and Wuchsstoffen, Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1961, 450–479, 484–494, 583–597, 671–678, 703–722, 812–720.
- (6) M. R. *Šarić*, Fiziologija biljaka, Naučna knjiga, Beograd, 1983. 442–61.
- (7) D. von *Deuffer*, H., *Ziegler*: Botanika, morfologija i fiziologija, Školska knjiga, Zagreb, 1982. 415–447, 464–466, 472–477.