

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra botaniky a fyziologie rostlin



Klíčení vybraných druhů zeleniny při různém zasolení

Bakalářská práce

Autor práce: Kateřina Flámová

Obor studia: Ekologické zemědělství

Vedoucí práce:

Ing. Jaroslava Martinková, Ph.D.

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Klíčení vybraných druhů zeleniny při různém zasolení" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 19. 4. 2018

Poděkování

Ráda bych chtěla touto cestou poděkovat vedoucí práce Ing. Jaroslavě Martinkové, Ph.D., za odborné vedení, motivaci a čas, který mi věnovala.

Dále patří můj velký dík mým nejbližším za vytvoření zázemí a podporu ve studiu, zvláště pak Jendovi za pomoc a cenné rady.

Klíčení vybraných druhů zeleniny při různém zasolení

Souhrn

Zelenina je nedílnou součástí výživy člověka. Patří do významného odvětví zemědělství, které se mění s trendy společnosti. V poslední době se zvyšuje poptávka po ekologicky pěstované zelenině, která souvisí se zdravým životním stylem. K tomu abychom mohli zeleninu v tomto režimu pěstovat, musíme vybrat odolné odrůdy, které jsou schopny růst i ve zhoršených podmínkách.

Jedním z těchto nežádoucích vlivů je stres způsobený zasolením, který lze rozdělit na primární a sekundární. Primární zasolení vzniká při srážkách, obsahu soli v podloží a pohybu spodní vody a klimatickými změnami. Sekundární zasolení je způsobeno lidskou činností. Mezi hlavní patří používání závlahových systémů, stavba měst a průmysl. Tím vším je narušena přirozená cirkulace vody a soli v přírodě.

Cílem práce bylo zjistit, jak ovlivňují různé koncentrace zasolení vybrané druhy zeleniny, z různých způsobů pěstování. Byla vybrána tato zelenina: Salát hlávkový (*Lactuca sativa* L.), rajče jedlé (*Solanum lycopersicum* L.) a kozlíček polníček (*Valerianella locusta* L.). Pokus byl založen v laboratoři katedry botaniky a fyziologie rostlin v termostatu. Semena rostlin byla zalévána ve třech variantách různými zálivkami. Destilovanou vodou, která sloužila jako kontrola, první zálivkou o koncentraci soli 0,1 M a druhou zálivkou s koncentrací 0,15 M. Každá rostlina byla ve dvou variantách (ekologické a konvenční) zalévána každou zálivkou zvlášť a byly sledovány jejich reakce. Pokus trval devět dní. Průběžně byla měřena délka kořínku, hypokotylu a počtu vyklíčených semínek.

Z výsledků vyplývá, že salát dosahoval nejlepší klíčivosti z uvedených druhů. Nejhorší pak kozlíček polníček, který potvrdil hypotézu vysoké citlivosti na zasolení. Ekologická varianta salátu rovněž rychleji rostla a dosahovala v průměru nejdelšího hypokotylu a nejlepší klíčivosti. Ekologicky pěstovaná rajčata dosahovala lepších výsledků oproti konvenční variantě pouze v první koncentraci v klíčení. V délce kořínku měla pomalejší nástup, ale dosáhla pak delších hodnot.

Klíčová slova: zelenina, stres, zasolení, semena, klíčení.

Germination of selected types of vegetables in different salinity

Summary

Vegetable is an irreplaceable part of human nutrition. It belongs to a major agriculture branch which is transforming with the needs and trends of the society. Recently the demand for organic produced vegetable is growing as a reflection of a healthy lifestyle. If we want to produce organic vegetable, we need to select resistant varieties that are capable of growing degraded conditions.

One of unwanted effects is stress caused by salting which we can divide into primary and secondary. Primary salting is formed by rains, the amount of the salt in underground water and climatic changes. Secondary is caused by human activity. Main influences are irrigation, expansion of cities and industry. This impairs the natural circulation of water and salt.

This work is trying to find out how different salt concentrations influence selected vegetable varieties in different cultivation methods. Following vegetables were selected: Lettuce (*Lactuca sativa* L.), tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and corn salad (*Valerianella locusta* L.). The experiment was set up at the Department of Botany and Plant Physiology in a thermostat. Seeds were watered with different mixes. Distilled water which served as a checkup, first mixture with a salt concentration of 0,1 M and second with concentration of 0,15 M. Each plant was in two variants (organic and conventional) watered with each mixture separately and their reactions were recorded. The experiment was held for 9 days. The length of roots, hypocotyl and the amount of germinated seeds was recorded continuously.

The results show that the lettuce was reaching the best germination from the selected vegetables, corn salad had the worst result, which confirmed the hypothesis about high sensitivity to soil salting. Organic variant of lettuce was also growing faster and was on average reaching the longest hypocotyle and best germination. Organic tomatoes reached better results compared to the conventional variant only in the first concentration during the germination. Their root length was growing slowly in the beginning but reached bigger lengths in the end.

Keywords: vegetables, stress, salinity, seeds, germination.

Obsah

1 Úvod	7
2 Cíl práce.....	8
3 Literární rešerše.....	9
3.1 Zelenina.....	9
3.2 Botanická charakteristika vybraných druhů zeleniny	10
3.3 Obecná charakteristika stresů	15
3.4 Zasolení	18
3.5 Vliv zasolení na rostliny	20
3.6 Klíčení a zasolení.....	22
4 Metodika.....	25
4.1 Použitý rostlinný materiál pro ekologickou variantu	25
4.2 Použitý rostlinný materiál pro konvenční variantu.....	25
4.3 Vlastní pokus	26
4.3.1 Založení pokusu	26
4.3.2 Průběh pokusu	26
4.3.3 Použitý materiál.....	27
5 Výsledky měření.....	28
5.1 Počet vyklíčených:	28
5.2 Koříněk:	31
5.3 Hypokotyl.....	34
6 Diskuze.....	37
7 Závěr	39
8 Seznam použité literatury	41
9 Přílohy	1

Úvod

Zasolování půd patří mezi hlavní a velmi závažné problémy zemědělství. Až polovina zavlažovaných ploch světa je ohrožena právě zasolením. Důvodů proč tomu tak je, existuje hned několik. Například smyv posypových solí do polí, ať už vlivem srážek či kvůli četnosti přejezdů mechanizačních strojů. K tvorbě salinity přispívá k i pěstování zeleniny opakovaně na stejných pozemcích a užívání minerálních hnojiv ve větším množství, či v nesprávných agrotechnických lhůtách. Kromě antropogenních vlivů je salinita rovněž způsobena klimatickými podmínkami a pohybem podzemní vody. Veškeré tyto faktory mají nežádoucí účinky pro půdu, která je nepostradatelnou součástí potřebnou k pěstování rostlin.

Zelenina je nezbytnou součástí výživy člověka. O tom, jak úspěšní budeme v jejím pěstování, rozhodují jak podmínky genetické, tak i vlivy prostředí. Existuje vzájemná souvislost mezi hospodářským výnosem a podmínkami ve kterých je pěstována.

Odbyt zeleniny záleží hlavně na spotřebiteli. Čím dál víc se zvyšuje poptávka po bioproduktech a ekologicky pěstované zelenině, která není ošetřována chemickými pesticidy, což by v budoucnu mohlo vést ke zlepšení životního prostředí a obecně ke zlepšení vztahu člověka k přírodě a k jejím zdrojům.

V této bakalářské práci byla věnována pozornost především vybraným druhům plodové a listové zeleniny a jejich reakci na zasolení při klíčení. Monitorována byla délka kořínků, hypokotylu a počet vyklíčených semen v určitém čase, která byla následně porovnávána mezi sebou. Vybrané druhy zeleniny, rajče (*Solanum lycopersicum* L.), salát (*Lactuca sativa* L.) a kozlíček polníček (*Valerianella locusta* L.), byly hodnoceny ve dvou variantách. A to ve variantě ekologicky certifikovaného osiva a osiva z běžně dostupné konvenční produkce.

1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo porovnat klíčení vybraných druhů zeleniny ve stresových podmínkách. Byly vybrány tři druhy zeleniny, salát, rajčata a kozlíček polníček, které byly sledovány v různých koncentracích soli.

Cíle bakalářské práce lze shrnout do následujících bodů:

- Zhodnotit rozdíly mezi jednotlivými typy semen z různého způsobu pěstování.
- Zhodnotit rozdíly mezi jednotlivými druhy semen v různých koncentracích NaCl.
- Porovnat klíčení semen při různých koncentracích NaCl.
- Stanovit rozdíly v rychlosti klíčení mezi jednotlivými druhy semen.

2 Literární rešerše

2.1 Zelenina

Stravovací návyky se ve světě mění velmi rychlým způsobem a to hlavně v ekonomicky vyspělých zemích. Tento rozvoj probíhá hlavně díky cílené reklamě a zdravému životnímu stylu, podporovanému veřejnými institucemi. V důsledku toho se zvyšuje spotřeba zeleniny, hlavně v USA, kde se zvýšila její spotřeba z 100,38 kg na osobu za rok na 133,4 kg v průběhu 30 let (Bartoš et al., 2000).

Spotřeba zeleniny u nás se sice za poslední roky zvýšila na 80 kg, ale i tak zaostáváme za ostatními vyspělými zeměmi EU a doporučenými dávkami zdravotníků, které se pohybují kolem 130 kg na osobu za rok (Petříková et al., 2006).

Podle již známých poznatků je zelenina významná svojí nutriční hodnotou spočívající v obsahu vitamínů, minerálních látek, vlákniny a dalších složek prospěšných pro náš organismus (Malý et al., 1998).

S vlnou zdravého životního stylu se začíná rozmáhat v ČR ekologické zemědělství a produkce biopotravin. Od roku 1990 kdy byly na našem území jen 3 ekofarmy, máme dnes přes 4176 ekofarem na celkové výměře 503 tis. ha, což je 12 % z celkového zemědělského půdního fondu (Ministerstvo zemědělství, 2016).

Výzkumy MZe uvádějí nárůst spotřebitelů kupujících potraviny v biokvalitě. Jedná se hlavně o produkty z farmářských trhů, kde se často biopotraviny prodávají, bedýnkový prodej a nárůst prodejen ve velkých městech s tímto sortimentem. Nejčastěji kupovanými potravinami jsou mléčné výrobky, na druhém místě je ovoce a zelenina. Dle slov spotřebitelů je ke koupi biopotravin přiměřelo to, že jsou biopotraviny zdravější, chutnější a šetrnější k přírodě (Ministerstvo zemědělství, 2016).

Tato tvrzení jsou podepřeny současnými zákony pro ekologické zemědělství, které můžeme zkráceně uvést ve dvou bodech:

- Prevence škod způsobených škůdci, chorobami a plevele je založená především na preventivních opatřeních, jako je výběr odolných druhů a odrůd, střídání plodin, mechanické a fyzikální způsoby ochrany a volbě přirozených nepřátel.
- Osivo musí být použito certifikované pro ekologické zemědělství, bez ošetření mořících přípravků ani jiných chemických látek.

V ČR se druhová poptávka v posledních letech mění. Snižuje se zájem o zeleninu, která se musí následně dlouho tepelně upravovat, jako je například kořenová zelenina. Dále pak klesá zájem o zeleninové konzervy na úkor čerstvé zeleniny. Tento trend je podpořen hypermarkety prodávajícími předpřipravenou, nakrájenou zeleninu, jako jsou saláty apod. (Bartoš et al., 2000).

Plodová zelenina se nejvíce podílí na celkovém nárůstu spotřeby zeleniny u nás. Mezi nejpěstovanější druhy patří rajčata, okurky a paprika. Dále narůstá poptávka po naťových a listových zeleninách. V této práci se zaměřuji hlavně na rajčata, protože podle (Petříkové et al., 2006) jsou nejpěstovanější plodovou zeleninou na světě, salát, protože je tradiční listovou zeleninou a kozlíček polníček, jehož obliba v ČR stoupá.

2.2 Botanická charakteristika vybraných druhů zeleniny

Kozlíček polníček – *Valerianella locusta* L.

Kozlíček, (obr. 1), patří do čeledi *Caprifoliceae* (zimolézovité), a je to ozimá či jednoletá bylina. Lodyha je nejčastěji 15 – 20 cm vysoká, tvoří chudou podzemní růžici, která v době dozrávání plodu odumírá. Lodyžní listy jsou úzce podlouhlé, 1 – 7 cm dlouhé. Květenstvím kozlíčku je hustý vidlan, listeny jsou podlouhlé, většinou lysé nebo řídce brvitě. Plodem je nažka, která bývá šedohnědá, lysá, na hřbetě nápadně vypouklá (Slavík, 1997).



Obr. 1: Kozlíček polníček (en.wikipedia.org).

Planá forma se vyskytuje jako plevel v polních, zvláště víceletých plodinách, ale i na okrajích cest (Slavík, 1997). V anglické literatuře se označuje jako “corn salad“ právě kvůli jeho častému výskytu v plané formě na pěstitelských plochách kukuřice a pšenice (Gottardi et al., 2012).

Jeho výskyt je registrován po celé Evropě s výjimkou severního Středozeří. Byl zavlečen do Severní i jižní Ameriky, do Austrálie a na Nový Zéland. V České republice je rozšířen téměř po celém území, zvláště v teplejších oblastech s úrodnými druhy půd (Slavík, 1997). Pěstování polníčku je doložené již ve středověku, hlavně v západní Evropě (Malý et al., 1998).

Var. *oleracea* BREISTR. je pěstována jako salátová rostlina, sklízena na podzim nebo na jaře. Listy kozlíčku jsou ceněné zvláště díky svému vysokému obsahu vitamínu C, provitaminu A, rutinu (Slavík, 1997).

Kozlíček patří mezi mrazuvzdorné rostliny. Preferuje vlhké, těžší půdy, slabě kyselé až alkalické reakce. Je náročný především na dostatek vláhy při vzházení a citlivě reaguje na vyšší obsah solí v půdě. Náchylný je také na infekci houbovými chorobami, konkrétně plísní kozlíkovou, padlím a plísní šedou (Malý et al., 1998).

Locika setá (salát) – *Lactuca sativa* L.

Locika setá (obr. 2) patří do čeledi *Asteraceae* (hvězdnicovitě), a je to jednoletá bylina s krátkým kúlovým kořenem. Za dlouhého dne vyrůstá hustě olistěná lodyha, která proroste hlávkou a nese vrcholičnaté květenství. Květenstvím je úbor, obsahující 7 – 35 květů, které vytváří bohatou latu. Plodem je nažka. Listy vyrůstají ze zkráceného stonku, zavinují se v hlávkou, jsou zelené, krátce řapíkaté, široce vejčité, často kadeřavé. (Petříková et al., 2006. Slavík, 2004).



Obr. 2: Locika setá (panteek.com).

Vznikla buď mutací z druhu *Lactuca seriolla* L., nebo hybridizací s příbuznými druhy locik. K domestikaci došlo ve starověkém Egyptě, odkud se rozšířila téměř po celém světě. V jižní Evropě může docházet k zplaňování kulturních rostlin (Slavík, 2004).

Locika setá poskytuje pestrou škálu variability. Je známo kolem 130 kultivarů, které se dělí do 4 skupin. Nejznámější a nejběžnější jsou hlávkové saláty, skupina odrůd *Capitata*, tvořící zavinuté hlávky křehkých listů. Druhou skupinu tvoří saláty římské, odrůda *Longifolia*, jež tvoří pevnější a tužší hlávky. Třetí skupina náleží do kultivaru odrůd *Crispa*. Ty vytváří nezavinuté hlávky zkadeřavělých listů. U čtvrté skupiny, odrůda *Angustana*, se využívá ke konzumaci zdužnatělá lodyha (Slavík, 2004).

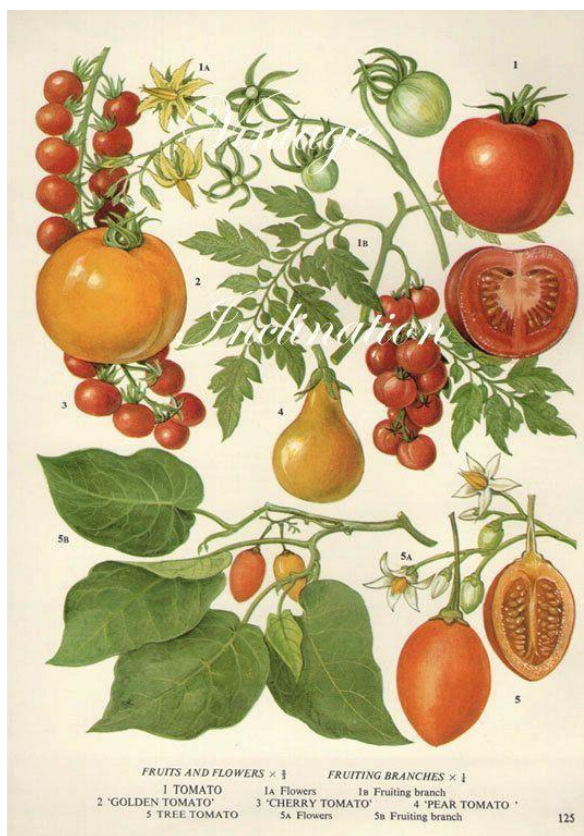
Locika setá ke svému správnému vývoji potřebuje hluboké, hlinité, humózní půdy. Nevhodné jsou půdy kyselé, těžké a zamokřené. Většina variant lociky seté je chladuodolných, to znamená, že je možné vysévat rostliny již brzy na jaře. Zvláště náročná je na dostatek draslíku a fosforu (Malý et al., 1998).

Salát je náchylný především na dobře udržovaný vodní režim. Větší koncentrace vody, nebo případné zamokření totiž často vede k podehnívání salátu, což je souhrnné označení pro několik skupin hub, způsobujících tuto chorobu (Malý et al., 1998). Naopak při suchu a nízkých teplotách se začne v pletivech tvořit antokyanové barvivo, které zbarvuje listy salátů do červena (Petříková et al., 2006).

Listy jsou napadány také plísní salátovou, zvláště při dlouhodobě vlhkém počasí. Ze škůdců hrozí největší nebezpečí od poškození kořene a kořenových krčků larvami drátovce (Rod, 1997). Při nebezpečí výskytu půdních hub *Rhizoctonia* DC. a *Sclerotinia* Lib. se nedoporučuje pěstovat salát na jednom pozemku dříve jak za 4 roky (Petříková et al., 2006).

Rajče jedlé – *Solanum lycopersicum* L.

Rajče jedlé patří do čeledi *Solanaceae* (lilkovité), a je to jednoletá bylina s větvenou, žláznatě chlupatou lodyhou, zpravidla 40 – 150 cm vysokou (obr. 3). Listy jsou lichozpeřené, minimálně 20 cm dlouhé. Květenství bývá 3 – 20 květů, květy jsou oboupohlavné, samosprašné. Plodem je bobule, většinou kulovitá, 2 – 10 cm veliká. Semena mají elipsoidní tvar a jsou uzavřená v dužině (Slavík, 2000).



Obr. 3: Rajče jedlé (pinimg.com).

Za původ rajčete jedlého lze označit Jižní a Střední Ameriku, přesněji oblast peruánských And, kde bylo kulturně pěstováno již v pravěku indiánskými kmeny (Malý et al., 1998). Do Evropy se rozšířilo v průběhu 16. století, a podobně jako lilek brambor nejprve sloužilo jako okrasná rostlina. V České republice se nejvíce pěstuje na území jižní a střední Moravy. Plody obsahují množství vitaminů – především vitamin C a B. V nezralých plodech je přítomen jedovatý solanin (Slavík, 2000).

Rajče vykazuje velikou druhovou variabilitu. Existují kultivary vysokého nebo naopak nízkého – keříčkovitého vzrůstu a především různé variace velikosti a tvaru plodů (Slavík, 2000).

Limitním faktorem pro pěstování rajčete je především dostatek vláhy a vyšší teplota, ideálně nad 20 °C, pokud teplota klesne pod 10 °C, rostlina zastaví svůj růst (Petříková et al., 2006).

Nejvíce se jí daří na půdách humózních, hlinitých a záhřevných. Rajče také trpí několika závažnými chorobami, z nichž několik z nich se řadí mezi karanténní. Jsou to například virová hronzovitost rajčat, bakteriální vadnutí rajčete, či bakteriální skvrnitost rajčete. Na listech se též může objevit infekce hnědé a septoriové skvrnitosti rajčete (Rod, 1997).

2.3 Obecná charakteristika stresů

Podle Míchala (1994) lze pojem stres chápat jako stav organismu, při kterém je organismus nucen zmobilizovat nápravné procesy vůči podnětům přesahujícím obvyklé rozpětí homeostázy.

Ashraf et Harris (2013) popisují stres jako nějaký vnější faktor, který negativně působí na rostlinu. Ovlivňuje fyziologické biochemické a molekulární procesy v rostlině a může vést až ke smrti organismus. Seley (1973) ovšem stres chápe jako něco, co nevyhnutelně patří k životu a organismus má dvě možnosti, buď se mu vyrovnat, nebo mu podlehnout a zemřít.

Podle Levitta (1980) je stres působení přírodních faktorů potencionálně nepříznivých pro živý organismus a lze jej vysvětlit ve dvou různých rovinách, které odpovídají dvěma základním koncepcím. První z nich vysvětluje stres jako faktor prostředí, který je sám schopen způsobit poškození rostliny. Druhá koncepce chápe stres jako změnu v podmínkách prostředí (stres tedy nepůsobí přímo), jež je zodpovědná za nepříznivé ovlivnění vývoje rostliny.

Stresové faktory obecně dělíme na abiotické a biotické. Abiotický stres je způsoben nadbytkem či nedostatkem vody, vysokými i nízkými teplotami, zářením, větrem, chemickou a mechanickou zátěží, jako jsou pesticidy nebo toxické látky. Biotický stres způsobují choroby, škůdci a ostatní organismy, které napadají rostliny, a tím zhoršují jejich výnosy a kvalitu (Cerkal, 2011).

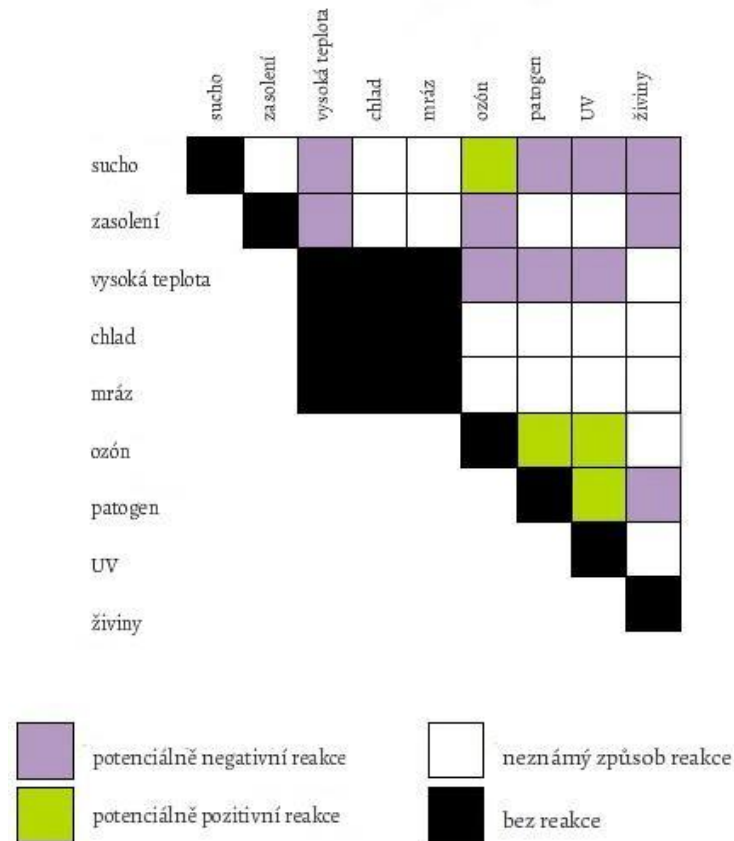
Podle Mooney (1991) lze stresory rozdělit také na základě intenzity a průběhu jejich působení na akutní a chronické. Jenks et Hasewaga (2005) uvádějí rozdělení stresových faktorů z pohledu jejich působení v čase. Například tepelný stres je možné zařadit mezi rychle působící stresy, které se projeví rámci minut či hodin, nedostatek vody se řadí naopak ke stresům dlouhodobě působícím.

Také je možné, že ten samý stresor je původcem pozitivní i negativní reakce organismu. Např. stres z vodního deficitu při dlouhodobém působení může mít za následek uhynutí rostliny, zatímco při krátkodobějším působení může tento faktor způsobit zvýšení adaptace rostliny na nedostatek vody (Kranner et al., 2011).

Stresory většinou nepůsobí odděleně, ale často dochází k jejich spolupůsobení a interakce mezi nimi může měnit charakter stresové reakce, který je jiný, než kdyby každý z faktorů působil na rostlinu odděleně (Lichtenthaler, 1998). Taktéž různé kombinace stresorů mohou

ohrožit pouze některé rostlinné orgány, zatímco v jiné kombinaci a za jiných podmínek je vystavena stresu celá rostlina (Hnilička et al., 2016).

Jak je patrné z obr. 4., Mittler (2006) uvádí, že existují i kombinace stresových faktorů, které mohou vyvolat pozitivní reakci.



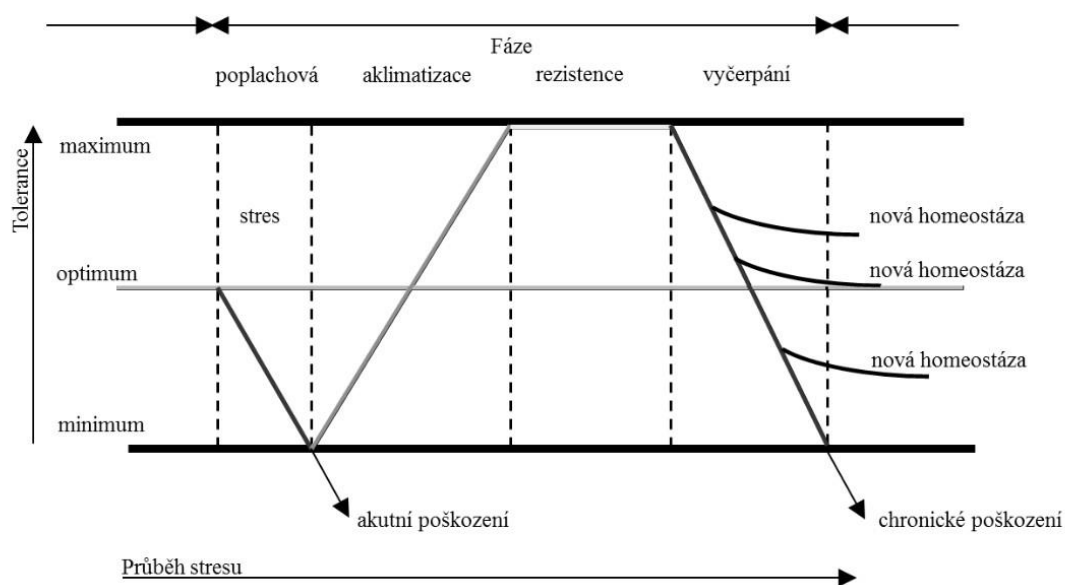
Obr. 4: Stresové matice (upraveno dle Mittler, 2006).

Stresový faktor totiž může vyvolat v rostlině dvojí stav. Dochází buď k eustresu nebo distresu, přičemž eustres je chápán jako mírný, stimulačně působící podnět, který na rostlinu působí pozitivně. Distres oproti tomu působí intenzivněji a má negativní vliv na rostlinu Kranner et Colville (2010). Stresor v takovém případě překročí prahovou hodnotu, kterou není rostlina schopna kompenzovat (Lichtenthaler, 1998).

Rostlina je schopna reagovat na stres dvěma způsoby. Prvním z nich je vyhýbání se stresu, kdy rostlina pomocí fyziologických bariér brání působení vlivu na svůj organismus. Druhým z nich je tolerance vůči stresovým faktorům Levitt (1980). Tu je možno získat buď geneticky, pak se tento proces označuje jako adaptace. Druhou cestou je aklimatizace, kdy si rostlina při postupném vystavování stresu zvykne na jeho působení (Jenks et Hasegawa, 2005). Piterková et al. (2005) uvádí jako příklad mechanismů zabraňujícím vystavení stresu silnou kutikulu na

listech, či impregnaci buněčných stěn. Dále tvrdí, že při aktivní obraně rostlin nastává spuštění řetězce změn označovaných jako stresová reakce.

Stresovou reakci lze rozdělit do 4 základních fází, jak je patrné z obr. 5. Fáze poplachová začíná ihned po začátku působení stresového faktoru. Dochází v ní k narušení buněčných struktur a funkcí a k poklesu vitality. Následuje fáze restituční (fáze aklimatizace), při které dochází k mobilizaci kompenzačních materiálů. Fáze rezistence se vyznačuje odpovědí organismu na působení stresoru. Aktivují se adaptační systémy, které vedou ke zvýšení odolnosti vůči působícímu stresu. Fáze vyčerpání nastává tehdy, pokud se rostlina vyčerpá a může dojít až k odumření organismu (Atwell et al., 1999).



Obr. 5: Průběh stresové reakce (upraveno dle Kosové et al., 2011).

Pokud nastane fáze vyčerpání, lze stresový faktor označit za distres. Pokud naopak rostlina překoná nepříznivé působení, může dojít k eustresu, který má pozitivní vliv na vývoj rostliny (Larcher, 2003).

Podle Cerkala (2011) se rostlina do fáze vyčerpání nemusí dostat ani při dlouhodobém působení stresových faktorů. Vlastnosti stresu jako jsou – síla, doba trvání, počet epozic a kombinace stresů, ovlivňují výslednou reakci stresovaného organismu. Obecně lze tvrdit, že při akutním stresu rostlina reaguje rychleji a nápadněji, často dochází k poškození. Naopak při velkém stresu je odezva rostlin pomalejší a poškození nemusí být tolik nápadná, anebo k nim dochází v delším časovém úseku.

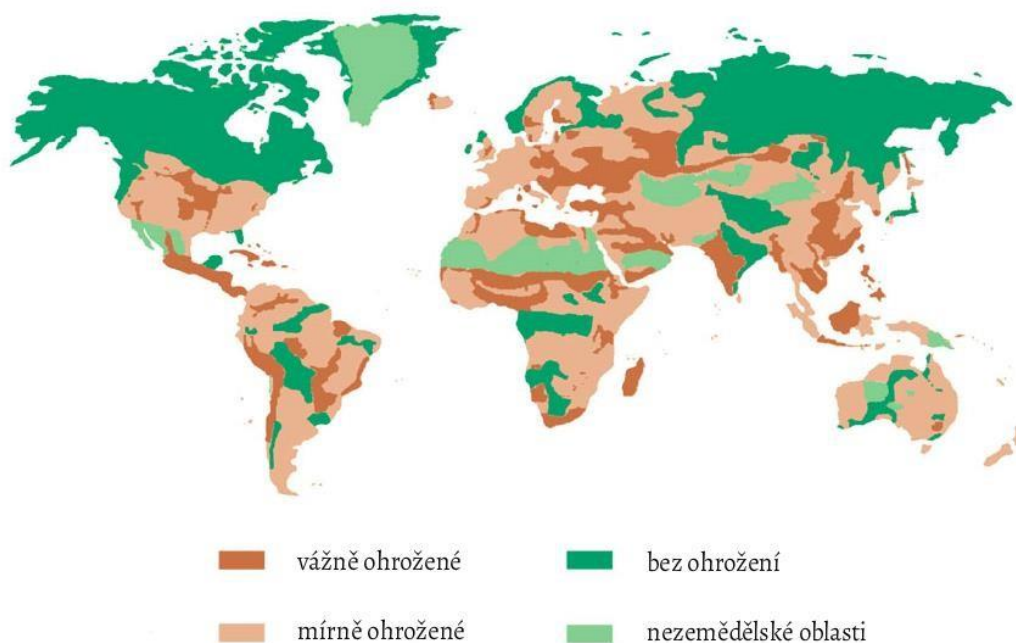
Prahová hodnota, kdy se rostlina buď stresor překoná, anebo se vyčerpá, závisí mimo jiné na druhu predispozici a stáří rostliny a na typu stresoru (Lichtenthaler, 1996).

Typy stresoru také ovlivňují to, jakým způsobem s nimi lze bojovat. Biotické stresy, mezi které patří nepříznivé působení chorob a škůdců lze v menší či větší míře úspěšně eliminovat správnými agrotechnickými zásahy. Více limitujícími stresory jsou stresy abiotické, které zapříčiňují až 82% ztrát na potenciálních výnosech zemědělských plodin. (Jenks et. Hasegawa, 2005).

Kromě sucha je významným abiotickým stresorem také zasolení. V současné době jej vytváří především nevhodná agrotechnika, ať už se jedná o zavlažování, či nevhodně provedené hnojení (Niu et Cabrera, 2010).

2.4 Zasolení

Zasolením neboli salinitou se označuje vysoká koncentrace rozpustných solí v půdním roztoku. Nejrozšířenější dobře rozpustnou solí je chlorid sodný (Munns and Tester, 2008).



Obr. 6: Oblasti ohrožené zasolením (web.unep.org).

Půda je definována jako alkalická v případě, že výměnné procento sodíku je vyšší než 15. V alkalickém zasolení tvoří vysoké procento kationty Na^+ , které se vážou na částice jílu. To způsobuje ztrátu struktury půdy a ta se stává podmáčená. Některé alkalické půdy mohou sloužit jako fyziologický roztok, nebo mají naopak silné chemické vazby jako je vysoké pH, toxicita boru a hliníku či mají nedostatek stopových prvků (Quadir et Schubert, 2002).

Zasolené půdy mohou být zásadité nebo kyselé a pokrývají širokou škálu půdních typů i vlhkostních podmínek, jak je patrné z obr. 6. Genotypy rostlin, které vykazují toleranci k soli v jednom prostředí, nemusí být tolerantní k salinitě v prostředí jiném. Je to dáno rozmanitostí půd a environmentálních interakcí, které jsou hlavní překážkou úspěšného pěstování pro toleranci vůči soli (Rana 1985).

Jak tvrdí Kotuby-Amacher et al. (2000), je podstatné si uvědomit skutečnost, že soli jsou společnou a nezbytnou součástí půdy, většina z nich, například dusičnany či draselné soli, jsou navíc důležitými živinami pro rostliny. Všechny půdy tedy obsahují soli a veškerá voda, se kterou člověk nakládá při práci v zemědělství, taktéž obsahuje rozpuštěné soli. Důležité tedy je, držet se zásad trvale udržitelného zemědělství a ekologie.

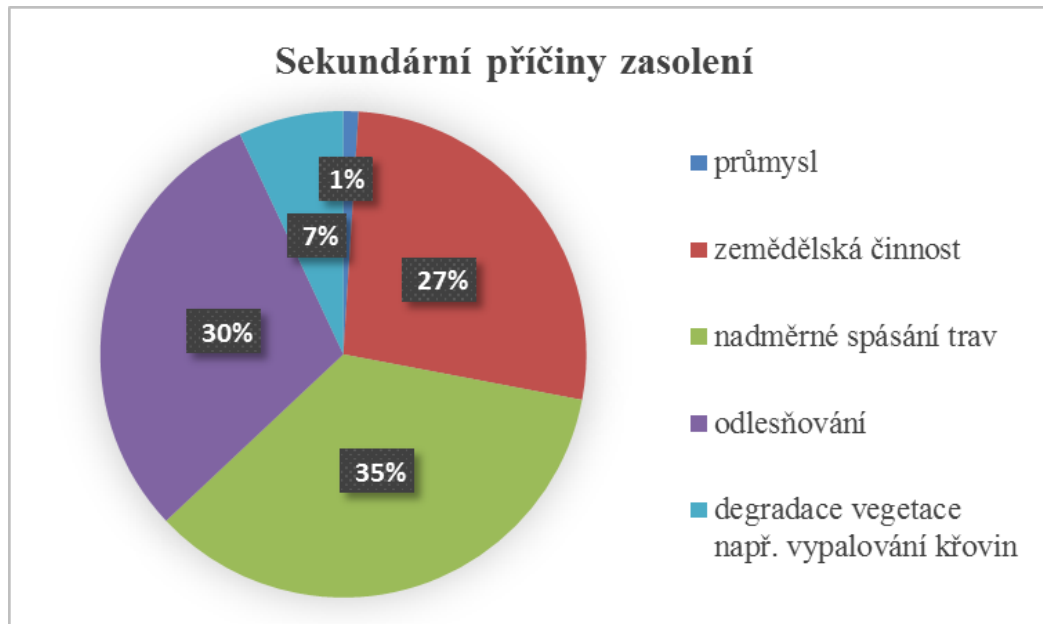
Příklady nesprávné praxe uvádí Singh et Chatrath (2001). Patří mezi ně například nepřetržité pěstování zeleniny na stejných pozemcích, přemíra užívání minerálních hnojiv, či používání posypové soli na silnicích a chodnicích.

Zasolení lze rozdělit na primární a sekundární. Shabala (2012) označuje primární zasolení jako přírodní, které vzniká při nízkých srážkách, obsahu soli v podloží a pohybu spodní vody, která vynáší sůl na povrch. Rengasamy (2006) dodává, že půdní zasolení mohou také ovlivňovat mořská voda a klimatické změny. Příkladem jsou větry vanoucí od oceánů, které na pevninu přinášejí mořskou sůl.

Sekundární zasolení (obr. 7) je způsobeno lidskou činností a lze mezi ně zařadit používání závlah, odlesňování, pěstování hluboko kořenících rostlin jako například vojtěška. Dále také průmysl a rozvoj měst, čímž je narušena přirozená cirkulace vody a soli v přírodě. (Rengasamy, 2006).

Nováček et Huba (1994) řadí mezi příčiny sekundárního zasolení i nadměrné užívání minerálních hnojiv, nadměrnou pastvu, či vypalování křovin, díky kterému dochází k intenzivnějšímu výparu a soli zůstávají v půdě. Velikým problémem salinizace je také desertifikace půdy a větrná či vodní eroze.

Holubec (2016) považuje za největší příčinu zasolování používání závlah. Více než polovina všech zavlažovaných ploch světa je ohrožena zasolením. S tímto problémem se lidstvo ovšem potýkalo již od prvních civilizací, počínaje Mezopotámií, či Čínou, kdy zemědělci po několika letech zavlažování opouštěli zasolené pozemky.



Obr. 7: Sekundární příčiny zasolení (upraveno dle fao.org).

2.5 Vliv zasolení na rostliny

Stres vyvolaný zasolením je možné pozorovat již na buněčné úrovni. Dochází zde k bubření protoplazmy, k zastavení dlouhivého i dělivého růstu. Koncentraci 4–8 % NaCl dokáží přežít odolné protoplasty, ovšem protoplasty citlivé k solím nepřežijí koncentraci vyšší než 1,5 % NaCl (Bláha et al., 2003).

Munns et Termaat (1986) tvrdí, že obecný účinek slanosti spočívá v tom, že snižuje rychlost růstu, což má za následek menší listy, kratší stonky, a někdy i méně listů. Kořeny mají rovněž sníženou délku, hmotnost a rovněž nedosahují přirozené tloušťky.

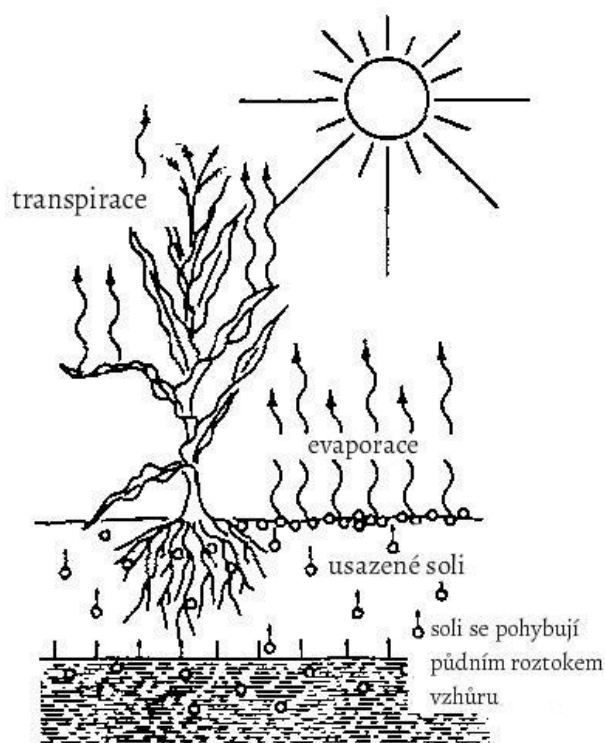
Zasolení negativně ovlivňuje i aktivitu enzymů. Vyšší koncentrace solí vede k nedostatečné tvorbě energie při fosforylaci a respirační fosforylaci. Dochází k poruchám asimilace dusíku, ve větší míře se tvoří prolin na úkor jiných aminokyselin. Díky této změně v metabolismu bílkovin vznikají toxické látky (Bláha et al., 2003).

Zvýšení zasolování půd v důsledku odpařování dochází na povrchu půdy, zatímco v kořenové vrstvě v důsledku absorpce probíhá oddělení solí a vody. (Homae et Schmidhalter, 2008).

Při zasolení mají rostliny tendenci absorbovat vodu z větší hloubky, a proto se kořenová aktivita při zasolení výrazně nesnižuje. Rostliny dokáží odčerpat jen zanedbatelné množství soli, a ta se proto hromadí v kořenové vrstvě. (Shabala, 2012).

Bláha et al. (2003) ovšem poukazují, že vysoký obsah NaCl v půdě snižuje dostupnost příjmu minerálních živin, kořeny jsou méně vyvinuté, dochází u nich k poškozením a nekrotickým. Narušeny jsou i nadzemní orgány, kdy listy nerostou a postupně žloutnou

V reálných podmínkách mají rostliny tendenci absorbovat vodu z hloubky s minimálním obsahem soli a minimalizují příjem z jiných částí půdního profilu, jak ukazuje obr. 8. (Homae et Schmidhalter, 2008).



Obr. 8: Pohyb solí v půdním profilu (upraveno dle fao.org).

Dle Zhanga (2014) existuje mnoho procesů, které stimulují vývoj a růst rostlin. Tyto postupy řídí u rostlin uvolňování fytohormonů. Jedním z charakteristických fytohormonů je ABA (kyselina abscicová) známý jako „stresový hormon“, který reaguje na vlivy okolního prostředí, včetně biotických a abiotických stresů a zpomaluje růst rostliny. Proto lze podobnou reakci vysledovat i při stresovém působení vlivem zasolení.

Rostliny lze rozdělit podle jejich schopnosti růst v zasolených půdách na halofyty, kterým vyšší koncentrace solí nevadí, a glykofyty, které zasolení nesnášejí a u kterých se projevují odezvy vyvolané stresovým působením (Glenn et al., 1999).

Podle Mořkové et al. (2014) lze rozdělit halofyty do tří kategorií. První z nich jsou obligátní halofyty. Ti potřebují k optimálnímu růstu zasolené půdy – minimální obsah 0,5 % NaCl. Druhá kategorie jsou fakultativní halofyty, které snášejí jak zasolené, tak nezasolené půdy.

Poslední kategorií jsou halofyty přechodné, pro které představuje optimum nezasolená půda, ovšem mohou růst i na půdách zasolených.

Halofytní rostliny musí být schopné vyrovnávat se dlouhodobým účinkům stresoru zasolení. Kvůli tomu jsou vybaveny ochrannými a vyrovnávacími mechanismy, které chrání protoplasmu před účinky stresového faktoru. U těchto je proto možné sledovat různé způsoby, kterými dokáží upravit hospodaření se solemi. Patří mezi ně filtrace solí, přerušování transportu solí, vylučování solí a listová sukulence (Larcher, 2003).

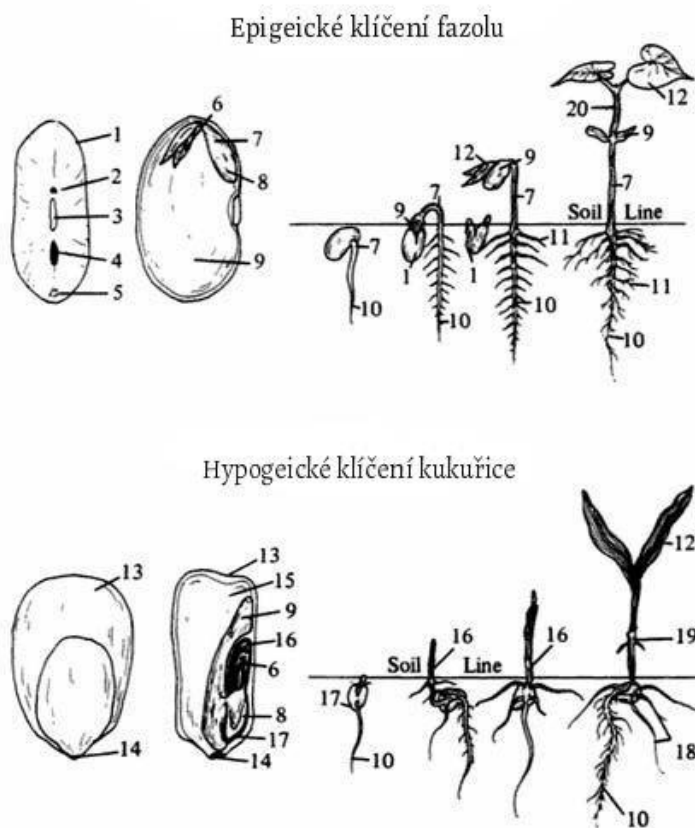
Jenks et Hasewaga (2000) uvádějí, že halofyty mohou růst dlouhou dobu na zasolených půdách díky minimalizaci příjmu solí z prostředí a zamezení jejich akumulace v cytoplazmě. Ionty Na^+ a Cl^- se ukládají ve vakuole, díky čemuž je zabráněno jejich hromadění v cytoplazmě v toxických koncentracích.

Shannon et Grieve (1998) zjistili, že tolerance k soli se též může zvyšovat společně s věkem rostliny, konkrétně u rostlin salátu. Tolerance navíc může být odlišná i v rámci druhu, římský salát totiž prokázal významně tolerančnější reakci oproti ledovému salátu.

Rostliny se proti zasolení brání zejména zvýšením osmotického tlaku kořenů, tvorbou stresových proteinů, které zvyšují syntézu osmoticky aktivních látek, a tvorbou dehydrinů (Bláha et al., 2003).

2.6 Klíčení a zasolení

Klíčení začíná bez výjimky růstem kořenů. U jednoděložných rostlin má význam pro čerpání živin z endospermu štítek obilky, který je považován za dělohu, jelikož původní děloha zakrní. U dvouděložných ke klíčení dochází dvěma způsoby (obr. 9). V prvním případě jsou dělohy vyneseny hypokotylem nad povrch půdy a slouží jako asimilační orgán. Jedná se o tzv. epigeické klíčení. V druhém případě zůstanou dělohy v podzemní části a slouží k příjmu živin z okolí, a nad povrch se dostává vegetační vrchol. Tomuto postupu se říká klíčení hypogeické (Procházka et al., 1998).



Obr. 9: Klíčení (upraveno dle Copelanda, 1995).

Při příjmu vody semenem dochází k jeho nabobtnání a zvýšené intenzitě dýchání. Proto je nezbytný zvýšený příjem kyslíku, jinak dochází k produkci vedlejších metabolitů anaerobního dýchání, které ovlivňují klíčivost (Jursík et al., 2011).

Citlivost semen na klíčení je dáno druhovou vlastností. Světlo není podmínkou klíčení, např. rajče klíčí stejným způsobem na světle i ve tmě. (Hron et Vodák, 1959).

Kaymakanova (2009) tvrdí, semena hůře klíčí v zasoleném prostředí díky poklesu osmotického potenciálu, který sůl způsobuje. Tím se zpomalí, až zastaví absorpce vody, při které se za normálních podmínek uvolňují důležité živiny nezbytné pro klíčení semen. Semena rovněž nemohou klíčit kvůli iontům soli, které jsou pro embryo toxické.

Nárůst solí může mít vliv na klíčení semen takový, že znesnadní jejich příjem vody a tím způsobí buď pomalejší nástup klíčení, nebo klíčení bude probíhat při snížené rychlosti. Chlorid sodný může také ovlivnit klíčení tím, že usnadní příjem toxických iontů, které mohou způsobit změnu určitých enzymatických nebo hormonálních činností v osivu (Smith and Comb, 1991).

Cuartero et Fernández-Munoz (1999) ve své práci prokázali, že zasolení kromě poklesu klíčení způsobuje i prodloužení doby nezbytné k dokončení procesu klíčení. Klíčení se může

zlepšit až o 50% pokud se koncentrace soli sníží vlivem srážek či závlahové vody bez obsahu solí.

3 Metodika

3.1 Použitý rostlinný materiál pro ekologickou variantu

Na pokus bylo vybráno osivo ze tří druhů zeleniny pěstovaných v ekologickém zemědělství, a tří druhů pěstovaných v konvenčním zemědělství.

Pro ekologickou variantu byla použita semena rajčete (*Solanum lycopersicum* L.), odrůda 'Auriga'. Použité bio certifikované osivo bylo z rodinné farmy Permaland, jejímž dodavatelem je firma Rein saad. Optimálně klíčí při teplotě 20 - 22 °C. Středně velká a středně vzrůstná salátová rajčata s kulatými nepraskavými plody je možné pěstovat ve skleníku i na záhonech s dostatkem vody. Dodavatel zaručuje dobrý výnos a ochranu proti plísňovým chorobám.

Od stejného dodavatele rajčat, bylo použito osivo Kozlíčku polníčku (*Valerianella locusta* L), odrůda 'Verte a coeur plein 2', která je ideální pro polní pěstování a pod sklo. Listy jsou oválného tvaru, střední velikosti a tmavozelené barvy.

Ekologicky certifikované osivo hlávkového salátu (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.) odrůdy 'Smeraldo 2', bylo dodáno firmou Semo bio. Odrůda je určená pro polní pěstování z přímých výsevů a je středně odolná vůči chorobám. Hlávka je kulovitá a pevná.

3.2 Použitý rostlinný materiál pro konvenční variantu

Pro konvenční variantu bylo použito osivo rajčete (*Solanum lycopersicum* L.) 'Stupické polní rané' odrůdy, firmy Gardenia NG. Toto tyčkovité rajče je určené pro polní pěstování.

Hmotnost plodů se pohybuje mezi 80-100 g při optimálním zavlažování v delších intervalech.

Osivo Kozlíčku polníčku (*Valerianella locusta* L.), bylo použito od firmy Kiepenkerl. Odrůda 'Jupiter' je nenáročná, rychle rostoucí a mrazuvzdorná. Optimálně roste v přirozeně humózních půdách s obsahem vápna. Ideální teplotu ke klíčení dodavatel uvádí 5-20°C.

Stejně jako u konvenčního osiva rajčat byl hlávkový salát (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.) dodán firmou Gardenia NG. Odrůda 'Lento' je určená pro celoroční pěstování zejména z přímých výsevů. Je odolná, s dobrými výnosy a hmotností hlávky 200-280 g.

3.3 Vlastní pokus

Pokus byl založen na osmnácti Petriho miskách o průměru 12 cm, z nichž jedna polovina byla s ekologickým osivem. V každé misce bylo deset semínek pouze jedné odrůdy, které byly zalévány destilovanou vodou a roztoky NaCl. Pro účely pokusu byla použita na navážku kuchyňská sůl, která byla následně přepočítána na 0,5l destilované vody.

Tak vznikly tři varianty koncentrací, které jsou uvedeny v tabulce 1. Čistá destilovaná voda splnila úlohu kontroly.

Tab. 1. Použité koncentrace NaCl

Koncentrace (M/l)	NaCl (g)
0	0
0,1	2,922
0,15	4,383

3.3.1 Založení pokusu

Pokus trval devět dní. První den byla do každé Petriho misky vložena buničitá vata s příslušným počtem semínek a zalita 25 ml roztokem dle varianty. Takto připravená semínka byla neúplně přikryta víkem, aby měla dostatečný přístup ke kyslíku a vložena do termostatu při nastavené teplotě 21°C.

3.3.2 Průběh pokusu

Měření probíhalo čtvrtý, pátý, osmý a devátý den od založení pokusu. Cílem měření bylo zjistit délku kořínku, hypokotylu a počtu vyklíčených semínek, na jehož postup byla použita metodika ISTA (International Seed Testing Association). Každý vyklíčený kořínek a hypokotyl byl změřen a vyfotografován. Dle rychlosti vysychání buničité vaty pak byla doplněna zálivka roztoku NaCl o potřebné množství. V případě, že semena byla napadena houbovou chorobou se vyměnila buničitá vata i s Petriho miskou. Celková zálivka na jednu Petriho misku činila 30ml a byla rozdělena do všech dnů pokusu.

3.3.3 Použitý materiál

Odměrné válce, metr, Petriho misky, buničitá vata, pinzeta, fotoaparát Xperia Z3 compact, NaCl, destilovaná voda, klíčidlo, váhy, kádinky.

Výsledky byly zpracovány v programu Statistica 13.0 Cz za využití vícefaktorové analýzy ANOVA. Pokus byl jednou opakován. Původní varianta byla provedena s koncentracemi 0, sloužící jako kontrola, 0,1M a 0,2M NaCl. V poslední koncentraci nic neklíčilo, proto byla v dalším pokusu snížena poslední koncentrace na 0,15M NaCl.

4 Výsledky měření

Pro zjednodušení zápisu při pokusu byly použity u rostlin zkratky, které jsou popsány níže v tabulce.

Tab. 2. Zkratky jednotlivých druhů zeleniny

Ekologická varianta rajčete	E/L.E.
Ekologická varianta salátu	E/L.S.
Ekologická varianta kozlíčku polníčku	E/V.E.
Konvenční varianta rajčete	L.E.
Konvenční varianta salátu	L.S.
Konvenční varianta kozlíčku polníčku	V.E.

4.1 Počet vyklíčených:

E/L.E. (Ekologická varianta rajčete vs tabulka 2). Čtvrtý den pokusu v kontrole vyklíčilo 80 % semen, v koncentraci 0,1 M NaCl vyklíčilo 10 % a v koncentraci 0,15 M NaCl 0 %. Pátý den byl vyklíčen stále stejný počet semen v kontrole, v koncentraci 0,1 M NaCl se zvedl počet vyklíčených na 50 % a v poslední koncentraci nevyklíčilo nic. Osmý den se počet vyklíčených pohyboval na 90 % v kontrole, v koncentraci 0,1 M NaCl jich bylo 100 % a v poslední koncentraci 0 %. Devátý den se počet nezměnil ani v jedné zálivce.

L.E. Den čtvrtý vyklíčilo 100 % semen v kontrole, 10 % v koncentraci 0,1 M NaCl a 0 % v koncentraci 0,15 M NaCl. Pátý den se počet vyklíčených semen nezměnil ani v jedné koncentraci. Osmý den od zahájení pokusu byl počet vyklíčených semen v kontrole 100 %, v koncentraci 0,1 M NaCl se počet zvedl na 80 % a v koncentraci 0,15 M NaCl nevyklíčilo nic. Devátý den měření počet semen v nulové koncentraci zůstal na 100 %, v koncentraci 0,1 M NaCl na 80 % a v koncentraci 0,15 M NaCl stále nevyklíčilo nic.

E/L.E. vs L.E. Z měření klíčivosti semen rajčat vyplývá, že v nulové koncentraci vyklíčilo o 20 % více semen z konvenčního zemědělství než z ekologického, v zálivce o koncentraci 0,1 M NaCl vyklíčila semena z obou zemědělství ve stejném procentu a v koncentraci 0,15 M NaCl nevyklíčila žádná semena. Pátý den se v nulové koncentraci poměr vyklíčených semen

nezměnil, v koncentraci 0,1 M NaCl se obrátil a semen z ekologického zemědělství vyklíčilo o 40 % více než z konvenčního, v zálivce o koncentraci 0,15 M NaCl nedošlo k žádné změně. Osmý den od zahájení pokusu bylo v nulové koncentraci o 10 % vyšší procento vyklíčených semen z konvenčního zemědělství, v koncentraci 0,1 M NaCl o 20 % vyšší procento semen z ekologického zemědělství a v koncentraci 0,15 M NaCl nebyla naměřena žádná změna. Devátý den stav zůstával stejný.

E/L.S. Při prvním měření (čtvrtý den pokusu) bylo naměřeno v kontrole 100 % vyklíčených semen, v koncentraci 0,1 M NaCl 100 % a v koncentraci 0,15 M NaCl nedošlo k žádnému vyklíčení. Pátý den zůstaly naměřené hodnoty stejné ve všech koncentracích. Ve třetím měření, osmý den od zahájení pokusu, bylo v nulové koncentraci stále 100 % naklíčených semen a stejně tomu tak bylo i koncentrace 0,1 M NaCl. V koncentraci 0,15 M NaCl se zvedl počet naklíčených semen na 10 %. Devátý den byl počet naklíčených semen v kontrole na 100 %, v koncentraci 0,1 M NaCl a 0,15 M NaCl zůstaly hodnoty stejné.

L.S. V nulové koncentraci bylo čtvrtý den od zahájení pokusu naměřeno 90 % naklíčených semen, v koncentraci 0,1 M NaCl 100 % a v poslední nedošlo k žádnému vyklíčení. Při druhém měření, pátý den od zahájení pokusu se počet naklíčených semen v nulové koncentraci zvedl na 100 %, ve zbylých koncentracích bylo měření beze změn. Osmý den nebyla v nulové koncentraci zaznamenána žádná změna, v koncentraci 0,1 M NaCl klesl počet vyklíčených semen na 90 % a v koncentraci 0,15 M NaCl se zvedl počet naklíčených semen na 10 %. Devátý den klesl počet naklíčených semen při posledním měření na 0 %, v koncentraci 0,1 M NaCl na 90 %. V koncentraci 0,15 M NaCl zůstala hodnota stejná.

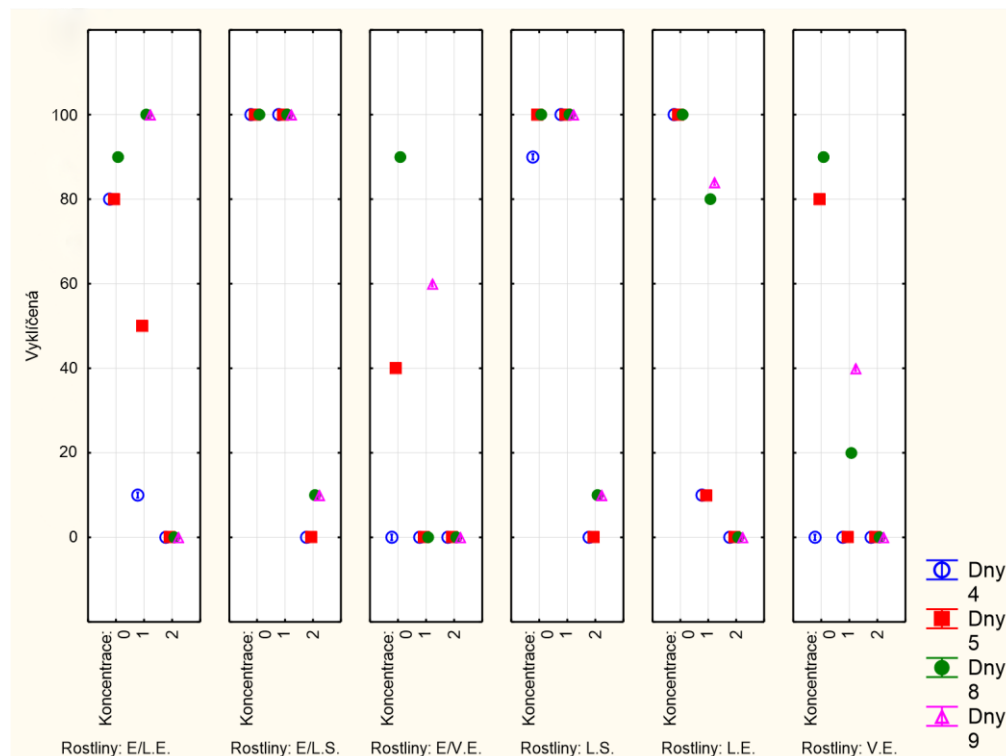
E/L.S. vs L.S. Z naměřených výsledků měření klíčivosti semen salátu vyplývá, že rozdíl mezi klíčivostí semen z ekologického a konvenčního zemědělství se liší pouze v malých procentech. Čtvrtý den pokusu tato odchylka činila v nulové koncentraci 10 %, v koncentracích 0,1 M a 0,15 M NaCl byla 0 %. Pátý den se hodnoty nelišily vůbec. Osmý den se v kontrole a druhé koncentraci hodnoty nelišily, v koncentraci 0,1 M NaCl bylo naměřeno o 10 % více naklíčených semen z ekologického zemědělství. Devátý den zůstaly naměřené hodnoty stejné.

E/V.E. Během kontroly klíčivosti semen polníčku nebylo čtvrtý den v pokusu naměřeno žádné vyklíčení ani v jedné ze tří koncentrací. Pátý den bylo v kontrole při nulové koncentraci naměřeno 40 % vyklíčených semen, v ve zbylých koncentracích nedošlo k žádnému vyklíčení. Osmý den od zahájení pokusu bylo v nulové koncentraci naměřeno 90 % naklíčených semen.

U koncentrací 0,1 M a 0,15 M NaCl nedošlo k žádné změně. Devátý den měření došlo v kontrole ke snížení na 0 %, u koncentrace 0,1 M NaCl se zvýšilo procento vyklíčených semen na 60 % u koncentrace 0,15 M NaCl nedošlo ke změně.

V.E. Čtvrtý den pokusu nebylo ani v jedné koncentraci naměřeno vyklíčení semen. Při druhém měření (pátý den pokusu) byl v nulové koncentraci naměřen nárůst vyklíčení na 80 %, u zbylých koncentracích nedošlo k žádné změně. Osmý den od zahájení pokusu bylo v nulové koncentraci naměřeno 90 % vyklíčených semen, v koncentraci 0,1 M NaCl 20 % a v koncentraci 0,15 M NaCl nedošlo ke změně. Devátý den bylo naměřeno snížení v nulové koncentraci na 0 %, v koncentraci 0,1 M NaCl došlo ke zvýšení na 40 % a v koncentraci 0,15 M NaCl nebyla naměřena žádná změna.

E/V.E. vs V.E. Při porovnání klíčivosti semen polníčku nebylo čtvrtý den pokusu naměřeno žádné vyklíčení. Pátý den došlo k většímu naklíčení u semen pocházejících z konvenčního zemědělství o 40 % v nulové koncentraci. U koncentrací 0,1 M NaCl a 0,15 M NaCl nedošlo k žádnému vyklíčení. Osmý den se počet vyklíčení obou variant srovnal na stejných 90 % vyklíčení. U koncentrace 0,1 M NaCl došlo o 20 % zvýšení vyklíčení u semen z konvenčního zemědělství. U koncentrace 0,15 M NaCl nedošlo k žádnému vyklíčení. Devátý den došlo u semen z ekologického zemědělství k nárůstu počtu vyklíčení o 20 % oproti semenům z konvenčního zemědělství. U koncentrace 0,15 M NaCl nedošlo k žádnému vyklíčení.



Obr. 10: Počet vyklíčených semen v procentech, v různých koncentracích NaCl, v jednotlivých dnech měření.

Konzentrace 0=kontrola, koncentrace 1= koncentrace 0,1, koncentrace 2= koncentrace 0,15.

4.2 Kořínek:

E/L.E.: Čtvrtý den od založení pokusu (první den měření) kořínek při nulové koncentraci v průměru vyklíčil 4,4 mm, v koncentraci 0,1 M NaCl vyklíčil v průměru 0,2 mm, v koncentraci 0,15 M NaCl nevyklíčil vůbec. Pátý den pokusu bylo u kontroly naměřeno v průměru 12 mm, v koncentraci 0,1 M NaCl a v průměru 2,1 mm v koncentraci 0,15 M NaCl nevyklíčilo nic. Den osmý bylo v pokusu naměřeno při nulové koncentraci 37,6 mm, při koncentraci 0,1 M NaCl kořínek vyklíčil v průměru 21,5 mm a při koncentraci 0,15 M NaCl nevyklíčilo nic. Devátý den se při kontrole začaly kořínky trhat a nebylo možné je změřit, při koncentraci 0,1 M NaCl dosahovaly v průměru 19,7 mm a u koncentrace 0,15 M NaCl nedošlo ani poslední den k žádnému vyklíčení.

L.E.: Čtvrtý den bylo při kontrole naměřeno v průměru 5 mm, v koncentraci 0,1 M NaCl vyklíčil v průměru 0,1 mm, v koncentraci 0,15 M NaCl nedošlo k žádnému vyklíčení. Pátý den od založení pokusu došlo v nulové koncentraci k nárůstu v průměru 17,6 mm, v koncentraci 0,1

M NaCl nedošlo k žádnému nárůstu oproti předchozímu měření, v koncentraci 0,15 M NaCl nedošlo k žádnému vyklíčení. Osmý den při kontrole dosahovaly měřené kořínky rajčat v průměru 46,7 mm, v koncentraci 0,1 M NaCl dosahovaly průměrně 6,2 mm a u koncentrace 0,15 M NaCl nedošlo k žádnému vyklíčení. Devátý den měření došlo k přetrhání kořínků u kontroly a nebylo možné provést měření, u koncentrace 0,1 M NaCl měřily kořínky 10,2 mm, u koncentrace 0,15 M NaCl nedošlo ani poslední den k žádné změně.

E/L.E. vs L.E.: Z naměřených výsledků vyplývá, že u konvenčního osiva rajčat došlo při nulové koncentraci k rychlejšímu nárůstu kořínku od prvního dne měření oproti osivu ekologického zemědělství. Během druhého měření (pátý den pokusu) byl rozdíl mezi ekologickým a konvenčním osivem 5,6 mm a osmý den se tento rozdíl zvýšil na 9,1 mm. Devátý den došlo k přetrhání kořínků u obou variant, nebylo tedy možné vzorky porovnat. U první koncentrace došlo k opačnému jevu. U osiva ekologického zemědělství došlo k rychlejšímu vyklíčení. První den pokusu byl rozdíl minimální (0,01 mm) pátý den měření byl rozdíl 4,1 mm, osmý den tento rozdíl dosahoval 15,3 mm, devátý den se rozdíl růstu u ekologického osiva zpomalil a naměřený rozdíl činil 9,5 mm. U druhé koncentrace nedošlo ani u ekologického ani u konvenčního osiva k žádnému vyklíčení.

E/L.S.: U ekologického osiva salátu bylo čtvrtý den od zahájení pokusu naměřeno vyklíčení kořínku při nulové koncentraci 16,5 mm, u koncentrace 0,1 M NaCl bylo naměřeno v průměru 5,2 mm a u koncentrace 0,15 M NaCl nedošlo k žádnému vyklíčení. Pátý den (druhé měření) narostl kořínek v nulové koncentraci v průměru na 16,5 mm a v koncentraci 0,1 M NaCl na 8,3 mm u koncentrace 0,15 M NaCl nedošlo k žádné změně. Osmý den měření dosahovaly kořínky při kontrole průměrně 18,6 mm a v koncentraci 0,1 M NaCl 12,1 mm. Devátý den došlo u nulové koncentrace k přetrhání měřených vzorků, nebylo tedy možné provést měření. U koncentrace 0,1 M NaCl byl nárůst kořínků v průměru 11,7 mm. U koncentrace 0,15 M NaCl osmý den vyklíčil kořínek na 0,05 mm a devátý den došlo k nárůstu na 0,06 mm.

L.S.: Kořínek osiva salátu konvenčního zemědělství vyklíčil při prvním měření (čtvrtý den od založení pokusu) v průměru 9,3 mm, při koncentraci 0,1 M NaCl byl jeho růst pomalejší a průměrně jeho délka dosahovala 4,9 mm. Pátý den kořínek u nulové koncentrace měřil průměrně 12,5 mm a u koncentrace 0,1 M NaCl dosáhl 6,8 mm. U koncentrace 0,15 M NaCl nedošlo během prvního ani druhého měření k žádnému vyklíčení. Osmý den měl kořínek u

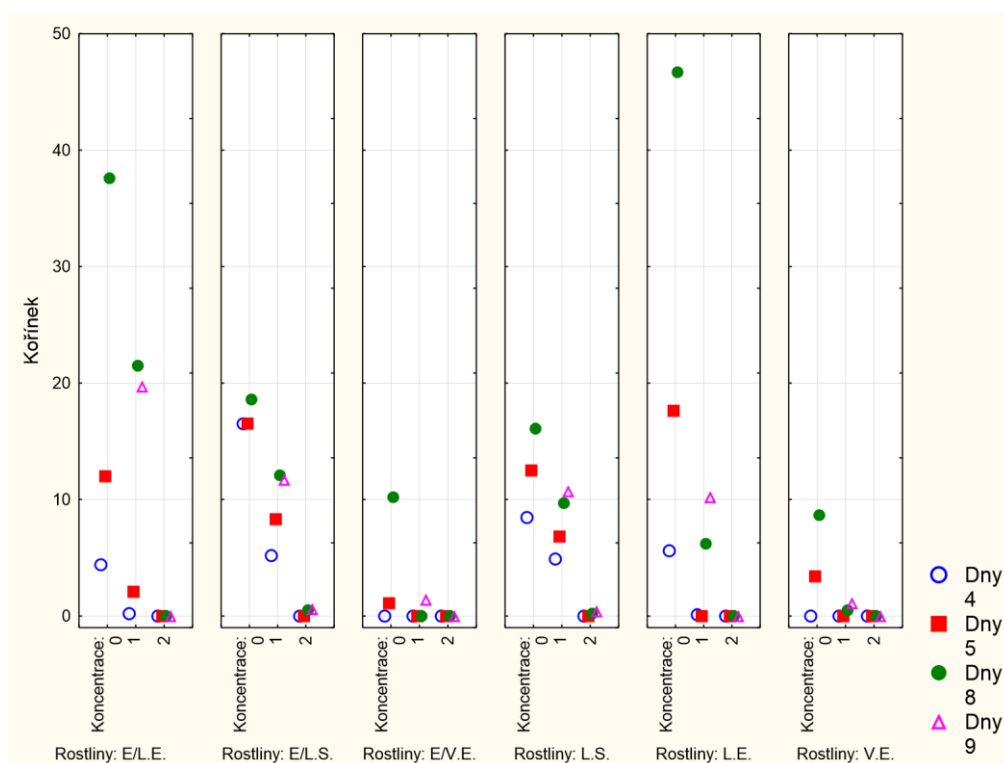
kontroly v průměru délku 16,1 mm a u koncentrace 0,1 M NaCl 9,7 mm. Devátý den došlo u kořínků v nulové koncentraci k přetrhání vzorků, měření bylo ukončeno, u koncentrace 0,1 M NaCl dosahoval v průměru 10,7 mm. U koncentrace 0,15 M NaCl byl osmý den pokusu naměřen kořínek v průměru 0,2 mm a devátý den došlo k nárůstu na 0,04 mm.

E/L.S. vs. L.S.: Při porovnání výsledků nárůstu kořínků salátu, byl u ekologického zemědělství zaznamenán rychlejší nástup vyklíčení oproti osivu konvenčního zemědělství. Naměřený rozdíl byl u nulové koncentrace při prvním měření o 7,2 mm, při druhém měření se rozdíl zmenšil na 4 mm osmý den klesnul na 2,5 mm. Devátý den došlo u obou osiv k přetrhání vzorků, pokus byl ukončen. U koncentrace 0,1 M NaCl nebyl rozdíl nárůstu kořínku mezi ekologickým a konvenčním osivem tak velký. Při prvním měření byl tento rozdíl 0,3 mm, u druhého měření 1,5 mm, při třetím měření 2,4 mm a u posledního čtvrtého měření byl 1 mm. Jedině u osiva salátu došlo v koncentraci 0,15 M NaCl k nárůstu kořínku jak u ekologického osiva, tak u osiva z konvenčního zemědělství. Vliv zasolení se projevil v rychlosti klíčení. U obou osiv nebyl během prvních dvou měření zaznamenán žádný nárůst. Teprve při třetím měření měl kořínek z ekologického zemědělství o 0,2 mm více než z konvenčního. Devátý den měření se tento rozdíl nezvýšil.

E/V.E.: Čtvrtý den měření nárůstu kořínku polníčku nebyl zaznamenán žádný nárůst ani u jedné z koncentrací. Pátý den pokusu (druhé měření) měl kořínek při kontrole délku v průměru 1,1 mm. Při koncentraci 0,1 M NaCl a 0,15 M NaCl nebyl zaznamenán žádný nárůst. Osmý den vyklíčil kořínek v nulové koncentraci na 10,2 mm. V koncentraci 0,1 M NaCl i 0,15 M NaCl opět nedošlo ke změně. Devátý den od zahájení pokusu došlo k uhnutí vzorku v nulové koncentraci, v koncentraci 0,1 M NaCl došlo k nárůstu na 1,4 mm a v koncentraci 0,15 M NaCl nedošlo ke změně.

V.E.: U kořínku polníčku z konvenčního zemědělství nebyl čtvrtý den pokusu v žádné ze sledovaných koncentrací zaznamenáno žádné vyklíčení. Druhé měření (pátý den) bylo při kontrole naměřeno vyklíčení kořínku v průměru 3,4 mm u koncentrací 0,1 M NaCl a 0,15 M NaCl nedošlo ke změně. Osmý den od zahájení pokusu 8,7 mm u koncentrace 0,1 M NaCl došlo k nárůstu na 0,5 mm. U koncentrace 0,15 M NaCl nedošlo osmý ani devátý den k žádné změně. Devátý den došlo při kontrole k uhnutí měřených vzorků a měření bylo ukončeno, u koncentrace 0,1 M NaCl vyklíčil kořínek na 1,1 mm a u koncentrace 0,15 M NaCl nedošlo k žádné změně.

E/V.E. vs V.E. Osivo polníčku se ukázalo jako nejcitlivější na zasolení vůbec. Nárůst kořínku nebyl u prvního měření zaznamenán žádný. Pátý den od zahájení pokusu (druhé měření) vyklíčil kořínek z konvenčního zemědělství o 2,3 mm více než z ekologického zemědělství. U dalších dvou koncentrací k vyklíčení nedošlo. Při třetím měření (osmý den pokusu) se situace obrátila a kořínek z ekologického zemědělství předběhl v průměru o 1,5 mm kořínek z konvenčního zemědělství. U koncentrace 0,1 M NaCl nebylo možné vzorky porovnat, protože u ekologického zemědělství nedošlo k žádnému nárůstu. U druhé koncentrace nedošlo ke změně. Devátý den došlo k uhnití sledovaných kořínků v nulové koncentraci a měření bylo ukončeno. V koncentraci 0,1 M NaCl vyklíčil kořínek o 0,7 mm více z osiva konvenčního zemědělství. U koncentrace 0,15 M NaCl nedošlo ani poslední den ke změně.



Obr. 11: Délka vyklíčených kořínků v milimetrech, v různých koncentracích NaCl v jednotlivých dnech měření

4.3 Hypokotyl

E/L.E.: Čtvrtý den od založení pokusu (první den měření vůbec) hypokotyl vůbec nenarostl. Pátý den pokusu byla naměřena délka hypokotylu průměrně 4,9 mm pouze u

kontroly. Osmý den bylo naměřeno u kontroly 29,8 mm, v koncentraci 0,1 M NaCl 11,4 mm a v koncentraci 0,15 M NaCl nevyklíčilo nic. Devátý den se hypokotyly v kontrole začaly trhat a hnit, proto je nebylo možné změřit. V koncentraci 0,1 M NaCl hypokotyl dosahoval průměrně 16 mm a v poslední koncentraci nevyklíčil vůbec.

L.E.: Čtvrtý den měření hypokotyl rajčat nevyklíčil. Pátý den byl naměřen průměr délky hypokotyly 6 mm u kontroly, ve zbylých koncentracích nevyklíčil. Osmý den byly naměřeny v koncentraci 0,1 M NaCl 2,3 mm, u kontroly se hypokotyly utrhal, u koncentrace 0,15 M NaCl nevyklíčilo nic. Devátý den byl naměřen hypokotyl, který v průměru měřil 4,7 mm v koncentraci 0,1 M NaCl a v koncentraci 0,15 M NaCl neklíčil.

E/L.E. vs L.E.: Ze změřených výsledků vyplývá, že rychlost klíčení se do pátého dne lišila pouze o milimetr, osmý den přesahovalo v koncentraci 0,1 M NaCl osivo ekologického zemědělství konvenční o 9,1 mm, devátý den v kontrole obě varianty uhnily, v koncentraci 0,1 M NaCl o milimetr hypokotyl z ekologického zemědělství přerostl ten konvenční, v koncentraci 0,15 M NaCl v obou variantách nevyklíčilo nic.

E/L.S.: U salátu, v ekologické variantě, bylo čtvrtý den naměřeno v kontrole v průměru 12,6mm, v koncentraci 0,1 M NaCl 5,9 mm a v poslední koncentraci 0,15 M NaCl nevyrostl vůbec. Pátý den hypokotyl dosahoval v průměru 17,9 mm v kontrole, 13,1 mm bylo naměřeno u koncentrace 0,1 M NaCl, v koncentraci 0,15 M NaCl nevyklíčil žádný. Osmý den pokusu hypokotyl dosahoval 33,6mm v kontrole, v koncentraci 0,1 M NaCl bylo naměřeno průměrně 36,1 mm a v koncentraci 0,15 M NaCl začal hypokotyl klíčit do 0,6 mm. Devátý den se v kontrole hypokotyl potrhal, v koncentraci 0,1 M NaCl bylo naměřeno 40 mm a v koncentraci 0,15 M NaCl vyklíčil do 1 mm.

L.S.: Čtvrtý den vyklíčil hypokotyl do 8,9mm u kontroly, délku hypokotyly měl v průměru 5,4mm v koncentraci 0,1 M NaCl a v koncentraci 0,15 M NaCl nevyklíčil. Pátý den byl změřen 14,2 mm dlouhý hypokotyl v kontrole, 10 mm v koncentraci 0,1 M NaCl a 0 mm v koncentraci 0,15 M NaCl. Den osmý měřil hypokotyl 31,6 mm v kontrole, nepřesáhl 24,6 mm v koncentraci 0,1 M NaCl a v koncentraci 0,15 M NaCl nevyklíčil.

Devátý den nebyl v kontrole hypokotyl změřen kvůli jeho trhání, v koncentraci 0,1 M NaCl byl změřen 28,5 mm a v 0,15 M NaCl vůbec nevyklíčil.

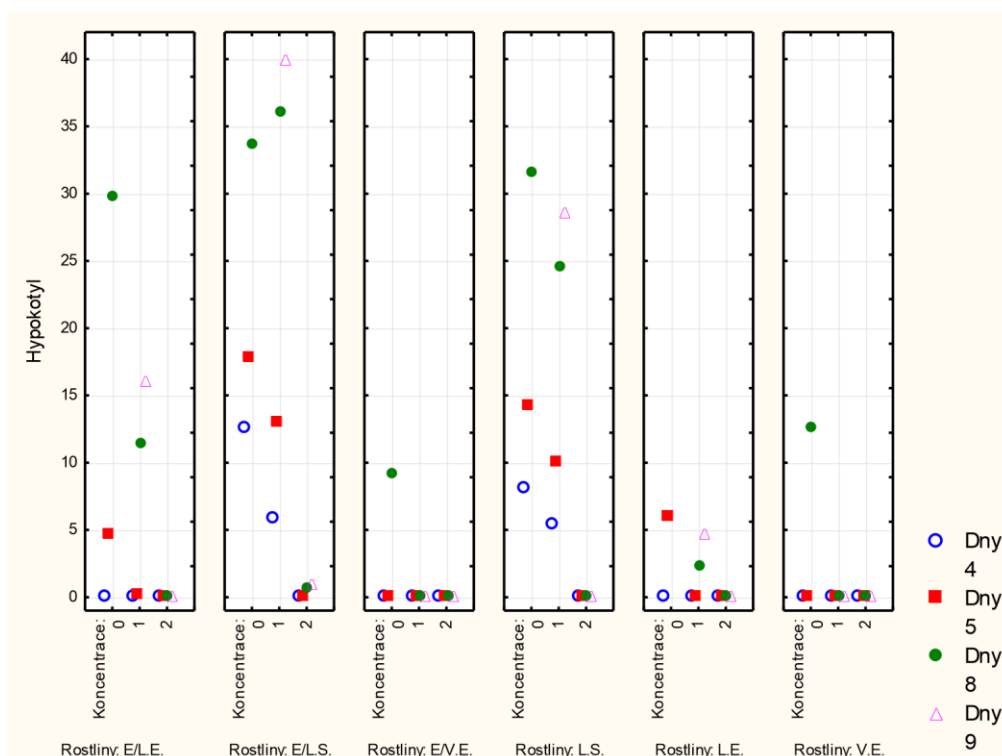
E/L.S. vs L.S.: Dle měření v ekologické variantě hypokotyl salátu klíčil rychleji než v konvenci. V kontrole vyklíčil čtvrtý den v průměru o 3,7 mm, pátý den narostl o 3,7 mm více,

osmý den se růst v ekologické variantě zpomalil a přesahoval hypokotyl z konvenčního osiva o 2 mm a devátý den nebylo možné porovnat. Čtvrtý den v koncentraci 0,1 M NaCl hypokotyl ekologické varianty vyklíčil o 0,5 mm více, pátý den o 3,1 mm, osmý den se zvýšil rozdíl o 11,5 mm a devátý den až na 11,5 mm. V koncentraci 0,15 M NaCl den čtvrtý ani pátý hypokotyl nevyklíčil. Den osmý vyklíčil v ekologické variantě 0,6mm a den devátý měl v průměru 1 mm. V konvenční variantě nevyklíčil vůbec.

E/V.E.: Čtvrtý ani pátý den hypokotyl u kozlíčku polníčku nevyklíčil vůbec. Osmý den bylo v kontrole naměřeno v průměru 9,2 mm. V koncentraci 0,1 M NaCl a 0,15 M NaCl nevyklíčilo nic. Devátý den se v kontrole hypokotyl trhal a ve zbylých koncentracích nevyklíčil.

V.E.: Den čtvrtý i pátý hypokotyl nevyklíčil v žádné zálivce. Osmý den dosahoval délky v průměru 12,6 mm v kontrole a ve zbylých koncentracích nevyklíčil. Devátý den se hypokotyl přelámal, v koncentracích pak stále neklíčil.

E/V.E. vs V.E. První dvě měření hypokotyl kozlíčku polníčku vůbec nerostl ani v jedné variantě. Třetí měření konvenční varianta přerostla v průměru ekologickou o 3,4 mm v kontrole, v ostatních koncentracích nevyklíčil ani v jedné variantě. Devátý den se hypokotyl přetrhal.



Obr. 12: Délka hypokotylu v milimetrech, v různých koncentracích NaCl, v jednotlivých dnech měření.

5 Diskuze

Studie podle İşeri et al. (2014) se zaměřila výsledky klíčení semen rajčete (*Solanum lycopersicum* L.) v zasolení o koncentraci 0,0125, 0,025, 0,05 a 0,1 M NaCl při teplotě 22-25 ° C. Po deseti dnech klíčení byly naměřeny tyto hodnoty. V kontrole byl naměřen kořínek 33 mm, v koncentraci 0,0125M vyklíčil kořínek do 25 mm, 0,025M měl 20 mm, v koncentraci 0,5M byl naměřen kořínek 10 mm a v poslední koncentraci 0,1M kořínek dosahoval 5 mm. To se shoduje s našimi výsledky, kdy se zvyšujícími dávkami koncentrace soli se snižuje délka kořínků. V našem pokusu bylo v nulté koncentraci u konvenčního osiva naměřeno až 37 mm (v devátém dnu se kořínky trhaly, proto je uveden údaj z osmého dne měření) a u ekologické varianty dokonce o 10 mm více. V koncentraci 0,1 M NaCl přesahovalo konvenční osivo o 6 mm osivo použité ve studii a ekologické dokonce o 13,7 mm. Celkový trend klesání délky kořínků ve větších dávkách NaCl se potvrdil i naše pokusy. Rozdíl v délkách kořínků mezi naším pokusem a studií není markantní, ale je pravděpodobně způsoben rozdílnými podmínkami klíčení nebo odlišnou odrůdou.

Klíčení semen rajčete se zvyšující se koncentrací soli snižuje. V koncentraci 0,1 M NaCl byl pokles devátý den 10 % a v variantě 0,15 M NaCl 20 %, ve vyšší koncentraci nám dokonce nevyklíčilo nic. Což potvrdila i studie Almutairiho, Z. M. (2016), který použil ke klíčení zálivky o koncentraci NaCl (150 a 200 mM) kde uvedl, že klíčení v zasolení bylo významně odlišné v porovnání s kontrolou. Byl pozorován mírný pokles klíčivost všech zálivek NaCl ve srovnání s neošetřenými rostlinami, zejména u koncentrace NaCl 200 mM. Rychlost klíčení byla výrazně snížena u NaCl 150 mM a to o 29 %, u NaCl 200 mM to bylo až o 43,3 %.

Podle studie výsledků dle Nastí et al., (2011.) slanost výrazně snížila klíčení a vitalitu sazenic hlávkového salátu (odrůda 'Vista') a tedy platí stejný klesající trend v zasolení jako u rajčat. Ve výsledku měření, které se provádělo v zasolení 100mM roztoku NaCl a Petriho misce s počtem semínek 25, se lišila délka kořínků mezi kontrolou a roztokem o 30 mm a délka hypokotylu o 11 mm. V ekologické variantě byl rozdíl mezi kontrolou a koncentrací menší, a to v průměru o 22 mm, a v konvenční více, až o 26,5 mm. Délka hypokotylu byla v ekologické variantě 11 mm což se shoduje se studií. V konvenční variantě rozdíl činil 4,5 mm což je o polovinu méně než ve studii. Velký rozdíl v klíčení kořínků přisuzují odlišným podmínkám klíčení. Semena před

založením pokusu byla ošetřena -KNO_3 které prokazatelně zvyšovaly vyšší klíčivost, které se vyrovnala jen délka hypokotyly ekologické varianty.

V jiné studii Nasti et al., (2011), dělal pokusy čtyř různých odrůd salátu a jejich citlivost na klíčení v zasolení o koncentraci 0 (kontrola), 50, 100 a 150 mM NaCl. Je zajímavé, že ve výsledku se ukázala velká odlišnost mezi odrůdami, kdy rozdíl klíčivosti mezi nejcitlivější a nejodolnější odrůdou byla až 50 %. Dále jsem pro naše účely použila průměr všech čtyř odrůd. Výsledky ukázaly v 0 koncentraci 91 % vyklíčených, což se naprosto shoduje v našich výsledcích. V 50 mM bylo průměrně vyklíčeno 79 %, ve 100 mM to bylo 56 % a ve 150mM bylo vyklíčených pouhých 21,5 %. Tady se naše výsledky rozcházejí, protože nám v koncentraci 0,1 M NaCl vyklíčily všechny semínka a v koncentraci 0,15 M NaCl naopak žádné. Pokud ale vezmeme v potaz pouze odrůdy citlivé k zasolení, výsledky se shodují v poslední koncentraci.

Dle Malého et al., (1998) Je kozlíček polníček citlivý na vyšší obsah soli v půdě, s uvedenou maximální hranicí 200 mg na 100 g. To potvrdily i naše pokusy, jelikož kozlíček polníček oproti ostatním druhům zkoumané zeleniny zaostával ve všech sledovaných směrech klíčení. V koncentraci 0,15 M NaCl nevyklíčil za celou dobu měření. Do čtvrtého dne neklíčil ani v jedné koncentraci. Pátý den v nulté koncentraci v ekologické variantě vyklíčilo jen 40 %, v konvenční jich bylo o 40 % více a v zasolení nevyklíčilo nic. Osmý den se v nulté koncentraci zvýšil počet vyklíčených na 90 %. V koncentraci 0,1 M NaCl pouze v konvenční variantě začalo klíčit 20 % semínek. Devátý den se zvýšil počet 60 a 40 %, což je v průměru jen polovina vyklíčených.

6 Závěr

V této práci byl sledován vliv zasolení na klíčení semen v různých koncentracích, a porovnávány mezi sebou naměřené hodnoty ekologického a konvenčního osiva.

- Nás pokus potvrdil studie, že se zvyšující se koncentrací solí se snižuje klíčivost, délka kořínků i hypokotylu.
- Z naměřených výsledků vyplývá, že nejlepší a nejrychlejší klíčivost měl salát, následně rajče a na závěr velmi malou kozlíček polníček.
- Naměřené hodnoty salátu v klíčivosti mezi ekologickou variantou a konvenční, se lišily pouze o deset procent. Ekologická varianta převyšovala o zmíněná procenta konvenční, i když v malé míře.
- U rajčat byly výsledky méně jednoznačné. Konvenční varianta klíčila lépe v kontrole, kdež to ekologické variantě se lépe dařilo v mírném zasolení koncentrace 0,1 M NaCl.
- Kozlíček polníček v koncentraci 0,15 M NaCl vůbec neklíčil. V kontrole byl sledován stejný trend jako u rajčat. Konvenční metoda vyklíčila rychleji. Ekologická se zpožděním navýšila počet vyklíčených oproti konvenční, a to jak v kontrole, tak v koncentraci 0,1 M NaCl.
- Nejdelší průměrné hodnoty délky kořínků byly naměřeny u rajčat, následovány sestupně salátem a kozlíčkem polníčkem.
- Konvenční osivo u rajčat mělo v kontrole opět rychlejší klíčení oproti ekologickému. V koncentraci 0,1 M NaCl došlo k opačnému jevu. Ekologická varianta klíčila rychleji a dosahovala delších hodnot.
- Salát reagoval opačným způsobem. Rychlejší nástup měla ekologická varianta v kontrole, i v obou koncentracích.
- Kozlíček polníček v koncentraci 0,15 M NaCl nereagoval, v kontrole a koncentraci 0,1 M NaCl ale dosahoval vyšších hodnot konvenčního osivo.
- Délka hypokotylu dosahovala nejvyšších hodnot u salátu, nejnižších u kozlíčku polníčku.
- I v délce hypokotylu salátu se shodují hodnoty v tom, že ekologické osivo dosahovalo vyšších hodnot než konvenční ve všech koncentracích.

- U rajčete se délka hypokotyly držela na stejné úrovni až osmý den přerostlo ekologické osivo konvenční pouze v kontrole. V koncentraci 0,15 M NaCl nevyklíčila ani jedna varianta.
- Kozlíčku polníčku se o něco lépe dařilo v konvenční variantě při nulové koncentraci.
- Byla potvrzena hypotéza, že nejméně tolerantní druhem na zasolení je kozlíček polníček a nejvíce za sledovaných druhů pak salát.
- Z našich výsledků vyplývá, že ekologická varianta salátu rychleji rostla a dosahovala v průměru nejdelšího hypokotyly a nejlepší klíčivosti. Rajčata dosahovala lepších výsledků oproti konvenční variantě pouze v koncentraci 0,1 M NaCl v klíčení. V délce kořínku měla pomalejší nástup, ale dosáhla pak delších hodnot.

7 Seznam použité literatury

- Almutairi, Z. M. 2016. Influence of Silver Nano-particles on the Salt Resistance of Tomato (*Solanum lycopersicum*) during Germination. *International journal of agriculture and biology*. 18 (2). 449-457 p.
- Ashraf, M., Harris, P. J. C. 2013. Photosynthesis under stressful environments: an overview. *Photosynthetica*, 51 (2). 163-190 p.
- Atwell, B., Kriedeman, P., Turnbull, C. 1999: *Plants in action*. The Australian Society of Plant Physiologists and The New Zealand Society for Horticultural Science.
- Bláha, L., Hnilička, F., Hniličková, H., Holubec, V., Möllerová, J., Štolcová, J., Zieglerová, J. 2003. *Rostlina a stres*. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. 156 p. ISBN: 8086555321.
- Cerkal, R. Stresy a produkční výkonnost polních plodin [online]. web2mendelu.cz 3. října 2011 http://web2mendelu.cz/af_291_sklad/habilitacni_prednasky/habilitacni_prednasky/habilitacni_prednaska_cerkal.pdf.
- Colville, L., Kranner, I. 2010. Desiccation tolerant plants as model systems to study redox regulation of protein thiols. *Plant Growth Regulation*. 62 (3). 241-255.
- Cuartero, C., Fernandez-Munoz, R. 1998. Tomato and salinity. *Scientia Horticulturae*. 78. 83125 p.
- Glenn, E. P., Brown, J. Blumwald, E. 1999. Salt tolerance and crop potential of halophytes. *Critical Review in Plant Sciences*. 18 (2). 227-255 p.
- Gottardi, S., Iacuzzo, F., Tomasi, N., Cortella, G., Manzocco, L., Pinton, R., Cesco, S. 2012. Beneficial effects of silicon on hydroponically grown corn salad (*Valerianella locusta* (L.) Laterr) plants. *Plant Physiology and Biochemistry*. 56. 14-23 p.
- Hnilička, F., Hniličková, H., Holková, L., Holubec, V., Chuchma, F., Khel, T., Klimešová, J., Kosová, K., Krtková, J., Kukla, J., Kuklová, M., Prášil, I. T., Rožnovský, J., Středa, T., Středová, H., Urban, M.O., VINTRLÍKOVÁ, E., VÍTÁMVÁS, P., VOPRAVIL, J. 2016. *Rostliny v podmínkách stresu – abiotické stresory*. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 233 p. ISBN: 978-80-213-2680-4.
- Homaeae, M., Schmidhalter, U. 2008. Water integration by plants root under non-uniform soil salinity. *Irrigation Science*. 27. 83-95 p.

- Hron, F., Vodák, A. 1959. Polní plevelé a boj proti nim. SZN. Praha. 379 p.
- İşeri, Ö. D., Sahin, F. I., Haberal, M. 2014. Sodium chloride priming improves salinity response of tomato at seedling stage. *Journal of Plant Nutrition*. 37 (3). 374-392 p.
- Jenks, M. A. et. Hasegawa, P. M. (Eds.). 2005. *Plant abiotic stress*. Blackwell Publishing Ltd. Oxford. 290 p. ISBN: 978-14051-2238-2.
- Jursík, M., Holec, J., Hamouz, P., Soukup, J. 2011. *Plevelé–biologie a regulace*. Kurent. České Budějovice. 232 p. ISBN: 978-80-87111-27-7.
- Kaymakanova, M. 2009. Effect of salinity on germination and seed physiology in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 23 (1). 326-329p.
- Kotuby-Amacher, J., Koenig, R., Kitchen, B. Salinity and plant tolerance. [online]. Academic Publications z <http://academic.research.microsoft.com/Publication/10823785>
- Kranner, I., Minibayeva, F., Beckett, R. P., Seal, C. E. 2011. What is stress? Concepts, definitions and applications in seed science. *New Phytologist*. 188 (3). 655-673 p.
- Larcher W. 2003. *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*. Springer Science & Business Media. Berlín. 517 p. ISBN: 3-54043516-6.
- Levitt, J. 1980. Response of plants to environmental stresses. In: *Water, Radiation, Salt and other Stresses*. Vol. II. Academic Press. London. 607 p. ISBN: 0-12-44550-26. 9780124455023.
- Lichtenthaler, H. K. 1996. Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants. *Journal of Plant Physiology*. 148. 4–14 p.
- Lichtenthaler, H. K. 1998. *The Stress Concept in Plants: An Introduction*. Annals of the New York Academy of the Sciences. 851 (1). 187-198 p.
- Malý, I., Bartoš, J., Hlušek, J., Kopec, K., Petříková, I., Rod, J. Spitz, P. 1998. *Polní zelinářství*. Agrospoj. Praha. 196 p. ISBN: 80-239-4232-8.
- Míchal, I. 1994. *Ekologická stabilita*. Veronica. Brno. 276 p. ISBN: 8085368226.
- Ministerstvo zemědělství. 2016. *Akční plán ČR pro rozvoj ekologického zemědělství v letech 2016-2020*. Ministerstvo zemědělství. Praha. 94 p. ISBN:978-80-7434-193-9.
- Mittler, R. 2006. Abiotic stress, the field environment and stress combination. *Trends in plant science*. 11 (1). 15-19 p.
- Mooney, H. A. 1991. *Response of plants to multiple stresses*. San Diego. Academic Press. 422 p. ISBN: 012505355.

- Mořková, K., Podlipná, R., Vaněk, T., Kafka, Z. 2014. Halofytní rostliny a jejich možné využití ve fytořmediacích. *Chemické listy*. 108 (6). 586-591 p.
- Munns, R., Termaat, A. 1986. Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13. 143-160 p.
- Munns R., Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*. 59. 651-681 p.
- Nakaune, M., Tsukazawa, K., Uga, H., Asamizu, E., Imanishi, S., Matsukura, C., Ezura, H. 2012 Low sodium chloride priming increases seedling vigor and stress tolerance to *Ralstonia solanacearum* in tomato. *Plant Biotechnology*. 29 (1). 9-18 p.
- Nasri, N., Kaddour, R., Mahmoudi, H., Baatour, O., Bouraoui, N., Lachaâl, M. 2011. The effect of osmopriming on germination, seedling growth and phosphatase activities of lettuce under saline condition. *African Journal of Biotechnology*. 10 (65). 14366-14372.
- Nasri, N., Kaddour, R., Rabhi, M., Plassard, C., Lachaal, M. 2011. Effect of salinity on germination, phytase activity and phytate content in lettuce seedling. *Acta physiologiae plantarum*. 33 (3). 935-942 p.
- Nováček, P., Huba, M. 1994. *Ohrožená planeta*. Vydavatelství Univerzity Palackého. Olomouc. 203 p. ISBN: 80-7067-382-6.
- Niu, G., Cabrera, R. I. 2010. Growth and Physiological Responses of Landscape Plants to Saline Water Irrigation. *A Review HortScience*. 45 (11). 1605-1609 p.
- Petříková, K., Jánský, J., Malý, I., Peza, Z., Poláček, J., Rod., J. 2006. *Zelenina - pěstování, ekonomika, prodej*. Profi Press. Praha. 240 p. ISBN: 80-86726-20-7.
- Piterková, J., Tománková, K., Luhová, L., Petřivalský, M., Peča, P. 2005. Oxidativní stres. Lokalizace tvorby aktivních forem kyslíku a jejich degradace v rostlinném organismu. *Chemické listy*. 99 (7). 455-456 p.
- Procházka S. 1998. *Fyziologie rostlin*. Academia. Praha. 484 p. ISBN 80-200-0586-2.
- Quadir, M., Schubert, S. 2002. Degradation processes and nutrient constraints in sodic soils. *Land degradation and development*. 13. 257-294 p.
- Rana, R.S., 1985. Breeding for salt resistance: concept and strategy. *Int. J. Trop. Agric.* 3. 236-254 p.
- Rengasamy, P. 2006. World salinization with emphasis on Australia. *Journal of Experimental Botany*. 57 (5). 1017 – 1023 p.

- Rod, J. 1997. Choroby zeleniny a brambor. Český zahrádkářský svaz. Praha. 194 p. ISBN: 8085362-30-9.
- Selye, H. 1973. The Evolution of the Stress Concept: The originator of the concept traces its development from the discovery in 1936 of the alarm reaction to modern therapeutic applications of syntoxic and catatoxic hormones. *American scientist*. 61 (6). 692–699 p.
- Shabala, S. 2012. Plant stress physiology. Cabi. Wallingford. 318 p. ISBN: 9781845939953.
- Shannon, M. C., Grieve, C. M. 1998. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*. 78 (1). 5-38 p.
- Singh, K. N., Chatrath, R. 2001. Salinity tolerance. In: Reynolds, M. P., Monasterio, J. I. O. McNab, A. (eds.). *Application of Physiology in Wheat Breeding*. CIMMYT Mexico. 101–110 p.
- Slavík, B. 1997. Květena České republiky 5. *Academica*. Praha. 568 p. ISBN: 80-200-0590-0.
- Slavík, B. 2000. Květena České republiky 6. *Academica*. Praha. 770 p. ISBN: 80-200-0306-1.
- Slavík, B. 2004. Květena České republiky 7. *Academica*. Praha. 767 p. ISBN: 80-200-1161-7.
- Smith, P. T., Cobb, B. G. 1991. Physiological and enzymatic activity of pepper seeds (*Capsicum annuum*) during priming. *Physiologia Plantarum*. 82 (3). 433-439 p.
- Zhang D. 2014. *Absciscic Acid: Metabolism, Transport and Signaling*. New York, NY: Springer. 465 p.

9 Přílohy

Seznam příloh:

Obr. 1: ekologické rajče při koncentraci 0

Obr. 2: konvenční rajče při koncentraci 0

Obr. 3: ekologický salát při koncentraci 0

Obr. 4: konvenční salát při koncentraci 0

Obr. 5: ekologický kozlíček při koncentraci 0

Obr. 6: konvenční kozlíček při koncentraci 0

Obr. 7: ekologické rajče při koncentraci 0,1

Obr. 8: konvenční rajče při koncentraci 0,1

Obr. 9: ekologický salát při koncentraci 0,1

Obr. 10: konvenční salát při koncentraci 0,1

Obr. 11: ekologický kozlíček při koncentraci 0,1

Obr. 12: konvenční kozlíček při koncentraci 0,1

Obr. 13: ekologický rajče při koncentraci 0,15

Obr. 14: konvenční rajče při koncentraci 0,15

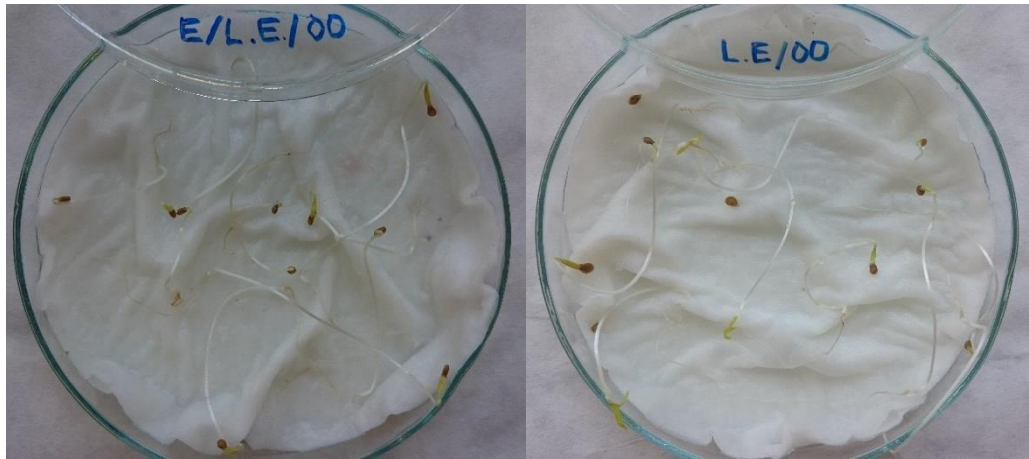
Obr. 15: ekologický salát při koncentraci 0,15

Obr. 16: konvenční salát při koncentraci 0,15

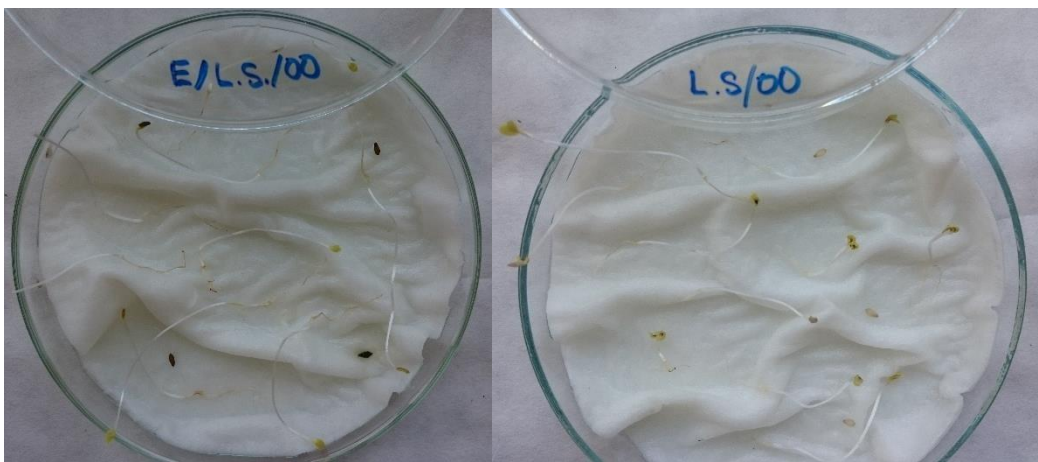
Obr. 17: ekologický kozlíček při koncentraci 0,15

Obr. 18: konvenční kozlíček při koncentraci 0,15 Poslední den měření v nulové koncentraci.

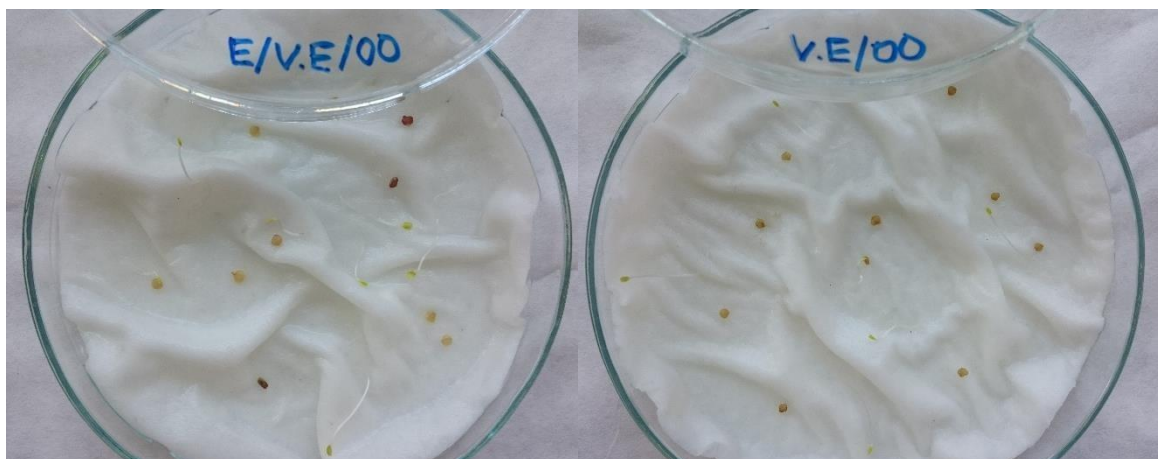
Foto: autor.



Obr. 1: ekologické rajče při koncentraci 0. Obr. 2: konvenční rajče při koncentraci 0.

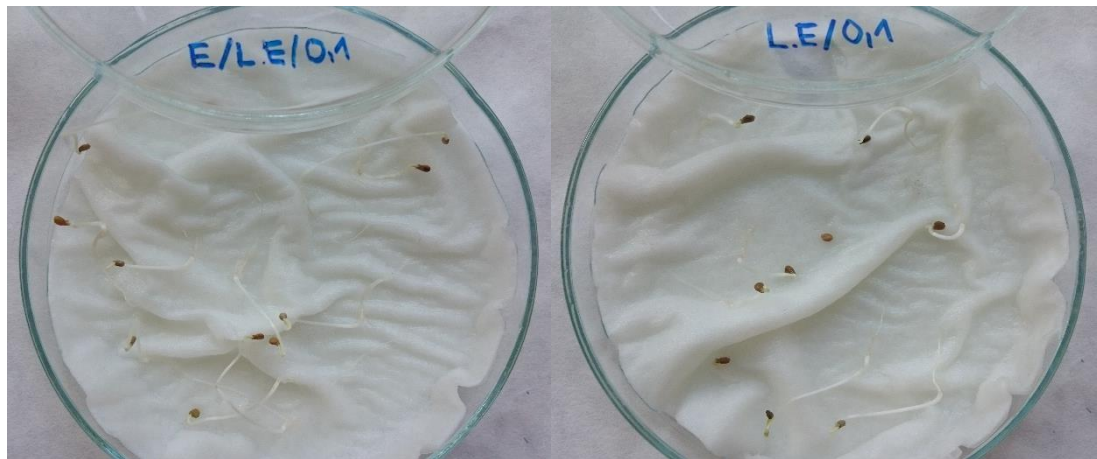


Obr. 3: ekologický salát při koncentraci 0. Obr. 4: konvenční salát při koncentraci 0.



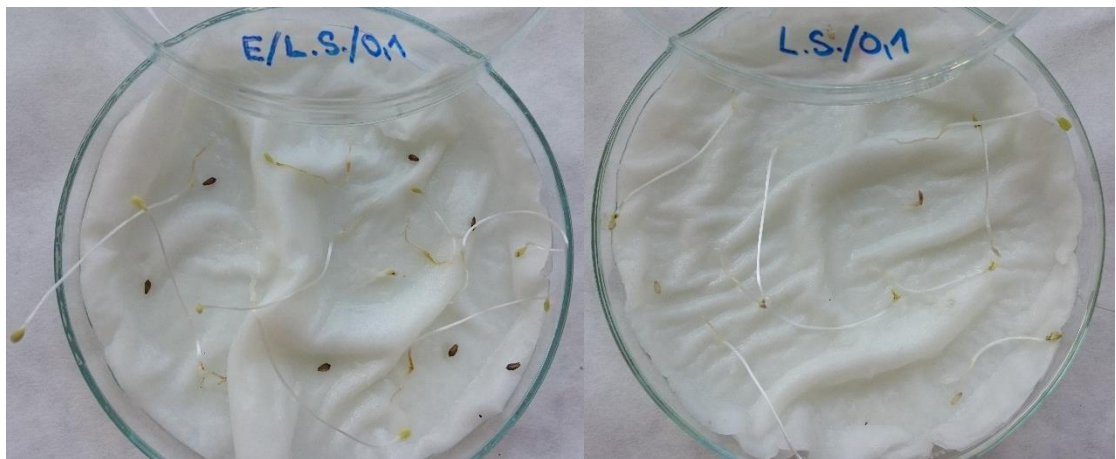
Obr. 5: ekologický kozlíček při koncentraci 0. Obr. 6: konvenční kozlíček při koncentraci 0.

Poslední den měření při koncentraci 0,1M. Foto: autor.



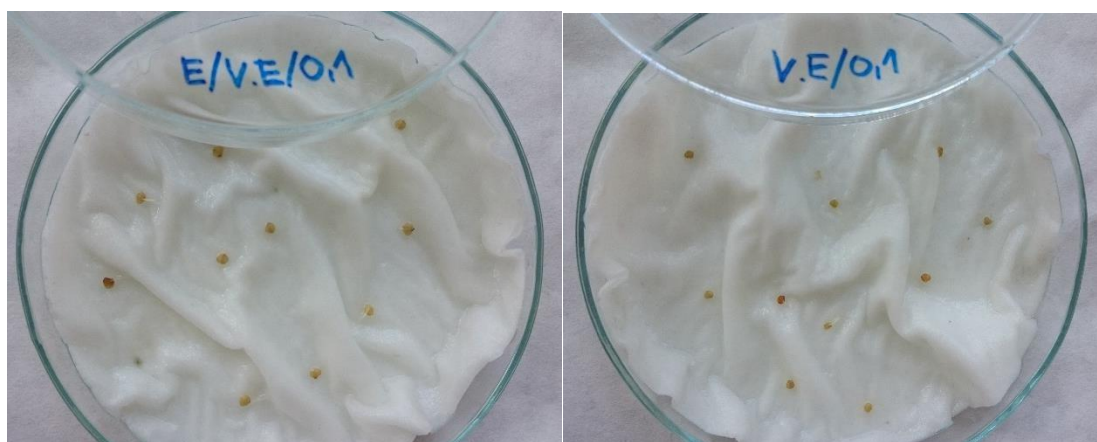
Obr. 7: ekologické rajče při koncentraci 0,1.

Obr. 8: konvenční rajče při koncentraci 0,1.



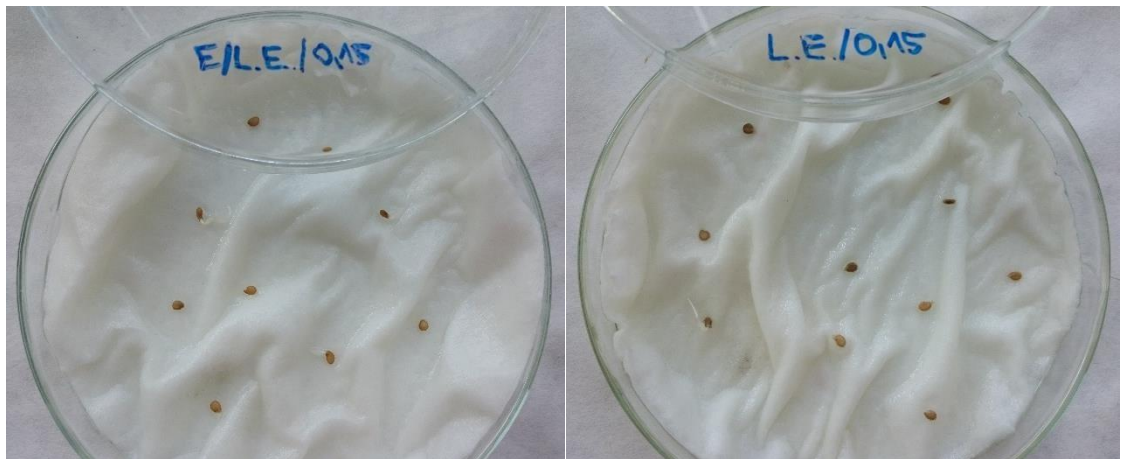
Obr. 9: ekologický salát při koncentraci 0,1.

Obr. 10: konvenční salát při koncentraci 0,1.

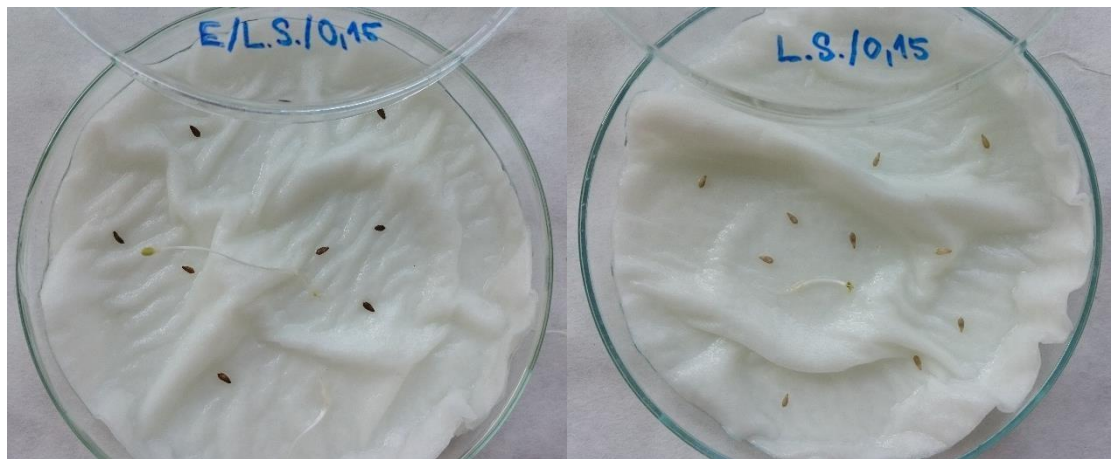


Obr. 11: ekologický kozlíček při koncentraci 0,1. Obr. 12: konvenční kozlíček při koncentraci 0,1.

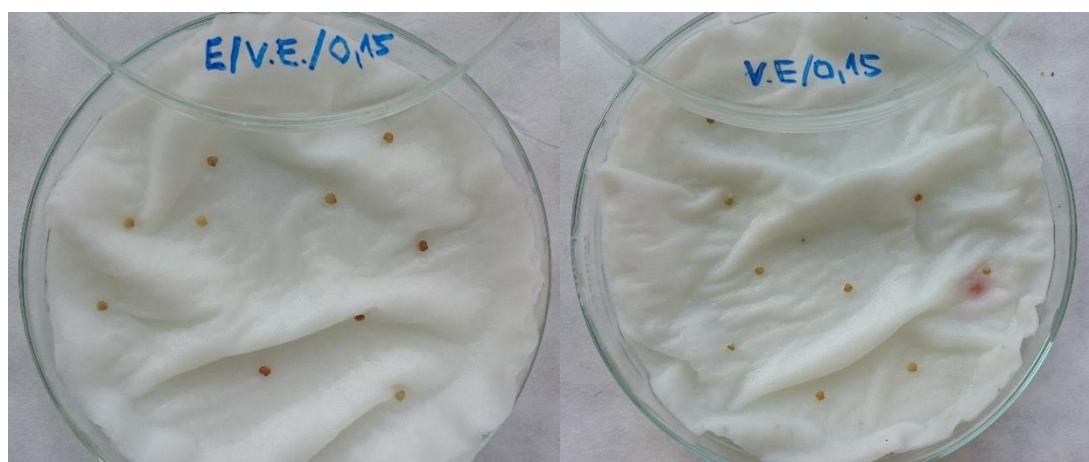
Poslední den měření při koncentraci 0,15M. Foto: autor.



Obr. 13: ekologický rajče při koncentraci 0,15. Obr. 14: konvenční rajče při koncentraci 0,15.



Obr. 15: ekologický salát při koncentraci 0,15. Obr. 16: konvenční salát při koncentraci 0,15.



Obr. 17: ekologický kozlíček při koncentraci 0,15. Obr. 18: konvenční kozlíček při koncentraci 0,15.