

# Sukulenti

---

**Pevec, Tihana**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2009**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:697709>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-04**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET**  
**BIOLOŠKI ODSJEK**

**SUKULENTI**  
**SUCCULENTS**

SEMINARSKI RAD

Tihana Pevec  
Preddiplomski studij biologije  
(Undergraduate Study of Biology)

Mentor: doc. dr. sc. Renata Šoštarić

Zagreb, 2009.

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>3</b>
<b>2. SUKULENTI .....</b>	<b>4</b>
<b>3. SUKULENTI STABLA .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1. Rasprostranjenost .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2. Stablo kaktusa .....</b>	<b>8</b>
<b>3.3. Cvjetanje kaktusa .....</b>	<b>11</b>
<b>4. SUKULENTI LISTA .....</b>	<b>13</b>
<b>4.1. Klasifikacija i razmještaj .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2. Rod <i>Agave</i> .....</b>	<b>13</b>
<b>4.3. Rod <i>Yucca</i> .....</b>	<b>16</b>
<b>5. LITERATURA .....</b>	<b>19</b>
<b>6. SAŽETAK .....</b>	<b>21</b>
<b>7. SUMMARY .....</b>	<b>21</b>

## 1. UVOD

Sukulenti su skupina koja obuhvaća brojne rodove, pa i čitave porodice biljaka. One su se na specifičan način prilagodile uvjetima života na područjima izmjene sušnih i kišnih razdoblja. Razvile su posebne anatomske i morfološke osobine koje im omogućavaju život u takvim nepogodnim uvjetima.

Već stoljećima zaokupljaju pažnju botaničara, hortikulturista i ljubitelja bilja. Svojim zanimljivim oblicima, veličinama, bojama i cvjetovima privlače poglede u brojnim vrtovima i parkovima. Omiljeni su za uzgoj zbog jednostavnosti održavanja, ali i zbog velike raznovrsnosti što pruža izbor za sve ukuse. Mogu se držati na prozoru ili na balkonu, u vrtu ili u stakleniku. Neki se koriste i u industrijske i prehrambene svrhe.

U svom domu i ja sam uvijek imala barem nekoliko predstavnika ove interesantne skupine. S obzirom na njihovu sveprisutnost, ali istovremenu zagonetnost odlučila sam ih pobliže upoznati. Zanimalo me kako su i zašto klasificirani sukulenti, te po čemu su sve zanimljivi njihovi predstavnici.

## 2. SUKULENTI

Prema Janković (1979.), sukulenti pripadaju skupini biljaka pod nazivom kserofiti. To su biljke koje žive u sušnim predjelima, dakle u uvjetima nedostatka vode kako u zraku tako i u zemlji, te u uvjetima visokih temperatura i intenzivnog sunčevog zračenja. Sukulenti su kserofite koje se odlikuju sukulentnom građom vegetativnih organa. Koeficijent sukulentnosti govori o odnosu mase i površine listova, odnosno stabljike ovih biljaka. Znači, što je manja površina u odnosu na masu, to je sukulentnost veća. Upravo zahvaljujući ovoj karakteristici sukulenti su i dobili svoje ime - lat. succulentus – sočan, što se odnosi na njihove mesnate i zadebljale listove, odnosno stabljike koje su zapravo spremišta vode.

Sukulenti su razvili specifične prilagodbe kako bi ostali aktivni za vrijeme sušnih razdoblja; od ograničavanja transpiracije i održavanja fotosinteze, preko osobitog metabolizma do posebne morfološke i anatomske građe. Sukulenti, po pravilu, ograničavaju svoju stomatalnu transpiraciju u izvanredno velikoj mjeri, tako da su im puči tijekom dana gotovo stalno zatvorene. To do krajnosti zaoštrava sukob između potrebe da se gubitak vode ograniči (zatvorene puči) i potrebe da se omogući primanje CO<sub>2</sub> (otvorene puči).

Sukulenti su tijekom svoje ekološke evolucije razvili put krajnje ekonomičnog trošenja rezerve vode kojom raspolažu, riješavajući time problem opstanka na sušnim staništima, dok su u pogledu fotosinteze izgradile specifičan način otklanjanja poteškoća oko snabdjevanja s CO<sub>2</sub>. Rješenje ovog sukoba sastoji se gotovo u potpunom prekidu transpiracije, čime se gubitak vode svodi na minimum, i u kompenzaciji teškoća asimilacije CO<sub>2</sub> putem specifičnog metabolizma disanja. S obzirom da imaju malu stopu transpiracije, u borbi protiv prekomjernog zagrijavanja nalaze oslonac prije svega u specifičnim osobinama protoplazme – velika viskoznost i velika količina vezane vode. S druge strane, za vrijeme vlažnih perioda, sukulenti imaju sposobnost veoma energičnog upijanja vode iz podloge i njenog akumuliranja u velikim količinama.

Korijenov sistem je površinskog karaktera, razgranjen samo u površinskom sloju zemlje, dok se u dubinu ne razvija. Za vrijeme kišnog perioda i općenito kada su padaline, korijenovi sukulenata izvanredno brzo upijaju zemljišnu vlagu koja se zatim

akumulira u sukulentnim vegetativnim organima. Za neke je utvrđeno da sadrže vode čak i više od 95% od ukupne žive mase. Neki kaktusi sadrže i preko 1000 l vode. Veliki hidratacijski kapacitet sukulenata omogućen je velikom količinom pentoza (monosaharid s pet ugljikovih atoma).

Kod mnogih sukulenata na površini listova ili stabala nalazi se zadebljala kutinizirana epiderma, ispod koje je višeslojni sklerenhim. Puči su malobrojne, obično uvučene u udubljenja, i po pravilu stalno zatvorene. Provodno i mehaničko tkivo je veoma slabo razvijeno. Nasuprot tome, jako je razvijeno tkivo vodenog parenhima, koje služi kao rezervoar vode, izgrađeno od manje ili više okruglih stanica s tankim stijenkama. Sukulenti jako dobro čuvaju svoju vodu; eksperimenti su pokazali da kaktus *Cereus giganteus* Engelm., težak 40 kg, izgubi za godinu dana svega 25% svoje težine iako je rastao potpuno bez vode, ili da *Echinocactus*, težak 37,5 kg, također održavan bez vode, ispari u 6 godina svega 11 kg vode. Malom gubitku vode doprinosi i oblik nadzemnih organa sukulenata, kod kojih je površina u odnosu na zapremninu veoma smanjena. Na taj način, drastično smanjenom transpiracijom sprječavaju gubitak svoje vode, a održavaju istovremeno visok stupanj hidratacije. Iako sukulenti ne mogu transpiracijom smanjiti temperaturu, što je inače vrlo bitno u vrelim američkim i afričkim pustinjama, oni su ipak vrlo otporni na visoke temperature. To mogu zahvaliti velikoj viskoznosti protoplazme i velikoj količini vezane vode.

S obzirom da su puči tijekom dana zatvorene dolazi do problema u snabdjevanju ugljičnim dioksidom. Izvjesna količina CO<sub>2</sub> uđe tijekom noći kroz otvorene puči i pohranjuje se u tkivima, odakle se tijekom dana, u prisutstvu svjetlosti, koristi za fotosintezu. Ali to nije dovoljno, te se kod sukulenata ne bi mogla postići efikasna fotosinteza da ne postoji poseban tok oksidacije, koji čuva potencijalnu rezervu CO<sub>2</sub> u organskim molekulama. Tijekom noći, za vrijeme disanja, kod sukulenata se oksidacija ne odvija do kraja, do izlučivanja CO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O, već se zadržava na stupnju organskih kiselina (posebno jabučne kiseline). Na taj način sprječava se gubitak CO<sub>2</sub> u atmosferu, što se inače događa kod normalnog disanja. Za vrijeme dnevne svjetlosti vrši se daljnje razlaganje organskih kiselina, te se sada proizvedeni CO<sub>2</sub> koristi za fotosintezu. To je izvjesna kompenzacija za nedovoljnu asimilaciju CO<sub>2</sub> iz zraka. Ipak, ovakav komplicirani put oksidacije ne može pružiti maksimalnu učinkovitost fotosinteze, kakav može ostvariti

većina drugih biljaka, pa se sukulenti odlikuju niskim stupnjem organske produkcije i sporim rastom.

Ova obilježja sukulenata imaju određeni značaj u odnosu sa drugim biljkama, tako da oni mogu konkurirati samo u pustinjским regijama u kojima je vegetacija općenito prorijeđena. Sukulenti su biljke otvorenih prostora, u kojima je prisutna obilna svjetlost, a mala gustoća vegetacije omogućava im da i uz spori rast održe svoje stanište.

Sukulenti su prvenstveno stanovnici pustinja središnje Amerike i južne Afrike. U pustinjama Meksika i Arizone naročito su karakteristični različiti kaktusi (*Cactaceae*), a zatim i predstavnici porodice *Agavaceae*; u pustinjama južne Afrike nalazimo kaktusolike mlječike (*Euphorbiaceae*), *Aizoaceae* i kaktusolike *Asclepiadaceae*. Na sušnim staništima subtropske i umjerene zone dolaze sukulentni rodovi *Sedum* i *Sempervivum*.

U više od 60 porodica razvile su se sukulentne vrste i čitavi rodovi; jednosupnice – *Agavaceae*, *Dracaenaceae*, *Nolinaceae*, *Amaryllidaceae*, *Aloaceae*, *Hyacinthaceae*, *Orchidaceae*, *Commelinaceae*, *Dioscoreaceae*, *Bromeliaceae*, *Poaceae*, te dvosupnice – *Araliaceae*, *Asteraceae*, *Campanulaceae*, *Moringaceae*, *Aizoaceae*, *Cactaceae*, *Caryophyllaceae*, *Didieraceae*, *Portulacaceae*, *Icacinaceae*, *Begoniaceae*, *Cucurbitaceae*, *Balsaminaceae*, *Fouquieriaceae*, *Fabaceae*, *Apocynaceae*, *Rubiaceae*, *Geraniaceae*, *Gesneriaceae*, *Lamiaceae*, *Pedaliaceae*, *Euphorbiaceae*, *Passifloraceae*, *Bombacaceae*, *Melastomataceae*, *Oxalidaceae*, *Piperaceae*, *Menispermaceae*, *Moraceae*, *Urticaceae*, *Anacardiaceae*, *Burseraceae*, *Crassulaceae*, *Convolvulaceae*, *Vitaceae*, *Welwitschiaceae* ([www.succulent-plant.com](http://www.succulent-plant.com)).

Sukulenti se mogu podjeliti na dvije grupe: 1. sukulente stabla i 2. sukulente lista (foliozne sukulente). Za prvu grupu, čiji su najtipičniji predstavnici kaktusi i kaktusolike mlječike, vrijedi sve do sada rečeno. To su ustvari pravi sukulenti, kod kojih je sakupljanje i pohranjivanje velike količine vode vezano sa njezinim malim gubitkom putem transpiracije. Foliozni sukulenti također imaju vodeni parenhim s akumuliranom vodom, ali je kod njih transpiracija u odnosu na površinu dosta velika, pa se može usporediti s normalnim biljkama. No, ipak je u odnosu na količinu vode i ukupnu svježiu težinu transpiracija manja. Prema tome, osnovna adaptacija lisnatih sukulenata leži u redukciji površine s obzirom na zapreminu. Kod njih ni periferna zaštita (stalno

zatvorene puči, kutinizirana epiderma) nije sprovedena u toj mjeri kao kod sukulenata stabla (Janković 1979.).



### 3. SUKULENTI STABLA

Kao predstavnike sukulenata stabla odlučila sam predstaviti porodicu kaktusa (*Cactaceae*). Ova porodica je u potpunosti sukulentna, svim vrstama, te odražava sve karakteristike sukulentnosti stabla. Zbog toga je najreprezentativnija, ali i najzanimljivija.

#### 3.1. Rasprostranjenost

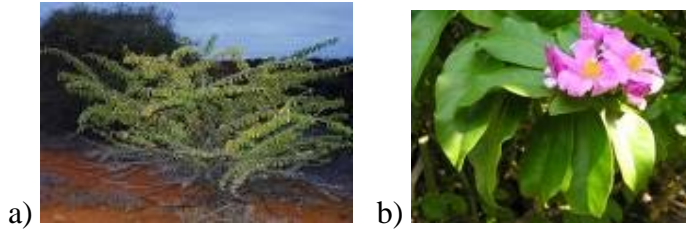
Kaktusi su sukulenti Novoga svijeta - prirodno nastanjuju sjevernu, srednju i južnu Ameriku. Danas, naravno zahvaljujući ljudskoj aktivnosti, rasprostranjeni su po cijelom svijetu. Mogu se naći u svakoj državi sa tropskom ili subtropskom klimom, posebno u parkovima i vrtovima, ali isto tako mogu se vidjeti u divljini kao unesene vrste, na primjer duž Mediteranske obale. Iako većina ljudi misli da su kaktusi ograničeni samo na pustinjska područja, zapravo samo oko četvrtinu svih kaktusa živi u pustinjama. Ostale tri četvrtine preferiraju manje oskudne uvjete polupustinja, stepa, listopadnih šuma te travnjaka. Zanimljivo je da se mogu naći čak i na vrhovima krošnji najviših stabala u tropskim prašumama, a isto tako i u planinskim predjelima Anda na visinama i od 4000 m (Kutanjac, 1990., Šubik i Kunte, 2000.).

#### 3.2. Stablo kaktusa

Anatomski i morfološki gledano, stablo kaktusa odražava uvjete u kojima te biljke rastu. Oskudno tlo, manjak vode, te izloženost velikim količinama sunčevih zraka, tj. izmjena kišnih i sušnih razdoblja, uzrokovali su razvoj sukulentnosti. Kaktusi su sposobni pohraniti znatne količine vode, prikupljene za kišnih mjeseci, u svom zadebljalom stablu, što im omogućuje uspješno preživljavanje nepovoljnih mjeseci sušnog razdoblja.

Sukulentnost stabla kaktusa dovela je evolucijom do redukcije lišća. Kaktusi zapravo nemaju lišće. Mnoge vrste imaju po dva ili tri dobro razvijena kotiledonska listića, no gube ih čim se pojave pravi izdanci stabla. Postoje kaktusi koji nam pokazuju taj evolucijski put, na primjer rod *Pereskia* (Sl. 1) ima prave asimilacijske listove, te rastu kao lisnato grmlje. U rodu *Opuntia* također su razvijeni listovi, ali već znatno reducirani, dok su kod *Cereoidea* listovi potpuno nestali. Listovi su se pretvorili u bodlje,

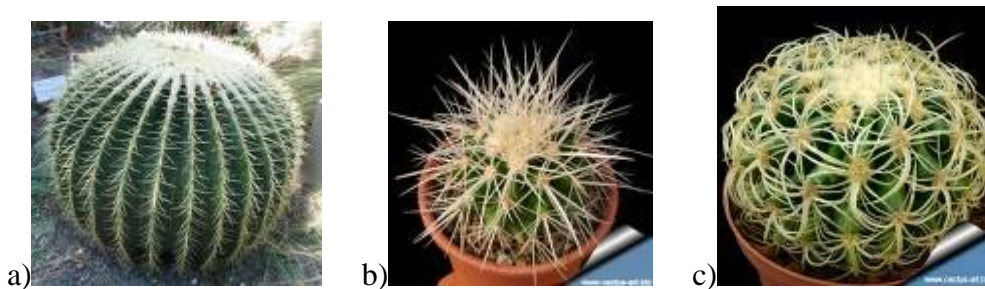
a kratka, plosnata, stupasta ili okrugla stabla, kod nekih djelomično razgranata, su preuzela zadaću lišća.



a) b)  
**Slika 1. a)** Grmolika *Pereskia sp.* s **b)** asimilacijskim listovima.  
([www.caycanh.vn](http://www.caycanh.vn), [www.fortunecity.com](http://www.fortunecity.com))

Tkivo kaktusa je građom sposobno pohraniti veliku količinu vode, a u tome im pomažu još neke prilagodbe. Površinu kaktusa čini kambij obavijen epidermom čije stanice, tzv. katikule ne propuštaju vodu i plinove, te tako sprječavaju isparavanje, toplotne udare i uvenuće. Osim toga, one izlučuju voskastu tvar koja ima istu zadaću.

Bodlje, metamorfozirani listovi, rastu u nakupinama, a izlaze iz malih jastučastih tvorevina s mnogobrojnim dlačicama koje se zovu areole. Bodlje mogu biti jako čvrste, tvrde i oštre, ili pak jako mekane i fine, čak pahuljaste. Zanimljivo je da njihova veličina i oblik mogu jako varirati unutar jedne vrste (Sl. 2).



a) b) c)  
**Slika 2. a, b i c)** Različite bodlje u vrste *Echinocactus grusonii*.  
([www.cactus-art.biz](http://www.cactus-art.biz), [www.upload.wikimedia.org](http://www.upload.wikimedia.org))

Najneugodnije su glohidije koje nalazimo u rodu *Opuntia*. To su sitne bodlje s kukicama pa se teško odstranjuju kada se zabodu u kožu. No, kukice na bodljama opuncija imaju još jednu ulogu. Kada se bodlje, na primjer kod vrste *Opuntia tunicata* (Lehm.)Link and Otto ex Pfeiffer (Sl. 3), prime kukicama za kožu nekog sisavca, one se lako otrgnu i tako prenose na neko drugo mjesto gdje se zakorjene. Bodlje, između

ostalog, štite kaktuse od proždiranja životinja. Često su vrlo zanimljivih oblika i boja, te predstavljaju vrlo lijep ukras na kaktusu.



**Slika 3.** *Opuntia tunicata*.  
([www.panoramio.com](http://www.panoramio.com))

Kod nekih vrsta kaktusa, na primjer *Cephalocereus senilis* (Haw.)Pfeiff. (Sl. 4), tijela su obrasla i gustim, vunastim ili svilenkastim dlačicama, koje snizuju temperaturu tijelu kaktusa i tako ga štite od isušivanja i pretjeranog sunčevog zračenja.



**Slika 4.** *Cephalocereus senilis*.  
([www.sanpedroman.com](http://www.sanpedroman.com))

Neke vrste (*Peniocereus greggii* (Engelm.)Britt.and Rose., *Gymnocactus subterraneus* (Backeb.)Backeb) riješile su problem manjka vode razvijanjem velikog modificiranog korijena koji djelomično služi kao rezervoar vode, ali i služi kao rezervni organ koji može obnoviti stabljiku u slučaju da biljka ostane bez nje.

Rod *Mammillaria* specifičan je po tome što ima sitne bradavice – mamile, također modifikacije lista. One su posebno izražene kod vrste *Mammillaria magnimamma* Haw. (Sl. 5a), na vrhovima njezinih bradavica smještene su bodlje.

Mnogi kaktusi, na primjer rodovi *Astrophytum* i *Cereus* (Sl. 5b i 5c), imaju umjesto bradavica rebra. To su okomita uzvišenja u obliku brazda različitih debljina (Kutanjac, 1990.).



**Slika 5.** a) *Mammillaria magnimamma*, b) *Astrophytum* sp. i c) *Cereus peruvianus* (L.)Mill.  
([www.waterwhendry.blogspot.com](http://www.waterwhendry.blogspot.com), [www.cactuseum.com](http://www.cactuseum.com), [www.succseed.com](http://www.succseed.com))

### 3.3. Cvjetanje kaktusa

Kaktusi su omiljeni zbog svojih raznovrsnih cvjetova, što zbog boje, oblika ili mirisa (Sl. 6). Njihovi cvjetovi rastu iz areola, a formiraju nediferencirani perijant. Uglavnom su aktinomorfni, a rijetko zigomorfni. Najveći broj kaktusa ima dvospolne cvjetove. Ženski organi smješteni su u sredini cvijeta, a muški ih okružuju u nekoliko krugova. Pelud obično prenose kukci, a mogu i kolibrići i šišmiši kod nekih vrsta. Postoje i vrste koje se mogu samooprašivati, na primjer iz rodova *Rebutia* i *Notocactus* (Sl. 6c i 6d). Članovi roda *Frailea* karakteristični su po specijalnoj vrsti samooprašivanja koja se zove kleistogamija. Oprašivanje i fertilizacija odvijaju se u pupu tako da se cvijet uopće ne razvija, nego se vrlo brzo stvara plod.



**Slika 6.** Raznovrsnost cvjetova kaktusa; a) *Selenicereus grandiflorus* (Mill.)Lem., b) *Echinocereus pulchellus* (Mart.)Seitz, c) *Notocactus scopae* (Sprengel)Berger i d) *Rebutia krainziana* Kesselring.  
([www.cactusinfo.net](http://www.cactusinfo.net), [www.cactusclub.kakt.info](http://www.cactusclub.kakt.info), [www.botanica.uk.net](http://www.botanica.uk.net), [www.home-and-garden.com](http://www.home-and-garden.com))

Cvijetovi kaktusa uglavnom se otvaraju po danu, ali postoje i vrste koje cvatu po noći (na primjer rodovi *Discocactus*, *Echinopsis*, *Neobinghamia*): njihovi cvijetovi počinju se otvarati u sumrak i obično su bijele boje i ugodnog mirisa (na primjer *Selenicereus grandiflorus* (Sl. 6a)- kraljica noći, miriši po vaniliji). Cvatnja traje jako kratko što je također posljedica težnje da se uštedi što više vode. Otvoreni cvijet isparava puno vode, pa zato cvijetovi kaktusa venu jako brzo, ponekad samo nekoliko sati nakon što su procvjetali. Također, neoprašeni cvijet ostaje dulje svjež i otvoren nego onaj koji je oprашen. To je zato što je oprашeni cvijet ispunio svoju zadaću i nema potrebe da biljka dalje troši svoje rezerve. Oprășeni cvijet razvija se u plod, bobu, koja može biti sočna ili suha. Plodovi su često jestivi, a neke opuncije se čak i uzgajaju zbog njihovog voća, na primjer *Opuntia ficus-indica* (L.)Mill. (Sl. 7) (Šubik, Kunte, 2004.).



**Slika 7.** *Opuntia ficus-indica* i njezin plod.

([www.biologie.uni-regensburg.de](http://www.biologie.uni-regensburg.de), [www.botanik.uni-karlsruhe.de](http://www.botanik.uni-karlsruhe.de))

## 4. SUKULENTI LISTA

Kao foliozne sukulente predstaviti ću porodicu agava (*Agavaceae*). Prvenstveno rodove *Agave* i *Yucca*, jer su ta dva srodna roda najbrojniji predstavnici ove raznovrsne porodice.

### 4.1. Klasifikacija i razmještaj

Porodica *Agavaceae* je u zadnjih dvjestotinjak godina često mijenjala svoj sastav. *Agave* su nekad pripadale porodici *Amaryllidaceae*, a *Yucca* porodici *Liliaceae*. Kasnije su ovi rodovi svrstani zajedno sa srođnicima i iz Novog (*Nolinaceae*, te rodovi *Furcraea*, *Hesperaloe*, *Beschorneria*, *Manfreda*, *Polianthes* i *Prochnyanthes*) i iz Starog svijeta (*Cordyline*, *Dracaena* i *Sansevieria*) u jednu veliku porodicu (*Agavaceae*). No, jedino zajedničko im je bilo to što su to sve kserofitne jednosupnice koje formiraju rozete. Dokazano je da su *Agave* i *Yucca* srodne i na citološkoj razini, a ostali rodovi su doživjeli još razmještanja po porodicama.

Pripadnici ove heterogene porodice mogu se naći duž cijelog tropskog i subtropskog pojasa, posebice u sušnim i polusušnim predjelima. *Agave* i *Yucca* stanovnici su sjeverne, srednje i južne Amerike (Irish, 2000.).

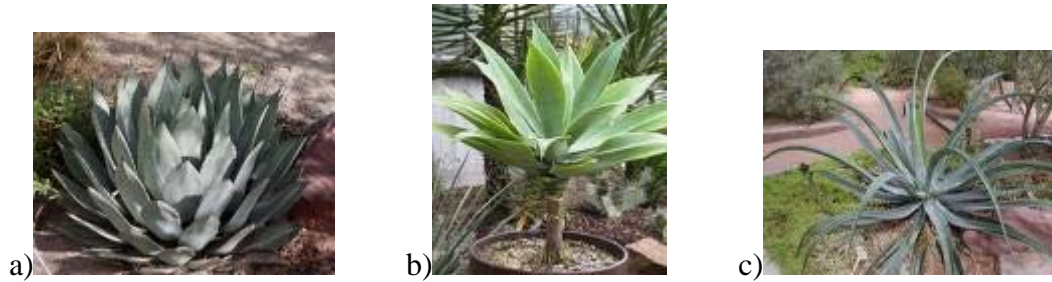
### 4.2. Rod *Agave*

Ovaj rod sadrži 200-250 vrsta koje rastu samo u Americi. Mexico je centar njihove raznolikosti i ima više od 125 vrsta. Ostatak se nalazi u Sjedinjenim Američkim Državama, te središnjoj Americi, posebno na Karibima. Većina agava raste na sušnim područjima, zatim na stjenovitim i šljunčanim zemljištima, a rijede u šumama. Odgovaraju im područja s ljetnim temperaturama do 41 °C i zimskim do -10 °C. Može ih se naći na visinama od razine mora, uključujući obale mora, pa do planinskih predjela preko 2500 m.

*Agave* su višegodišnje biljke koje imaju velike, mesnate listove uređene u spiralu oko male, ponekad nevidljive, stabljike formirajući tako rozetu (Sl. 8). Rozeta je oblik koji ima veliku prednost u pustinjskim i drugim sušnim uvjetima. Takav raspored listova omogućuje da se kiša slijeva niz njih skroz do korijena. Kada je velika suša čak se i ta



mala stabljika još više stisne kako bi napravila prostor za bolje slijevanje vode do korijena. Na taj način se kad padne kiša skupi maksimalna količina dostupne vode.



**Slika 8.** Rozete agava; **a)** *Agave palmeri* Engelm., **b)** *Agave attenuata* Salm. i **c)** *Agave vilmoriniana* A.Berger. ([www.upload.wikimedia.org](http://www.upload.wikimedia.org), [www.botanik.uni-karlsruhe.de](http://www.botanik.uni-karlsruhe.de), [www.azarboretum.org](http://www.azarboretum.org))

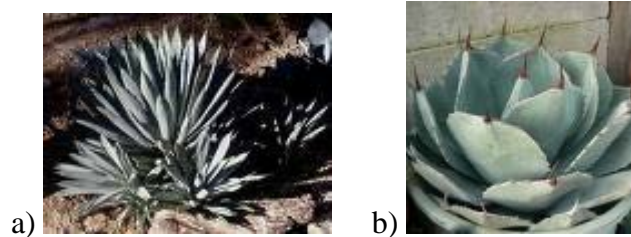
Listovi agava su obično čvrsti i tvrdi, iako mogu biti i mekani, te veoma vlaknasti iznutra. Vaskularni sustav ulazi u listove te stvara vlakna koja se protežu cijelom duljinom lista. U nekim vrstama je ova karakteristika jako izražena pa se takve vrste uzgajaju zbog vlakna koje proizvode, na primjer *Agave sisalana* Perrine (Sl. 9) i *Agave fourcroydes* Lem. Rozeta može imati od 20-tak pa do preko 200 listova, koji variruju u boji od svjetlozelene do sivoplave. Listovi su sukulentne građe, s vodenim parenhimom i obavijeni voskastom kutikulom. Karakteristika listova agava su i bodlje koje često imaju na svom rubu (Sl. 10b). Zanimljivo je da njihovi listovi dugo žive, uglavnom 12-15 godina, a često i čitav život biljke. Razlog tome je što se čitav vodni i energetske kapacitet biljke nalaze u listovima, pa ih je korisno sačuvati što je dulje moguće kako bi mogli pružiti potrebnu energiju za cvjetanje.



**Slika 9.** *Agave sisalana* i njezino vlakno.

Stabljika je obično mala, više kao podnožje listovima koji je zakrivaju. Neke vrste formiraju deblo, čak i zamjetne veličine, ali one su rijetke. S druge strane, rizomi,

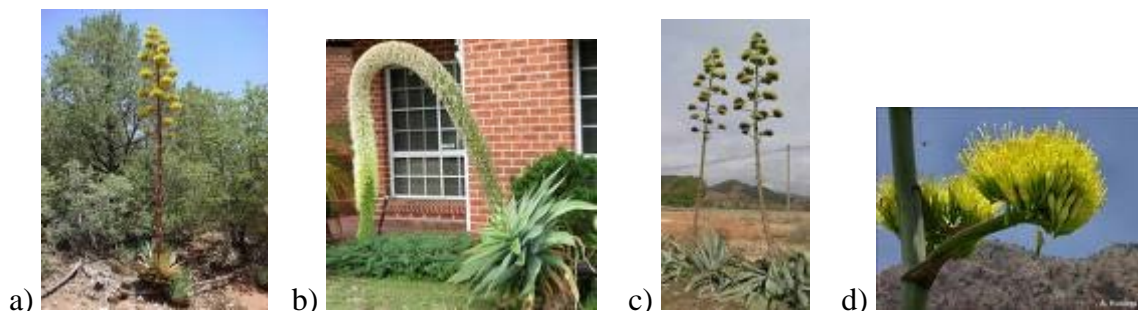
podzemni produžeci stabljike, česta su pojava. Na rizomu se razvijaju mali pupoljci koji zatim dosežu površinu i razvijaju se u novu rozetu. Neke biljke stvaraju puno takvih klonova, a neke samo jedan ili par (Sl. 10a). Ponekad mehaničko oštećenje može izazvati razvoj takvih rozeta.



**Slika 10. a)** Rizomske rozete kod *Agave macroacantha* Zucc., **b)** bodlje na listovima, *Agave* sp. ([www.modernphoenix.net](http://www.modernphoenix.net), [www.nativespacesdesign.com](http://www.nativespacesdesign.com))

Korijen agava je vlaknast i razvija se u širinu, radijalno oko biljke. Najstariji korijen se zadeblja, čak i odrveni, dok su mladi jako mekani i razgranati. Kada je sušno razdoblje korijen degenerira, a kada padne kiša vrlo brzo se stvaraju mladi, površinski korijenčići koji skupljaju svaku kap kiše.

Cvjetovi agava su često veliki i razvijaju se na dugačkim drškama, koje mogu biti duge od 1,8 m do čak 15m. Njihova posebnost je upravo ta veličina, koja više podsjeća na manje drvo nego na ono što obično imamo pod pojmom cvijeta (Sl. 11).



**Slika 11. Velebni cvjetovi agava; a)** *Agave parryi* Engelm., **b)** *Agave attenuata* Salm., **c)** *Agave americana* L. i **d)** *Agave havardiana* Trel. ([www.wnmu.edu](http://www.wnmu.edu), [www.staff.it.uts.edu.au](http://www.staff.it.uts.edu.au), [www.floracyberia.net](http://www.floracyberia.net), [www.museum.utep.edu](http://www.museum.utep.edu))

Cvjetovi agava tvore perijant od 6 tepala poredanih u dva reda. Cvjetanje se odvija u više faza. Prvo se rastvore tepale i propuste prašnike koji tek za dan ili dva otpuste pelud. Kada se prašnici posuše, njuška tučka se naglo produži i hvata pelud. Zatim se odvija oprašivanje, često potpomognuto raznim životinjama, te oplodnja. Plod



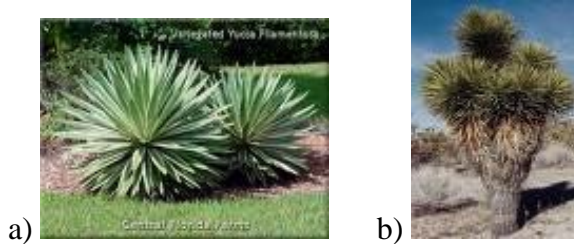
je trokomorni tobolac koji je često drvenast i suh, ali obično dugo ostaje na biljci. Mnoge agave dok cvjetaju imaju obilne količine nektra, a druge pak karakteristične mirise (Irish, 2000.).

Agave se u Mexicu koriste i u prehrambene i u industrijske svrhe. Od njih se koriste vlakna, proizvodi se sapun, a postoje i dva posebna pića za koja se koriste; to su *pulque* – fermentirano piće koje se uglavnom proizvodi od vrste *Agave atrovirens*, te *mescal* – destilirano piće koje se može pripremiti od raznih vrsta agava (Trelease, 2000.).

### 4.3. Rod *Yucca*

U ovom rodu nalaze se različite forme, od niskih, gotovo travnatih biljaka bez stabla, pa do visokih, razgranatih sa jednom ili mnogo rozeta. Autohtoni su u sjevernoj i srednjoj Americi. Preferiraju sušna i polusušna područja s podlogom koja se brzo suši. Može ih se naći na pješćanim plažama, šljunčanim zemljištima, a dosta često i na čistinama u šumskim predjelima.

Listovi juka su ravni i mnogobrojni, te bogati vlaknima. Zanimljivo je da veličina listova ne raste proporcionalno s veličinom biljke, nego na primjer niska vrsta juke - *Yucca filamentosa* L. ima jednako velike listove kao i ogromna vrsta - *Yucca brevifolia* Engelm. (Sl. 12).



Slika 12. a) *Yucca filamentosa* i b) *Yucca brevifolia*.

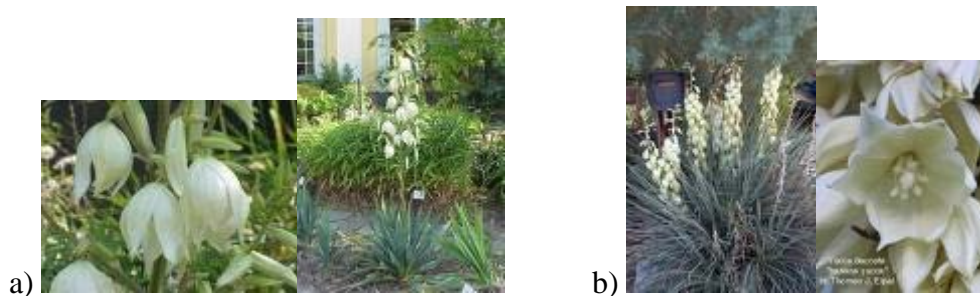
([www.centralfloridafarms.com](http://www.centralfloridafarms.com), [www.rareseedsource.com](http://www.rareseedsource.com))

Boje listova variraju od svjetlozelene preko sivozelene do čak blijedoplave. Mogu biti kruti i čvrsti, ali i tako mekani da se lagano savijaju po sredini. Njihov broj i raspored jako varira. Listovi mogu biti glatki ili izrezuckani po rubu. Otprilike pola svih juka ima rubne filamente koji mogu biti različitih debljina i stupnja zavijenosti. Listovi mogu imati bijele, žute ili smeđe pruge uz rub.

Juke mogu imati jedno stablo ili više njih, ili pak mogu biti bez stabla. Vrste bez stabla nalaze se obično u hladnijim predjelima, a one sa stablima u toplijim, tropskim. U nekih vrsta stablo nije uspravno, nego ima tendenciju puzati po podu i tako protezati biljku u obliku niske kolone. Neka stabla stvaraju grane, a druga ne. Starija stabla često se rascjepe i odrvene. U najvećih vrsta stablo je jako i visoko te služi kao postolje rozetama koje počivaju na njemu. Također, mogu se rasprostirati pomoću rizoma i tako stvarati niske kolonije rozeta. "Drvo" juka je kao i u ostalih drvenastih jednosupnica kao što su palme, vlaknasto i puno zraka što ga čini čvrstim i laganim. Neka stabla mogu formirati podzemne strukture koje u slučaju mehaničkog oštećenja nadzemnog djela mogu obnoviti biljku, na primjer kod vrsta *Yucca faxoniana* Trel. i *Yucca schidigera* Roezl ex Ortg. nakon požara.

Korijen juka je jak, vlaknast i konopljast. U vrstama koje stvaraju rizome, korijen se razvija uz podzemnu stabljiku. Također, mogu se razviti i uz stabljiku koja se svija i pada uz podlogu.

Cvijetovi juka, isto kao i u agava, imaju tri vanjske i tri unutrašnje tepale. Većinom su zvonoliki, a tepale su debele i kožnate. Boja može biti od kremasto bijele preko zelenobijele do čisto bijele. U mnogih vrsta vanjske tepale su dodatno obojene s rozim, smeđim, crvenim ili purpurnim linijama. Zbog svojih lijepih cvijetova, u hortikulturi su cijenjene vrste *Yucca filamentosa* L. i *Yucca baccata* Torr. (Sl. 13).



**Slika 13.** a) *Yucca filamentosa* i b) *Yucca baccata*. (www.eol.org, www.upload.wikimedia.org, www.home-and-garden.webshots.com, www.wildflowers-and-weeds.com)

Oprašivanje kod juka je zanimljivi primjer mutualizma (vrsta simbioze). Naime, oprašivanje njihovih cvjetova ovisi o noćnim leptirima iz roda *Pronuba*, čiji pak razvojni ciklus ovisi o cvjetovima juka (Sl. 14). Kada juka cvjeta, odrasli leptir se skloni unutar cvijeta tijekom dana, a u sumrak izlazi i skuplja pelud (noćni cvijetovi). Zatim odnosi

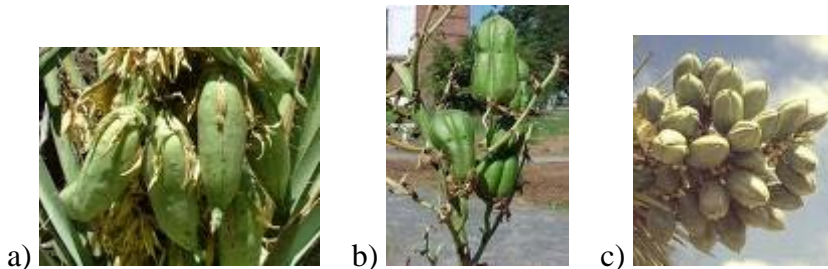
kuglicu peluda do drugog cvijeta i tamo ju ugura u njušku tučka, te istovremeno ostavlja svoja jajašca. Larve će se hraniti sjemenkama juka, a kada se razvije plod, pojedu i njega te padaju na tlo i tamo dalje nastavljaju svoj razvoj. Kada se ponovno razviju odrasli leptiri ciklus se može ponoviti. Očito je da postoji neki način na koji leptiri znaju koliko jajašca trebaju izleći kako larve nebi pojele sve sjemenke juka i tako zaustavile njezin ciklus, ali točan mehanizam nije poznat.



**Slika 14.** a) Cvijet vrste *Yucca brevifolia* i b) njezin simbiot *Pronuba yuccasella*.

([www.flowersociety.org](http://www.flowersociety.org), [www.answers.com](http://www.answers.com))

Plodovi juka mogu biti suhi ili sočni tobolci (Sl. 15). Sočni plodovi služe kao hrana raznim životinjama, ali i ljudima (Irish, 2000.).



**Slika 15.** Plodovi; a) *Yucca baccata*, b) *Yucca filamentosa* i c) *Yucca brevifolia*.

([www.nazflora.org](http://www.nazflora.org), [www.waddell.ci.mauchester.ct.us](http://www.waddell.ci.mauchester.ct.us), [www.commons.wikimedia.org](http://www.commons.wikimedia.org))

## LITERATURA

Irish M., Irish G., 2000. Agaves, Yuccas and related plants, a gardener's guide; Timber Press, Oregon

Janković M., 1979. Fitoekologija, sa osnovama fitocenologije i pregledom tipova vegetacije na zemlji; Hančna knjiga, Beograd

Kutanjac M. (ur.), 1990. Moje sobno bilje - Kaktusi, Založba Mladinska knjiga, Ljubljana

Šubík R., Kunte L., 2004. The complete encyclopedia of Cacti, informative text with hundreds of photographs; Rebo International, The Netherlands

Trelease W., 2000. Agave. U: Bailey L.H. (ur.): The standard cyclopedia of horticulture; The Macmillian company, New York

[www.answers.com](http://www.answers.com)

[www.azarboretum.org](http://www.azarboretum.org)

[www.biologie.uni-regensburg.de](http://www.biologie.uni-regensburg.de)

[www.botanica.uk.net](http://www.botanica.uk.net)

[www.botanik.uni-karlsruhe.de](http://www.botanik.uni-karlsruhe.de)

[www.cactusclub.kakt.info](http://www.cactusclub.kakt.info)

[www.cactusinfo.net](http://www.cactusinfo.net)

[www.cactusmuseum.com](http://www.cactusmuseum.com)

[www.cactus-art.biz](http://www.cactus-art.biz)

[www.caycanh.vn](http://www.caycanh.vn)

[www.centralfloridafarms.com](http://www.centralfloridafarms.com)

[www.commons.wikimedia.org](http://www.commons.wikimedia.org)

[www.eol.org](http://www.eol.org)

[www.floracyberia.net](http://www.floracyberia.net)

[www.flowersociety.org](http://www.flowersociety.org)

[www.fortunecity.com](http://www.fortunecity.com)

[www.home-and-garden.webshots.com](http://www.home-and-garden.webshots.com)

[www.modernphoenix.net](http://www.modernphoenix.net)

[www.museum.utep.edu](http://www.museum.utep.edu)

[www.nativespacesdesign.com](http://www.nativespacesdesign.com)

[www.nazflora.org](http://www.nazflora.org)  
[www.panoramio.com](http://www.panoramio.com)  
[www.rareseedsource.com](http://www.rareseedsource.com)  
[www.sanpedroman.com](http://www.sanpedroman.com)  
[www.staff.it.uts.edu.au](http://www.staff.it.uts.edu.au)  
[www.succseed.com](http://www.succseed.com)  
[www.succulent-plant.com/succulent-plant-families.html](http://www.succulent-plant.com/succulent-plant-families.html)  
[www.upload.wikimedia.org](http://www.upload.wikimedia.org)  
[www.waddell.ci.manchester.ct.us](http://www.waddell.ci.manchester.ct.us)  
[www.waterwhendry.blogspot.com](http://www.waterwhendry.blogspot.com)  
[www.wildflowers-and-weeds.com](http://www.wildflowers-and-weeds.com)  
[www.wnmu.edu](http://www.wnmu.edu)

## SAŽETAK

Sukulenti su biljke koje mogu pohraniti velike količine vode u svojim specijaliziranim stanicama. Ta prilagodba razvila se kao posljedica života na područjima gdje se izmjenjuju sušna i kišna razdoblja. Za takav život razvile su i posebnu morfologiju vegetativnih organa, pa tako razlikujemo sukulente stabljike – imaju sočne, zadebljale stabljike, i sukulente lista – imaju mesnate listove za pohranu vode. Predstavljene su reprezentativne porodice tih dviju skupina – *Cactaceae* (sukulenti stabljike) i *Agavaceae* (sukulenti lista), koje karakterizira velika raznolikost oblika, veličine, boja, cvijetova i načina oprašivanja. *Cactaceae* i *Agavaceae* potječu iz Novog svijeta, ali su danas, zahvaljujući čovjeku, rasprostranjene duž cijelog tropskog i subtropskog pojasa. Nastanjuju pustinjska područja i polupustinje, stepe, šljunčana zemljišta, te rijeđe šume i travnjake. Predstavnici ovih skupina imaju široku primjenu u ljudskim životima, od prehrane preko industrijske proizvodnje različitih preparata, pa do uzgoja u hortikulturi i našim domovima.

## SUMMARY

Succulents are plants capable of storing water in their specialized cells. That adaptation has developed as a result of life in regions where dry and rainy periods alternate through the year. For that kind of life they have developed a special morphology of vegetative organs, according to which we can divide them in two categories: stem succulents which have juicy and thicken stems, and leaf succulents which have fleshy leaves for storing water. Representative families of those two categories were introduced – *Cactaceae* (stem succulents) and *Agavaceae* (leaf succulents). They have a huge variety in shape, size, color, flowers and pollination ways. *Cactaceae* and *Agavaceae* originates from the New World, but thanks to human activity, today they are found throughout the world. They inhabit deserts and semi-deserts, dry steppe, gravelled plains, rarely forests or grassland. Specimens of this families have a wide usage in mans' life, from nutrition and industrial manufacture to horticultural and personal cultivation.