Prilagodbe biljaka na slana staništa

Glavić, Aleksandra

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:952780

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

BIOLOŠKI ODSJEK

SEMINARSKI RAD:

PRILAGODBE BILJAKA NA SLANA STANIŠTA

SALT PLANTS ADAPTATIONS

Studentica : Aleksandra Glavić

Mentor : doc. dr. sc. Zlatko Liber

Preddiplomski studij Znanosti o okolišu

(Undergraduate Study of Environmental Sciences)

Zagreb, rujan 2009.

SADRŽAJ :

1. UVOD 3

2. PODJELA HALOFITA 4

3. PRILAGODBE HALOFITA 7

3.1. AKUMULIRANJE SOLI U METABOLIČKI NEAKTIVNIM DIJELOVIMA BILJKE 7

3.2. IZLUČIVANJE SOLI UZ POMOĆ SOLNIH ŽLIJEZDA 9

3.3. SUKULENTNOST 11

3.4. ODBACIVANJE BILJNIH DIJELOVA 13

4. NAJPOZNATIJE SLANJAČE SVJETSKE FLORE 14

4.1. MANGROVA VRSTE 14

4.2. MONTEREJSKI ČEMPRES (*Cupressus macrocarpa*) **..... 15**

5. NAJČEŠĆE SLANJAČE HRVATSKE FLORE 16

6. LITERATURA 19

7. SAŽETAK / SUMMARY 20

1. UVOD

Koncentracija anorganskih iona može široko varirati u biljnom okolišu, od deficita do viška. Veliki dio zemljine površine pokrivaju područja koja se odlikuju povišenim salinitetom. Slane močvare na obalama jedne su od takvih područja. Najčešće su u estuarijima gdje su izložene djelovanju morskih mijena. Njihova slanost ovisi o više čimbenika kao što su nagib obale, udaljenost od mora, omjer miješanja slane i slatke vode, količina evaporacije (što uzrokuje porast koncentracije soli), količina padalina (što smanjuje koncentraciju soli). Visoki salinitet također je karakteristika i unutrašnjih pustinja. Ovdje evaporacija nadmašuje količinu padalina. Pustinjska tla obično sadrže visoke koncentracije Na^+, Cl^-, Ca^{2+}, SO_4^{2-} i karbonata. Viokim salinitetom odlikuju se također i područja blizu obala unutrašnjih jezera, primjerice Mrtvog mora, koja nigdje ne otječu i tako akumuliraju velike količine soli kako voda evaporira. I još je jedna kategorija područja koja također imaju visok salinitet. To su poljoprivredna, obradiva tla koja su pretjerano navodnjavana. Kako je navodnjavanje intenzivno u sušim regijama, veliki je gubitak vode evapotranspiracijom. To rezultira oslobađanjem soli iz vode kojom se navodnjava i njenom koncentracijom u tlu. Na svim tim prethodno nabrojanim staništima može opstati samo jedna velika skupina biljaka, zvana halofite ili slanjače. Kako bi opstale na takvim staništima i uz sve druge teške uvjete koja dolaze uz ta staništa, razvile su posebne prilagodbe o kojima je riječ u ovom seminarskom radu.

2. PODJELA HALOFITA

Ovisno o tipu staništa, halofiti su razvili različite prilagodbe kako bi opstali na tlima koja su ponekad visoko zasićena solju. Na temelju njihove tolerancije, odnosno potrebe za solju, razlikujemo obligatne i fakultatitvne halofite. Obligatni halofiti da bi opstali moraju živjeti na zaslanjenim staništima. Većina Chenopodiaceae pripada ovoj skupini halofita, primjerice *Salicornia europea* (slika 2.1.)



Slika 2.1. *Salicornia europea*

Fakultativni halofiti mogu živjeti na slanim saništima, ali bolje im odgovaraju slatkovodna ili bar staništa s malim koncentracijama soli. To su primjerice *Glaux maritima* (sl. 2.2.), *Plantago maritima* (sl. 2.3.), *Aster tripolium* (sl. 2.4., 3.4.2.) itd.



Slika 2.2. *Glaux maritima*



Slika 2.3. *Plantago maritima*



Slika 2.4. *Aster tripolium*

Halofiti se dijele također i na hidro-halofite i ksero-halofite. Hidro-halofiti žive u vodi ili na vlažnim tlima. To su vrste koje žive uz morske obale. Mnoge vrste mangrova pripadaju ovoj skupini (sl. 2.5.).



Slika 2.5. *Rhizophora sp.*

Za razliku od hidro-halofita, ksero-halofitima nije potrebno vlažno stanište. Za njih je bitno samo da je stanište slano. Ksero-halofiti su stanovnici zaslanjenih pustinjskih područja. To je primjerice vrsta *Reaumuria hirtella* (sl. 2.6., 2.7.)



Slika 2.6. *Reaumuria hirtella* (1)



Slika 2.7. *Reaumuria hirtella* (2)

3. PRILAGODBE HALOFITA

Dok prosječan sadržaj soli u svjetskim morima iznosi oko 3,5%, biljke slaništa na morskim obalama i na rubovima slanih bazena u područjima stepa i pustinja moraju podnijeti porast koncentracije soli čak do 10%, a i više, do kojeg dolazi zbog povišenja koncentracije u vodi tla ishlapljivanjem (koncentrirana otopina kuhinjske soli oko 38%). Problemima prezasićenosti vode tla ionima, koji su za biljnu prehranu nebitni ili štetni, pridružuje se na takvim staništima i vrlo kolebljiva i povremeno vrlo visoka osmotska vrijednost vode tla (razrjeđenje nakon jakih oborina, porast koncentracije pri jakom ishlapljivanju). Za život u takvim uvjetima halofiti su morali razviti posebne prilagodbe.

3.1. AKUMULIRANJE SOLI U METABOLIČKI NEAKTIVNIM DIJELOVIMA BILJKE

Odstranjivanje soli najvažnija je prilagodba biljaka na život na slanim staništima . To je u biti akumuliranje soli u tkivima daleko od metabolički aktivnih mjesta (u korijen). Tako zaštite osjetljive dijelove. Neki halofiti isključuju većinu soli iz svoje okoline. Nekoliko rodova mangrova (*Bruguiera* (sl. 3.1.1.), *Lumnitzera* (sl. 3.1.2.), *Rhizophora* (sl. 2.5.), *Sonneratia* (sl. 3.1.3.)) gotovo 99% soli iz okolne morske vode akumuliraju u svoje korijenje.



Slika 3.1.1. *Bruguiera sp.*



Slika 3.1.2. *Lumnitzera sp.*



Slika 3.1.3. *Sonneratia sp.*

Spartina alterniflora (sl. 3.1.4., 3.1.5.) odstranjuje 91 do 97% iona iz slane vode.



Slika 3.1.4. *Spartina alterniflora* (1)



Slika. 3.1.5. *Spartina alterniflora* (2)

Halofiti mogu kočiti ulazak soli u cijelu biljku ili samo u osjetljive dijelove. Odstranjivanje iz cijele biljke zasniva se na zaustavljanju prodora soli u korijenu. Kod rodova mangrova drveća *Rhizophora* (sl. 2.5.), *Laguncularia* (sl. 3.1.6.) i *Conocarpus* (sl. 3.1.7.) korijenje vrši ultrafiltraciju na plazmatskoj membrani.



Slika 3.1.6. *Laguncularia racemosa*



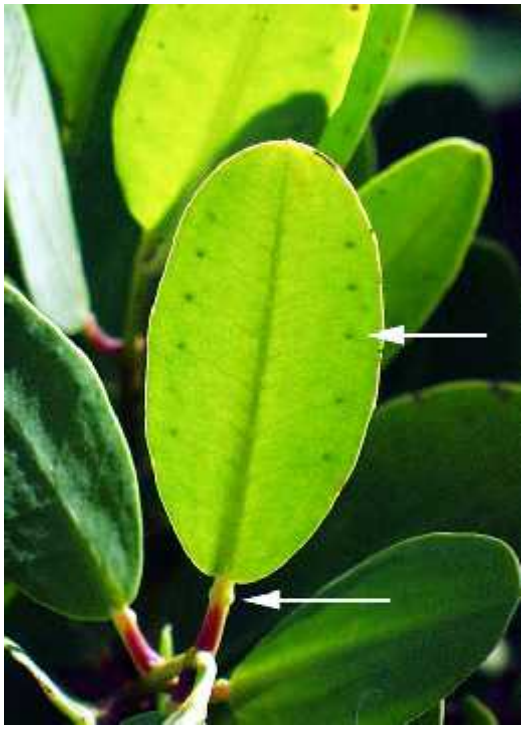
Slika 3.1.7. *Conocaprus erectus*

Drugi način izuzimanja soli je prepoznavanje iona, Na^+ i Cl^-, i sprječavanje njihovoga unosa. Apsorpcija iona iz okolnog medija regulirana je aktivnim transportom na staničnoj membrani. Problem je što je ion Na^+ kemijski sličan ionu K^+ pa biljka izuzimanjem iona Na^+, može izuzeti i K^+ koji je prijeko potreban biljki kao nutrijent. *Spartina alterniflora* (sl. 3.1.4., 3.1.5), je sposobna razlikovati Na^+ i K^+ te apsorbirati K^+, a izuzeti Na^+.

3.2. IZLUČIVANJE SOLI UZ POMOĆ SOLNIH ŽLIJEZDA

Na površini listova mnogih halofita nalaze se žlijezde koje izlučuju sol. Solne žlijezde izbacuju sol u otopini – tekućina ispari, a na površini listova ostaju kristali soli koje ispere kiša ili odnese vjetar.

Solne žlijezde (sl. 3.2.1.) su žlijezde sa egzotropnim izlučivanjem, tj. izlučuju prema van. Sekrecijski mehanizam solnih žlijezda još nije do kraja protumačen. Kao sekrecijski mehanizam prepostavlja se lokalna propusnost plazmaleme žlijezdastih stanica na mjestima sekrecije, kroz koju turgorski tlak stanice (koji se održava aktivnim ulaženjem tvari iz susjednih stanica) istiskuje vodenu otopinu pomoću tlačne filtracije. Utvrđena promjena u sastavu tvari može nastati pomoću povratne resorpcije soli. Za sve mehanizme ekrinog izlučivanja, pa tako i solnih žlijezda, korisno je ako žlijezdana stanica ima veliku površinu. One stoga često imaju karakter tzv. prijelaznih stanica (transfer-cells) koje se odlikuju karakterističnim resastim zadebljanjima stanične stijenke.



Slika 3.2.1. solne žlijezde kod vrste *Laguncularia racemosa*

Solne žlijezde nađene su kod mnogih vrsta halofita: *Distichlis spicata* (sl. 3.2.2.), *Spartina alterniflora* (sl. 3.2.3.), *S. patens, S. foliosa, S. townsendii* te kod vrsta roda *Limonium*. Također nalazimo ih i na lišću nekih vrsta mangrova. Zanimljivo je što je struktura solnih žlijezda kod svih mangrova gotova identična, a oni su sami u daljem srodstvu (primjer evolucijske konvergencije). Solne žlijezde mangrova su visoko selektivne. Izlučuju Na^{+}, Cl^{-} i HCO_3^{-},dok zadržavaju $Ca^{2+,}$ NO_3^{-}, SO_4^{2-} i H_2PO_4.



Slika 3.2.2. *Distichlis spicata*



Slika 3.2.3. *Spartina alterniflora*

3.3. SUKULENTNOST

Neki se halofiti "bore" protiv previsokih koncentracija soli u staničnom soku tako što skupljaju veće količine vode (solna sukulentnost, npr. caklenjača, *Salicornia* (sl. 2.1.)).

Sukulentnost je sposobnost biljke da pohrani vodu u svoje povećane listove, stabljiku ili korijen. Kod sukulentnosti sve stanice se povećavaju, listovi postaju veći, no njihov ukupni broj se smanjuje. Sukulentnost kod halofita djeluje tako da se unutrašnja slana voda razvodnjava te tako smanjuju negativne učinke soli. Sukulentnost u listovima nalazimo primjerice kod halofita rodova *Atriplex* (sl. 3.3.1) i *Suaeda* (sl. 3.3.2.), a u izdancima kod rodova *Salicornia* (sl. 2.1.) i *Arthrocnemum* (sl. 3.3.3.).



Slika 3.3.1. *A. deltoideum* i *A. hastatum*



Slika 3.3.2. *Suaeda maritima*



Slika 3.3.3. *Arthrocnemum macrostachyum*

Kada je biljki teško prikupiti vodu, reagira tako da zatvara puči kako bi sačuvala vodu. Sukulentne biljke često zatvaraju puči preko dana, a otvaraju ih noću. Tako smanjuju dnevni gubitak vode.

Sukulentnost se javlja kod mnogih vrsta mangrova i povećava se kako biljka stari. Listovi im postaju mesnatiji i veći. Bijelom mangrovu (*Lagencularia racemosa* (sl. 3.2.1.1.)) četverostruko se povećavaju listovi kako stari. Kod crvenog mangrova (*Rhizophora mangle* (sl. 3.3.4.)) veličina listova se povećava s povećanjem saliniteta tla.



Slika 3.3.4. *Rhizophora mangle*

3.4. ODBACIVANJE BILJNIH DIJELOVA

Neke biljke rješavaju se soli odbacujući svoje dijelove u kojima je akumulirana sol. Ako primjerica list koji sadrži sol, padne neposredno pokraj biljke, postoji mogućnost da se sol akumulira u korijen, no najčešće te dijelove voda odnese dalje.

Biljke uglavnom odbacuju starije listove u kojima se pohranjene određene količine soli, a mladi listovi, koji još mogu akumulirati sol, nadomještaju te stare, odbačene.

Halofiti koji se na ovaj način rješavaju viška soli su primjerice *Plantago maritima* (sl. 2.3.) , *Triglochin maritimum* (sl. 3.4.1.) i *Aster tripolium* (sl. 2.4., 3.4.2.).



Slika 3.4.1. *Triglochin maritimum*



Slika 3.4.2. *Aster tripolium*

4. NAJPOZNATIJE SLANJAČE SVJETSKE FLORE

More izvanredno snažno djeluje na biljni i životinjski svijet obala. Na toj granici između kopna i mora vladaju posebni životni uvjeti. Za mlatanja valova i prskanja mora zaslanjuje se obala, a kad pada kiša sol se ispire. Tako dolazi do velikih kolebanja slanosti, vlažnosti, temperature, a uz sve to tu je i mehaničko djelovanje vjetra i morskih valova. Takvim ekstremnim životnim uvjetima prilagođene su samo rijetke biljne vrste, a najviše proučavane takve vrste u svjetskim razmjerima su mangrova vrste i monterejski čempres.

4.1. MANGROVA VRSTE

U tropima u području plime i oseke na ušćima rijeka te u slanim močvarama na morskim obalama nalazi se tipična šumska zajednica u kojoj su se, osim prilagodbi visoku sadržaju soli tla, razvile i prilagodbe slabom prozračivanju i opskrbi korijenja s kisikom te mehaničkom djelovanju redovitog izmjenjivanja plime i oseke. Kao prilagodbu izmjenjivanju plime i oseke mangrove razvijaju štakasto korijenje, kao prilagodbu pomanjkanju kisika u slabo prozračivanom tlu razvijaju zračno korijenje, a kao prilagodbu sadržaju soli u brakičnoj vodi, koji je pri niskom vodostaju u zaostalim lokvama zbog isparavanja povremeno vrlo visok, imaju najviše osmotske vrijednosti koje su u biljaka izmjerene.

Tako dobro su se prilagodili na život uz obalu da njezini članovi mogu čak rasti s korijenjem u slanoj vodi (slike 2.5., 3.1.1., 3.1.2., 3.1.3., 3.1.6., 3.1.7., 3.2.1., 3.3.4.).

Najupečatljiviji dio mangrovog drveća je njihovo korijenje. Mnoge vrste su učvršćene u meki mulj potpornim korijenima, koji rastu iz debla, ili visećim korijenima, koji rastu iz grana. Kisik se iz korijenja iznad tla dovodi do onih koji su pod vodom. To prožimanje je naročito važno za mangrovo drvo jer treba kisik za obavljanje procesa ultrafiltriranja, kojeg koriste za izbacivanje soli iz drveta. Svaka stanica korijena radi kao malo postrojenje desalinizacije, prosijavajući van sol i dopuštajući samo čistoj vodi da uđe u sustav korijenja i dalje u ostale dijelove drveta.

Mangrovo drveće pokazuje i nekoliko drugih prilagodbi na njihov položaj. Imaju kožaste vazdazelene listove koji su sposobni sačuvati svježu vodu u sebi i ne pustiti u sebe solju nakrcanu vodu koja se spušta na njih. Također imaju cvjetove za oprašivanje vjetrom, koji

su sposobni iskoristiti sve prednosti morskih povjetaraca, i čahure za sjemenke u obliku koplja, koje se mogu zabosti u mulj ili otplutati dalje od drveta i proklijati negdje drugdje.

4.2. MONTEREJSKI ČEMPRES (*Cupressus macrocarpa*)

Vrste koje su naseljavale veliki dio umjerenog područja današnjeg SAD-a, na početku glacijacije, morale su se povući prema toplijoj pacifičkoj obali. Monterejski čempres, zajedno s drugim američkim divovima, kao što su američka duglazija i golemi mamutovac, pripada tim vrstama (sl. 4.2.1., 4.2.2.). Kad se klima prije 12 000 godina zagrijala, a ledenjaci povukli, većina navedenih vrsta se vratila na staništa koja su naseljavala prije ledenog doba dok je monterejski čempres ostao na kalifornijskoj obali gdje otad raste u sve manjem broju. Danas ih ima svega oko 300 jedinki. Primjerci koji su ostali zakržljali su i kvrgavi, rijetko dostižu više od 15 m visine. Ako bi pokupili sjemenke od bilo kojeg i posijali ga bilo gdje u umjerenom svijetu, izrastao bi pak u veličanstvenog diva. Ovo drvo također je jedno od rijetkih koje tolerira jake vjetrove i škropljenje morskom vodom.



Slika 4.2.1. *Cupressus macrocarpa*



Slika 4.2.2. *Cupressus macrocarpa*

5. NAJČEŠĆE SLANJAČE HRVATSKE FLORE

Unutar hrvatske flore postoji nekoliko desetaka slanjača, ali za potrebe ovoga rada detaljnije je opisano sedam najčešćih.

1. *Beta vulgaris* (morska blitva, divlja blitva (sl. 5.1.))

   Jednoljetnica, dvogodišnja vrsta ili kratkoživuća trajnica golih stabljika, visokih do 120 cm i jednostavna korijena nastanjuje kamenite i šljunkovite morske obale. Cjeloviti listovi dugi su do 10 cm. Dvospolni cvjetovi pri dnu su zajedno srasli po 1-3 u paštitaste cvatove. Ocvijeće je zelene boje, jednostavno i neugledno. Cvate od srpnja do rujna. Pošto je zdrava i hranjiva koristi se u kulinarstvu, a nekoć je imala i široke primjene u pučkoj medicini.



Slika 5.1. *Beta vulgaris*

2. *Inula crithmoides* (primorski oman (sl. 5.2.))

   Grmolika trajnica visine do 1 m nastanjuje kamenite i pjeskovite obale te slane močvare. Podnosi velike količine soli u zraku, vodi i tlu. Stabljike su joj odrvenjele pri dnu i gole su, a listovi su mesnati. Obodni jezičasti cvjetvi žute su boje, a središnji cjevasti su narančasti. Cvate od srpnja do listopada. Sve vrste roda *Inula* sadrže inulin, eterična ulja, treslovine i druge tvari koje pomažu pri liječenju raznih bolesti.



Slika 5.2. *Inula crithmoides*

3. *Halimione portulacoides* (omaklina (sl. 5.3.))

   Biljka je slanih staništa morskih obala i slanih livada puno izloženih suncu. Često raste na područjima koja su plavljena za plime. To je polegao polugrm, sivkastozelene ili bjelkastozelene, boje sitnih i neuglednih cvjetova te mesnatih listova. Cvate od srpnja do rujna. Jestiva je.



Slika 5.3. *Halimione portulacoides*

4. *Salicornia europea* (caklenjača (sl. 2.1.))

   Biljka jednoljetnica, plavkastozelena, visoka najviše 30 cm te zakržljalih listova pa stoga stabljika obavlja fotosintezu. Raprostranjena je na obalama, slanim pijescima, a negdje i u unutrašnjosti. Cvate od kolovoza do listopada. Mladi izdanci mogu se jesti. Caklenjače su bogate solima, a gorak okus potječe od visokog udjela magnezijevih soli. Zabilježena je njihova uporaba i u medicinske svrhe.

5. *Juncus acutus* (oštri sit (sl. 5.4.))

   Krupna trajnica stabljika visokih do 1 m, okruglih bodljastih listova i tamnosmeđeg ocvijeća. Cvjetovi su skupljeni po 2-4 u račvaste, glavičaste cvatiće. Cvate od travnja do lipnja. Tipična je biljka morskih obala. Porodica sitova je skupina većinom vazdazelenih trajnica koje rastu na siromašnim i neplodnim tlima.



Slika 5.4. *Juncus acutus*



Slika 5.5. *Limonium cancellatum*

6. *Limonium cancellatum* (rešetkasta mrižica (sl. 5.5.))

Biljka uspravnih stabljika, visine do 18 cm, i loptastih listova bez jasne nervature. Podnosi iznimno visoke koncentracije soli. Nastanjuje stjenovite obale i pukotine stijena uz morsku obalu. Cvate od ožujka do studenog. Njezin se korijen smatra ljekovitim.

7. *Crithmum maritimum* (obalni petrovac (sl. 5.6.))

Trajna i snažna zeljasta biljka razgranjenih debelih stabljika žućkaste boje, visoka do 50 cm. Cvate ljeti, od srpnja do rujna. Raste duž obale, od Istre do Boke kotorske, u škrapama, po stijenama, na grebenima, kamenjarima i uz samo more. Pogoduje joj posolica i zaslanjeno oskudno tlo uz puno sunca. Mesnati listovi upotrebljavaju se za jelo, a poznata je njezina uporaba i u pučkoj medicini za liječenje različitih tegoba.



Slika 5.6. *Crithmum maritimum*

LITERATURA

- Aronson, J., Blondel, J. (1999.) : Biology and wildlife of the Mediterranean region; Oxford University Press, New York, str. 126.-127.
- Cronk, J. K., Fennessy, M. S. (2001.) : Wetland plants biology and ecology; SAD, str.110.-113.
- Cutler, C., Russell, T. (2004.) : Svjetska enciklopedija drveća (The world encyclopedia of trees); Leo commerce, Rijeka, str. 54.-55.
- Dickison, W. C. (2000.) : Integrative plant anatomy; SAD, str. 306.-307.
- Denffer & Zeigler (1991.) : Botanika, morfologija i fiziologija; Školska knjiga, Zagreb, str. 214.-215., 376., 406.-407.
- Hopkins, W. G., Huner, N. P.A. (2004.) : Intoduction to plant physiology; SAD, str. 474.-475.
- Kovačić, S. i sur. (2008.) : Flora jadranske obale i otoka, PMF, Školska knjiga, Zagreb, str. 247., 275., 433., 463., 473., 505., 529.
- Larcher, W. (2003.) : Physiological plant ecology; Njemačka, str. 419.-426.
- Mrakovčić, M. i sur. (1995./1996.) : Prirodna baština Hrvatske; BUVINA d.o.o., Zagreb, str. 109.
- http://www.biol.pmf.hr/uploads/media/10_AUTEKOLOGIJA_-_FAKTORI_ZA_POSEBNE_PRILAGODBE_BILJAKA.pdf
- http://www.moje-instrukcije.com/lekcije/biologija/Biologija-Minerallna%20ishrana%20biljaka.pdf
- http://croatica.botanic.hr/~toni/botanika-PDF/botanika-MB-14.pdf
- http://www.usf.uni-osnabrueck.de/projects/expo2000/english/descript/descript.html

7. SAŽETAK

Veliki dio Zemljine površine pokrivaju područja koja se odlikuju povišenim salinitetom. Na takvim staništima opstaje samo posebna skupina biljaka poznata pod nazivom halofiti. Da bi mogli preživjeti na takvim staništima, halofiti razvijaju različite prilagodbe kao što su žlijezde za izlučivanje soli, sposobnost akumuliranja soli u tkivima daleko od metabolički aktivnih mjesta (u korijen), sukulentnost te odbacivanje dijelova biljke s koncentratom soli. U svjetskim razmjerima najproučavanije skupine halofita su mangrova vrste i monterejski čempres. U hrvatskoj flori postoji nekoliko desetina halofita, a najpoznatije vrste su *Beta vulgaris, Inula crithmoides, Halimione portulacoides, Salicornia europea, Juncus acutus, Critmum maritimum* te *Limonium cancellatum*.

SUMMARY

There are large areas of the Earth in which high salinity is a natural part of the environment. In such habitats survive only special group of plants called halophytes. To be able to survive in such habitats, halophytes develop different adaptations as salt glands, salt exclusion, succulence and shedding plant parts. The best known halophytes in the World are mangroves and Monterey Cypress. In Croatian flora there are several tens of halophytes but the best known are *Beta vulgaris, Inula crithmoides, Halimione portulacoides, Salicornia europea, Juncus acutus, Critmum maritimum* te *Limonium cancellatum*.