

# TOLERANCE SALINITY OVOCNÝCH DRUHŮ V *IN VITRO* PODMÍNKÁCH

## SALINITY TOLERANCE OF FRUIT TREES IN *IN VITRO* CONDITIONS

Alexandra Slámová

VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.,  
Holovousy 129, Holovousy, 508 01

e-mail: [alexandra.slamova@vsuo.cz](mailto:alexandra.slamova@vsuo.cz), ORCID: [0009-0007-5431-1102](https://orcid.org/0009-0007-5431-1102)

### ABSTRAKT

Zasolení půdy neboli salinita je celosvětovým problémem, který má vliv na zemědělskou produkci. Většina studií o salinitě je zaměřená na obiloviny a exotické druhy rostlin, zato existuje minimální množství literatury o jádrovínách a peckovínách. Byla sledována tolerance salinity vybraných druhů jádrovín, peckovin a drobného ovoce v podmínkách *in vitro* na různých koncentracích NaCl v multiplikačním médiu po dobu téměř 1 roku. Na rostlinách byl pozorován jejich habitus a spektrofotometricky změřen obsah rostlinných barviv. Ve většině případů se projevil pokles jejich koncentrace s rostoucím obsahem soli v porovnání s nulovou variantou (NaCl<sub>0</sub> = 0 g/L NaCl). Nejvýraznější pokles nastal u peckovin v porovnání NaCl<sub>0</sub> (průměrně 0,594 mg/g chlorofylů, a 0,074 mg/g karotenoidů) a maximální koncentrace NaCl<sub>5</sub> (průměrně 0,142 mg/g chlorofylů a 0,033 karotenoidů). I u většiny jádrovín se koncentrace barviv s rostoucím zasolením snižovala. Průměrně činila 0,505 mg/g chlorofylů a 0,069 mg/g karotenoidů, v případě varianty NaCl<sub>5</sub> klesla na 0,268 mg/g chlorofylů a 0,060 mg/g karotenoidů. Naopak u odrůdy 'Erika' se obsahy chlorofylů při koncentraci NaCl<sub>7,5</sub> zvýšily a u karotenoidů se pohybovaly skokově. U drobného ovoce se snížily (NaCl<sub>0</sub>: 0,457 mg/g chlorofylů a 0,078 mg/g karotenoidů NaCl<sub>5</sub>; 0,266 mg/g chlorofylů a 0,058 mg/g karotenoidů). Výjimku tvořily 'Trnavská' moruše, zimolez 'Zoluška' a cicimek 'Gagadzao', u kterých došlo u koncentrace NaCl<sub>2,5</sub> k nárůstu koncentrace barviv.

**Klíčová slova:** tolerance salinity, *in vitro*, chlorofyly, karotenoidy

### ABSTRACT

Soil salinity or salinity is a worldwide problem that affects agricultural production. Most studies on salinity have focused on cereals and exotic crops, but there is a minimal amount of literature on pome and stone fruit trees. The salinity tolerance of selected pome, stone and small fruit trees was monitored under *in vitro* conditions at different concentrations of NaCl in multiplication medium for almost 1 year. The plants were observed for their habitus and the content of plant pigments was measured spectrophotometrically. In most cases, there was a decrease of plant pigments concentration with increasing salt content compared to the null

variant ( $\text{NaCl}_0 = 0 \text{ g/L NaCl}$ ). The most significant decrease occurred in stone fruit trees in comparison of  $\text{NaCl}_0$  (on average 0.594 mg/g chlorophylls and 0.074 mg/g carotenoids) and the maximum concentration of  $\text{NaCl}_5$  (on average 0.142 mg/g chlorophylls and 0.033 carotenoids). The concentration of pigments also decreased with increasing salinity for most pome fruit trees. On average, it amounted 0.505 mg/g chlorophylls and 0.069 mg/g carotenoids, in the case of the  $\text{NaCl}_5$  it decreased to 0.0268 mg/g chlorophylls and 0.060 mg/g carotenoids. On the other hand, in 'Erika', the values of chlorophylls increased at concentration of  $\text{NaCl}_{7.5}$ , and values of carotenoids fluctuated. Values decreased for small fruit trees ( $\text{NaCl}_0$ : 0.457 mg/g chlorophylls and 0.078 mg/g carotenoids X  $\text{NaCl}_5$ : 0.266 mg/g chlorophylls a 0.058 mg/g carotenoids). The exceptions were 'Trnavská' mulberry, honeysuckle 'Zoluška' and ziziphus 'Gagadzao', which showed an increase in the concentrations of pigments at the contraction of  $\text{NaCl}_{2.5}$ .

**Keywords:** salinity tolerance, *in vitro*, chlorophylls, carotenoids

## ÚVOD

V půdě se přirozeně nacházejí soli rozpustné ve vodě, což je dané druhem půdy a podložím. Pokud se však vyskytují ve zvýšené koncentraci a akumulují se v půdě, tak se tento jev nazývá salinita půdy nebo zasolení půdy. V této souvislosti se nejčastěji zmiňuje klasická kuchyňská sůl NaCl. Celosvětově procento zasolených půd činí přibližně 8,7 %, představuje více než 833 milionů hektarů zasolené půdy. Většina z této plochy se nachází v aridních oblastech. Nicméně 20–50 % zavlažovaných půd na všech kontinentech vykazuje nadbytek obsahu soli, což má za následek degradaci půdy a celosvětově negativně ovlivňuje pěstování potravin, s čím se potýká více než 1,5 miliardy lidí (FAO, 2021). Salinita zvyšuje elektrickou vodivost vody, která znázorňuje množství rozpustných solí ve vodě a může sloužit jako ukazatel vhodnosti vodního zdroje k závlaze ve vztahu k obsahu soli v půdě (Rengasamy, 2018). Salinita může negativně ovlivnit příjem živin a metabolismus rostlin. Působením soli může dojít k nárůstu osmotického tlaku, pH a následnému navození osmotického stresu, který má za následek zhoršené vstřebávání živin a vody. V důsledku tohoto mechanismu může dojít ke zpomalení růstu a vývoje (Izgü *et al.*, 2023).

Prvky Na a Cl přijímané rostlinou mohou mít toxické účinky a vést k úhynu (Izgü *et al.*, 2023). K salinitě půdy dochází mnoha způsoby. Nejpřirozeněji se to děje v půdách, které obsahují velké množství hornin. K odvodnění půdy a následnému zasolení může docházet v pouštních oblastech, kdy výpar vody z půdy je větší, než kolik spadne srážek. Vzhledem k celosvětově zvyšující se teplotám může k tomuto jevu docházet v budoucnosti častěji z této příčiny. Slaná stanoviště mohou vzniknout na místě bývalých slaných jezer nebo na pobřeží, které jsou v těsném kontaktu s mořskou vodou. V našich podmínkách může vzniknout zasolení půdy vlivem závlahy použité ze studně obsahující velké množství minerálních látek. Dále mnoho hnojiv obsahuje vápenaté a dusičné soli. V zimě se používá v hojném množství posypová sůl na pozemní komunikace (např. NaCl,  $\text{CaCl}_2$ ). Bylo prokázáno, že půda podél silnic je kontaminována v pásmu do 10 m a i dále (Šerá, 2017).

Podle odolnosti vůči tomuto fenoménu se rostliny dělí na dvě velké skupiny – halofyty a glykofyty. Halofyty přirozeně rostoucí na slaných stanovištích (tzv. slaniska) se adaptovaly na

vysokou koncentraci solí v půdě funkčními mechanismy (vylučování solí pomocí solných žlázek, žláznaté trichomy, obsah organických rozpuštěných látek, sukulentní vzhled – příjem velkého množství vody atd.) a jsou schopné růst v půdě obsahující více než 0,2 % solí. Halofyty dále dělíme na obligátní a fakultativní. Obligátní halofyty vyžadující k růstu přítomnost soli v půdě (např. slanorožec, solnička...), zatímco fakultativní halofyty nepotřebují k životu sůl, ale jsou schopné ji tolerovat (např. mochna husí, rákos, bavlník atd.) (Šerá, 2017). Ze dřevin tvoří zvláštní skupiny mangrofyty, rostoucích na územích, kde se mísí sladká a slaná voda. Opačný protipól představují glykofyty představující halofobní rostliny, které jsou citlivé na zasolení půdy. Glykofyty jsou schopné snášet 0,1 % soli. Vyšší procento zasolení může mít za následek narušení homeostáze v buňce (snížení koncentrace chlorofylů, proteinů) a poškození rostliny (pomalý růst, vadnutí, změna barvy listů a následný opad, nekróza postupující od špičky listu a dál) (Shannon, 1997; Šerá, 2017; Izgü *et al.*, 2023). Část autorů zastává názor, že pokles rostlinných barviv je všeobecným jevem způsobeným fyziologickými změnami při stresu zasolením (Ashraf a Bhatti, 2000; Mahmood *et al.*, 2023; Yavuzlar a Ünal, 2023). Jiní tvrdí, že u tolerantnějších druhů může jejich množství naopak narůstat (Aycan *et al.*, 2021; Aghdam a Jalili, 2023).

Existuje pouze velmi omezené množství studií zabývajících se tolerancí salinity u klasických ovocných druhů dřevin. Tyto studie se věnují zejména exotickým druhům ovocných stromů (např. datlovník (Al-khateeb *et al.*, 2015), pistáciovník (Rauofi *et al.*, 2021), granátovník (El-Mahdy *et al.*, 2022) atd.) a naopak údaje o toleranci klasických druhů ovocných dřevin, typu jádrovin a peckovin, chybí. Dle Shannon (1997) byla u peckovin zjištěna specifická citlivost k akumulaci NaCl v listech. Obecně platí, že toxicita chloridu u dřevin je závažnější než toxicita sodíku. Chlorid je primárně škodlivý u peckovin (Shannon, 1997). Třešně jsou velmi citlivé na salinitu (Kotuby-Amacher *et al.*, 2000).

V budoucnosti hrozí čím dál větší míra zasolení vzhledem k nepříznivým faktorům (nárůst teplot vedoucí k vysušování půd, nevhodná závlaha tvrdou vodou, posypové soli používané hojně na silnicích v zimě atd.), proto se v současnosti jeví jako velmi důležité nalézt druhy rostlin a odrůdy, které budou vůči salinitě odolné a vyrovnají se nepříznivým podmínkám. Simulace salinity v *in vitro* podmínkách proto skýtá možnost, jak kontrolovaně pozorovat vliv salinity a toleranci rostlin. Navíc mikropropagace umožňuje v krátké době namnožit velké množství materiálu na malém prostoru v regulovaných podmínkách laboratoře.

## MATERIÁL A METODY

V červenci 2023 byl založen experiment zaměřený na salinitu v *in vitro* podmínkách na ovocných druzích dřevin z *in vitro* genofondové banky ve VŠÚO. Pro tyto účely byly namnoženy explantátové kultury jádrovin: jabloně 'Malinové holovouské' a 'Strýmka'; hrušně 'Avranšská' a 'Erika'; peckovin: třešeň 'Rivan', *Prunus fruticosa*, višeň 'Vítova', slivoň 'Wazonova' a drobného ovoce: borůvka 'Elliot', moruše 'Trnavská', zimolez 'Zoluška', muchovníky 'Thiessen' a 'Amelanchier Tišnovský', jeřáby sladkoplodé 'Sorbus Alaja Krupnoplodnaja', 'Titán' a černý jeřáb 'Nero', aktinidie 'Issai' a jujuba 'Gagadzao'. Kultury byly pravidelně kultivovány každý měsíc v 30 mL multiplikačního média podle Murashige a Skoog (MS) (1962) ve 100 mL Erlenmeyerových baňkách. Složení kultivačního média bylo následující: 8,5 g/L agaru Difco Bacto, 30 g/L sacharózy, 4 mg/L kyseliny askorbové; 1,5 mg/L

6-aminopurinu (BAP) a 0,1 mg/L kyseliny indol-3-máselné (IBA). Speciální aditivum představovala sůl NaCl, která se přidávala v různých koncentracích do média (1; 2,5; 5; 7,5; 10 a 20 g/L). Hodnota pH byla upravena na 5,7 jako při použití klasického multiplikačního média. Médium bylo vysterilizováno v autoklávu při teplotě 121 °C, tlaku 230 kPa po dobu 15 minut.

Z těchto koncentrací byly vyřazeny 1 a 20 g/L z důvodů v případě 1 mg/L koncentrace docházelo k nepatrnému rozdílu oproti nulové variantě, zatímco 20 mg/L se ukázalo letální pro všechny ovocné druhy. Nulová varianta bez přísady soli představovala kontrolní skupinu. Každá varianta dané odrůdy byla zastoupena ve 2–3 opakováních (ve 2–3 baňkách). V každé baňce se nacházelo většinou 5 explantátů. V případě peckovin vzhledem k bujnějšímu růstu byly v baňce pouze 3.

Materiál se nacházel v kultivační místnosti s nastavenou fotoperiodou po 12 hodinách. Teplota ve dne dosahovala cca 26 °C a v noci poklesla na 22 °C. Kultury byly několikanásobně přepasážovány a v červnu 2024 byly testovány vzorky získané z tohoto materiálu pomocí spektrofometru Genesys 180 (Fisher Scientific s.r.o.) na obsah chlorofylů A, B a karotenoidů. Z každé baňky, dané odrůdy a koncentrace, byl vytvořen směsný vzorek ze všech explantátů. Vzorek byl zmrazen pomocí kapalného dusíku a následně rozetřen malým množstvím MgCO<sub>3</sub> a písku. Rozetřený materiál byl navážen (90–110 mg) do mikrozkuvek, do kterých bylo napipetováno 1,5 mL methanolu. Dále byly mikrozkuvky protřepány pomocí třepačky a následně centrifugovány. Dle Wellburn (1994) proběhlo spektrofotometrické měření absorbance v supernatantech při vlnové délce 470 nm. Pro zpracování výsledků bylo využito programu MS Excel.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Na základě omezených zdrojů z literatury byly vybrány druhy tolerantnější (muchovník 'Amelanchier tišnovský' a 'Thiessen', zimolez 'Zoluška', cicimek 'Gagadzao', 'Trnavská moruše'). Dle Vijayan *et al.* (2009) by měla být středně tolerantní vůči salinitě, nicméně se to může lišit v závislosti na dané odrůdě. Naopak jako citlivější druhy byly zařazeny (arónie 'Nero', borůvka 'Elliot', aktinide 'Issai') na působení soli. Dále byly zvoleny jadroviny (jabloně: 'Malinové holovouské', 'Strýmka'; hrušně: 'Avranšská', 'Erika'), peckoviny (třešně 'Rivan', *Prunus fruticosa*; 'Vítova' višně a slivoň 'Wazonova renklóda') a drobné ovoce (jeřáby: 'Titán', 'Krupnoplodnaja'). Postupně byly vyselektovány vhodné koncentrace soli na základě pozorování habitu explantátů. Z tohoto důvodu byla vyřazena koncentrace 1 g/L NaCl, u které nebyly patrné rozdíly oproti nulové variantě. Naopak varianta s 20 g/L se ukázala jako letální pro všechny odrůdy, kdy docházelo ke kontaminaci, černání a odumírání (Obrázek 1), takže byla rovněž vyřazena.

Borůvka 'Elliot' jako jediná nebyla schopná snášet ani nejnižší koncentraci soli („podzimní vzezření“, opad lístků, černání, kontaminace). Z tohoto důvodu nebylo možné odebrat vzorky na změření rostlinných barviv. Molnar *et al.* (2024) zkoumali vliv salinity na 7 odrůd borůvek v *in vitro* podmínkách a pozorovali úbytek rostlinné hmoty, zkrácení délky výhonů s rostoucí koncentrací soli. Stejně jako v našem případě se potvrdil předpoklad o citlivosti této dřeviny. V běžných venkovních podmínkách se doporučuje zalévat nejlépe měkkou dešťovou vodou. Aktinidie se prokázala jako citlivá na vysokou koncentraci soli, kdy byla schopna snášet pouze

2 nejnižší koncentrace podobně jako ve studii Sotiropoulos a Kortessa (2004). Nicméně přesto byla aktinidie 'Issai' schopna zakořenit na koncentraci 1 a 2,5 g/L NaCl (Obrázek 2). Naproti tomu jako odolnější a tolerantnější se ukázaly 'Nero', 'Gagadzao', 'Avranšská', které byly schopny snášet i 10 g/L. V porovnání s výsledky Nas *et al.* (2023) se jeví aronie 'Nero' tolerantnější než 'Viking'. Jeřáby se navzdory údajům v literatuře projevíly relativně jako tolerantní vůči soli. Gilman a Watson (1994) uvádí, že jeřáb ptačí je citlivý na půdní salinitu, ale středně tolerantní na aerosol soli. Cicimek 'Gagadzao' spolu s muchovníkem 'Amelanchier tišnovský' vypadal životaschopně i na koncentraci 10 g/L a zařadil se tak k odolnějším druhům (Kolařík *et al.* 2020; SEWRPC, 2023). U jabloně 'Malinové holovouské' docházelo k uvolňování fenolických látek do média projevující se zežloutnutím média, zatímco u 'Strýmky' tento fenomén nebyl pozorován. Hrušně na vyšších koncentracích měly tendenci k nekrotickým vrcholům. Celkově se ukázalo, že z jaderovin jsou hrušně odolnější než jabloně. U peckovin se prokázala, v souladu s tvrzením ostatních autorů, citlivost na zasolení (Shannon, 1997; Kotuby-Amacher *et al.*, 2000; Šerá, 2017). U všech odrůd platil tento trend: s vyšší koncentrací NaCl docházelo k inhibici růstu, menší tvorbě biomasy a následně ke kontaminacím, chlorózám až nekrotickým.

Po několika měsících kultivačních cyklů byla provedena měření obsahu chlorofylů (*a*, *b*) a karotenoidů pomocí spektrofotometru v březnu a červnu 2024. U několika nulových variant ('Nero', 'Strýmka', 'Avranšská') nastala chyba v měření, která se projevila vyšším obsahem chlorofylu *b* vůči chlorofylu *a*. Obsah chlorofylu *b* bývá zpravidla vůči chlorofylu *a* 3× menší. Relativní chyba při měření chlorofylů se zvyšuje ve zředěných chlorofylových extraktech, protože chyby chlorofylových algoritmů nejsou závislé na hodnotách absorbance (Ritchie, 2006). Proces feofytinizace (degradace chlorofylu) způsobuje falešně vysoké hodnoty obsahu chlorofylu *b*, zejména pokud se použije methanol jako rozpouštědlo (Ritchie, 2008). Tato chyba negativně ovlivnila hodnotu obsahu karotenoidů, což se nepodařilo odstranit ani po několikanásobném opakovaném měření. Téměř ve všech případech se projevil pokles hladiny chlorofylů s rostoucím obsahem soli v porovnání s nulovou variantou jako u několika současných studií (Mahmood *et al.*, 2023; Yavuzlar *et al.*, 2023). Ashraf a Bhatti (2000) uvádějí, že se jedná o běžný jev, který může souviset s poškozením membrány. Nejvýraznější pokles rostlinných barviv nastal u peckovin v porovnání nulové varianty (průměrně 0,591 mg/g chlorofylů, a 0,074 mg/g karotenoidů) a maximální koncentrace 5 g/L (průměrně 0,142 mg/g chlorofylů a 0,033 karotenoidů). Velmi zřetelně je tento trend vidět u 'Vítovy' višně (Graf 1 a 3, Tabulka 1).

Pokles lze také pozorovat i u jaderovin a drobného ovoce, nicméně ne tak zřetelně jako u peckovin. U jaderovin i drobného ovoce byly některé odrůdy schopné přežít na vyšších koncentracích (7,5 a 10 g/L NaCl). Průměrně nejvyšší nulová koncentrace u jaderovin činila 0,505 mg/g chlorofylů; 0,069 mg/g karotenoidů, která v případě varianty 5 g/L (jako u peckovin) klesla na 0,268 mg/g chlorofylů a 0,060 mg/g karotenoidů. Naopak u hrušně 'Erika' se obsah chlorofylů u koncentrace 7,5 g/L NaCl zvýšil oproti předchozím 2 koncentracím a zároveň lze sledovat skokové rozdíly v nárůstu a poklesu u karotenoidů (Graf 1 a 2, Tabulka 1). Podobný trend nastal i u drobného ovoce při srovnání stejných koncentrací (0 g/L NaCl: 0,457 mg/g chlorofylů a 0,078 mg/g karotenoidů X 5 g/L: 0,266 mg/g a 0,058 mg/g karotenoidů). Výjimku tvořily 'Trnavská' moruše, 'Zoluška' a cicimek 'Gagadzao', u nichž došlo u koncentrace 2,5 g/L NaCl k nárůstu chlorofylů i karotenoidů oproti koncentraci neobsahující sůl (Graf č. 2 a 4,



Tabulka 1). Gómez *et al.* (2003) poznamenávají, že nezaznamenali jasný vztah mezi nárůstem karotenoidů a zvyšující se salinitou. Pro výpočet celkového obsahu karotenoidů se používá vzorec s chlorofyly *a* a *b*. To znamená, že množství chlorofylů má přímý vliv na stanovení koncentrace karotenoidů. Dhanapackiam a Ilyas (2010) uvádí, že obsah chlorofylů může souviset typem a koncentrací soli a vývojovým stádiem rostlin. Domnívám se, že narůstající obsah chlorofylů může být v přímé úměře k toleranci rostlin k salinitě. Aghdam a Jalili (2023) ve své studii shrnují, že nárůst chlorofylů u narůstající salinity nastal více u tolerantnějších odrůd než u senzitivních. Aycan *et al.* (2021) to zdůvodňuje tím, že i když se snižuje kvůli salinitě listová plocha, tak se naopak zvyšuje koncentrace molekul na jednotku listové plochy. Nicméně z výsledků vyplývá, že tuto domněnku nelze jednoznačně potvrdit, a proto by bylo potřeba dalšího zkoumání.

## ZÁVĚR

Salinita a adaptabilita rostlinných druhů skýtá mnoho podnětů pro další výzkum. Zdá se, že v budoucnosti vzhledem ke stále většímu procentu zasolených půd vlivem různých faktorů (sucho, tvrdá závlahová voda, posypová sůl atd.), bude důležité najít nebo vyšlechtit tolerantnější druhy a odrůdy ovocných dřevin. Na základě habitu byla sledována tolerance rostlin k salinitě, kdy s narůstající koncentrací NaCl, došlo k inhibici růstu. Jablono 'Malinové holovouské' reagovala na salinitu uvolňováním fenolických látek do média, zatímco odrůda stejného druhu 'Strýmka' nikoliv. Jeřáby a aronie se ukázaly jako relativně tolerantní navzdory poznatkům z literatury. Borůvka 'Elliot' nebyla schopna snášet ani nejnižší koncentraci NaCl, zatímco aktinidie 'Issai' byla schopna na této koncentraci dokonce zakořenit. Nejvyšší koncentrace (20 g/L NaCl) se ukázala jako letální pro všechny odrůdy.

Dále byly stanoveny obsahy rostlinných barviv (chlorofyly, karotenoidy) pomocí spektrofotometru. V získaných výsledcích jsme mohli sledovat nepřímou i přímou úměru mezi obsahem barviv a koncentrací soli. Lze se domnívat, že sůl mohla u citlivějších odrůd narušit fyziologické pochody rostlin, a proto došlo ke snížení množství barviv. Tuto tendenci lze pozorovat ve většině případů. Největší pokles mezi nulovou a nejvyšší koncentrací byl pozorován v případě peckovin (NaCl0: 0,591 mg/g chlorofylů a 0,074 mg/g karotenoidů X NaCl5: 0,142 mg/g chlorofylů a 0,033 mg/g karotenoidů). Na druhou stranu nárůst obsahu barviv může naznačovat, že se jedná odolnější odrůdy. Tento trend byl zaznamenán u hrušně 'Erika', moruše 'Trnavské', zimolezu 'Zoluška' a cizímku 'Gagadzo'. Bohužel při měření u pár hodnot nastala chyba vlivem feofytinizace a působením metanolu. V některých zdrojích se doporučuje používat ethanol hned po methanolu.

Další směr výzkumu může směřovat k protektantům pro citlivější glykofyty a rozšiřováním poznatků o tolerantnějších druzích a odrůdách ovocných dřevin nebo případně k vyšlechtění odrůd tolerantnější na salinitu.

## PODĚKOVÁNÍ

Výsledek byl vytvořen za podpory projektu institucionální podpory RO1524 (Ministerstvo zemědělství). Děkuji Mgr. Matěji Semerákovi za konzultace postupu, pomoc a asistenci při stanovování rostlinných pigmentů.

## LITERATURA

- AGHDAM, M. Z. a JALILI, F. The effect of salinity on chlorophyll levels in 20 sensitive and tolerant genotypes of bread wheat. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2023, vol. 29, no. 4, p. 669–674. ISSN 1310-0351.
- ALKHATEEB, S. A.; ALKHATEEB, A. A. a SOLLIMAN, M. E. D. *In vitro* response of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) to K/Na ratio under saline conditions. Online. *Biological Research*. 2015, vol. 48, no. 63. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s40659-015-0055-2>. [cit. 2024-09-05]
- ASHRAF, M. a BHATTI, A. S. Effect of salinity on growth and chlorophyll content in rice. *Pakistan journal of scientific and industrial research*. 2000, vol. 43, no. 2, p. 130–132. ISSN: 0030-9885.
- AYCAN, M.; BASLAM, M.; ASILOGLU, R., MITSUI, T. a YILDIZ, M. Development of new high-salt tolerant bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes and insight into the tolerance mechanisms. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2021, vol. 166, p. 314–327. ISSN: 09819428.
- DHANAPACKIAM, S. a ILYAS, M. H. Effect of salinity on chlorophyll and carbohydrate contents of *Sesbania grandiflora* seedlings. *Indian Journal of Science and Technology*. 2010, vol. 3, no. 1. ISSN: 0974- 6846.
- IZGÜ, T. *et al.* Salinity Stress In *In Vitro* Culture. In: *9th International Agriculture Congress. Berfin Düzgören's Lab, Institution: Cukurova University, Department: Biotechnology Research and Application Center, 2023*.
- EL-MAHDY, M. T.; YOUSSEF, M. a ELAZAB, D. S. *In vitro* screening for salinity tolerance in pomegranate (*Punica granatum* L.) by morphological and molecular characterization. Online. *Acta Physiologiae Plant*. 2022, vol. 44, no. 27. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11738-022-03361-2>. [cit. 2024-09-10].
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *World Soil Day: FAO Highlights the Threat of Soil Salinization to Global Food Security*. Online. Rome, Italy: FAO, 2021. Dostupné z: <https://www.fao.org>. [2024-09-07]
- GILMAN, F. G. a WATSON, D. G. *Sorbus aucuparia – European Mountain-Ash*. Fact sheet ST-599. Environmental Horticulture Department, Floriada Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, University of Florida, 1994.
- GÓMEZ, P. *et al.* Effect of salinity on the quantity and quality of carotenoids accumulated by *Dunaliella salina* (strain CONC-007) and *Dunaliella bardawil* (strain ATCC 30861) Chlorophyta. *Biological Research*. 2003, vol. 36, no. 2. ISSN: 0716-9760.
- KOLAŘÍK, J. *et al.* *Péče o dřeviny kolem veřejné dopravní infrastruktury*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno: Mendelova univerzita v Brně, lesnická a dřevařská fakulta, 2020. SPPK A02 010: 2020.
- KOTUBY-AMACHER, J.; KOENING, R. a KITCHEN, B. Salinity and plant tolerance. *Utah state university extension, logan*, 2000. AG-SO-V. 3, p. 1–8.
- MAHMOOD, M. S. a LÜTFI, P. Aronya (*Aronia melanocarpa*) fidanlarinin *in vitro* ve *in vivo* şartlarda tuz stresine toleranslarının belirlenmesi. *International conference on scientific and innovative studies ICSIS*, 2023, vol. 1, no. 1, p. 86–91. ISSN: 2980-1931.
- MOLNAR, S. *et al.* Investigation of salinity tolerance to different cultivars of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) Grown *in vitro*. *Notulae botanicae horti agrobotanici cluj- napoca*, 2024, vol. 52, no. 1. ISSN: 1842-4309.
- MURASHIGE, T. a SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Online. *Physiologia plantarum*. 1962, vol. 15, no. 3, p. 473–497. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>. [cit. 2024-09-04]
- NAS, Z.; EŞİTKEN, A. A. a LÜTFI, P. The responses of 'viking' aronia variety to salinity stress under *in vitro* conditions. Online. *Erwerbs-obstbau*. 2023, vol. 65, no. 6, p. 2547–2552. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10341-023-00954-0>. [cit. 2024-09-08]

- RAUOFI, A. *et al.* *In vitro* screening: the best method for salt tolerance selection among pistachio rootstocks. Online. *Journal of the saudi society of agricultural sciences*. 2021, vol. 20, no. 3, p. 146–154. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2020.12.010>. [cit. 2024-09-11]
- RENGASAMY, P. Irrigation water quality and soil structural stability: a perspective with some new insights. Online. *Agronomy*. 2018, vol. 8, no. 5. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/agronomy8050072>. [cit. 2024-09-01]
- RITCHIE, R. J. Consistent sets of spectrophotometric chlorophyll equations for acetone, methanol and ethanol solvents. *Photosynthesis research*. 2006, vol. 89, no. 1, p. 27–41. ISSN: 0166-8595.
- RITCHIE, R. J. Universal chlorophyll equations for estimating chlorophylls a, b, c, and d and total chlorophylls in natural assemblages of photosynthetic organisms using acetone, methanol, or ethanol solvents. *Photosynthetica*. 2008, vol. 46, no. 1, p. 115–126. ISSN: 03003604.
- SHANNON, M. C. Adaptation of plants to salinity. *Advances in agronomy*. 1997, vol. 60, p. 75–120. ISBN: 9780120007608.
- SOTIROPOULOS, T. E. a KORTESSA, N. D. Response to increasing rates of boron and NaCl on shoot proliferation and chemical composition of *in vitro* kiwifruit shoot cultures. *Plant cell, tissue and organ culture*. 2004, vol. 79, no. 3, p. 285–289. ISSN: 0167–6857.
- SOUTHEASTERN WISCONSIN REGIONAL PLANNING COMMISSION (SEWRPC). *Relative salt (NaCl) tolerance of selected plants*. Online. Impacts of chloride on the natural and built environment. Appendix C. Technical report n. 62, 2023. Dostupné z: <https://www.sewrpc.org/>. [cit. 2024-09-07]
- ŠERÁ, B. Salt-tolerant trees usable for central european cities – review. *Horticultural science*. 2017, vol. 44, no. 1, p. 43–48. ISSN: 0862867x.
- VIJAYAN, K. *et al.* Breeding for salinity resistance in mulberry (*Morus* spp.). *Euphytica*. 2009, vol. 169, no. 3, p. 403–411. ISSN: 0014-2336.
- WELLBURN, A. R. The Spectral Determination of Chlorophylls a and b, as well as Total Carotenoids, Using Various Solvents with Spectrophotometers of Different Resolution. Online. *Journal of Plant Physiology*. 1994, vol. 144, no. 3, p. 307–313. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)81192-2](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)81192-2). [cit. 2024-09-03]
- YAVUZLAR, E. E. a ÜNAL, N. *In vitro* koşullarda farklı poliamin uygulamalarının çilekte tuzluluk stresi üzerine etkileri. Online. *Meyve bilimi*. 2023, vol. 10, no. 1, p. 173–183. Dostupné z: <https://doi.org/10.51532/meyve.1272283>. [cit. 2024-09-06]



## TABULKY

**Tabulka 1.** Nejvyšší a nejnižší množství obsahu rostlinných barviv u různých koncentrací NaCl

**Table 1.** The highest and lowest values of plant pigments in pome, stone and small fruit trees at different concentrations of NaCl

	Ovocný druh <sup>3)</sup>		NaCl <sup>0</sup> <sup>4)</sup>		NaCl <sup>2,5</sup> <sup>4)</sup>		NaCl <sup>5</sup> <sup>4)</sup>		NaCl <sup>7,5</sup> <sup>4)</sup>		NaCl <sup>10</sup> <sup>4)</sup>	
			O <sup>5)</sup>	M <sup>6)</sup>	O	M	O	M	O	M	O	M
Chlorofyly <sup>1)</sup>	Peckoviny <sup>7)</sup>	↑	VV	0,702	Ri	0,374	VV	0,167	–		–	
		↓	Fr	0,395	Wa	0,218	Fr	0,117	–		–	
	Jádroviny <sup>8)</sup>	↑	Er	0,663	Er	0,476	Er	0,312	Er	0,485	–	
		↓	MH	0,348	MH	0,255	Av	0,237	Av	0,065	–	
	Drobné ovoce <sup>9)</sup>	↑	Th	0,640	Zo	0,498	Ne	0,450	Ne	0,386	Ti	0,290
		↓	Ga	0,245	Ga	0,262	Ga	0,149	Tr	0,119	AT	0,207
Karotenoidy <sup>2)</sup>	Peckoviny	↑	Wa	0,081	Ri	0,072	VV	0,036	–		–	
		↓	Ri	0,058	Wa	0,047	Fr	0,030	–		–	
	Jádroviny	↑	Er	0,074	Er	0,097	Er	0,073	Er	0,099	–	
		↓	MH	0,065	MH	0,053	St	0,053	Av	0,016	–	
	Drobné ovoce	↑	AT	0,091	Zo	0,092	Ne	0,088	Ne	0,078	Ne	0,064
		↓	Ga	0,056	Ga	0,063	Th	0,038	Tr	0,031	AT	0,048

1) Chlorophylls, 2) Carotenoids, 3) Group of fruit trees, 4) Concentrations of NaCl, 5) O – Variety, 6) M – Number mg/g, 7) Stone fruit, 8) Pome fruit, 9) Small fruit

## Legenda

Av–Avranšská, Ne–Nero, Zo–Zoluška, Er–Erika, Ri–Rivan, Fr–Fruticosa, St–Strýmka, Ga–Gagadza, Th–Thiessen, Is–Issai, Tr–Trnavská moruše, AT– Amelanchier tišnovský, MH–Malinové holovouské, VV–Vítova višeň, Wa–Wazonova

↑...nejvyšší množství

↓...nejnižší množství

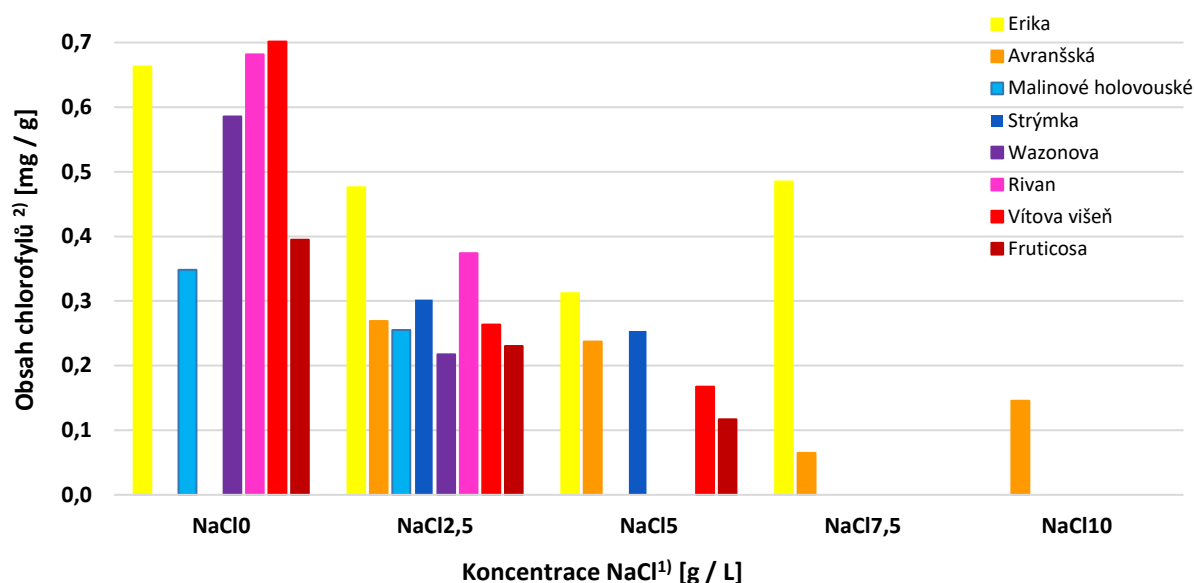
**Tabulka 2.** Průměrné hodnoty obsahu rostlinných barviv jádrovin, peckovin a drobného ovoce u různých koncentracích NaCl

**Table 2.** Average values of the content of plant pigments in pome, stone and small fruit trees at different concentrations of NaCl

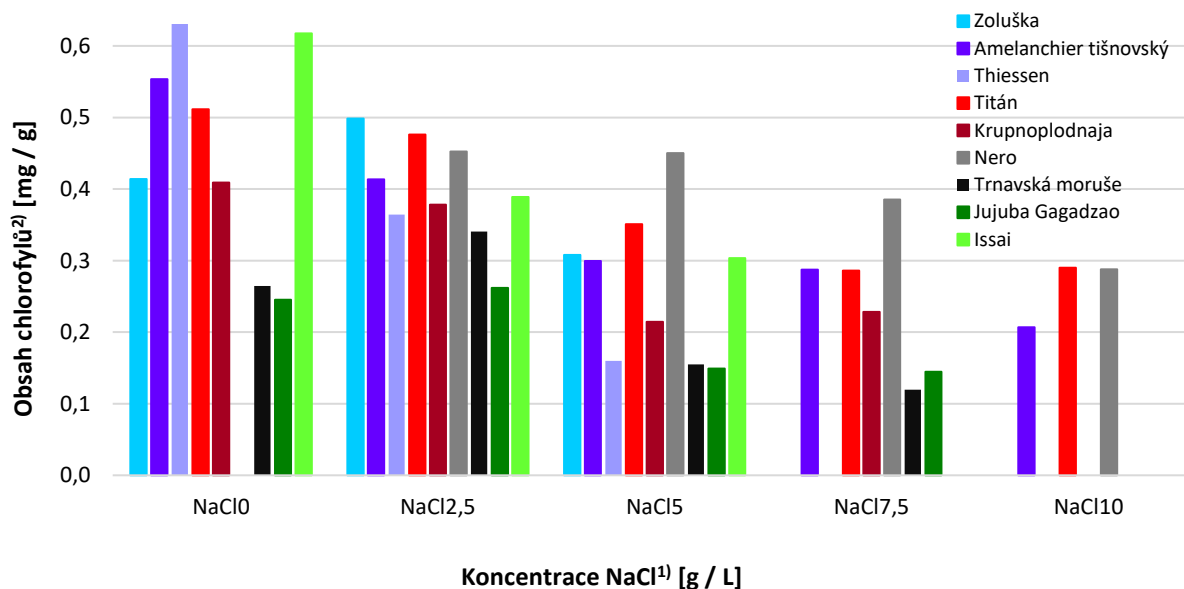
	Ovocný druh <sup>3)</sup>	NaCl <sup>0</sup> <sup>4)</sup> [g/L]	NaCl <sup>2,5</sup> <sup>4)</sup> [g/L]	NaCl <sup>5</sup> <sup>4)</sup> [g/L]	NaCl <sup>7,5</sup> <sup>4)</sup> [g/L]	NaCl <sup>10</sup> <sup>4)</sup> [g/L]
Chlorofyly <sup>1)</sup>	Peckoviny <sup>5)</sup>	0,591	0,271	0,142	–	–
	Jádroviny <sup>6)</sup>	0,505	0,326	0,268	0,275	–
	Drobné ovoce <sup>7)</sup>	0,457	0,397	0,266	0,242	0,262
Karotenoidy <sup>2)</sup>	Peckoviny	0,074	0,055	0,033	–	–
	Jádroviny	0,069	0,067	0,060	0,057	–
	Drobné ovoce	0,078	0,078	0,058	0,054	0,057

1) Chlorophylls, 2) Carotenoids, 3) Group of fruit trees, 4) Concentrations of NaCl, 5) Stone fruit, 6) Pome fruit, 7) Berries and small fruit

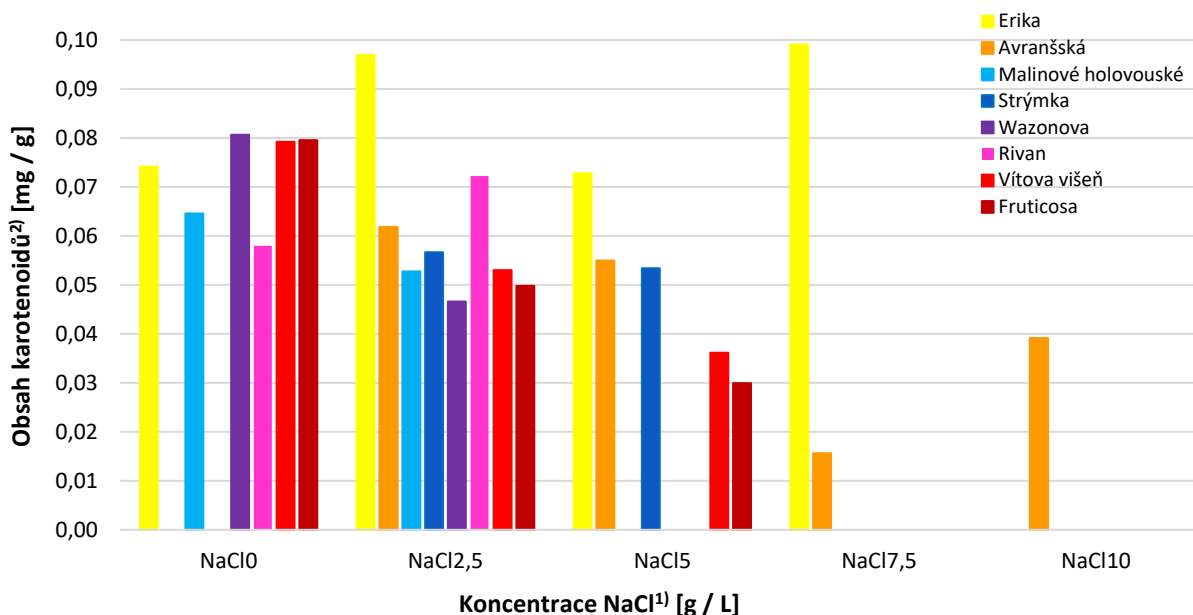
## GRAFY

**Graf 1.** Obsah chlorofylů v jádrovinách a peckovínách u různých koncentrací NaCl**Graph 1.** Chlorophyll content in pome and stone fruit trees at different concentrations of NaCl

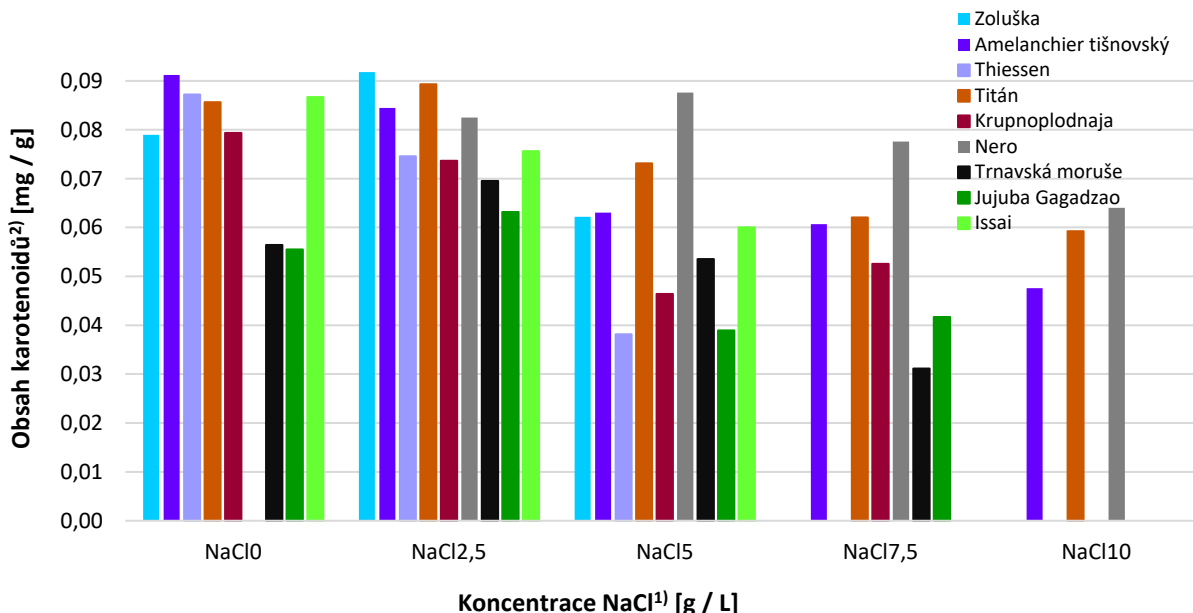
1) Concentrations of NaCl (NaCl0 = 0 g/L NaCl, NaCl2,5 = 2.5 g/L NaCl, NaCl5 = 5 g/L NaCl, NaCl7,5 = 7.5 g/L NaCl, NaCl10 = 10 g/L NaCl), 2) Content of chlorophylls

**Graf 2.** Obsah chlorofylů v drobném ovoci u různých koncentrací NaCl**Graph 2.** Chlorophyll content in small fruit at different concentrations of NaCl

1) Concentrations of NaCl (NaCl0 = 0 g/L NaCl, NaCl2,5 = 2.5 g/L NaCl, NaCl5 = 5 g/L NaCl, NaCl7,5 = 7.5 g/L NaCl, NaCl10 = 10 g/L NaCl), 2) Content of chlorophylls

**Graf 3.** Obsah karotenoidů v jádrovinách a peckovinách u různých koncentrací NaCl**Graph 3.** Carotenoid content in pome and stone fruit trees at different concentrations of NaCl

1) Concentrations of NaCl (NaCl0 = 0 g/L NaCl, NaCl2,5 = 2.5 g/L NaCl, NaCl5 = 5 g/L NaCl, NaCl7,5 = 7.5 g/L NaCl, NaCl10 = 10 g/L NaCl), 2) Content of carotenoids

**Graf 4.** Obsah karotenoidů v drobném ovoci u různých koncentracích NaCl**Graph 4.** Carotenoid content in small fruit at different concentrations of NaCl

1) Concentrations of NaCl (NaCl0 = 0 g/L NaCl, NaCl2,5 = 2.5 g/L NaCl, NaCl5 = 5 g/L NaCl, NaCl7,5 = 7.5 g/L NaCl, NaCl10 = 10 g/L NaCl), 2) Content of carotenoids

## FOTOGRAFIE

**Obrázek 1.** Kontaminace u jeřábu 'Titán'

**Picture 1.** Contamination of Rowan berry 'Titán'



(autor fotografií: A. Slámová)

**Obrázek 2.** Zakořeněná aktinidie 'Issai' na koncentraci 1 g/L NaCl

**Picture 2.** The rooted actinidia 'Issai' at the concentration 1 g/L NaCl

