

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Klíčivost semen brukvovitých meziplodin v podmínkách  
vodního stresu a salinity**

**Diplomová práce**

**Adam Borek**

**Rostlinná produkce**

**doc. Ing. Václav Brant, Ph.D.**

© 2022 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Klíčivost semen brukvovitých meziplodin v podmínkách vodního stresu a salinity" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12. 4. 2022

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu diplomové práce, panu doc. Ing. Václavu Brantovi, Ph.D., především za jeho ochotu a pomoc při psaní této práce. Velmi si cením jeho rad, které mi v průběhu psaní této práce předal. Velké díky patří i firmě Oseva PRO, Opava s.r.o., která poskytla semena pro pokus. Za možnost provedení pokusu děkuji České zemědělské univerzitě v Praze, fakultě Agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, konkrétně Katedře agroekologie a rostlinné produkce. Mé poděkování si zaslouží i paní Ing. Kateřina Hamouzová, Ph.D. a pan Ing. Petr Zábanský, Ph.D., kteří v průběhu práce pomáhali svými radami nebo prací v laboratoři. V neposlední řadě děkuji i rodině, která mě po celou dobu studia a psaní této práce podporovala.

# Klíčivost semen brukvovitých meziplodin v podmínkách vodního stresu a salinity

## Souhrn

Výstupem této práce bylo stanovit klíčivost semen brukvovitých meziplodin za různých podmínek pro klíčení. Cílem bylo zjistit, zda druhy vykazují odlišnou klíčivost v podmínkách vodního stresu a salinity. Tato práce má přispět zemědělcům, aby byli schopni si na své pozemky vybrat vhodné meziplodiny a zařadily vhodné druhy brukvovitých do osevního postupu.

Pokus byl rozdělen do třech částí. První byla klíčivost semen za různé teploty (10, 20 a 30 °C). Následovala část, která simulovala vodní stres. Snížená dostupnost vody byla simulována roztokem PEG 6000 na hodnoty -0,1; -0,25 a -0,5 MPa. Poslední částí byla salinita, kdy byla sledována klíčivost semen při 100 nebo 200 g NaCl v 1 litru vody. Všechny výstupy jsou zaznamenány v tabulkách a grafech.

Pokusy byly provedeny v roce 2021 v podmínkách řízeného prostředí v laboratořích fakulty Agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze. Celkem se jednalo o 8 druhů brukvovitých meziplodin, při zkoumání vlivu teploty na klíčení bylo testováno 16 odrůd, v podmínkách snížené dostupnosti vody a v podmínkách zasolení poté 8 vybraných odrůd. Výsledkem pokusu byl počet vyklíčených semen za určitou dobu. ve statistice byly následně zpracovány průměrné výsledky klíčivosti, kdy jedna tabulka hodnotila počet reálně vyklíčených semen a druhá počet vyklíčených semen přepočítaný na 100 %. Zároveň byla zaznamenána hodnota  $T_{50}$ , které je zobrazena i v příložených grafech.

Z celkové pohledu klíčení se nejlépe dařilo Iničce seté (Sortadinskij). Tato odrůda vyklíčila za snížené dostupnosti vody, ale i v nasimulovaném, zasoleném prostředí. Nejhorší výsledek byl zadokumentován u katránu habešského (BGRC 32855), který měl jednoznačně nejnižší klíčivost ze všech zbývajících druhů.

Obecným závěrem lze říci, že čím nižší byla dostupnost vody pro semena, tím hůře klíčila. s teplotou je to obdobně, kdy nižší teplota měla vliv na rychlost klíčení. Vliv zasolení je taktéž důležitým aspektem, kdy při vyšší hodnotě zasolení byla nižší klíčivost.

**Klíčová slova:** meziplodiny, klíčivost, vodní stres, salinita

# Germination of cruciferous catch crops seeds in conditions of water stress and salinity

## Summary

The output of this work was to determine the germination of seeds of cruciferous catch crops under different conditions for germination. The aim was to determine whether the species show different germination in conditions of water stress and salinity. This work is intended to help farmers to be able to select suitable catch crops on their lands and to include suitable cruciferous species in the sowing process.

The experiment was divided into three parts. The first was seed germination at different temperatures (10, 20 and 30° C). This was followed by a section that simulated water stress. Reduced water availability was simulated with PEG 6000 solution to -0.1; -0.25 and -0.5 MPa. The last part was salinity, where the germination of seeds was monitored at 100 or 200 g NaCl in 1 liter of water. All outputs are recorded in tables and graphs.

The experiments were carried out in 2021 in a controlled environment in the laboratories of the Faculty of Agrobiolgy, Food and Natural Resources of the Czech University of Life Sciences in Prague. There were a total of 8 species of cruciferous catch crops, 16 varieties were tested in the study of the effect of temperature on germination, and 8 selected varieties in conditions of reduced water availability and in salinity conditions. The result of the experiment was the number of germinated seeds over a period of time. The average germination results were then processed in the statistics, where one table evaluated the number of germinated seeds and the other the number of germinated seeds recalculated to 100 %. At the same time, the value of T50 was recorded, which is also shown in the attached graphs.

From the overall point of view of germination, the seedling plant (Sortadinskij) did best. This variety germinated with reduced water availability, but also in a simulated, saline environment. The worst result was documented for the Abyssinian Qatar (BGRC 32855), which had by far the lowest germination of all the remaining species.

In general, the lower the availability of water for the seeds, the less it germinated. With temperature, it is similar that lower temperature affected the germination rate. The effect of salinity is also an important aspect, as the higher the salinity value, the lower the germination.

**Keywords:** catch crops, germination, water stress, salinity

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Vědecká hypotéza a cíle práce</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše</b>	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b>Meziplodiny</b>	<b>9</b>
<b>3.2</b>	<b>Abiotické faktory ovlivňující klíčivost</b>	<b>10</b>
3.2.1	Klíčivost	11
3.2.2	Salinita	12
3.2.3	Voda	13
3.2.4	Teplota	15
3.2.5	Světlo a vzduch	15
<b>3.3</b>	<b>Druhy</b>	<b>15</b>
3.3.1	Hořčice	15
3.3.2	Řepka olejka, ozimá forma	18
3.3.3	Lnička setá	19
3.3.4	Roketa setá	19
3.3.5	Katrán habešský	20
<b>4</b>	<b>Metodika</b>	<b>21</b>
<b>4.1</b>	<b>Specifikace hodnocených druhů</b>	<b>21</b>
<b>4.2</b>	<b>Stanovení klíčivosti</b>	<b>21</b>
<b>4.3</b>	<b>Statistika</b>	<b>23</b>
4.3.1	Stanovení klíčivosti	23
4.3.2	Modelové stanovení hodnoty $T_{50}$	24
<b>5</b>	<b>Výsledky</b>	<b>25</b>
<b>5.1</b>	<b>Voda</b>	<b>25</b>
<b>5.2</b>	<b>Snížená dostupnost vody</b>	<b>31</b>
<b>5.3</b>	<b>Salinita</b>	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>Výsledky – grafické výstupy</b>	<b>38</b>
<b>6.1</b>	<b>Voda</b>	<b>38</b>
<b>6.2</b>	<b>Snížená dostupnost vody</b>	<b>54</b>
<b>6.3</b>	<b>Salinita</b>	<b>62</b>
<b>7</b>	<b>Diskuze</b>	<b>70</b>
<b>8</b>	<b>Závěr</b>	<b>72</b>
<b>9</b>	<b>Literatura</b>	<b>73</b>

# 1 Úvod

Meziplodiny jsou plodiny, které mají multifunkční využití. Funkcí, které meziplodiny splňují je nespočet. Mohou se využívat při zamezování vyplavování živin do podzemních vod, omezují šíření chorob a škůdců, podporují druhovou pestrost v krajině.

Aby mohla být sledována růstová dynamika meziplodin, které plní nějakou funkci, je nejprve nutné, aby rostliny vyklíčily. Klíčení semen je závislé na půdních a klimatických podmínkách, ale i na životaschopnosti jednotlivých semen. Při pohledu na půdní podmínky, některé pozemky jsou zasolené, především při svých okrajích, které se nachází poblíž pozemní komunikace. Tyto komunikace jsou v zimním období posypovány solí, která zasolení způsobuje. Dalším problémem je dostupnost vody. v některých měsících není dostatek dostupné vody, což má na klíčení zásadní vliv. Je-li sucho, semeno nemůže vodu přijímat, nabobtnat a následně vyklíčit. Pokud by byla vyseta meziplodina v letních, suchých měsících a semena nevyklíčila, zemědělec by zbytečně vyhodil peníze za osivo a pracovní operace, se založením porostu, s tím spjaté. na klíčivost má vliv i půdní světlo a vzduch. Půdní světlo využívají především trávy, půdní vzduch potřebují všechna semena. Nastane-li opak sucha, tedy období dešťů, semena opět nemusí vyklíčit. Problémem může být naplnění vodní kapacity půdy, kdy póry se zaplní vodou a vzduch je vytěsněn. Dalším důvodem nevyklíčení a následně nezjití porostu může být i eroze. Pokud se objeví velké množství srážek nebo jen rychlý spád srážek, může dojít k erozi. v tomto případě mohou tato semena odplavat i se zeminou, kterou jsme měli v záměru ozdravit. Posledním velkým vlivem na klíčení je teplota vzduchu a půdy. Aby semena klíčila, potřebují vyšší teplotu půdy, které je dosaženo při vyšších denních teplotách. Půda se ohřívá přirozeně, pomocí slunečního záření. Člověk může zahřátí půdy ovlivnit díky různým technologiím, jako například napnutí strečových folií nad povrch půdy. Teplo se bude pod folií kumulovat, což bude mít za následek ohřívání a zvyšování teploty v půdě.

Abychom dosáhli dobrého klíčení semen a následně využili všechny dostupné funkce meziplodin, měli bychom jednoznačně znát vývoj klimatických a půdních podmínek daného pozemku. Při vyklíčení a vzejití rostlin na pozemku budeme odměněni snížením výparu vody z půdy, zvýšením dostupností živin, které následně využije hlavní plodina, ale i například vyšším prokořeněním orničního profilu.

Tato práce, jak je již zmíněno v názvu, se zabývá vlivem teploty, snížené dostupnosti vody a zasolení na klíčení semen brukvovitých meziplodin. v práci nalezneme například klíčení semen lničky seté, hořčice bílé nebo řepky ozimé.

## 2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem práce bylo stanovit klíčivost semen brukvovitých meziplodin za různých podmínek pro klíčení.

### Cíle:

Cíl 1: Zjištění, zda druhy z čeledi brukvovitých vykazují odlišnou klíčivost v podmínkách vodního stresu a salinity.

Cíl 2: Zjištění, zda vystavení semen nevhodným podmínkám pro klíčení vede k odlišnostem dynamiky klíčení a k rozdílné hodnotě  $T_{50}$ .

### Hypotézy:

H1: Rozdílné druhy z čeledi brukvovitých vykazují odlišnou klíčivost v podmínkách vodního stresu a salinity.

H2: Vystavení semen nevhodným podmínkám pro klíčení vede k odlišnostem dynamiky klíčení a k rozdílné hodnotě  $T_{50}$ .



## 3 Literární rešerše

### 3.1 Meziplodiny

Meziplodiny jsou plodiny, které lze na základě jejich biologických vlastností využít pro vytvoření vegetačního pokryvu půdy v meziorostním období. Cílem pěstování meziplodin je podpora mimoprodukčních a produkčních funkcí zemědělství. Mimoprodukční funkce meziplodin můžeme vnímat zejména ve vztahu k zachování a ochraně přírodních zdrojů, můžeme na to pohlížet jako na prostředek stabilizace toků energie a hmoty v krajinném prostoru. Produkční funkce jsou spojovány s integrovanými systémy hospodaření na orné půdě, které zajišťují efektivní využívání přírodních podmínek a energomateriálových dodatků, s cílem dosáhnout požadovaného výnosu a kvality rostlinných produktů (Brant et al. 2008).

Funkce meziplodin lze vnímat z hlediska:

- zvýšení využití slunečního záření,
- stabilizace energetické bilance v zemědělství,
- podpory produktivního výparu a ochlazování krajiny,
- obohacení půdy o organickou hmotu a zlepšení půdních vlastností,
- omezení větrné a vodní eroze půdy,
- zamezení vyplavování živin a omezení znečišťování podzemních vod,
- regulace plevelných společenstev a potlačování výdrolu předplodiny,
- omezování šíření a výskytu chorob a škůdců,
- doplnění a zpestření krmivové základny,
- podpory druhé pestrosti v krajině a potravních řetězců,
- krajnotvorné funkce (Brant et al. 2008).

Členění meziplodin podle termínu založení porostů:

- podsekové meziplodiny,
- letní a strniskové meziplodiny,
- Ozimé meziplodiny (Brant et al. 2008).

Meziplodiny jsou považovány za jednu z ekologických metod regulace plevelů v zemědělství. z literatury však není zřejmé, jaké velikosti účinku potlačení plevelů je v průměru dosaženo meziplodinami (Gu et al. 2021).

Na udržování a zlepšování půdní úrodnosti půdy se meziplodiny uplatňují především přísunem rostlinné biomasy do půdy (Šimon 2004). Zeleným hnojením rozumíme způsob organického hnojení, při němž se do půdy zaorává vyprodukovaná hmota rostlin, které byly pěstovány k tomuto účelu. Plodiny na zelené hnojení se pěstují ve formě podsevů, letních a ozimých meziplodin, výjimečně ve formě hlavních plodin (Vaněk et al. 2016). Meziplodiny kořenovým systémem také zlepšují fyzikální vlastnosti půdy a některé druhy s hlouběji sahajícím kořenovým systémem se projevují i nakypřením a provzdušením podorniční vrstvy (Šimon 2004). z hlediska doporučení vhodného výsevu strniskových meziplodin se na základě výsledků pokusů ukazuje, že produkce biomasy je limitována zejména povětrnostními vlivy. Výnosy nadzemní biomasy sušiny dokládá Tabulka 1. Je všeobecně známo, že pěstování

meziplodin v rámci systému rostlinné výroby přispívá k dobré kvalitě i struktuře půdy, která musí být zachována i pro další generace hospodářů (Hermuth & Vach 2008).

Tab. 1: Výnos nadzemní sušiny biomasy některých meziplodin na různých stanovištích v t/ha (průměr čtyř let) (Šimon 2004).

Meziplodina	Praha-Ruzyně (hnědozem)	Čáslav (degradovaná černozezem)	Lukavec u Pacova (kambizem)
hrách setý	2,58	1,16	1,57
peluška (hrách rolní)	2,90	1,44	1,63
hořčice bílá	2,36	2,60	1,48
ředkev olejná	1,76	1,94	-
svazenka vratičolistá	1,97	2,13	1,97
oz. žito + oz. řepka	2,45	-	-

Pěstování strniskových meziplodin je důležitým agrotechnickým opatřením pro redukcí obsahu pohyblivého nitrátového dusíku v půdě. Zadržení dusíku v biomase snižuje riziko jeho vyplavení a splachu v meziorostním období (Hermuth & Vach 2008).

Eroze je jedním z faktorů degradace půdy, které mohou nastat, mimo jiné, špatně zvoleným systémem zpracování půdy. Faktory ovlivňující vodní erozi lze rozdělit na erodovatelnost půdy. Jde o faktor ovlivňující infiltraci vody do půdy a odolnost půdních agregátů proti účinku kapek a transportu povrchově odtékající vody. Dalšími faktory jsou délka svahu, sklon svahu a faktor ochranného vlivu vegetace. Jako ochranné obdělávání půdy u širokořádkových plodin bychom mohli zvolit výsev ochranné podplodiny v pásech, setí společně s ochrannou podplodinou v meziřadí, setí do mulče nebo setí do vymrzlé meziplodiny s celoplošným kypřením, kdy se nejlépe osvědčuje hořčice bílá nebo svazenka vratičolistá (Badalíková 2008).

Pro úspěšné založení porostu meziplodin v období léta a časného podzimu je nutné šetření půdní vláhou (Procházka 2005). Jelikož se meziplodiny zakládají v létě, půda je po sklizni hlavní plodiny často suchá. To může způsobit špatné založení porostu. Termín založení porostu by měl být přizpůsoben počasí, aby se maximalizovalo vzházení rostlin (Constantin et al. 2015). Nejpozdější termín výsevu meziplodin by měl být v první polovině září, aby došlo k zapojení a dostatečnému vzrůstu porostu. Porosty meziplodin je možno zakládat klasickými nebo minimalizačními technologiemi. Výsev meziplodiny v jedné operaci s mělkým zpracováním půdy lze využít u pěstování na zelené hnojení. Pro pěstování vymrzajících nebo přezimujících meziplodin není tento způsob vzhledem k požadavku na kvalitně připravenou a urovnanou půdu před výsevem meziplodiny příliš vhodný (Procházka 2005).

### 3.2 Abiotické faktory ovlivňující klíčivost

Reprodukce je kritickým obdobím v historii života rostlin. Geny ovlivňující dormanci a klíčení semen patří mezi ty, které jsou v přirozených populacích rostlin podrobeny nejsilnější

selekcí. Klíčení ukončuje šíření semen a tím ovlivňuje umístění a načasování růstu rostlin (Penfield 2017). Primárními abiotickými faktory ovlivňujícími bobtnání a klíčení semen jsou voda, teplo, obsah kyslíku v půdním vzduchu a případně světlo. Po vyklíčení semen přistupují další faktory, jako jsou živiny v půdě, prostorové rozmístění půdní hmoty, zasolení půdy, pokryv půdy rostlinnými zbytky (Brant et al. 2016).

Abiotické stresy, jako je sucho a vysoká salinita, nepříznivě ovlivňují růst a produktivitu rostlin. Vývoj plodin odolných proti stresu bude velmi výhodný pro moderní zemědělství, především v oblastech, které jsou k takovému stresu náchylné. V posledních letech bylo učiněno několik pokroků směrem k identifikaci potenciálních genů souvisejících se stresem, které jsou schopné zvýšit toleranci rostlin k abiotickému stresu (Nakashima et al. 2012).

Pojem stres se používá s různými významy. Flexibilita normálního metabolismu umožňuje vývoj reakcí na změny prostředí, které pravidelně předvídatelně kolísají v denních a sezónních cyklech. Každá odchylka faktoru od jeho optima tedy nemusí nutně vést ke stresu (Jaleel & Llorente 2009). V rostlinách se objevují i látky inhibující klíčení. Jejich výskyt je ve všech částech rostlin. Inhibice klíčení je téměř vždy doprovázena stimulací klíčení. Zdá se tedy, že inhibitory klíčení plní biologickou funkci (Evenari 1949).

### 3.2.1 Klíčivost

Jednou z nejdůležitějších vlastností osiva je klíčivost. Schopnost osiva vyklíčit je základním předpokladem úspěšného založení porostu (Knot & Vrzalová 2011). Klíčivost semen je nezbytná pro růst a vývoj embrya, jehož výsledkem je produkce nové rostliny. Za nepříznivých podmínek se semena mohou stát dormantní, aby si zachovala svou klíčivost. Klíčení a dormanci semen tvoří mnoho faktorů, nejen rostlinné hormony, ale i půdní bakterie (Miransari 2014). Klíčení je složitý proces, během kterého se semeno musí rychle fyzicky zotavit z procesu dozrávání, obnovit trvalou intenzitu metabolismu, dokončit základní buněčné procesy, aby umožnil vznik embrya (Nonogaki 2010). Dýchání, které dodává metabolickou energii pro tyto procesy je aktivováno ihned po nasání vody. Transkripty syntetizované v semenech během vývoje jsou přítomny v suchých semenech, ale většina je degradována brzy po nasátí (Bewley et al. 2013). Procesy bobtnání a klíčení semen a následného vzcházení porostů jsou závislé na abiotických a biotických podmínkách prostředí. Zásadní vliv na působení abiotických faktorů prostředí má seťové lůžko. Právě seťové lůžko má zajistit optimální podmínky pro klíčení semen a vzcházení rostlin (Brant et al. 2016). Předpoklad klíčivosti semen v průběhu času je charakterizován esovitou křivkou, kterou nazýváme křivka klíčení. Zde můžeme vidět procento nebo absolutní počet jedinců, kteří dokončili klíčení v závislosti na čase (Talská et al. 2020).

Klíčení je vysoce riziková fáze v životním cyklu rostliny a je přímo regulována teplotou. Semena klíčí v rozmezí optimálních teplot, kam zahrnujeme i prahové hodnoty. Pokud jsou prahové hodnoty překročeny, ke klíčení nedochází. Rychlé změny teploty spojené s globálním oteplováním mohou způsobit nesoulad mezi teplotami, které semeno zažívá, a které potřebuje pro klíčení (Cochrane 2019). Při pokusech v Argentině byla zkoumána klíčivost trav

ve vodním stresu a v prostředí, které bylo zasoleno. Prostředí bylo simulováno v různých roztocích. Bylo zjištěno, že se stoupající salinitou klesala klíčivost (Ruiz & Terenti 2012). Podobný pokus byl proveden i v Tunisku, který potvrzuje pokles procenta klíčivosti se zvyšující se salinitou. Rychlost klíčení drasticky klesla při 300 mM NaCl (Khadhri et al. 2011).

### 3.2.2 Salinita

Soli působí na rostliny škodlivě jednak zvýšenou osmotickou vazbou vody, jednak specifickým působením iontů soli na cytoplazmu rostlinné buňky. Vyšší koncentrace solí mohou působit na rostliny i toxicky. Na slaných půdách se také mění složení edafonu, což se projevuje snížením rychlosti dekompozice biomasy. v České republice jsou největší plochy slanisk na jižní Moravě, kde je minerálně-půdní substrát tvořený slínou, vápenitými písky, jíly a sprašemi. Nověji se slané půdy vytvářejí uměle podél vozovek, které jsou v zimním období posypovány solemi proti námraze či náledí (Kůdela et al. 2009). Slanost je jedním z hlavních omezení růstu a vývoje rostlin, což vede k obrovské ztrátě produktivity plodin (Kumari et al. 2021).

Salinita postihuje řadu půdních vlastností a vede ke snížení kvality půdy, což může mít negativní vliv na produkci plodin. Zasolená půda je nejčastěji spojována s nahromaděním sodíku (Na), chloru (Cl) a síranu. První reakcí rostliny na stres ze zasolení je redukce rychlosti růstu listů spojená s redukcí listové plochy použitelné pro fotosyntézu. Nadbytečné nahromadění solí může vést následně k odumření pletiv, orgánů a celých rostlin. Zasolování může u rostoucích pletiv kořenů, stonků a listů brzdít jak dělení buněk, tak i jejich zvětšování (Kůdela et al. 2009).

Zasolování půdy se celosvětově stává jedním z nejzávažnějších problémů degradace půdy (Masina et al. 2019). Tento proces vede k nepříznivým účinkům na produktivitu zemědělství a udržitelný rozvoj (Gorji et al. 2015). Půdní mikroorganismy hrají klíčovou roli v půdách prostřednictvím mineralizace organické hmoty na živiny dostupné pro rostliny. Proto je důležité udržovat v půdě vysokou mikrobiální aktivitu. Půdní mikrobi, kteří jsou odolní vůči slanosti působí proti osmotickému stresu syntetizací osmolytů, což jim umožňuje udržovat buněčný turgor a metabolismus. Osmotický potenciál je funkcí koncentrace soli v půdním roztoku, a proto je ovlivněn jak salinitou, tak obsahem vody v půdě. Slanost půdy a obsah vody se liší v čase a prostoru (Yan et al. 2015). Reakce rostlin na stres způsobený solí a vodou mají mnoho společného. Slanost snižuje schopnost rostlin přijímat vodu, což rychle způsobuje snížení rychlosti růstu spolu s řadou metabolických změn, které jsou identické s těmi, které způsobují vodní stres. Mohou existovat specifické účinky pro sůl, které mají později dopad na růst. Pokud se do rostliny dostane nadměrné množství soli, sůl nakonec vzroste na toxickou hladinu ve straších transpirujících listech, což způsobí předčasné stárnutí a sníží fotosyntetickou listovou plochu rostliny na úroveň, která nemůže udržet růst (Munns 2002).

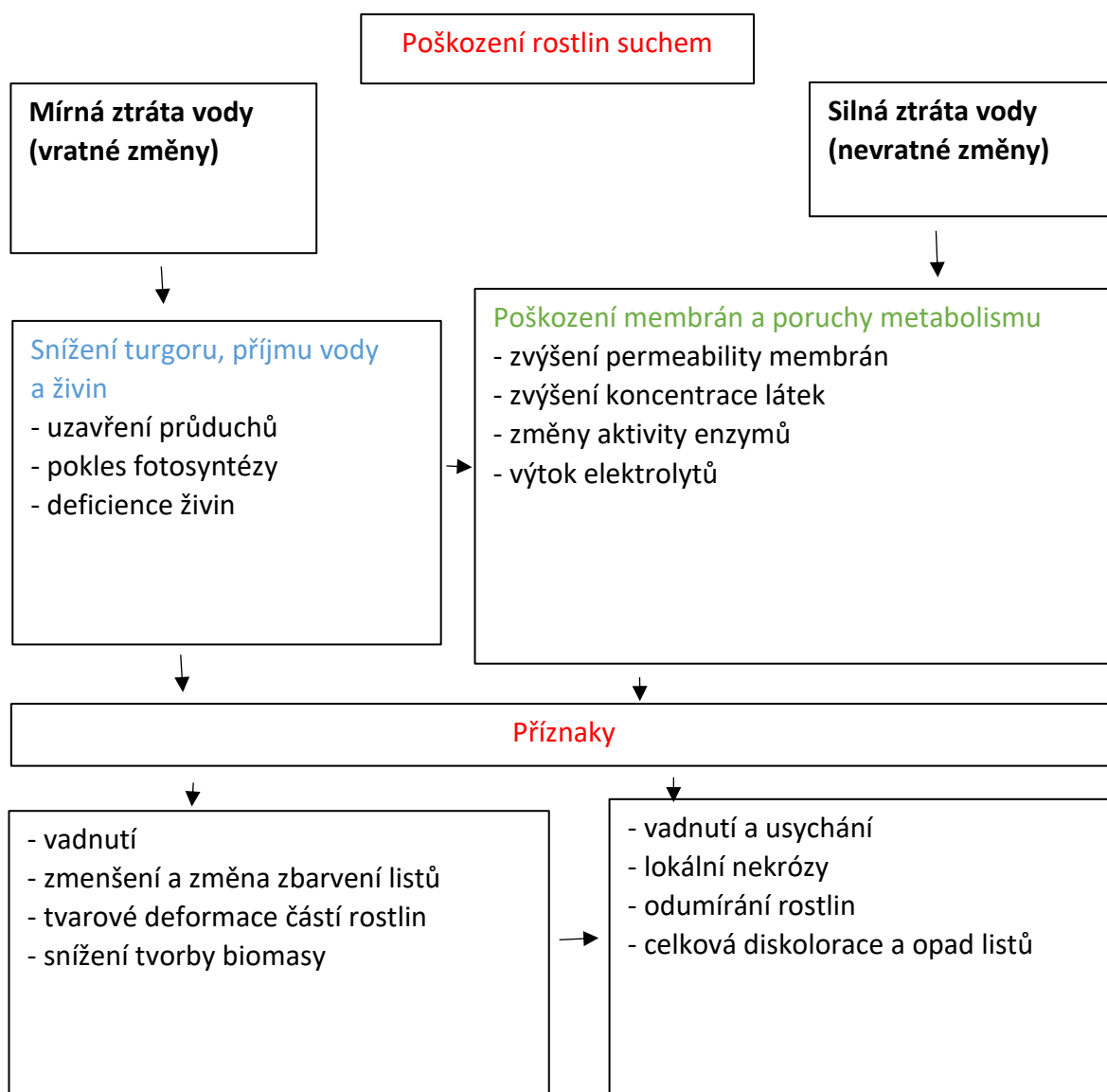
Jak je známo, Země zažívá změnu klimatu. Primárním efektem této změny je zvyšování teploty. Tato změna má za následek zvýšený počet povodní a sucha. Sekundárním efektem je změna salinity vody a půdy (Tayfur 2011).

Voda, která může obsahovat sůl, se často používá k ochlazení půdy. Byl proveden pokus se salátem (*Lactuca sativa* L.), jak bude klíčit v podmínkách vysoké teploty a NaCl. Bez obsahu NaCl se procento rychlosti klíčení při vyšší teplotě (35 °C) snížilo. s vyššími koncentracemi NaCl bylo sledováno snížení procenta a rychlosti klíčení při nižších teplotách. Tolerance kultivarů k NaCl byla v souladu s růstem kořenů (Coons et al. 1990).

### 3.2.3 Voda

Voda a teplota jsou základními faktory ovlivňujícími klíčení semen a patří k primárním ekologickým regulátorům těchto procesů. Voda je základem pro aktivaci enzymů, transformaci, translokaci a využití zásobních látek (Zábranský et al. 2012). Nedostatek nebo nadbytek vody patří spolu s nízkou a vysokou teplotou k nejčastějším a ekonomicky velmi významným abiotickým faktorům, které mohou narušit růst a zdraví rostlin. Rozsah škod způsobovaný u rostlin suchem je v mírném podnebním pásmu podstatně větší než škody připisované na vrub nadbytku vody. Optimální zásobení rostlin vodou je důležité, jelikož voda má největší podíl na stavbě rostliny, kdy v listech jí může být obsaženo až 90 %, v semenech 5–15 % hmotnosti (Kúdela et al. 2013).

Významně proces klíčení a vzcházení může ovlivnit nedostatek vody. Po výsevu nastává proces bobtnání semen, kdy se tato fáze vyznačuje příjmem vody do osiva a trvá do doby, než zárodečný kořínek proroste o semenění. Proces příjmu vody je při jejím dostatku v okolním prostředí velmi rychlý. k příjmu vody dochází na základě kontaktu semen s půdou (Brant et al. 2016). Pohyb vody do a z kořene závisí na součiniteli hydraulické vodivosti půdy, vzdálenosti, přes vzduchovou mezeru mezi kořenem a půdou a součiniteli hydraulické vodivosti kořene (Nobel & Cui 1992). Vliv má i samotná vlhkost vzduchu. Klíčivost se s nárůstem relativní vlhkosti půdního vzduchu zvyšuje. Dojde-li k dostatečnému příjmu vody, začínají v semeni probíhat oxidační reakce. Složitější chemické, zásobní látky se rozkládají na jednodušší zásobní látky, které jsou využity pro tvorbu nově vznikajících orgánů. s objevením zárodečného kořínku a následně s tvorbou nadzemní části rostliny se klíčící či vzcházející rostlina stává z hlediska dostupnosti vody v půdě výrazně zranitelnou (Brant et al. 2016). Míra dostupnosti vody v půdě pro rostliny je nejčastěji vyjadřována pomocí hodnot vodního potenciálu. Hodnoty vodního potenciálu jsou vyjadřovány v záporných hodnotách a přijatelnost vody rostlinami nebo semeny je dána skutečností, že voda teče z míst vyššího tlaku do místa s hodnotami tlaku nižšího (Zábranský et al. 2012). na počátku bobtnání dosahuje hodnota vodního potenciálu semene nižších hodnot než -40 až -60 MPa, což je výrazně nižší hodnota než běžná hodnota vodního potenciálu půdy. Při dosažení požadovaného množství vody v semeni nastává fáze klíčení (Brant et al. 2019). Všeobecně je za hraniční hodnotu míru dostupnosti vody považována hodnota -1,5 MPa. Při překročení této hodnoty, jedná-li se o hodnoty nižší, než je hranice, nemohou rostliny vodu z půdního prostředí přijímat a začínají vadnout (Zábranský et al. 2012). Poškození rostlin suchem dokazuje a rozděluje přiložený obrázek.



Obr. 1: Mechanismus poškození rostlin suchem. (Kůdela et al. 2013).

Úspěšné hospodaření se slanou vodou by mohlo mít významný potenciál pro rozvoj zemědělství v mnoha oblastech, zejména v oblastech s nedostatkem vody. Při pokusu, který byl prováděn na pórku bylo zjištěno, že rostliny pórku jsou středně citlivé na slanosť. Zjištění této studie naznačuje, že pokud se používají vhodné vyluhovací a drenážní systémy, lze k zavlažování použít mírně slanou vodu s malým nebo žádným poškozením půdy a minimálním snížením výnosu rostlin (Kiremit & Arslan 2016).

Voda má vliv i na tvorbu seťového lože. Pokus, který proběhl ve Francii, poukázal na tvorbu krust na povrchu půdy. Odpor horních vrstev půdy byl měřen perenometrem. Kumulativní srážky byly použity pro odhad rizika výskytu krust na povrchu půdy, které mají vliv na vzcházení půdy. Výsledkem bylo, že odpor penetrometru se stále navyšoval s nahromaděnými srážkami a byl nižší pro mokré krusty (Dürr et al. 2007).

### 3.2.4 Teplota

Teplota půdy, která představuje primární urychlovač či zpomalovač klíčení a vzcházení, je limitující především pro jarní plodiny. Teplota půdy, tj. její ohřev na optimální teplotu pro klíčení, je závislá na vstupech slunečního záření a na samotných půdních vlastnostech, zejména na poměru vody a vzduchu (Brant et al. 2016). Půdní teplota je klíčovým parametrem široce používaným v mnoha oblastech pěstování rostlin (Huang et al. 2014). Optimální teplota pro rychlost klíčení je typicky vyšší než teplota požadovaná pro dosažení maximálního procenta klíčení v částečně dormantních nebo částečně poškozených populacích semen (Roberts 1988). Teplota patří mezi nejdůležitější vlastnosti pro klíčení. Každý druh klíčí v určitém, pro něho typickém, rozpětí teplot. Minimální a maximální teplota je geneticky dána, ale může být vlivem biotických faktorů do určité míry měněna. Nízká teplota v období počátečního vývoje může negativně ovlivnit jak klíčení, tak vzcházení. s tímto negativním faktorem se pojí i možný pozdější vývin, a tím i nižší konkurenční schopnost druhu (Knot & Vrzalová). Denní chod teploty v horní vrstvě půdy se vyznačuje výrazným rozdílem mezi denním minimem a maximem (Zábranský et al. 2012).

Většina druhů mírného pásma se vyznačuje klíčivostí při teplotách mezi 2–3 °C. Dynamika klíčení je však pomalá. za nižších podmínek dobře vzchází hořčice bílá a ředkev olejná. Vyšší teploty kolem 7 °C preferuje lnička setá (Brant et al. 2019).

### 3.2.5 Světlo a vzduch

Dostupnost světla je především faktor ovlivňující nějaké druhy trav (Brant et al. 2019). Průnik světla lze měřit přímo, spektrometrem, nepřímo pomocí klíčení semen citlivých na světlo. Pronikání světla půdou je omezeno vlhkostí v půdě, velikostí částic a barvou (Tester & Morris 1987). Významným faktorem je i dostupnost kyslíku, který je potřebný pro štěpné reakce zásobních látek při klíčení. na jeho dostupnost má mimo jiné vliv obsah vody v půdě. Difuze kyslíku do půdního vzduchu je několikanásobně vyšší, než jeho pronikání do půdní vody (Brant et al. 2019).

## 3.3 Druhy

### 3.3.1 Hořčice

Hořčice patří mezi nejstarší zaznamenané kořeny z doby kolem roku 3000 před naším letopočtem. Oblíbené jsou zejména tři odrůdy – *Brassica alba*, *Brassica juncea*, a *Brassica nigra* (Thomas et al. 2012).

Pěstování hořčice bílé je jednoduché, ale agrotechnika je obecně zanedbávaná (Mikšík et al. 2009). Dokládá to velké meziroční kolísání výnosů, které dokládá tabulka 4. (Vašák & Zúkalová 2005). o výnosech proto rozhoduje hlavně ročník, úrodnost půdy a pěstitelská oblast. Hořčici řadíme do druhé trati po organickém hnojení, téměř standardně mezi dvě obiloviny. Téměř vždy dochází ke zvýšení výnosu obiloviny. k tomu přispívá výtlač hořčice.

Obvykle se sklízí v druhé polovině srpna, kdy bývá rosa a hořčice dobře vyklíčí. Díky tomu před setím například pšenice ozimé dostaneme do půdy biomasu, kterou využíváme jako zelené hnojení. Pozitivní vliv na výnos u jarního ječmene nám dokládá tabulka 2. Po sklizni se tedy nepodmítá, aby semeno z výdrolu vzešlo. Aby i přes dobrou suchovzdornost se dobře hořčice bílá vyrovnala s nedostatkem vláhy, je potřebný mohutný kořenový systém (Mikšík et al. 2009). Pěstitelský úspěch podmiňuje výběr vhodné lokality, včasný výsev (velmi důležitý) a dobrá pěstitelská technologie s ochranou proti dřepčíkům, pilatkám a mšicím (Vašák 2005). Samotný vliv termínu setí na výnos a kvalitu hořčice bílé dokazuje tabulka 3.

Tab. 2: Vliv hořčice bílé na zelené hnojení na výnosy zrna jarního ječmene (t/ha) pěstovaného v monokultuře (Šimon 2004).

Varianta	1977	1978	1979	1980	Průměr let
bez zeleného hnojení	5,75	4,88	4,57	4,61	4,95
se zeleným hnojením	6,20	5,38	4,21	5,24	5,25
zvýšení výnosů	107,8	110,2	92,1*	113,7	106,1
*velmi suchý podzim, zaoráno jen nepatrné množství biomasy hořčice					

Tab. 3: Vliv termínu setí na výnos a kvalitu hořčice bílé (Vašák & Zukalová 2005).

Znak	Termín setí		
	1. 4. - 12. 4.	15. 4. - 1. 5.	10. 5. - 13. 5.
výnos semen v t/ha	2,20	1,86	0,69
obsah plesnivých semen v %	6,60	5,60	7,50

Tab. 4: Údaje o produkci hořčice v ČR ve vybraných letech (Vašák & Zukalová 2005).

Rok	Plocha sklizně v tis. ha	Výnosy t/ha
1989	7,06	1,32
1997	14,00	1,30
1999	39,40	1,14
2001	19,72	0,95
2002	35,80	0,90
2003	67,46	0,88
2004 *	41,29	1,16
* Podle odhadu ČSÚ k 15. 9. 2004, vesměs jde o hořčici bílou Pramen je FSÚ, ČSÚ a MZe ČR		



Domácí užití hořčičného semene jako zdroje pro výrobu pochutiny je limitováno domácí spotřebou. Novinkou, která podpoří trh s osivem je současná dotace na vymrzající strniskové meziplodiny (Vašák 2005). Organická hmota z kořenů i nadzemních částí rostlin zlepšuje fyzikální stav půdy, před zaoráním přispívá k ochraně půdy před vodní erozí a lepšímu využití srážek v meziorostním období. Neopomenutelný význam meziplodin spočívá rovněž v poutání živin z půdy v biomase rostlin a jejich postupném zpřístupňování, čímž částečně přispívají k lepšímu využití živin. Meziplodiny na zelené hnojení mohou snižovat obsah celkového minerálního, anebo nitrátového dusíku v půdě v podzimním období. Tím se snižuje předpoklad úniku dusíku do spodních vod v závislosti na průběhu meteorologických faktorů v průměru na polovinu (Procházka 2005). Při konvenčních technologiích zůstává půda bez vegetačního krytu a v důsledku dešťů je dusík během podzimu a zimy vyplavován. Kromě kontaminace podzemních vod tak dochází i k jeho ztrátám jako živiny (Škoda & Horák 1997). Dalším pozitivem zařazování hořčice bílé jako meziplodiny je i hledisko rostlinolékařské. Vybrané odrůdy mohou dobře potlačovat vzrostlé plevele, ale i výdrol předchozích obilnin. Tímto může hořčice přispívat k omezení rozvoje virových patogenů nebo přenašečů virové zakrslosti obilnin. Výsevní množství hořčice bílé použité jako strništní meziplodiny se doporučuje zvýšit v porovnání s jarními výsevy až na 20 kg/ha v závislosti na odrůdě a užitné hodnotě osiva (Procházka 2005). Kontrolovat založení plodiny tímto způsobem je obtížné, protože pěstitelé se snaží náklady na setí minimalizovat, díky tomu občas neberou ohled na počasí, které někdy nemohou ani předvídat (Dorsainvil et al. 2005). Využití hořčice bílé jako meziplodiny se při respektování agrotechnických zásad jeví jako jedno z ekonomicky i ekologicky velmi vhodných opatření pro stabilizaci úrodnosti půdy, snížení účinku eroze i vyplavování nitrátů do spodních vod (Procházka 2005).

Při pokusu ze severní Evropy, kdy se v půdních podmínkách testovalo vzcházení hořčice bílé, se ukázalo, že hrubé seťové lože a velké množství slámy nemělo tak výrazný vliv na vzcházení, jako obsah vody v půdě, teplota a hloubka setí (Dorsainvil et al. 2005). Hořčice bílá je jednou z nejčastějších meziplodin, ale uplatňuje se i jako pomocná plodina. Dominantní využití má hořčice bílá pro tvorbu vymrzajících porostů pro jarní výsev širokořádkových plodin. Alternativou pro hořčici bílou je hořčice sareptská. Ta je především využívána ve směsných porostech zaměřených na tvorbu biomasy pro systémy setí do zeleného mulče (Brant et al. 2019).

Hořčice černá (*Brassica nigra* L.) obsahuje ve vodě rozpustné látky, které inhibovaly klíčení a růst semen ovesa hluchého. z pokusu je souzeno, že zapravení pouze čerstvých kořenů hořčice černé a výhonků do půdy snížilo vzcházení ovesa hluchého (*Avena fatua*) (Turk & Tawaha 2003). Většina autorů se zaměřuje na pěstování hořčice černé a sareptské na semeno, žádný z nich nezkoušel tyto hořčice jako meziplodiny.

### 3.3.2 Řepka olejka, ozimá forma

Řepka olejka (*Brassica napus* subsp. *napus*) se stala v podmínkách mírného pásu jednou z nejznámějších olejnin a je zde pěstována ve formě ozimé nebo jarní. v západní a jižní Evropě převládá forma ozimá, díky své vyšší výnosnosti (Baranyk & Fábry 2007).

Velmi důležité je u řepky se starat o kořen. Tvorba kořenového systému a příznivý poměr mezi nadzemní a podzemní hmotou pozitivně ovlivňuje zimuvzdornost, stabilitu porostu a tvorbu výnosu. Hloubka zakořenění se pohybuje ve velkém rozmezí, od 1,1 do 1,75 m. Samotné utváření kořenového systému ovlivňuje druh půdy a její fyzikální stav, organický podíl v půdě a obsah humusu působí stimulačně na rozvoj kořenové hmoty, vodní režim v půdě ovlivňuje zakořeňování. Příložená tabulka 5 ukazuje počátek vývoje rostliny, dle jejího zařazení podle BBCH. Dalším velkým vlivem na zakořeňování je způsob založení porostu. Bezorebná technologie a různé minimalizační technologie negativně ovlivňují hloubku zakořenění, proto se doporučuje jednou za určitou dobu (4–5 let) použít orbu klasickou. Dalším výrazným vlivem je doba založení porostu (Baranyk & Fábry 2007).

Semeno řepky pro klíčení vyžaduje 60 hmotnostních procent vody. Minimální teplota pro klíčení je 1 °C, optimální teplota je 20–25 °C. Zárodečný kořínek začíná vznikat množním meristemických buněk vzrostného vrcholu kořenového systému (Baranyk & Fábry 2007).

Tab. 5: Fenologické fáze dle BBCH třídění (Baranyk & Fábry 2007).

Klíčení	
00	suché osivo
01	nabobtnalé osivo (16-20 % vody)
05	objevení kořínku
Vzcházení	
07	objevuje se zahnutá osní část (hypokotyl) se složenými děložními lístky
08	děložní lístky se objevují nad povrchem
09	děložní lístky se rozvíjejí
10	objevuje se základ epikotylu (nadděložní část) a vzrostného vrcholu

Z ekologického hlediska existují dva limitující faktory, které omezují pěstování řepky a řepice. Jedním z nich je dostatek vláhy v letním období (doba založení porostu) a vhodný průběh počasí v období zimním (doba, kdy řepka přezimovává). Řepka je ráda za hluboké půdy, které mají dobrý strukturní stav a vysokou vodní kapacitu. Co se týče teplot, má ráda stanoviště, kde je roční průměr teplot 7–9 °C a úhrn srážek mezi 450–700 mm (Baranyk & Fábry 2007).

Vysoká předplodinová hodnota řepky je výsledkem prakticky celoročního vlivu porostu s vysokou pokrývností listové plochy a hlubokým, rozvětveným křivým kořenem, který má vliv na fyzikální vlastnosti půdy v celém orničním profilu (Baranyk & Fábry 2007). v Dánsku byl

provedený pokus, který byl zaměřen na vyplavování a obsah síry v půdě. Zasetá ozimá řepka snižovala koncentrace síranů na podzim v půdě a zpřístupnila je následující plodině. Obecně můžeme říci, že brukvovité meziplodiny, z tohoto pokusu, měly schopnost účinně vyčerpávat hladinu síranů v půdě a snížit tak potenciál jejich vyplavování (Eriksen & Thorup-Kristensen 2002).

### 3.3.3 Lnička setá

Umělý len a zlato rozkoše jsou oblíbené názvy pro lničku setou (Zubr 1997). Lnička setá (*Camelina sativa* L.) patří ke starým kulturním rostlinám, které byly v celé Evropě v minulosti pěstovány na velkých plochách. Lnička se dá charakterizovat jako skromná plodina s velmi krátkou vegetační dobou, značně odolná proti chorobám a škůdcům a s jednoduchou, nenáročnou agrotechnikou. u této plodiny se vyskytuje ozimá i jarní forma. Lnička setá je skromná plodina. Nároky na stanoviště má minimální, avšak nedaří se jí příliš na těžkých, kyselých, zamokřených a zaplevelených stanovištích. Kromě počáteční potřeby vláhy je velmi odolná vůči suchu a dobře snáší i nízké teploty v počátečních fázích růstu (Stražil 2001). Pěstování plodiny se vyznačuje nízkým vstupem (Zubr 1997). Značně je odolná vůči chorobám a škůdcům (Stražil 2001). Spotřeba dusíku je střední až nízká, chemická ochrana rostlin není potřeba (Zubr 1997). Vegetační doba je krátká, v průměru 3,5 měsíce. u této plodiny můžeme využívat lničkové semeno (Stražil 2001). Pokrutiny lničky obsahují jen velmi málo glukosinulátů a mají hodnotnější bílkoviny než sója (Havel 1994). Sláma se dříve používala na výrobu kartáčů a košťat. Lničkovou slámou lze též podestýlat nebo jí využít na spalování (Stražil 2001).

Lnička se uplatňuje především jako komponent do směsí určených k cíleným přísevům do hlavní plodiny. Využita může být do dvoukomponentní směsi, tak i do směsi složené z většího počtu rostlinných druhů (Brant et al. 2019).

### 3.3.4 Roketa setá

Roketa setá (*Eruca sativa* L.), z čeledi brukvovitých, která je oblíbenou zeleninou zvláště v mediteránní kuchyni, u nás stále více získává na popularitě. Roketa setá má svůj původ v Mediteránu a jihozápadní Asii. Je to jedno z nejstarších kulturních rostlin, která se rozšířila jako plevel v kulturních rostlinách. Tato rostlina je typickou rostlinou míst narušených člověkem. Dává přednost suchému a teplému klimatu a je tolerantní vůči suchu a mrazu. Roketa setá je jednoletá bohatě větvená bylina. Listy přízemní růžice i lodyžní listy jsou lyrovitě peřenoklané. Listy mají menší laterální a jeden větší terminální úkrojek se zubatým až laločnatým okrajem. Květy tvoří chocholičnaté květenství. Plodem jsou šešule. Semena jsou kulovitá, drobná. Již za dob Římanů se rostlina využívala jako koření (Doležalová et al. 2011).

### 3.3.5 Katrán habešský

Katrán (*Crambe abyssinica* L.) není žádnou pěstitelskou novinkou. Olej katránu obsahuje zhruba 60 % kyseliny erukové, což je více než u řepky. Agrotechnika katránu etiopského je shodná s agrotechnikou lničky (Havel 1994).

Katrán etiopský není teplotně náročný. Vyséváme jej v dubnu, jakmile to počasí dovolí. Rostliny vzcházejí rychle a vydrží i jarní mrazíky. Kůlové kořeny je dobře upevňují, porosty jsou vyrovnané a nepoléhají. Celkově je rezistentní vůči suchu a vhodný do lehčích půd. Výhodou tohoto katránu je krátká vegetační doba, která činí 80 až 90 dní. Zásadním nedostatkem katránu etiopského je nízký výnosový potenciál (Zukalová et al. 1997).

Využití jako pomocná plodina má jako komponent do směsí pro ozelenění půdy v systémech živého mulče. Výrazné olistění spodní části dospělé rostliny zajišťuje dobrou konkurenci v porostech. v současné době je katrán habešský spíše okrajově využívaným druhem (Brant et al. 2019).

Katrán tatarský je jednou z mnoha rostlin, jež se u nás v panonském distriktu jihu Moravy mají nejseverozápadnější hranici svého přirozeného rozšíření. Jde o velmi zajímavou rostlinu po všech stránkách. na rozdíl od jiných příbuzných rostlin z čeledi brukvovitých, kam patří, se totiž lodyhy katránu rozrůstají jak do výšky, tak do šířky. Tvoří tak říkajíc koule. Rozmnožuje se pouze generativně. Katrán tatarský roste na výhřevných půdách, především na místech jižní Moravy (Kaděra 2012).

## 4 Metodika

### 4.1 Specifikace hodnocených druhů

Do laboratorních pokusů klíčivosti bylo vybráno celkem 16 genotypů, a to vždy po dvou odrůdách od jednotlivých druhů olejnin. Konkrétně byly vybrány tyto druhy: brukev řepka olejka – ozimá forma, ředkev olejná, hořčice bílá, hořčice černá, hořčice sareptská, lnička setá, katrán habešský, roкета setá. Při výběru konkrétní odrůdy se kladl důraz na kontrast v konkurenceschopnosti růstu, tvorbě a výnosu biomasy (nadzemní a kořenů), plasticitě ve vztahu k počasí atd. Osivo poskytla Oseva PRO, Opava s.r.o. Základem pokusů byla práce se semeny shodné provenience (lokalita Opava) ze sklizně 2020. v Tabulce 6 je uveden přehled použitých genových zdrojů.

Tab. 6: Použité genové zdroje osiva

Evidenční číslo národní (ECN)	Druh	Název/šlechtitelský materiál	In. č. izolovaného osiva
15O0500011	hořčice bílá	Paliisse	3080
15O0500091	hořčice bílá	BGRC 34555	732
15O0600008	hořčice černá	Sizaja	3091
15O0600019	hořčice černá	N 2A94	3092
15O0700031	hořčice sareptská	VNIIMK 12	945
15O0700084	hořčice sareptská	TM-4	1050
15O1100002	katrán habešský	Voronezhskii	1247
15O1100007	katrán habešský	BGRC 32855	3260
15O0900005/8163	lnička setá	Sortadinskij	1094
15O0900062/8213	lnička setá	PRFGL.59	1190
15O1200001	roketka setá	ERU 21/84	1279
15O1200008	roketka setá	BGRC 33984	1299
15O0400007	řepice jarní	Saturn	428
15O0400023	řepice jarní	Kova	460
15O01	řepka ozimá	Orion	4194
15O0100008	řepka ozimá	Esexska	1804

### 4.2 Stanovení klíčivosti

Klíčivost brukvovitých druhů byla hodnocena při rozdílných teplotách (10 °C, 20 °C, 30 °C) v destilované vodě. Při teplotě 20 °C byly rovněž v podmínkách rozdílné míry dostupnosti vody simulované pokusy pomocí roztoku PEG 6000 (polyethylenglykol, hodnoty

-0,1 MPa, -0,25 MPa, -0,5 MPa, -1 MPa) a v podmínkách rozdílné salinity simulované pomocí roztoků NaCl (100 g a 200 g NaCl na 1 l vody). Stanovení hodnot koncentrace roztoků PEG 6000 ve vodě bylo provedeno podle metodiky Kaufmana (1973).

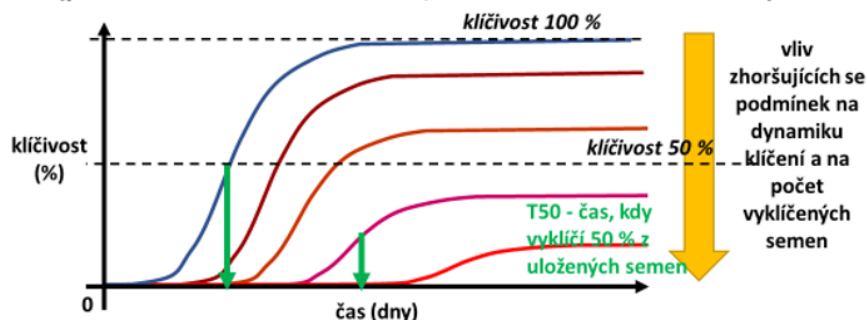
Klíčivost probíhala v řízené atmosféře. Semena byla umístěna na Petriho miskách o průměru 120 mm. Jednalo se o klíčení v systému nelimitovaného množství roztoku. Uvnitř Petriho misky bylo dnem vzhůru umístěno horní víko Petriho misky, o průměru 90 mm, na kterém byl umístěn filtrační papír zajišťující kontinuální nasávání vody či roztoku z misky. Tímto systémem bylo vždy testováno 25 semen v Petriho misce po dobu 28 dní. do Petriho misky bylo vždy naaplikováno 20 ml vody nebo roztoku.

Na střed filtračního papíru byl rozmístěn přesný počet semen (25 ks) testovaného materiálu, a to do matice. Jako klíčidlo byla použita destilovaná voda (kontrolní varianta) či roztok polyethylenglykolu – PEG 6000 o koncentracích -0,1 MPa, -0,25 MPa, -0,5 MPa, -1 MPa v dávce 20 ml. Stejným způsobem byla zkoumána i salinita (100 g, 200 g NaCl v 1 l vody). Každá varianta byla testována ve čtyřech opakováních. Testy probíhaly ve vegetační růstové komoře s řízeným prostředím. (16 hodin světlo a 8 hodin tma, po dobu 25 dní). Petriho misky byly v průběhu testování klíčení zabaleny do průhledné potravinářské fólie, z důvodu zamezení vysychání.

Klíčivost semen byla kontinuálně hodnocena každý den po dobu klíčení. Vyklíčená semena byla při hodnocení z misky vyjmuta. Časový interval mezi hodnocením klíčivosti na klíčidle byl 24 hodin. na základě metodiky Neckář et al. (2008) byly hodnoceny dva modely zpracování výsledků pro hodnotu  $T_{50}$ .

Hodnota  $T_{50}$  dokládá dobu ve dnech, kdy za daných podmínek vyklíčí 50 % z celkové počtu vyklíčených semen. v rámci ověřování se jednalo o dva přístupy hodnocení (dokládá obr. 2). První hypotetický přístup vychází ze situace, kdy se pracuje s klíčivostí danou počtem vyklíčených semen uložených na klíčidlo, druhý, jež je autorským kolektivem používaným a publikovaným, poté z předpokladu, že vyklíčená semena představují 100 %. Pro konečné hodnocení v práci byl použit model vycházející omezující podmínky, že 100 % klíčivost vychází z počtu vyklíčených semen za dobu hodnocení klíčivosti.

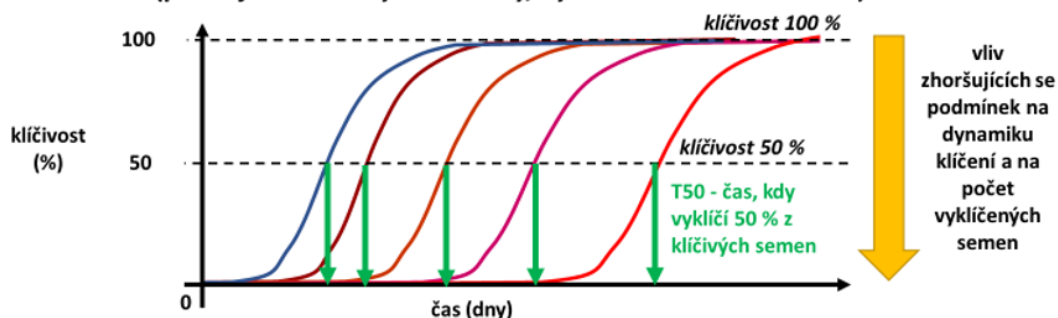
**Modelový příklad vlivu faktorů negativně ovlivňujících klíčivost semen  
(práce se skutečnou klíčivostí, semena na klíďidle = 100%)**



*Působení negativních faktorů se projevuje zpomalením dynamiky klíčení, snížením počtu vyklíčených semen a počtem vzešlých rostlin na dané ploše v daném okamžiku)*

Brant, 2021

**Modelový příklad vlivu faktorů negativně ovlivňujících klíčivost semen  
(práce jen se vzešlými semeny, vyklíčená semena = 100%)**



**Působení negativních faktorů se projevuje oddálením doby, kdy vyklíčí 50% z celkového počtu klíčivých v daných podmínkách – to rozhoduje o efektivitě herbicidního zásahu, dynamice druhů ve směsi, o ovlivnění vývoje složení směsi v čase apod.**

Brant, 2021

Obr. 2: Modelový přístup pro stanovení hodnoty  $T_{50}$ . Zpracováno dle Neckář et al. (2008).

## 4.3 Statistika

### 4.3.1 Stanovení klíčivosti

Statistické vyhodnocení klíčivosti bylo provedeno pomocí programu STATGRAPHICS®Plus, verze 4.0, metoda ANOVA (Turkey,  $\alpha = 0.05$ ). Stanovení hodnot  $T_{50}$  proběhlo opět v souladu s metodikou Neckář et al. (2008) v programu R, verze 2.2.1.

### 4.3.2 Modelové stanovení hodnoty $T_{50}$

Nelineární regresní modely byly vypočteny v programu R, verze 4.1.0 (R Core Team 2021), za pomoci funkcí „drc package“. Pro výpočet odhadu parametru  $T_{50}$  byl použit 4 - parametrický Weibullův model. Tento model byl vybrán pomocí funkce log likelyhood, která umožňuje porovnání různých funkcí pro stejná data. Na rozdíl od jiných funkcí není tento model symetrický okolo  $T_{50}$ .

Rovnice:  $f(x) = c+(d-c)\exp(-\exp(b(\log(x)-\log(T_{50}))))$ , kde  $c$  je odhad parametru spodního limitu,  $d$  je odhad parametru horního limitu,  $b$  je šikmost křivky v bodu inflexe a parametr  $T_{50}$  odpovídá hodnotě, při které bylo dosaženo 50% klíčivosti. Závislá proměnná  $x$  je počet vyklíčených semen v čase  $y$  (R Core Team 2021).



## 5 Výsledky

Výsledková část je složena ze třech hlavních částí. První část je věnována problematice vlivu teploty na klíčivost semen ve vodě. Následně jsou uvedeny výsledky vlivu snížené dostupnosti vody na klíčení. ve třetí výsledkové části je specifikována klíčivost semen vybraných druhů ve vztahu k salinitě.

K výsledkům byly vytvořeny grafy, na které je v této kapitole odkazováno. Pro přehlednost jsou umístěny v následující kapitole (Výsledky – grafické výstupy). Grafy znázorňují denní chody klíčivosti, tabulky pouze průměrné hodnoty klíčivosti.

### 5.1 Voda

Klíčení semen ve vodě o teplotě 10 °C dokládá tabulka 7. První den byla nejvyšší hodnota klíčení stanovena u Iničky seté (Sortadinskij a PRFGL. 59), kdy klíčivost semen přesáhla již první den více jak 20 %. Statisticky se taktéž lišila semena u hořčic. Hořčice černá a sareptská neprokázaly mezi sebou statisticky průkazné rozdíly, narozdíl od hořčice bílé (Paliisse a BGRC 34555). u té byla klíčivost také vysoká, podobná Iničce setá. Nejnižší klíčivost po celou dobu pokusu měl katrán habešský (Voronezhskii a BGRC 32855). Tabulka dokumentuje, že se statisticky významně lišil od jiných druhů. Rovněž méně semen vyklíčilo u roket seté (ERU 21/84), která se taktéž statisticky lišila ostatním druhům. Tabulka 8 ukazuje klíčivost semen, kdy počet vyklíčených semen = 100 %. První den po uložení na klíčidlo se statisticky lišilo vyklíčení semen hořčic obou odrůd a obou odrůd Iničky seté s ostatními odrůdami zbývajících druhů. Sedmý den po uložení na klíčení se rozdělení statisticky průkazných rozdílů zúžilo. Nejnižší klíčivost vykazovaly obě odrůdy ktránu habešského, následně roket setá (ERU 21/84). Ostatní druhy si byly statisticky velmi podobné. Kromě druhů, u kterých byla zmíněna nejnižší klíčivost bylo u zbývajících druhů dosaženo klíčivosti vyšší než 80 %. Všechny výsledky z tabulek je možné si ověřit u grafů dle jednotlivých odrůd (graf 1–32).

Tab. 7: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 10 °C (světelný režim světlo/tma - 16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet semen na klíčidlo		den uložení na klíčidlo						
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.
hořčice bílá	Paliisse	29,0 b	92,0 cd	96,0 f	100 e	100 c	100 c	100 c
hořčice bílá	BGRC 34555	26,0 b	72,0 cd	84,0 def	88,0 bcde	88,0 bc	89,0 c	89,0 c
hořčice černá	Sizaja	0 a	41,0 b	92,0 ef	94,0 cde	94,0 c	94,0 c	94,0 c
hořčice černá	N 2A94	1,0 a	57,0 bc	90,0 def	92,0 cde	93,0 c	93,0 c	93,0 c
hořčice sareptská	TM-4	0 a	13,0 a	70,0 cde	96,0 cde	98,0 c	99,0 c	99,0 c
hořčice sareptská	VNIIMK 12	0 a	4,0 a	37,0 ab	77,0 bc	84,0 bc	90,0 c	91,0 c
katrán habešský	Voronezhskii	0 a	6,0 a	19,0 a	26,0 a	27,0 a	29,0 a	29,0 a
katrán habešský	BGRC 32855	0 a	3,0 a	20,0 a	25,0 a	25,0 a	26,0 a	26,0 a
lnička setá	Sortadinskij	28,0 b	100 d	100 f	100 e	100 c	100 c	100 c
lnička setá	PRFGL. 59	26,0 b	100 d	100 f	100 e	100 c	100 c	100 c
roketa setá	ERU 21/84	1,0 a	65,0 c	71,0 cde	71,0 b	71,0 b	71,0 b	71,0 b
roketa setá	BGRC 33984	14,0 ab	95,0 d	96,0 f	97,0 de	97,0 c	97,0 c	97,0 c
řepice jarní	Saturn	0 a	6,0 a	56,0 bc	82,0 bcde	84,0 bc	85,0 bc	85,0 bc
řepice jarní	Kova	0 a	13,0 a	66,0 cd	88,0 bcde	89,0 c	90,0 c	90,0 c
řepka ozimá	Esexska	0 a	1,0 a	41,0 ab	79,0 bcd	90,0 c	95,0 c	95,0 c
řepka ozimá	Orion	0 a	12,0 a	80,0 cdef	99,0 e	99,0 c	100 c	100 c

klíčivost:  0 - ≤ 20%  >20 - ≤ 40%  >40 - ≤ 60%  >60 - ≤ 80%  >80 - ≤ 100%

Tab. 8: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 10 °C (světelný režim světlo/tma - 16/8 hod.). 100 % je počet vyklíčených semen 25. den po uložení na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet vyklíčených semen		den uložení na klíčidlo						
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.
hořčice bílá	Paliisse	29,0 b	92,0 e	96,0 ef	100 c	100 a	100 a	100
hořčice bílá	BGRC 34555	28,7 b	79,9 de	94,0 def	98,9 bc	98,9 a	100 a	100
hořčice černá	Sizaja	0 a	42,8 bc	97,9 ef	100 c	100 a	100 a	100
hořčice černá	N 2A94	1,1 a	61,6 cd	96,7 ef	99,0 bc	100 a	100 a	100
hořčice sareptská	TM-4	0 a	13,2 a	70,8 cd	97,0 abc	99,0 a	100 a	100
hořčice sareptská	VNIIMK 12	0 a	4,4 a	40,6 a	84,6 ab	92,3 a	98,9 a	100
katrán habešský	Voronezhskii	0 a	21,0 ab	63,8 abc	87,3 abc	89,6 a	100 a	100
katrán habešský	BGRC 32855	0 a	11,3 a	76,8 cdef	95,0 abc	95,0 a	100 a	100
lnička setá	Sortadinskij	28,0 b	100 e	100 f	100 c	100 a	100 a	100
lnička setá	PRFGL. 59	26,0 b	100 e	100 f	100 c	100 a	100 a	100
roketa setá	ERU 21/84	1,4 a	91,3 e	100 f	100 c	100 a	100 a	100
roketa setá	BGRC 33984	14 ab	98 e	99 f	100 c	100 a	100 a	100
řepice jarní	Saturn	0 a	6,9 a	66,1 bc	96,5 abc	98,8 a	100 a	100
řepice jarní	Kova	0 a	14,8 a	73,2 cde	97,8 abc	99,0 a	100 a	100
řepka ozimá	Esexska	0 a	1,0 a	43,0 ab	83,0 a	94,7 a	100 a	100
řepka ozimá	Orion	0 a	12,0 a	80,0 cdef	99,0 bc	99,0 a	100 a	100

klíčivost:  0 - ≤ 20%  >20 - ≤ 40%  >40 - ≤ 60%  >60 - ≤ 80%  >80 - ≤ 100%

Klíčivost semen při teplotě 20 °C byla velmi odlišná. Vyšší teplota pravděpodobně způsobila lepší klíčení semen, kdy při teplotě 10 °C nevyklíčily všechny druhy. Tabulka 9 ukazuje reálné vyklíčení semen, která byla uložena na klíčidlo. Již první den jsou zaznamenány statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými druhy, ale i odrůdami. Nejvýznamnější vyklíčení semen uložených na klíčidlo je první den zaznamenáno u lničky seté (Sortadinskij, PRFGL. 59), roketky seté (BGRC 33984) a hořčice bílé (Paliisse). Rozdíl v rychlosti klíčení je vidět i barevným rozvržením tabulky, kdy klíčivost mezi odrůdami se lišila od 12–99 %. Druhý po uložení na klíčidlo nevznikly statisticky významné rozdíly, tudíž klíčivost byla statisticky vyrovnána. Jedenáctým dnem jsou mírné rozdíly mezi odrůdami statisticky průkazné. Procentické vyklíčení semen z přepočtu reálně vyklíčených semen dokumentuje tabulka 10. První den opět vykazuje vysokou rozmanitost v klíčení semen, ve třetím dnu po uložení na klíčidlo již rozdíly mezi průměry nebyly statisticky průkazné. Od sedmého dne dosahovala klíčivost hodnoty 100 %. Zajímavé je klíčení u řepky ozimé (Essexska a Orion). Odrůda Orion statisticky průkazně první den klíčila lépe než odrůda Essexska. Hodnoty klíčivosti se druhý den vyrovnaly a Essexska v počtu reálně vyklíčených semen dosahovala podobných hodnot jako Orion, mezi průměrnými hodnotami klíčivosti již nebyly stanoveny statisticky průkazné rozdíly.

Tab. 9: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C (světelný režim světlo/tma - 16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet semen na klíčidle		den uložení na klíčidlo						
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.
hořčice bílá	Paliisse	91,0 fg	94,0 a	97,0 ab	98,0 b	98,0 b	98,0 b	98,0 b
hořčice bílá	BGRC 34555	66,0 de	81,0 a	82,0 a	82,0 a	82,0 a	82,0 a	82,0 a
hořčice černá	Sízaja	67,0 de	97,0 a	99,0 b	100 b	100 b	100 b	100 b
hořčice černá	N 2A94	46,0 cd	90,0 a	91,0 ab	91,0 ab	91,0 ab	91,0 ab	91,0 ab
hořčice sareptská	TM-4	31,0 abc	100 a	100 b	100 b	100 b	100 b	100 b
hořčice sareptská	VNIIMK 12	39,0 bc	80,0 a	86,0 ab	87,0 ab	87,0 ab	87,0 ab	87,0 ab
katrán habešský	Voronezhskii	18,0 ab	92,0 a	97,0 ab	100 b	100 b	100 b	100 b
katrán habešský	BGRC 32855	9,0 a	89,0 a	96,0 ab	97,0 ab	97,0 b	97,0 b	97,0 b
lnička setá	Sortadinskij	96,0 g	98,0 a	99,0 b	99,0 b	99,0 b	99,0 b	99,0 b
lnička setá	PRFGL. 59	98,0 g	99,0 a	100 b	100 b	100 b	100 b	100 b
roketka setá	ERU 21/84	81,0 efg	92,0 a	92,0 ab	92,0 ab	92,0 ab	92,0 ab	92,0 ab
roketka setá	BGRC 33984	99,0 g	99,0 a	99,0 b	99,0 b	99,0 b	99,0 b	99,0 b
řepice jarní	Saturn	69,0 def	98,0 a	98,0 b	98,0 b	99,0 b	99,0 b	99,0 b
řepice jarní	Kova	65,0 de	99,0 a	99,0 b	99,0 b	99,0 b	99,0 b	99,0 b
řepka ozimá	Essexska	12,0 a	82,0 a	96,0 ab	98,0 b	98,0 b	98,0 b	98,0 b
řepka ozimá	Orion	36,0 bc	93,0 a	97,0 ab	98,0 b	98,0 b	98,0 b	98,0 b

klíčivost:  0 - ≤ 20%  >20 - ≤ 40%  >40 - ≤ 60%  >60 - ≤ 80%  >80 - ≤ 100%

Tab. 10: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C (světelný režim světlo/tma - 16/8 hod.). 100 % je počet vyklíčených semen 25. den po uložení na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet vyklíčených semen		den uložení na klíčidlo						
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.
hořčice bílá	Paliisse	93,0 h	96,0 b	99,0 a	100 a	100	100	100
hořčice bílá	BGRC 34555	80,6 fgh	98,7 b	100 a	100 a	100	100	100
hořčice černá	Sizaja	67,0 efg	97,0 b	99,0 a	100 a	100	100	100
hořčice černá	N 2A94	50,4 cde	98,9 b	100 a	100 a	100	100	100
hořčice sarepská	TM-4	31,0 abc	100 b	100 a	100 a	100	100	100
hořčice sarepská	VNIIMK 12	43,9 cd	90,5 ab	99,0 a	100 a	100	100	100
katrán habešský	Voronezhskii	18,0 ab	92,0 ab	97,0 a	100 a	100	100	100
katrán habešský	BGRC 32855	9,4 a	91,7 ab	99,0 a	100 a	100	100	100
lnička setá	Sortadinskij	96,9 h	99,0 b	100 a	100 a	100	100	100
lnička setá	PRFGL 59	98,0 h	99,0 b	100 a	100 a	100	100	100
roketa setá	ERU 21/84	88,0 gh	100 b	100 a	100 a	100	100	100
roketa setá	BGRC 33984	100,0 h	100 b	100 a	100 a	100	100	100
řepice jarní	Saturn	69,8 efg	99,0 b	99,0 a	99,0 a	100	100	100
řepice jarní	Kova	65,7 def	100 b	100 a	100 a	100	100	100
řepka ozimá	Esexska	12,3 a	83,8 a	98,0 a	100 a	100	100	100
řepka ozimá	Orion	36,6 bc	94,9 ab	99,0 a	100 a	100	100	100

klíčivost:  0 - ≤ 20%  >20 - ≤ 40%  >40 - ≤ 60%  >60 - ≤ 80%  >80 - ≤ 100%

Při vizuálním porovnání tabulek klíčivost o rozdílných teplotách je patrné, že vyšší teplota (30 °C) svědčila většině druhů. Tabulka 11 dokumentuje rozdílné klíčení semen uložených na klíčidlo. Nejnížší klíčivost byla zaznamenána u hořčice bílé (BGRC 34555) a katránu habešského (BGRC 32855), která byla vždy statisticky průkazně doložena. Tento rozdíl je viditelný po celou dobu klíčení. Nejvyšší hodnota klíčení je zadokumentována u řepice jarní, rakety seté. Mezi těmito dvěma druhy nevznikl statisticky významný rozdíl. Již první den vyklíčilo těmto druhům více jak 98 % semen. Jedenáctým dnem statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými odrůdami zmizely (b), lišily se pouze s hořčicí bílou (BGRC 34555) a katránem habešským (BGRC 32855), kdy obě tyto odrůdy měly koeficient a. Při přepočítání, kdy počet vyklíčených semen = 100 % vznikly statisticky průkazné rozdíly pouze první den. Od druhého dne byla klíčivost vyrovnaná, nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v klíčivosti (tabulka 12). Devátým dnem byla klíčivost 100 %. Klíčivost všech druhů nám dokumentují grafy (1-32). Grafy mají zaznamenány osy, které jsou od sebe barevně odlišené dle příslušnosti k teplotě 10, 20, 30 °C.

Tab.11: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 30 °C (světelný režim světlo/tma - 16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet semen na klíčidle		den uložení na klíčidlo						
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.
hořčice bílá	Paliisse	88,0 cd	95,0 c	95,0 b	97,0 b	97,0 b	97,0 b	97,0 b
hořčice bílá	BGRC 34555	59,0 b	67,0 a	68,0 a	68,0 a	70,0 a	70,0 a	70,0 a
hořčice černá	Sizaja	90,0 cd	99,0 c	99,0 b	100 b	100 b	100 b	100 b
hořčice černá	N 2A94	76,0 bc	95,0 c	96,0 b	96,0 b	96,0 b	96,0 b	96,0 b
hořčice sareptská	TM-4	95,0 cd	99,0 c	100 b	100 b	100 b	100 b	100 b
hořčice sareptská	VNIIMK 12	88,0 cd	93,0 c	95,0 b	95,0 b	95,0 b	95,0 b	95,0 b
katrán habešský	Voronezhskii	63,0 b	90,0 bc	95,0 b	95,0 b	95,0 b	95,0 b	95,0 b
katrán habešský	BGRC 32855	35,0 a	72,0 ab	73,0 a	74,0 a	74,0 a	74,0 a	74,0 a
lnička setá	Sortadinskij	97,0 cd	100 c	100 b	100 b	100 b	100 b	100 b
lnička setá	PRFGL 59	96,0 cd	99,0 c	99,0 b	99,0 b	99,0 b	99,0 b	99,0 b
roketa setá	ERU 21/84	100 d	100 c	100 b	100 b	100 b	100 b	100 b
roketa setá	BGRC 33984	99,0 d	99,0 c	99,0 b	99,0 b	99,0 b	99,0 b	99,0 b
řepice jarní	Saturn	98,0 d	98,0 c	98,0 b	98,0 b	98,0 b	99,0 b	99,0 b
řepice jarní	Kova	98,0 d	98,0 c	99,0 b	99,0 b	99,0 b	99,0 b	99,0 b
řepka ozimá	Esexska	60,0 b	89,0 bc	92,0 b	93,0 b	93,0 b	93,0 b	93,0 b
řepka ozimá	Orion	92,0 cd	100 c	100 b	100 b	100 b	100 b	100 b

klíčivost: 0 - ≤ 20% >20 - ≤ 40% >40 - ≤ 60% >60 - ≤ 80% >80 - ≤ 100%

Tab. 12: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 30 °C (světelný režim světlo/tma - 16/8 hod.). 100 % je počet vyklíčených semen 25. den po uložení na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet vyklíčených semen		den uložení na klíčidlo						
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.
hořčice bílá	Paliisse	90,6 cde	97,9 a	97,9 a	100 b	100 a	100	100
hořčice bílá	BGRC 34555	83,1 cd	93,2 a	96,0 a	96,0 a	100 a	100	100
hořčice černá	Sizaja	90,0 cde	99,0 a	99,0 a	100 b	100 a	100	100
hořčice černá	N 2A94	79,2 bc	99,0 a	100 a	100 b	100 a	100	100
hořčice sareptská	TM-4	95,0 cde	99,0 a	100 a	100 b	100 a	100	100
hořčice sareptská	VNIIMK 12	92,7 cde	97,8 a	100 a	100 b	100 a	100	100
katrán habešský	Voronezhskii	66,4 b	94,8 a	100 a	100 b	100 a	100	100
katrán habešský	BGRC 32855	47,5 a	97,5 a	98,8 a	100 b	100 a	100	100
lnička setá	Sortadinskij	97,0 de	100 a	100 a	100 b	100 a	100	100
lnička setá	PRFGL 59	97,0 de	100 a	100 a	100 b	100 a	100	100
roketa setá	ERU 21/84	100 e	100 a	100 a	100 b	100 a	100	100
roketa setá	BGRC 33984	100 e	100 a	100 a	100 b	100 a	100	100
řepice jarní	Saturn	99,0 de	99,0 a	99,0 a	99,0 ab	99,0 a	100	100
řepice jarní	Kova	99,0 de	99,0 a	100 a	100 b	100 a	100	100
řepka ozimá	Esexska	64,6 b	95,7 a	98,9 a	100 b	100 a	100	100
řepka ozimá	Orion	92,0 cde	100 a	100 a	100 b	100 a	100	100

klíčivost: 0 - ≤ 20% >20 - ≤ 40% >40 - ≤ 60% >60 - ≤ 80% >80 - ≤ 100%

Hodnoty  $T_{50}$  jsou zaznamenány v tabulce 13. Mezi jednotlivými druhy jsou statisticky průkazné rozdíly průměrů. ve vodě o teplotě 10 °C se nejpodobněji chovala hořčice bílá s lničkou setou (a), u zbyvajících teplot se u některých druhů nepodařilo pomocí zvoleného modelu hodnotu  $T_{50}$  stanovit. Přerušovaná přímka ( $T_{50}$ ) je rovněž znázorněna v grafech, kdy počet vyklíčených semen = 100 %. Tyto grafy mají sudé pořadové označení (2-32).

Tab. 13: Průměrné denní hodnoty parametru  $T_{50}$  (dny) při klíčení vybraných druhů ve vodě při teplotě 10, 20 a 30 °C). Hodnota  $T_{50}$  byla počítána pro data klíčivosti, kdy 100 % představovalo množství vyklíčených semen na konci doby klíčení. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet vyklíčených semen		$T_{50}$ (dny)		
druh	odrůda/šlech. materiál	10 °C	20 °C	30 °C
hořčice bílá	Paliisse	1,09 a	*	*
hořčice bílá	BGRC 34555	1,14 a	*	0,52 ab
hořčice černá	Sizaja	1,93 bcd	0,80 a	0,56 ab
hořčice černá	N 2A94	1,78 bc	0,95 abc	0,80 bc
hořčice sareptská	TM-4	2,36 de	1,03 abcd	*
hořčice sareptská	VNIIMK 12	2,95 fg	0,95 ab	0,31 a
katrán habešský	Voronezhskii	2,32 cde	1,12 bcd	0,80 bc
katrán habešský	BGRC 32855	2,43 def	1,20 cd	0,96 c
lnička setá	Sortadinskij	1,01 a	*	*
lnička setá	PRFGL. 59	1,06 a	*	*
roketa setá	ERU21/84	1,55 ab	*	*
roketa setá	BGRC 33984	1,09 a	*	*
řepice jarní	Saturn	2,53 efg	0,79 a	*
řepice jarní	Kova	2,30 cde	0,94 ab	*
řepka ozimá	Esexska	3,06 g	1,23 d	0,80 bc
řepka ozimá	Orion	2,29 cde	0,99 abcd	*

\* pro druh nebylo pomocí zvoleného modelu hodnotu  $T_{50}$  stanovit

## 5.2 Snížená dostupnost vody

Klíčení semen vybraných druhů brukvovitých za snížené dostupnosti vody je doloženo v tabulce 14. Při hodnotě vodního potenciálu -1 MPa je z rozdílu mezi průměry statisticky průkazná nejnižší klíčivost semen katránu habešského (BGRC 32855), a to po celou dobu klíčení. Dynamika klíčení tohoto druhu je doložena grafem 39. Snížená dostupnost vody nejméně zasáhla lničku setou (Sortadinskij). Již první den vyklíčilo přes 90 % semen, která byla na klíčidlo uložena. Od třetího dne sledování, nejsou mezi jednotlivými druhy sledovány rozdíly mezi průměry, toto tvrzení neplatí pro katrán habešský. v tabulce 15 jsou zadokumentovány přepočty, kdy 100 % je počet vyklíčených semen. První den jsou z tabulky, která je barevně rozlišena, patrné různé rychlosti klíčivosti. Klíčení jednotlivých druhů je možné pozorovat v doložených grafech (graf 33-48).

Tab. 14: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku PEG (SWP -0,1 MPa), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet semen na klíčidlo		Den uložení na klíčidlo						
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.
hořčice bílá	Paliisse	17,0 ab	72,0 b	89,0 b	90,0 b	98,0 b	99,0 b	99,0 b
hořčice černá	Sizaja	16,0 a	85,0 bc	92,0 b	94,0 b	94,0 b	94,0 b	94,0 b
hořčice sareptská	TM-4	12,0 a	85,0 bc	95,0 b	96,0 b	99,0 b	100 b	100 b
katrán habešský	BGRC 32855	1,0 a	27,0 a	49,0 a	50,0 a	53,0 a	53,0 a	53,0 a
lnička setá	Sortadinskij	96,0 c	100 c	100 b	100 b	100 b	100 b	100 b
roketka setá	ERU 21/84	22,0 ab	91,0 bc	92,0 b	92,0 b	92,0 b	92,0 b	92,0 b
řepice jarní	Kova	39,0 b	98,0 c	98,0 b	99,0 b	99,0 b	99,0 b	100 b
řepka ozimá	Orion	7,0 a	79,0 bc	99,0 b	99,0 b	100 b	100 b	100 b

klíčivost: 0 - ≤ 20% >20 - ≤ 40% >40 - ≤ 60% >60 - ≤ 80% >80 - ≤ 100%

Tab. 15: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku PEG (SWP -0,1 MPa), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet vyklíčených semen 25. den po uložení na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet vyklíčených semen		den uložení na klíčidlo						
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.
hořčice bílá	Paliisse	17,0 abc	72,4 ab	89,8 a	90,8 a	99,0 a	100 a	100
hořčice černá	Sizaja	17,0 abc	90,4 bc	97,9 a	100 a	100 a	100 a	100
hořčice sareptská	TM-4	12,0 ab	85,0 bc	95,0 a	96,0 a	99,0 a	100 a	100
katrán habešský	BGRC 32855	1,5 a	53,1 a	94,1 a	96 a	100 a	100 a	100
lnička setá	Sortadinskij	96,0 d	100 c	100 a	100 a	100 a	100 a	100
roketka setá	ERU 21/84	23,6 bc	99,0 bc	100 a	100 a	100 a	100 a	100
řepice jarní	Kova	39,0 c	98,0 bc	98,0 a	99,0 a	99,0 a	99,0 a	100
řepka ozimá	Orion	7,0 ab	79,0 abc	99,0 a	99,0 a	100 a	100 a	100

klíčivost: 0 - ≤ 20% >20 - ≤ 40% >40 - ≤ 60% >60 - ≤ 80% >80 - ≤ 100%

Klíčivost semen při SWP -0,25 MPa je zaznamenána v tabulce 16. u většiny druhů bylo klíčení první den nižší než 20 %, pouze u lničky seté (Sortadinskij) vyklíčilo 100 % semen. Oproti klíčovosti -0,1 MPa, kdy semena vyklíčila již třetí den, bylo klíčení při hodnotě -0,25 MPa pomalejší. Teprve sedmým dnem zanikly statisticky průkazné rozdíly. Pouze katrán habešský (BGRC 32855) měl nižší hodnoty klíčovosti, průměrné hodnoty klíčovosti byly ve srovnání s hodnotami klíčovosti ostatních druhů průkazně nižší. Klíčovost toho druhu byla nízká, vyklíčilo pod 20 % semen, která byla uložena na klíčidlo. Při pohledu do tabulky 17 vidíme přepočítanou klíčovost na 100 %. u zmíněného ktránu habešského (Sortadinskij) byla tato klíčovost dosažena devátým dnem od uložení na klíčidlo. Při porovnání klíčovosti hořčic, první den nebyly statisticky průkazné rozdíly mezi průměry. Nejvíce semen vyklíčilo hořčici bílé (Paliisse), a to 96 %, na což odkazuje tabulka 16 a graf 33.

Tab. 16: Klíčovost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku PEG (SWP -0,25 MPa), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet semen na klíčidlo		den uložení na klíčidlo						
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.
hořčice bílá	Paliisse	0 a	41,0 ab	87,0 cd	96,0 c	96,0 b	96,0 b	96,0 b
hořčice černá	Sizaja	3,0 a	49,0 bc	75,0 bc	88,0 bc	92,0 b	93,0 b	93,0 b
hořčice sareptská	TM-4	0 a	21,0 ab	65,0 b	80,0 b	88,0 b	92,0 b	92,0 b
katrán habešský	BGRC 32855	2,0 a	11,0 a	13,0 a	15,0 a	16,0 a	17,0 a	17,0 a
lnička setá	Sortadinskij	100 b	100 d	100 d	100 c	100 b	100 b	100 b
roketa setá	ERU 21/84	5,0 a	80,0 cd	89,0 cd	91,0 bc	91,0 b	92,0 b	92,0 b
řepice jarní	Kova	5,0 a	81,0 cd	96,0 cd	98,0 c	98,0 b	98,0 b	98,0 b
řepka ozimá	Orion	0 a	48,0 bc	86,0 bcd	96,0 c	97,0 b	98,0 b	98,0 b

klíčovost:  0 - ≤ 20%  >20 - ≤ 40%  >40 - ≤ 60%  >60 - ≤ 80%  >80 - ≤ 100%

Tab.17: Klíčovost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku PEG (SWP -0,25 MPa), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet vyklíčených semen 25. den po uložení na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet vyklíčených semen		den uložení na klíčidlo						
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.
hořčice bílá	Paliisse	3,5 a	52,8 abcd	80,3 ab	94,5 a	98,9 a	100 a	100 a
hořčice černá	Sizaja	0 a	42,7 ab	90,6 ab	100 a	100 a	100 a	100 a
hořčice sareptská	TM-4	0 a	22,2 a	69,2 a	85,1 a	93,6 a	97,8 a	97,8 a
katrán habešský	BGRC 32855	6,3 a	60,4 bcd	66,7 a	85,4 a	93,8 a	100 a	100 a
lnička setá	Sortadinskij	100 b	100 e	100 b	100 a	100 a	100 a	100 a
roketa setá	ERU 21/84	5,4 a	87,0 de	96,7 b	98,9 a	98,9 a	100 a	100 a
řepice jarní	Kova	5,2 a	82,7 cde	98,0 b	100 a	100 a	100 a	100 a
řepka ozimá	Orion	0 a	48,1 abc	86,7 ab	96,9 a	97,9 a	99,0 a	99,0 a

klíčovost:  0 - ≤ 20%  >20 - ≤ 40%  >40 - ≤ 60%  >60 - ≤ 80%  >80 - ≤ 100%



Pokus s vybranými druhy brukvovitých byl proveden i při hodnotě SWP -0,5 MPa. z tabulky 18 je za pomoci barevného znázornění patrné, že klíčivost byla při porovnání s SWP -0,1 a -0,25 MPa nejnižší. První den byl rozdíl mezi průměry statisticky průkazný u lničky seté (Sortadinskij) se všemi zbývajících druhy. Klíčivost semen byla nízká, a to od 0-35 %, kromě již zmínění lničky seté, které vyklíčilo 97 % semen. u hořčice bílé (Paliisse) nevyklíčilo žádné semeno, díky tomu vznikl rozdíl mezi průměry a statisticky průkazně nejnižší klíčení (graf 33). u žádného z druhů nevyklíčila však všechna semena, která na klíčidlo byla uložena. Při pohledu do tabulky 19, která říká, že počet vyklíčených semen = 100 %, je možné pozorovat dobré klíčení ktránu habešského (BGRC 32855). u tohoto druhu není na základě spolehlivosti průkazný rozdíl mezi průměry s ostatními druhy. Řepka ozimá (Orion), z tabulky 18 je patrné, že rozdíl mezi průměry se jedenáctý den statisticky průkazně lišil s hořčicí bílou (Paliisse) a lničkou setou (Sortadinskij). z tabulky 19 je patrné, že již pátý den po uložení na klíčidlo se díky rozdílům průměrů statisticky průkazně nelišila řepka ozimá (Orion) s lničkou setou (Sortadinskij). Tento statisticky průkazný rozdíl těchto druhů je pouze s hořčicí bílou (Paliisse), které, jak již bylo zmíněno, nevyklíčilo žádné semeno. na klíčení řepky ozimé (Orion), které je zaznamenáno v denních hodnotách je možné se podívat do grafu 47.

Tab. 18: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku PEG (SWP -0,5 MPa), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet semen na klíčidlo		den uložení na klíčidlo						
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.
hořčice bílá	Paliisse	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
hořčice černá	Sizaja	0 a	1,0 a	7,0 ab	8,0 ab	8,0 ab	8,0 ab	9,0 ab
hořčice sareptská	TM-4	0 a	2,0 a	12,0 ab	21,0 ab	26,0 ab	29,0 ab	30,0 ab
katrán habešský	BGRC 32855	0 a	4,0 a	6,0 ab	7,0 ab	7,0 ab	8,0 ab	8,0 ab
lnička setá	Sortadinskij	51,0 b	91,0 b	94,0 c	96,0 c	97,0 c	97,0 c	97,0 c
roketa setá	ERU 21/84	0 a	1,0 a	8,0 ab	11,0 ab	11,0 ab	14,0 ab	15,0 ab
řepice jarní	Kova	0 a	14,0 a	27,0 b	32,0 b	32,0 b	32,0 b	32,0 ab
řepka ozimá	Orion	0 a	3,0 a	17,0 ab	29,0 ab	33,0 b	35,0 b	35,0 b

klíčivost:  0 - ≤ 20%  >20 - ≤ 40%  >40 - ≤ 60%  >60 - ≤ 80%  >80 - ≤ 100%

Tab. 19: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku PEG (SWP -0,5 MPa), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet vyklíčených semen 25. den po uložení na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet vyklíčených semen		den uložení na klíčidlo						
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.
hořčice bílá	Paliisse	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
hořčice černá	Sizaja	0 a	5,0 a	90,0 cd	95,0 b	95,0 b	95,0 b	100 b
hořčice sareptská	TM-4	0 a	4,6 a	32,2 ab	67,8 b	92,6 b	97,1 b	98,5 b
katrán habešský	BGRC 32855	0 a	50,0 ab	75,0 bcd	87,5 b	87,5 b	100 b	100 b
lnička setá	Sortadinskij	52,2 b	93,7 b	96,9 d	99,0 b	100 b	100 b	100 b
roketka setá	ERU 21/84	0 a	5,0 a	45,0 abc	74,2 b	74,2 b	87,5 b	100 b
řepice jarní	Kova	0 a	33,3 a	76,4 bcd	100 b	100 b	100 b	100 b
řepka ozimá	Orion	0 a	14,9 a	43,0 abc	74,8 b	92,7 b	100 b	100 b

klíčivost:  0 - ≤ 20%  >20 - ≤ 40%  >40 - ≤ 60%  >60 - ≤ 80%  >80 - ≤ 100%

Hodnoty  $T_{50}$  byly měřeny opět pro všechny druhy. Pouze u lničky seté (Sortadinskij) nebylo možné  $T_{50}$  získat, jelikož byl strmý nárůst klíčivosti. Rozdíl mezi průměry nebyl statisticky průkazný u všech druhů, kromě katránu habešského (BGRC 32855), kde rozdíl mezi průměry s ostatními druhy statisticky průkazný byl (SWP -0,1 MPa). u hodnoty -0,25 MPa nebyl statisticky zjištěn rozdíl mezi průměry roketky seté (ERU 21/84) a řepice jarní (Kova). Třetí sloupec z tabulky 20 přisuzuje SWP -0,5 MPa. Zde byly zjištěny rozdíly mezi průměry, statistická průkaznost, mezi hořčicí bílou (Paliisse) (a) a roketou setou (ERU 21/84), řepkou ozimou (Orion) (b). Všechny hodnoty  $T_{50}$  je možno vidět v sudých grafech (34-48).

Tab. 20: Průměrné denní hodnoty parametru  $T_{50}$  (dny) při klíčení vybraných druhů v roztoku PEG 6000 odpovídajících hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25 a -0,5 MPa (klíčení probíhalo při teplotě 20 °C). Hodnota  $T_{50}$  byla počítána pro data klíčivosti, kdy 100 % představovalo množství vyklíčených semen na konci doby klíčení. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet vyklíčených semen		$T_{50}$ (dny)		
druh	odrůda/šlech. materiál	-0,1 MPa	-0,25 MPa	-0,5 MPa
hořčice bílá	Paliisse	1,33 a	1,73 ab	0,88 a
hořčice černá	Sizaja	1,15 a	1,94 ab	2,23 ab
hořčice sareptská	TM-4	1,24 a	2,25 b	3,52 b
katrán habešský	BGRC 32855	1,93 b	1,99 ab	2,15 ab
lnička setá	Sortadinskij	*	*	*
roketka setá	ERU 21/84	1,05 a	1,28 a	3,19 b
řepice jarní	Kova	1,00 a	1,47 a	2,13 ab
řepka ozimá	Orion	1,42 a	1,88 ab	2,95 b

\* pro druh nebylo pomocí zvoleného modelu hodnotu  $T_{50}$  stanovit

### 5.3 Salinita

Posledním zkoumaným znakem byla salinita. z tabulky 21 je možno vyčíst data (průměry) klíčivosti ve 100 g NaCl v 1 l vody. První den vznikly rozdíly mezi průměry, které byly statisticky průkazné. Po celou dobu pozorování byl rozdíl mezi průměry katránu habešského (BGRC 32855) statisticky průkazný s rozdíly průměru ostatních druhů. Klíčivost řepky ozimé (Orion) byla od druhého dne vyšší než 80 %. Pohled do tabulky 22 ukazuje, že devátý den, při přepočtu, byla vyklíčena všechna semena. Katránu habešskému (BGRC 32855) v průměru vyklíčilo 35 % semen a z těch 35 % semen, při přepočtu, devátým dnem bylo vyklíčeno 100 % semen. Statisticky průkazné rozdíly průměrů byly pouze první dva dny, poté nebyly rozdíly průměrů statisticky průkazné. Klíčení semen a jejich denní hodnoty je možno vidět v grafech (49-64).

Tab. 21: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku NaCl (100 g/l), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet semen na klíčidlo		den uložení na klíčidlo						
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.
hořčice bílá	Paliisse	29,0 c	70,0 b	89,0 b	97,0 c	97,0 c	98,0 c	98,0 c
hořčice černá	Sízaja	4,0 a	70,0 b	94,0 b	94,0 bc	95,0 bc	95,0 bc	95,0 bc
hořčice sareptská	TM-4	20,0 abc	87,0 b	95,0 b	100 c	100 c	100 c	100 c
katrán habešský	BGRC 32855	0 a	18,0 a	29,0 a	34,0 a	35,0 a	35,0 a	35,0 a
lnička setá	Sortadinskij	90,0 d	94,0 b	94,0 b	99,0 c	99,0 c	100 c	100 c
roketa setá	ERU 21/84	13,0 abc	66,0 b	77,0 b	78,0 b	78,0 b	78,0 b	78,0 b
řepice jarní	Kova	26,0 bc	83,0 b	94,0 b	96,0 c	96,0 c	96,0 c	96,0 c
řepka ozimá	Orion	6,0 ab	83,0 b	99,0 b	99,0 c	99,0 c	100 c	100 c

klíčivost:  0 - ≤ 20%  >20 - ≤ 40%  >40 - ≤ 60%  >60 - ≤ 80%  >80 - ≤ 100%

Tab.22: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku NaCl (100 g/l), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet vyklíčených semen 25. den po uložení na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet vyklíčených semen		den uložení na klíčidlo						
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.
hořčice bílá	Paliisse	29,7 c	71,5 ab	90,9 a	99,0 a	99,0 a	100	100
hořčice černá	Sízaja	4,3 ab	73,5 ab	99,0 a	99,0 a	100 a	100	100
hořčice sareptská	TM-4	20,0 abc	87,0 b	95,0 a	100 a	100 a	100	100
katrán habešský	BGRC 32855	0 a	50,1 a	79,9 a	96,4 a	100 a	100	100
lnička setá	Sortadinskij	90,0 d	94,0 b	94,0 a	99,0 a	99,0 a	100	100
roketa setá	ERU 21/84	15,1 abc	82,0 ab	98,1 a	100 a	100 a	100	100
řepice jarní	Kova	27,0 bc	86,4 b	97,9 a	100 a	100 a	100	100
řepka ozimá	Orion	6,0 ab	83,0 ab	99,0 a	99,0 a	99,0 a	100	100

klíčivost:  0 - ≤ 20%  >20 - ≤ 40%  >40 - ≤ 60%  >60 - ≤ 80%  >80 - ≤ 100%

Zvýšená koncentrace soli, a to, když v 1 l vody bylo rozpuštěno 200 g NaCl, je zadokumentována v tabulce 23. u katránu habešského (BGRC 32855) nevyklíčilo žádné semeno, naopak nejvyšší průměrnou klíčivost měla lnička setá (Sortadinskij), řepka ozimá (Orion) a hořčice sareptská (TM-4). Mezi těmito třemi druhy jedenáctý den nebyly statisticky průkazné rozdíly mezi průměry. z tabulky 24 je patrné, že od devátého dne nastaly statisticky průkazné rozdíly průměrů mezi druhy, vyjímaje katrán habešský (BGRC 32855). První den nejlépe vyklíčila semena lničky seté (Sortadinskij, 66,3 %). Mezi hořčicemi při přepočtu byla klíčivost 100 % dosažena pouze u hořčice černé (Sizaja). Při porovnání se zbylými hořčicemi však nebyly rozdíly mezi průměry statisticky průkazné.

Tab. 23: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku NaCl (200 g/l), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet semen uložených na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferencii na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet semen na klíčidlo		den uložení na klíčidlo							
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.	
hořčice bílá	Paliisse	0 a	10,0 a	18,0 a	34,0 c	37,0 c	39,0 c	44,0 c	
hořčice černá	Sizaja	0 a	2,0 a	5,0 a	8,0 ab	8,0 ab	13,0 ab	14,0 ab	
hořčice sareptská	TM-4	2,0 a	24,0 a	56,0 b	79,0 d	84,0 d	88,0 d	90,0 d	
katrán habešský	BGRC 32855	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	
lnička setá	Sortadinskij	65,0 b	95,0 b	96,0 c	97,0 d	98,0 d	98,0 d	98,0 d	
roketa setá	ERU 21/84	0 a	4,0 a	9,0 a	21,0 abc	22,0 bc	25,0 bc	25,0 bc	
řepice jarní	Kova	0 a	6,0 a	21,0 a	28,0 bc	29,0 bc	29,0 bc	30,0 bc	
řepka ozimá	Orion	0 a	19,0 a	65,0 b	90,0 d	94,0 d	97,0 d	97,0 d	

klíčivost:  0 - ≤ 20%  >20 - ≤ 40%  >40 - ≤ 60%  >60 - ≤ 80%  >80 - ≤ 100%

Tab. 24: Klíčivost semen (%) vybraných brukvovitých druhů ve vodě při teplotě 20 °C v roztoku NaCl (200 g/l), světelný režim světlo/tma (16/8 hod.). 100 % je počet vyklíčených semen 25. den po uložení na klíčidlo. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferencii na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet vyklíčených semen		den uložení na klíčidlo							
druh	odrůda/šlech. materiál	1.	2.	3.	5.	7.	9.	11.	
hořčice bílá	Paliisse	0 a	25,4 a	39,1 ab	76,8 b	82,9 bc	87,3 b	97,7 b	
hořčice černá	Sizaja	0 a	9,8 a	42,0 ab	55,4 b	55,4 b	87,5 b	100 b	
hořčice sareptská	TM-4	2 a	26,5 a	60,4 bc	85,8 b	91,2 bc	95,5 b	97,8 b	
katrán habešský	BGRC 32855	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	
lnička setá	Sortadinskij	66,3 b	97,0 b	98,0 c	99,0 b	100 c	100 b	100 b	
roketa setá	ERU 21/84	0 a	13,4 a	33,0 ab	79,2 b	83,3 bc	100 b	100 b	
řepice jarní	Kova	0 a	20,4 a	71,0 bc	93,9 b	96,4 bc	96,4 b	100 b	
řepka ozimá	Orion	0 a	19,3 a	67,0 bc	92,5 b	96,8 bc	100 b	100 b	

klíčivost:  0 - ≤ 20%  >20 - ≤ 40%  >40 - ≤ 60%  >60 - ≤ 80%  >80 - ≤ 100%

Strmý nárůst klíčivosti nastal u hořčice černé (Sizaja), díky čemuž nebylo možné zjistit hodnotu  $T_{50}$ . Zadokumentovaná tabulka 25 uvádí, že rozdíly mezi průměry jednotlivých druhů se mezi sebou statisticky průkazně lišily (lnička setá × hořčice bílá, hořčice sareptská, roketa

setá, řepice jarní, řepka ozimá × katrán habešský) (100 g NaCl na 1 l vody). u 200 g NaCl na 1 l vody je staticky průkazný rozdíl mezi průměry pouze u hořčice bílé (Paliisse) a hořčice sareptské (TM-4). Všechny hodnoty  $T_{50}$  je rovněž možno vidět v sudých grafech (50-64).

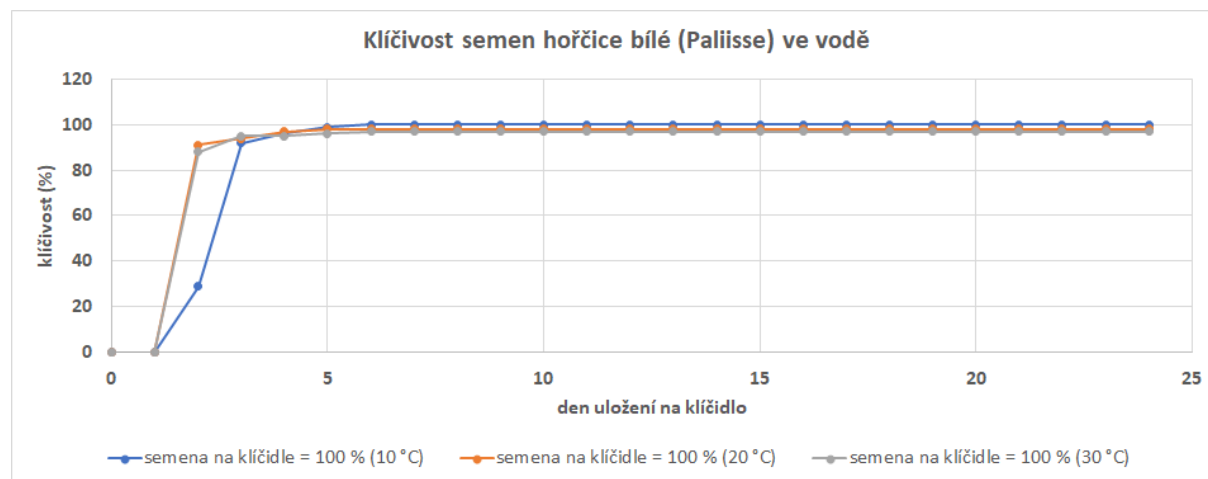
Tab. 25: Průměrné denní hodnoty parametru  $T_{50}$  (dny) při klíčení vybraných druhů v roztoku NaCl (100 a 200 g NaCl na 1 l vody) - klíčení probíhalo při teplotě 20 °C. Hodnota  $T_{50}$  byla počítána pro data klíčivosti, kdy 100 % představovalo množství vyklíčených semen na konci doby klíčení. Rozdílné indexy v rámci sloupců dokládají statisticky průkaznou diferenci na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (ANOVA, Tukey).

100 % = počet vyklíčených semen		$T_{50}$ (dny)	
druh	odrůda/šlech. materiál	100 g NaCl	200 g NaCl
hořčice bílá	Paliisse	1,13 b	4,15 b
hořčice černá	Sizaja	*	*
hořčice sareptská	TM-4	1,16 b	0,85 a
katrán habešský	BGRC 32855	1,95 c	2,24 ab
lnička setá	Sortadinskij	0,27 a	3,11 ab
roketa setá	ERU 21/84	1,27 b	3,06 ab
řepice jarní	Kova	1,11 b	2,47 ab
řepka ozimá	Orion	1,38 b	2,33 ab

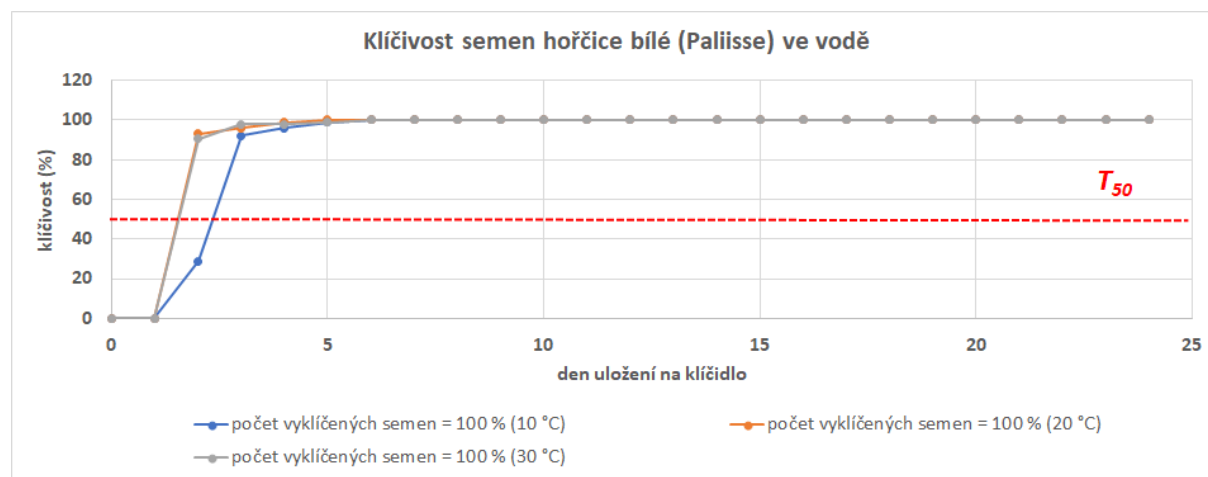
\* pro druh nebylo pomocí zvoleného modelu hodnotu  $T_{50}$  stanovit

## 6 Výsledky – grafické výstupy

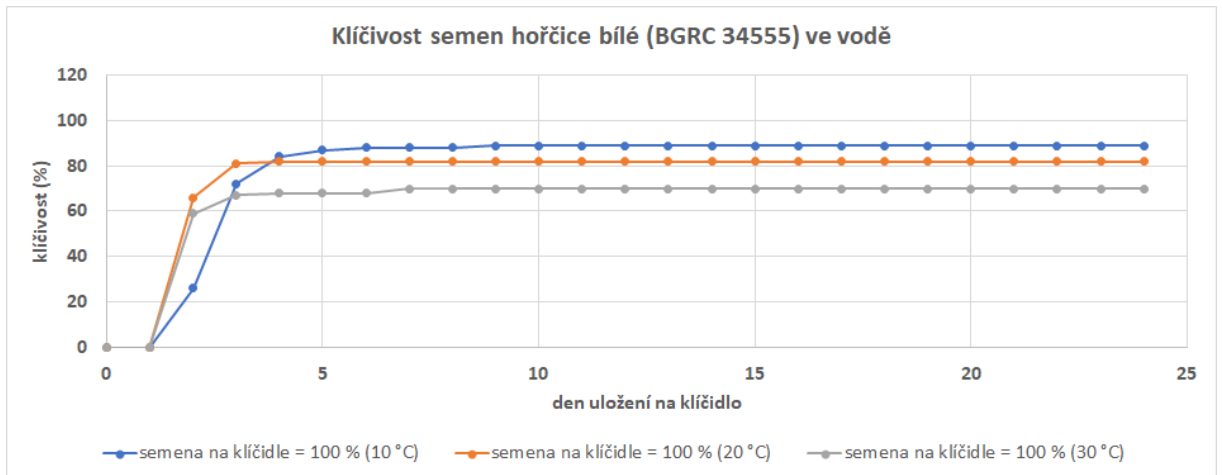
### 6.1 Voda



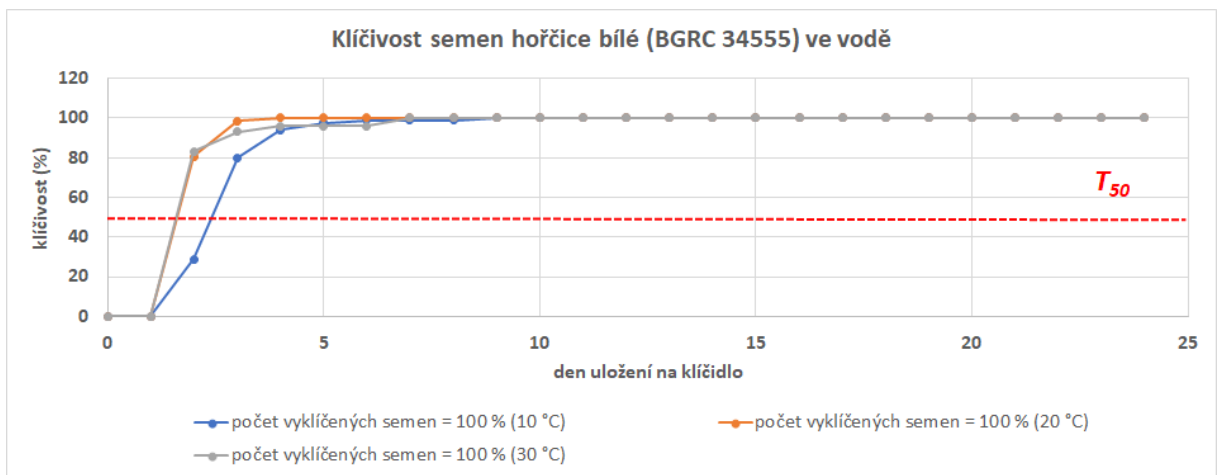
Graf 1: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice bílé (Paliisse) ve vodě. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.



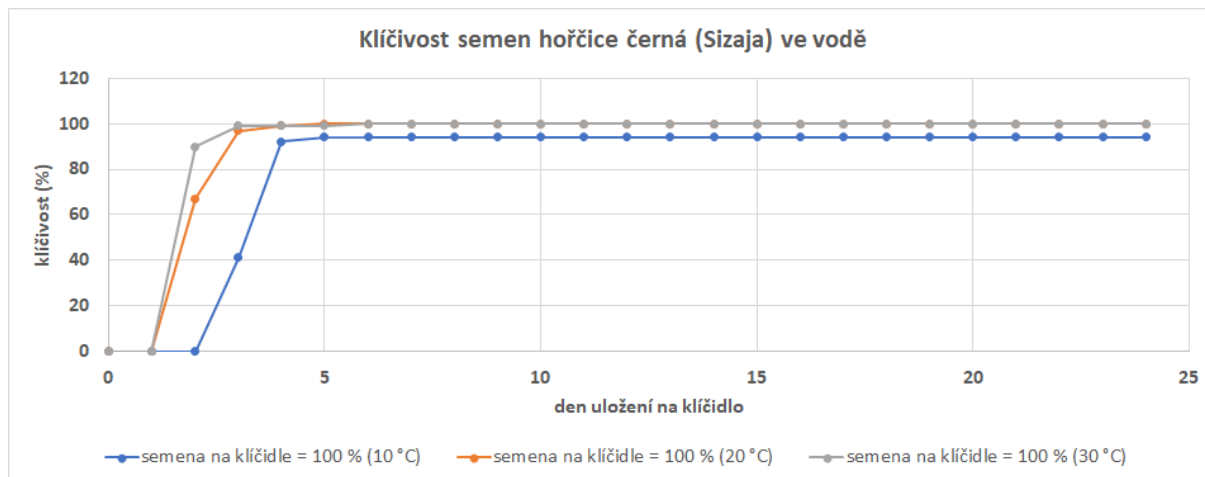
Graf 2: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice bílé (Paliisse) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .



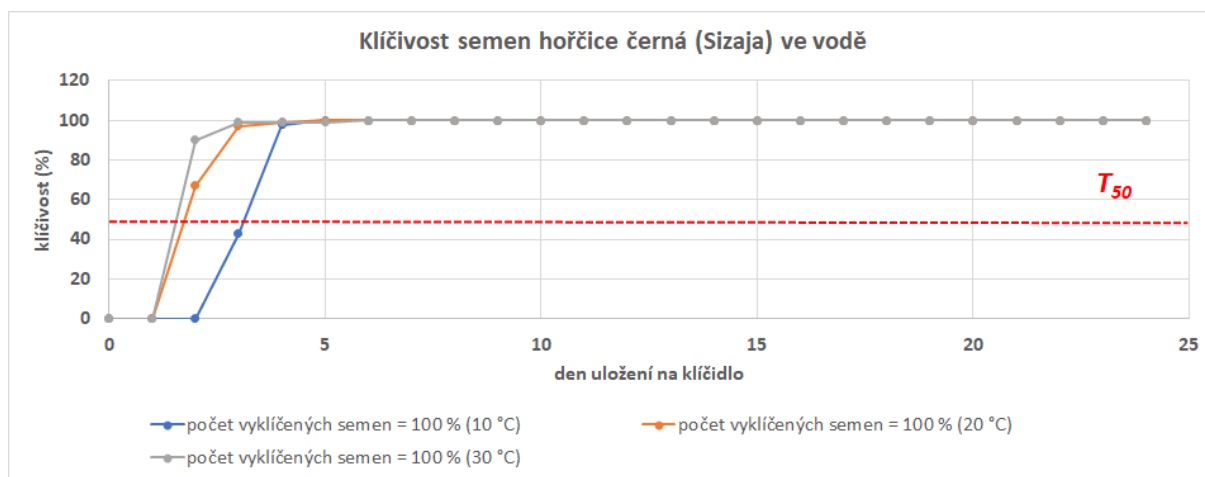
Graf 3: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice bílé (BGRC 34555) ve vodě. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.



Graf 4: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice bílé (BGRC 34555) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .

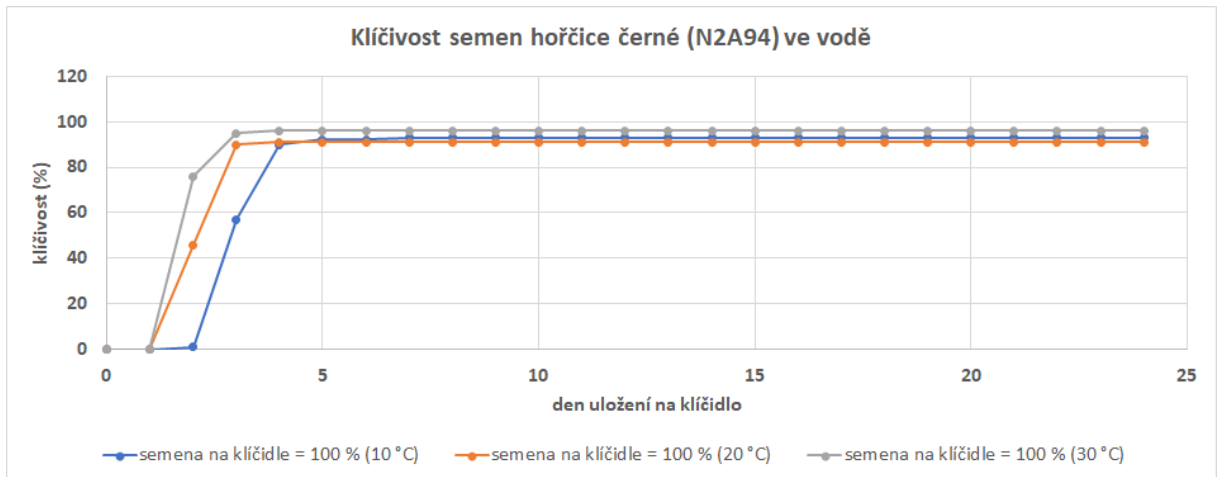


Graf 5: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice černé (Sizaja) ve vodě. Semena uložená na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.

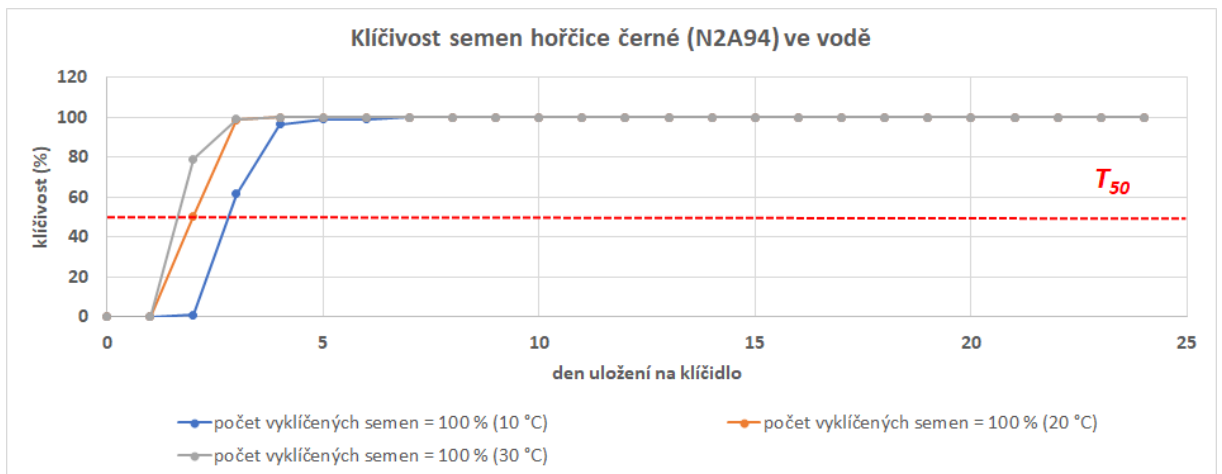


Graf 6: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice černé (Sizaja) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .

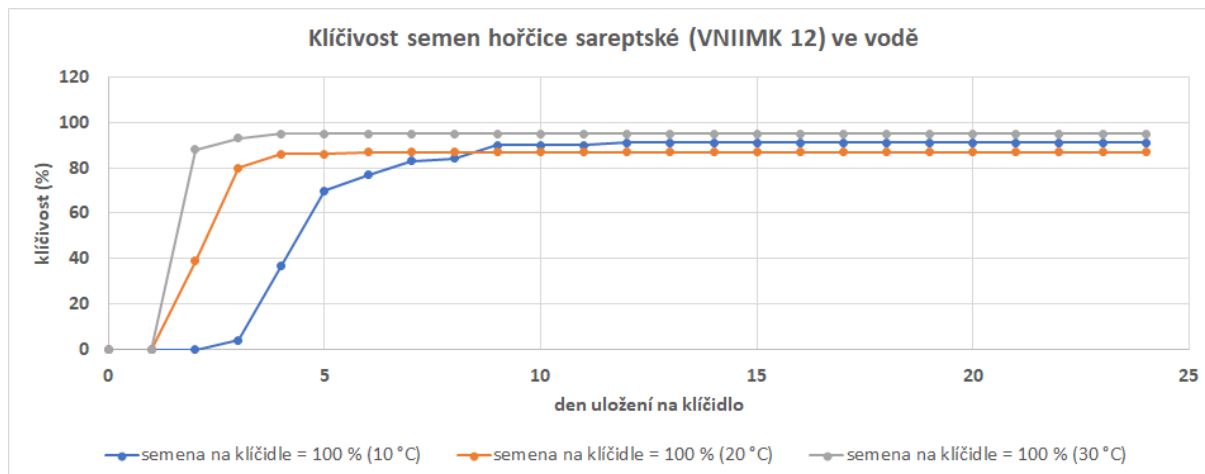




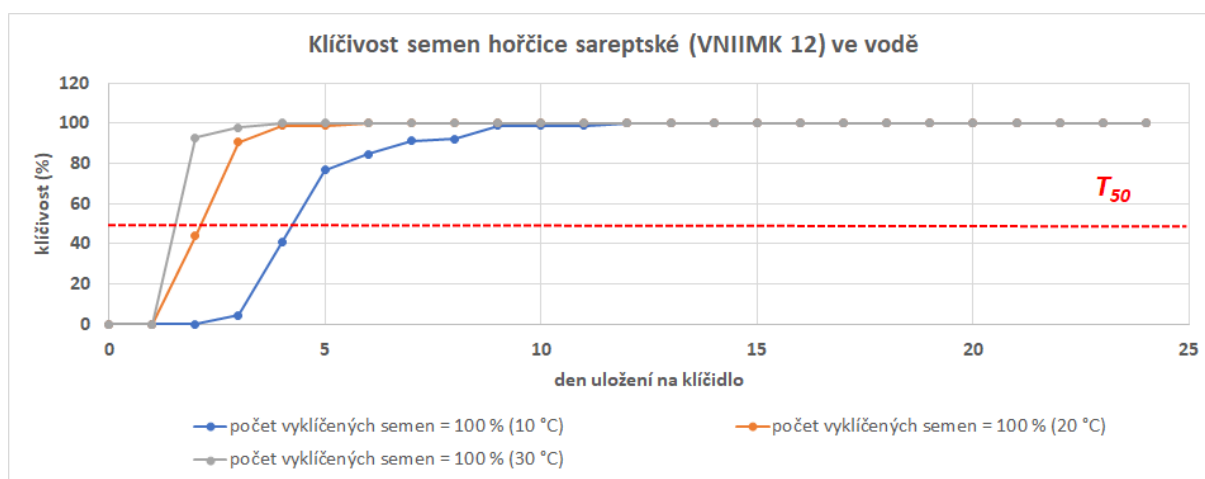
Graf 7: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice černé (N2A94) ve vodě. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.



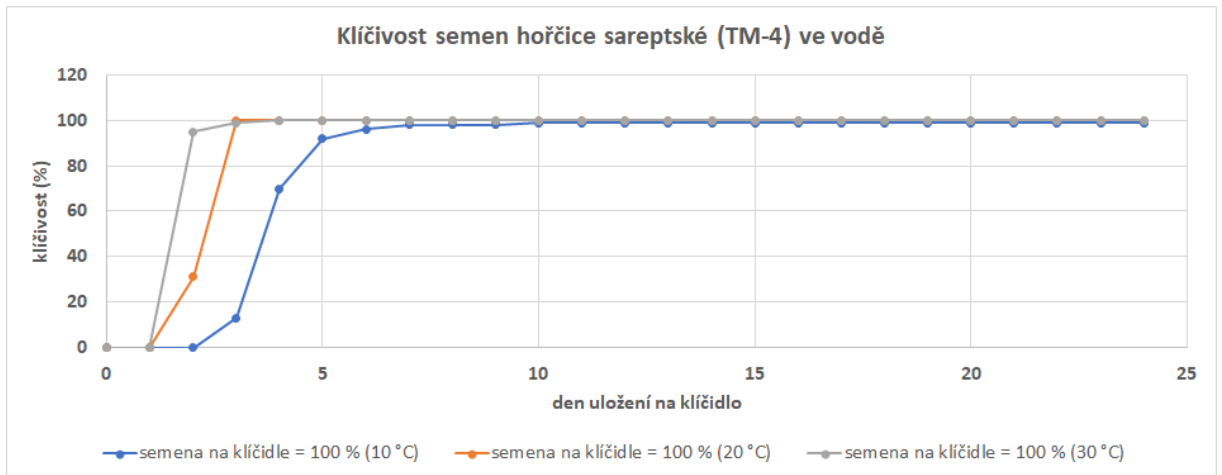
Graf 8: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice černé (N2A94) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .



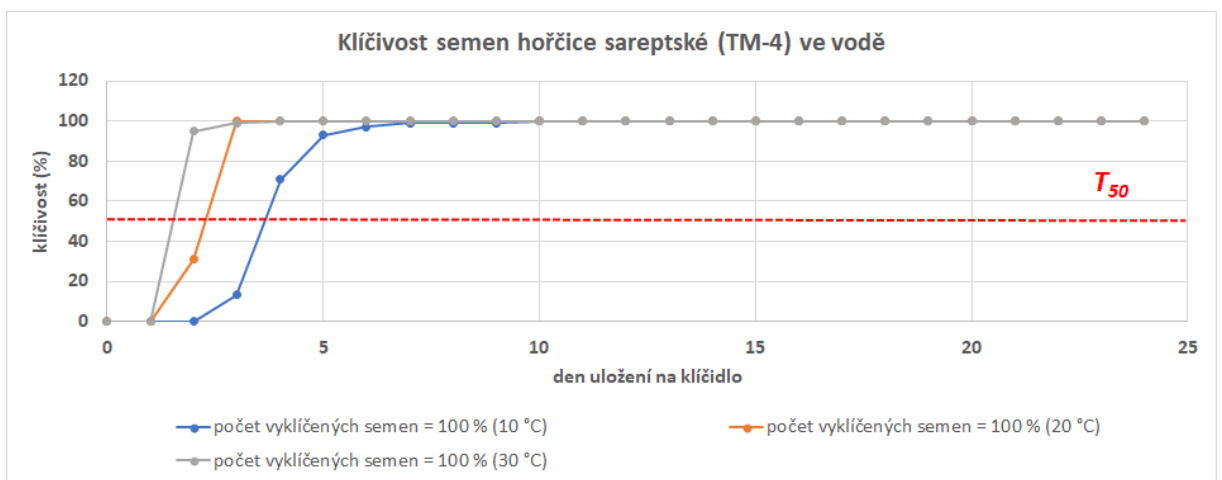
Graf 9: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice sareptské (VNIIMK 12) ve vodě. Semena uložena na klíčidle = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.



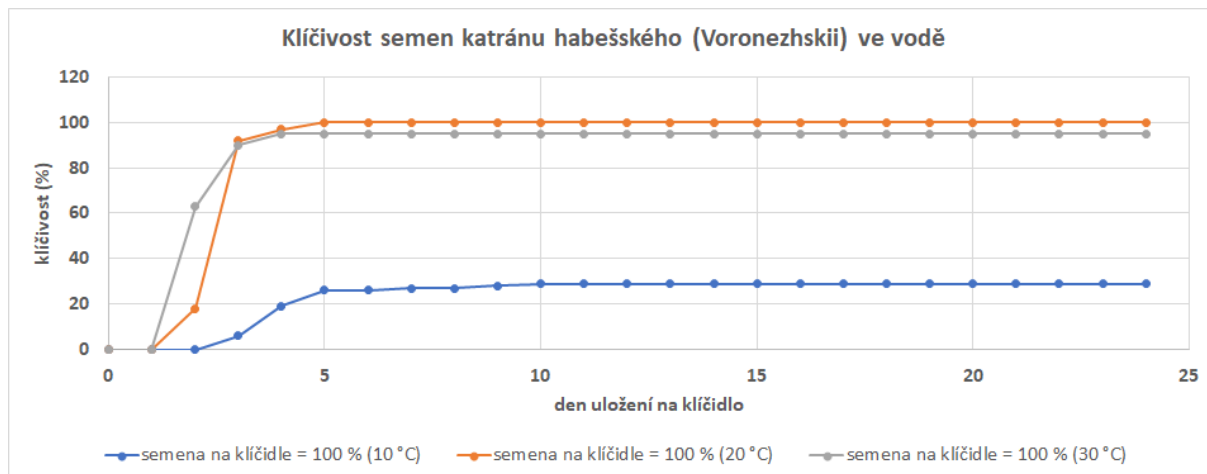
Graf 10: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice sareptské (VNIIMK 12) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .



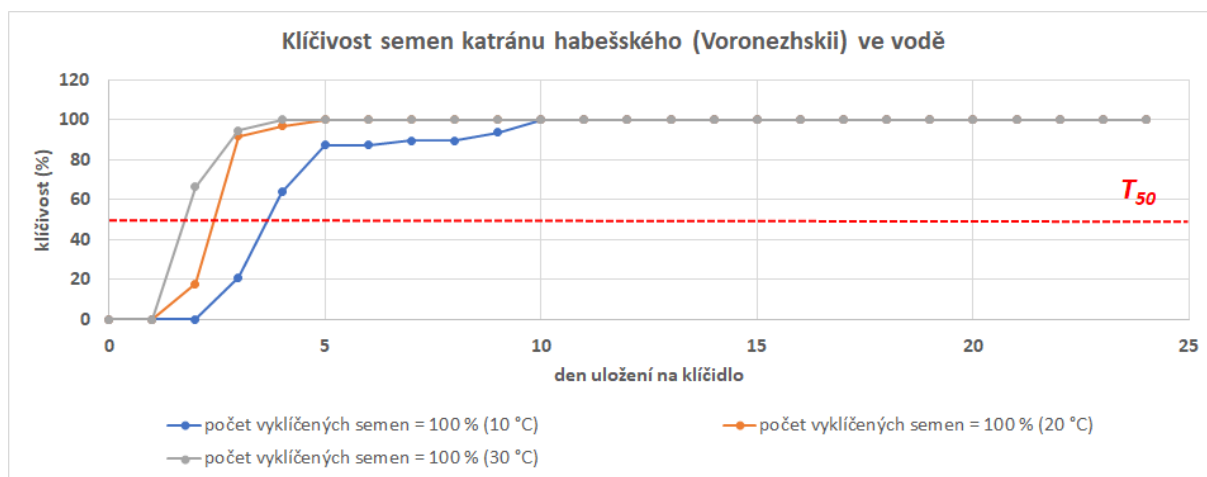
Graf 11: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice sareptské (TM-4) ve vodě. Semena uložena na klíčiďlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.



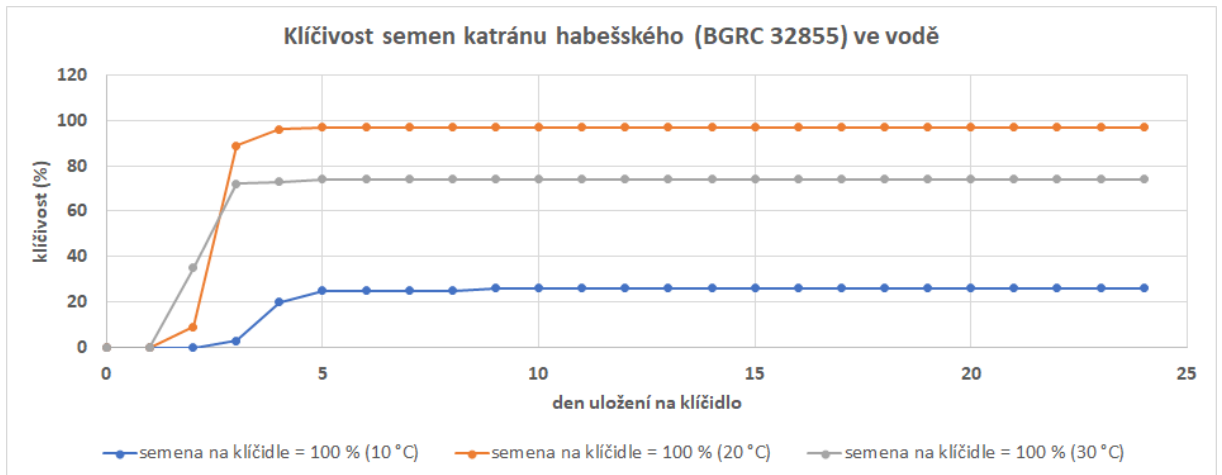
Graf 12: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice sareptské (TM-4) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .



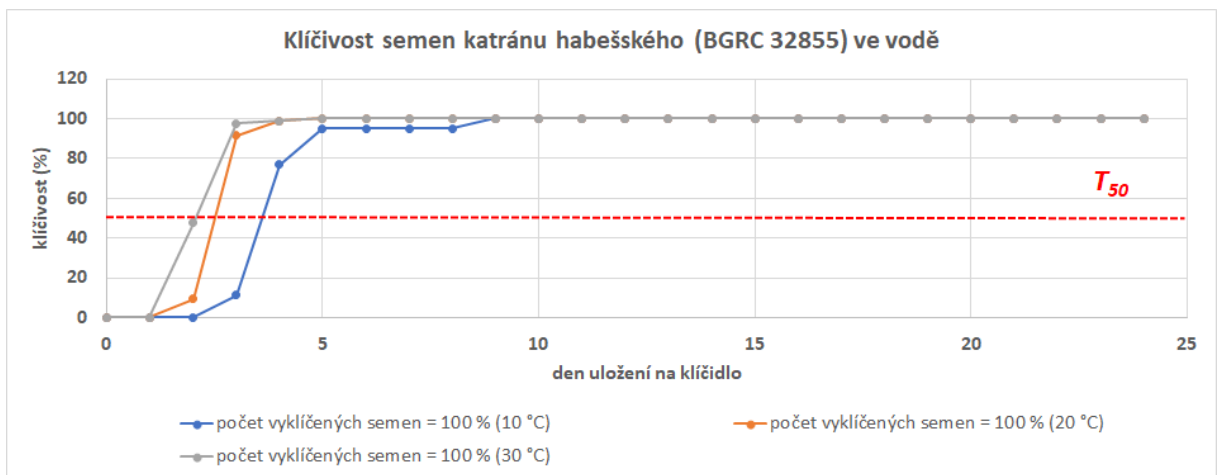
Graf 13: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen katránu habešského (Voronezhskii) ve vodě. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.



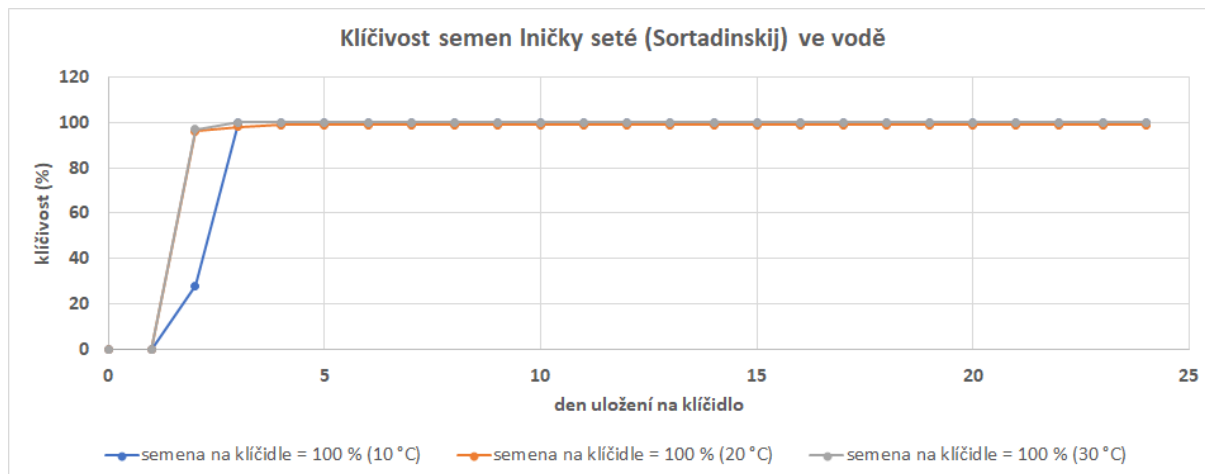
Graf 14: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen katránu habešského (Voronezhskii) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .



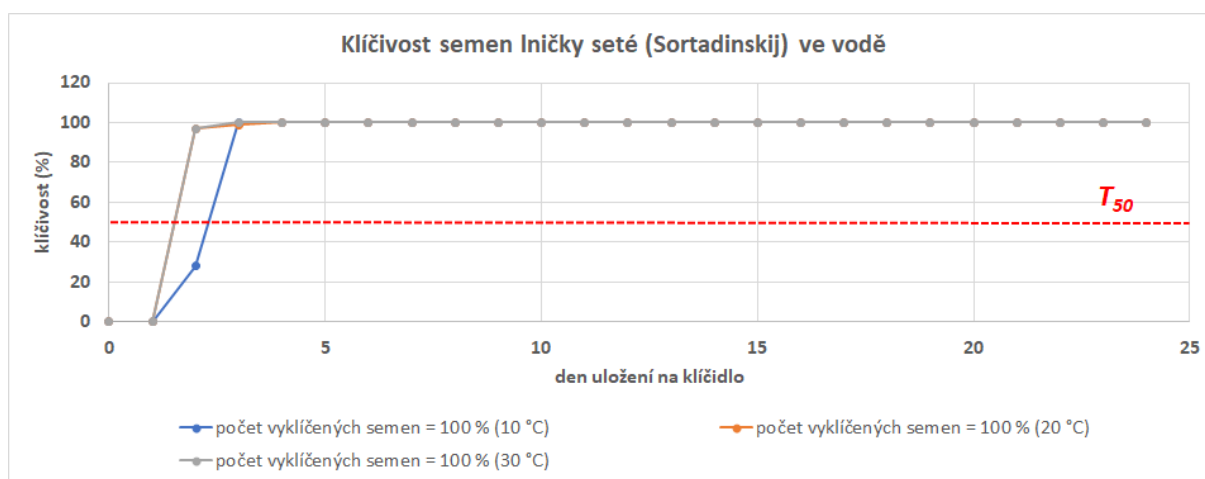
Graf 15: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen katránu habešského (BGRC 32855) ve vodě. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.



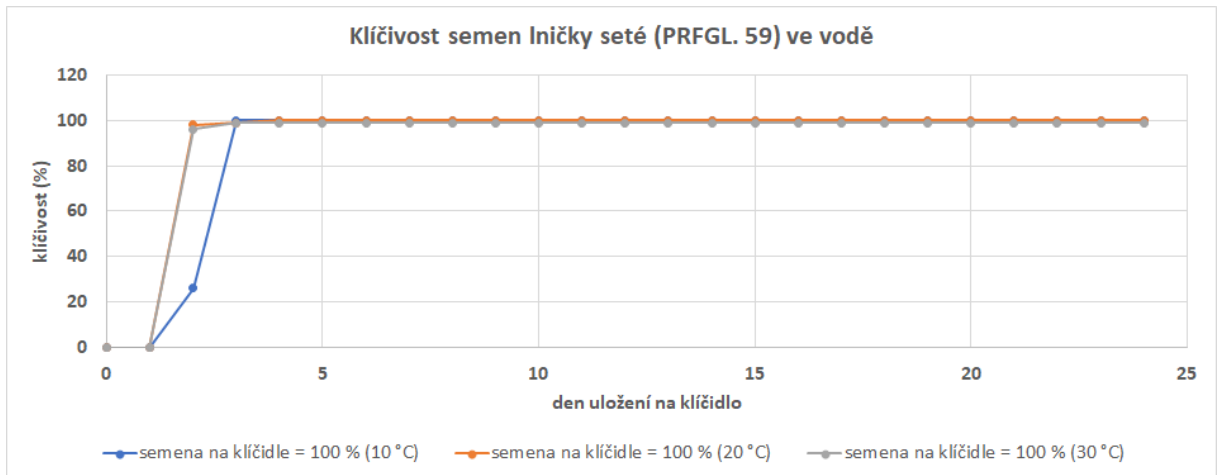
Graf 16: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen katránu habešského (BGRC 32855) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .



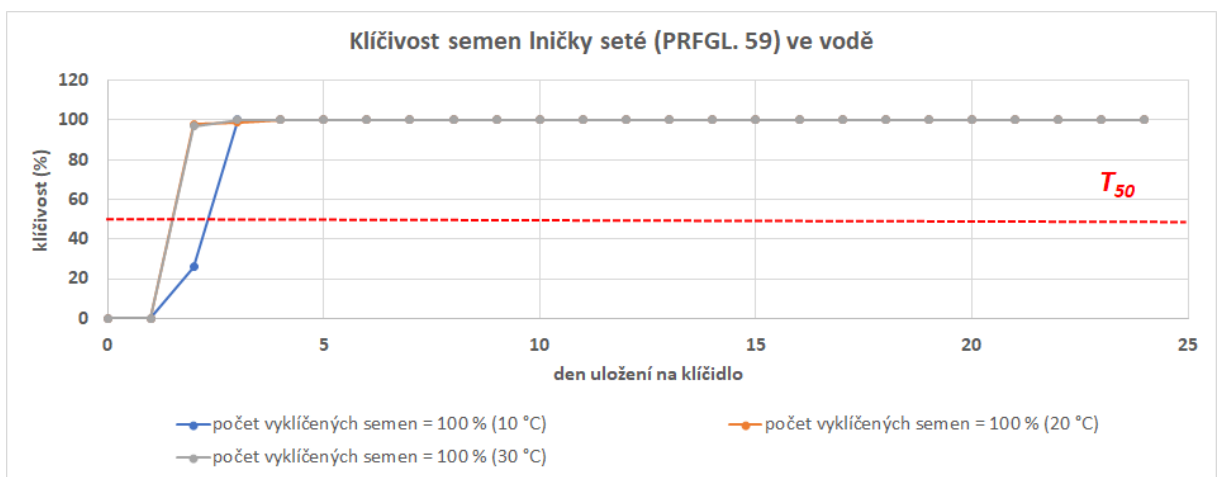
Graf 17: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen Iničky seté (Sortadinskij) ve vodě. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.



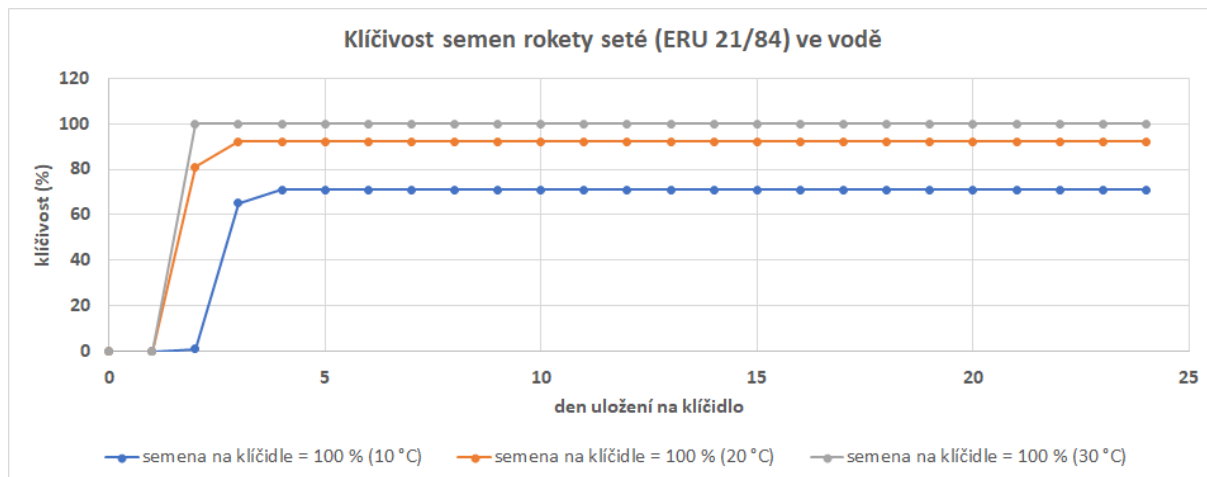
Graf 18: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen Iničky seté (Sortadinskij) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .



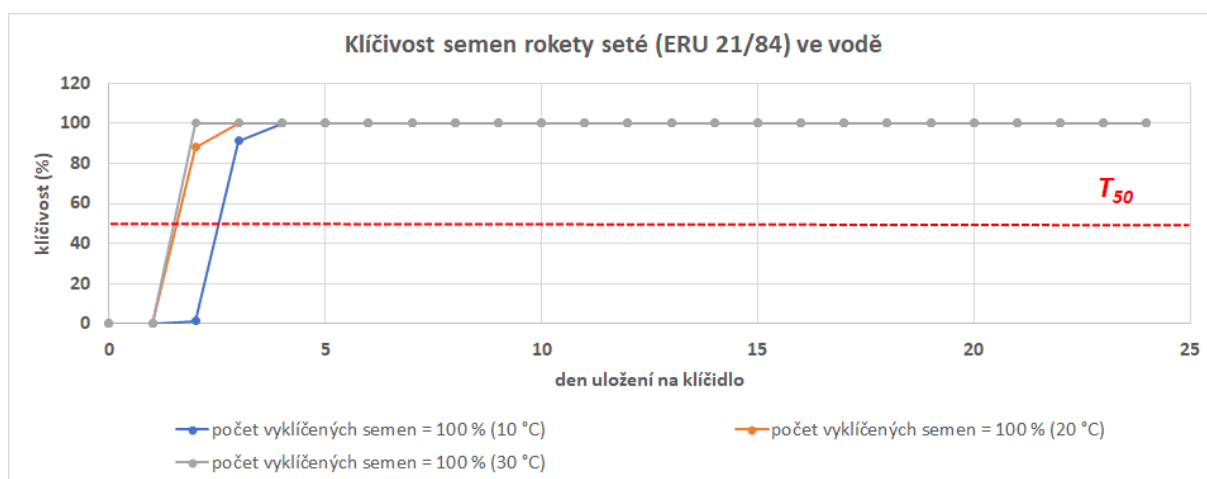
Graf 19: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen lničky seté (PRFGL. 59) ve vodě. Semena uložená na klíčidle = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.



Graf 20: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen lničky seté (PRFGL. 59) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .

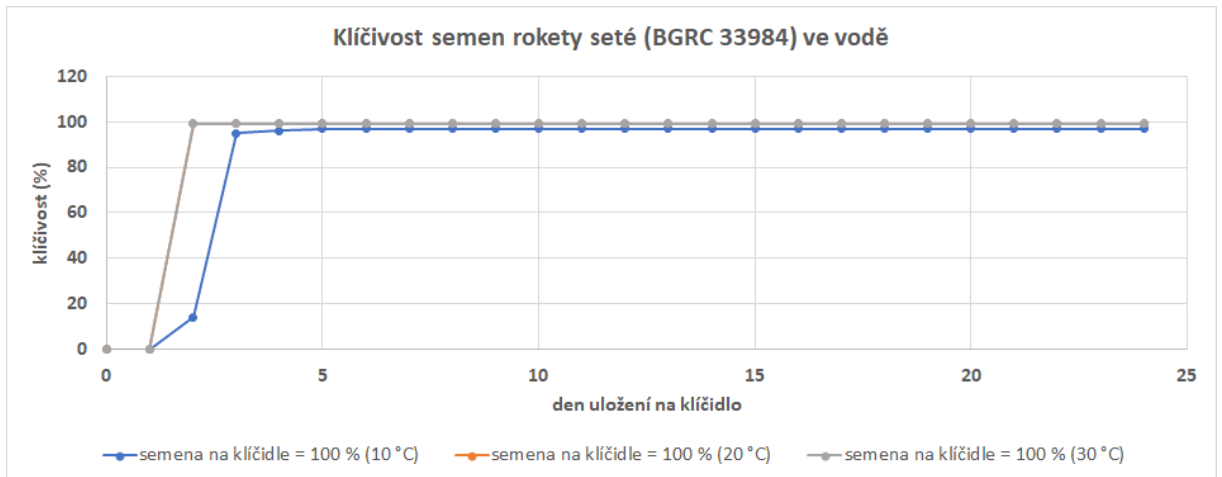


Graf 21: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen roketky seté (ERU 21/84) ve vodě. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.

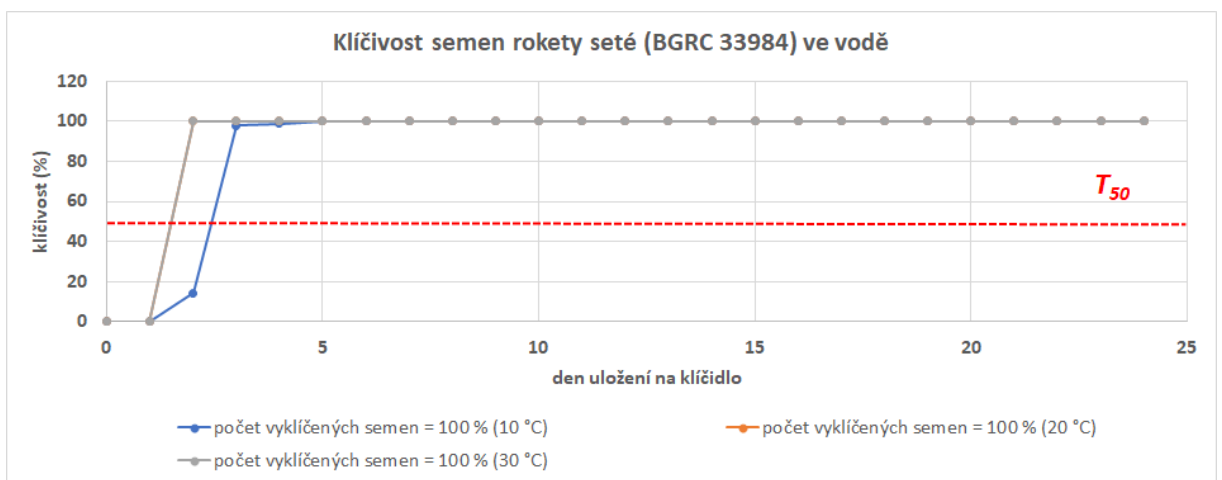


Graf 22: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen roketky seté (ERU 21/84) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .

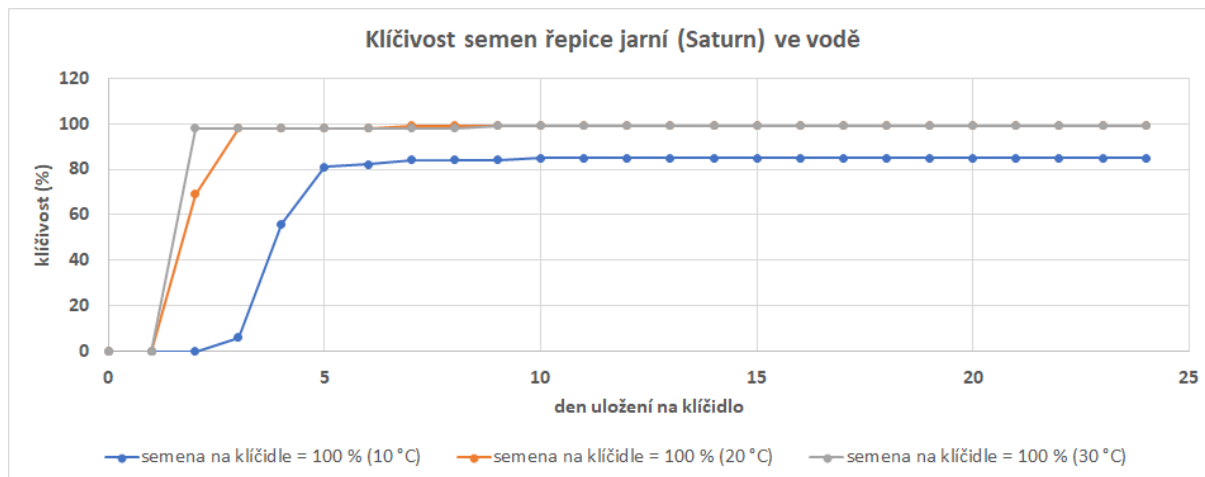




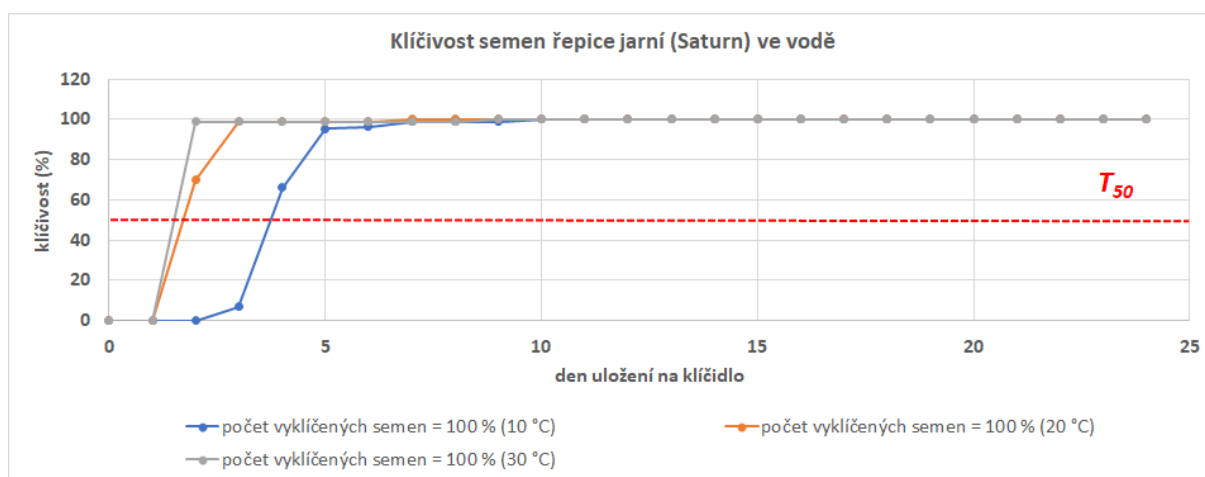
Graf 23: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen roketý seté (BGRC 33984) ve vodě. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.



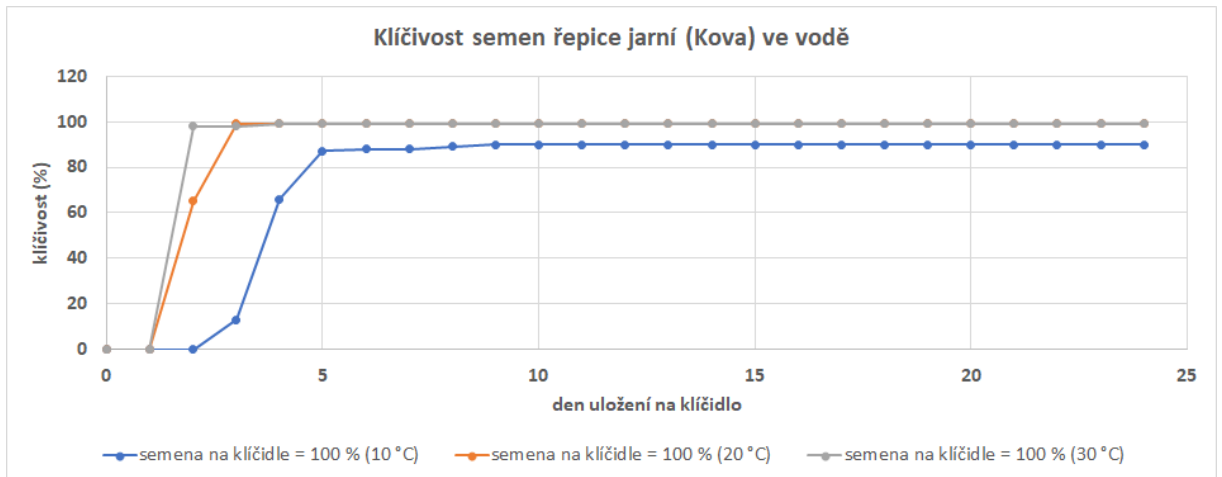
Graf 24: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen roketý seté (BGRC 33984) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .



Graf 25: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepice jarní (Saturn) ve vodě. Semena uložena na klíčidle = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.



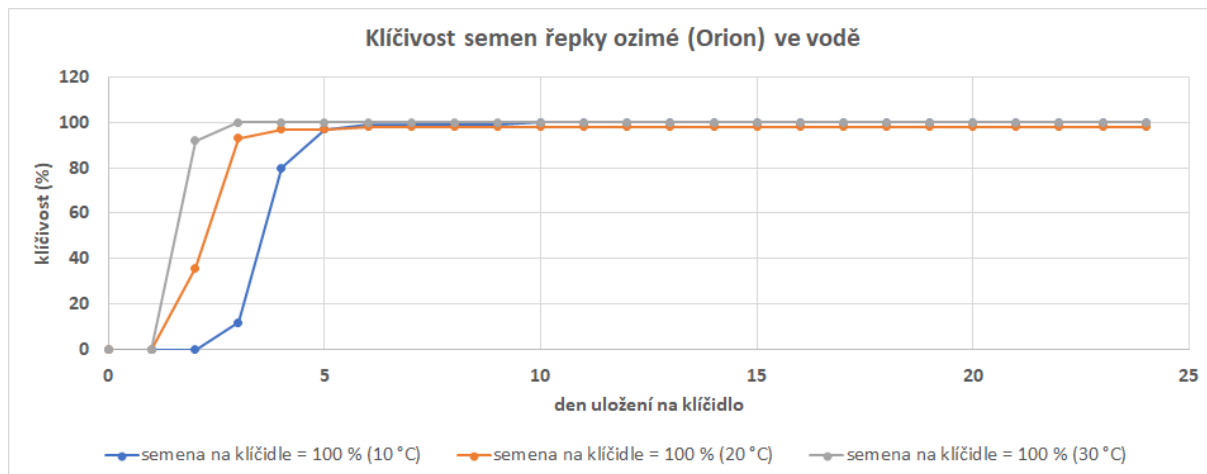
Graf 26: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepice jarní (Saturn) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .



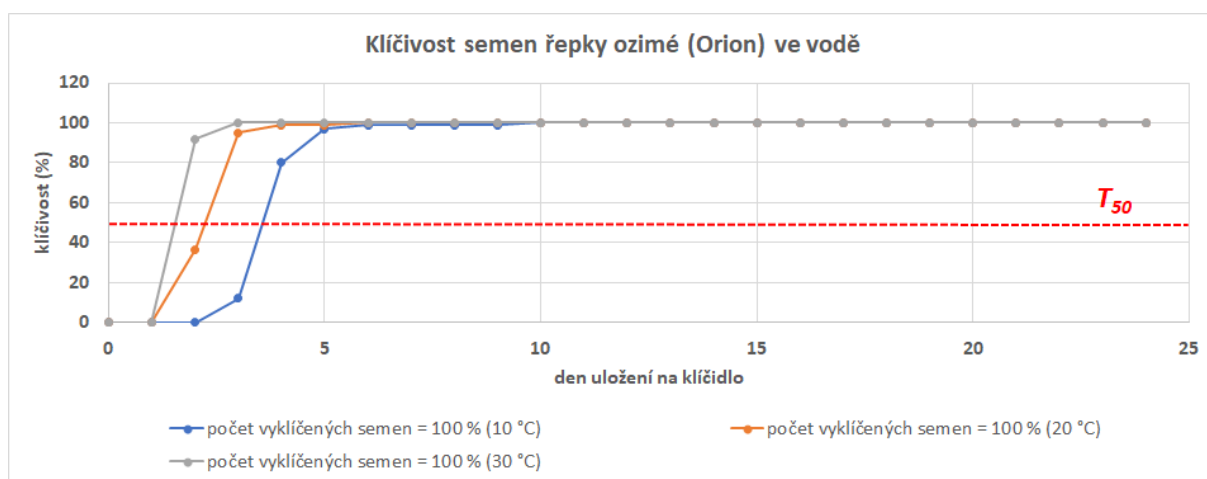
Graf 27: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepice jarní (Kova) ve vodě. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.



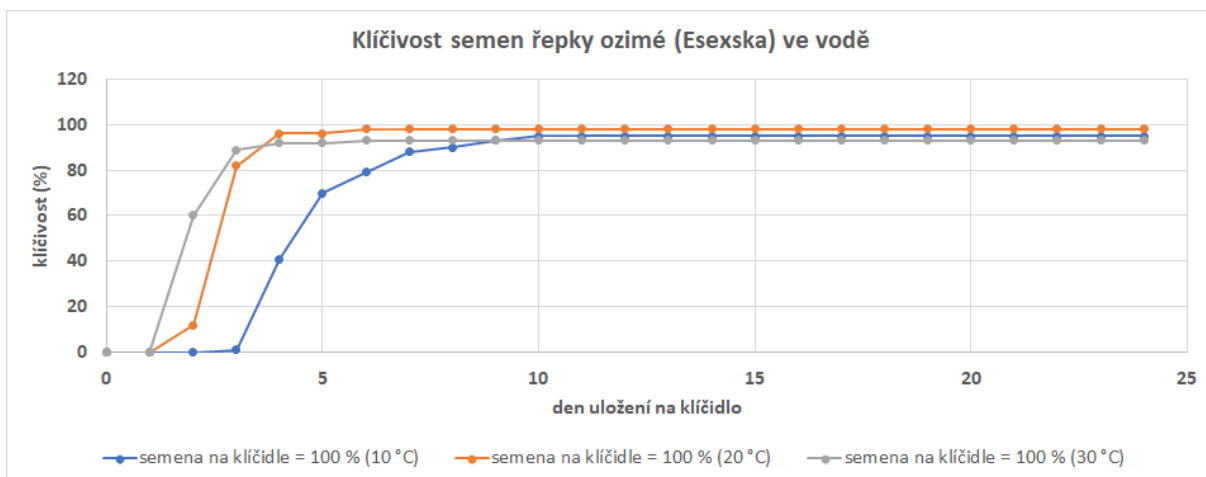
Graf 28: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepice jarní (Kova) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu T<sub>50</sub>.



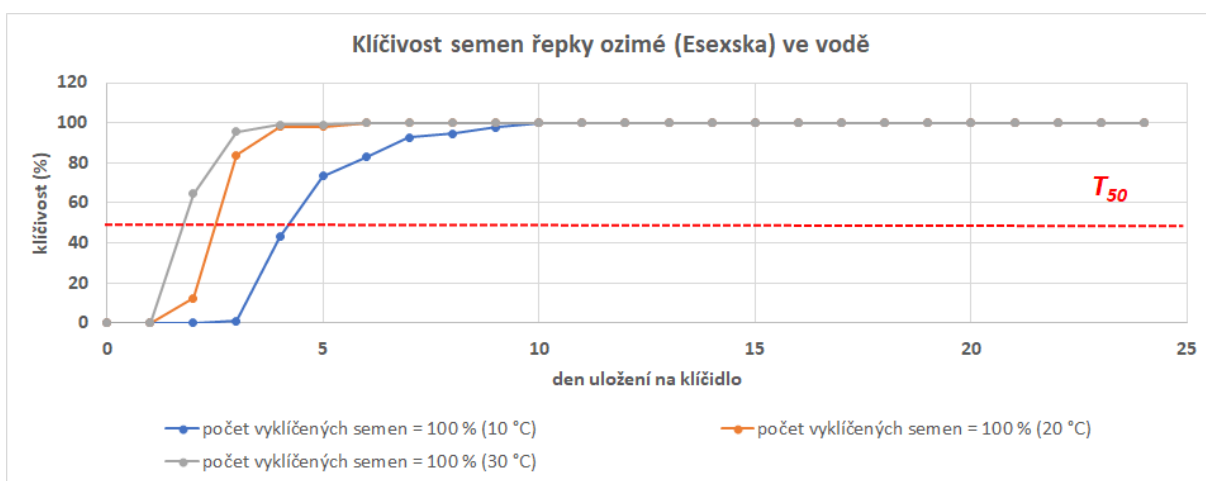
Graf 29: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepky ozimé (Orion) ve vodě. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.



Graf 30: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepky ozimé (Orion) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena příčka pro hodnotu  $T_{50}$ .

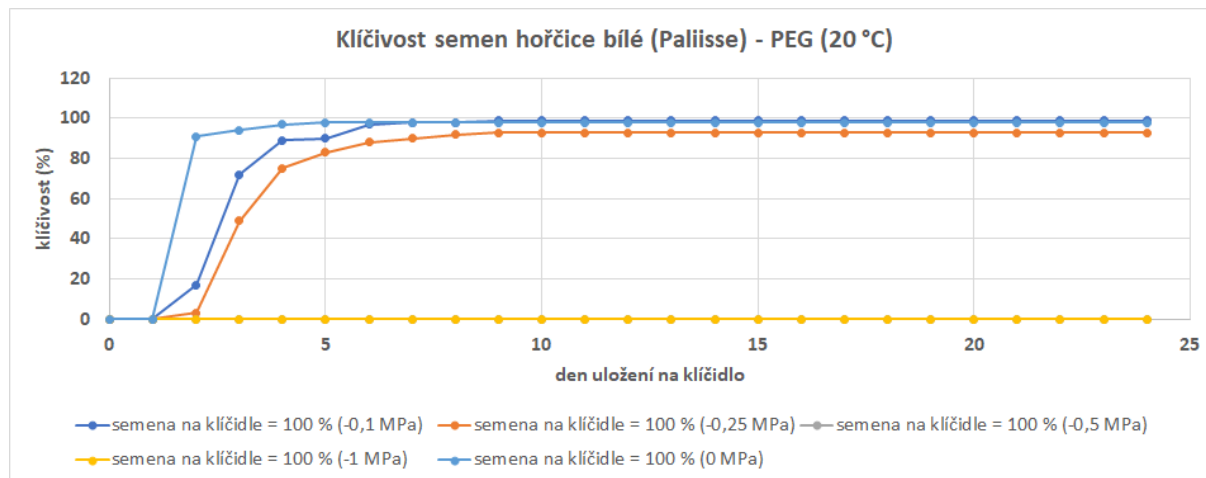


Graf 31: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepky ozimé (Esexska) ve vodě. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C.

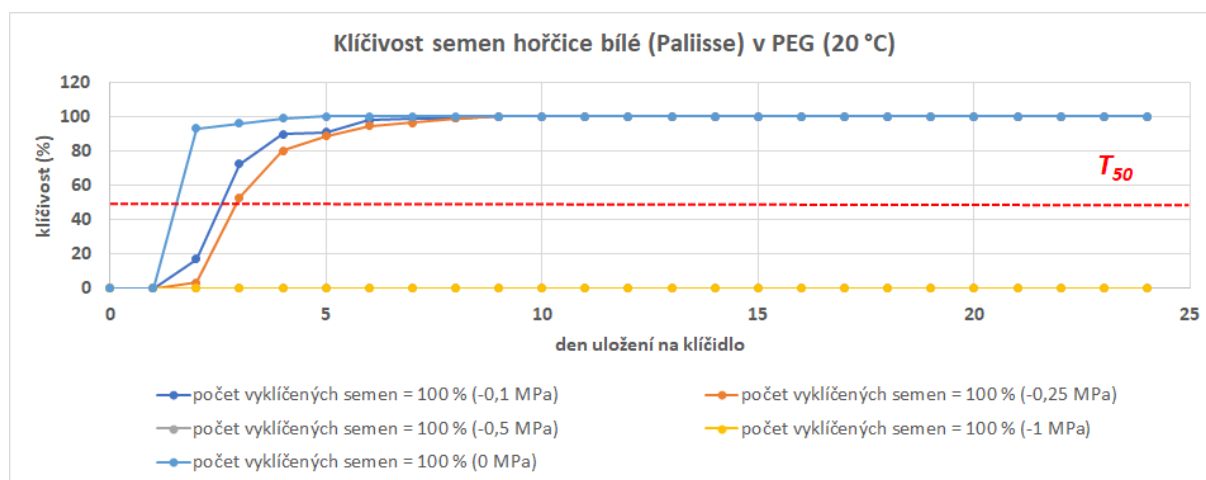


Graf 32: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepky ozimé (Esexska) ve vodě. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti ve vodě 10 °C, 20 °C a 30 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .

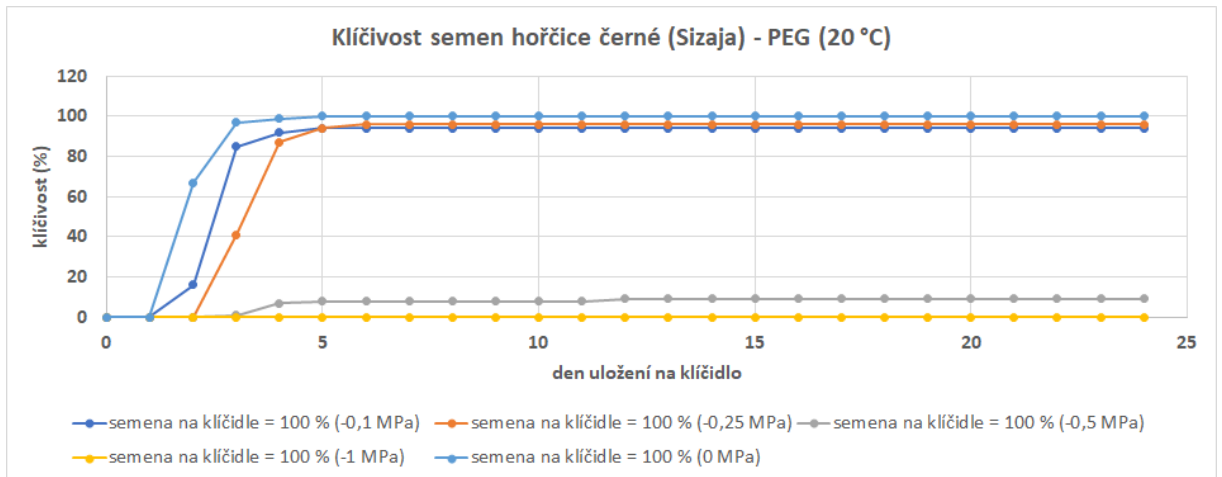
## 6.2 Snížená dostupnost vody



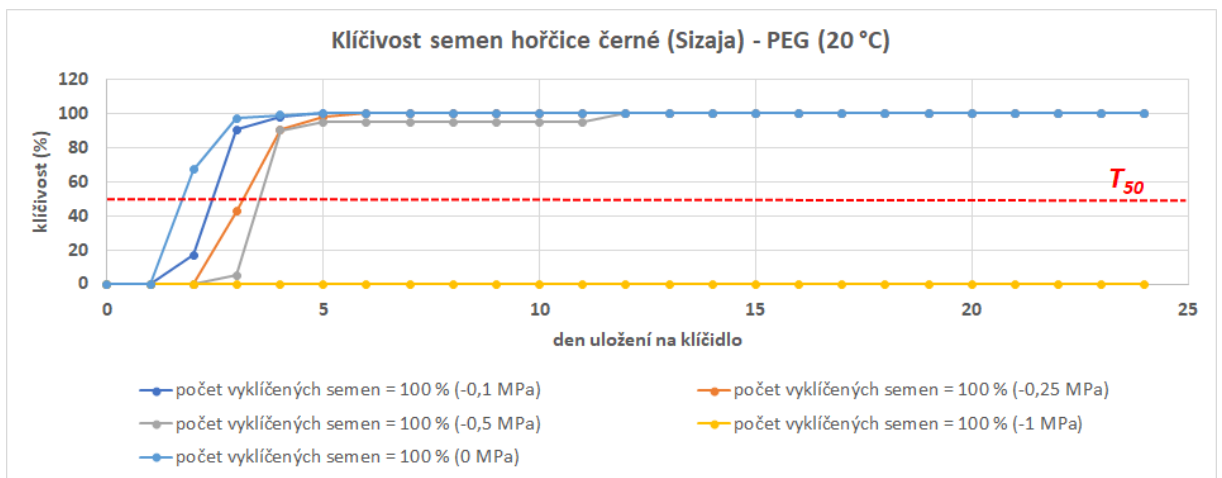
Graf 33: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice bílé (Paliisse) v roztoku PEG 6000. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5; -1 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.



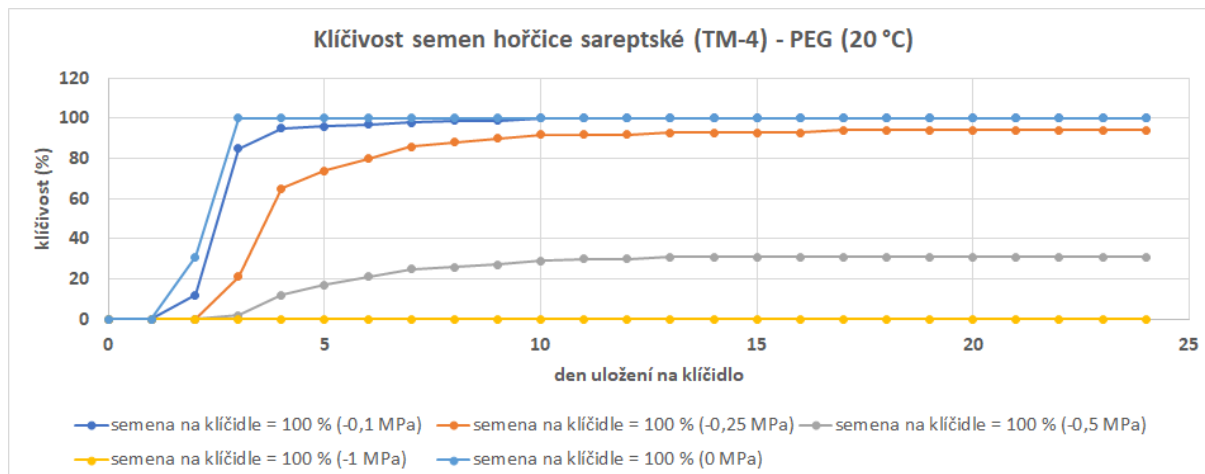
Graf 34: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice bílé (Paliisse) v roztoku PEG 6000. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5; -1 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu T<sub>50</sub>.



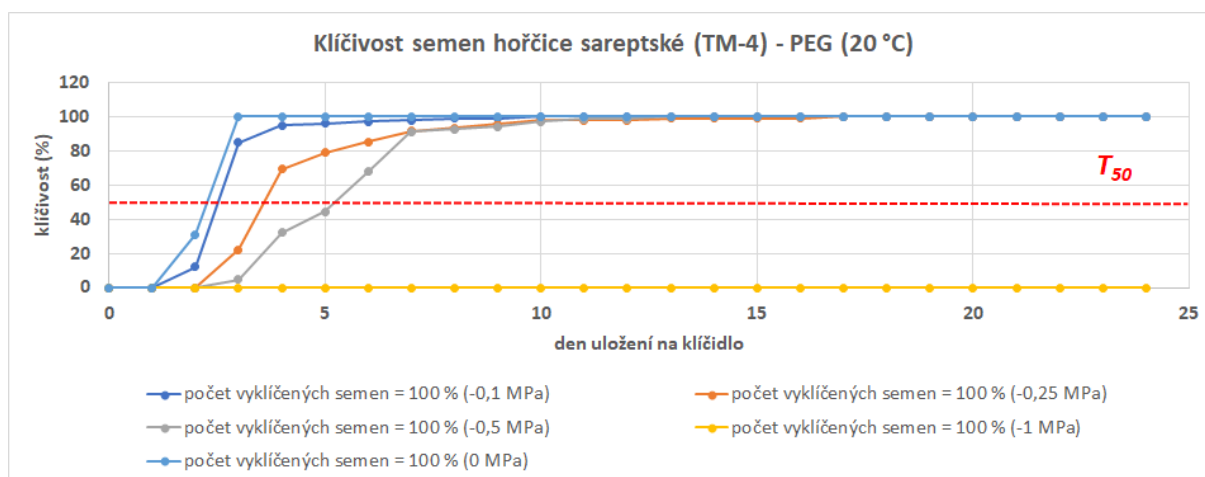
Graf 35: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice černé (Sizaja) v roztoku PEG 6000. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5; -1 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.



Graf 36: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice černé (Sizaja) v roztoku PEG 6000. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5; -1 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .

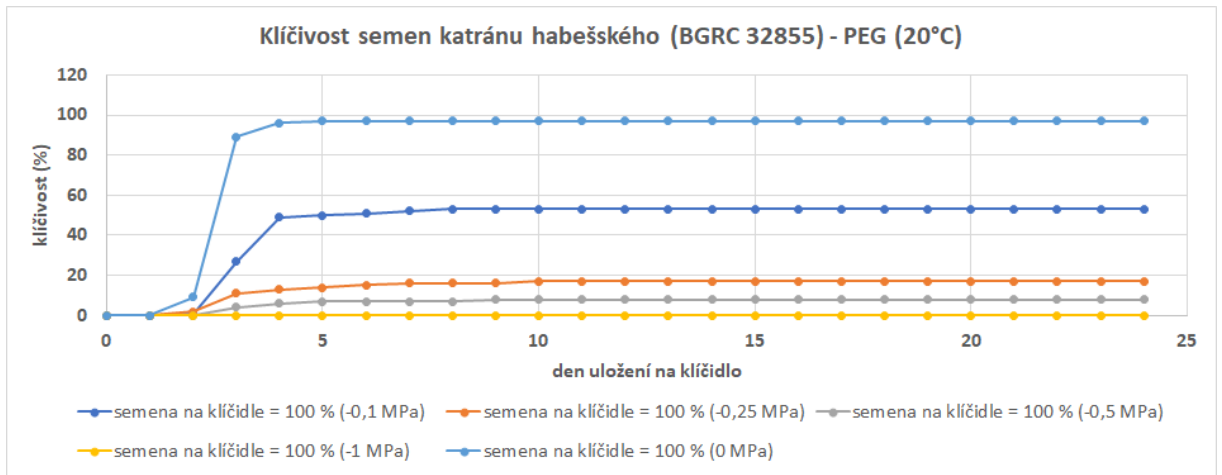


Graf 37: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice sareptské (TM-4) v roztoku PEG 6000. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5; -1 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.

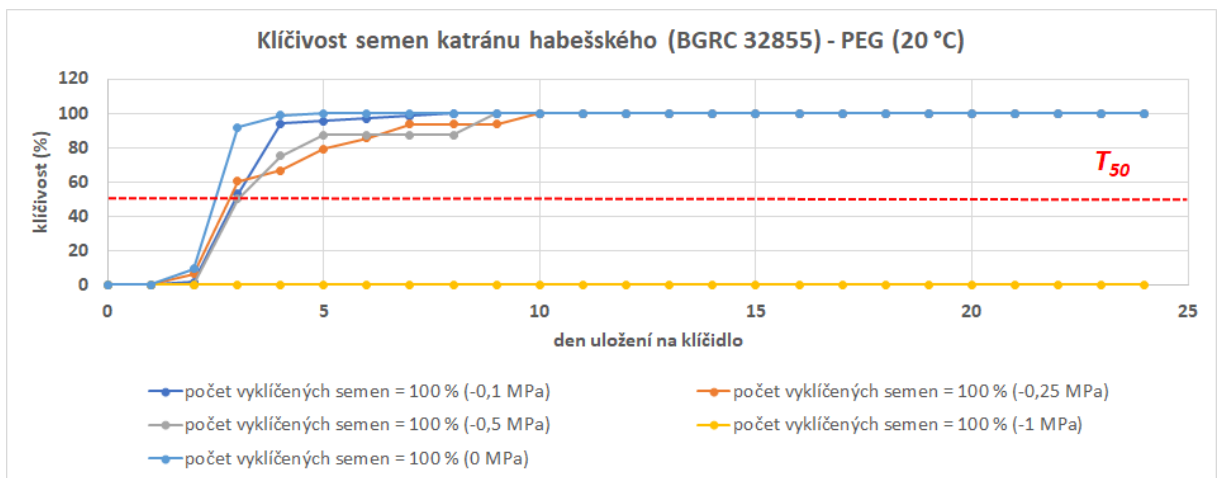


Graf 38: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice sareptské (TM-4) v roztoku PEG 6000. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5; -1 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .

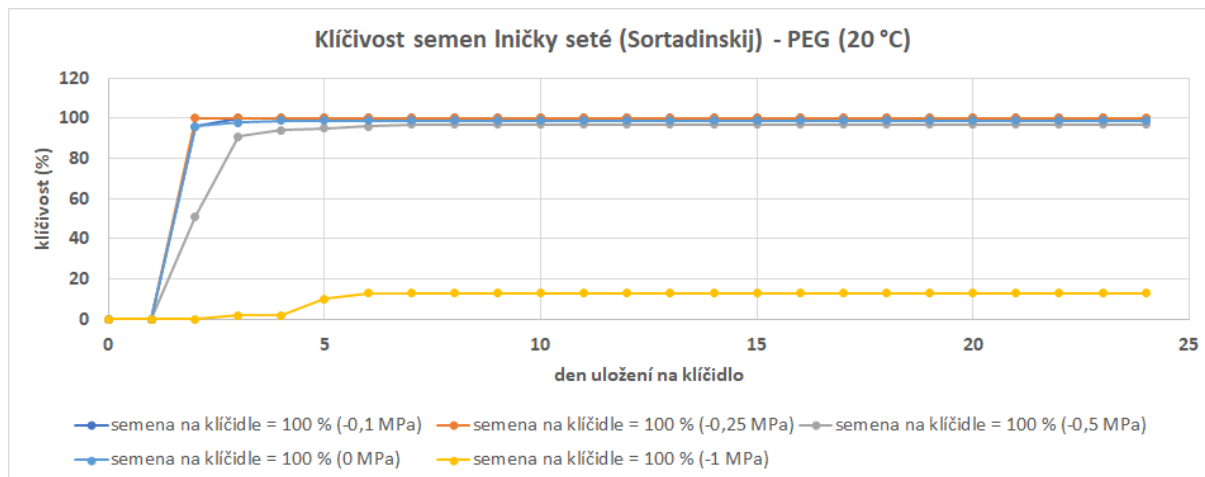




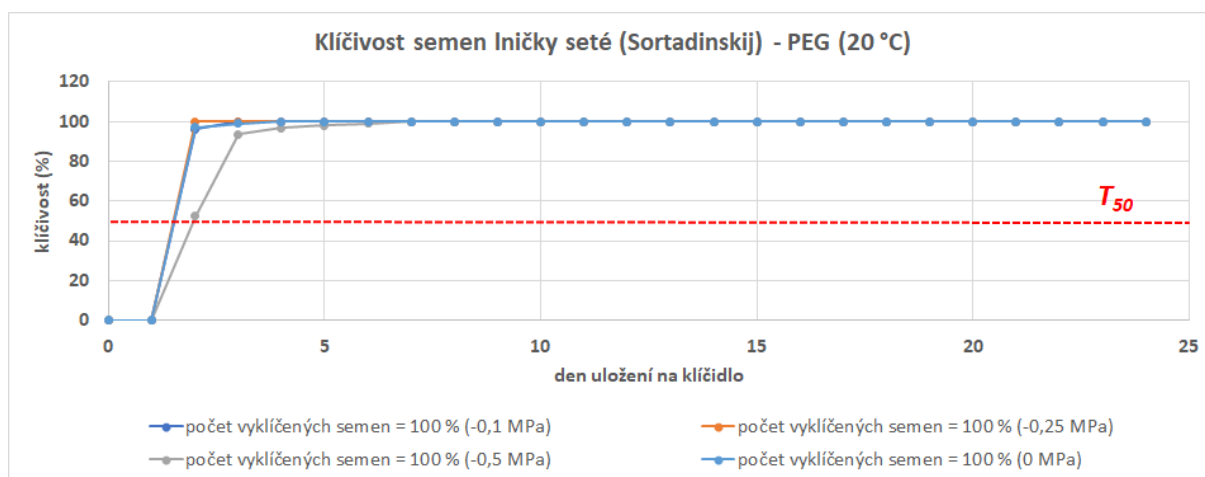
Graf 39: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen katránu habešského (BGRC 32855) v roztoku PEG 6000. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5; -1 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.



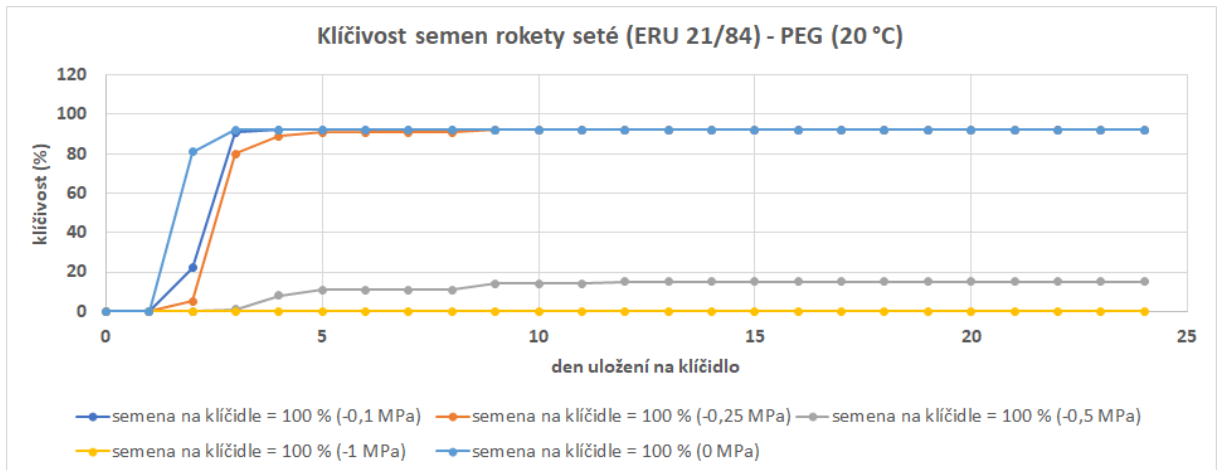
Graf 40: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen katránu habešského (BGRC 32855) v roztoku PEG 6000. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5; -1 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímkou pro hodnotu  $T_{50}$ .



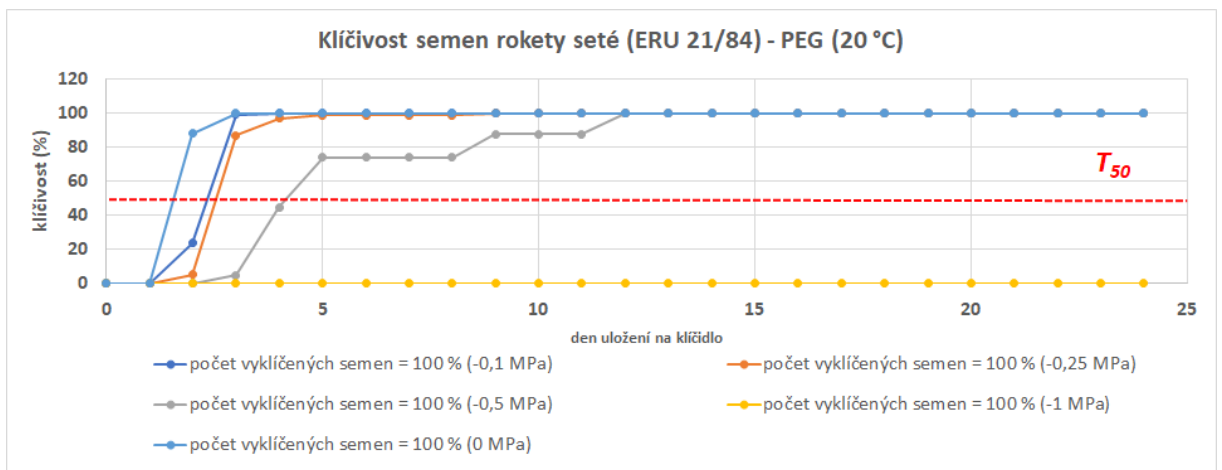
Graf 41: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen Iničky seté (Sortadinskij) v roztoku PEG 6000. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5; -1 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.



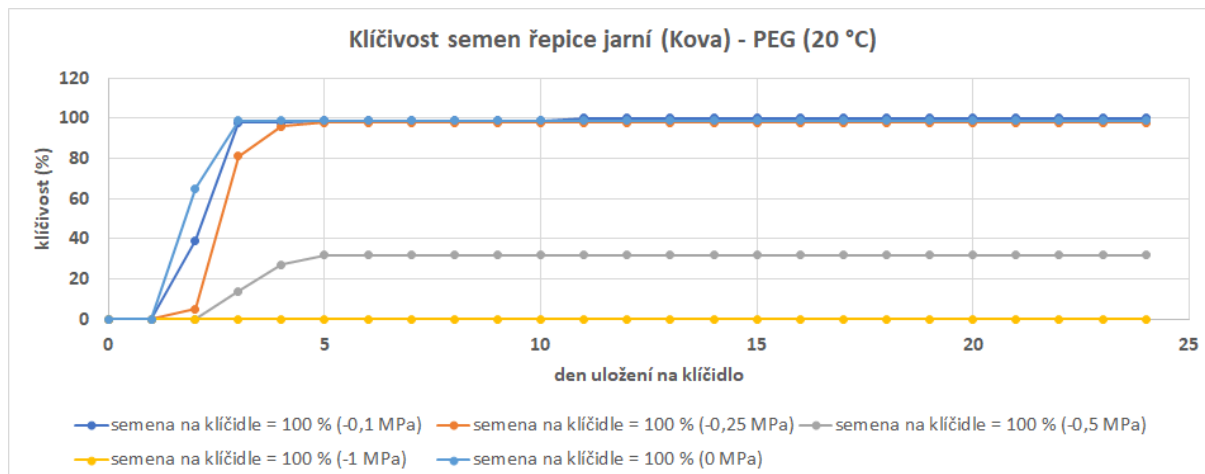
Graf 42: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen Iničky seté (Sortadinskij) v roztoku PEG 6000. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .



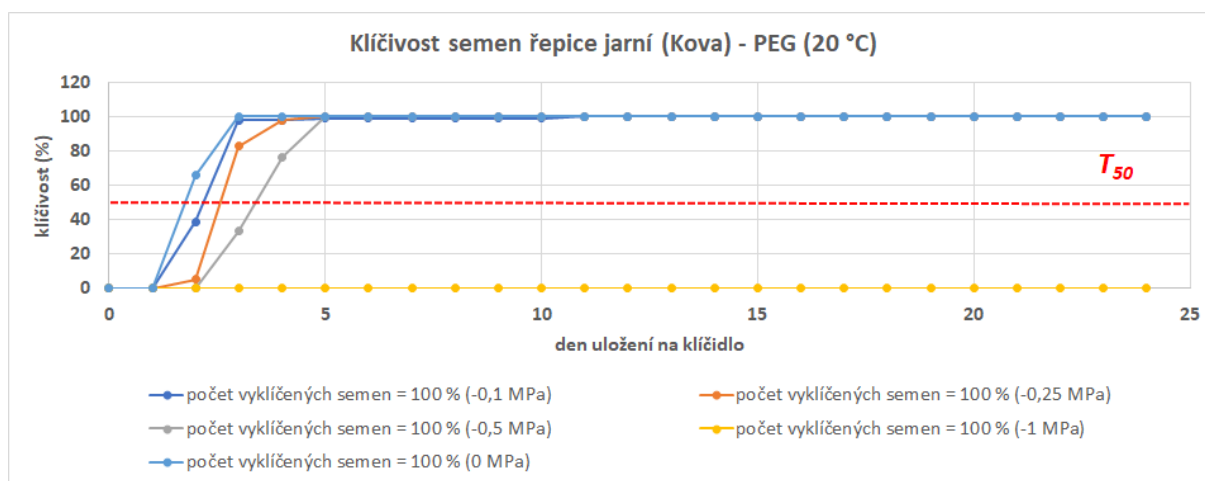
Graf 43: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen roketý seté (ERU 21/84) v roztoku PEG 6000. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5; -1 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.



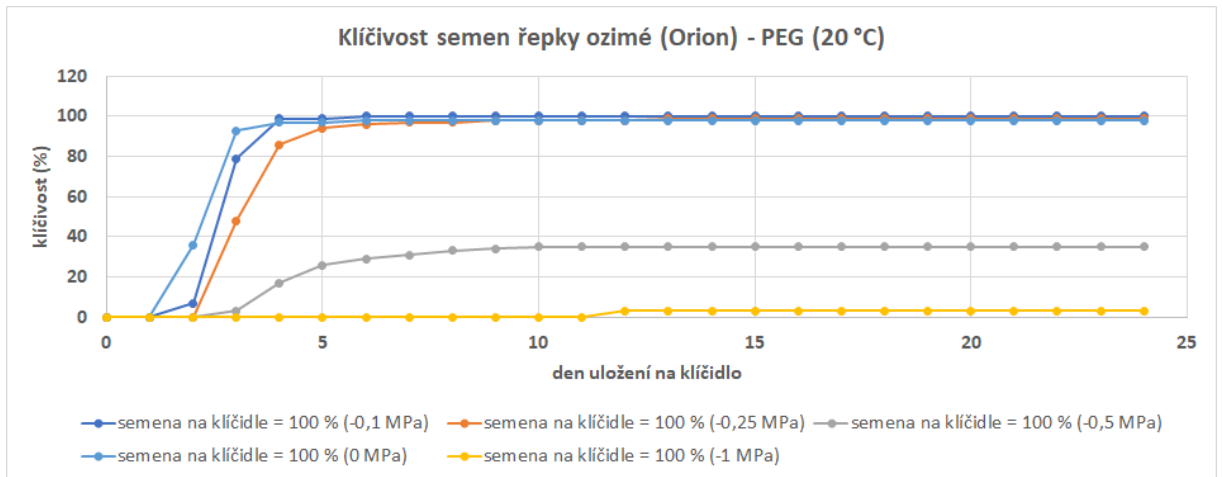
Graf 44: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen roketý seté (ERU 51/84) v roztoku PEG 6000. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5; -1 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .



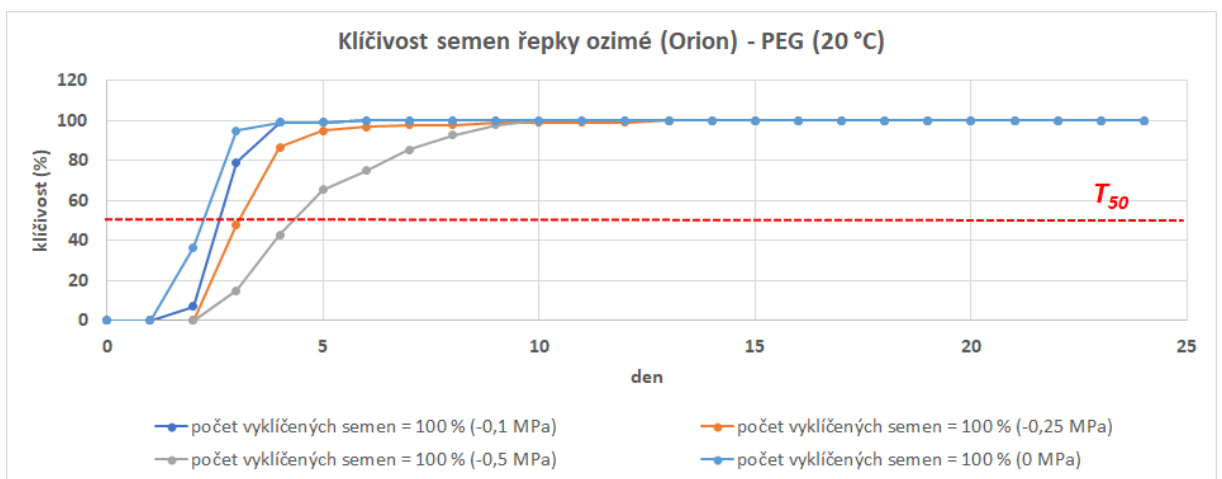
Graf 45: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepice jarní (Kova) v roztoku PEG 6000. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5; -1 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.



Graf 46: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepice jarní (Kova) v roztoku PEG 6000. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5; -1 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .

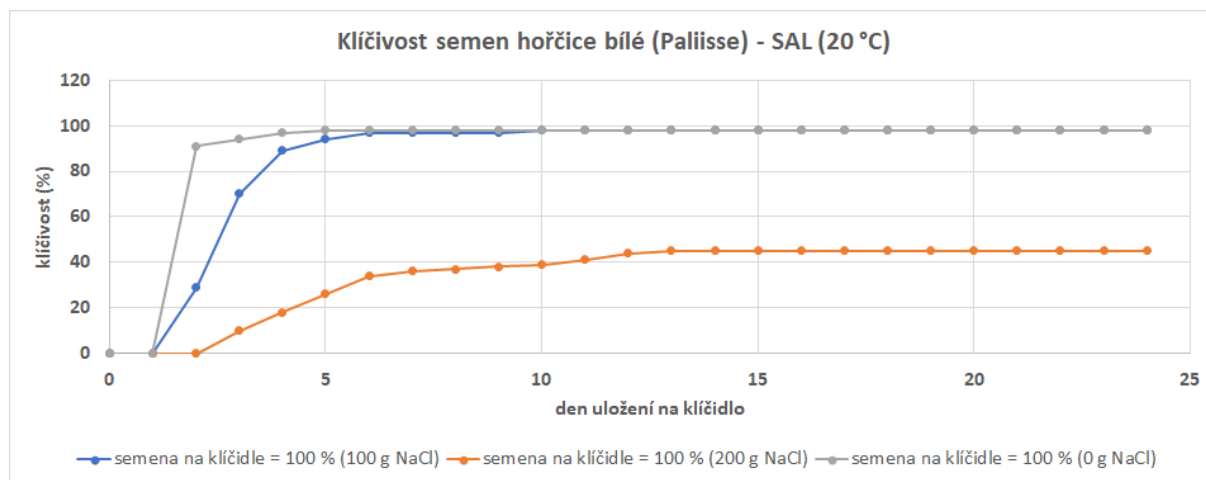


Graf 47: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepky ozimé (Orion) v roztoku PEG 6000. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5; -1 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.

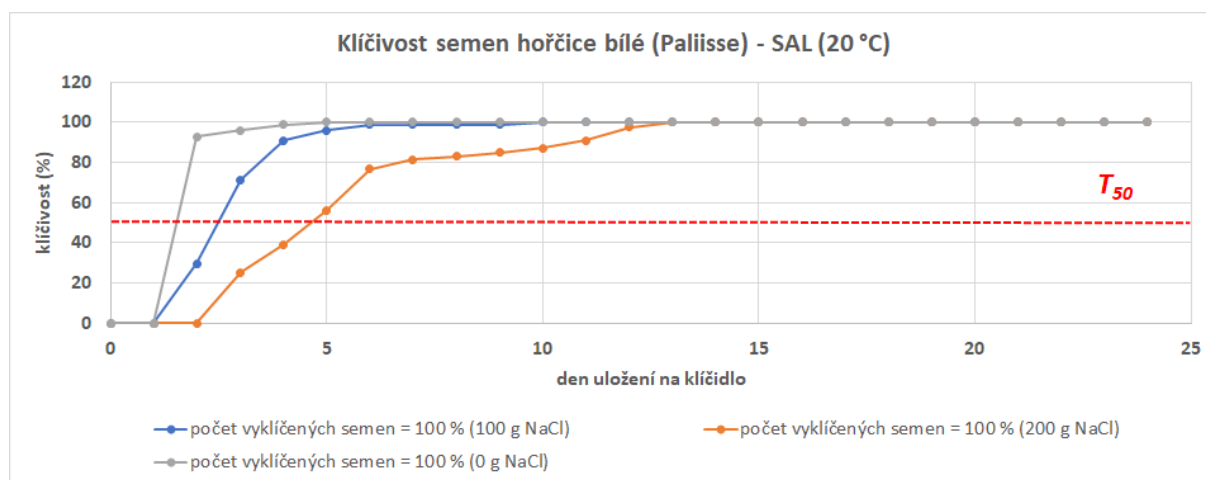


Graf 48: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepky ozimé (Orion) v roztoku PEG 6000. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti odpovídající hodnotám vodního potenciálu -0,1; -0,25; -0,5 MPa. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .

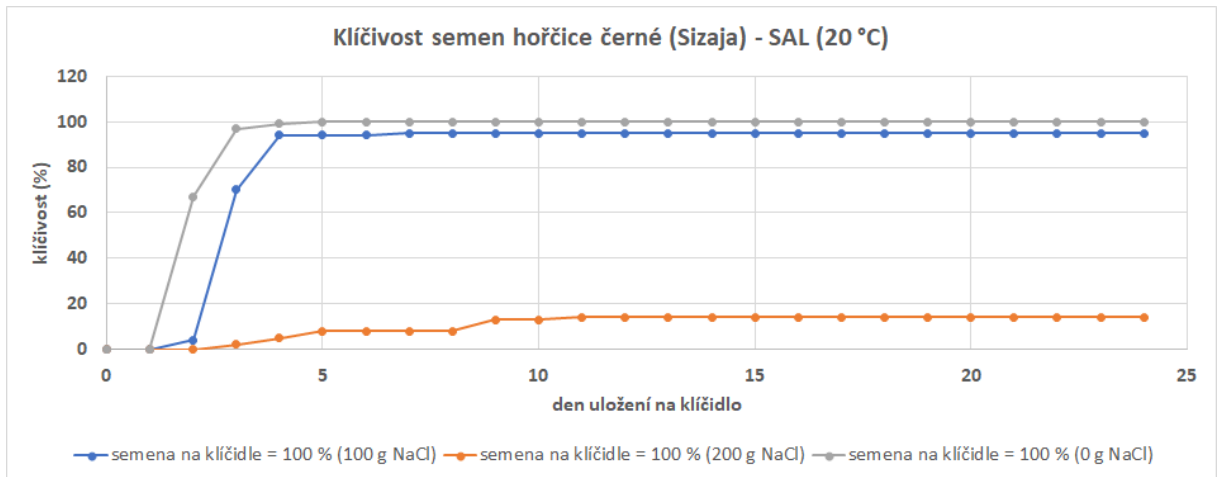
### 6.3 Salinita



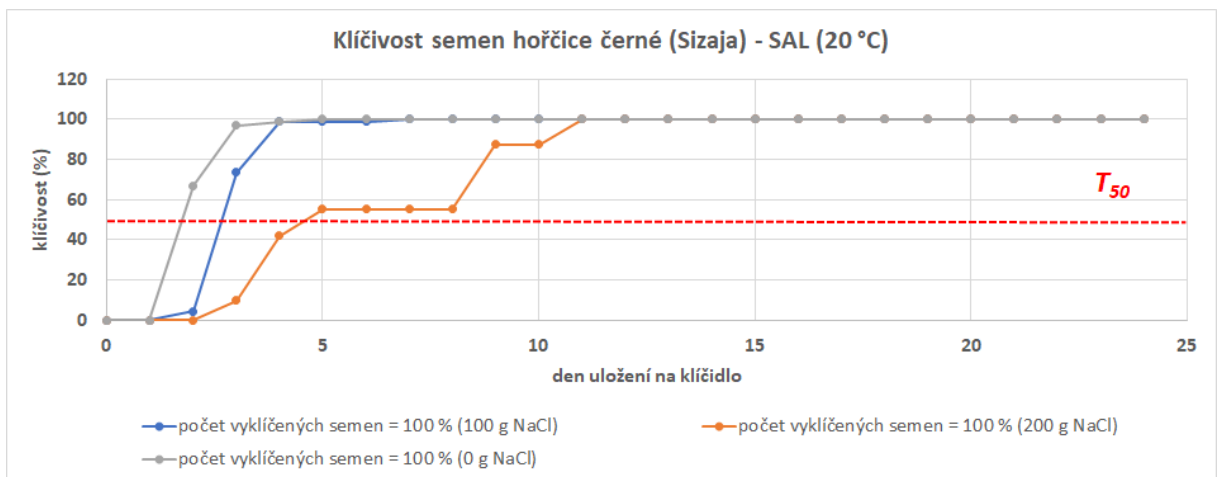
Graf 49: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice bílé (Paliisse) v roztoku NaCl. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.



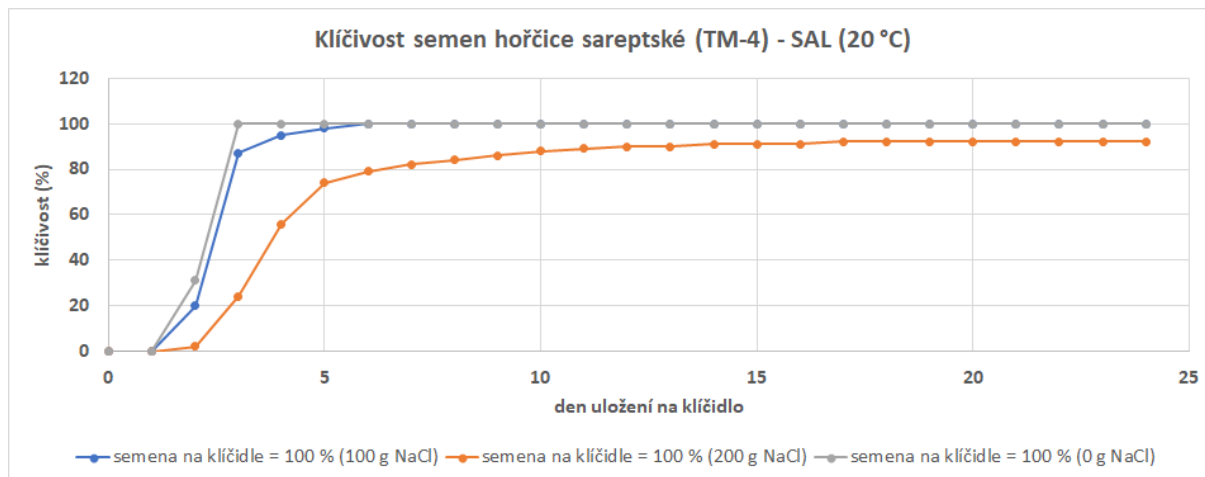
Graf 50: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice bílé (Paliisse) v roztoku NaCl. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena příčka pro hodnotu  $T_{50}$ .



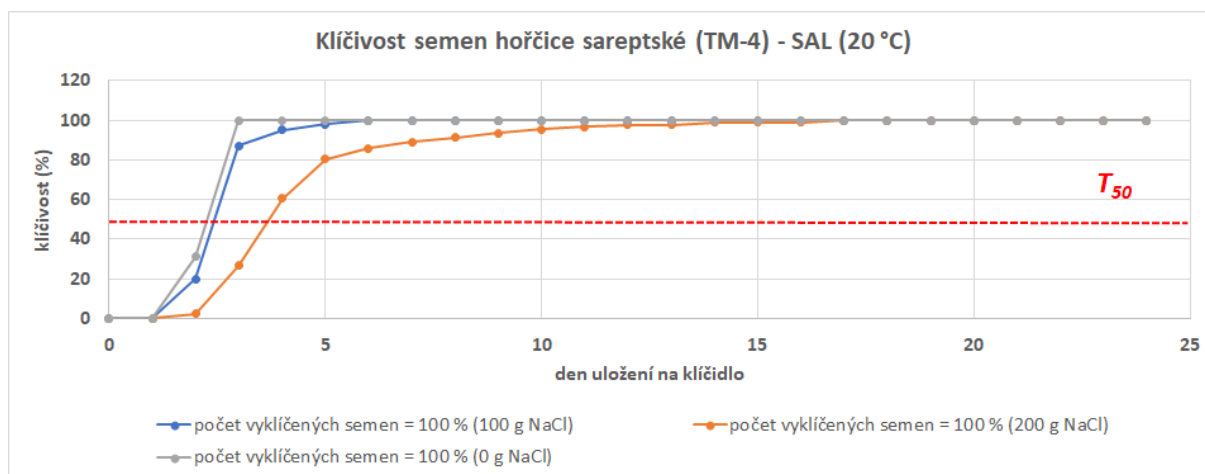
Graf 51: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice černé (Sizaja) v roztoku NaCl. Semena uložena na klíčídlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.



Graf 52: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice černé (Sizaja) v roztoku NaCl. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .

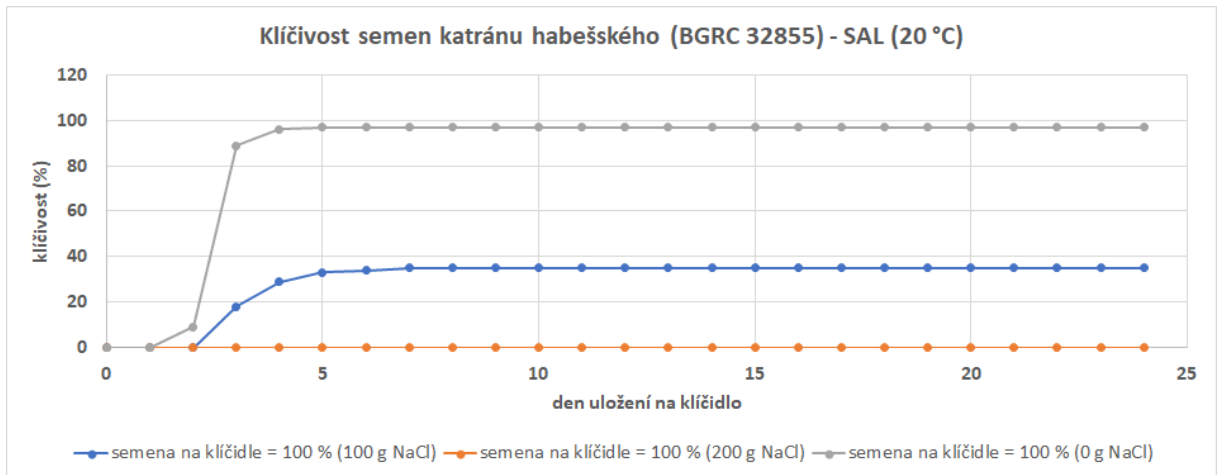


Graf 53: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice sareptské (TM-4) v roztoku NaCl. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.

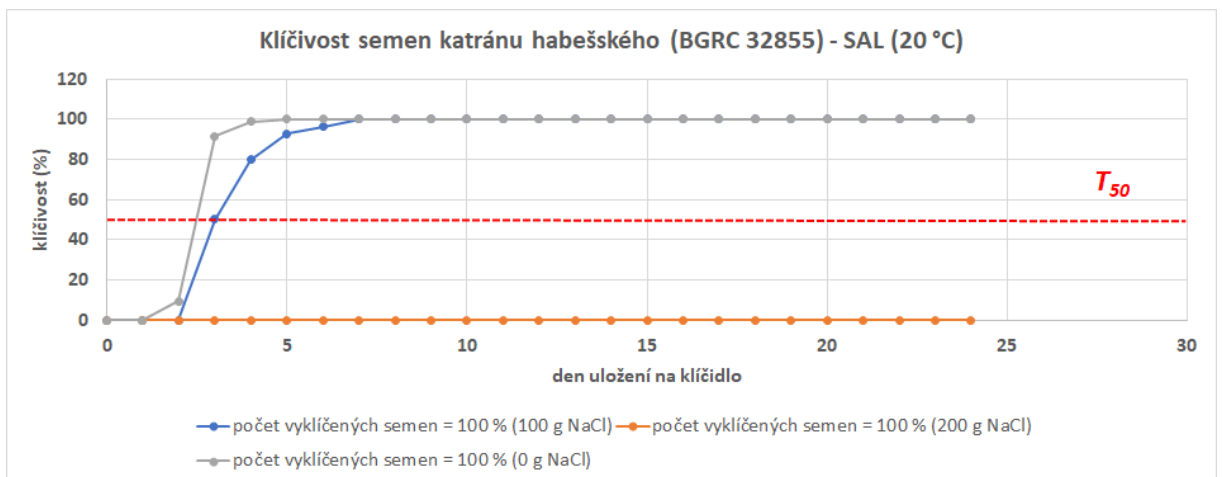


Graf 54: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen hořčice sareptské (TM-4) v roztoku NaCl. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímkou pro hodnotu  $T_{50}$ .

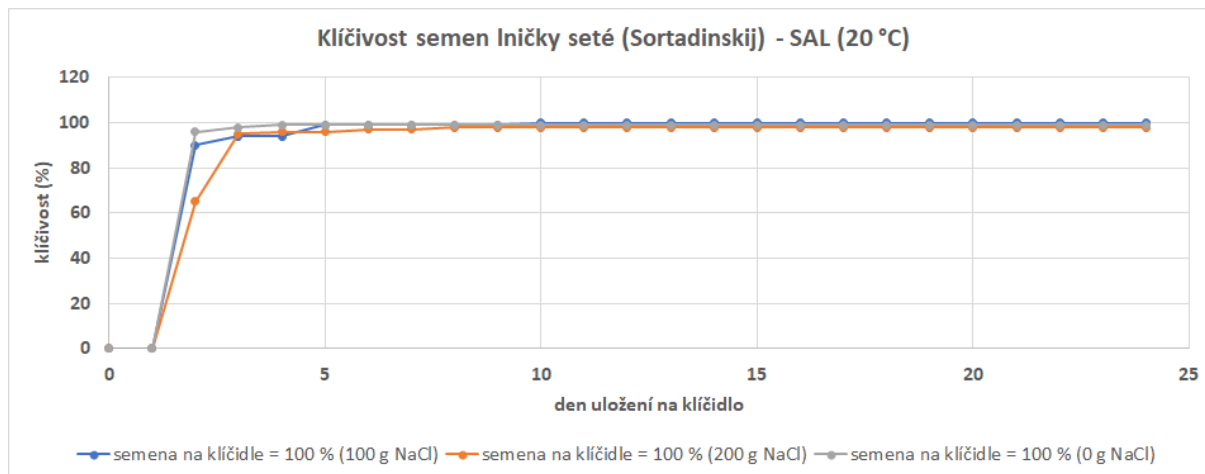




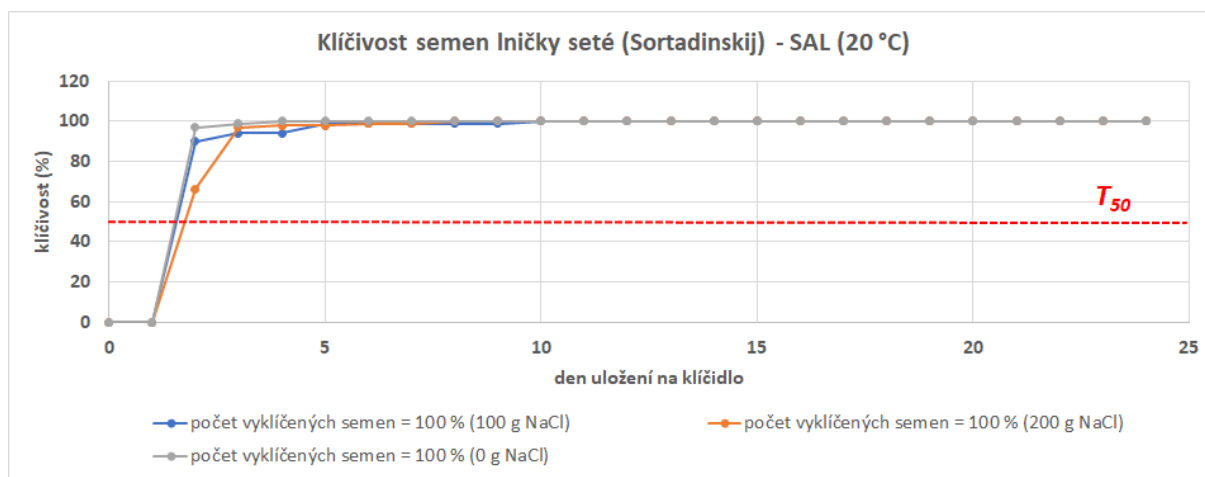
Graf 55: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen katránu habešského (BGRC 32855) v roztoku NaCl. Semena uložena na klíčiďlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.



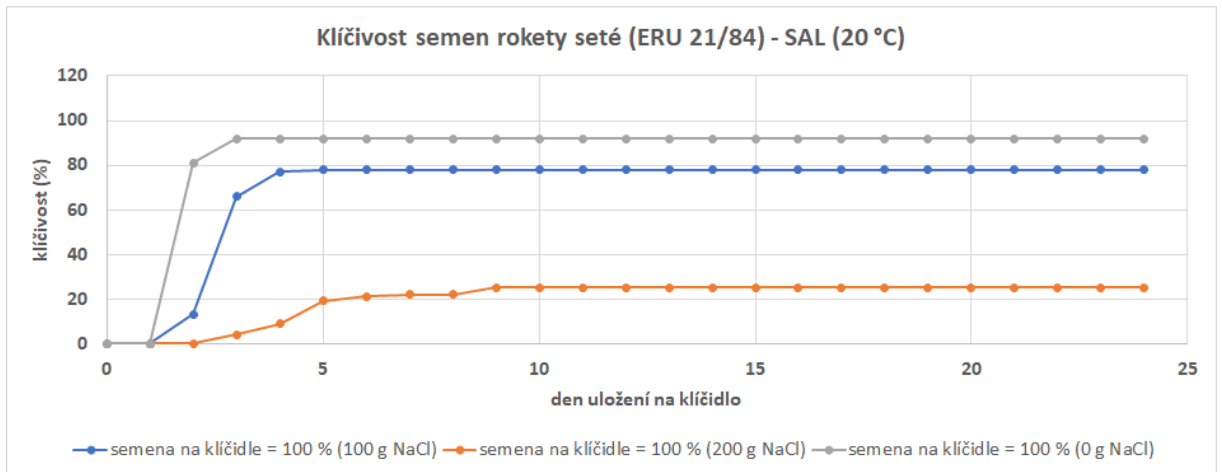
Graf 56: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen katránu habešského (BGRC 32855) v roztoku NaCl. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .



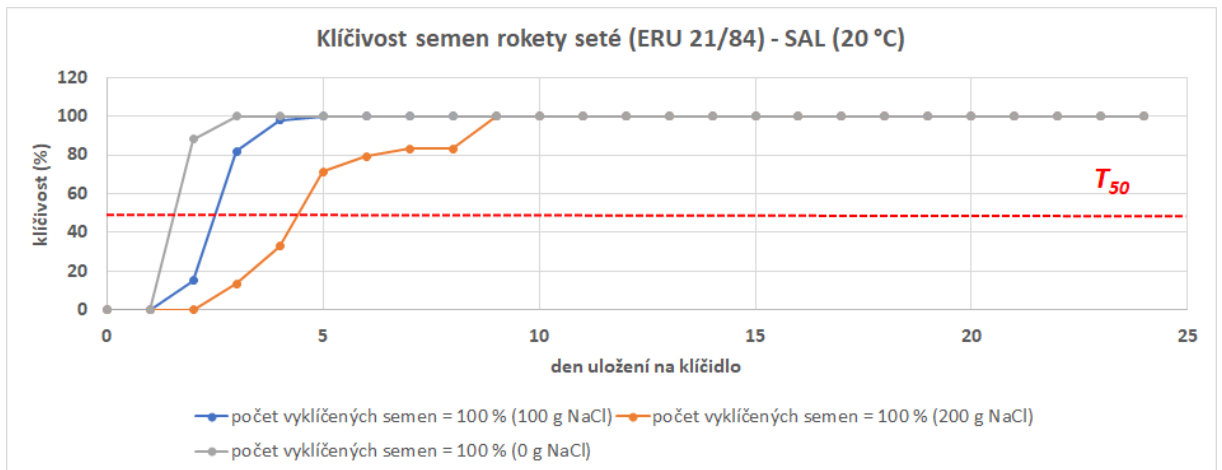
Graf 57: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen Iničky seté (Sortadinskij) v roztoku NaCl. Semena uložena na klíčidle = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.



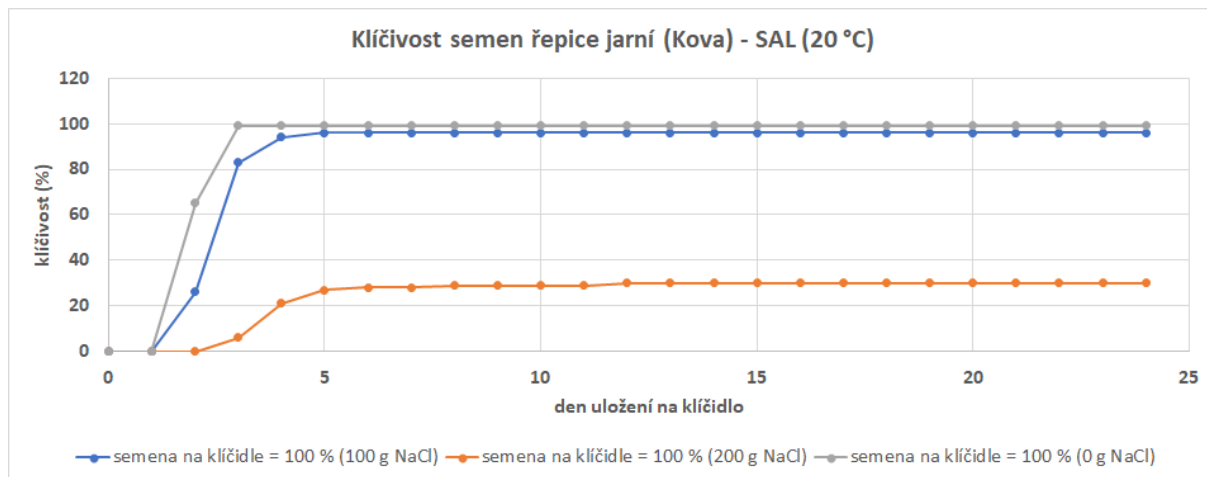
Graf 58: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen Iničky seté (Sortadinskij) v roztoku NaCl. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena příčka pro hodnotu  $T_{50}$ .



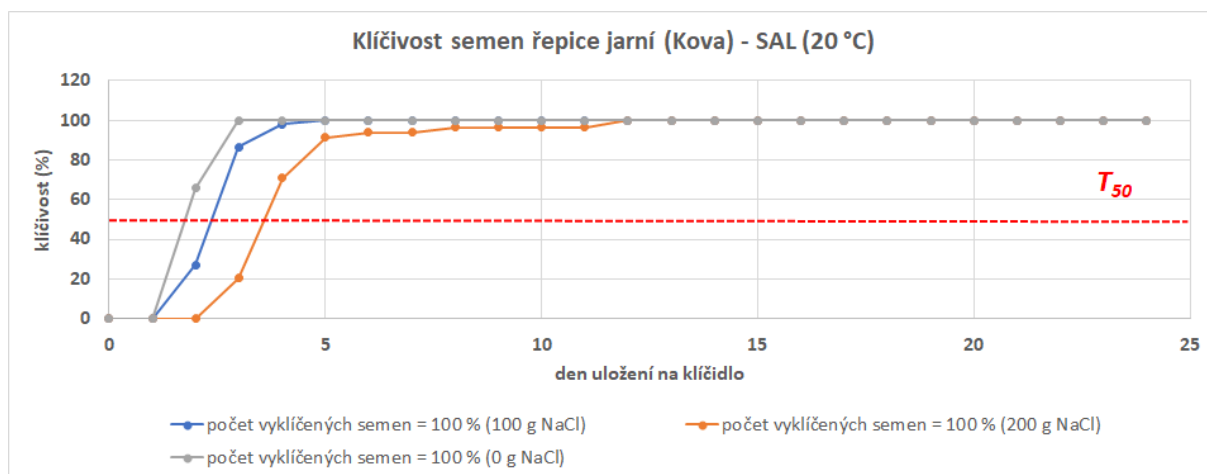
Graf 59: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen roketý seté (ERU 21/84) v roztoku NaCl. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.



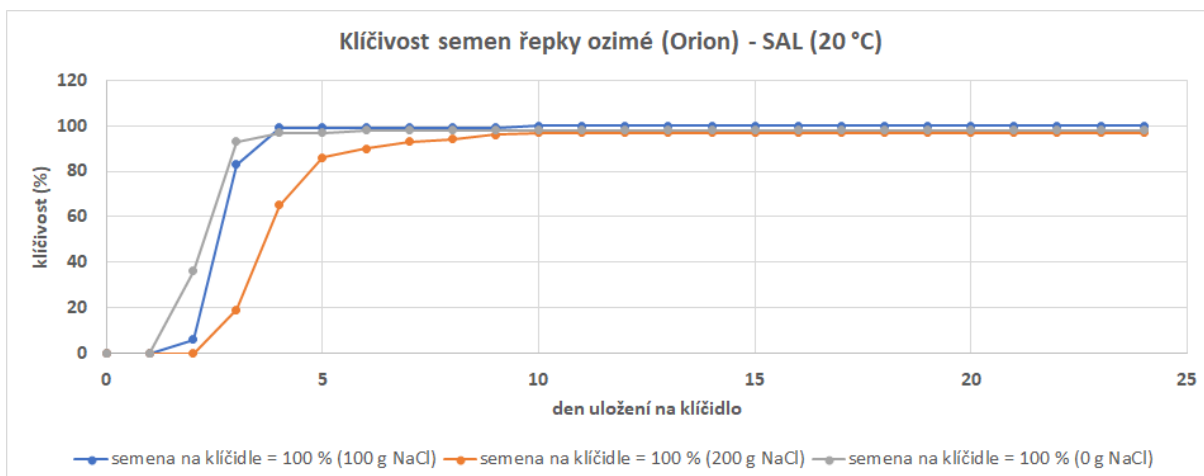
Graf 60: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen roketý seté (ERU 21/84) v roztoku NaCl. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímkou pro hodnotu  $T_{50}$ .



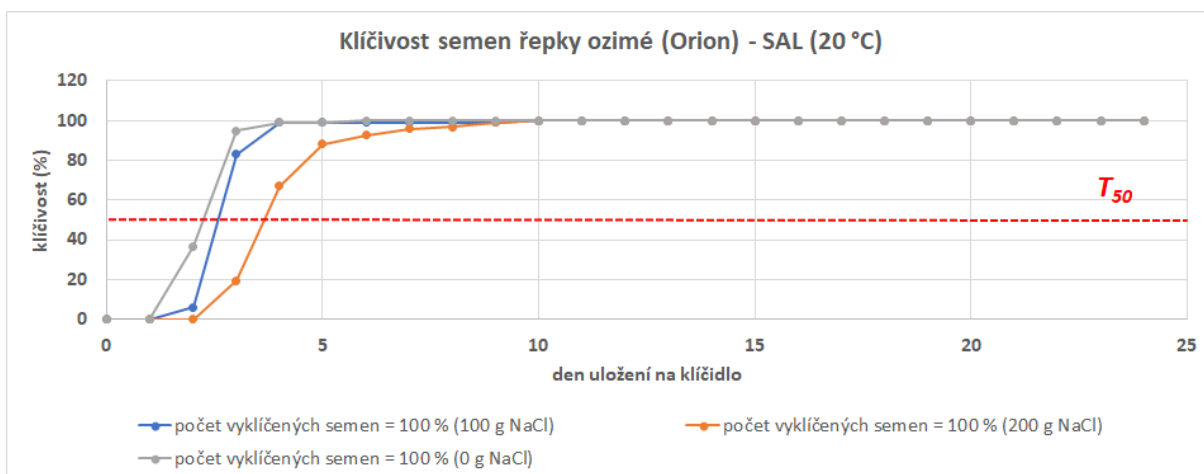
Graf 61: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepice jarní (Kova) v roztoku NaCl. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.



Graf 62: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepice jarní (Kova) v roztoku NaCl. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .



Graf 63: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepky ozimé (Orion) v roztoku NaCl. Semena uložena na klíčidlo = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C.



Graf 64: Grafické znázornění průběhu klíčivosti semen řepky ozimé (Orion) v roztoku NaCl. Počet vyklíčených semen = 100 %. Graf znázorňuje % klíčivosti v roztoku 100 a 200 g NaCl na 1 l vody. Pro ověření klíčivosti je jako kontrola zvolena voda 20 °C. v grafu je rovněž zobrazena přímka pro hodnotu  $T_{50}$ .

## 7 Diskuze

Klíčení semen rostlin je ovlivněno několika způsoby. Celosvětovým problémem, který se vyskytuje ve velkém množství jsou půdní krusty. Tyto škraloupky jsou tvořeny za určitých půdních a klimatických podmínek. Půdní škraloupky ovlivňují klíčení a následné vzcházení rostlin, snižují možnost infiltrace vody do půdy, což může mít za následek nedostatek vody pro rostliny. Tento nedostatek se může projevit u tvorby biomasy a následného výnosu (Awadhwal & Thierstein 1985). Účinnost meziplodin je ovlivněna hlavní plodinou, rostlinou, která byla vybrána jako meziplodina, ale i stanovištními podmínkami (Žuk-Golaszewska et al. 2019). z našeho pokusu je vidět, že nedostatek vody ovlivňuje klíčení. Čím nižší byla hodnota vodního potenciálu, tím horší bylo klíčení. Nejnižší klíčivost byla hodnoty -0,5 MPa, popř. -1 MPa, kdy tato hodnota je zobrazena v grafech. Pokud si spojíme půdní škraloup a přijatelnou vodu pro rostliny, jedná se o konkurenty. Voda se přes půdní škraloup nemůže dostat do hlubších vrstev, zůstává na povrchu, kdy může způsobit odtok a odnos vrstvy zeminy pryč. Tato voda není semeny, ani rostlinami nikterak využita, musíme tedy spoléhat pouze na půdní zásobu vody, s tím spojené kapilární póry.

V letech 1988-1991 byly v Izraeli provedeny pokusy se semeny hořčice bílé, kdy bylo zkoumáno procento klíčivosti a vzcházení ze dvou rozdílných míst. První místo odběru bylo ze severních oblastí, kde je úroveň srážek normální. Druhou oblastí byl horký a suchý jih Izraele. Nižší procento klíčivosti semen pocházelo z jižní části, kdy pravděpodobně klíčivost byla ovlivněna dormancí semen (Yaniv et al. 1993). z našeho pokusu vyplývá, že u hořčice bílé byla klíčivost nejvyšší při teplotě 10 °C. u jednoho šlechtitelského materiálu (BGRC 34555) byla dokonce klíčivost při 30 °C nejnižší. Toto tvrzení se tedy shoduje s autory článku, Yaniv et al., kteří uvedli, že semena z jižní části Izraele nevyklíčila. Je tedy dost možné, že vysoká teplota negativně ovlivňuje klíčení hořčice bílé. Zajímavý podnět přinesli Wilczewski et al. (2019), kteří se zaměřili na vliv výsevu na výnos hořčice bílé. z výsledků je patrné, že pro výnos bylo příznivější suché a chladnější počasí.

Nedostatek vody způsobený suchem nebo slaností způsobuje vážné zpomalení růstu a ztrátu výnosů plodin. Plodiny z rodu brukvovitých jsou důležitými přispěvateli k celkové produkci olejnatých semen. z důvodu nedostatku vody a zasolení je tedy nutné vymyslet kultivary, které by byly tolerantní a zajistily by stabilní výnosy za nepříznivých podmínek (Zhang et al. 2014). Klíčení za zvýšeného obsahu soli mělo negativní vliv na klíčení. z počátku pokusu bylo patrné, že semena neklíčí tak rychle jako v nezasoleném prostředí (voda 20 °C). Semena začínala klíčit až po delším časovém intervalu, pravděpodobně, až si přivykla na prostředí, do kterého byla vložena. z nynějšího pokusu, že při koncentraci 200 g NaCl na 1 l vody nevyklíčila všechna semena. Při zhlédnutí několika faktorů, jakými může být dormance, zaplísnění semen, však nevyklíčil dostatečný počet semen, který by byl zapotřebí na půdním bloku. Dle Kumar et al. (2009) je v rámci čeledi brukvovitých významná inter a intraspecifická tolerance soli. Abychom mohli tuto toleranci prozkoumat, je zapotřebí rozbor genetických determinantů reakce na slanost. Jak se projevilo z provedených testů, náchylnost na zasolení

rostlin z rodu brukvovitých je vysoká. Opět se tedy projevují obdobné výsledky jako výsledky této práce.

Obdobný experiment provedl i Neckář et al. (2008), kteří se zaměřili na studium semen z čeledi *Asteraceae*. Nejnižší hodnoty klíčivosti byly stanoveny při -0,5 MPa ve všech teplotních režimech. Pro posouzení závislosti klíčivosti nažek byla použita lineární regrese. z dostupných výsledků bylo patrné, že se zvyšující se dostupností vody se zvyšuje i klíčení nažek a klesá hodnota  $T_{50}$ . Obdobný výsledek byl vyzorován i u rostlin z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*). z výsledků této práce vyplývá, že čím nižší je hodnota vodního potenciálu, tím méně semen vyklíčí. Při porovnání výsledků teploty a dostupnosti vody pro rostliny lze vyvodit, že dostupnost vody pro semena je důležitější než teplota. Jak již bylo však několikrát zmíněno, nejvíce, co nás může omezit je zasolení půdy. z pokusů této práce je vidět, že čím vyšší obsah soli je, tím méně semena klíčí a následný pokryv půdy a funkce meziplodin je nižší. Závěrem tedy můžeme říci, že nejdůležitější pro klíčení je dostupnost vody pro semena, následně teplota ve stejné váze jako zasolení. i z tohoto pokusu bychom mohli vybrat druhy, které by mohly v praxi velmi uspět na jakémkoliv pozemku. Pro výběr meziplodiny bychom mohli tedy doporučit Iničku setou (Sortadinskij), která úspěšně vyklíčila ve všech nasimulovaných prostředích.

## 8 Závěr

Z provedených pokusů, které se týkaly klíčivosti vybraných druhů brukvovitých, můžeme vyvodit tyto závěry:

- Klíčení semen o různé teplotě bylo svými výsledky specifické. Při teplotě 20 °C a 30 °C vyklíčily všechny druhy, na teplotu 10 °C nejlépe reagovala semena Iničky seté (Sortadinskij, PRFGL. 59) a hořčice bílé (Paliisse, BGRC 32555). Při této teplotě nejméně semen vyklíčilo u katránu habešského.
- Snížená dostupnost vody se nikterak neprojevila u Iničky seté (Sortadinskij). Nejnižší počet vyklíčených semen byl u katránu habešského (BGRC 32855). Dobrou klíčivostí (dekty procenta) se vyznačovala i semena řepky ozimé a hořčice sareptské.
- V roztoku NaCl dobře klíčila především semena Iničky seté (Sortadinskij). Tento druh klíčil i při vyšší koncentraci soli (200 g NaCl na 1 l vody). Při vyšší salinitě dobře klíčila i semena řepky ozimé (Orion), které v průměru vyklíčilo 97 % všech semen, která byla uložena na klíčidlo.
- Nejzajímavější jsou reakce druhů při teplotě 10 °C, kdy dynamika klíčení u hořčice sareptské, katránu habešského, řepice jarní a řepky ozimé byla pomalejší. U hořčice sareptské je vhodné se vyhnout časně jarní a pozdějším podzimním výsevům. Vyšší teplota (20 a 30 °C) nevedla k negativnímu vlivu na klíčivost. U katránu byla stanovena celkově nejnižší klíčivost, po celou dobu testů. Tento druh měl s klíčivostí při nižší teplotě (10 °C), snížené dostupnosti vody (-0,1, -0,25, -0,5 MPa) a zasolení (100 g a 200 g NaCl na 1 l vody) problém.



## 9 Literatura

- Awadhwal NK, Thierstein GE. 1985. Soil crust and its impact on crop establishment: a review. *Soil & Tillage Research* **5**: 289-302.
- Badalíková B. 2008. Protierozní ochrana půdy. *Farmář* **14**: 28-29.
- Baranyk P, Fábry A. 2007. Řepka – pěstování, využití, ekonomika. Profi Press, s. r. o., Praha.
- Bewley JD, Bradford KJ, Hilhorst HWM, Nonogaki H. 2013. *Seeds*. Springer, New York.
- Brant V, Balík J, Fuksa P, Hakl J, Holec J, Kasal P, Neckář K, Pivec J, Prokinová E. 2008. *Meziplodiny*. Kurent s.r.o., České Budějovice.
- Brant V, Hamouz P, Kroulík M, Škeříková M, Šmöger J, Tyšer L, Zábranský P. 2019. Pomocné plodiny v pěstebních systémech polních plodin. Agrární komora České republiky, Praha.
- Brant V, Kroulík M, Zábranský P, Škeříková M. 2016. Seťové lůžko a abiotické faktory ovlivňující klíčení a vzcházení. *Úroda* **64**: 12-16.
- Cochrane A. 2019. Effects of temperature on germination in eight Western Australian herbaceous species. *Folia Geobotanica* **54**: 29-42.
- Constantin J, Dürr C, Tribouillois H, Justes E. 2015. Catch crop emergence success depends on weather and soil seedbed conditions in interaction with sowing date: a simulation study using the SIMPLE emergence model. *Field Crops Research* **176**: 22-33.
- Coons JM, Kuehl RO, Simons NR. 1990. Tolerance of Ten Lettuce Cultivars to High Temperature Combined with NaCl during Germination. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **115**: 1004-1007.
- Doležalová I, Smékalová K, Dušek K. 2011. Roketa setá – opomíjená listová zelenina. *Zahradnictví* **9**: 26-28.
- Dorsainvil F, Dürr C, Justes E, Carrera A. 2005. Characterisation and modelling of white mustard (*Sinapis alba* L.) emergence under several sowing conditions. *European Journal of Agronomy* **23**: 146-158.
- Dürr C, Duval Y, Léonard J, Gallardo-Carrera A. 2007. Effects of seedbed structure and water content at sowing on the development of soil surface crusting under rainfall. *Soil and Tillage Research* **95**: 207-217.
- Eriksen J, Thorup-Kristensen K. 2002. The effect of catch crops on sulphate leaching and availability of S in the succeeding crop on sandy loam soil in Denmark. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **90**: 247-254.
- Evenari M. 1949. Germination inhibitors. *The Botanical Review* **15**: 153-194.
- Gorji T, Tanik A, Sertel E. 2015. Soil Salinity Prediction, Monitoring and Mapping Using Modern Technologies. *Procedia Earth and Planetary Science* **15**: 507-512.
- Gu C, Bastinaans L, Anten NPR, Makowski D, Werf WVD. 2021. Annual intercropping suppressed weeds: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **322**: 1-11.
- Havel J. 1994. Alternativní jarní olejnin. *Úroda* **45**: 44-45.
- Hermuth J, Vach M. 2008. Vliv počasí na růst a vývoj strniskových meziplodin. *Farmář* **14**: 26-29.

- Huang F, Zhan WF, Ju WM, Wang ZH. 2014. Improved reconstruction of soil thermal field using two-depth measurements of soil temperature. *Journal of Hydrology* **519**: 711-719.
- Jaleel CA, Llorente BE. 2009. Drought stress in plants: a review on water relations. *Bioscience Research* **6**: 20-27.
- Kaděra M. 2012. Katrán tatarský. *Naše příroda* **4**: 24-26.
- Kaufmann MR, Michel BE. 1973. The Osmotic Potential of Polyethylene Glycol 6000. *Plant Physiology* **51**: 914-916.
- Khadhri A, Neffati M, Smiti S. 2011. Germination responses of *Cymbopogon schoenanthus* to salinity. *Acta Physiologiae Plantarum* **33**: 279-282.
- Kiremit MS, Arslan H. 2016. Effects of irrigation water salinity on drainage water salinity, evapotranspiration and other leek (*Allium porrum* L.) plant parameters. *Scientia Horticulturae* **201**: 211-217.
- Knot P, Vrzalová J. 2011. Vliv teploty na klíčivost a počáteční vývoj vybraných travníkových druhů trav. *Zahradnictví* **9**: 50-51.
- Kůdela V, Ackermann P, Prášil IT, Rod J, Veverka K. 2013. Abiotikózy rostlin: poruchy, poškození a poranění. Nakladatelství Academia, Praha.
- Kůdela V, Veverka K, Prášil IT. 2009. Abiotické půdní faktory poškozující rostliny. *Rostlinolékař* **20**: 30-32.
- Kumar G, Purty RS, Sharma MP, Singla-Pareek SL, Pareek A. 2009. Physiological responses among Brassica species under salinity stress show strong correlation with transcript abundance for SOS pathway-related genes. *Journal of Plant Physiology* **166**: 507-520.
- Kumari S, Chhillar H, Chopra P, Khanna RR, Khan MIR. 2021. Potassium: a track to develop salinity tolerant plants. *Plant Physiology and Biochemistry* **167**: 1011-1023.
- Masina M, Calone R, Barbanti L, Mazzotti C, Lamberti A, Speranza M. 2019. Smart water and soil – salinity management in agro – wetlands. *Environmental Engineering and Management Journal* **18**: 2273-2285.
- Mikšík V, Prášilová M, Zupalová H, Vašák J. 2009. Pěstování hořčice. *Agromanuál* **4**: 106-109.
- Miransari M. 2014. Plant hormones and seed germination. *Environmental and Experimental Botany* **99**: 110-121.
- Munns R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell & Environment* **25**: 239-250.
- Nakashima K, Takasaki H, Mizoi J, Shinozaki K, Yamaguchi-Shinozaki K. 2012. NAC transcription factors in plant abiotic stress responses. *Biochimica et Biophysica Acta-Gene Regulatory Mechanisms* **1819**: 97-103.
- Neckář K, Brant V, Nečasová M, Nováková K, Venclová V. 2008. Germination of weed species from Asteraceae family under water deficit conditions. *Journal of Plant Diseases and Protection* **21**: 271-276.
- Nobel PS, Cui M. 1992. Hydraulic Conductances of the Soil, the Root-Soil Air Gap, and the Root: Changes for Desert Succulents in Drying Soil. *Journal of Experimental Botany* **43**: 319-326.
- Nonogaki H, Bassel GW, Bewley JD. 2010. Germination – Still a mystery. *Plant Science* **179**: 574-581.

- Penfield S. 2017. Seed dormancy and germination. *Currnet Biology* **27**: 874-878.
- Procházka J. 2005. Hořčice bílá jako meziplodina. *Úroda* **53**: 10-11.
- R Core Team. 2021. R: a language and environment for statistival computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available from <https://www.r-project.org/> (accessed February 2022).
- Roberts EH. 1988. Temperature and seed germination. *Symposia of the Society for Experimental Biology* **42**: 109-132.
- Ruiz M, Terenti O. 2012. Germination of four grasses under salt stress. *Phyton – International Journal of Experimental Botany* **81**: 169-176.
- Stražil Z. 2001. Lnička setá – staronová netradiční olejnina. *Agro magazín* **2**: 34-36.
- Šimon J. 2004. Meziplodiny – důležitá součást rostlinné výroby. *Úroda* **52**: 62-63.
- Škoda V, Horák L. 1997. Půdoochranné technologie. *Úroda* **45**: 1-2.
- Talská R, Machalová J, Smýkal P, Hron K. 2019. A comparison of seed germination coefficients using functional regression. *Applications in Plant Sciences* **8**: 1-11.
- Tayfur G. 2011. Modeling Water Stress Effect on Soil Salinity. *Climate Change and its Effects on Water Resources*. Available from [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-1143-3\\_22](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-1143-3_22) (accessed January 2022).
- Tester M, Morris Ch. 1987. The penetration of light trough soil. *Plant, Cell & Environment* **10**: 281-286.
- Thomas J, Kuruvilla KM, Hrideek TK. 2012. *Handbook of Herbs and Spices*. Woodhead Publishing, Sawston.
- Turk MA, Tawaha AM. 2003. Allelopathic effect of black mustard (*Brassica nigra* L.) on germination and growth of wild oat (*Avena fatua* L.). *Crop protection* **22**: 673-677.
- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. *Výživa a hnojení polních plodin*. Profi Press s. r. o., Praha.
- Vašák J, Zukalová H, 2005. Aktuální problematika pěstování hořčice. *Úroda* **53**: 1-5.
- Vašák J. 2005. Hořčice. *Zemědělský týdeník* **8**: 9.
- Wilczewski E, Harasimowicz-Hermann G, Kisielowska W. 2019. The effect of sowing date and meteorological elements on the quantity and structure of seed yield of white mustard (*Sinapis alba* L.). *Journal of Central European Agriculture* **20**: 831-840.
- Yan N, Marschner P, Cao WH, Zuo CQ, Qin W. 2015. Influence of salinity and water content on soil microorganisms. *International Soil and Water Conservation Reseach* **3**: 316-323.
- Yaniv Z, Lisker N, Corbineau F. 1995. Germination potential of *Sinapis alba* seeds collected in Israel. *Journal of Arid Environments* **29**: 293-303.
- Zábranský P, Brant V, Hamouzová K, Pivec J, Fuksa P. 2012. Vliv dostupnosti vody a teploty na klíčivost čiroku obecného. *Agromanuál* **7**: 84-86.
- Zhang X, Lu G, Long W, Zou X, Li F, Nishio T. 2014. Recent prograss in drought and salt tolerance studies in Brassica crops. *Breeding Science* **64**: 60-73.
- Zubr J. 1997. Oil-seed crop: *Camelina sativa*. *Industrial Crops and Products* **6**: 113-119.
- Zukalová H, Zelený V, Hořejš P, Baranyk P. 1997. Bude se u nás pěstovat katrán etiopský? *Úroda* **45**: 27-29.

Żuk-Golaszewska K, Wanic M, Orzech K. 2019. The role of catch crops in field plant production – a review. *Journal of Elementology* **24**: 575-587.

