



UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Klementina PODGORŠEK

**PROBLEM SLANIH TAL PRI PLODOVKAH IZ  
DRUŽINE BUČEVK (Cucurbitaceae)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij - 1. stopnja

Ljubljana, 2018

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Klementina PODGORŠEK

**PROBLEM SLANIH TAL PRI PLODOVKAH IZ DRUŽINE BUČEVK  
(Cucurbitaceae)**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij - 1. stopnja

**THE PROBLEM OF SOIL SALINITY IN FRUIT PLANTS FROM THE  
PUMPKIN FAMILY(Cucurbitaceae)**

B. SC. THESIS  
Academic Study Programmes

Ljubljana, 2018

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija Kmetijstvo – agronomija – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Ano Slatnar.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Metka HUDINA  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Ana SLATNAR  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Helena GRČMAN  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du1
- DK UDK 635.62:631.445.52(043.2)
- KG slana tla, bučevke, Cucurbitaceae, vplivi na rastline, slanostni stres, zasoljevanje
- AV PODGORŠEK, Klementina
- SA SLATNAR, Ana (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Univerzitetni študijski program prve stopnje Kmetijstvo - agronomija
- LI 2018
- IN PROBLEM SLANIH TAL PLODOVK IZ DRUŽINE BUČEVK (Cucurbitaceae)
- TD Diplomsko delo (Univerzitetni študij - 1. stopnja)
- OP VI, 20 str., 8 pregl., 3 sl., 21 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Bučnice so zelo razširjene in priljubljene plodovke, ki potrebujejo veliko vode. Gojenje v aridnih in semiaridnih območjih zahteva namakanje. Zaradi malo padavin in močne evapotranspiracije lahko koncentracije soli v tleh močno narastejo. Pomanjkanja pitne vode le še stopnjuje problem slanih tal, saj so pridelovalci prisiljeni namakati z vodo, katera ima previsoko koncentracijo NaCl in drugih soli. Zaradi zahtev trga po velikih in kvalitetnih pridelkih je vsako obdelovalno površino treba izkoristiti, zato bučevke velikokrat pridelujejo na tleh s povečano koncentracijo soli. Splošno so bučnice tolerantne na slanostni stres, se pa njihova tolerantnost razlikuje. Pri kumarah na primer pride do 50 % izgube pridelka pri slanosti tal izraženi kot elektrokonduktivnost (EC) 6,3 dS/m, bučke imajo takšno izgubo pri 7,9 dS/m; lubenice izgubijo polovico pridelka že pri 4,5 dS/m. Posledice gojenja rastlin na slanih tleh so: oviran sprejem vode pri semenih, ko zaradi višjega osmotskega potenciala rastni substrati povzročajo toksičnost, ki spreminja aktivnosti encimov presnove nukleinske kisline, spremeni presnovo beljakovin, moti hormonsko ravnovesje in zmanjšuje izkoriščenost zaloga semena. Povečana absorpcija soli povzroči toksične učinke Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> ali sulfata (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), ki zmanjšajo sprejem esencialnih mineralov kot so dušik (N), fosfor (P) ter kalij (K) in kalcij (Ca<sup>2+</sup>), posledica je tudi povišana koncentracija Na<sup>+</sup> in Cl<sup>-</sup> v listih rastlin; zmanjšanje fotosintetskih pigmentov, saj se fotosinteza zmanjša, ko se v kloroplastih in klorofilu kopičijo visoke koncentracije Na<sup>+</sup> in Cl<sup>-</sup>. Da bi se temu problemu izognili, lahko sadimo križane tolerantne rastline, se poslužimo finančno zahtevnega razsoljevanja tal ali pa lahko rastline cepimo na tolerantno podlago in s tem izboljšamo ter povečamo pridelek in hkrati izkoristimo obdelovalno površino s povečano koncentracijo soli.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Du1
- DC UDC 635.62:631.445.52(043.2)
- CX salin soil, pumpkins, Cucurbitaceae, effect on the plants, salinity, salinization
- AU KLEMENTINA, Podgoršek
- AA SLATNAR, Ana (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy, Academic Study Programme in Agriculture - Agronomy
- PY 2018
- TI THE PROBLEM OF SOIL SALINITY IN FRUIT PLANTS FROM THE PUMPKIN FAMILY (Cucurbitaceae)
- DT B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
- NO VI, 20 p., 8 tab., 3 fig., 21 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB Pumpkins are widespread and popular fruits that need plenty of water. Cultivation in arid and semi-arid areas requires irrigation. Due to the low precipitation and strong evapotranspiration, the salt concentrations in the soil can greatly increase. The lack of drinking water only increases the problem of saline soils, as producers are forced to irrigate with water, which has a high concentration of NaCl and other salts. Due to the requirements of the market for large and high-quality crops, every cultivable land should be used, and therefore pumpkins often grow on the ground with a increased salt concentration. In general, pumpkins are tolerant to saline stress, but their tolerance varies. For example, for cucumbers, lose up to 50% of the crop in salt salinity, expressed as electroconductivity (EC), of 6,3 dS / m, the zucchini have the loss at 7.9 dS / m; Watermelons already lose half of the crop at 4.5 dS / m. The consequences of cultivating plants on saline soils are: impeded water acceptance in seeds when, due to higher osmotic potential, growth media cause toxicity that changes the activity of enzymes of nucleic acid metabolism, changes protein metabolism, disturbs the hormonal balance and reduces the utilization of seed stock. Increased salt absorption results in the toxic effects of Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> or sulphate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) which reduce the acceptance of essential minerals such as nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) and calcium (Ca<sup>2+</sup>), as well as increased Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> in the leaves of plants; reduction of photosynthetic pigments, as photosynthesis decreases when high concentrations of Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> accumulate in chloroplasts and chlorophyl. In order to avoid this problem, we can plant crossbred tolerant plants, use a financially demanding desalination of the soil, or we can graft plants onto a tolerant rootstocks, thereby improving and increasing the yield, while also utilizing the working surface with increased salt concentration.

## KAZALO VSEBINE

	Str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMATIKA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO GRAFOV	VI
KAZALO TABEL	VI
<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2 SLANA TLA</b>	<b>2</b>
2.1 OPIS	2
2.2 RAZDELITEV	2
<b>2.2.1 Slana tla</b>	<b>2</b>
<b>2.2.2 Slana natrijeva tla</b>	<b>2</b>
<b>2.2.3 Natrijeva tla</b>	<b>3</b>
2.3 KJE JIH NAJDEMO	4
2.4 ZAKAJ NASTANEJO	4
<b>2.4.1 Slanost povezana s podzemno vodo</b>	<b>4</b>
<b>2.4.2 Slanost nepovezana s podzemno vodo</b>	<b>4</b>
<b>2.4.3 Slanost povezana z namakanjem</b>	<b>5</b>
2.5 VPLIV NA KMETIJSTVO	5
<b>3 DRUŽINA CUCURBITACEAE</b>	<b>6</b>
3.1 RAZDELITEV	6
3.2 SKUPNE ZNAČILNOSTI	6
3.3 PODROBNEJŠI OPIS NEKATERIH PLODOVK IZ DRUŽINE CUCURBITACEAE	6
<b>3.3.1 Melone</b>	<b>6</b>
<b>3.3.2 Kumare</b>	<b>7</b>
<b>3.3.3 Lubenice</b>	<b>7</b>
<b>3.3.4 Bučke in buče</b>	<b>8</b>
<b>4 VPLIV SLANIH TAL NA BUČEVKE</b>	<b>8</b>
4.1 KALITEV	9
4.2 RAST	11
4.3 FOTOSINTETSKI PIGMENTI IN FOTOSINTEZA	12
4.4 RAVNOVESJE HRANIL	13
4.5 NASTANEK NEVARNIH SPOJIN	13
4.6 VODNO RAZMERJE	14
<b>5 REŠEVANJE PROBLEMOV SLANIH TAL</b>	<b>15</b>
5.1 KLASIČNO KRIŽANJE	15
5.2 CEPLJENJE	15
5.3 RAZSOLJEVANJE ZEMLJE	17
<b>6 ZAKLJUČEK</b>	<b>18</b>
<b>7 VIRI</b>	<b>19</b>

## KAZALO SLIK

	Str.	
Slika 1	Vpliv vodnega potenciala in temperature na procent kalitev semen melone (Sohrabikertabad in sod., 2013)	10
Slika 2	Vpliv koncentracije NaCl in temperature na procent kalitve semen melone (Sohrabikertabad in sod., 2013)	11
Slika 3	Dvofazni odziv rasti rastlin na stres soli (Sharma in sod., 2016)	12

## KAZALO PREGLEDNIC

	Str.	
Preglednica 1	Karakteristike slanih tal (Plaster, 2008)	3
Preglednica 2	Vpliv slanostnega (EC dS/m) stresa na pridelek bučevk (Kotuby-Amacher, 2000)	9
Preglednica 3	Tolerantnost bučevk na povišane koncentracije soli v tleh (Sharma in sod., 2016)	9
Preglednica 4	Vplivi stresa soli na svežo težo korenin in poganjkov različnih genotipov bučk (Sevengor in sod., 2011)	12
Preglednica 5	Aktivnost antioksidativnega encima superoksida dismutaze (SOD) v listih različnih genotipov bučk gojenih v slanih pogojih (Sevengor in sod., 2011)	14
Preglednica 6	Aktivnost antioksidativnih encimov glutation reduktaze (GR) in askorbat peroksidaze (APX) v listih različnih genotipov bučk gojene v slanih pogojih (Sevengor in sod., 2011)	14
Preglednica 7	Vplivi koncentracij NaCl na pridelek kumar cepljenih na različne podlage (Huang in sod., 2009)	16
Preglednica 8	Vplivi koncentracij NaCl na kvaliteto plodov kumar cepljenih na različne podlage (Huang in sod., 2009)	17

## 1 UVOD

Tla in vodni viri so nacionalna sredstva, ki pripadajo vsem generacijam. Veliko regij na svetu se spopada s primanjkovaljem virov pitne vode, še posebej v aridnih in semiaridnih območjih. V kmetijstvu je danes vprašanje povečanja pridelka ali povečanje proizvodnje na enoto površine bistvenega pomena. V veliko regijah obstajajo omejitve, saj primanjkuje zemljišč in vodnih virov. Slana tla postajajo vse večji problem na območjih, kjer zaradi primanjkovalja kvalitetne vode zemljišča namakajo z vodo, katera vsebuje povišano koncentracijo soli. K zasoljevanju pripomorejo tudi druge podnebne razmere kot so visoke temperature ter nepravilno ravnanje s kmetijskimi zemljišči. Nastanek slanih tal je torej lahko antropogen ali naraven. V aridnih in semiaridnih regijah so rastline pogosto pod sušnim in slanostnim stresom. V teh klimah je zato poleg pomanjkanja vode, slanost še eno omejujočo dejstvo za ohranjanje in razvoj kmetijstva na teh območjih.

Ene izmed rastlin, ki uspevajo in izvirajo iz tropskega in subtropskega okolja so rastline iz družine Cucurbitaceae. Bučnice so zelo razširjene in uporabljene ter nepogrešljive v skoraj vseh kuhinjah po svetu. So toplotno zahtevne rastline ter potrebujejo veliko vode ter vlage, kar je v aridnih in semiaridnih krajih lahko velik problem.

Površine, na katerih se gojijo bučnice, postajajo postopoma slana, kar seveda slabo vpliva na rastline in posledično pridelek. Povišane koncentracije soli vplivajo na rast in razvoj rastlin, na fotosintezo, vsebnost mineralov in reaktivnih kisikovih spojin ter vodno razmerje. Bučnice niso zelo tolerantne na slanost, zato se kmetje poslužujejo cepljenja ter tako pridobijo rastlino, katera da zadovoljiv pridelek in uspeva na slanih tleh. Tolerantne rastline lahko pridobimo tudi s križanjem. Eden izmed načinov reševanja problema slanih tal je rasoljevanje zemlje, ki pa je finančno precej zahteven proces.



## 2 SLANA TLA

### 2.1 OPIS

Slana tla ali halomorfna tla, opredelimo kot tla, v katerih se kopičijo in zbirajo soli (Prus, 2007). Karakteristika slanih tal je ponavadi visoka koncentracija Na, nizka koncentracija Ca in Mg, visok pH ter slaba struktura tal (Sonneveld, 2000).

Slanost tal lahko izražamo z elektroprevodnostjo talne raztopine (EC), skupno količino v talni raztopini raztopljenih delcev (TDS), z deležem izmenljivega natrija na sorptivnem delu tal (ESP) ter količnikom adsorbiranega natrija (SAR). Elektroprevodnost lahko merimo bodisi v tleh sturiranih z vodo (ECe) bodisi v talni raztopini po ekstrakciji suhega talnega vzorca z vodo v razmerju 1:5 (ECw) (Weil in Brady, 2017). Primernost vode za namakanje se izraža kot skupna količina v vodi raztopljenih delcev (TDS).

Da tla opredelimo kot slana, morajo imeti elektroprevodnost nasičenega vzorca (ECe) več kot 4 dS/m (deciSiemens/meter) (Prus in sod., 2015), kar je približno 40 mM NaCl in povzroči približno 0,2 MPa osmotskega tlaka (Munns in Tester, 2008). Sama mejna vrednost, pri kateri slana tla začnejo negativno vplivat na rastline je odvisna od vrste/sorte le-te, klime ter talno-vodnega režima (Rengasamy, 2005). Sol se nahaja v talni raztopini, kjer je ali absorbirana na talne koloide ali leži na površini tal v obliki kristalov, kjer ustvari značilno belo skorjo (Leštan, 2002).

### 2.2 RAZDELITEV

Slana tla se delijo na 3 vrste: slana tla, natrijeva tla ter prehoden tip slana natrijeva tla

#### 2.2.1 Slana tla

Slana tla imajo velik delež nevtralnih soli, kot so kloridi in sulfati kalcija, magnezija, kalija in natrija (Weil in Brady, 2017). Slanost se meri z elektroprevodnostjo, le-ta mora biti 4 ali več dS/m. Že 2 dS/m lahko škoduje rastlinam občutljivim na slanostni stres. Hkrati morajo imeti ta tla ESP manj kot 15 in SAR manjši kot 13, pH pa pod 8,5 (Weil in Brady, 2017). Sorptivni del tal je zaseden s  $\text{Ca}^{2+}$  in  $\text{Mg}^{2+}$ . Za slana tla je značilna bela kristalna skorja, ki se pojavi zaradi evapotranspiracije (Plaster, 2009). Ker topne soli ne povzročajo disperzije talnih kloidov, je rast na teh tleh neovirana. Se pravi, ni slabega pronicanja vode ter slabe stabilnosti agregatov (Weil in Brady, 2017).

#### 2.2.2 Slana natrijeva tla

Slana natrijeva tla vsebujejo tako velike koncentracije nevtralnih topnih soli kot tudi natrijevih soli. Ta tla morajo imeti EC večje od 4 mmhos/cm, ESP večji od 15 in SAR večji od 13. Je prehoden tip tal, visoka koncentracija nevtralnih soli zmanjša disperzijo, ki jo povzroča natrij. Soli zagotavljajo velike količine kationov, ki se gibljejo proti negativno nabitim koloidnim delcem (Weil in Brady, 2017). Struktura teh tal je dobra, ampak je zelo nestabilna. Po obdobju močnega deževja in nekvalitetnega namakanja se tla lahko spremenijo v natrijeva tla s slabo strukturo in drenažo (Plaster, 2009).

### 2.2.3 Natrijeva tla

Natrijeva tla vsebujejo velik del natrijevih soli. Količina natrija se meri s SAR, ki podaja razmerje med koncentracijo natrijevih ionov ter koncentracijama magnezijevih in kalcijevih ionov. V natrijevih tleh je SAR večji od 13, EC je manjša od 4 dS/m in ESP večji od 15 (Weil in Brady, 2017). Za rastline največji problem predstavlja slaba struktura tal. Kadar natrijevi ioni zasedejo vsa kationska izmenjevalna mesta, se koloidi razbijejo in pride do disperzije talnih agregatov. Majhni talni delci zdrsijo v talne pore ter tako zaprejo zgornji del tal. Talna površina dobi mokre gladke madeže. Ko se tla posušijo, nastane skorja, ki prepreči kaljenje rastlin (Plaster, 2009).

Preglednica 1: Karakteristika slanih tal (Plaster, 2008; Weil in Brady, 2017)

	Slana tla	Natrijeva tla	Slana natrijeva tla
EC(dS/m)	>4,0	<4,0	>4,0
ESP (%)	<15	>15	>15
SAR	<13	>13	>13
pH	<8,5	>8,5	<8,5

Po mednarodni klasifikaciji WRB – World reference base for soil resources (World ..., 2015), poznamo dvojje vrst slanih tal: Solonchaks in Solonetz. V njej najdemo opisne 2 vrsti slanih tal:

- **SOLONCHAK:** Za tla iz skupine Solonchaks je značilno, da imajo v določenem času v letu visoko koncentracijo soli. Najdemo jih v aridnih in semiaridnih regijah. Zlasti na območjih, kjer naraščajoča podtalnica doseže zgornjo plast tal, ali kjer je prisotnih nekaj površinskih voda ter na neustrezno namakanih območjih. Taka tla se pojavljajo v vseh podnebnih na obalnih predelih. Veliko tal iz skupine Solonchak solončakov ima lahko izražene glejne lastnosti na določeni globini. V predelih s plitvo vodo je največje kopičenje soli na površini tal (zunanj Solonchaks). V primerih, kjer dvigajoča podzemna voda ne doseže zgornje plasti tal, največja akumulacija soli ostane pod površino tal (notranji Solonchaks). Celoten obseg tal iz skupine Solonchaks je na svetu ocenjen na približno 260 milijonov ha. Pojavljajo se največ na severni polobli, predvsem v aridnih in semiaridnih delih severne Afrike, Bližnjega vzhoda, nekdanje Sovjetske zveze in centralne Azije. Razširjeni so tudi v Avstraliji in Ameriki (World ..., 2015).
- **SOLONETZ:** Tla iz skupine Solonetz so tla z visoko vsebnostjo izmenljivega Na in v nekaterih primerih tudi Mg, imajo zbito strukturo, glinen profil, ki ima velik delež adsorbiranega Na in v nekaterih primerih tudi Mg. Solonetz je močno alkalen (pH > 8,5). Pojavljanje takih tal je običajno povezano z ravnimi zemljišči v podnebnju z vročimi in suhimi poletji, ali na nekdanjih obalah z morskimi depoziti, ki vsebujejo velik delež Na iona. Glavna območja tal iz skupine Solonetz so v ravnih ali rahlo nagnjenih travnikih na ilovici ali glini (publica) v semiaridnih in subtropskih predelih. V profilu tal je po navadi z glino revnejši (eluvialni) horizont nad z glino in natrijem bogatejšim horizontom. V večina primerih ima stolpično ali prizmatično strukturo. V dobro razvitem Solonetzju nižji del eluvialnega horizonta lahko sestavlja albično gradivo (World ..., 2015).

## 2.3 KJE JIH NAJDEMO

Slana tla lahko najdemo v več kot 100 državah po svetu, največkrat se pojavijo v aridnih in semiaridnih področjih sveta (Rengasamy, 2005). Podatki FAO iz leta 2000 pravijo, da je 831 milijonov ha tal na svetu slanih. Takšna tla se pojavljajo skoraj na vseh kontinentih, potrebno pa je poudariti, da so mejne vrednosti slanih tal različne pri različnih klasifikacijskih sistemih. Tako so lahko po enem sistemu tla slana po drugem pa ne (Rengasamy, 2005). Slana tla so največji problem v regijah, kjer kmetijstvo temelji na namakanju. To je predvsem v Aziji in Afriki, večji del teh kmetijskih zemljišč v Indiji, Kitajskem, Egiptu, Iranu, Pakistanu. Problem pa se pojavlja tudi v Ameriki (Argentina in ZDA) in Avstraliji (Pitman in Lauchli, 2002).

## 2.4 ZAKAJ NASTANEJO

Po Rengasamy poznamo 3 vrste slanosti, nekateri pa delijo zasoljevanje preprosto na naravo/primarno in antropogeno/sekundarno. Obe razdelitvi imata zelo podobne vzroke, ki jih bom opisala v nadaljevanju (Rengasamy, 2005).

Predvsem v aridnih in semiaridnih območjih slana tla nastanejo po naravni poti (Rengasamy, 2005).

### 2.4.1 Slanost povezana spodzemno vodo

GAS/Groundwater associated salinity ali slanost povezana z podzemno vodo. V tem primeru se podzemna voda, v kateri so raztopljene soli, s pomočjo transpiracije in evaporacije začne premikati ali izhlapevati, za seboj pa pušča zmeraj bolj slana tla. Akumulacija soli naj bi bila največja, ko je podzemna voda manj kot 1,5 m pod površjem, ampak na to imajo velik vpliv tla in njene lastnosti ter klima (Rengasamy, 2005).

### 2.4.2 Slanost ne povezana spodzemno vodo

NAS/Non-groundwater- associated salinity ali slnosta, ki ni povezana s podzemno vodo. Pojavlja se na območjih, kjer je podzemna voda globoka in je slabo odvajanje vode. Kadar padavine ali pa veter prinesejo soli, se le-te akumulirajo na zgornjem delu tal, ta del pa je najbolj pomemben za kmetijstvo. Cunamijski lahko ob prihodu prinesejo s seboj velike količine soli (Rengasamy, 2005). Ob obalah je lahko zaradi padavin koncentracija natrijevega klorida 6-50 mg/kg, koncentracija se z razdaljo zmanjšuje. Dež, ki vsebuje 10 mg/kg NaCl, lahko odloži 10 kg/ha soli s 100 mm padavin na leto (Munns in Tester, 2008).

Eden od primarnih načinov nastanka slanosti, ki ga Rengasamy ne omenja, je nastanek zaradi prisotnosti kamene soli v matični mineralni podlagi tal. Sama matična kamnina lahko vsebuje različne soli kot so kloridi natrija, kalcija in magnezija. V procesu preperavanja nastanejo na teh območjih tla s povečanimi količinami soli (Leštan, 2002).

Poznamo še antropogeno ali sekundarno zasoljevanje. Velik del kultiviranih tal lahko ima večje vsebnosti soli zaradi neprepustnih tal, pretiranega gnojenja ter neprimerne namakanja z vodo s povečano koncentracijo soli (Leštan, 2002).

### 2.4.3 Slanost povezana z namakanjem

IAS/Irrigation associated salinity ali slanost povezana z namakanjem. Naše svetovne zaloge vode so sestavljene predvsem iz slanih vod. Od tega je približno 96,5 % je morske vode in 1 % slane podzemne vode. Torej nam ostane 2,5 % sladke vode, od katere je 2/3 v obliki ledu. Okoli 65 % porabljene sladke vode naj bi se porabilo v kmetijstvu. Potrebe po vodi v zadnjih letih naraščajo, vode, ki je primerna za namakanje pa je vse manj. Posledično so v nekaterih predelih prisiljeni namakati z vodo s prevelikimi koncentracijami soli (Pitman in Lauchli, 2002). Kvantiteta soli, ki jo prinese kmetijstvo z namakanjem se le še stopnjuje na glinastih tleh, saj taka tla slabo odvajajo vodo (Rengasamy, 2005). Voda lahko vsebuje kalcij ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnezij ( $\text{Mg}^{2+}$ ) in natrij ( $\text{Na}^+$ ).  $\text{Ca}^{2+}$  in  $\text{Mg}^{2+}$  oborita v karbonate,  $\text{Na}^+$  pa ostaja in začne prevladovati. Rastline to vodo porabijo ali pa s pomočjo transpiracije izhlapi direktno iz tal, tako se sol le še kopiči, tla pa postajajo zmeraj bolj zasoljena in neuporabna za obdelavo (Sharma in sod., 2016).

Eden izmed enostavnejših metod merjenja kvalitete namakalne vode je skupna količina raztopljenih snovi v vodi ali TDS (total dissolved solids). Vodo namenjeno za namakanje segrevamo pri 180 °C ter s tem zagotovimo, da izpari vsa voda ostanejo pa le suhe snovi. TDS se podaja v enoti mg/L ali ppm (parts per million) (Fipps, 2003).

## 2.5 VPLIV NA KMETIJSTVO

Zasoljevanje tal je pereč problem, ki zmanjšuje količino in kvaliteto kmetijskih pridelkov, saj je večina le-teh občutljiva na povišano koncentracijo soli v tleh. Denarna izguba kmetijstva zaradi slanih tal, katerih posledica je izguba pridelkov, bi naj bila okrog 12 milijard ameriških dolarjev. Od tega je 11,4 milijarde dolarjev izgube vezanih na namakanih tleh ter 1,2 milijard na nenamakanih tleh. Izgube prihodka zaradi zmanjšane pridelke naj bi se na račun zasoljenih tal v prihodnjih letih le še povečevale (Pitman in Lauchli, 2002).

Od 230 milijonov ha namakanih tal ima kar 45 milijonov ha, kar je približno 20 %, težave s povečano vsebnostjo soli. Posledično se vsako leto 1,5 milijonov ha zemljišč opusti. Čeprav je le 15 % zemlje v obdelavi namakane je hkrati ta zemlja najbolj produktivna in proizvede kar 1/3 svetovne hrane (Sharma in sod., 2016). Če izgube primerjamo na globalni ravni, je relativno malo, ampak ima ta izguba velik lokalni pomen. V krajih, kjer je kmetijstvo vezano le na eno vrsto/kultivar, ki se goji s pomočjo namakanja, lahko izguba zemlje pomeni izgubo vira dohodka in hrane. V primeru, da želimo rešiti problem takih tal lahko uvedemo razsoljevanje, nove tolerantne sorte, genski inženiring in s tem rešimo pridelavo vrtnin na teh področjih, ki pa je zaradi prej omenjenih postopkov seveda dražja in za pridelovalca predstavlja manjši dohodek na površino. Slana tla so zato lahko še dodaten problem podeželskih kmetijskih skupnosti ter stopnjuje revščino in zmanjševanje kmetijskih skupnosti (Pitman in Lauchli, 2002).

### 3 DRUŽINA CUCURBITACEAE

#### 3.1 RAZDELITEV

Družino Cucurbitaceae (Osvald in Kogoj Osvald, 2005) razdelimo v naslednje rodove:

- **Rod *Cucumis***: sem spadajo kumare - *Cucumis sativus*, ki jih lahko delimo na solatne sorte in sorte za vlaganje. Dinje oziroma melone - *Cucumis melo*, katere delimo na rebraste/rebrače, mrežaste/mrežnice in glaske/golice;
- **Rod *Citrullus***: najbolj znana od njih je lubenica - *Citrullus lanatus*;
- **Rod *Cucurbita***: plodovke te družine so zelo uporabne, med njih spadajo bučke - *Cucurbita pepo*, delimo ji še na vrtno/cukini bučke - *Cucurbita pepo* L. convar. *Girromontiina* Greb., patišon bučke - *Cucurbita pepo* L. convar. *Patissonina* Greb., orjaška buča - *Cucurbita maxima* Duch., muškatna buča - *Cucurbita moschata* (Dusch) Dusch ex Poir., smokvolistna buča - *Cucurbita ficifolia* Bouche ter Sloveniji zelo znana buča golica - *Cucurbita pepo* L. var. *Oleifera* Pietsch;
- **Rod *Sechium***: sem spada bodičasta bučka - *Sechium edule* (Jacq.) Sw.

#### 3.2 SKUPNE ZNAČILNOSTI

Rastline, ki spadajo v družino Cucurbitaceae, izvirajo iz tropskega in subtropskega območja, zato so toplotno zahtevne. Zaradi neprimerne klime nekaterih vrst, kot so dinje/melone in lubenice, v Sloveniji ne gojijo na prostem. Uspevajo pa v zavarovanih prostorih in toplejših območjih ob obali (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

Bučnice so enodomne rastline z razvitimi moškimi cvetovi in ženskimi cvetovi, ki imajo podraslo plodnico in zarščene prašnike. Običajno so zelnate enoletne rastline, imajo plazeče, razraslo steblo imenovano vreža. Listi so krpati in ščetinasti, listna ploskev je razmeroma velika ter mehurjasta (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

Plodovi, ki so tehnološko ali fiziološko zreli, so zelo priljubljeni v kulinariki. Tehnološko zrele uživamo kumare in bučke, v fiziološki zrelosti uživamo lubenice, melone in nekatere vrste buč. Za razmnoževanje uporabljamo semena, katera se nahajajo v plodu. Bučevke lahko razvijejo do 300 semen na plod, ki pa niso vsa oplojena. V primeru manj ugodnih razmer ali odvisno od sorte, lahko pride do partenokarpije, kar pomeni da plodovi nimajo semen. Za potrošnike so velikokrat partenokarpni plodovi bolj zanimivi, zato žlahtnitelji velikokrat strmijo k sortam pri katerih se pojavlja partenokarpnost (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

#### 3.3 PODROBNEJŠI OPIS NEKATERIH PLODOVK IZ DRUŽINE CUCURBITACEAE

##### 3.3.1 Melone

Melona ali dinja je toplotno zahtevna, zato se goji v krajih z neprimerno klimo v zaprtih ogrevanih ali delno ogrevanih prostorih, v področjih s suho in vročo klimo se na prostem goji celo leto. Do oploditve pri melonah pride pri temperaturi 20-22 °C. Za vznik potrebuje minimalno temperaturo 15 °C, optimalna 22-28 °C. Optimalna temperatura za rast ponoči

15-20 °C, podnevi 25-30 °C. V začetnem obdobju rasti ter obdobju razvoja in dozorevanja plodov potrebujejo veliko vode. Voda v tleh mora biti na 70-80 % poljske kapacitete, relativna zračna vlaga 40-65 %. V sušnem obdobju je obvezno namakanje ali zalivanje. Najprimernejša tla so globoka, zračna, rahlo kislila, pH 6-6,7 s sončno lego.

Melona je enoletnica, ima zelno plazeče steblo. Listi so okrogli, rahlo narezani, srednje veliki. Imajo močan koreninski sistem, ki lahko zraste 3-4 metre globoko, medtem ko se glavna korenina razvije v ornici. Cvetovi so rumeni, moški ali ženski (enospolni). Pri meloni se uporabljajo fiziološko zreli plodovi (jagode). Po obliki so lahko okrogli ali podolgovati. Lahko gladki, hrapavi ter mrežasti, odvisno od sorte. Barve skorje se prelivajo od zelenkasto, rumene do bele in rjave. Okus in barva mesa je večinoma sortno pogojena, prav tako količina pridelka, ki se v povprečju giblje 10-30 t/ha tržnih plodov (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

### 3.3.2 Kumare

Kumara je zelo razširjena bučnica, prideluje se na 800.000 ha. Sama rastlina je podobna meloni. Rastlina ima moške in ženske cvetove. Moški, ki zacvetijo prvi, imajo 2-4 prašnike, ki so zarasli in le eden je prost, skupaj torej 5 prašnikov. Ženski cvetovi se razvijejo kasneje na vrežah drugega ali tretjega rodu. Cvetna časa je posuta z dlačicami. Kumare imajo partenokarpne liste s koničastimi in stranskimi neostro oblikovanimi krpami (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

Za vznik potrebuje vsaj 12-13 °C optimalno 25-28 °C, za rast od 15-30 °C, optimalno 24-27 °C. Če kumare vzgajamo v rastlinjaku in dodajamo CO<sub>2</sub> je temperatura lahko do 35 °C. Če je temperatura nižja od 10 °C lahko pride do zastoja v razvoju. Tla morajo biti globoka, humozna ter topla, dobro morajo zadrževati vodo, pH 6-7. Pri oplojevanju je potrebna 70-90 % relativna vlažnost.

Plodovi so različnih valjastih oblik. Barva kože je lahko zelena do rjavo-rumena, gladka ali rebrasta, lahko ima prisotne bodičaste izrastke. Veliko značilnosti je odvisno od sorte. Plodove pobiramo v tehnološki zrelosti vsake 3 dni ali pogosteje (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

Priporočena je uporaba zastirke, plitvo okopavanje ter redno zalivanje/namakanje skozi vso rasno dobo, še posebej od cvetenja dalje. Priporočeno je kapljično zalivanje, saj s tem zmanjšujemo pojav in širjenje bolezni (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

### 3.3.3 Lubenice

Lubenice, ponekod imenovane anguria, prihaja iz tropskega in subtropskega območja Azije, zato za uspevanje potrebujejo visoko temperaturo. V Sloveniji se gojijo le na manjših toplotno ugodnih področjih. Vreže lubenice so močno razvejane in razraščene, enako kot pri kumarah, se pojavijo cvetovi na vrežah 2 ali 3 reda. Oprašujejo jih žuželke. Listi so sivozeleni in podobni meloni, le da so njihove zareze bolj globoke (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

V ugodnih razmerah se razvijejo ploščati, okrogli ali podolgovati plodovi. Skorja je obarvana in marmorirana z različnimi odtenki zelene. Barva mesa je sortno odvisna, lahko je različnih odtenkov rdeče ali rumena. Če je plod fiziološko zrel ga pobereмо, znotraj je meso sočno in sladko, semena so črna. Na trgu se pojavljajo tudi partenokarpni plodovi, v katerih ni črnih semen, ki so za nekatere potrošnike moteči (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

Če so v času rasti plodov neugodne temperaturne in vodne razmere, se plodovi ne večajo in niso okusni. Za vznik potrebujejo temperaturo od 15 °C do optimalno 22-28 °C. Za rast potrebuje podnevi 25-30 °C, ponoči 18-20 °C ampak ne manj kot 15 °C. Kot večina plodov iz družin bučevk potrebuje vroče poletje ter veliko vlage. Zračna vlaga 40-65 %, poljsko kapaciteto tal 70-80 %. Namakanje je nujno potrebno da plod doseže tržno težo in velikost. Tla morajo biti dobro zračena, globoka in strukturna, zmerno vlažna s pH 5,0 (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

### **3.3.4 Bučke in buče**

Bučke izvirajo iz Srednje in Južne Amerike, sem prištevamo različne rodove, ki se razlikujejo po obliki plodov in rasti vrež. Posledično jih poznamo pod veliko imeni, na primer buče, bučke, tikvice, jedilne buče, ponekod jih poimenujejo tikve, cukete, cuka, malovina... Buče imajo zelo močen koreninski sistem, ki lahko sega 4-5 m globoko, glavna korenina se razraste na globini 40-50 cm. Listi so sortno značilni. Velikokrat so veliki okrogli ali pa globoko zarezani z izraženo osrednjo krpo (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

Plodovi so sortno značilni in se zelo razlikujejo. Lahko so okrogli, podolgovati, hruškasti, ter obarvani v barve od mlečno bele, variacije rumene ter zelene. Lahko so progaste ali pa enobarvne (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

Bučke so toplotno manj zahtevne kot lubenice in kumare. Za vznik potrebujejo 22-24 °C, če je temperatura pod 14 °C vznika ni. Za rast potrebujejo bučke temperaturo od 12- optimalno 25-27 °C, za rast plodov pa minimalno 15 °C. Bučke prenašajo kolebanje temperature in vlage tal, katerih idealna poljska kapaciteta je 70-80 %, zračna relativna vlaga pa 70 %. Kot ostale bučnice za uspešno rast potrebujejo globoka, topla, strukturirana tla, ter tla ki dobro zadržujejo vodo, ki so na sončni legi. Če želimo uspešno gojiti bučke je potrebno kapljično namakanje ali zalivanje (Osvald in Kogoj Osvald, 2005).

## **4 VPLIV SLANIH TAL NA BUČEVKE**

Vpliv slanosti tal na rastline je zelo odvisen od same vrste rastline, sorte ter koreninskega sistema. Velik vpliv ima tudi klima, saj visoke temperature spodbujajo transpiracijo, posledično pa se negativen vpliv slanosti tal povečuje, medtem ko naj bi CO<sub>2</sub> le-te zmanjševal. Tudi način namakanja naj bi bil pomemben, vpliv slanosti se poveča ob uporabi razpršilcev v primerjavi s kapljičnim namakanjem. Zaradi vseh teh vplivov je odziv rastlin na povišane koncentracije soli v tleh zelo variabilen (Sonneveld, 2000).

Preglednica 2: Vpliv slanostnega stresa (EC dS/m) na pridelek bučevk (Kotuby-Amacher, 2000)

Vrste bučnic	Mejna vrednost EC	Izguba pridelka		
		10 %	25 %	50 %
kumare	2,5	3,3	4,4	6,3
bučke	3,9	4,9	5,9	7,9
lubenice	2,0	2,5	3,5	4,5

Slana tla lahko povzročijo zmanjševanje rasti, razvoja ter rodovitnost, s tem se količina pridelka zmanjša. Soli lahko spremenijo morfološke, fiziološke in biokemične odzive rastline (Sevengor in sod., 2011). Le malo rastlin je prilagojenih na povečane koncentracije soli v tleh, večina rastlin ne uspeva ali pa imajo zmanjšan pridelek. Majhna koncentracija soli velikokrat sploh nima vpliva ali pa le minimalen vpliv, s stopnjevanjem koncentracije soli se efekt zvišuje in lahko pripelje do popolne izgube pridelka (Sharma in sod., 2016).

Toleranca na slana tla se pri bučevkah zelo razlikuje. Na primer kumare, bučke, melone so delno tolerantne. Prisotnost soli lahko celo včasih izboljša kvaliteto plodov s tem, da poviša vsebnost sladkorjev, suhe snovi ter trdote mesa melone. S stopnjevanjem koncentracije soli v tleh se toleranca začne manjšati. Pri lubenici so ugotovili, da pri vsebnosti soli, ki povzroči elektroprevodnosti 2,5 dS/m izgube pridelka ni, pri 3,3 dS/m je izguba pridelka 10 %, pri 4,4 dS/m, kjer že tla klasificiramo kot slana, je izguba kar 25 %, pri 6,3 dS/m je izguba 50 % ter 100 % pri 10 dS/m (Sharma in sod., 2016).

Preglednica 3: Tolerantnost bučevk na povišane koncentracije soli v tleh (Sharma in sod., 2016)

Stopnja tolerantnosti bučevk	
Srednje tolerantne	Tolerantne
kumare ( <i>Cucumis sativus</i> L.), melone ( <i>Cucumis melo</i> L.), cukini bučke ( <i>Cucurbita pepo</i> L.), orjaške buče ( <i>Cucurbita maxima</i> Duch.), lubenice ( <i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)	zimski melona ( <i>Benincasa hispida</i> Thunb.), grenka kumara ( <i>Momordica charantia</i> L.)

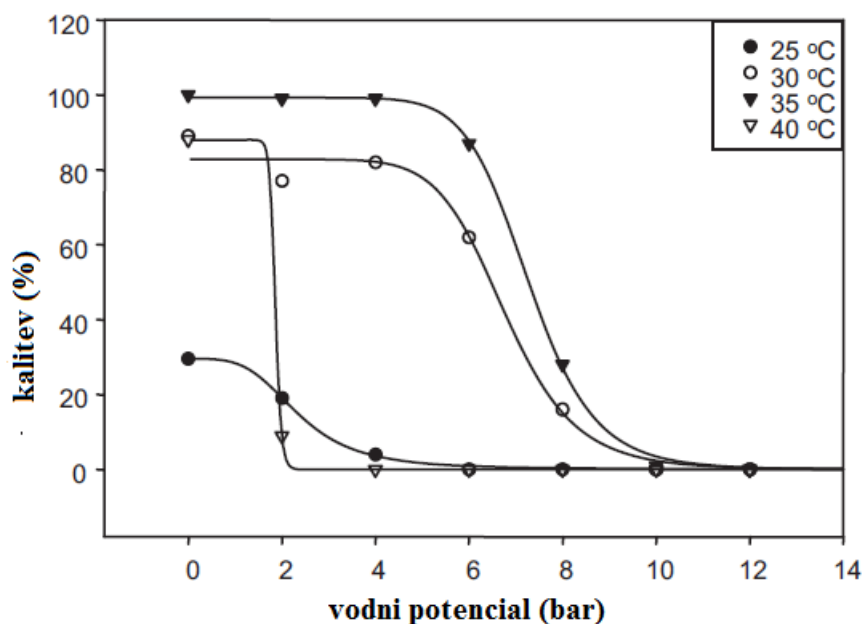
#### 4.1 KALITEV

Kalitev semena je ključna faza v življenjskem ciklu rastline in določa zdravje ter končni pridelek določene rastline. Sama kalitev bučnic poteka največkrat v rastlinjaku in steklenjakih, kjer so zagotovljeni optimalni pogoji za kalitev. Kar pomeni da je ta zemlja za kalitev specifična. V večini primerov gre za pripravljene šotne mešanice rastnih substratov, kjer posledično slana tla niso tako velik problem. V času kalitve je rastlina najbolj občutljiva zato imajo lahko slana tla močno negativen vpliv. Povečana koncentracija soli v tleh ovira sprejem vode v semena, zaradi nižjega vodnega potenciala, ki ga ima rastni substrat. Osmotski potencial imenujemo tudi potencial razstopine. Ker so v tleh večje količine soli se vodni potencial zaradi velikega negativnega prispevka osmotskega potenciala zmanjša. Torej je vodni potencial v semenih večji od vodnega potenciala v tleh, voda pa se giblje od večjega vodnega potenciala k manjšemu (Vodnik, 2012). Soli začnejo povzročajo toksičnost, ki spreminja aktivnosti encimov presnove nukleinske kisline, spremeni presnovo beljakovin, moti hormonsko ravnovesje in

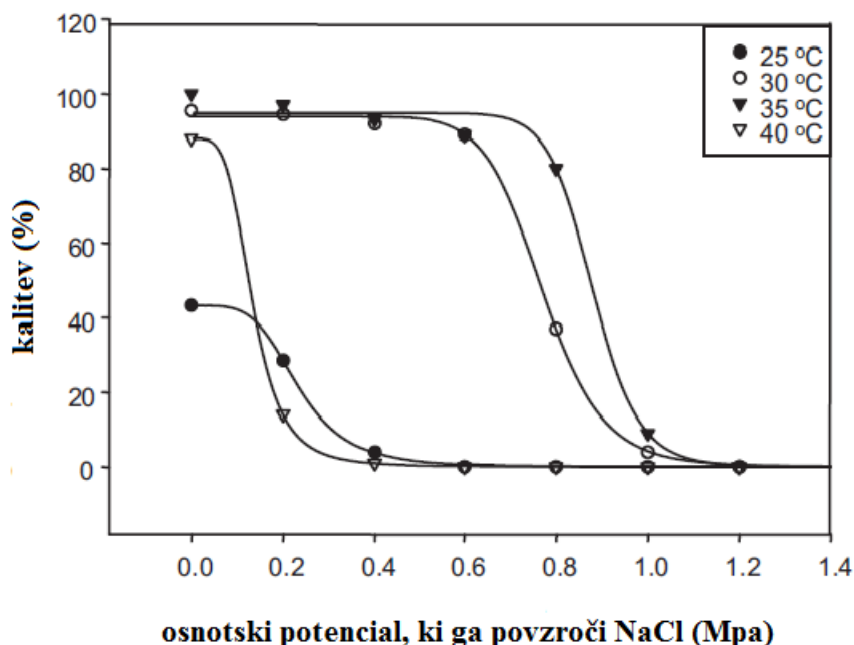


zmanjšuje izkoriščenost zalog semena. Čas kalivosti in odstotek kaljenih semen se med vrstami in kultivarji zelo razlikuje (Parihar in sod., 2014).

V raziskavi (Sohrabikertabad in sod., 2013) so želeli preveriti, kako vpliva koncentracija soli na odstotek kalitve. Ob večanju slanostnega stresa se je odstotek kaljivosti semen zmanjšal. V tej raziskavi so primerjali tudi slanostni in sušni stres pri različnih temperaturah, ter ugotovili, da ima suša večji učinek kot slanost na kaljivost. Odstotek kaljivosti (100-80 % kaljivost) je bil najvišji pri 30 °C in 35 °C pri sušnem stresu 2-8 barov, v primerjavi s 25 °C in 40 °C pri istem sušnem stresu (20-0 % kaljivost). Zaradi slanostnega stresa (0-1.0 Mp oziroma 0-10 bar) je najvišji procent kalitve (100-80 %) ponovno bil pri 30 °C in 35 °C. Zato zmanjšanje potencialnega gradienta vode med semeni in njihovim okoljem, zaradi sušnega ali slanostnega stresa kaže negativen vpliv na kalitev semena. V primerjavi z osmotskim potencialom (0 Mpa) kontrolnih rastlin je osmotski potencial 0,4 MPa, ki ga je povzročil NaCl, povečal dolžino korenin pri 35 °C. Osmotski potencial 0,8 MPa pa je pri 35 °C je zmanjšal dolžino korenin. Korenine igrajo pomembno vlogo pri preživetju rastlin v obdobjih suše. Suše imajo podoben učinek na rastline kot povečane koncentracije soli. Za odpornost proti suši je značilna obsežna rast korenin. Zaznali so tudi povečanje koncentracije Na<sup>+</sup> v rastlinskem soku sadik, pri katerih je bil vodi dodan NaCl. Višja vsebnost kationov je bila opažena pri temperaturi 35 °C in 30 °C kot pri 25 °C in 40 °C (Sohrabikertabad in sod., 2013).



Slika 1: Vpliv vodnega potenciala in temperature na procent kalitve melon (Sohrabikertabad in sod., 2013)



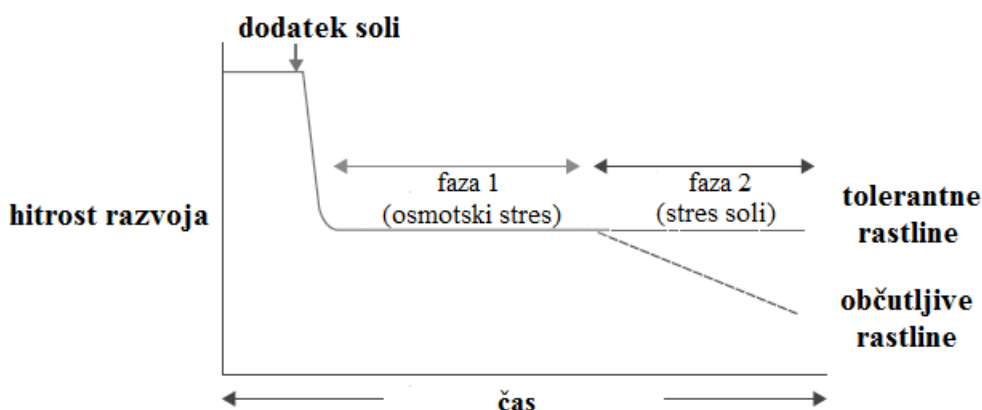
Slika 2: Vpliv koncentracije NaCl in temperature na procent kalitev melon (Sohrabikertabad in sod., 2013)

#### 4.2 RAST

Eden od glavnih učinkov soli je zaviranje rasti. Sposobnost rastline, da črpa vodo se zmanjša, posledica tega je počasnejša rast. Soli lahko vstopijo v transpiracijski tok in sčasoma poškodujejo celice v listih ter s tem še dodatno zmanjšajo rast. Oba učinka povzročata dvojno stopnjo odziva rasti na slanost (Parihar in sod., 2014).

Prva faza odziva rasti rastlin je posledica učinka soli zunaj rastline. Sol v talni raztopini zmanjšuje rast listov in v manjšem obsegu tudi korenin. Celični in metabolni procesi, ki se vključijo, so zelo podobni kot v primeru sušnega stresa.  $\text{Na}^+$  in  $\text{Cl}^-$  se še ne nabirata v rastnih tkivih v koncentracijah, ki bi lahko vplivale na rast. Meristemska tkiva se v veliki meri hranijo v floemu, iz katerega je sol dejansko izključena ter celice, katere hitro rastejo sprejmejo v svoje razširjene vakuole sol, ki prispe v ksilemu, tako sol še nima velikega negativnega učinka znotraj rastline (Parihar in sod., 2014).

Druga faza odziva rastlin na povečane koncentracije soli je posledica negativnega učinka soli znotraj rastline. Sol, ki pride v rastlino, se skoncentrira v starejših listih. Zaradi dolgotrajnega shranjevanja in transpiracije pride do kopičenja velikih koncentracij  $\text{Na}^+$  in  $\text{Cl}^-$ , listi posledično odmrejo. Najverjetneje je vzrok za poškodbe velika sposobnost celic, da soli preusmerijo v vakuole. Soli se nato hitro nabirajo v citoplazmi in zavirajo aktivnost encimov. Druga možnost je, da se nabirajo v celičnih stenah in dehidrirajo celico (Parihar in sod., 2014).



Slika 3: Dvofazni odziv rasti rastlin na slanostni stres (Sharma in sod., 2016)

V raziskavi je Sevengor ugotovil, da slanostni stres znatno zmanjša količino poganjkov in korenin genotipov bučnic v primerjavi s kontrolnimi rastlinami brez soli. Tolerantni genotipi bučk (Iskenderun-4, AB-44) so imeli boljšo rast v slanostnem stresu, genotip CU-7 in A-24, katera sta na slanostni stres občutljiva, sta imela manjšo rast poganjka. Slanostni stres je pri tolerantnih genotipih povzročil 24,56 in 42,75 % zmanjšano maso poganjkov in korenin, pri občutljivih genotipih pa 50,41 in 59,66 % zmanjšanje (Sevengor in sod., 2011).

Preglednica 4: Vpliv slanostnega stresa na svežo težo korenin in poganjkov različnih genotipov bučk (Sevengor in sod., 2011)

Genotip	Sveža teža korenin (g)			Sveža teža poganjkov (g)		
	kontrola	sol	zmanjšanje (%)	kontrola	sol	zmanjšanje (%)
Iskenderun-4	1,14	0,86	24,56	1,39	1,08	22,30
AB-44	1,56	1,05	42,75	1,68	0,79	52,98
CU-7	1,21	0,60	50,41	1,49	0,52	65,10
A-24	1,19	0,48	59,66	1,66	0,34	79,52

#### 4.3 FOTOSINTETSKI PIGMENTI IN FOTOSINTEZA

Fotosinteza je ena najpomembnejših biokemičnih poti, s katerimi rastline pretvarjajo sončno energijo v kemično. Zmanjšanje fotosinteze v rastlinah pod slanostnim stresom, je predvsem posledica zmanjšanja vodnega potenciala. Fotosinteza se zmanjša, ko se v kloroplastih in klorofilu kopičijo visoke koncentracije  $\text{Na}^+$  in  $\text{Cl}^-$ . Oba tako  $\text{Na}^+$  in  $\text{Cl}^-$  sta pomembna v procesu, posledično sta neposredno povezana z zdravjem rastlin. Zmanjšanje vsebnost klorofila zaradi slanostnega stresa je pogost pojav. V različnih študijah je bila koncentracija klorofila uporabljena kot indikator občutljivosti celičnega metabolnega staranja. Pri tretiranjurastlin s solno raztopino je bilo opaženo zmanjševanje vsebnost pigmentov kot so karotenoidi, klorofil a in klorofila b. Opaziti je tudi izgubo intenzitete fluorescence klorofila. Običajno je v rastlinah klorofila a več kot klorofila b, vendar se ob prisotnosti soli koncentracija klorofila a začne zmanjševati, koncentracija klorofila b pa zviševati. Zmanjšanje vsebnosti klorofila b pod stresom, ki je pogosto opažen pojav, je

morda posledica različnih razlogov, eden od njih je morda razpadanje membrane. Fotosinteza II (PS II) je na soli relativno občutljiva komponenta fotosintetskega sistema. Znatno se zmanjša učinkovitosti PS II, elektronske transportne verige (ETC) in stopnje asimilacije CO<sub>2</sub>, ki nastane zaradi dehidracije celične membrane, katera zmanjša prepustnost (Parihar in sod., 2014).

#### 4.4 RAVNOVESJE HRANIL

Velika koncentracija soli v tleh tekmuje z minerali in hranili, ki so nujno pomembni za rastlino. Ustrezno razmerje le teh zagotavlja ustrezno rast in razvoj. Povečana absorpcija soli povzroči toksične učinke Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> ali sulfata (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), in zmanjša sprejem esencialnih elementov kot so dušik (N), fosfor (P) ter kalij (K) in kalcij (Ca<sup>2+</sup>) (Parihar in sod., 2014). Slanost le še poveča koncentracijo Na<sup>+</sup> v rastlini in s tem zmanjša razmerje Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ter zmanjša absorpcijo Ca<sup>2+</sup>. Poveča se tudi koncentracijo Cl<sup>-</sup> predvsem v listih, nato v stebelu, potem pa še v koreninah, kar nakazuje na pozitivno razmerje med Na<sup>+</sup> in Cl<sup>-</sup>. V stebelu in listih je opaziti zmanjšano koncentracijo Ca<sup>2+</sup>, v koreninah pa je koncentracija stabilna. S povečevanjem koncentracije soli v tleh se zmanjšuje koncentracija K<sup>+</sup> v rastlini, predvsem v listih. V listih je opaziti tudi zmanjšanje koncentracije Mg<sup>2+</sup>, medtem ko je drugje stabilen. Na<sup>+</sup> zmanjšuje fotosintezo z zmanjševanjem stomatalne prevodnosti, medtem ko jo Cl<sup>-</sup> zmanjšuje z degradacijo klorofila (Parihar in sod., 2014).

Sonneveld in De Kreij sta s poskusom prišla do rezultatov, ki kažejo, da se pri visoki elektroprevodnosti talne raztopine absorpcija hranil pri kumarah popolnoma ustavi, če hranila zamenja NaCl s koncentracijo do 50 mmol/L. Že pri koncentraciji 25 mmol/L se absorpcija hranil ustavi, kar kaže da je NaCl velika prepreka. Po drugi strani, se je rastlina lahko prilagodila, če so bile celotne korenine pod vplivom visoke koncentracije NaCl in ne samo nekatere. Kumare niso mogle izkoristiti različnih koncentracij hranil okrog koreninskega sistema, kar bi jim pomagalo pri spremembi absorpcije med K in Ca, kar se po navadi zgodi pri veliki koncentraciji hranil ob koreninskem sistemu (Sonneveld in De Kreij, 2000).

#### 4.5 NASTANEK NEVARNIH SPOJIN

Zaradi visokih koncentracij soli prihaja do neravnovesja ionov v celicah. Posledično visoke koncentracije soli povzročijo ionsko toksičnost in osmotski stres, ki vodi k nastanku reaktivne kisikove spojine (ROS), katera povzroča škodo na DNK, lipidih in beljakovinah. Ob istem času ROS povzročajo degradacijo klorofila, ki se lahko zmanjša od 24 do 50 % (Sevengor in sod., 2011), medtem ko so tolerantne rastline ohranile prvotno koncentracijo klorofila. ROS povzročajo tudi peroksidacijo membranskih lipidov ter zmanjšujejo viskoznost membrane hkrati pa zmanjšujejo selektivnost lipidne membrane. Rastline se proti ROS lahko zaščitijo z različnimi mehanizmi, lahko z ne-encimskimi antioksidanti kot so na primer askorbinska kislina, glutationi in karotenoidi, lahko pa tudi z antioksidativnimi encimi, kot je superoxid dismutaza (SOD), katere velike koncentracije so našli v tolerantnih rastlinah, manj pa v netolerantnih. Enako velja tudi za askorbat peroksidazo (APX) in glutation reduktazo (GR). Razlog za povišane koncentracije antioksidativnih encimov je, da SOD katalizira superoxid do vodikovega peroksida in kisika. Vodikov peroksid, ki je prav tako strupen za celice, nato odstranjujeta katalaza in

glutation peroksidaza. APX pa zmanjša količino peroksida z uporabo askorbata kot donorja elektronov v askorbat-glutationskem ciklu. Na koncu je oksidiran askorbat zmanjšan za proteinski receptor, ki ga katalizira GR na račun NADPH-a (Sevengor in sod., 2011).

Študije so pokazale, da se koncentracije antioksidativnih encimov povečajo, kadar so rastline izpostavljene oksidativnemu stresu, kot je na primer slanost tal. Antioksidativni encim SOD se je povečal prav zaradi slanosti. Najvišji je bil pri tolerantnih genotipih, Iskenderun-4, AB-44, 430,8 in 546,4 mmol/min/mg. Ti genotipi so povečali aktivnost SOD za 159,05 % in 171,03 %. Po drugi strani pa je CU-7 pokazal znatno zmanjšanje aktivnosti SOD zaradi soli in to kar 8,38 % (Sevengor in sod., 2011).

Preglednica 5: Aktivnost antioksidativnega encima superoksida dismutaze (SOD) v listih različnih genotipov bučk gojenih v slanostnem stresu (Sevengor in sod., 2011)

Genotipi	Superoksid dismutaza (mmol/min/mg)		
	kontrola	sol	povečanje (%)
Iskenderun-4	166,3	430,8	159,05
AB-44	201,6	546,4	171,03
CU-7	217,1	198,9	-8,38
A-24	159,4	240,2	50,69

V vseh genotipih je bilo opaziti znatno povečanje aktivnosti GR. Vendar pa sta CU-7 in A-24 imela najnižjo aktivnost GR v slanih pogojih, medtem ko sta Iskenderun-4 in AB-44 imela najvišjo aktivnost GR od vseh kultivarjev pod slanimi pogoji. APX aktivnosti v genotipih Iskenderun-4 in AB-44 je bila znatno višja od CU-7 in A-24. APX aktivnosti tolerantnih genotipov Iskenderun-4 in AB-44, pri slanih pogojih, se je povečala od 581,21 do 623 % v primerjavi s kontrolnimi rastlinami, medtem ko so imeli na soli občutljivi genotipi, A-24 in CU-7 APX aktivnost povečano od 308,12 do 398,34 % (Sevengor in sod., 2011).

Preglednica 5: Aktivnost antioksidativnih encimov glutation reduktaze (GR) in askorbat peroksidaze (APX) v listih različnih genotipov bučk gojene v slanostnem stresu (Sevengor in sod., 2011)

Genotipi	Glutation reduktaza (mmol/min/mg)			Askorbat peroksidaza (mmol/min/mg)		
	kontrola	sol	povečanje (%)e	kontrola	sol	povečanje (%)
Iskenderun-4	167,2	973,2	482,06	843,5	5746,0	581,21
AB-44	234,4	1012,2	331,83	805,5	5823,8	623,00
CU-7	158,3	563,0	255,65	622,2	3100,7	398,34
A-24	173,6	613,5	253,40	656,3	2678,5	308,12

#### 4.6 VODNO RAZMERJE

Vodni potencial je pomemben fiziološki parameter za določanje stanja vode v rastlini. Povečanje soli v korenskem mediju lahko vodi do zmanjšanja potenciala vode v listih in zato lahko vpliva na številne procese v rastlini. Zelo nizki matrični potencial v tleh lahko ovira sposobnost rastlin, da pridobi vodo iz tal ter vzdržuje turgor. Vendar se pri nizki ali zmerni koncentraciji soli (višji potencial vode v tleh) rastline lahko osmotsko prilagajajo (kopičijo raztopine) in ohranjajo potencialni gradient za dotok vode (Parihar in sod., 2014).

Absorpcija vode kumaric je pogojena z osmotskim potencialom/ elektroprevodnostjo. V raziskavi, ki sta jo naredila Sonneveld in De Kreji vidimo, da korenine kumar raje sprejmejo vodo iz dela tal z manjšo elektrokonduktivnostjo (EC). Absorpcija vode pri visoki EC je bila le 8 % skupne porabe vode, kar je zelo malo v primerjavi z 29 % porabo v tleh z nizko EC (Sonneveld in De Kreji, 2000).

## 5 REŠEVANJE PROBLEMA SLANIH TAL

Rast rastlin v stresnih pogojih, kot je povišana koncentracija soli, je kompleksen mehanizem, kateri še ni v celoti raziskan. Prav tako niso v celoti znani vsi načini vpliva stresa na rastline. Odziv rastlin na prekomerno slanost je namreč večplasten, saj vključuje spremembe morfologije, fiziologije in metabolizma rastlin.

### 5.1 KLASIČNO KRIŽANJE

Za zagotovitev trajnostne produktivnosti kmetijskih rastlin v prihodnosti, je treba izbrati rastline, ki so odporne ali zelo tolerantne na slana tla. Rastline ne razvijejo tolerance na slana tla, razen če jih gojimo v slanih razmerah, kar pomeni, da rastline morajo biti gojene in utrjene v takšnih pogojih. Najpogosteje uporabljene metode so gojenje v pesku, hidroponiki, ter lizimetrovskih posodah. Da bi dobili zanesljivejše podatke, se poskusi sezonsko ponavljajo. Genotipi, ki preživijo pod temi pogoji, se štejejo za tolerantne in jih dodatno pregledajo. Če želimo križati potrebujemo rastline, ki imajo zaželeno gensko osnovo. Genetski bazen družine Cucurbitaceae ima delno toleranco ali pa zelo nestabilno toleranco za povišane koncentracije soli. Toleranca na soli ima svoje korenine v fizioloških procesih, ki vključujejo več genov, kateri imajo majhen in neznan učinek. Zaradi kompleksnosti in premalo raziskav je tolerantnost slabo razumljiva. Izboljšati toleranco na slanost pri bučnicah, s preprostimi selekcijskimi postopki ali žlahtnjenje s spremljanjem potomstva, zaradi prisotnosti prevladujočega gena ni enostavno (Sharma in sod., 2014).

### 5.2 CEPLJENJE

V zelnatih rastlinah, kot so družina Cucurbitaceae, je cepljenje med podlago in cepičem potekalo s tvorbo parenhimskega kalusa in kambijskim tkivom, kar je povzročilo nastanek lesa ter ksilemskih in floenskih žil. Postopek cepljenja za družino Cucurbitaceae mora potekati v visoki vlažnosti in temperaturi med 25 in 30 °C (Etemadi Poor, 2015).

Toleranca na soli je kompleksna. Posledica tega je omejen uspeh klasičnega križanja. Zato, cepljenje lahko predstavlja zanimivo in hitrejšo alternativo, v izogib zmanjšanju pridelka, ki ga povzroči slanostni stres. Cepljenje lahko omeji toksičnost hranil in težkih kovin. Vpliv na sprejemanje soli imata tako podlaga in cepič. Biokemični mehanizmi srkanja hranil v koreninah so odvisni od povpraševanja v cepiču. Vendar pa je kvaliteta in količina odvisna od korenin. Raziskave so pokazale, da cepljenje lahko delno zmanjša slab vpliv slanih tal. Torej, cepljenje lahko služi kot pomembno orodje za preprečevanje slanostnega stresa z zaviranjem vnosa  $\text{Na}^+$  in  $\text{Cl}^-$ . Rastline, ki so bile cepljene ter vzgojene na slanih tleh, pogosto kažejo boljše rezultate pridelka, višjo fotosintezo, vsebnost vode, večje razmerje med koreninami in zelenim delom rastline, višje kopičenje združljivih osmolitov,

abscizinske kisline in poliaminov v listih, večjo antioksidativno sposobnost in manjše kopičenje  $\text{Na}^+$  in/ali  $\text{Cl}^-$  v poganjku, kot necepljene rastline (Sharma in sod., 2016).

Raziskave so pokazale, da cepljenje le delno vpliva na pridelek. Negativni učinek slanih tal je bil pri necepljenih rastlinah le malo večji (19,6 %) kot pri cepljenih (16,1 %). Omenjene so tudi druge raziskave, katere so pokazale večje vplive cepljenja. Razlike v rezultatih so pripisali različnim podlagam uporabljenih v poskusih. Colla je pokazal, da pri lubenicah slana tla zmanjšajo pridelek, ampak povečajo kvaliteto. Lubenice gojene v slanih tleh so imele povečano vsebnost glukoze, saharoze, fruktoze, povečano količino suhe snovi ter zmanjšan pH. Colla predvideva, da je povišanje sladkorjev v rastlinskem tkivu posledica osmotskega prilagajanja. Raziskava je pokazala tudi zmanjšanje vsebnosti  $\text{Na}^+$  v listih pri cepljenih rastlinah (Colla in sod., 2006).

V poskusu, kjer so želeli preveriti ali cepljenje vpliva na pridelek rastlin so ugotovili sledeče. Podlaga ni imela pomembnega učinka na povprečno maso kumar, vendar je imela znaten učinek na število in delež tržnih plodov. V primerjavi z rastlinami, gojenimi pod ne stresnimi pogoji, je koncentracija 30 mM NaCl zmanjšala skupni donos plodov za 51 %, 46 % in 44 % v rastlinah, cepljenih same na sebe. Pri slanostnem stresu 60 Mm NaCl je bila zmanjšana donosnost za 82 %, 73 % in 71 % pri vseh podlagah. Poleg tega je bilo pri tej koncentraciji NaCl opaziti očitno povečanje odstotka netržnih plodov. Rastline, katere so bile cepljene na podlago 'Fingleaf Gourd' in 'Chaofeng Kangshengwang', so imele višje število plodov in pridelek tržnih plodov, v primerjavi z rastlinami cepljenimi samimi na sebe pri vseh koncentracijah soli. Celoten pridelek, ki je bil cepljen na podlago 'Fingleaf Gourd', se je povečala za 15 %, 28 % in 73 % pri 0, 30 in 60 mM NaCl, medtem ko so vrednosti v rastlinah, cepljenih na podlago 'Chaofeng Kangshengwang' bile večje za 14 %, 33 % in 83 % (Huang in sod., 2009)

Preglednica 6: Vplivi koncentracij NaCl na pridelek kumar cepljenih na različne podlage (Huang in sod., 2009)

Podlaga	Koncentracija NaCl (mM)	Povprečna teža ploda (g)	Povprečno število plodov na rastlino	Tržni pridelek na rastlino(g)	Skupni pridelek na rastlino (g)	Netržni pridelek (%)
Podlaga enaka cepiču	0	184,50	10,33	1744,16	1906,40	8,53
	30	147,76	6,28	848,00	982,36	8,69
	60	102,27	3,33	266,15	341,21	22,24
'Fingleaf Gourd'	0	185,28	11,83	1968,76	2193,00	10,27
	30	145,34	8,22	1088,24	1192,76	8,74
	60	106,62	5,50	505,62	589,06	14,13
'Chaofeng Kangshengwang'	0	183,41	11,89	1983,97	2180,50	9,03
	30	145,61	8,45	1122,58	1230,41	8,77
	60	106,83	5,83	537,07	623,75	13,88

Podlaga je vplivala na suho težo ploda in vsebnost topnega sladkorja ter imela znaten vpliv na vsebnost kisline in vitamina C. Pod nestresnimi pogoji je bila vsebnost topnega sladkorja v rastlinah, cepljenih na podlago 'Fingleaf Gourd', nižja od tiste v rastlinah cepljenih samih na sebe, vendar višja kot v rastlinah cepljenih na podlago 'Fingleaf Gourd'

pri slanah pogojih. Poleg tega je opaziti splošno povečanje vsebnosti titracijskih kislin in vsebnosti vitamina C v plodovih cepljenjem na podlago 'Fingleaf Gourd' in 'Chaofeng Kangshengwang', ne glede na to, ali so v slanostnem stresu ali ne (Huang in sod., 2009).

Preglednica 7: Vplivi koncentracij NaCl na kvaliteto plodov kumar cepljenih na različne podlage (Huang in sod., 2009)

Podlage	Koncentracija NaCl (mM)	Suha snov (%)	Skupni sladkorji (%)	Skupne kisline (%)	Vitamin C (mg/100g)
Podlaga enaka cepiču	0	3,63	1,86	0,21	2,83
	30	4,18	2,05	0,29	2,98
	60	6,01	2,04	0,33	2,90
'Fingleaf Gourd'	0	3,75	1,43	0,27	3,33
	30	4,58	2,36	0,28	3,11
	60	5,47	2,47	0,38	3,58
'Chaofeng Kangshengwang'	0	4,06	1,82	0,31	3,61
	30	4,15	1,99	0,32	3,63
	60	5,15	2,29	0,40	3,38

### 5.3 RAZSOLJEVANJE TAL

Slanost je nezaželena kemična lastnost obdelovalnih tal, saj negativno vpliva na pridelek. Učinkovit način reševanja tega problema bi bila menjava zemlje, ker pa to logistično ni mogoče se priporočajo drugi načini. Kemične lastnosti v slanih tleh lahko izboljšamo do neke mere z dodatkom organskih snovi in z različnimi kemijskimi spremembami, ki pa niso primerne za vse vrste tal. Poleg tega, izpiranje ali odstranjevanje topnih soli lahko zmanjša slanost v tleh.

Slana tla se lahko izboljša z nadomeščanjem izmenljivo vezanega natrija ( $\text{Na}^+$ ) s površine talnih koloidov s kalcijem ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Vendar so stroški kemičnih sprememb visoki. Razsoljevanje slanih tal se lahko izvaja z uporabo različnih metod, kot so fizikalne metode (globoko oranje, globoko podrahlavanje, brušenje, profilna inverzija), kemične metode (uporaba gipsa (mavca), kalcijevega klorida, apnenca, žvepla in železovega sulfata). Najbolj učinkovite metode temeljijo na odstranitvi topnega natrija in spremembi ionske sestave tal z uporabo kemikalij ter izločevanjem natrijeve soli iz profila tal. Uporaba organskih snovi izboljša strukturo in prepustnost tal. To povečuje izpiranje soli, zmanjšuje evaporacijo in zavira kopičenje soli v površinskih slojih. Poleg tega povečuje tudi infiltracijo in zadrževanje vode ter stabilnost agregatov. Organska snov z visoko kationsko izmenjevalno kapaciteto (CEC) lahko adsorbira nekatere topne soli, zmanjša pH in spodbuja tvorbo agregatov (Sharma in sod., 2016).



## 6 ZAKLJUČEK

Bučnice so zelo uporabljene v današnji kulinariki, saj sestavljajo velik procent zaužite hrane po Svetu. Njihovi optimalni pogoji so suho in vroče podnebje ter hkrati veliko vlage v tleh. V takšnih klimatski pogojih lahko z intenzivnim kmetijstvom in neznanjem že tako ogrožena tla degradiramo. Slana oziroma halomorfna tla se tako pojavljajo v delu Azije, Afrike, Indije, Pakistana in še številnih državah. Problem slanih tal je bil že v preteklostipomemben za kmetijstvo, s časoma pa se njegova pomembnost le še stopnjuje. Bučnice imajo razvito toleranco na slana tla, vendar to ne zadostuje za intenzivno pridelavo na slanah tleh. Ioni kot so  $\text{Na}^+$  in  $\text{Cl}^-$  imajo slab vpliv na rastline: ovirajo kalitev, zmanjšujejo rast rastlin, zmanjšujejo koncentracijo pigmentov kot je klorofil. Podre se ravnovesje mineralov, saj natrij, v raztopini okrog korenin, tekmuje z rastlino potrebnimi hranili. Odziv rastlin na povišano koncentracijo soli je zelo podoben sušnemu stresu. Ker to postaja zmeraj bolj pereč problem, je na voljo nekaj načinov reševanja tega problema. Najhitrejša rešitev je cepljenje, ampak je v družini bučnic malo rastlin, ki bi jih lahko uporabili kot podlage, ki dobro prenesejo slanostni stres. Dolgotrajnejši in dražji način je gensko spreminjanje, tu se pojavi problem neraziskanosti in zapletenosti delovanja genov, ki so odgovorni za tolerantnost. Eden izmed načinov reševanja problema je lahko spreminjanje samih tal. Razsoljevaje je odstranjevanja soli na kemičen način, pri katerem uporabljamo snovi, ki izmenjajo nakopičene ione. Ta način se je pokazal dokaj učinkovit čeprav dražji. Uporabimo pa lahko tudi mehanski način, ki je nekoliko manj učinkovit.

Slanost tal se bo še naprej širila, zaradi velikega povpraševanja po pridelkih, ki jih v veliki meri pridelujejo na tleh, ki so nagnjene k zasoljevanju, zaradi intenziviranja pridelave, kar vključuje tudi fertigacijo. Hkrati se posamezni predeli sveta že soočajo s težavo pomanjkanja sladke vode, zato so velikokrat prisiljeni v zalivanje z delno slano vodo. Zmanjševanje pridelka, bo pridelovalce prisililo k spremembam, menim da najprej k cepljenju, nato pa drugim načinom reševanja problema slanih tal, kot na primer genski inženiring, ki pa seveda zahteva svoj čas.

## 7 VIRI

- Colla G., Roupahel Y., Cardarelli M. 2006. Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange and mineral composition of grafted watermelon plants. *Hortscience*, 41, 3: 622-627
- Etemadi Poor R. 2015. Investigating the effect of grafted watermelon on tolerance to drought and salinity. *Journal of Novel Applied Sciences*, 4, 6: 670-673
- Fipps G. 2003. Irrigation water quality standards and salinity management strategies. Texas A & M agrilife extension: 18 str.  
<http://soiltesting.tamu.edu/publications/B-1667.pdf>
- Huang Y., Tang R., Cao Q., Bie Z. 2009. Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerant rootstock under NaCl stress. *Scientia Horticulturae*, 122: 26-31
- Kotuby-Amacher J., Koenig R., Kitchen B. 2000. Salinity and plant tolerance. Utha State University Cooperative Extension: 9 str.  
[https://www.researchgate.net/publication/237537841\\_SALINITY\\_AND\\_PLANT\\_TOLERANCE](https://www.researchgate.net/publication/237537841_SALINITY_AND_PLANT_TOLERANCE)
- Leštan D. 2002. Ekopedologija: študijsko gradivo za študente opredelilnega izbirnega študija Ekopedologije. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 267 str.
- Munns R., Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 651-681
- Osvald J., Kogoj Osvald M. 2005. Vrtnarstvo: Splošno vrtnarstvo in zelenjadarstvo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 591 str.
- Parihar P., Singh S., Singh R., Singh V.P., Prasad S.M. 2014. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 6: 4056-4075
- Pitman M. G., Lauchli A. 2002. Global impact of salinity and agricultural ecosystem. V: *Salinity: environment - plants – molecules*. Läuchli A., Lüttge U. (ur.). Canberra, Kluwer Academic Publishers: 3-20
- Plaster J. E. 2009. Soil salinity. V: *Soil science and management*. 5th ed. Rosenbaum D., Bellegarde M. (ur.). New York, Delmar: 248-258
- Prus T. 2007. Zbitost in zaslanjevanje tal v Sloveniji. V: *Strategija varovanja tal v Sloveniji*. Svetovni dan tal, Ljubljana, 5. december 2007. Ljubljana, Biotehniška fakulteta; Pedološko društvo Slovenije; Ministrstvo za okolje in prostor RS: 1-21

- Prus T., Kralj T., Vrščaj B., Zupan M., Grčman H. 2015. Slovenska klasifikacija tal. Ljubljana, Biotehniška fakulteta; Oddelek za agronomijo; Kmetijski inštitut Slovenije: 43 str.
- Rengasamy P. 2005. World salinization with emphasis on Australia. *Journal of Experimental Botany*, 57, 5: 1017–1023
- Sevengor S., Yasar F., Kusvuran S., Ellialtioglu S. 2011. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedling. *African Journal of Agricultural Research*, 6, 21: 4920-4924
- Sharma A., Rana C., Singh S., Katoch V. 2016. Soil salinity causes, effects, and management in Cucurbits. V: *Handbook of Cucurbits: growth, cultural practices, and physiology*. Dr. Pessarakli M. (ur.). Palampur, Taylor and Francis Group: 419-434
- Sohrabikertabad S., Ghanbari A., Mohassel Mohamad H.R., Mahalati M.N., Gharekhloo, J. 2013. Effect of desiccation and salinity stress on seed germination and initial plant growth of *Cucumis melo*. *Planta Daninha*, 31, 4: 833-841
- Sonneveld C. 2000. Effects of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horticulture. Amsterdam, Universitair hoofddocent bij het Departement Omgevingswetenschappen: 25 str.
- Sonneveld C., De Kreij C. 2000. Response of cucumber (*Cucumis sativus L.*) to an unequal distribuon of salts in the root environment. *Plant and Soil*, 209: 47-56
- Vodnik D. 2012. Osnove fiziologije rastlin. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 141 str.
- Weil R. R., Brady C. N. 2017. Soils of dry regions: alkalinity, salinity and sodicity. V: *The nature and properties of soil*. 15th ed. Weil R. R., Brady C. N. (ur.). Harlow, Parson Education: 438-481
- World reference base for soil resources 2014 - international soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 2015. Rim, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 192 str.