Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra rostlinné výroby

Klíčení, vzcházení a růst rajčat v různých abiotických podmínkách

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Kateřina Pazderů, Ph.D.
Autor práce: Bc. Lucie Říhová

© 2013 ČZU v Praze

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří mi poskytli podklady a pomoc pro vypracování této diplomové práce.

Zvláště pak děkuji vedoucí projektu paní Ing. Kateřině Pazderů, Ph.D. za odborné vedení při psaní diplomové práce.

V neposlední řadě děkuji svým rodičům a sestře za morální i finanční podporu během celého studia.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Klíčení, vzcházení a růst rajčat v různých abiotických podmínkách vypracovala samostatně a použila jen prameny, které cituji a uvádím v přiložené bibliografii.

V Praze dne…… …..……

podpis autora práce

Souhrn

Rajčata patří celosvětově mezi jedny z nejkonzumovanějších plodin. Tak jako i jiné plodiny, keříčková rajčata jsou vysévaná přímo na stanoviště. Z tohoto hlediska je důležitý vliv abiotických faktorů. V této diplomové práci ,, Klíčení, vzcházení a růst rajčat v různých abiotických podmínkách“ je zpracován literární přehled o stávajících poznatcích týkajících se klíčení semen, vzcházení a růstu rostlin a abiotických vlivů ovlivňující tyto děje. Taktéž je několik kapitol věnovaných předseťovému ošetření osiva. Cílem bylo zjistit vliv abiotických stresů na klíčení a růst rostlin rajčat. Základním předpokladem je, že semena klíčící v podmínkách stresu vláhového, teplotního a stresu zasolení půdních stanovišť klíčí hůře než semena za optimálních podmínek. Taktéž u růstu rostlin se předpokládá, že nepříznivé environmentální podmínky mají negativní vliv na rostliny. Pro potřeby této diplomové práce byly stanoveny následující hypotézy:

1) Osivo rajčat klíčí v podmínkách vláhového stresu hůře než v optimálních podmínkách.
2) Předseťové ošetření semen hydroprimingem pozitivně ovlivňuje klíčení semen.

Provedeným pokusem byla prověřena klíčivost, energie klíčení a střední doba klíčivosti čtyř odrůd rajčat (Denár, Orbit, Semarol, Šejk). Provedený pokus probíhal po dobu jednoho týdne na katedře rostlinné výroby pod vedením paní Ing. Kateřiny Pazderů, Ph.D. Pokus byl zaměřen na podmínky vláhového stresu během klíčení semen rajčete. V pokusu byla využita semena ošetřená hydroprimingem po dobu 5, 7, 9 a 11 hodin. Pro kontrolu byla použita i semena neošetřená. Taktéž vliv vláhového deficitu byl vztažen ke kontrole, tedy k osivu klíčícím za optimálních podmínek.Výsledky byly zpracovány za použití statistických metod a metody vícenásobného porovnání dvojic průměrů dle Tukeye.

Hodnota klíčivosti odrůdy Orbit činila 96,3%, nejnižší klíčivost byla zaznamenána u odrůdy Denár (81,5%). Semena klíčící v optimálních vláhových podmínkách poskytovala hodnotu klíčivosti 96,3%, semena ve vláhovém stresu pouze 81,5%. Nejvyšší klíčivost vykazovala semena ošetřená hydroprimingem po dobu 11 hodin (92,2%), nejnižší hodnota byla zaznamenána u osiva ošetřeného hydroprimingem po dobu 9 hodin (89%)

Z odrůd nejlépe klíčila odrůda Orbit. Hodnoty energie klíčení byly nejpříznivější u odrůd Orbit a Denár. Klíčivost semen poskytla statisticky průkazně vyšší výsledky u osiva klíčícího za optimálních podmínek oproti semenům klíčícím za pdmínek vodního stresu. Z hlediska ošetření semen hydroprimingem poskytovaly nejlepší výsledky semena ošetřená po dobu 11 hodin.

Klíčová slova: klíčení, vzcházení, růst, semena, stresové podmínky

Summary

Tomatoes are among some of the world's most consumed crops. Like other crops, heathland tomatoes are sown directly in the post. From this perspective, the important influence of abiotic factors. In this thesis ,, Germination, emergence and growth of tomatoes in different abiotic growing conditions" is a review of existing knowledge on seed germination, germination and plant growth and abiotic influences affecting these happening. Also, there are several chapters devoted presowing seed treatment. The aim was to determine the effect of abiotic stresses on germination and growth of tomato plants. The basic premise is that the seeds germinated moistur in terms of stress, temperature stress, salinity and soil habitats worse than seeds germinate under optimal conditions for plant growth Also, it is assumed that adverse environmental conditions have a negative effect on plants. For the purposes of this work were the following hypotheses:

1) tomato seeds germinate in conditions of moistur stress less than optimal conditions.

2) sowing seed treatment hydroprimingem positively affects seed germination.

Conducted experiment was examined germination energy and germination mean time germination of four varieties of tomatoes (Denár, Orbit, Smarol, Šejk). Executed experiment took place during one week in the Department of Crop Production under the direction of Mrs. Ing. Kateřina Pazderů, Ph.D. The experiment was aimed at moisture stress conditions during germination of tomato seeds. The experiment was used hydropriming seeds treated for 5, 7, 9 and 11 hours. To check was used untreated seeds. Also, the influence of water deficit was related to control, that is to seed germinating under optimal condition. Results were processed using statistical methods and methods for comparing multiple pairs of diameters according to Tukey.

Value germination Orbit varieties was 96.3%, the lowest germination was recorded in the variety Denár (81.5%). The seeds germinated under optimum conditions moisture provide value 96.3% germination, seed moisture stress in only 81.5%. The highest seed germination showed hydroprimingem treated for 11 hours (92.2%) and the lowest value was recorded in seeds treated hydroprimingem for 9 hours (89%).

The best varieties sprouted a variety Orbit. The values of germination were the most favourable the varieties Orbit and Denár. Germination of seeds gave statistically significantly higher results for seeds germination under optimum conditions for germinating seeds compared condition water stress. In terms of seed treatments provide the best results hydroprimingem seeds treated for 11 hours.

Keywords: germination, emergence, growth, seeds, stress conditions

Obsah

1. Úvod 9
2. Cíl práce 11
3. Literární rešerše 12
3.1. Stavba a vznik semen 12
3.1.1. Vajíčko 12
3.1.2. Druhy a způsoby opylení 12
3.1.3. Oplození 13
3.1.4. Stavba semen 13
3.2. Klíčení semen 16
3.2.1. Definice klíčení semen 16
3.2.2. Klíčivost semen 19
3.2.3. Vnější faktory ovliňující klíčení semen 21
3.2.4. Vnitřní faktory ovlivňující klíčení semen 25
3.3. Dormance 27
3.3.1. Primární a sekundární dormance 28
3.3.2. Deteriorace semen a projevy deteriorace 30
3.3.3. Vitalita 30
3.4. Ošetření a skladování semen 37
3.4.1. Skladování 37
3.4.2. Úpravy po sklizni a ošetření semen 39
3.4.3. Předčišťování 40
3.4.4. Sušení 40
3.4.5. Moření 41
3.5. Speciální úpravy semen 42
3.5.1. Předseťová hydratační úprava semen – předkličování semen 42
3.5.1.1. Prehydratace 43
3.5.1.2. Priming 43
3.5.2. Biologické úpravy osiva 47
3.5.3. Obalování osiva 48
3.5.4. Moření horkou vodou 50
3.5.5. Matriční priming 50
3.5.6. Dosoušení 50

3.6. Ošetření semen a faktory ovlivňující klíčení 51
4. Metodika 53
4.1. Materiál 53
4.2. Metody 55
4.2.1. Metody úpravy osiv 56
4.2.2. Průběh pokusu 56
4.2.3. Hodnocení pokusu 57
5. Výsledky 58
5.1. Souhrnné výsledky 58
5.2. Optimální podmínky závlahy - 40ml vody 63
5.3. Stresové podmínky závlahy – 20 ml vody 66
5.4. Výsledky jednotlivých vzorků 69
6. Diskuze 78
7. Závěr 83
8. Seznam použité literatury 84
9. Seznam grafů a tabulek 90
10. Seznam obrázků 91

1. Úvod

Plody rajčat jsou zdrojem důležitých vitamínů a minerálů. Jedno středně velké rajče obshuje až 57% doporučené denní dávky vitamínu C, 25% doporučené denní dávky vitamínu A a 8% doporučené denní dávky železa. Tento středně velký plod má energetickou hodnotu pouze 35 kalorií. Dalšími obsahovými látkami jsou antioxidanty - lykopeny, karotenoidy. Z tohoto hlediska mohou být rajčata určitým způsobem prevncí proti nádorovému bujení. (Kole et Hall, 2009) Mezi látky přirozeně se vyskytující v plodech rajčat patří lykopen, β-karoten, fytofluen, pytoen, tokoferol, sloučeniny fosforu, a fosfolipidy. (Rath, 2009)

Rostliny rajčat patří celosvětově mezi jedny z nejvíce konzumovaných plodin. Přiložené tabulky dokládají z jaké plochy byla rajčata sklizena a jaký byl výnos z plochy. Tabulky dokládají stav v ČR a celosvětový stav. Hodnoty jsou vztažené k rokům 2007 - 2011. Poslední tabulka zobrazuje hodnoty produkce v tunách. Taktéž se jedná o hodnoty v rámci ČR a celého světa v letech 2007 – 2011.

Hodnoty dokládají, že ačkoliv v roce 2009 došlo k výraznému poklesu sklizené plochy v ČR oproti ročníkům 2008 a 2007, roku 2011 byl zaznamenán mírný vzestup oproti roku 2010. Naopak celosvětové hodnoty mají vzrůstající tendenci. Hodnoty získaného výnosu ze sklizené plochy mají v ČR i celosvětově vzrůstající tendenci. Pouze rok 2010 poskytl nižší hodnoty, což je i ve shodě s hodnotami sklizené plochy z tohoto roku. Produkce v tunách z celosvětového měřítka stoupá, avšak v rámci ČR nikoliv. Tedy, i když plocha na které jsou v ČR rajčata pěstována nevzrůstá, výnos z této plochy je vyšší.

Area Harvested (Ha)

		year									
country		item	2007		2008		2009		2010		2011	
Czech Republic		Tomatoes	1451		1202		442		389		409	
World + (Total)		Tomatoes	4259781	A	4237231	A	4544525	A	4532372	A	4734356	A

[ ] = Official data | A = Aggregate, may include official, semi-official or estimated data

FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2013 | 03 April 2013

Obrázek 1 - plocha zklizně rajčat

Yield (Hg/Ha)

country	year	item	2007		2008		2009		2010		2011	
	Czech Republic	Tomatoes	205176	Fc	232105	Fc	333824	Fc	186067	Fc	379413	Fc
	World + (Total)	Tomatoes	323227	Fc	332925	Fc	339719	Fc	335487	Fc	335892	Fc

Fc = Calculated data

FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2013 | 03 April 2013

Obrázek 2 - výnos rajčat

Production (tonnes)

country	year	item	2007		2008		2009		2010		2011	
	Czech Republic	Tomatoes	29771		27899		14755		7238		15518	
	World + (Total)	Tomatoes	137687505	A	141068130	A	154386171	A	152055325	A	159023383	A

[ ] = Official data | A = Aggregate, may include official, semi-official or estimated data

FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2013 | 03 April 2013

Obrázek 3 - produkce rajčat

Zdroj : http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor

Pro pěstování nejen rajčat, ale i ostatních zemědělských plodin je důležité kvalitní osivo, ale taktéž vyhovující podmínky. Keříčková rajčata patří mezi ty plodiny, které jsou pěstovány z přímého výsevu. Abiotické podmínky při klíčení a následném vzcházení plodin jsou tedy velmi důležité. Jimi jsou sucho, zasolení a extrémní teploty. Zvláště na zasolení je citlivá převážná většina komerčních kultivarů rajčat. (Kempken et Jung, 2010)

2. Cíl práce

Cílem této diplomové práce bylo zjistit vliv abiotických stresů na klíčení a růst rostlin rajčat. Základním předpokladem je, že semena klíčící v podmínkách stresu vláhového, teplotního a stresu zasolení půdních stanovišť dosahují nižších hodnot klíčivosti. Taktéž u růstu rostlin rajčat se předpokládá, že nepříznivé environmentální podmínky mají negativní vliv na rostliny u kterých se dopad nepříznivých podmínek sleduje prostřednictvím několika faktorů. K těmto faktorům patří délka a počet kořenů, délka stonků, množství listů a listová plocha, čerstvá hmotnost rostlin a jednotlivých rostlinných orgánů, obah sušiny v jednotlivých oránech rostlin atd. V rámci sledování vnějších vlivů na klíčení semen je využito některých parametrů. V této diplomové práci bylo konkrétně využito hodnocení za pomoci energie klíčení semen, klíčivosti a střední doby klíčivosti.

V provedeném pokusu jsem se zaměřila na vliv nedostatku vody na klíčení semen čtyř odrůd rajčete (Orbit, Denár, Šejk, Semarol), u nichž bylo využito předseťové ošetření hydroprimingem. Semena kontroly ošetřena nebyla. Součástí této diplomové práce jsou i níže uvedené hypotézy:

- Osivo rajčat klíčí v podmínkách vláhového stresu hůře než v optimálních podmínkách.
- Předseťové ošetření semen hydroprimingem pozitivně ovlivňuje klíčení semen.

3. Literární rešerše

3.1. Stavba a vznik semen

3.1.1. Vajíčko

Vajíčko je ta část rostliny, ze které jejím vývojem vzniká semeno s funkcí generativního rozmnožování rostlin. Původ vajíčka je v placentě neboli dělivého pletiva plodolistu. Je výživováno prostřednictvím poutka, spojující placentu s vajíčkem. Obaly vajíčka jsou na jeho bázi s podobou valu. Na vrcholu je otvor klový, tedy mikropyle, jímž prorůstá do vajíčka pylová láčka.

V živném pletivu vajíčka je uložena mateřská buňka zárodečného vaku. Tato diploidní buňka je redukčně dělena na čtyři haploidní buňky. Pouze jedna z nich přežívá - zárodečný vak, jehož jádro se třikrát dělí a vzniká osmijaderný zárodečný vak. Vývojem z něho vzniká šest menších haploidních jednojaderných buněk spolu s jednou velkou dvoujadernou centrální buňkou. Jádra dvoujaderné centrální buňky splývají v jedno diploidní jádro. Šest haploidních jednojaderných buněk se seskupuje u obou pólů zárodečného vaku po třech. Z vaječné buňky u otvoru klového se po oplození vyvíjí zygota a z té vzniká zárodek. Po stranách vaječné buňky jsou buňky podpůrné s krátkodobou funkcí a pomáhají během oplození. Na opačném pólu zárodečného vaku se nachází protistojné buňky (antipody), jež výživují vajíčka a přežívají po různě dlouhou dobu. (Procházka a kol.,1998)

3.1.2. Druhy a způsoby opylení

Opylení je děj při kterém se na bliznu přenáší pyl z prašníku. Přenos je uskutečněn za pomocí hmyzu nebo větru. Přenos hmyzem se nazývá hmyzosprašnost – hmyzosnubnost, entomofilie. Přenos pomocí větru se nazývá větrosprašnost či také větrosnubnost, anemofilie.

Pyl může být přenášen na bliznu z vlastních prašníků, jedná se o samosprašnost – autogamii. Opylení je možné i v uzavřeném květu - kleistogamie. Při opylení pylem z jiné rostliny se jedná o cizosprašnost – alogamii. Alogamní rostliny jsou opyleny cizím pylem a poskytují životaschopnější potomstvo díky rozšířené variabilitě potomstva. Při opakované autogamii, se u potomstva snižuje životaschopnost.

Rostliny se před autogamií chrání různorodými způsoby. Jedním z těchto způsobů je dichogamie, kdy blizny a prašníky dozrávají v jiný čas. Dřívější dozrávání blizny je nazýváno

proterogynie a dozrává-li dříve prašník hovoříme o protandrii. Dalším způsobem chránící před autogamií je heterostylie, která je typická dlouhými nitkami dlouhé a krátkými čnělkami, nebo jsou čnělky dlouhé a nitky krátké.

Rajčata řadíme mezi samosprašné rostliny. (Gartner, 1995; Šebánek a kol., 1983)

3.1.3. Oplození

Pylové zrno sestává ze dvou buněk. Větší buňka je vegetativní a menší buňka je generativní. Po zachycení pylu na blizně, pylové zrno klíčí v pylovou láčku, která proniká čnělkou, semeníkem, a otvorem klovým směrem do zárodečného vaku. Takto nastává porogamie. Vedle ní může probíhat mezogamie a chalazogamie. Mezogamie je děj při kterém pylová láčka proniká integumenty místo mikropylárním otvorem. Při chalazogamii pylová láčka prorůstá poutkem a dále chalazální oblastí. Oplození následuje po proniknutí pylové láčky zárodečným vakem a u krytosemenných rostlin je dvojité. Spermatická buňka splývá s vaječnou buňkou za vzniku diploidní zygoty. S centrálním jádrem zárodečného vaku nebo se splývajícími pólovými jádry splývá druhá spermatická buňka. Diploidní jádro se mění v triploidní živné pletivo zárodku (endosperm) po splynutí se spermatickou buňkou. Po splýnutí buněk splývají cytoplazmy, tedy dochází k plazmogamii. Následně splývají jádra, což se označuje jako karyogamie. Karyogamie a plazmogamie nese souhrnný název syngamie. (Šebánek a kol., 1983; Pazourek, 2001)

3.1.4. Stavba semen

Semeno je reprodukčním orgánem rostlin vyvíjící se z oplozeného vajíčka. Tvar a velikost semen je rozmanitý, avšak morfologické znaky jsou totožné pro všechna semena. Oddělením zralého semene od poutka lze patrně rozlišit jizvu neboli pupek (hilium), protože je barevně odlišená od zbytku semene. Malou jizvičku tvoří také mikropylární otvor (cikatrikula), pod kterou je uložený kořínek. Na povrchu semen se nachází rozličné útvary, které mají uplatnění při rozšiřování semen. Pocházejí z dužnatého osemení. Báze semen je u specializovanějších druhů obalena míškem (arillus), jež tvoří zbytek dužnatého osemení a jsou od něj odvozeny další části semen. Těmito částmi jsou např. masíčka (caruncula, strophiolum) neboli výrůstky integumentálního pletiva tvořící se u jizvičky po mikropylárním otvoru.

Dalšími částmi jsou embryo - zárodek, endosperm – vnitřní živné pletivo, perisperm –

živné pletivo pod osemením, testa - osemení. (Procházka a kol., 1998; Pazourek, 2001)

Embryo - zárodek

Embryo nazývané též zárodek či klíček vzniká oplodněním haploidní vaječné buňky haploidní generativní buňkou, přítomnou v pylové láčce. (Houba a Hosnedl, 2002).

Je složeno z dělohy nebo děloh a z embryonální osy, která sestává z embryonálního vegetačního vrcholu kořene, hypokotylu ke kterému přiléhají dělohy a vegetačního vrcholu výhonu který nese první pravé listy. (Bewley et Black,1994; Bewley et al., 2006).

Synonymem pro vegetační vrchol výhonu je plumula, vegetační vrchol kořene označujeme jako radikulu. Hypokotyl je prvním podděložním článkem (Houba a Hosnedl, 2002). Tvar i velikost embrya je vzhledem k ostatním částem variabilní. Rostliny s epigeickým klíčením, které jsou schopny fotosyntézy mají menší dělohy a méně uložených zásobních látek na rozdíl od rostlin s hypogeickým klíčením. (Bewley et Black,1994). Oplozením vaječné buňky vzniká zygota, která je diploidní a dále se z ní vyvíjí zárodek. Příčným rozdělením vzniká menší apikální buňka a větší bazální buňka, které se dále dělí. Bazální buňka se dělí příčně a apikální buňka se dělí do různých směrů. Opakované dělení dává vznik embryu a zavěšovadlu – suspenzor. Nejsou-li diferencované klíční listy, mluvíme o proembryu neboli předzárodku. U dvouděložných rostlin je zárodek kulového tvaru a během diferenciace vznikají na něm dělohy, s vzrostným vrcholem mezi nimi. U jednoděložných je zárodek válcovitý s vzrostným vrcholem v prohlubenině. Tento vzrostný vrchol vzniká na bázi dělohy. Z apikální buňky pochází plumula spolu s dělohami. V bazální buňce mají původ hypokotyl, suspenzor a kořínek. Uložení zárodku v semeni je možné různými způsoby. Může být obklopen endospermem, jelikož je v semeni uprostřed. Tento typ lze pozorovat u lilkovitých – *Solanaceae*. Dalším způsoben je uložení v těsné blízkosti mikropyle jako u lipnicovitých – *Poaceae*. Zárodek má i několik tvarů. Lze rozlišit zárodek přímý, podkovovitý, spirálovitý, zahnutý atd. Základ hlavního kořene je tvořen kořínkem, jež je u některých rostlinných druhů diferencován na vzrostný vrchol a čepičku. Může však být tvořen jen skupinou meristematických buněk. Rozlišení na jednotlivé části dochází teprve během následného klíčení. Vzrostný vrchol může být tvořen skupinou buněk, nebo pupenem a jeho listovými základy. Dělohy jsou umístěny nad hypokotylem. Dvouděložné rostliny mají dvě dělohy, jedna však může být někdy potlačena. Jednoděložné rostliny jsou odvozeny od dvouděložných. (Šebánek a kol., 1983).

Endosperm

Triploidní endosperm vzniká z jádra zárodečného vaku, které je diploidní. Toto jádro zárodečného vaku je oplodněno samčí pohlavní buňkou nacházející se v pylové láčce, která je haploidní. Endosperm může být dobře vyvinutý, může dojít k jeho redukci v tenkou tkáň nebo i chybí. V dospělých semenech se vyskytuje jen jeho část ačkoliv nedojde k jeho celkovému vyčerpání. Jeho jádro se dělí před dělením zygoty a jeho tenké buňky jsou větší, než buňky embrya. Rohovitý endosperm ukládá zásobní látky - hemicelulózy, které se při klíčení rozpouští. Zásobní látky endospermu jsou různorodé jelikož vyživují zárodek. Dle obsahu vzniká i zbarvení, které je nejčastěji bílé až nažloutlé. Antokyanové zbarvení není časté, vyskytuje se např. u kukuřice. Zásobní látky jsou tuky, bílkoviny, škrob a jsou zodpovědné za konzistenci. (Šebánek a kol., 1983).

Perisperm

Je diploidní útvar vyvinutý ze zárodečného vaku, konkrétně z jeho buněk. Slouží k výživě embrya ve formě zásobního pletiva. V období zralosti semen se v osivu nevyskytuje. To je důsledek jeho vyčerpání. (Houba a Hosnedl, 2002).

Testa

Na vzniku testy (osemení) se podílejí vaječné obaly – integumenty, endosperm a zbytky nucellu. Její funkce je regulační neboť ovlivňuje propustnost vody a plynů. Takto ovlivňuje fyziologické děje v procesu klíčení semen. (Procházka a kol., 1998). Je-li osemení tvrdé a tlusté, jeho další funkcí je ochrana embrya před mechanickým poškozením. Naopak tenké a měkké osemení signalizuje kratší životnost semen a potíže při skladování (Bonner, 2008). Je tedy patrné, že osemení je značně významné pro semeno, neboť chrání embryo před vlivy vnějšího prostředí. (Bewley et Black, 1994)

Pericarp

Perikarp neboli oplodí vzniká přeměnou stěn semeníku a také částí květů, které k němu přirůstají. (Houba a Hosnedl, 2002; Bewley et Black, 1994)

3.2. Klíčení semen

V procesu klíčení představují semena reprodukční jednotku sloužící k přežití rostlin do dalších generací. Semena však mají i úlohu v moderním zemědělství a z toho důvodu je pro udržení maximální produkce plodin nezbytné porozumět jednotlivým mechanismům provázejících proces klíčení.

Převážná část druhů poskytuje osivo, které může klíčit dlouhou dobu před tím, než je fyziologicky zralé. U sveřepu semena klíčí i jen několik dní po oplodnění. U jiných semen naopak k maximální klíčivosti dochází až při pomalém sušení. Např. u osiva soji ke klíčení dochází jen za přítomnosti enzymů, které se vyskytují pouze v procesu zrání. (Copeland, 1995).

3.2.1. Definice klíčení semen

Definice klíčení je často uváděna různými autory odlišně. Klíčení je často charakterizováno jako protržení osemení kořínkem. Tuto teori zastává i Bewley (1997), který uvádí že klíčení začíná absorpcí vody suchými semeny a končí prodlužováním embryonální osy. Viditelným znakem, že semena klíčí je proražení struktur obklopujících embryo kořínkem. Poté již následují děje spojené s růstem sazenic, během nichž se mobilizují zásobní látky. Pazourek (2001) dále vysvětluje procesy probíhající v kořínku tím, že dochází k zvětšování jeho buňek, které se následně dělí. Aby mohl přijímat vodu, musí se nezbytně ukotvit v půdě. Jeho vlivem se pozastavuje růst nadzemních částí semenáčku. Dělohy jež mají za úkol vyživovat vznikající rostlinu zůstávají pod zemí, nebo jsou podděložním článkem vyneseny nad povrch půdy. Rostliny jsou z tohoto hlediska rozlišovány na epigeické a hypogeické. (Pazourek, 2001)

Podle jiných je klíčením obnovený růst embrya, které se nacházelo ve stavu quiescence. Toto období klidu je charakteristické sníženou rychlostí metabolismu. Takto vysvětluje klíčení i Procházka (1998), který píše, že během klíčení semena přecházejí z klidového stavu do stavu s plně funkčním metabolismem. Klidový stav semen se vyznačuje tím, že jsou semena dehydratovaná.

V tomto stavu se nachází do doby, než enviromentální podmínky umožní obnovení růstu. Některá ze semen mohou vyklíčit již za krátký čas po oplodnění a naopak brzy před svojí dobou sklizně. U jiných semen platí, že se nacházejí ve vegetačním klidu a je pro ně nezbytná určitá doba odpočinku. Délka této doby je u každého drurhu rozdílná. Může trvat

několik dní nebo i několik let. (Copeland, 1995)

Benech-Arnold a Sánchez (2004) se zabývají klíčením i z pohledu faktorů nezbytných pro klíčení a jednotlivých fází klíčení.

Aby mohla semena klíčit, je nezbytná přítomnost několika faktorů. Jedním z nich je voda. Příjem vody je charakteristický třífázovou křivkou. V první fázi je voda rychle přijímána. Po této fázi následuje lag fáze a další hydratace. Voda ovlivňuje osivo i nepřímo prostřednictvím vyluhovaných endogenních inhibitorů, snížené dostupnosti kyslíku nebo se zvýšuje konkurence mikroorganizmů, jejichž zásobování vodou je optimální.

První fáze příjmu vody probíhá u nepoškozených semen pouze na základě fyzikálních dějů. Semena bohatá na bílkoviny vykazují vyšší přijem vody, než semena obsahující více tuků. Semena, která obsahují ve vodě nerozpustné sacharidy, poutají vodu o desetinásobku své váhy. Naproti tomu semena obsahující bílkoviny zadržují jenom dvojnásobek své váhy.

Hydratace semen probíhá na úrovni kapalné i plynné fáze. Při výskytu vodního stresu se příjem vody může zastavit ve stádiu neúplné hydratace. Absorpce vody může probíhat po následném zavlažování či srážkách. (Benech-Arnold et Sánchez, 2004)

Vrátíme-li se ke třem fázím klíčení semen, Houba a Hosnedl (2002) je ve stručnosti popisují takto:

I.fáze

V první fázi semena bobtnají. Jelikož je první fáze pouhým fyzikálním jevem, k bobtnání dochází u všech semen. Z toho vyplývá, že bobtnají i neživá semena nebo semena, která jsou v dormanci. Po fázi bobtnání následuje druhá fáze.

II.fáze

Druhá fáze je specifická aktivací biochemických pochodů semen. Je tedy typická pouze pro klíčivá semena. Nelze ji nalézt u neživých semen a semen v dormanci.

III.fáze

V průběhu této fáze semena klíčí a vznikající semenáčky se dále vyvíjí. Taktéž tuto fázi nalezneme jen u živých semen.

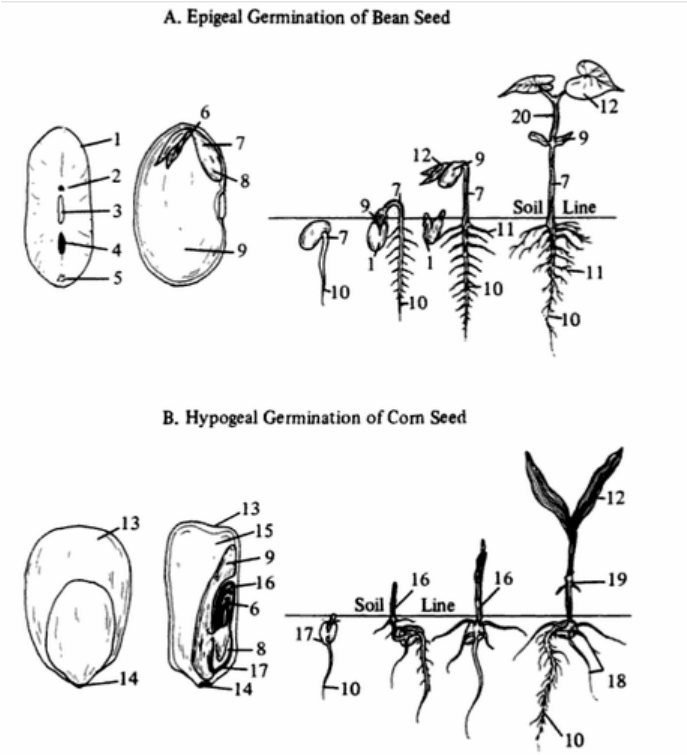
Při podrobném popisu epigeického a hypogeického klíčení lze uvést následující:

Epigeické klíčení semen

Tento druh klíčení semen je charakteristický např. pro borovice nebo semena fazolu. Oproti hypogeickému způsobu klíčení, je tento způsob primitivnější. Dělohy jsou při něm vyneseny nad povrch půdy za pomocí hypokotylu a i zde pokračují ve své nutriční funkci. Další funkcí je stimulace růstu úžlabních pupenů. Během vývoje kořenů se prodlužuje hypokotyl, který takto vynese nad zem dělohy a vegetační vrchol. Vegetační vrchol pokračuje ve svém růstu a dělohy uvadají. (Copeland, 1995; Pazourek, 2001)

Hypogeické klíčení

Hypogeické klíčení se vyskytuje u semen hrachu, trav a dalších rostlin. V průběhu klíčení jsou dělohy ukryty pod povrchem půdy a vegetační vrchol se dostává nad povrch půdy. Epikotyl je rychlerostoucí částí. Dělohy nadále plní svojí nutriční funkci, které zároveň mají za úkol potlačit růst úžlabních děložních pupenů. Koleoptile po omezenou dobu poskytuje vzrůstnému vrcholu ochranu aby mohl proniknout skrz půdu. S růstem vegetačního vrcholu se poté koleoptile rozpadá. (Copeland, 1995; Pazourek, 2001)



1. Seed coat
2. Micropyle
3. Hilum
4. Raphe
5. Chalaza
6. Plumule
7. Hypocotyl
8. Radicle
9. Cotyledon (scutellum)
10. Primary root
11. Secondary root
12. Leaf
13. Pericarp
14. Point of caryopsis attachment
15. Endosperm
16. Coleoptile
17. Coleorhiza
18. Seminal root
19. Adventitious roots
20. Epicotyl

Figure 4.1. *Two patterns of seed germination and germination structures present in a dicot (bean) and a monocot (corn).*

Obrázek 4 – epigeické a hypogeické klíčení (Copeland, L.O., 1995)

3.2.2. Klíčivost semen

Klíčivost semen

Klíčivost semen je schopnost semen vyklíčit, pokud k tomu mají vhodné podmínky a jsou-li odstraněna dormantní semena. K hodnocení klíčivosti je využíváno procento semen poskytující životaschopné jedince. Klíčivost je ovlivňována následujícími faktory dle Bewley at al. (2006) a Houba a Hosnedl (2002):

Kvalita osiva

Kvalita semen je odrazem endospermu semen a genetických faktorů. Podle velikosti semene nelze stanovit, jak bude osivo klíčivé.

Výživa

Výživou je ovlivňován hlavně výnos, ale semena s vyšším obsahem proteinů mají větší výhody z hlediska výživy klíčících semen a klíčenců. Naproti tomu u některých druhů mají na semena vyšší obsahy dusíkatých látek inhibiční účinky.

Fotoperioda a teplota

Nízké teploty nemají na dozrávání semen pozitivní vliv a naopak vysoké teploty zapřičiňují prodýchávání zásobních látek. Teplota spolu s délkou dne ovlivňují výskyt tvrdých a dormantních semen. Vlivem příznivých podmínek obsahují semena více asimilátů, které jim napomáhají k vyšší klíčivosti.

Vlhkost půdy

Příliš vlhká půda zvyšuje nebezpečí výskytu patogenních hub.

Mechanické poškození

Riziko mechanického poškození je nejvyšší hlavně v průběhu sklizně a při následných úpravách osiva. Poškození semen často snižuje jeho klíčivost.

Nesprávné sušení

Příliš dlouhé sušení, nebo vysoké teploty v průběhu sušení zapříčiní razantní snížení vlhkosti a následkem toho semena praskají.

Posklizňové uskladnění

Klíčivost semen může být prodloužena jejich skladováním při nízké teplotě, obsahu kyslíku či obsahují-li nízké množství vody. (Chloupek, 2008; Navie et al., 2007)

Testy klíčivosti a jejich vyhodnocení

Testy klíčivosti jsou prováděny tak, aby byly co nejrychlejší, uniformní, objektivní, levné a též mohly být kdykoliv zopakovatelné. Před samotným provedením testů jsou semena upravena. Výsledky testů slouží k rozhodnutí o jejich kvalitě v rámci certifikace osiva. (Houba a Hosnedl, 2002)

3.2.3. Vnější faktory ovliňující klíčení semen

Vnější faktory ovlivňující klíčení semen

Klíčení semen je označováno jako soubor dějů, které umožní znovu obnovit metabolické děje semen. Musí však být rozlišováno, zda se jedná o dormantní semena nebo naopak. Semena nedormantní v přítomnosti vody bobtnají a pro klíčení nezbytně potřebují vhodné podmínky, kterými jsou např. voda, kyslík, teplota a intenzita světla. Prostřednictvím těchto faktorů je ovlivňováno množství stimulačních a inhibičních látek v osivu a taktéž nepropustnost obalů semen.

Voda

Voda představuje základní požadavek nezbyný pro klíčení semen. Klidový stav se vyznačuje nízkým obsahem vody a neaktivním metabolismem semene. Přítomnost vody je proto nezbytná pro jejich nabobtnání. Quiescentní semena udržují minimální úroveň metabolismu, který jim zajistí přežít v půdě po dlouhou dobu a také přežít období skladování. Voda je do semene přijímána jizvou vzniklou po poutku. Při bobtnání zprvu bobtná testa a po ní dělohy. K nejrychlejšímu příjmu vody dochází bezprostředně po kontaktu vody a semen, příjem vody je nezávislý na veškerých životních dějích semene. Je-li prostředí semen příliš vlhké může být započato klíčení, ačkoliv ostatní podmínky pro klíčení nejsou dostatečné. Semena tak např. klíčí ještě v lusku. Naopak příliš vysoká vlhkost má inhibiční účinek na klíčení.

Bobtnání semen je umožněno přítomností hydrofilních skupin, na které se váží dipóly vody a vzniká takto hydratační obal. Látkami obsahujícími hydrofilní skupiny jsou polymerované sacharidy a bílkoviny. Hydrofilními skupinami vyskytujícími se v těchto látkách jsou $–NH_2$, -OH, -COOH.

Přerušení procesu bobtnání, vyschnutí klíčku a jeho následné opětovné bobtnání nemusí znamenat poškození klíčku. Při klíčení však k určitým poškozením dojít může,

neboť během něho dochází k objemovému růstu a buněčnému dělení. U živých semen jsou aktivovány enzymatické pochody, dýchání a hormonální pochody. Jejich výživa je před klíčením zajištěna zásobními látkami v dělohách, endospermu a perispermu. Klíčení je viditelné po prasknutí testy a proražení radikuly. Následně je započat prodlužovací růst jednotlivých buněk kořínku. Jeho účinkem dochází ke zpomalení růstu nadzemních orgánů klíčenců - plumuly. Vzroste-li obsah vody nad 60 %, obnovují se metabolické pochody a biochemické děje nezbytné ke klíčení. Další etapou vysokého příjmu vody následuje v období proražení testy radikulou. Společně s vodou jsou ze semen vyluhované látky mající na klíčení inhibiční vliv. Proto jsou ve výhodě semena, která po zbobtnání byla vysušena na rozdíl od semen, která nebobtnala. Retardanty klíčení a soli obsažené ve vodě mohou též negativně působit na klíčení. (Procházka a kol., 1998; Copeland 1995)

Některá semena vyžadují ke klíčení jen malé množství vody. Naopak vodní rostliny musí být ponořené ve vodě. (Pessarakli, 2001)

Světlo

Ke klíčení semen dochází u některých druhů na světle a u některých ve tmě. Z tohoto hlediska jsou semena rozdělena na pozitivně fotoblastická a negativně fotoblastická. Další skupinou jsou semena k výskytu světla či tmy neutrální. Mechanismus je zde podobný mechanismu indukující kvetení, růst, tvorbu pigmentu v ovoci či listí atd. Na klíčení má vliv intenzita světla (svítivost) spolu s kvalitou světla (vlnová délka, barva světla). (Procházka a kol., 1998; Copeland, 1995)

Pozitivně fotoblastická semena světlo potřebují, negativně fotoblastická nikoliv. Mezi pozitivně fotoblastická můžeme zahrnout např. druhy: náprstník, pupalka, tabák a další. K negativně fotoblastickým patří: laskavec, tykev a svazenka. Semena, která potřebují dostatek světla aby klíčila, obsahují málo zásobních látek, a proto se musí v relativně krátké době vyvinout v rostliny schopné zajistit si autotrofním způsobem živiny. Negativně fotoblastická semena takto klíčí vzhledem k nedostatku světla v hlubším profilu půdy. (Procházka a kol., 1998)

Intenzita světla

Vliv intenzity světla je u jednotlivých druhů semen odlišný. Některá semena, která vyžadují ke klíčení světlo vyžadují jako nejvyšší hodnotu 100 lux. Pro většiny druhů se v laboratorních podmínkách jako dostatečná intenzita světla jeví hodnota 1.080 – 2.160 luxů. Během jasného slunečného dne nabývá intenzita světla až hodnot 108.000 luxů a během

zataženého dne to je 16.200 luxů. (Copeland, 1995)

Kvalita světla

V polovině 30. let minulého století bylo prokázáno, že ke klíčení semen dochází nejvíce v červené oblasti světelného spektra, tj. 660 – 700 nm a k inhibici klíčení dochází v oblasti dlouhovlnného červeného světla (720 – 760 nm). Na klíčení semen má vliv hlavně záření v červené oblasti, záření v modré oblasti o něco méně.

Fytochromem se rozumí látka reagující na červené záření o vlnových délkách 600 - 680nm a 700 – 760 nm. Tato látka je přítomna v semenech. Při stimulaci semen světlem se přemění fytochrom P_R 600 – 680 nm, který je neaktivní na P_{FR} 700 – 760 nm, tedy na aktivní formu. Tato přeměna probíhá prostřednictvím krátkovlnného červeného světla. Aktivní forma fytochromu následně způsobí klíčení semen. Ke změně fytochromu stačí pouze krátká doba expozice. Nikdy však celé množství fytochromu PR není přeměněno ve formu P_{FR}. Protože spektra P_R a P_{FR} se překrývají. Při přeměně fytochromu na P_{FR} cca 2 % ůstávají v aktivní formě, tedy P_R. Naopak přeměna P_{FR} na P_R se uskuteční za tmy.

Fytochrom je stimulován i prostřednictvím rostlinných hormonů. Exogenní aplikace giberelinů stimuluje klíčení tak, že stimuluje vliv fytochromu P_{FR}. Stimulace probíhá i naopak, kdy klíčení způsobené fytochromem zvyšuje hladinu giberelinu v osivu. Jako místo lokalizace fytochromu jsou všeobecně přijímány buněčné membrány. U svazenky byly jako místa citlivé ke světlu lokalizovány chalazální a mikropylární oblasti. U salátu to byla pouze mikropylární oblast. Důvodem je, že tyto oblasti jsou tak tenké, že umožňují přístup světla k embryu. Existují však indicie, podle kterých se fytochromy nacházejí v embryonální ose. (Procházka a kol., 1998; Houba a Hosnedl, 2002; Copeland, 1995; Brink, 2005)

Kyslík

Kyslík je nezbytnou součástí klíčení z důvodu získávání energie ke klíčení z procesu oxidační fosforylace (Procházka a kol, 1998). Dýcháním se oxidují škroby, tuky a jiné zásobní látky . Množství kyslíku jeúměrné úrovni metabolické aktivity (Pessarakli, 2001). Je nezbytný k dýchání nejen pro semena, ale i pro následně vzešlé sazenice. To, zda je kyslík pro semena přístupný záleží na tkáních semen a osemení, konkrétně na jejich chemických vlastnostech a na jejich struktuře. Dalším činitelem přístupnosti kyslíku pro semena je půda (Brink, 2005). Proto při hloubce setí musí být brány v úvahu nároky na kyslík. Důležité jsou fyzikální vlastnosti půdy spolu s rostlinným druhem (Procházka a kol., 1998). Semena v těžkých půdách klíčí špatně, hlavně je-li půda přemokřená. Takováto půda postrádá potřebné množství

kyslíku (Pessarakli, 2001). Mimo druhu půdy záleží též na obsahu vody v půdě a hloubce uložení semene v půdě (Brink, 2005). Velká semena jsou vysévána hlouběji než malá, na lehkých půdách jsou semena vysévána hlouběji než na težších půdách (Procházka a kol., 1998). Hluboká výsadba však může být pro klíčení nepříznivá, jelikož zásoba kyslíku může být omezena nebo sazenice nejsou schopny dosáhnout povrchu. Důvodem často bývá, že půda není kompaktní nebo je těžká (Pessarakli, 2001).

Oxid uhličitý

Množství oxidu uhličitého v půdě je závislé na několika faktorech. Mezi ně náleží teplota, vlhkost, biotická aktivita půdy a její pórovitost. Klíčení je stimulováno oxidem uhličitým, ale jen je-li jeho koncetrace dostatečná. V přirozených podmínkách se však takováto koncentrace oxidu uhličitého v půdě nevyskytuje, lze se teday domnívat, že v přirozených podmínkách je klíčení na CO_2 nezávislé (Brink, 2005).

Organické inhibitory a stimulátory

Ethylen náleží mezi látky produkované rostlinami, ale i také bakteriemi a mezi jeho vlastnosti náleží pozitivní vliv na klíčení semen (Brink, 2005).

Teplota

Teplota je důležitým činitelem v průběhu klíčení a dormance. Má dvě role při ovlivnění klíčení. Jejím účinkem se semena nachází v určitém stupni dormance a také mají charakteristické požadavky na teplotu nutnou pro klíčení. Klíčení semen je lineárně závislé na teplotě (Brink, 2005). Obecně platí, že se vzrůstající teplotou vzrůstá klíčení semen. U semen řeřichy bylo prokázáno, že během imbibice při teplotě 20 °C bylo dosaženo pouze 31 % klíčivosti, avšak za teploty 35 °C byla tato hodnota až 98 %. Během procesu imbibice totiž dochází vlivem vzrůstu teploty k urychlení metabolických dějů a k rychlejší hydrataci. (Copeland, 1995)

V souvislosti s klíčením rozlišujeme kardinální teploty: minimum, maximum, optimum. Tyto teploty jsou specifické pro každý rostlinný druh, ale také závisí na odrůdě, zeměpisném původu semen, ročníku sklizně, způsobu skladování a ošetření semen: priming a hormonální ošetření za využití giberelinů (Bewley et al., 2006). Klíčení semen je vysoce závislé na teplotě. Minimální teploty klíčení semen jsou 0 – 5 °C, maximální 45 – 48 °C a optimum teplot se pohybuje v rozmezí 25 – 30 °C (Pritchard et Amthor, 2005). Některá semena mají vysoké nároky na teplotu, některá naopak nízké (Brink, 2005). U teplomilných

rostlin jsou jednotlivé kardinální teploty vyšší. Hodnoty jsou odrazem nejen druhů rostlin, ale i odrůd, oblastí a stáří semen. Semena obvykle v laboratořích klíčí za stálé teploty. Existují však i vyjímky vyžadující výkyvy teplot, které jsou v přirozených podmínkách běžné (Procházka a kol.,1998; Brink, 2005). To bylo prokázáno např. u semen psinečku. V tomto případě vegetace má funkci izolátoru povrchu půdy před velkým střídáním denních teplot. Stanoviště, která jsou otevřená je konstantních teplot dosaženo v hlubším profilu půdy. Z toho vyplývá, že semena vyžadující střídání teplot klíčí u povrchu půdy za nepřítomnosti vegetace. Je-li nezbytný výskyt kolísání teplot je rozpětí mezi nejvyšší a nejnižší teplotou důležitější než momentální teplota. Např. u většiny druhů trav je toto rozpětí veliké až 10°C. Důvod, proč semena vyžadují střídání teplot není příliš znám. Výsledky studií však naznačují, že střídání teplot zapřičiňuje změnu struktury makromolekul v semenech, bez které není klíčení možné. (Copeland, 1995)

Dusičnany

Dusičnany jsou stimulátory klíčení semen. Převážná část semen, která vyžaduje přítomnost dusičnanů současně patří mezi semena, která klíčí na světle. Z tohoto důvodu může být klíčení limitováno současným výskytem světla a dusičnanů. Někteří sutoři takto i odůvodňují výskyt plevelů po orbě. (Brink, 2005)

3.2.4. Vnitřní faktory ovlivňující klíčení semen

Nepropustnost semen pro vodu

Nepropustnost vody přes testu je způsobena palisádovým sklerenchymem. K dosažení bobtnání tvrdých semen je nezbytné narušení tohoto sklerenchymu. Narušení je proveditelné mechanickou nebo chemickou cestou. V prvním případě se využívá písek či skleněné střepy, druhý případ je proveditelný pomocí kyseliny sírové. Doba expozice kyseliny je závislá na druhu semene a jeho tloušťky. Délka ošetření se pohybuje od 15 minut do tří hodin V přírodě je narušení proveditelné pomocí mikroorganismů. (Procházka a kol., 1998; Pessarakli, 2001)

Nepropustnost semen pro plyny

U semena nepropustného pro kyslík a oxid uhličitý nemůže docházet k růstu embrya. Z tohoto důvodu se provádí odstranění osemení nebo se opatří malým otvorem.

Nepropustnost testy pro zárodek

I když se testa jeví jako propustná pro vodu, pro zárodek je příliš tuhá a nedokáže ji prorazit. K oslabení testy se využívá opakované vysušení a namáčení semen.

Nevyvinutá embrya

I přes optimální podmínky klíčení, semena neklíčí vzhledem k tomu, že embryo není dostatečně vyvinuté. K vyklíčení semen je nezbytné, aby semena během svého vývoje nezaschla.

Inhibiční látky a hormony

Některé plody inhibiční látky vyžadují, jelikož zabraňují předčasnému vyklíčení semen. Inhibitory jsou lokalizované v dužninách plodů. Jejich odstranění probíhá za použití vody nebo aktivního uhlí. Pokud jsou semena rozložena příliš blízko vedle sebe, inhibitory klíčení jsou vodou vyluhovány a koncentrují se v bezprostřední blízkosti semen. Následně klíčivost těchto semen klesá. U semen s nepropustnými obaly k vyluhování inhibitorů klíčení nedochází, proto se u nich doba během které semena vyklíčí prodlužuje. (Procházka a kol., 1998)

Mateřská rostlina

Klíčení semen je ovlivňováno podmínkami, během kterých se vyvíjela na mateřské rostlině. Velký vliv má během indukce kvetení a zrání výživa, stáří mateřské rostliny a umístění na květenství. (Procházka a kol., 1998)

Fytohormony

Fytohormony se počítají mezi regulátory růstu a jsou děleny podle účinku na stimulátory a inhibitory.

Fytohormony stimulující růst

- Auxiny
- Gibereliny
- Cytokininy

Fytohormony inhibující růst

- kyselina abscisová

(Procházka a kol., 1998)

Určité množství inhibičních látek je obsaženo v dužninách plodů. Tyto látky zajišťují, aby se u semen nevyskytovalo předčasné klíčení. Vyskytují se např. i u rajčat. Látky s těmito účinky jsou kyselina abscisová, kyselina kávová, kyselina ferulová, kumarin, skopoletin a další. Inhibičními látkami u rajčat jsou nejčastěji kyselina kávová a kyselina ferulová. Výskyt těchto látek je lokalizován i v suchých plodech a lze je odstranit vyplavením vodou nebo pomocí adsorbce na aktivní uhlí. Z uvedeného vyplývá, že jsou-li semena na lůžku lokalizována příliš blízko sebe, inhibiční látky jsou zde nahromaděné a osivo klíčí méně. Vodní srážky, které napomáhají vyluhování inhibitorů musí překonat semenné obaly. Jsou-li semenné obaly pro vodu nepropustné dochází k prodlužování doby než semena vyklíčí. Množství potřebných srážek je úměrné k stupni dormance.

Jak mnohé testy ukázaly, ke klíčení semen je nezbytná přítomnost giberelinů. Podílejí se na kontrole dormance, ale spíše jsou důležité pro podporu a udržení klíčení. Gibereliny podporují klíčení semen a mají inhibiční účinky k ABA. Často působí v kombinaci s cytokininy. Naopak přítomnost kyseliny abscisové je podmínkou pro navození dormance během zrání osiva a působí jako prevence klíčení semen v průběhu jejich vývoje. K zmírnění vlivu ABA dochází při zrání semen, oddělení od mateřské rostliny a při jejich sušení neboť v průběhu sušení semen obsah ABA klesá. Také v počátečních fázích vývoje semen je množství ABA malé. Naopak největší množství se nachází v půlce jejich vývoje během syntézy zásobních látek.

Teplota, která potlačuje dormanci současně indukuje citlivost ke giberelinům. K jejich vzrůstající biosyntéze tedy nemusí docházet. Úroveň dormance je odrazem vlivu ABA během zrání semen, nikoliv množstvím ABA. Z výše uvvedeného vyplývá, že klíčení spolu s dormancí nejsou závislé na hladině a vzájemném vztahu ABA a giberelinů, ale na jejich vlivů v průběhu času. (Procházka a kol., 1998; Bewley et al., 2006)

3.3. Dormance

Dormance semen je stav při kterém osivo neklíčí, ačkoliv podmínky ke klíčení jsou odpovídající. Po odstranění faktorů bránících klíčení, můžou semena opět klíčit. Semena během dormance neklíčí, nebobtnají a ani neplesniví. Dormance je dělena do dvou hlavních skupin. Primární dormance a sekundární dormance. (Benech-Arnold et Sánchez, 2004; Chloupek, 2008)

3.3.1. Primární a sekundární dormance

Primární dormance

Primární dormance se vyskytuje u semen po sklizni a je dále členěna na exogenní a endogenní. (Houba a Hosnedl, 2002)

Exogenní dormance

Vzniká tehdy, nejsou-li pro semena dostupné základní složky potřebné ke klíčení, kterými jsou voda a kyslík.

Exogenní dormance má původ v osemení nebo v oplodí. Klíčení semen je ovlivněno tkáněmi nacházejícími se v blízkosti embrya, jejichž působením je absorpce vody inhibována ačkoliv je pro zdárné klíčení zcela nezbytná. Tyto tkáně taktéž působí jako mechanická bariéra bránící růstu kořínku a rozrůstání se embrya. Má vliv na výměnu plynů a zamezuje vyluhování inhibitorů z embrya. Podíl na exogenní dormanci mají endosperm, perisperm, vnější integumenty obalů semen a zbytky oplodí. (Geneve, 1998)

Dalšími příčinami nedostupnosti **vody** pro osivo jsou následující faktory:

Genetický základ

Každý rostlinný druh má stavbu semenných obalů danou geneticky.

Podmínky prostředí

Mezi podmínky prostředí náleží podmínky při nichž semena dozrávala – počasí, půdní podmínky. Jejich vlivem je ovlivňována rychlost se kterou semena vysychají. Vláhový stres během zrání způsobuje výskyt většího počtu tvrdých semen.

Úprava vlhkosti sklizených semen

Náleží sem rychlost a způsob sušení. Tvrdost semen bývá způsobena i vyšším obsahem suberinu, ligninu nebo jiných látek vyskytujících se v obalových vrstvách semen.

Příčiny nemožnosti příjmu kyslíku a odvodu látek inhibujících klíčení :

Např. u semen peckovin a jádrovin je přítomen amygdalin přeměňujici se na kyanovodík s inhibičním vlivem na klíčení. Nepropustné semenné obaly nedovolí unikat kyanovodíku vně semen.

Odstranění exogenní dormance je prováděno za pomocí skarifikace, která naruší obaly semena. Využívá se k tomu ponoření semen do vroucí vody s následným zchlazením, nebo lze využít radiové vlny. Důležitá je však doba expozice. Její nevhodná délka může poškodit semena. Dalším způsobem je použití střepů, písku nebo brusného papíru. Odstranit dormanci lze i za pomocí selektivních enzymů, např. celulázy či pektinázy. Také zde záleží na délce působení. K chemickému odstranění dormance jsou využívány peroxid vodíku, chlorid sodný, roztok kyseliny sírové, u kterých záleží také na použité koncentraci.

V přírodě je dormance porušena mikroorganismy, kyselým pH, zamrzáním a rozmrzáním. (Pessarakli, 2001; Houba a Hosnedl, 2002)

Endogenní dormance

Endogenní dormance je zapřičiněna vrozenými vlastnostmi druhu a také odrůdy. Tyto vlastnosti jsou vyvolány podmínkami v kterých osivo zrálo a vyvíjelo se.

Osivo neklíčí po odstranění z mateřské rostliny z důvodu vysokého obsahu inhibičních fytohormonů. Těmito látkami jsou: kyselina abscisová, kyselina jasmonová, deriváty kyseliny benzoové, deriváty kyseliny skořicové a deriváty kumarinu. Tyto látky blokují transkripci a translaci genů a nespecificky inhibují enzymy. Stratifikací jsou inhibiční látky odstraněny. Chladem vzrůstá obsah giberelinů a klesá obsah inhibitorů. K uvolnění semen z dormance je nezbytné, aby při stratifikaci už na začátku klesla hladina kyseliny abscisové a zvýšil se obsah giberelinů. Při vzrůstu obsahu auxinů v dalších fázích je důvodem uvolnění semen z dormance a jejich klíčení. (Procházka a kol., 1998)

Podle některých autorů lze endogenní dormanci rozdělit na morfologickou a fyziologickou.

Morfologická dormance nastává je-li osivo uvolňováno z rostlin, ale vývoj embrya ještě není dokončen. (Geneve, 1998; Brink, 2005)

Fyziologická dormance může být způsobena vnějším životním prostředím a jeho fyziologickými mechanismy (Finch-Savage et Leubner-Metzger, 2006), které způsobují inhibici vzniku kořínku, avšak nejsou doposud přesně známy. (Brink, 2005)

Endogenní dormance je odstranitelná skarifikací nebo vyluhováním látek způsobujících dormanci. Tvorba inhibitorů a tedy i endogenní dormance je ovlivňována podmínkami při kterých se semena vyvíjela a zrála - např. převládající teplota v průběhu zrání, obsah vláhy v průběhu zrání, délka dne, stáří mateřské rostliny a pozice semen na rostlině. (Houba a Hosnedl, 2002)

Sekundární dormance

Je typická pro semena, která neměla příznivé podmínky pro klíčení. Jimi jsou nedostatek kyslíku, suboptimální teplota (termodormance), vodní stres, nevhodné světelné podmínky (fotodormance), tma (skotodormance). (Houba a Hosnedl, 2002).

3.3.2. Deteriorace semen a projevy deteriorace

Deteriorace semen se projevuje poklesem jejich vitality, jsou méně životaschopná a klesá jejich klíčivost.

Při deterioraci dochází i k vnitřním změnám projevující se poklesem intenzity dýchání a enzymatické aktivity, změnou poměru zásobních látek semen a syntéza nových zásobních látek. Vznikající látky se vyznačují toxicitou a také inhibují klíčení. Jsou to např. etanol, fenoly, aldehydy, mastné kyseliny. Ve větší míře vznikají mutace. Mutace nižšího rázu se mohou přenášet do dalších generací. Avšak větší genetické poškození je pro buňky letální a klesá klíčivost a vzcházivost semen.

Makroskopickými projevy deteriorace jsou snadno pozorovatelné barevné změny osiva, tedy stárnutím semen tmavnou obalové vrstvy semen. Jako příčinu deteriorace je možno označit i poškození buněčných membrán, působení mikroorganismů k jejichž rozvoji je ideální vzestup vlhkosti semene nad 22 %.

Stárnutí semen lze postřehnout za pomoci těchto projevů:

Klíčivost a vzcházivost semen klesá spolu s energií klíčení. Vzniká nevyrovnaný porost a klesající vitalita se projevuje vyšší citlivostí rostlin. (Houba a Hosnedl, 2002; McDonald et Kwong, 2005)

3.3.3.Vitalita

Pojem vitalita popisuje schopnost semen klíčit za různých podmínek prostředí. Během laboratorního studia procenta klíčivosti semen, jsou osivu poskytnuté optimální podmínky pro klíčení. Klíčení semen v polních podmínkách je provázeno optimálními hodnotami jenom někdy. Vysoká laboratorní klíčivost nezaručuje vysokou polní vzcházivost. (Houba a Hosnedl, 2002; McDonald et Kwong, 2005)

Vzhledem k tomu, že je vitalita geneticky kódovaná může být šlechtěním ovlivněna. Dalším způsobem, který vitalitu ovlivňuje jsou optimální podmínky, za kterých jsou plodiny pěstovány. Rozdílné hodnoty vitality se nevztahují jen k jednotlivým plodinám, ale také se liší mezi odrůdami. Nejvyšší potenciální vitalita je charkteristická pro semena ve fyziologické zralosti. Poté dochází v semenech k jednotlivým biochemickým změnám, které jsou příčinou jejich vysychání a poklesu vitality. (Chloupek, 2008)

Vitalita je úzce spojena se stárnutím. Málo vitální osivo totiž velmi rychle stárne. A naopak podléhá-li osivo stárnutí, lze tento fakt pozorovat na klesající vitalitě. Vitalita je hlavně důležitá pro zisk vyrovnaného porostu. Pouze takovýto porost může dozrávat stejnoměrně. (Houba a Hosnedl, 2002; McDonald et Kwong, 2005)

Projevy snížené vitality

Snížená vitalita se projevuje kupříkladu prostřednictvím klesající vyrovnanosti vzešlých jedinců, abnormálním růstem jedinců, zvýšenou senzitivitou k infekčním onemocněním a taktéž klesajícím výnosem.

Je-li klíčení nevyrovnané a pomalé, je to znakem toho, že osivo podléhá stárnutí. Dalším projevem je zvýšená citlivost k prostředí. Stárnutí je taktéž druhovým a odrůdovým odrazem. (Houba a Hosnedl, 2002; McDonald et Kwong, 2005)

Osivo s klesající vitalitou vykazuje degradaci buněčných membrán, klesající syntézu ATP (adenosintrifosfátu) a také klesá úroveň respirace. Degradace membrán je proces, při kterém se oxidují membránové lipidy. Tato oxidace je způsobena klesající aktivitou mitochondrií. Prostřednictvím peroxidace tuků jsou uvolňovány volné radikály denaturující DNA a omezující translaci a transkripci. Oxidace aminokyselin však probíhá i nadále. Deteriorace semen je provázena genetickými změnami. Prostupnost membrán je nižší a tím jsou proděravěné buněčné organely, které tímto způsobem umožňují vyluhování živin do okolního prostředí. Vyluhováním živin je zvyšována vodivost roztoku, která může být měřena a prostřednictvím získaných výsledků je stanovena vitalita semen. K jejímu snižování přispívají též škůdci, choroby a přítomnost tvrdých semen. (Chloupek, 2008)

Faktory ovlivňující vitalitu a příčiny poklesu vitality

Vitalita semen je ovlivněna prostřednictvím podmínek a také prostředím, ve kterých semena zrála, byla sklízena, ve kterých docházelo k posklizňovému ošetření a také ve kterých byla semena skladována. K nejdůležitějším vnějším vlivům řadíme teplotu a vlhkost. Rovnováha těchto faktorů zajišťuje zvýšení hmotnosti klíčku. Vnitřními faktory ovlivňijícími

vitalitu je genetická struktura. Hybridní osivo tedy klíčí rychleji. (Houba a Hosnedl, 2002)
Klesající vitalita je způsobena poškozenými funkčními membránami. K jejich poškození dochází mechanickou cestou nebo jako příčina biochemických změn. Takto poškozené membrány umožňují, aby se ze semen vyluhovaly elektrolyty. Výluh poté vykazuje vyšší hodnoty elektrické vodivosti. (Chloupek, 2008)

Testy vitality

Důvodem, proč jsou testy vitality prováděny je fakt, že na rozdíl od testů klíčivosti poskytnou hodnotnější informaci o klíčení semen v polních podmínkách. Testy klíčivosti totiž probíhají v laboratoři převážně za optimálních podmínek. Výsledky klíčivosti jsou takto často nadhodnoceny neboť semena se stejnou klíčivostí se mohou lišit ve vitalitě. Pro hodnocení vitality nelze využít žádný univerzální postup z důvodu široké rozmanitosti rostlinných druhů. Z hlediska působících stresů nelze též využít žádný test vitality, který by byl účinný pro všechny druhy stresů a pro všechny jejich kombinace. Proto jsou používané kombinace několika testů. (Chloupek, 2008; McDonald et Kwong, 2005).

Vitalita může být testována těmito způsoby:

- Měření elektrické vodivosti výluhu semen – konduktometrický test vitality
- Sledování klíčivosti semen během chladu a za sucha
- Sledování růstu semenáčků v prostředí stresových podmínek
- Test urychleného stárnutí
- Biochemické testy

Jedním z biochemických testů je tetrazoliový test, při kterém je redukován trifenyltetrazoliumchlorid či trifenyltetrazoliumbromid. Z bezbarvé látky vzniká redukcí červená, takže pletiva, která jsou odumřelá zůstávají bezbarvá. (Chloupek, 2008)

Konduktometrický test vitality

První fáze klíčení semen je typická jejich bobtnáním, při kterém se voda rychle přijímá a semena jsou touto cestou poškozena. Toto poškození semen je měřitelné konduktometrickou vodivostí. Hodnoty jsou získávány v jednotkách mS a následně přepočítávány na hmotnost suchých semen. Rozdílnost hodnot spočívá v míře neporušení buněčných membrán a v množství iontů uvolněných ze semen. Výsledky konduktometrické metody jsou hlavně

ovlivněny následujícími faktory:

- genotyp semen
- zralost semen a termín sklizně osiva
- struktura semen a obsahové látky semen
- teplota sušení semen a rychlost sušení
- stupeň poškození semen
- vlhkost semen na počátku testu
- teplota
- doba po kterou semena bobtnají
- množství vody
- technické vybavení
- propustnost testy
- mikroflóra

(Procházka a kol., 1998)

Test urychleného stárnutí

Tímto testem jsou porovnávána semena před vystavením vysokých teplot a vlhkosti a po vystavení semen těmto faktorům. Semena, u kterých nedošlo k výrazné změně klíčivosti jsou pokládána za vysoce vitalitní. Naopak při značném poklesu klíčivosti je to signál, že toto osivo má malou vitalitu. Překážkami během tohoto testování můžou být tyto faktory:

- zabespečení předepsaných podmínek testu pro veškeré testované osivo
- kritérium pro náležité provedení testu je stanovení procenta vlhkosti semen po testu, neboť semena jsou hydratována, jsou-li vystavěna vysoké vlhkosti

Provedení testu

Semena podrobujeme vysoké teplotě a vysoké relativní vlhkosti. Teplota je nastavena na 41 – 45 ^{o}C při absolutní vlhkosti prostředí. Test trvá od 48 do 144 hodin. Vždy však závisí na rostlinném druhu (Procházka a kol., 1998). Pro test urychleného stárnutí však uvádí tyto hodnoty: 40 – 45 °C, 24 nebo 48 hodin, obsah vlhkosti 20%. (McDonald et Kwong, 2005).

Abiotické faktory

K nejzávažnějšími abiotickým vlivům, se kterými se semema a rostoucí rostliny musí potýkat a které omezují jejich růst a produktivitu jsou sucho a zasolení (Kaymakanova, 2009).

Zasolení

Jako slané půdy jsou označované půdy s vysokým obsahem elektrolytu nebo s vysokými hodnotami pH. Většina rostlin je tímto prostředím omezována (Holubec, 2005). Z odhadů vyplývá, že celosvětově je zasoleno více jak 20 % obdělávaných ploch (Kaymakanova, 2009). Vzrůstající zasolování zemědělských ploch je odrazem nejen zemědělské činnosti, ale též procesy probíhajícími v přírodě. Na zasolení půd se svým působením podílí i člověk, nejvíce používáním nevhodné závlahové vody. Na zavlažovaných stanovištích se hromadí sodné sole, které způsobují alkalickou hydrolýzu. Nejproblematičtější situace je na stanovištích nacházejících se na suchých a polosuchých oblastech, kde je závlaha nezbytná. Pozemky mohou být zasolovány i v důsledku odlesnění, soli jsou transportovány ze spodních vrstev na povrch. Následně se voda odpaří a soli zůstávají na povrchu. (Holubec, 2005; Johnson et Broadhurst, 2002)

Vzrůstající zasolení má negativní vliv na klíčení rostlin a na další vývoj semenáčků, stejně tak i na následující výnos. Zasolením je negativně ovlivněn metabolismus rostlin a exprese genů, k vnějším projevům jsou počítány fyziologické poruchy květů, kořenů a vyšší citlivost k poškození (Johnson et Broadhurst, 2002; Amini et Ehsanpour, 2006; Kaymakanova, 2009). Podle autorů (Cuartero et Fernández-Munoz, 1999) zasolení nejen potlačuje klíčení semen, ale také způsobuje prodloužení času nezbytného pro klíčení.

Principem neschopnosti semen klíčit v zasoleném prostředí je ten, že sůl obsažená v médiu způsobuje pokles osmotického potenciálu. Následně se tedy zpomalí či zastaví absorpce vody a nemohou tedy být uvolněny důležité živiny nezbytné pro klíčení semen. Druhým důvodem, proč semena v zasoleném prostředí neklíčí je fakt, že ionty působící na embryo jsou pro něj příliš toxické. (Kaymakanova, 2009)

Vzhledem k tomu, že u rajčat jsou znalosti týkající se fyziologie a genetiky široké, jsou často využívána jako modelové plodiny pro studium tolerance rostlin k zasolení. (Cuartero et Fernández-Munoz, 1999) (Amini et Ehsanpour, 2006) prokázali, že vlivem zasolení dochází u rajčat k poklesu množství sušiny v rostlinách a ke vzniku nových bílkovin nebo pozměnění stávajících bílkoviny. Jak ale uvádí (Johnson et Broadhurst, 2002) vliv zasolení na růst rajčat může být odrůdovou záležitostí, jelikož některé odrůdy reagují

na zasolení poklesem růstu na rozdíl od jiných, které žádné změny v tomto směru nevykazují. Při sledování čerstvé hmotnosti plodů rajčat tento trend zaznamenán nebyl, neboť obě sledované odrůdy vykazovaly v tomto směru pokles. Počet plodů u obou odrůd byl nezměněn.

Kromě rajčat byl sledován vliv zasolení i na rostlinách fazolu. Tyto rostliny na rozdíl od rajčat vykazovaly pokles klíčení i růst rostlin u všech tří sledovaných odrůd. Byl zde ale pozorován určitý rozdíl mezi látkami způsobujícími zasolení. Na_2SO_4 vykazovalo vyšší inhibiční vliv než NaCl. (Kaymakanova, 2009)

Podle autorů (Cuartero, Fernández-Munoz, 1999) však NaCl způsobuje pokles klíčení semen rajčat už při nízkých koncentracích, konkrétně při koncentraci 80 mM. Jak ale dále uvádí pro přímý výsev se nejedná o nikterak závažný pokles. Významný pokles klíčení semen nastává až s koncentrací 190 mM. Zasolení kromě poklesu klíčení způsobuje i prodloužení doby nezbytné k dokončení procesu klíčení. Klíčí-li semena při koncentraci 80 mM NaCl, vyžadují o 50 % delší dobu ke klíčení na rozdíl od semen klíčících v optimálních podmínkách. Při koncentraci 190 mM se hodnota posouvá na 100 %. Semena neklíčící vlivem zasolení půd mohou vyklíčit po snížení koncentrace solí prostřednictvím srážek nebo závlahové vody bez solí. Počet semen, která jsou takto schopna vyklíčit se pohybuje kolem 50 %.

Tak jako byl u rostlin fazolu prokázán vyšší pokles klíčení semen při zasolení půdy Na_2SO_4 oproti zasolení NaCl, tak i vzkledem k jejich růstu byl inhibiční účinek NaCl o 20 % nižší než inhibiční účinek Na_2SO_4. (Kaymakanova,2009)

Teplota

Teplota je důležitým faktorem ovlivňující rychlost a procento klíčení. Např. u semen mrkve příliš **vysoká teplota** (35 – 40 °C) oddaluje nebo dokonce inhibuje klíčení semen. Pro lepší klíčení je vhodná teplota 20 °C, která poskytuje hodnotu klíčivosti semen mrkve 85 % oproti teplotě 36 °C kdy je tato hodnota už jen 27 % (Pereira et al., 2009).

Naopak nízkým teplotám se u semen řepky věnoval (Zheng et al., 1998) a popsal pokles klíčení a oddálení klíčení jako důsledek nízkých půdních teplot, které taktéž prodlužují dobu nutnou k 50 % klíčivosti. Toto potvrdili Foolad a Lin (2000), kteří u semen rajčete zjistili prodloužení doby po kterou semena klíčila, jako odezvu na **nízké teploty**. Stejně tak Khayatnezhad (2011) sledoval vliv nízkých teplot na klíčení semen pšenice a jako nejnižší teplotu při které tato semena jsou schopna klíčit udává 2 °C.

Teplota neovlivňuje pouze klíčení semen, ale též následný vývoj a růst rostlin. Mezi sledované parametry patří množství sušiny v rostlinách, obsah sušiny v kořenech a také

jejich délka. Např. Gupta (2012) uvádí, že pšenice vystavená 45 °C vykazuje klesající obsah sušiny rostlin spolu s klesajícím obsahem sušiny v kořenech a pokles jejich délky.

Naopak Khayatnezhad (2011) se ve své práci zabývá vlivem nízkých teplot na pšenici a uvádí, že při nízkých teplotách maximální délky bylo dosaženo při teplotě 3 a 5 °C. Naopak nejnižší délky kořenů byly zaznamenány během teploty 2 °C. S klesající teplotou byl rovněž zazanamenán pokles počtu kořenů, tedy nejnižší počet kořenů se vyskytoval při teplotě 2 °C a nejvyšší při teplotě 5 °C (Khayatnezhad, 2011). Ke stejným závěrů došli Tobeh a Somarin (2012), kteří zjistili, že u semen pšenice nejpomalejší klíčení semen probíhalo při teplotě 2 °C a klesající teplotou klesal počet kořenů. Nejmenší objem kořenového vlášení byl získán při teplotě 2 °C, největší při 5 °C.

Voda

Klíčení semen je ovlivňováno faktem, zda je voda pro semena disponibilní. Dostupnost vody spolu s teplotou je jedním z hlavních ekologických faktorů ovlivňjících klíčení osiva (Neckář a Brant, 2005). Současné působení vysoké teploty a sucha v laboratorních podmínkách vyvolává pokles rychlosti klíčení. Sucho spolu s vysokou teplotou negativně ovlivňují stavbu semen. V důsledku změny anatomie semen osivo přijímá ve vlhkém prostředí vodu rychleji a naopak v suchém prostředí vodu rychle ztrácí. Je-li semeno naklíčené a zároveň nastanou přísušky, rychlá ztráta vody vyvolá nárůst rozdílu mezi klíčivostí a vzcházením semen. Teplotní výkyvy spolu s dostupností vody se podílí největší měrou na poklesu kvality osiva. (Bláha, 2004)

Jak uvádí Achakzai (2009) vodní stres u semen kukuřice způsobuje závažné opoždění v klíčení semen a také je opožděno ukončení tohoto procesu. Abdoli a Saeidi (2012) taktéž pozorují tento trend u pšenice. Uvádí, že nedostatek vody během klíčení semen pšenice způsobil pokles u všech charakteristik klíčení. Pokles klíčivosti vlivem nedostatku vody činí v průměru 4,7 %. Vlivem sucha nedochází pouze k poklesu klíčivosti, ale též může způsobit opoždění klíčení semen, nebo že semena neklíčí vůbec. Vlivem nedostatku vody bylo pozorováno u pšenice zvýšení průměrné doby klíčení z 1,91 dne na 2,05 dne. Přesné hodnoty se však liší dle kultivaru (Abdoli et Saeidi, 2012). Ke stejným závěrům dochází i Jajarmi (2009), když uvádí, že nedostatek vody během klíčení semen pšenice způsobuje pokles u všech charakteristik klíčení a střední hodnota klíčení semen pšenice se pohybuje v různých hodnotách dle odrůd tak jako průměrná rychlost klíčení. Účinkem sucha na klíčení semen

v rámci jednotlivých odrůd se také zabývá A.K.K. Achakzai (2009). Z jeho studie vyplývá, že pokles klíčivosti semen kukuřice není stejný u všech studovaných kultivarů. Z toho vyplývá, že jednotlivé kultivary jsou rozdílně citlivé k suchu. Stejné tvrzení uvádí Vahid Jajarmi (2009) jež tvrdí, že klíčivost semen pšenice v podmínkách sucha je rozdílná mezi odrůdami.

Kromě klíčivosti ovlivňuje sucho i následný růst a vývoj rostlin. Toto tvrzení potvrzuje i Vahid Jajarmi (2009) když uvádí, že u pšenice zvyšující se sucho negativně působí nejen na klíčení, ale i na délku plumuly a délku kořenů. Se zvyšujícím se vodním stresem délka kořenů kukuřice podstatně klesá. Ze statistického šetření vyplývá, že čím více vzrůstá vodní stres, tím více klesá délka kořenů. Vodní stres ovlivňuje celou škálu vlastností rostlin. Jsou to anatomické změny, fyziologické a biochemické (Achazai, 2009). Podobný závěr vyjadřují Kirnak et al. (2001) v rámci působení stresu nedostatkem závlahy na semena lilku. Tento stresový faktor způsobil pokles v růstu všech částí rostlin lilku v porovnání s rostlinami s optimální zálivkou. Zaznamenali, že vysoký vodní stres způsobil rapidní pokles výšky rostlin lilku o 46 %, zmenšení průměru stonku o 51 % a obsah sušiny klesla o 43 %. Taktéž Abdoli a Saeidi (2012) uvádí následující: deficit vody snižuje délku plumuly pšenice v průměru o 1,67 cm a délku kořínku v průměru o 2,05 cm, avšak konkrétní hodnoty jsou závislé na kultivaru. Pokles délky kořínku je zapřičiněn narušením dělení buněk. Výsledky ukázaly, že délka kořínku byla citlivější k stresu nedostatku závlahy než délka plumuly, ale s nedostatkem vody klesá jak hmotnost kořínku tak i plumuly.

Vliv sucha na růst rostlin byl sledován např. i u lilku. Kromě poklesu obshu sušiny se Kirnak et al. (2001) zabývají i poklesem výnosu, který dosahuje až hodnot 68 %. Plody poskytovaly nižší kvalitu a bylo jich celkově méně (Kirnak et al., 2001). Podobně hovoří i Abdoli a Saeidi (2012), jež uvádí že hodnoty výnosu pšenice s nedostatkem vody významně klesaly jako důsledek poklesu produkce fotoasimilátů a pokles výnosů je vyšší než pokles biomasy.

3.4. Ošetření a skladování semen

3.4.1. Skladování

V souvislosti se skladováním semen jsou nejdůležitějšími faktory teplota a obsah vody v semenech. Všechny etapy života semen jsou ovlivňovány vodou. Ovlivňuje semena v průběhu jejich vývinu, zrání, skladování a jejich klidu. Hraje důležitou roli i v průběhu

bobtnání a následného klíčení. Aby bylo dosaženo stavu klidu je nezbytné snížit obsah vody v semenech. (Houba a Hosnedl, 2002)

K optimálnímu skladování ortodoxních semen je nezbytné udržovat vlhkost na hodnotě 5 až 10 % (Bonner, 2008). Bewley et al. (2006) jako ideální obsah vlhkosti udávají 10 – 15 %. Vzhledem k nízkému obsahu vody tolerují i nízké teploty. Z důvodu nižšího obsahu vody a nižší teploty jsou snadno skladovatelná po dlouhou dobu. (Bewley et al., 2006) V praxi skladování probíhá uložením do kontejnerů, aby si udržela svoji vlhkost. (Bonner, 2008)

Naopak některá semena nemohou být sušena pod hodnotu vlhkosti 25 až 45 % a jsou označována termínem rekalcitrantní semena (Bonner, 2008). Podle Bewleye et al. (2006) jsou tato semena netolerantní k ztrátám velkého množství vody. Hodnotu vlhkosti pod kterou nesmí být vysušena uvádějí 20 – 50 %. Tato hodnota je závislá na rostlinném druhu. Většina těchto semen pochází z tropických deštných pralesů. Rekalcitrantní semena nevyžadují ke klíčení vodu z okolí, postačuje jim voda z vnitřního obsahu semen. Avšak k následnému růstu semenáčků už je voda nezbytná. (Bewley et al., 2006)

Jako nejvíce hygroskopické jsou uváděny bílkoviny, dále sacharidy a následně lipidy. Tyto rozdíly zapřičiňují různý obsah rovnovážné vlhkosti v jednotlivých semenech. (Bonner, 2008)

Klesající teplota umožňuje zvyšovat dlouhověkost semen. Pokles teploty o 5,6 ^{o}C zdvojnásobuje dobu skladovatelnosti. Toto pravidlo je uplatňováno u semen uložených mezi 0^{o} C a 55 ^{o}C, avšak je všeobecné a dlouhověkost semen může klesat u různých druhů semen rozdílným tempem (McCormack, 2004). Pro ilustraci lze uvést několik příkladů z praxe. Jak uvádí Jules Janick (2010) semena paprik neošetřená a skladovaná po dobu tří let si zachovala vysokou klíčivost, pokud skladování probíhalo při 5 °C, ne však při 25 °C. Také semena rajčat vykazovala sníženou životaschpnost po šestiměsíčním skladování při 30 °C, ale naopak skladování při 4 °C je nikterak neovlivnilo. Semena špenátu skladována za vysoké teploty si udržují klíčivost i po dobu jednoho měsíce skladování. U semen rajčat bylo prokázáno, že po jejich desetiměsíčním skladování semena vyklíčila při 25 °C stejně jako semena neskladovaná. Naproti tomu semena skladována při 35 °C po dobu sedmi měsíců vykazovala nízkou klíčivost.

Jak bylo uvedeno výše osivo je ovlivněno také vlhkostí. Dosahuje-li vlhkost hodnot menších než 14 %, dlouhověkost semen není teplotami pod nulou ovlivněna. Skladovatelnost semen je více ovlivňována vlhkostí než teplotou. Platí, že zvýší-li se vlhkost o jedno procento, skladovatelnost poklesne na polovinu. Toto pravidlo je uplatňováno u semen s vlhkostí mezi

5 a 13 %. Jsou-li semena s vlhkostí větší než 13 % uložena při vyšší teplotě, dochází působením plísní k rychlejšímu stárnutí. Semena s vlhkostí mezi 18 až 20 % rychleji stárnou vlivem zvýšeného dýchání mikroorganismů. (McCormack, 2004)

Semena mohou být taktéž skladována po proběhlém předseťovém ošetření. Bylo totiž zjištěno, že semena paprik ošetřená primingem a skladována 6 měsíců při teplote 35 °C vykazují vyšší klíčivost než semena neošetřená. Je ale nezbytné se také zamšřit na způsob a délku skladování, neboť mohou ovlivnit přednosti získané prostřednictvím primingu. Bylo prokázáno, že osivo petržele ošetřené roztokem PEG8000 neprojevilo po osmi měsících skladování žádné změny. Taktéž semena mrkve a pórku, jež byla skladována 12 měsíců při 10° C si zachovala všechny vlastnosti získané po ošetření roztokem PEG. Kromě semen ošetřených roztokem PEG byla sledována i semena ošetřená roztokem KNO_3 a následně byly vyhodnocovány rozdíly v klíčení mezi semeny ošetřenými roztokem PEG a KNO_3. Ze zjištěných výsledků lze uvést, že např. ošetření semen rajčat roztokem KNO_3 neposkytuje takové výhody jako ošetření roztokem PEG. Semena ošetřená KNO_3 totiž vykazovala nižší toleranci k vysokým teplotám (30 °C) během skladování než semena ošetřená PEG. Naproti tomu semena neošetřená a skladovaná při 30 °C po dobu 6 měsíců neměla klíčivost nikterak ovlivněnou. (Janick, 2010)

3.4.2. Úpravy po sklizni a ošetření semen

Aby nedocházelo k poklesu kvality semen, je nezbytné ihned po sklizni osivo přiměřeně ošetřit. Nejproblematičtější je vysoká vlhkost osiva. Obsahuje-li osivo nečistoty jako semena plevelů, prach a úlomky rostlin, zvyšuje se teplota, která způsobuje pokles klíčivosti. Příliš vysoké teploty v rozmezí 35 – 45 °C způsobují poškození semen z biologického hlediska. Avšak mezi jednotlivými druhy rostlin jsou tyto hodnoty odlišné.

Proto jsou semena ihned po sklizni předčištěna, je jim odejmuta nadbytečná vlhkost a poté jsou předtříděna. Odejímání nadbytečné vlhkosti je prováděno na roštových sušárnách. Vzduch vháněn do sušáren je dle potřeby studený nebo předehřátý. Je-li sušen malý objem semen, lze s osivem manipulovat ručně a semena jsou rozložena v slabých vrstvách na podlaze ze dřeva nebo jiného savého materiálu. Lze též využít nádoby opatřené sítem na dně, které jsou poté naskádány nad sebou. Síto umožňuje aktivní větrání. Používání horkovzdušných sušáren je z ekonomického hlediska ojedinělé. Během jednoho cyklu nesmí být osivo vysušeno o více než 3 %. Při příliš vysokém tempu sušení semen klesá jejich kvalita. (Houba a Hosnedl, 2002)

3.4.3. Předčišťování

Předčišťování osiva je prvním krokem před jeho sušením. (Houba a Hosnedl, 2002) Je prováděno bezprostředně po sklizni obsahují-li semena mnoho nečistot, např. prach, kamínky, úlomky rostlinného materiálu. V opačném případě by se osivo zapařilo a poklesla by jeho klíčivost a vitalita. (Chloupek, 2008) Navíc přítomné nečistoty komplikují sušení. Před předčištěním lze zařadit i krok dosoušení v případě, že je materiál přespříliš vlhký a ucpával by předčističku. (Houba a Hosnedl, 2002)

Čištění a třídění osiva je možno uskutečnit různými metodami s rozdílnými principy provedení. Správné provedení čištění a třídění je nezbytné, jelikož má vliv na kvalitu osiva. Separace při předčištění a předtřídění je prováděna na základě velikosti, tvaru a specifické hmotnosti semen. Semena jsou takto vytříděna do jednotlivých tříd. Během separace je používán proud vzduchu, vytřásání, nárazové třídění, propad sítem na základě rozdílných velikostí a tvarů semen, rotování plošin a válců s různými povrchy, ulpění semen na různých površích a odstranění železného prachu za pomocí magnetů. (Houba a Hosnedl, 2002)

Účelem je získání vyrovnaného osiva. To je podmínkou k získání uniformního porostu s vyrovnaným vzcházením (Chloupek, 2008). Vždy je však dobré získat z pole co nejčistší osivo, jelikož vzhledem k možným pádům a třením semen, vznikají na semenech určitá poškození. Z tohoto důvodu lze usuzovat, že následkem čištění a třídění klesá klíčivost semen, je negativně ovlivňován zdravotní stav osiva, nebo dochází k poklesu skladovatelnosti. (Houba a Hosnedl, 2002; Chloupek, 2008)

3.4.4. Sušení

Nadbytečné vlhkosti jsou zbavena prostřednictvím roštových sušáren. Jiným způsobem snížení vlhkosti je jejich uložení do kontejnerů opatřených dnem ze síta. Kontejnery jsou za účelem sušení semen aktivně provětrávány. Tyto kontejnery je možno ukládat nad sebe.

Sušení lze dosáhnout i za pomocí horkovzdušných sušáren. V těchto Sušárnách je sušení koncipováno vertikálně nebo horizontálně. Snižování vlhkosti musí pokaždé být pozvolné. V rámci jednoho cyklu nesmí být vlhkost snížena o více jak 3 %. Před procesem snižováním vlhkosti je nezytné zařadit předtřídění osiva z důvodu eliminace balastních látek ztěžujících sušení. (Houba a Hosnedl, 2002)

3.4.5. Moření

Moření je postup, který se využívá k hubení patogenů chemickou cestou. Některé využívané chemické látky působí též proti infekčním chorobám vyskytující se v ranných fázích vývoje rostlin, které jsou přenášeny z půdy nebo větrem. Jelikož mořidla mají systémový účinek, chrání semena i proti patogenům nacházejícím se v obilkách. Mořidla lze rozdělit do několika kategorií. Patří sem: smáčitelné prášky, prášky pro suché a kombinované moření, tekuté přípravky ve formě suspenzí nebo roztoků.

Suché moření nemá nejlepší účinnost, avšak namoření semen je rovnoměrné. Kombinované moření poskytuje méně rovnoměrně namořené osivo. U osiva namořeného tekutými přípravky je zajištěno bezchybné ulpívání mořidla, avšak je nezbytné využití speciální mořící linky. (Chloupek, 2008)

Nejčastějším postupem moření je vstřikování suspenzí mezi osivo, které už je vyčištěné, aby hmota neulpívala na nečistotách. (Houba a Hosnedl, 2002). Mořidlem ve vodní suspenzi je dosaženo nepříliš rovnoměrného namoření, ztráty mořidla nejsou nikterak vysoké. (Chloupek, 2008)

Podle Chloupka (2008) je moření po stránce technologické kontinuální nebo diskontinuální. Diskontinuální průběh moření se vyznačuje vysokou kvalitou, neboť všechny parametry procesu lze nastavit, tj. množství osiva, doba aplikace, množství mořidla. Osivo se pohybuje proudem vzduchu - fluidní moření, nebo je uváděno do pohybu mechanicky.

Houba a Hosnedl (2002) průběh moření dělí na primární či sekundární. Během primárního moření se semena nachází v rotujícím zařízení a mezi ně je rozstřikována mořící látka. Sekundární moření je charkteristické tím, že je část osiva namořena stykem s už namořeným osivem. Primární moření je prováděno také za pomocí aerosolů. Dalším způsobem je využití pěnové technologie, kdy mořící látka je aplikována ve formě pěny. Mezi klady patří výrazně dobrý kontakt osiva a účinné látky.

Je-li osivo namořeno před setím příliš dlouhou dobu, klíčivost klesá. V ekologickém zemědělství moření neí využíváno a využívá se osivo zdravé, což se zjišťuje během polní přehlídky a laboratorně. (Chloupek, 2008)

Mezi důležitá pravidla během moření patří následující.

1)Chemická látka užitá k moření musí vykazovat vysokou účinnost vůči patogenům a současně musí být netoxická pro lidi, zvířata a rostliny. Musí být během skladování stabilní

a též levná a snadno aplikovatelná.

2)Povinně mořit osiva u kterých hrozí šíření nebezpečných organismů- např moření obilnin proti sněti.

3)Využívání moření v přiměřené míře spolu s dalšími zásahy.

4) Využívat moření před setím z důvodu nežádoucího vlivu mořidla na semena. Výjimku tvoří systémová mořidla nebo nebezpečí rozšíření patogenu do celé partie.

5) Moření semen zlepšuje jejich kvalitu

6) Moření semen je účinné a efektivní, ale pro životní prostředí to je nepřirozený zásah

7) Nutno volit kompromis mezi novými trendy chemické ochrany a mezi ekologickými postupy ochrany.

(Houba a Hosnedl, 2002)

3.5. Speciální úpravy semen

Speciální úpravy semen spadají mezi nadstandardní úpravy. Jsou aplikované za účelem zvýšení kvalit komerčního osiva. Jejich cílem je nejen zvýšit klíčivost a růst rostlin, ale usnadňují manipulaci s osivem. Mezi speciální úpravy semen náleží následující.

3.5.1. Předseťová hydratační úprava semen – předkličování semen

Hydratační úpravy semen

Hydratační úpravy semen tvoří běžný způsob ošetření osiva. Cílem je dosáhnout rychlejší a vyrovnanější klíčení i vzcházení semen. Pomocí hydratačního ošetření je snižována minimální teplota nezbytná ke klíčení semen. Taktéž má pozitivní vliv na snižování sekundární dormance semen vysévaných během léta. V neposlední řadě jsou využívány z důvodu snižování senzitivity semen k nedostatku kyslíku a také vodnímu stresu během klíčení osiva.

Principem hydratačních úprav je nabobtnání semen ve vodě nebo v roztoku osmotika. Semena nabobtnávají úplně nebo jen z části. Voda osivem přijímána, je absorbovaná jen v takovém množství, které zajistí semenům uvedení do činnosti jejich metabolické děje, ale neslouží k překonání osemení kořínkem. Semena, která jsou nabobtnalá mají aktivovaný metabolismus a projevuje se u nich zvýšená činnost enzymů a opravných mechanismů. Opravné mechanismy mají na starost korekci porušených biochemických dějů, které vznikají vlivem stárnutí osiva. (Pazdera, 2004). K tomuto ději je však zapotřebí dostatečně dlouhá

doba. Po ukončení předkličování osiva jsou semena vysušena za účelem lepší manipulace. Sušení probíhá v sušárnách, na vzduchu nebo vakuově. Příliš rychlým vysoušením jsou semena naopak poškozována. Použijeme-li k předkličování gel a následně fluidní setí, není třeba osivo vysoušet, jelikož jsou vlhká semena vysévána a nedochází k narušení jejich klíčních struktur. Používané gely obsahují křemičitan hořečnatý, polyakrylamid a hydroxyethylcelulosu. K setí jsou využívány speciální stroje a postupy. Semena ošetřena hydratačními úpravami mohou být po určitou dobu skladována, aniž by došlo ke ztrátám nabytých vlastností hydratačním ošetřením. Při uskladnění po dlouhou dobu dochází k rapidnímu poklesu vitality a životaschopnosti na rozdíl od semen neošetřených. Hydratační úpravy bývají rozdělovány do dvou skupin. První skupinou je prehydratace- neřízený příjem vody a druhá skupina bývá označována jako priming- řízený příjem vody. (Houba a Hosnedl, 2002)

3.5.1.1. Prehydratace

Voda je pro semena volně přístupná. Příjem vody je usměrňován výhradně vodním potenciálem osiva. Semena jsou volně uložená ve vodě nebo na savém papíru. Některá semena mohou tedy i vyklíčit. Z tohoto důvodu musí být prehydratace včas ukončena, aby semena nepřekročila II. fázi procesu klíčení. U salátu prehydratace trvající příliš krátkou dobu nemá žádný efekt. Aby prehydratace zkrátila dobu klíčení musí trvat 2 - 10 hodin. U kořenové zeleniny je optimální dobou interval 12 - 24 hodin. (Houba a Hosnedl, 2002)

3.5.1.2. Priming

Ošetření semen primingem je prováděno před setím osiva. Jedná se o řízenou hydrataci semen, jejíž účelem je aktivovat jejich metabolismus, ale nikoliv protržení osemení kořínkem. Toto ošetření je používáno k zvýšení klíčivosti semen, celkové klíčivosti a taktéž k získání uniformního porostu. (Arshadi, 2011) K pozitivním vlivům primingu (Anese et al., 2011). uvádí i vyšší výnos. Ošetření bývá využíváno hlavně jako ochrana před nepříznivými podmínkami.(Arshadi, 2011) Bobtnání semen probíhá v osmotickém roztoku. Jeho potenciál je vyšší než potenciál vody. Z tohoto důvodu imbibice probíhá pomaleji a voda je pro semena dostupná pouze v omezené míře. (Houba a Hosnedl, 2002)

Priming semen je ovlivňován následujícími faktory:

- množství teploty a světla během primingu
- osmotikum
- množství kyslíku dostupného pro semena
- délka oštření
- mikrobiální kontaminace
- použité sušení (Houba a Hosnedl, 2002)

Podle Anese et al. (2011) je nejvhodnější teplotou pro priming semen Solanum lycocarpum 15 °C spolu s dobou ošetření 15 dnů. Ve své studii uvádí, že takto je získáno nejenom nejrychlejší klíčení semen, ale také semena klíčí nejjednotněji oproti osivu u kterého byly použity nižší teploty spolu s kratší dobou ošetření a nižšími vodními potenciály. Použitím tohoto způsobu primingu došlo k výraznému zlepšení vývoje semenáčků. Priming semen pomáhá zlepšit oslabení endospermu, klíčení a vývoj semenáčků Solanum lycocarpum

Jak uvádí Arshadi (2011) na použité koncentraci osmotika (v tomto případě PEGu) nezáleží. Při studiu vlivu primingu na klíčení a růst cizrny všechna semena ošetřena primingem bez rozdílu použité koncentrace PEGu vykazovala v podmínkách bez stresu vzrůstající délu kořínku ve srovnání s kontrolní skupinou.

Řízený příjem vody lze rozdělit do tří skupin :
Priming v roztoku- osmotic priming 1.2.1
priming v pevné fázi- solid matrix priming 1.2.2.
kontrolovaná hydratace 1.2.3.

Priming v roztoku

Při této metodě semena bobtnají v roztoku osmotika. Jeho vodní potenciál je velmi nízký. Mezi osmotika patří různé organické sloučeniny- polyethylenglykol (PEG), mannitol, glycerol a sole - K_3PO_4, KNO_3, $MgS0_4$, NaCl, $Ca(NO_3)_2$. Nejčastější používanou sloučeninou je PEG, který je inertní a má vysokou molekulovou hmotnost. Z toho vyplývá, že není pro semena toxický, jelikož do nich neproniká. Nevýhodou však je, že kyslík je rozpustný v roztoku nepřímo k jeho koncentraci. Kyslík je přijímán osivem prostřednictvím provzdušnění roztoku.

Priming v pevné fázi

Místo roztoku je zde použita pevná fáze mající nízký matriční potenciál. Funkci nosiče nejčastěji zastávájí přírodní látky - rašeliník, písek, vermikulit, nebo komerčně vyráběné nosiče. Semena získávají vodu z navlhčeného nosiče, s kterým jsou promíchána. Na konci primingu je nosič odejmut za pomocí síta. Tento způsob primingu má výhodu v tom, že pevná fáze není nikdy zcela nasycena a osivo má neustále kontakt s kyslíkem.

Nosiče musí splňovat tato kriteria:

- nosič nesmí být ve vodě rozpustný, nebo jeho osmotický potenciál nesmí být měřitelný
- nosič musí mít malou elektrickou vodivost
- sorpční vodní kapacita musí dosahovat hodnot 450 % - 600 %
- pH musí dosahovat hodnot 7,0 - 8,4
- povrch nosiče musí být velký
- efektivní hydratace semen

  Poměr osiva, nosiče a vody byl stanoven na základě výzkumu následovně: 1 : (0,3 - 0,5) : (1- 2)

(Houba a Hosnedl, 2002; McDonald et Kwong, 2005)

Kontrolovaná hydratace

Aby semena vykazovala požadovanou vlhkost, je k nim dodána pouze voda, jejíž množství je vypočítáno

Voda je přidávána dvěma způsoby. Prvním z nich je přidání celého objemu vody najednou do míchacího bubnu k osivu, které takto zůstane v kontaktu s vodou po dobu 14ti dnů. Poté je voda odsušena na hodnotu vlhkosti osiva před aplikací vody. Druhým způsobem je přidávání vody po etapách, dokud není dosaženo požadované hodnoty vlhkosti. V systému však nesmí zůstat voda, která by byla neabsorbovaná. Po určité době je osivo vysušeno.

Během ošetření jednotlivými postupy nesmí docházet ke klíčení semen, neboť by došlo k poklesu pravděpodobnosti přežití semen po jejich vysušení. Z tohoto důvodu je nutné pečlivě dbát na hodnoty teploty, vlhkosti semen, vodního potenciálu použitého roztoku a matrice. Většina metod je prováděna během teplot, které jsou optimálními teplotami klíčení semen. Tyto teploty se pohybují v hodnotách 15 – 25 °C. Vodní potenciál použitých roztoků nebo semen má obvykle hodnoty v rozmezí -1,0 – -2,0 Mpa.

Ošetření trvá přibližně několik dní či týdnů, ne však déle než 2 týdny. Po ukončení ošetření je nejdříve odstraněn roztok PEGu a poté jsou semena osušena. Aby bylo dosaženo maximálního užitku ošetření. Semena by měla být vyseta bezprostředně po ošetření, což není

z logistického hlediska možné. Klíčení semen je rychlejší než jakého by osivo dosáhlo bez ošetření, ale při vysušení semen po ošetření osivo klíčí ještě rychleji.

K vysušení semen je použito několik metod. Nejčastějším způsobem je použití proudícího vzduchu s nastavenou teplotou a taktéž s kontrolovanou relativní vlhkostí vzduchu. Sušení je ukončeno v okamžiku, kdy je obsah vlhkosti semen totožný s obsahem vlhkosti neošetřeného osiva. Autoři nejsou jednotní v ideálních hodnotách teplot pro sušení semen po ošetření. Někteří autoři preferují pro sušení kukuřice teplotu 30 °C nebo 40 °C i více než teploty 15 °C a 20 °C. Naproti tomu při sušení semen dýně nebyl objeven rozdíl mezi sušením při 18 °C, 28 °C a 38 °C. Semena celeru, cibule a mrkve vzchází po ošetření primingem rychleji, jsou-li vysušena teplotou 15 °C, než když je k sušení použita teplo o hodnotě 30 °C. Z těchto tvrzení vyplývá, že nejvhodnější teploty použité k sušení jsou závislé na druhu semen.

Mezi nevýhody semen ošetřených primingem náleží nižší doba skladovatelnosti. Většinou se nedoporučuje takto ošetřená semena skladovat déle než jeden rok. Pravděpodobným důvodem, proč mají semena takto krátkou dobu skladovatelnosti je fakt, že ošetření primingem narušuje u semen jejich ochranné mechanismy, které jim umožňují, aby mohly být skladovány za sucha po dlouhou dobu. (McDonald et Francis Y. Kwong, 2005)

Klady hydratačních úprav

Hydratační ošetření umožňuje osivu dosáhnout klíčení a vzcházení za kratší dobu. Zbobtnalá semena při kontaktu s chladnou půdou nejsou toliko poškozena. Semena salátu prostřednictvím hydratačních úprav překonávají termodormanci, jelikož rozsah teplot při kterých jsou schopna klíčit se rozšiřuje. PEG aplikovaný na rajčata jim umožňuje pokles minimální teploty nutné pro klíčení o 6 °C. Hydratační úpravy se též využívají k překonání senzitivity k vodnímu stresu a nedostatku kyslíku během klíčení.

Příčinami kladného vlivu hydratačních úprav jsou:

- eliminace toxických metabolitů
- pokles příjmu vody upravených semen
- aktivace klíčení a růst embrya
- aktivace enzymatických oprav biochemických dějů

Na účinnost hydratačních úprav mají vliv druh a vitalita osiva. Tyto úpravy jsou vhodné pro malosemenné druhy, konkrétně rajčata, mrkev, paprika, celer, petržel, cibule. U velkosemenných se toliko nevyužívá. (Houba a Hosnedl, 2002)

3.5.2. Biologické úpravy osiva

Tato metoda využívá k boji proti půdním patogenům a patogenům přenosným prostřednictvím osiva bakterie či houby. (Houba a Hosnedl, 2002; Pazderů, 2008) Biologické úpravy jsou využívány proti jednotlivým patogenům. Dalším kladem je lepší růsta a výnos rostlin. Houba, Hosnedl (2002) a Pazderů (2008) uvádí jako klad taktéž citlivost metody k životnímu prostředí, a lze ji tedy použít v ekologickém semenářství. Využívanými organismy jsou: rod Rhizobium, bakterie Bacillus subtilis, houba Trichoderma harzianum. Účinek ošetření je odrazem schopnosti využitého bioagens ovlivnit daný patogen, množstvím využitého bioagens, aplikace bioagens, eliminace patogenů. Kromě bioagens je na osivo aplikován hypochlorid sodný z důvodu sterilních podmínek. Bioagens je aplikováno pomocí mikrogranulí. Ty mohou být aplikovány samostatně nebo ve formě směsi - k tomu je využíván alginát sodný nebo PEG. (Houba a Hosnedl, 2002)

Účinnost metody záleží na následujících činitelích:

- množství bioagens
- způsob aplikace bioagens
- regulační možnosti bioagens

(Pazderů, 2008)

Tyto metody lze využít zároveň s hydratací. V průběhu hydratace je bioagens spolu s živinami přidáno do roztoku osmotika. (Pazderů, 2008) Semena jsou hydrytována a zároveň ošetřena bakteriálním povlakem. Použitým kmenem bakterií může být např. Pseudominas aureofaciens AB254. (Warren et Bennett, 1999) Po ukončení ošetření semen je osivo vysušeno na původní hodnotu vlhkosti. Tento postup je označován jako bio-osmopriming. (Pazderů, 2008)

Ve studii provedené Warenem a Bennettem (1999) byl bioosmopriming aplikován na osivo Lycopersicon esculentum. Nebyl- li přítomen patogen, nedošlo ke zjištění jakéhokoliv rozdílu v klíčení semen ošetřených bio-osmoprimingem a konvenčním způsobem osmoprimingu. Avšak semena ošetřená bioosmoprimingem a vyskytující se v prostředí infikovaném bakterií Pythium ultimum vykazovala stejnou účinost jako semena ošetřena

fungicidem metalaxylu. Za použití této techniky tedy dochází k zvýšení pravděpodobnosti vzniku zdravého porostu.

Black et al. (2000) dále uvádějí, že pro lepší klíčení přímo setých plodin a udržení jejich výnosů během nepříznivých podmínek je dobré osivo předem ošetřit. Pomocí bioosmoprimingu se dosáhne dřívější i jenotnější klíčení semen. Semena lépe odolávají vnějším vlivům - např. zasolení, sucho, vysoká teplota.

K biologickým úpravám semen lze využít taktéž extrakty z rostlinného materiálu, např. z aloe, bazalky, pastiňáku, petržele. Nevýhodou metody je nižší účinek oproti klasické metodě využívající chemických sloučenin a také problematická standardizace extraktů z rostlinného materiálu. (Pazderů, 2008)

3.5.3. Obalování osiva

Tato úprava semen je využívána s cílem zlepšit jejich vysévatelnost a také je účelem ochrana osiva proti škůdcům a chorobám. Ve výsledku vzniká osivo se změněným tvarem a velikostí. Semena jsou potahována velmi tenkou vrstvou obsahující fungicidy a v případě zeleniny i insekticidy. (McDonald et Kwong, 2005; Houba a Hosnedl, 2002) uvádí mezi další aplikované látky též hnojiva, růstové látky a jiné chemické látky.

Semena jsou obalována několika způsoby. Prvním z nich je **peletizace**, která je charakteristická vznikem kulovitého a pravidelného tvaru u původně nepravidelných semen, nebo se též využívá u malých semen k zvětšení jejich velikosti. Druhým způsobem je **inkrustace**. Inkrustací rozumíme povlékání semen vrstvou fungicidů a insekticidů. (Chloupek, 2008)

Peletizace

Peletizace je metoda, při které je na osivo aplikována inertní látka. Tvar osiva a jeho velikost jsou pozměněné, hmotnost semen se peletováním výrazně zvyšuje. Prostřednictvím vyšší hmotnosti je osivo snadněji vysévatelné.

Aplikace probíhá v peletizačním bubnu nebo na pánvi. Osivo je namočeno vodou a poté je k němu přidáno plnidlo (vápenec, mastek, jíl, vermikulit) a adhezivum (želatina, methylceluloza, arabská guma, polyvinylalkohol). (Houba a Hosnedl, 2002; McDonald et Kwong, 2005) Je-li buben uveden do pohybu, plnidlo je přichyceno na semena a vznikají pelety, jejichž velikost se liší podle doby otáčení bubnu. K peletám mohou být přidávány inokulanty, hnojiva a fungicidy. Všechny složky nesmí narušovat kvalitu a klíčivost semen.

Pelety jsou následně kontrolovány, aby neobsahovaly více semen, nebo aby nedošlo k výskytu prázdných pelet bez semen. Taktéž se sleduje jejich soudržnost. Peletizací dochází kezvýšení hmotnosti semen 15 – 100 krát. Zvláštním typem jsou multipelety, které obsahují více semen. (McDonald et Kwong, 2005)

Inkrustace

Inkrustace byla původně využívána jako ochrana před půdními houbami, např. Pythium, Phytophthora a Rhizoctonia. Ochranné látky byly zprvu aplikovány na semena obilovin a až později i na semena zeleniny. Ochrana může být krátkodobá nebo dlouhodobá. Z tohoto hlediska jsou aplikovány nižší nebo vyšší dávky (McDonald et Kwong, 2005).

Inkrustací se tvar semen nemění, jelikož je na semeno aplikována jen tenká vrstva. Materiál používaný k inkrustaci sestává z polymeru, barviva a aditiva (insekticid, fungicid, mikroprvky). (Houba a Hosnedl, 2002)

Během procesu je dbáno na následující podmínky
- dodržení správného poměru chemikálie a osiva
- rovnoměrná aplikace chemikálie na osivo
- dostatečné přilnutí chemikálie k osivu, aby nevznikaly ztráty během manipulace
- bezpečnost obsluhy
- zamezit ekologickému znečištění
(McDonald et Kwong, 2005)

V roztoku polymeru je rozpuštěno aditivum a následně se do něj ponořuje osivo. Taktéž může být materiál na osivo aplikován nástřikem. Spolu s účinnou látkou jsou aplikována i barviva a plniva. Barviva napomáhají lepší viditelnosti při setí. Sušení nadchází bezprostředně po aplikaci. Inkrustace může být několikrát opakována, pokaždé s jiným aditivem. Hmotnost se oproti peletizaci zvyšuje nepatrně (1 – 10 %). Takto upravená semena vykazují menší tření a tudíž vyšší sypnost. (Hoba a Hosnedl, 2002; McDonald et Kwong, 2005)

Aplikace roztoku na semena je zvolena dle objemu osiva. U vysokého objemu osiv, jako je např. obilí se používá kontinuální zařízení. Malé objemy, kam spadá osivo zelenin a květin jsou zpracovány dávkovým strojem. Při stejné rychlosti aplikace jako je rychlost sušení je vlhkost semen nízká a semena se neslepují. Další sušení semen už není třeba. Množství aplikované látky tvoří několik gramů na jeden kilogram osiva. (McDonald et Kwong, 2005)

3.5.4. Moření horkou vodou

Jedná se o nechemický způsob eliminace patogenů (Houba a Hosnedl, 2002), konkrétně tato metoda spadá k fyzikálním metodám. (Pazderů, 2008) Účinkuje na bakterie, viry, houby. Semena jsou umístěna do síťovaných sáčků a posléze ponořena do horké vody (Houba a Hosnedl, 2002). Jak uvádí Pazderů (2008), voda má hodnotu 48 °C – 54 °C. Hodnota je zvolena dle dle druhu plodiny. Délka ošetření musí zajistit zničení patogenů semen, ale samotná semena poškozena být nesmí. Naproti tomu Houba a Hosnedl (2002) uvádí, že voda musí mít dostatečnou teplotu, aby došlo k zahubení patogenů, avšak osivo nesmí být poškozeno. Následně je osivo vysušeno na původní hodnotu vlhkosti. Skladování semen není možné, neboť se nedoporučuje moření opakovat.

3.5.5. Matriční priming

K matričnímu primingu jsou využívány syntetické silikáty. Mají veliký povrch a absorbují pesticidy, živiny, růstové regulátory. Naopak toxické látky a inhibitory jsou schopny zcela vyloučit. (Chloupek, 2008)

3.5.6. Dosoušení

Dosoušení je prováděno velice citlivě, aby nebyla poškozena vitalita a klíčivost semen, jelikož semena dozrávají i po sklizni. Z tohoto důvodu je vlhkost snižována velmi postupně a teplota je udržována na hodnotě 25 °C. Rychlost s jakou jsou semena sušena se odvíjí od jejich velikosti. Velká semena vysychají pomalu. Při vysoké teplotě velkých semen vzniká vnitřní pnutí a semena praskají, takže velká semena jsou dosoušena pomalu. Pomalu jsou též sušena semena nezralá, jelikož obsahují jinak vázanou vodu než semena zralá. Dosoušení probíhá teplým vzduchem a pro nejlepší sušení je vhodné otáčet směr kterým je teplý vzduch vháněn, stejně tak jako odsávání sušícího vzduchu.

U vysokých vrstev je sušení prováděno vzduchem, který je neohřátý, jelikož toto sušení je citlivé a pomalé. Vzduch, který je používán musí procházet celou vrstvou. Takto se mohou velká semena sušit ve vysokých vrstvách oproti malým semenům, jelikož by mezi nimi byl pouze malý prostor. Vzduch, který proudí kolem semen je omezován okolními nečistotami. Je tedy vhodné sušit semena pouze po malých vrstvách, aby celkové množství vzduchu, které přijde do kontaktu se semeny bylo co nejvyšší a sušení proběhlo

co nejrychleji. Semena s vlhkostí kolem 20 – 25 % jsou sušena vzduchemo o teplotě 40 °C. Semena s vyšší vlhkostí jsou sušena opakovaně, tak aby se vlhkost snížila o 3-5 %. Mezi jednotlivými etapami sušení se semena vždy zchladí. U semen s vlhkostí nad 30% probíhá sušení během dne i v noci.

Aby nedošlo k přesušení osiva je vlhkost v průběhu sušení několikrát měřena. Podle získaných hodnot dochází k regulaci teploty a rychlosti proudění semen. Jsou-li semena vysušena příliš rychle hrozí že ztvrdnou a následně nebudou dále vysychat. Teplota nacházející se v prostoru semen (dosoušecí teplota) klesá se vzrůstající vlhkostí osiva. Semena s vlhkostí 8 – 9 % jsou skladována při vlhkosti vzduchu 30 %, semena s vlhkostí 10 – 12 % jsou skladována při vlhkosti vzduchu 50 %, semena s vlhkostí 14 – 15 % jsou skladována při vlhkosti vzduchu 70 %, tak aby byl dodržen rovnovážný stav mezi vlhkostí semen a vzduchu.

3.6. Ošetření semen a faktory ovlivňující klíčení

Nejen vnější faktory klíčení, ale také ošetření osiva mají na klíčivost semen významný vliv (Murungu, 2011). Aby bylo možno zkrátit dobu klíčení a vzcházení a získat jednotný porost během nepříznivých podmínek je za tímto účelem využíván priming. (Pereiral et al., 2009)

K ošetření semen se používá pomocí primingu např. PEG 6000 (Murungu, 2011; Khodarahmpour, 2012). Jak Murungu (2011) dále uvádí osivo pšenice ošetřené primingem ve srovnání s neošetřeným osivem vykazuje zvýšené konečné procento vzniklých sazenic a také vyžaduje kratší čas pro vznik 50 % sazenic. Tato semena, ačkoliv neměla ke klíčení optimální množství závlahy při ošetření primingem sledované faktory nabývaly vyšších hodnot. A naopak semena neošetřená vykazovala nejvyšší pokles v klíčení v závislosti s vzrůstajícím nedostatkem vody. Taktéž lze sledovat příznivý vliv primingu při výskytu teplotního stresu. (Pereiral et al., 2009) uvádí, že ošetřené osivo mrkve klíčilo rychleji a poskytovalo vyšší výkon během teplotního stresu oproti semenům neošetřeným. To je důležité, neboť jednotný porost a procento vzniku sazenic při přímém setí ovlivňují kvalitu a výnos. Lze tedy říci, že ošetření osiva primingem zlepšiuje klíčení semen při suboptimálních teplotách ve vztahu ke kontrole.

U osiva pšenice ošetření primingem zlepšuje délku kořínků a obsah sušiny kořínků procento klíčivosti a skladování semen. (Abnavi et Ghobadi, 2012)

Hodnoty využívané pro priming se dosti liší v rámci drůhů a jak Murungu (2011) uvádí nejenomo šetření semen a vodní potenciál má vliv na klíčení osiva, ale též se projevil vliv odrůdy.

Při ošetření semen je nezbytné dbát na koncentraci látky použité k ošetření osiva. Nejenom u osiva kukuřice je klíčivost ovlivňována koncentrací PEGu (Khodarahmpour, 2012), ale jak uvádí Sun et Sun (2010) aplikace PEGu na osivo rýže při správné koncentraci poskytovalo lepší výsledky klíčení semen a růstu sazenic. Vhodná koncentrace PEGu se lišila dle použité odrůdy. U semen rýže se obecně jako příznivé hodnoty PEGu ukázaly 20 % PEGu a 10 % - 15 % PEGu. Vyšší koncentrace se však projevily nepříznivě. U všech kultivarů byly zaznamenány lepší výsledky v rámci indexů klíčení, kvality sazenic, metabolismu rostlin a tolerance k suchu (Sun et Sun, 2010). Také Yari et al. (2010) u osiva pšenice zjistil, že kořeny dosáhly maximální délky při koncentraci PEGu 10 % a 20 % v závislosti na odrůdě.

Dalším faktorem, který se podílí na příznivém vlivu ošetření semen je délka ošetření semen.

Murungu (2011) uvádí, že u všech úrovní vodního stresu bylo dosaženo nejvyšší klíčivosti, pokud byla semena ošetřena primingem po dobu 12 hodin.

Pro osivo petržele je však dle výsledků Dursuna a Ekinciho (2010) nejvýhodnější aplikovat hydropriming po dobu 12h, 24h a 36 hodin a manitol o koncentraci 0,60 mol / l po dobu 2 dnů. Naopak Yari et al. (2010) prokázali, že parametry klíčení semen při použité koncentraci 20 % byly nejvyšší při délce ošetření 12 hodin, při koncentraci 10 % to bylo 24 hodin a Pereiral et al. (2009) považují za nejlepší řešení pro ošetření semen mrkve využít priming po dobu 8 dnů bez ohledu na aplikovaný osmotický potenciál.

Obecně největší sazenice, nejdelší délky stonku a kořínku a největší obsah sušiny u pšenice byly získány při primingu trvajícím 24 hodin. (Yari et al., 2010)

Dursun a Ekinci (2010) sledovali i vliv teploty během primingu a vliv použité metody. Ve svých závěrech uvádějí že nejvyšší klíčivost byla dosažena pomocí primingu při teplotě 10 °C. Nejlepšího procenta klíčení semen bylo zaznamenáno při hydroprimingu a při ošetření semen manitolem na rozdíl od aplikace PEG s KNO_3. PEG a KNO_3 ale poskytovali lepší výsledky, než semena která nebyla ošetřena vůbec.

4. Metodika

4.1. Materiál

Výzkum byl proveden na osivu rajčat (*Lycopersicon esculentum Mill.*), konkrétně na odrůdách Semarol, Šejk, Orbit, Denár. Tyto odrůdy jsou keříčkovými rajčaty, pro něž je charkteristické přímé setí na stanoviště. Z tohoto důvodu jsou citlivé k nepříznivým environmentálním podmínkám a často jsou využívané jako modelové plodiny.

odrůda	pracovní označení	číslo šarže	originální klíčivost [%]
Orbit	1	5-0040-90040-01	91
Denár	3	5-0040-90037-01	74
Šejk	5	3-0040-90053-01	91
Semarol	6	4-0040-90045-01	91

Tab. 1 – přehled použitých odrůd

Charakteristika použitých odrůd

SEMAROL

Obrázek 5 - odrůda Semarol

Zdroj: http://www.semo.cz/proficz/index.php?s=zelenina&druhid=36&Rajce-kerickove

Odrůda určená pro průmyslové zpracování, velmi ranná, s rychlou dynamikou zrání. Vykazuje vysoké výnosy. Plody jsou oválně kulovité. Je vhodná pro pěstování na středně těžkých půdách.

ŠEJK

Obrázek 6 - odrůda Šejk

Zdroj : http://www.semo.cz/proficz/index.php?s=zelenina&druhid=36&Rajce-kerickove

Odrůda poskytující vysoké výnosy. Řadí se mezi velmi rané až rané odrůdy. Plody obsahují v celé dužnině vysoké množství červeného barviva. Dozrávání plodů je rychlé. Reakce na chemické regulátory dozrávání jsou též rychlé a vyrovnané. Odrůda Šejk je používaná na výrobu kečupů a rajských protlaků.

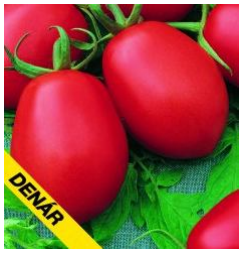
ORBIT

Obrázek 7 - odrůda Orbit

Zdroj: http://www.semo.cz/homegardencz/index.php?s=&druhid=36&odrudaid=3142

Středně pozdní typ keříčkového rajčete s oválnými a pevnými plody. Keř je polovzpřímený, poskytující vysoké a stálé výnosy i na stanovištích s méně příznivými podmínkami. Je odolný vůči listovým chorobám. Výborně se hodí k výrobě rajčatových protlaků a také ke konzervaci plodů.

DENÁR



Obrázek 8 - Odrůda Denár

Zdroj: http://www.semo.cz/homegardencz/index.php?s=&druhid=36&odrudaid=3141

Odrůda rajčete vyznačující se pozdnějšími vysokými výnosy. Plody jsou charakteristické hranatým až hruškovitým tvarem a větší velikostí. Z hlediska výtěžnosti šťávy poskytuje vysoké výnosy. Vzhledem k mohutnému vzrůstu je vhodná na stanoviště s lehkými půdami vyznačujícími se nedostatkem vody. Sklizeň může být využita mechnizovaná i ruční.

4.2. Metody

Osivo bylo před vlastním pokusem upraveno metodou prehydratace. Po jejím kompletním dokončení následoval vlastní pokus. Pokus byl vyhodnocen pomocí následujících parametrů.

Klíčivost

Klíčivost semen byla hodnocena jako fyziologická klíčivost při 20 °C a ve dvou variantách nasycení lůžka vodou. Tyto varianty simulovaly optimální podmínky závlahy a stresové podmínky závlahy. Hodnocení probíhalo denně v intervalu 24 hodin. Za vyklíčená semena byla považována semena s délkou koleoptile stejnou jako velikost semene. Při každém počítání byli započítaní klíčenci z lůžka odstraněni. Celková klíčivost byla stanovena jako suma všech jednotlivých denních klíčivostí po ukončení testu.

Energie klíčení

Energie klíčení byla stanovena jako kumulativní klíčivost za 3, 4 a 5 dnů.

Střední doba klíčení

Střední doba klíčení, nebo také MGT (Mean Germination Time) byla vypočítána z jednotlivých denních klíčivostí dle vzorce Nicholse a Heydeckera (1968):
MTG = (Σnd.d) / Σnd , nd je denní klíčivost, d je den klíčení

4.2.1. Metody úpravy osiv

Úprava

Osivo použité v pokusu bylo ošetřeno metodou prehydratace. Za tímto účelem byla využita voda o teplotě 20 °C v níž byla semena namáčena po stanovenou dobu úpravy. Úprava osiva trvala 5, 7, 9 a 11 hodin a probíhla v plastových miskách.V pokusu byly použity a hodnoceny celkem 4 odrůdy rajčete, které všechny byly ošetřeny všemi výše zmíněnými variantami úpravy. U každé odrůdy byla použita i kontrolní skupina, která nebyla ošetřena žádnou z variant.

Sušení

Sušení probíhalo po procesu prehydratace z účelem odsušení povrchové vody. K tomu byl využit filtrační papír. Následně byla semena vysušena při teplotě 22 °C a relativní vlhkosti vzduchu 42% po dobu 24 hodin volně v laboratoři na filtračním papíře.

4.2.2. Průběh pokusu

Testy klíčivosti probíhaly za využití plastových nádob, jemnozrnného písku a vody. Písek byl aplikován do plastových nádob v množství 210 gramů. Následně bylo přidáno 40 ml vody, u části testu simulujícího vodní stres bylo aplikováno pouze 20 ml vody. Písek byl upraven tak, aby vytvořil rovnou plochu na kterou byla rovnoměrně rozprostřena semena rajčat. Každá z variant a kontrola byly v testu založeny vždy ve dvou nádobách po 100 kusech semen. Tento postup byl proveden v části testu v němž bylo aplikováno 40 ml vody i u části s 20 ml. Z výše uvedeného vyplývá, že bylo celkem použito 80 plastových nádob po 100 kusech semen rajčete. Po dobu testu trvajícího 7 dnů byly nádoby s osivem umístěny v termostatu udržujícím teplotu na hodnotě 20°C. Odečítání vyklíčených semen probíhalo 24 hodin od založení pokusu po dobu 7 dnů.

4.2.3. Hodnocení pokusu

Pokus byl vyhodnocen pomocí následujících statistických metod. Za účelem statistického vyhodnocení testu byl využit statistický balík SAS verze 9.2.

K zhodnocení vlivu hydratačních úprav, stresového působení nízkým obsahem vody a vzorku byla využita vícefaktorová analýza rozptylu, speciálně metoda GLM (General Linear Model) Tento model se zejména hodí vzhledem k nevyváženým datům a je charakteristický převodem klasického modelu analýzy rozptylu na model lineární regrese. K podrobnému hodnocení byla využita metoda vícenásobného porovnání dvojic průměrů dle Tukey.

5. Výsledky

Tabulky a grafy uvádějí hodnoty semenářských parametrů odrůd Orbit, Denár, Šejk a Semarol. Semenářské parametry jsou uváděné v následujících zkratkách:

EK3 – energie klíčení 3. den

EK4 – energie klíčení 4. den

EK5 – energie klíčení 5. den

KL – celková klíčivost

MGT – střední doba klíčení

5.1. Souhrnné výsledky

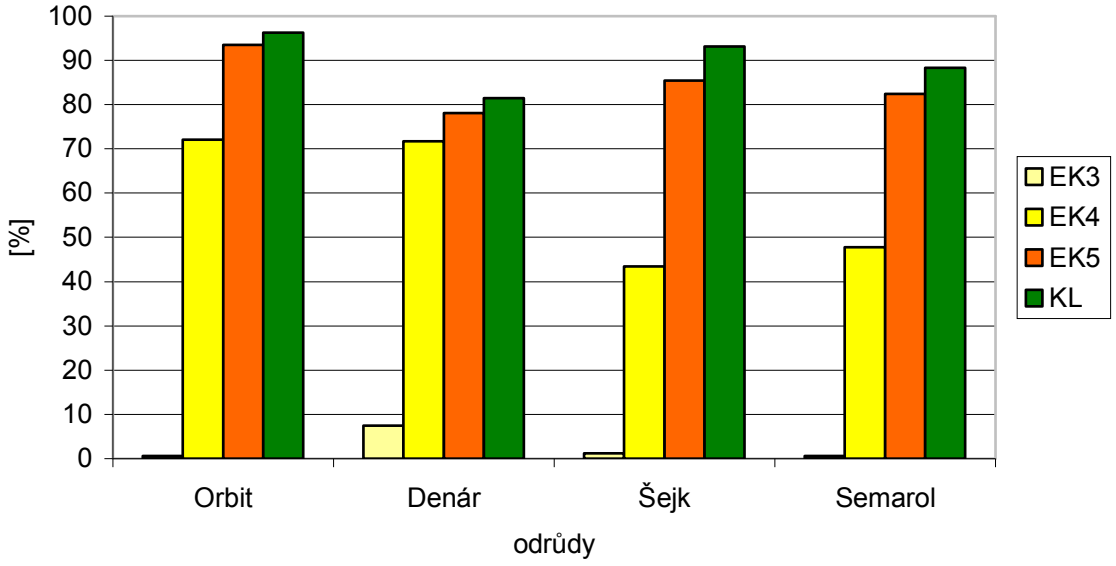
Podle souhrnných výsledků zahrnujících všechny hodnocené faktory ovlivňující semenářské parametry (vzorek, úprava, optimální nebo stresové podmínky klíčení) se jako nejvýznamnější faktor projevil vliv vzorku (partie osiva). Rozdíly mezi vzorky uvádí tabulka č.2.

pracovní vzorek	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
Orbit	0,6b	72,1a	93,5a	96,3a	4,2b
Denár	7,5a	71,7a	78,1c	81,5d	4,1c
Šejk	1,2b	43,4b	85,4b	93,1b	4,6a
Semarol	0,6b	47,8b	82,4b	88,3c	4,5a
HSO	2,7	6,0	3,0	2,5	0,1

Tab. 2 – energie klíčení, klíčivost a MGT jednotlivých odrůd

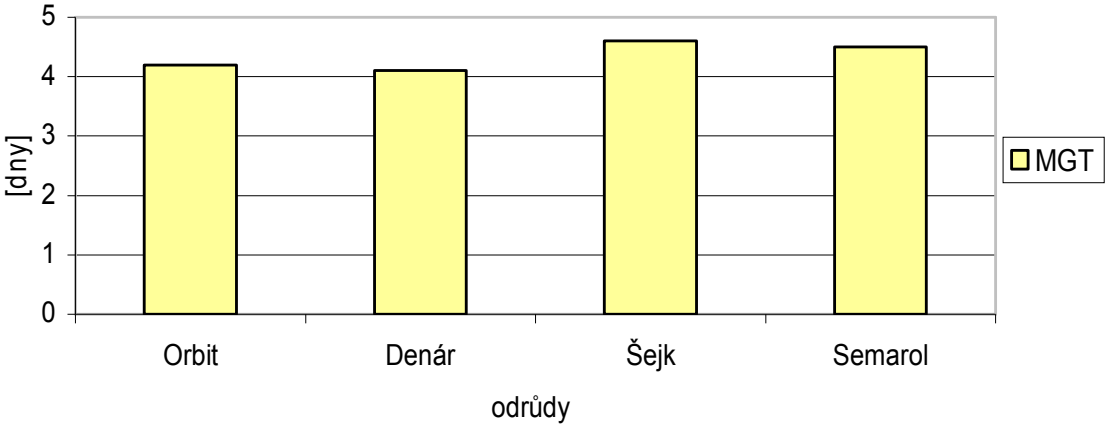
Průkazný rozdíl lze ve 3. dni klíčení nalézt pouze u odrůdy Denár vůči ostatním vzorkům. V dalším dni byly zaznamenány průkazné rozdíly u odrůd Orbit a Denár vůči odrůdám Šejk a Semarol. Mezi odrůdami Orbit a Denár se průkazné rozdíly nepotvrdily a mezi odrůdami Šejk a Semarol taktéž. Neprůkazné rozdíly mezi odrůdami Šejk a Semarol byly zaznamenány i v 5. dni klíčení, avšak mezi odrůdami Orbit a Denár průkazné rozdíly byly zaznamenány. Odrůdy Orbit a Denár prokázaly průkaznost rozdílů v klíčení i vůči vzorkům Šejk a Semarol. Z hlediska klíčivosti byly hodnoty všech čtyř vzorků shledány jako průkazně rozdílné. Střední doba klíčivosti odrůd Šejk a Semarol vykazovala neprůkazně

rozdílné hodnoty. Průkazné rozdíly byly zaznamenány mezi odrůdami Orbit a Denár, u kterých byly zaznamenány průkazné rozdíly i vůči odrůdám Šejk a Semarol.



Graf 1 – energie klíčení a klíčivost jednotlivých odrůd

Graf č. 1 popisuje energie klíčení a klíčivost z hlediska jednotlivých vzorků semen. Jak je patrné energie klíčení 3. den byla nejvýraznější u odrůdy Denár. Ostatní odrůdy se mezi sebou nikterak diametrálně nelišily. U EK4 byly nicméně zjištěny vyrovnané výsledky mezi odrůdami Orbit a Denár. Odrůdy Šejk a Semarol vykazovaly nižší hodnoty, avšak mezi sebou tomu tak nebylo. Klíčivost semen byla nejvyšší u odrůdy Orbit, poté u odrůd Šejk a Semarol. Odrůda Denár měla nejvyšší výsledky v rámci EK3, ale její hodnoty klíčivosti byly nejnižší.



Graf 2 – střední doba klíčení jednotlivých odrůd

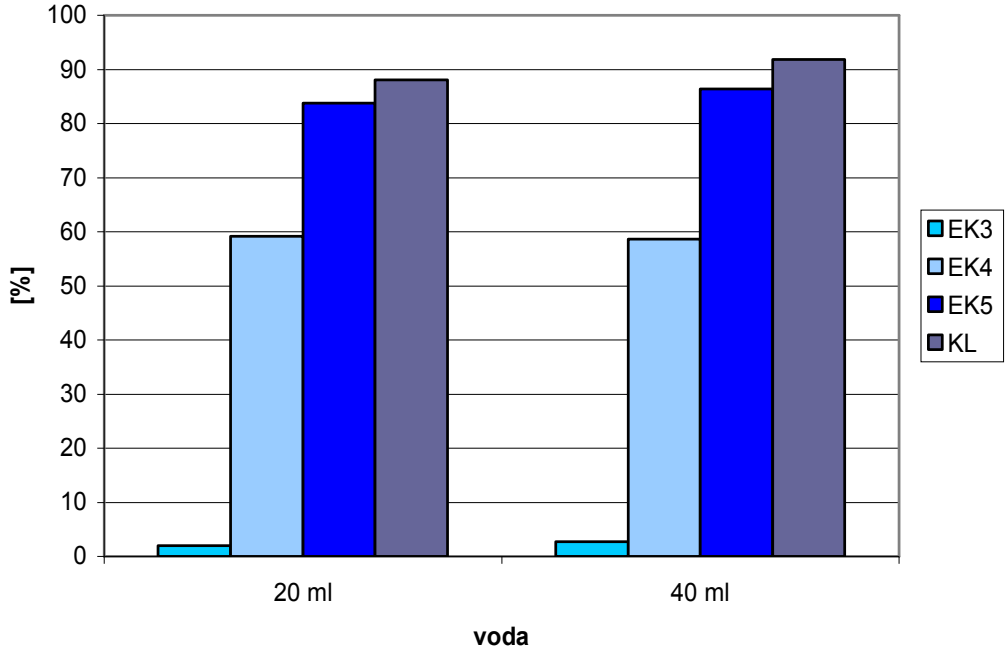
Střední doba klíčivosti byla nejvyšší u odrůd Šejk a Semarol, poté u odrůdy Orbit. Nejnižší hodnota byla opět u odrůdy Denár. Při celkovém zhodnocení semena odrůdy Denár měla nejvyšší hodnoty energie klíčení 3. den, poté už k výrazným výkyvům nedocházelo. U ostatních odrůd naopak hodnoty energií klíčení skokově přibývaly.

Následující tabulka porovnává vliv optimálních a stresových podmínek závlahy na všechny použité odrůdy bez ohledu na jejich ošetření hydroprimingem.

voda [ml]	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
20 ml	2,0 a	59,2a	83,7a	88,1a	4,4a
40 ml	2,8 a	58,7a	86,4b	91,8b	4,4a
HSO	1,4	3,2	1,6	1,4	0,1

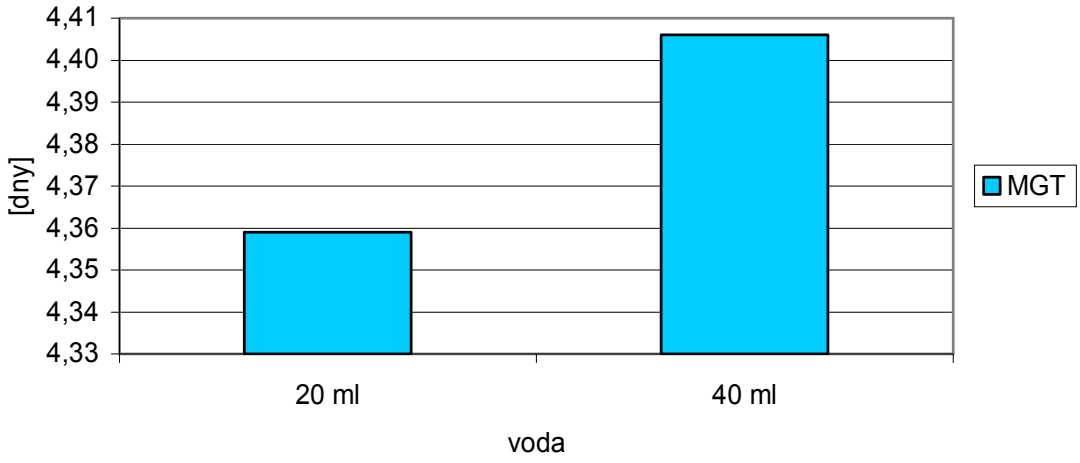
Tab. 3 – vliv optimálních a stresových podmínek závlahy na všechny použité odrůdy

Z tabulky č. 3 je patrné, že rozdíly v energii klíčení 3. a 4. den nebyly statisticky významně rozdílné. Avšak v průběhu 5. dne byla energie klíčení u varianty 40 ml vyšší se statisticky průkazným rozdílem ve vztahu k variantě 20 ml. Taktéž klíčivost semen byla při použití varianty 40 ml vyšší než u varianty 20 ml a tento výsledek byl vyhodnocen jako statisticky průkazný. Střední doba klíčivosti poskytla vyšší hodnotu u varianty 40 ml, ale tento výsledek nebyl statisticky průkazný.



Graf 3 – porovnání energie klíčení a klíčivosti mezi stresovými a optimálními podmínkami závlahy

Z pohledu energie klíčení dosahovala semena v optimálních podmínkách lepších výsledků oproti semenům ze stresové varianty až pátý den. První čtyři dny se stresové podmínky nikterak výrazně neprojevily. Semena ze stresové varianty dosahovala nižších hodnot klíčení než semena klíčící v optimálních podmínkách.



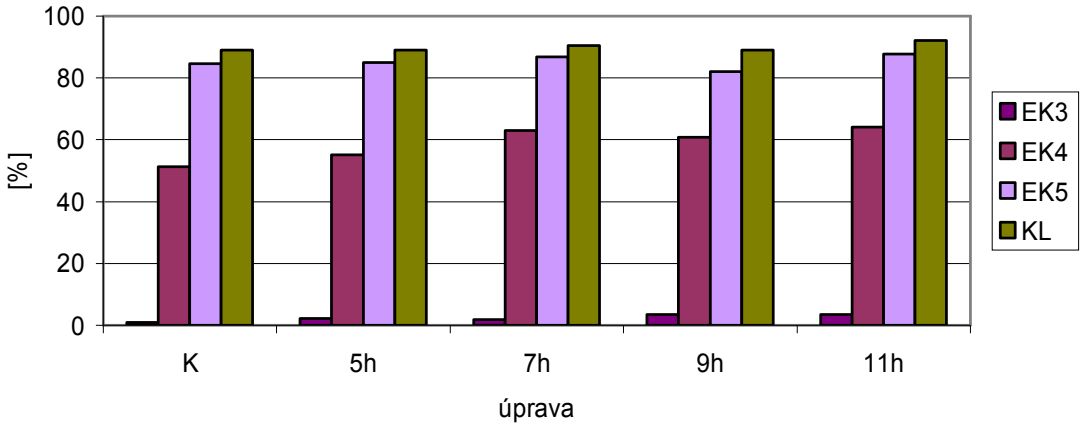
Graf 4 – porovnání MGT mezi stresovými a optimálními podmínkami závlahy

Střední doba klíčení poskytovala u obou variant podobné výsledky.

	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
K	0,9a	51,2c	84,6bac	89,1b	4,5a
5h	2,1a	55,1bc	84,9bc	89,0b	4,4ba
7h	1,9a	63,0a	86,8ba	90,5ba	4,3b
9h	3,5a	60,7ba	82,1c	89,0b	4,4ba
11h	3,5a	64,2a	87,8a	92,2a	4,3b
HSO	3,2	7,1	3,6	3,0	0,1

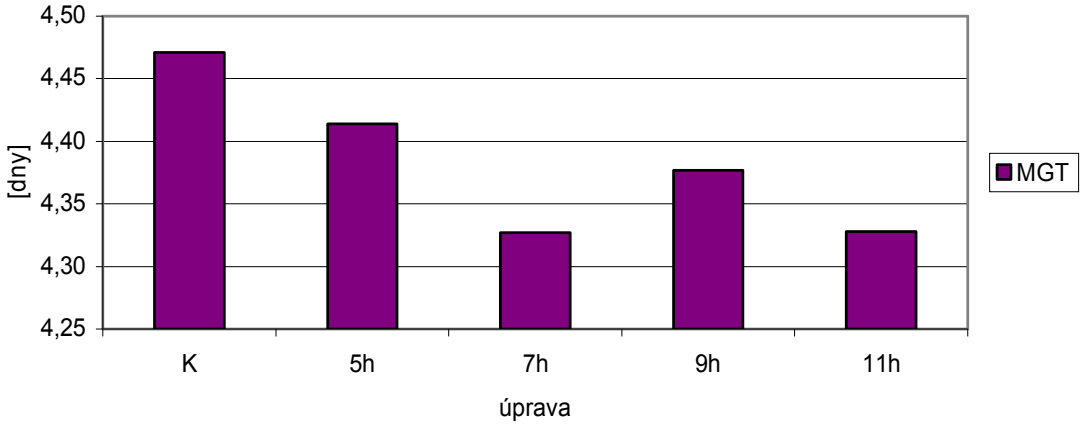
Tab. 4 – vliv úpravy všech odrůd semen na EK, KL a MGT

Ze získaných dat je patrné, že EK3- energie klíčení 3. den z pohledu úpravy osiva, všechny úpravy vůči kontrole měly neprůkazně vyšší klíčivost. Při zhodnocení energie klíčení 4. den je nejkratší doba ošetření neprůkazná od kontroly, avšak varianty ošetření 7h, 9h a 11h už vykazují nárůst vůči neupravené kontrole. V dalším dni už rozdíl velký nebyl. Průkazný rozdíl je jen mezi kontrolou a nejdelší dobou. Z hlediska klíčivosti osiva vůči kontrole byl průkazný rozdíl shledán pouze u osiva ošetřeného pod dobu 7 a 11 hodin. U 5h a 9h byly získány velmi podobné výsledky vůči kontrole. Taktéž hodnoty MGT byly průkazné vůči kontrole jen v případech 7h a 11h.



Graf 5 – porovnání EK, KL a MGT po jednotlivých úpravách

Ačkoliv energie klíčení byla ve 3. den u všech způsobů ošetření semen vyšší než u kontroly, nebyly výsledky významně vyšší. Ve čtvrtém dni je patrné, že enrgie klíčení semen ošetřených je vyšší než semen neošetřených. Lepší výsledky v tomto směru byly zaznamenány u semen ošetřených po dobu 7 a 11 hodin. Energie klíčení semen byla pátý den od počátku testu vyrovnaná jak mezi ošetřenými semeny, tak i ve vztahu ke kontrole. Avšak semena ošetřená po dobu 9 hodin měla výsledky horší než semena kontroly, ale semena ošetřená po dobu 7 a 11 hodin vykazovala nejvyšší hodnoty energie klíčení. Nejvyšší klíčivost byla opět zjištěna u semen ošetřených po dobu 7 a 11 hodin.



Graf 6 – porovnání středních dob klíčení po jednotlivých úpravách semen

Hodnoty střední doby klíčivosti u semen ošetřených po dobu 7 a 11 hodin byly horší oproti kontrole tak jako zbylé vzorky.

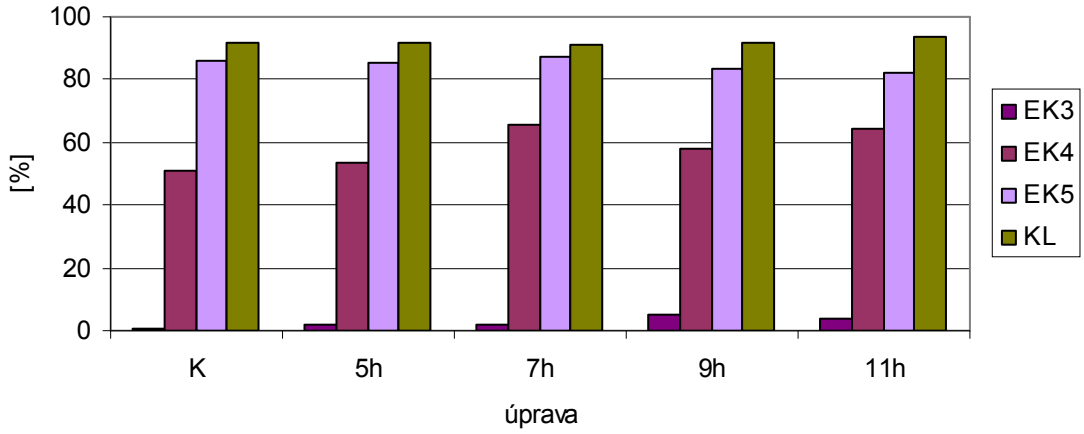
5.2. Optimální podmínky závlahy - 40ml vody

Výsledky energií klíčení, klíčivosti a střední doby klíčení byly pro optimální vláhové podmínky (40 ml) vyhodnoceny z hlediska použité úpravy semen i z hlediska jednotlivých odrůd.

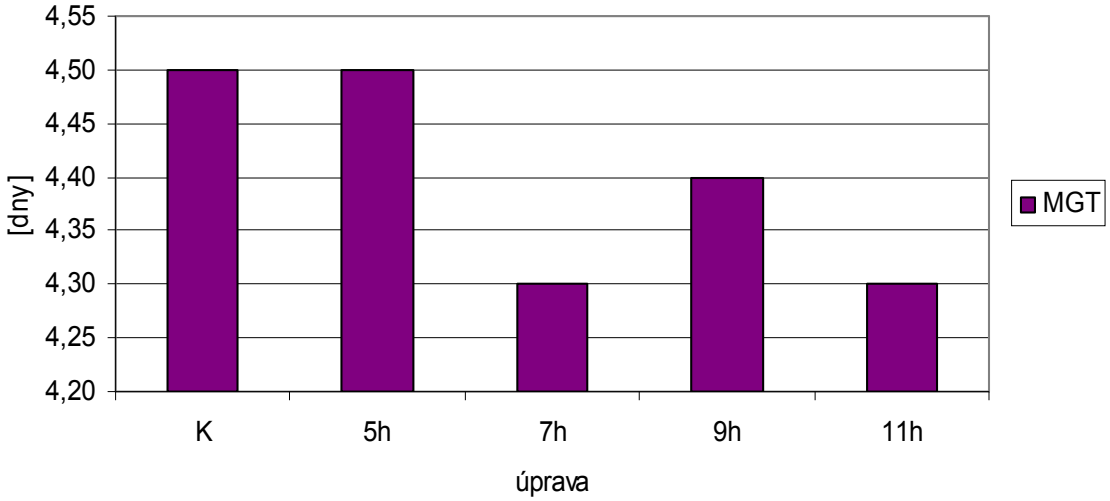
	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
K	0,6a	51,2c	86,3ba	91,8a	4,5a
5h	1,6a	53,7bc	85,3ba	91,5a	4,5ba
7h	2,2a	65,5a	87,3ba	91,3a	4,3b
9h	5,3a	58,2bac	83,7b	91,8a	4,4ba
11h	4,0a	64,4ba	82,2a	93,8a	4,3ba
HSO	6,0	11,3	5,1	3,7	0,2

Tab. 5 - vliv úprav semen na jejich klíčení v optimálních vláhových podmínkách

Tabulka č. 5 popisuje interakci mezi úpravou semen a optimálními podmínkami závlahy. Hodnoty energie klíčení semen 3. den nejsou statisticky průkazné vůči kontrole. Ve 4. den pouze semena ošetřená 7 a 11 hodin prokázala statisticky průkazně vyšší hodnoty ve vztahu ke kontrole. Taktéž 5. den nebyly zaznamenány statisticky průkazné rozdíly v energii klíčení ve vztahu ke kontrolní skupině. Ačkoliv s prodlužující se dobou ošetření semen stoupá hodnota klíčivosti, rozdíly nejsou statisticky průkazné. Průkazně rozdílné výsledky v rámci MGT ve vztahu ke kontrole byly pouze u semen ošetřených po dobu 7 hodin.



Graf 7 – porovnání hodnot EK a KL ve vztahu úpravy semen a optimálních vláhových podmínek



Graf 8 – porovnání MGT ve vztahu úpravy semen a optimálních vláhových podmínek

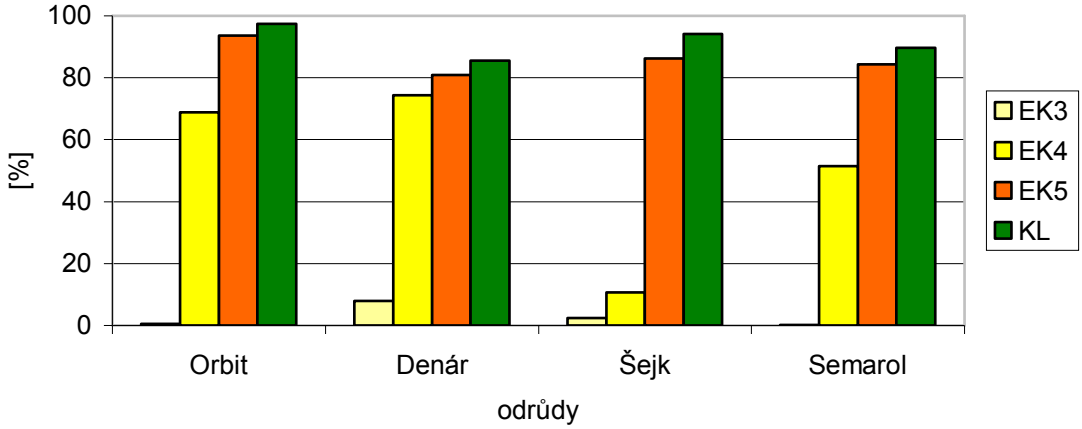
Výše uvedené dva grafy popisují vliv úpravy semen na semena klíčící v optimálních vláhových podmínkách. První graf ukazuje nárůst EK3 se vzrůstající dobou ošetření. U hodnot EK4 měl největší vliv ošetření semen po dobu 7 hodin. Naopak délka primingu 5h měla ve vztahu ke kontrole nepatrný vliv. Hodnoty EK5 jsou vyšší oproti kontrole jen u semen ošetřených po dobu 7 hodin. Celková klíčivost je u všech zkoumaných skupin srovnatelná mimo 11h, která byla nejvyšší. Hodnoty MGT kontroly a 5h jsou srovnatelé, tak jako hodnoty mezi 7h a 11h, ale tyto jsou nižší ve vztahu ke kontrole.

Níže uvedená tabulka popisuje jednotlivé hodnoty energií klíčení, klíčivosti a střední doby klíčení ve vztahu optimálních vláhových podmínkách a odrůdy.

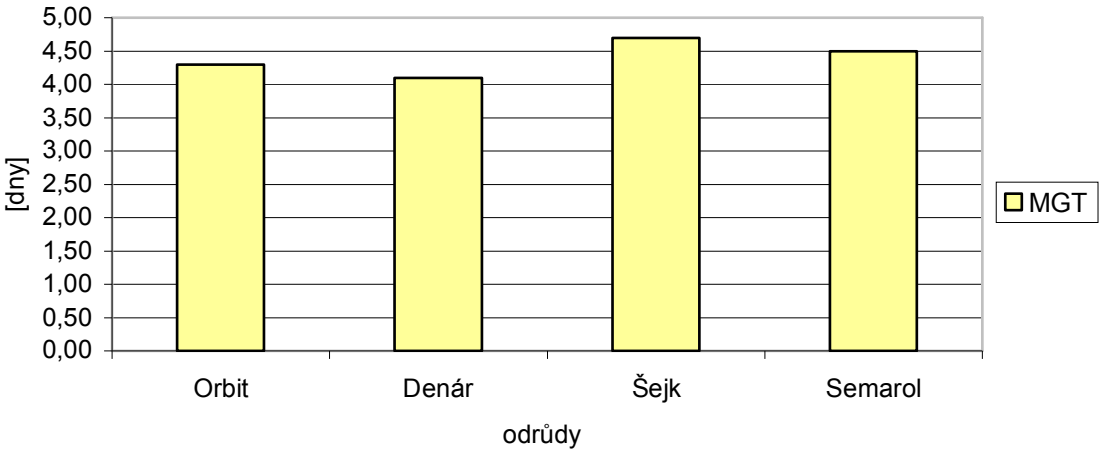
odrůda	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
Orbit	0,6b	68,8a	93,6a	97,5a	4,3b
Denár	8,0a	74,3a	80,9c	85,5d	4,1c
Šejk	2,4b	10,6c	86,2b	94,2b	4,7a
Semarol	0,1b	51,5b	84,4cb	89,6c	4,5ba
HSO	5,0	9,5	4,3	3,1	0,2

Tab. 6 – vliv optimálních vláhových podmínek na jednotlivé parametry klíčení odrůd

V tabulce č. 6 nalezneme hodnoty energií klíčení, klíčivosti a MGT ve vztahu k použitým odrůdám. Nejvyšší hodnoty energie klíčení dosáhla semena odrůdy Denár, jejíž výsledky jsou statisticky průkazné vůči ostatním odrůdám. Ve 4. den dosáhla nejvyšších hodnot opět odrůda Denár a následně Orbit. Rozdíly mezi nimi nejsou statisticky průkazné, avšak k odrůdám Šejk a Semarol ano. Nejnižší hodnotu vykazovala odrůda Šejk. Hodnota energie klíčení 5. den byla nejvyšší u odrůdy Orbit, poté u odrůdy Šejk. Naopak odrůda Denár zůstala na posledním místě. Rozdíl mezi odrůdou Semarol není k odrůdám Šejk a Denár statisticky průkazný. Hodnota klíčivosti je nejvyšší u odrůdy Orbit, poté u odrůd Šejk, Semarol, Denár. Rozdíly jsou statisticky průkazné. Nejnižší hodnota MGT patří k odrůdě Denár. Naopak největší je u odrůdy Šejk, tato hodnota je neprůkazně vyšší než u odrůdy Semarol.



Graf 9 – vliv optimálních vláhových podmínek na EK a KL použitých odrůd



Graf 10 – vliv optimálních vláhových podmínek na MGT použitých odrůd

První graf popisující interakci vzorku a optimálních podmínek ošetření ukazuje, že nejvyšší hodnota EK3 byla zjietěna u odrůdy Denár. Rozdíly v EK4 mezi odrůdami jsou patrné. Nejvyšší hodnoty dosáhla odrůda Denár a naopak nejnižší odrůda Šejk. Nejvyšší hodnoty EK5 jsou charakteristické pro odrůdu Orbit a nejnižší hodnoty má odrůda Denár. Hodnoty klíčivosti jsou nejvyšší u odrůdy Orbit a nejnižší u odrůdy Denár. Hodnoty odrůd Šejk a Semarol leží mezi hodnotami těchto odrůd.

Dle druhého grafu nejnižší hodnota MGT patří k odrůdě Denár a nejvyší k odrůdě Šejk, avšak rozdíly nejsou nikterak vysoké.

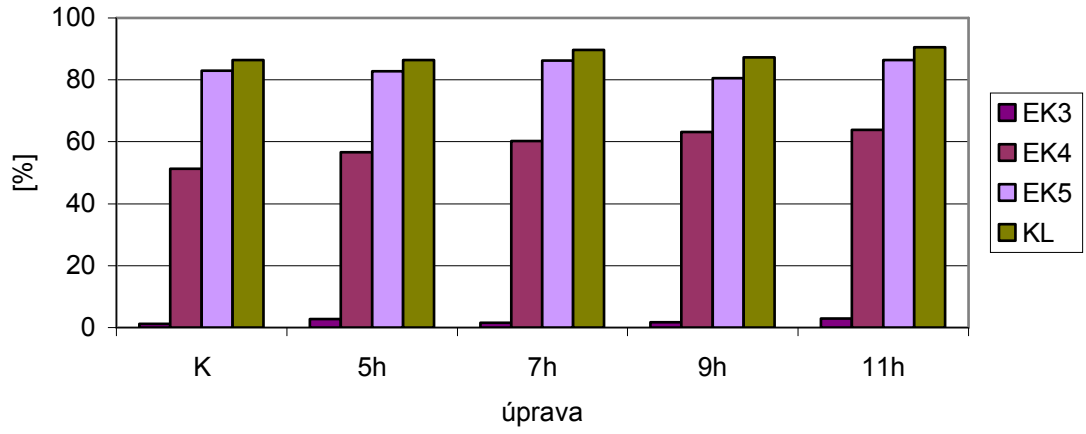
5.3. Stresové podmínky závlahy – 20 ml vody

Následující tabulka je věnována vlivu vláhového stresu na jednotlivé způsoby úpravy semen.

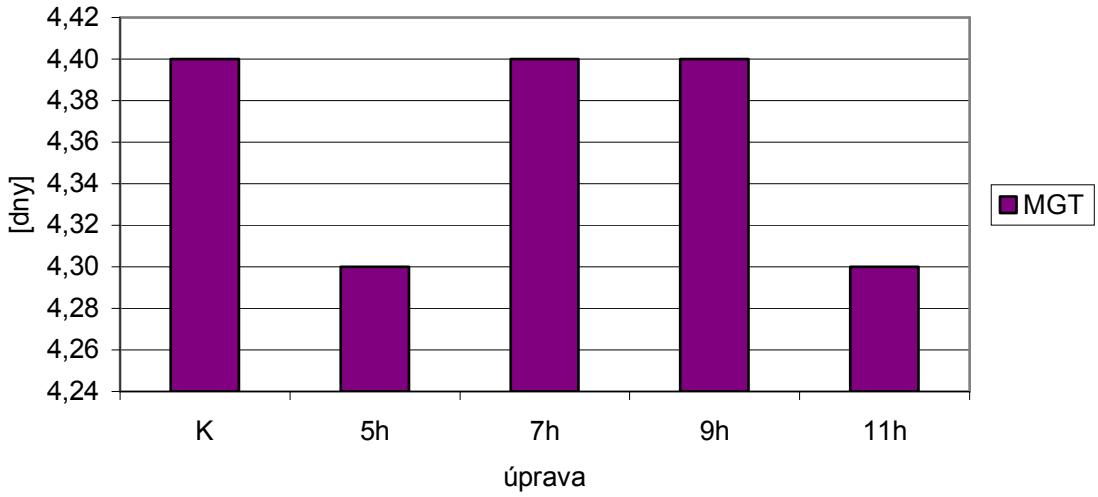
	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
K	1,2a	51,3b	82,9 ba	86,4a	4,4a
5h	2,7a	56,7ba	82,8 ba	86,4a	4,3ba
7h	1,6a	60,3ba	86,3 a	89,6a	4,4ba
9h	1,8a	63,1a	80,5 b	87,3a	4,4ba
11h	2,9a	63,9a	86,4 a	90,5a	4,3b
HSO	2,4a	9,0	5,4	4,9	0,1

Tab. 7 - vliv vodního stresu na hodnoty EK, KL a MGT jednotlivých úprav semen

Energie klíčení semen 3. den neposkytuje žádné statisticky průkazné rozdíly stejně jako u klíčivosti semen. Energie klíčení semen 4. den je vůči kontrole průkazně vyšší u semen ošetřených po dobu 9 a 11 hodin. Pátý den nebyla u žádné skupiny průkazně rozdílná hodnota EK vůči kontrole. Taktéž hodnoty klíčivosti a MGT nebyly ve vztahu ke kontrole průkazně rozdílné. U MGT tvořila výjimku pouze semena ošetřená po dobu 11 hodin. Tato hodnota byla nižší.



Graf 11 – vliv vodního stresu na hodnoty EK a KL u jednotlivých úprav semen



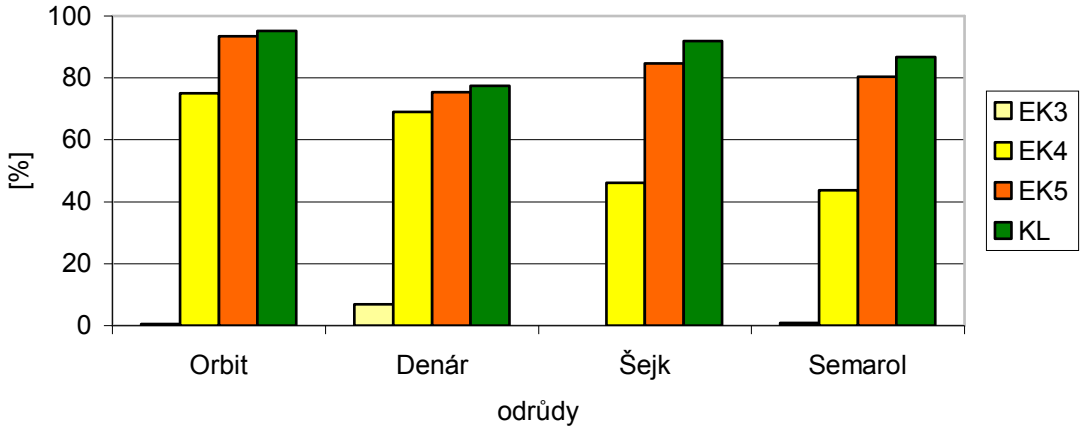
Graf 12 – vliv vodního stresu na hodnoty MGT jednotlivých úprav semen

První graf popisuje vliv vláhového stresu na jednotlivé způsoby ošetření ve vztahu k hodnotám EK3, EK4, EK5 a KL. U parametru EK3 jsou výsledky vyrovnané. Čtvrtý den hodnota EK se vzrůstající délkou ošetření ve vztahu ke kontrole rostla, tak jako pátý den, kde však výjimku tvořila skupina 9h u které byly zjištěny hodnoty o málo nižší než kontrola. Celková klíčivost byla u všech skupin stejná nebo vyšší než u kontroly. Nejvyšší byla u 11h. Hodnoty MGT v druhém grafu byly u 7h a 9h srovnatelné s kontrolou tak jako hodnoty 5h a 11h byly srovnatelné mezi sebou, avšak tyto byly nižší než kontrola.

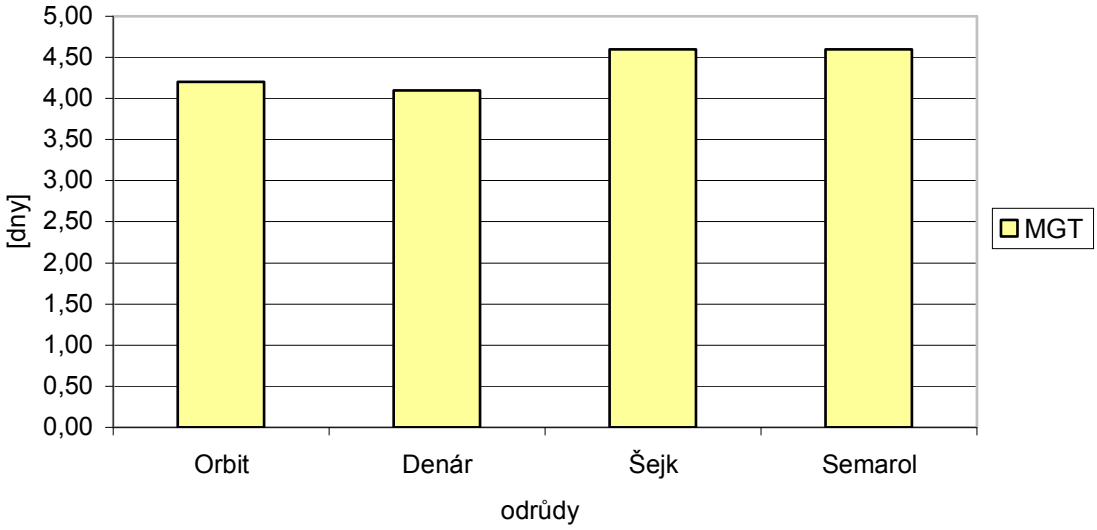
odrůda	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
Orbit	0,5b	75,1a	93,4a	95,2a	4,2b
Denár	6,9a	69,0a	75,4c	77,4c	4,1c
Šejk	0,0b	46,2b	84,6b	91,9a	4,6a
Semarol	0,8b	43,8b	80,4b	86,8b	4,6a
HSO	2,1	7,6	4,5	4,1	0,1

Tab. 8 – vliv vodního stresu na hodnoty EK, KL a MGT jednotlivých odrůd semen

Třetí den byla nejvyšší hodnota EK dosažena u odrůdy Denár. Nejvyšší hodnoty EK čtvrtý den vykazovaly odrůdy Orbit a Denár. Rozdíly v hodnotách nebyly mezi nimi statisticky průkazné, ale ve vztahu k odrůdám Šejk a Semarol ano. Také pátý den byla na prvním místě v rámci EK odruda Orbit. Nejvyšších hodnot klíčivosti bylo zaznamenáno u odrůd Orbit a Šejk. Rozdíly mezi nimi nebyly průkazné. U odrůdy Denár byla zaznamenána nejnižší hodnota MGT, nejvyšší byla u odrůdy Šejk a Semarol.



Graf 13 – vliv vodního stresu na hodnoty EK a KL u odrůd semen



Graf 14 – vliv vodního stresu na hodnoty MGT u odrůd semen

Graf vlivu vodního stresu na jednotlivé odrůdy ukazuje, že EK3 byla nejvyší u odrůdy Denár. Nejvyšší hodnoty EK4 patřily odrůdě Orbit a Denár. Šejk a Semarol měly hodnoty stejné. Nejvyšší hodnoty EK5 bylo dosaženo u odrůdy Orbit a nejnižší u odrůdy Denár. Hodnoty celkové klíčivosti byly opět nejvyšší u odrůdy Orbit a nejnižší u odrůdy Denár. Dle druhého grafu nejnižších hodnot MGT bylo dosaženo u odrůd Denár a Orbit.

5.4. Výsledky jednotlivých vzorků

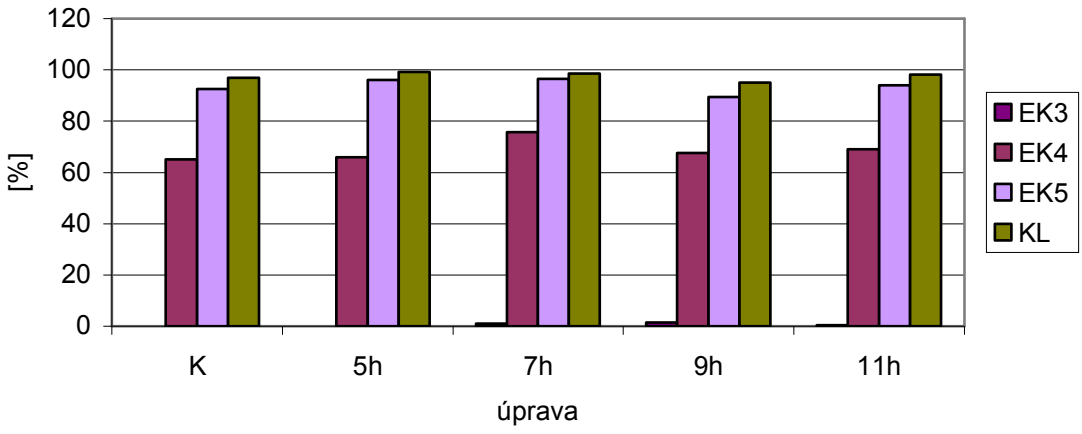
Hodnoty získané v rámci provedeného pokusu byly vyhodnoceny také z hlediska použitých odrůd Orbit, Denár, Šejk a Semarol. U každé odrůdy byl sledován vliv úpravy semen v podmínkách závlahy optimální i stresové, tak jak je uvedeno v níže přiložených tabulkách. Následující grafy ilustrují případy, ve kterých úprava semen nejpříznivěji ovlivnila jejich klíčení.

Orbit - 40 ml

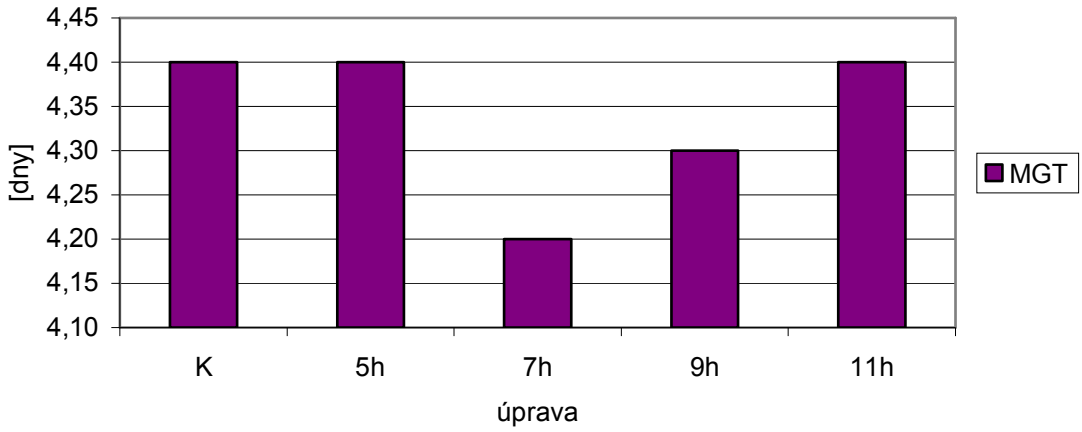
	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
K	0,0a	65,1a	92,5a	97,0a	4,4a
5h	0,0a	66,0a	96,0a	99,3a	4,4a
7h	1,0a	75,8a	96,5a	98,5a	4,2a
9h	1,5a	67,5a	89,5a	95,0a	4,3a
11h	0,5a	69,1a	94,1a	98,1a	4,4a
HSO	3,2	23,7	10,9	5,2	0,3

Tab. 9 – sledované parametry klíčení semen odrůdy Orbit ve vztahu úpravy semen a optimální podmínky závlahy

Tabulka č.9 popisuje klíčení semen odrůdy Orbit během optimálních vláhových podmínek. V tabulce je i zahrnut vliv ošetření semen hydroprimingem, při kterém byla semena ošetřena po dobu 5, 7, 9 a 11 hodin. Semena kontroly (K) ošetřena nebyla. Žádný ze sledovaných parametrů nevykazoval statisticky rozdílné hodnoty.



Graf 15 – porovnání hodnot EK a KL během klíčení semen odrůdy Orbit ve vztahu úpravy semen a optimálních podmínek závlahy



Graf 16 – porovnání MGT odrůdy Orbit ve vztahu úpravy semen a optimálních podmínek závlahy

V grafech jsou popsány parametry klíčení smen odrůdy Orbit. Hodnoty EK3 jsou nejvyšší u semen ošetřených hydroprimingem po dobu 9h. EK4 je nejvyšší u ošetření 7h. Ostatní ošetření poskytují srovnatelné výsledky s kontrolou. Hodnoty EK5 jsou až na ošetření 9h srovnatelé. Celková hodnota klíčivosti je zaznamenána u skupiny 5h, naopak nejnižší u 9h. Nejnižší hodnota MGT je v rámci semen ošetřených 7 hodinovou úpravou. Nejvyšší hodnoty vykazují skupiny K, 5h a 11h. Hodnoty výsledků semen ošetřených po dobu 9 hodin se nachází mezi těmito dvěma skupinami.

Denár - 40 ml

	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
K	2,7a	76,2a	82,4ab	85,1ab	4,1a
5h	5,4a	70,5a	80,5ab	86,5ab	4,2a
7h	9,7a	68,6a	74,0b	77,9b	4,1a
9h	7,5a	75,0a	81,0ab	87,9ab	4,1a
11h	13,9a	80,1a	85,1a	89,1a	4,0a
HSO	11,3	11,8	9,9	9,3	0,3

Tab. 10 – sledování klíčení semen Denár ve vztahu úpravy semen a optimálních podmínek závlahy

V tabulce č. 10 je popsáno klíčení osiva odrůdy Denár během optimálních vláhových podmínek. V tabulce je i zahrnut vliv ošetření semen hydroprimingem. MGT a EK třetího

a čtvrtého dne nevykazoval statisticky rozdílné hodnoty. EK pátého dne byla nejyšší u ošetřeni semen Denár po dobu 11 hodin. Hodnota byla průkazně vyšší pouze k ošetření 7h. Totéž platí u výsledků klíčivosti.

Šejk - 40 ml

	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
K	0,0a	27,5a	84,5ba	93,0ba	4,8a
5h	0,0a	30,4a	80,2b	90,7b	4,8a
7h	0,0a	55,4a	89,4ba	95,5ba	4,5a
9h	11,0a	40,3a	83,5ba	93,5ba	4,6a
11h	0,7a	52,6a	98,8a	100,0a	4,5a
HSO	23,2	36,7	13,8	8,6	0,7a

Tab. 11 – parametry klíčení semen odrůdy Šejk ve vztahu úpravy semen a optimálních podmínek závlahy

Tabulka č. 11 popisuje klíčení odrůdy Šejk v optimálních podmínkách. Také odrůda Šejk u EK3, EK4 a MGT nevykazovala statisticky významné rozdíly v naměřených hodnotách. Pátý den byla EK nejvyšší u semen ošetřených 11h. Hodnota byla průkazně vyšší pouze vůči semenům ošetřeným 5h. Hodnoty klíčivosti semen nebyly průkazné vůči kontrole, i když semena ošetřená po dobu 11 hodin měla klíčivost 100%.

Semarol - 40 ml

	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
K	0,0a	39,0b	84,2a	89,7a	4,6a
5h	0,5a	50,8ba	87,1a	91,6a	4,5ba
7h	0,0a	63,0a	86,0a	90,0a	4,3b
9h	0,0a	47,3ba	80,0a	86,7a	4,5ba
11h	0,0a	53,0ba	83,5a	89,5a	4,5ba
HSO	1,1	19,3	9,8a	9,3	0,3

Tab. 12 – sledované parametry klíčení semen Semarol ve vztahu úpravy semen a optimálních podmínek závlahy

V tabulce č. 12 je popsán vliv ošetření semen odrůdy Semarol na jejich klíčení v optimálních podmínkách. Hodnoty EK3, EK5 a KL. U EK4 bylo zaznamenáno průkazně

vyšších hodnot ve vztahu ke kontrole jenom u semen ošetřených po dobu 7 hodin. Stejných výsledků bylo dosaženo i u MGT.

Orbit - 20 ml

	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
K	0,5a	68,1a	98,0a	99,0a	4,3a
5h	0,5a	68,0a	90,5b	92,5b	4,3a
7h	0,5a	82,1a	95,0ba	97,0ba	4,2a
9h	0,0a	77,9a	90,0b	92,0b	4,2a
11h	1,0a	79,5a	93,5ba	95,5ba	4,2a
HSO	2,0	15,8	6,8	6,1	0,2

Tab. 13 - sledované parametry klíčení semen odrůdy Orbit ve vztahu úpravy semen a stresových podmínek závlahy

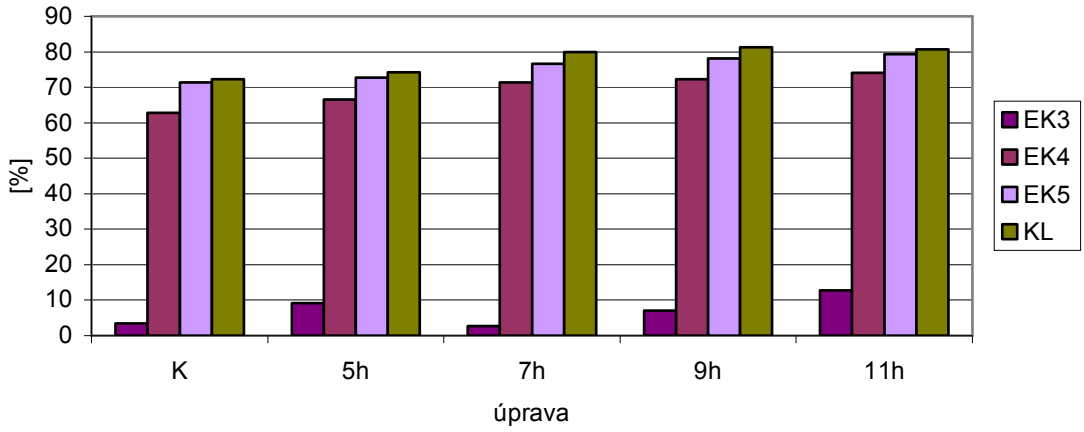
Tabulka č. 13 popisuje klíčení semen odrůdy Orbit během vláhového stresu. Statisticky průkazné hodnoty byly získány jen v rámci EK5 a KL. EK5 nevykazovala vyšší hodnoty než kontrola stejně tak jako KL.

Denár - 20 ml

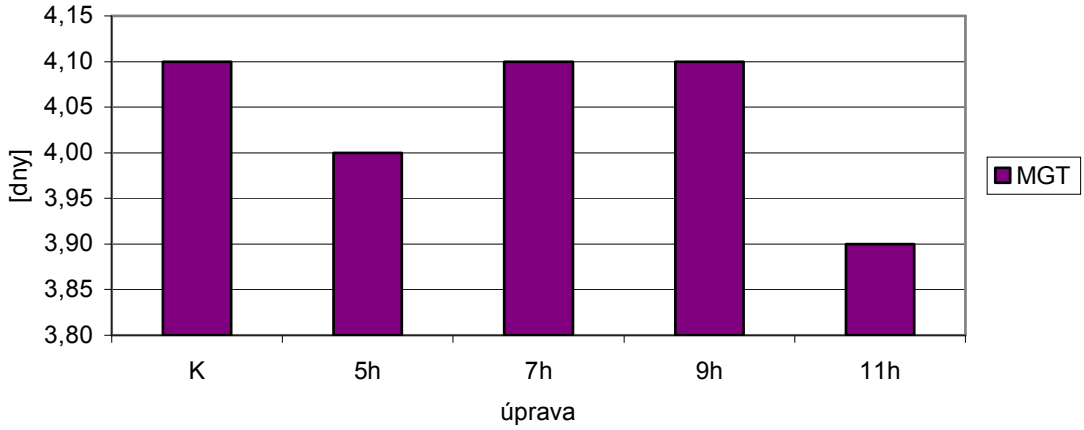
	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
K	3,5b	62,8a	71,3a	72,3a	4,1a
5h	9,1ba	66,6a	72,7a	74,2a	4,0a
7h	2,7b	71,3a	76,7a	80,0a	4,1a
9h	7,1ba	72,2a	78,2a	81,3a	4,1a
11h	12,7a	74,0a	79,3a	80,7a	3,9a
HSO	8,7	15,6	15,8	15,5	0,2

Tab. 14 - sledované parametry klíčení semen odrůdy Denár ve vztahu úpravy semen a stresových podmínek závlahy

Tabulka č.14 poskytuje informace o klíčení semen odrůdy Denár v podmínkách vláhového stresu. Statisticky průkazné rozdíly vůči kontrole byly získány jen v případě EK3. Průkazně vyšších hodnot ke kontrole bylo dosaženo jenom u semen ošetřených po dobu 11 hodin.



Graf 17 – porovnání hodnot EK a KL během klíčení semen odrůdy Denár ve vztahu úpravy semen a stresových podmínek závlahy



Graf 18 – hodnoty MGT během klíčení semen Denár ve vztahu úpravy semen a stresových podmínek závlahy

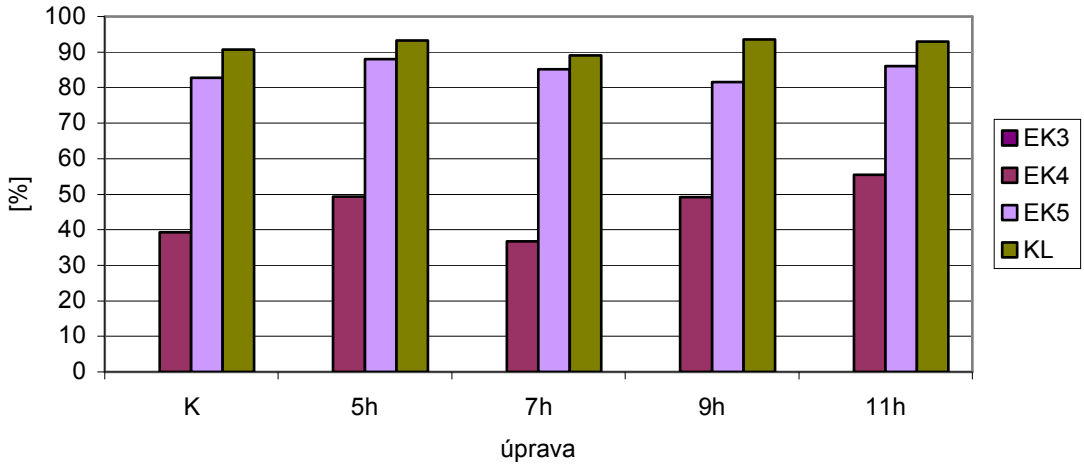
Semena odrůdy Denár klíčící ve vláhovém stresu podle grafu vykazovala nejvyšší hodnotu EK3 při ošetření semen po dobu 11h. Také oštření 5h zvýšilo EK3. U ošetření 7h žádný pozitivní vliv zaznamenán nebyl a u 9h byla hodnota jen o málo vyšší než u kontroly. S přihlédnutím k EK4, EK5 a KL se vzrůstající délkou ošetření vzrůstají i tyto sledované parametry. Při porovnání k MGT opět skupiny 7h a 9h vykazují podobné výsledky jako kontrola. Nejnižší hodnotu MGT vykazuje skupina 11h a po ní 5h v porovnání s kontrolou.

Šejk - 20 ml

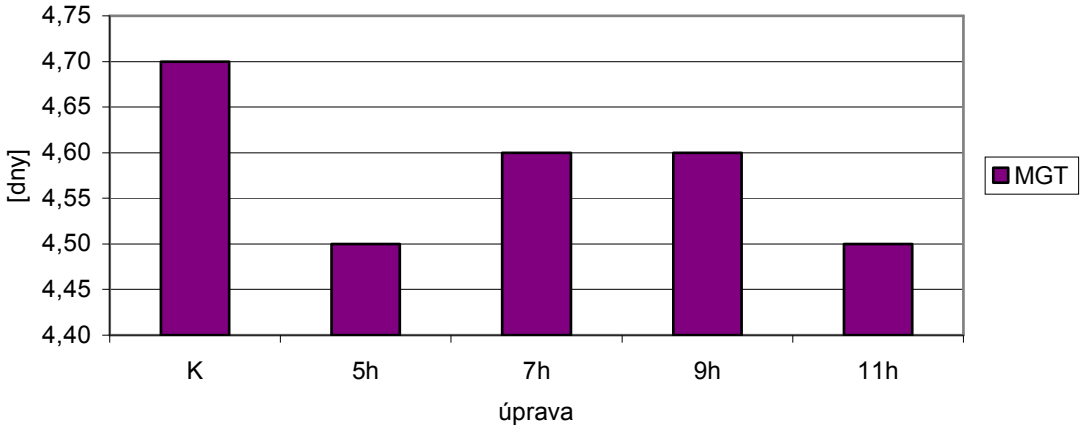
	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
K	0,0a	39,3ba	82,7a	90,7a	4,7a
5h	0,0a	49,3ba	88,0a	93,3a	4,5a
7h	0,0a	36,8b	85,1a	89,1a	4,6a
9h	0,0a	49,2ba	81,5a	93,5a	4,6a
11h	0,0a	55,5a	86,0a	93,0a	4,5a
HSO	0,0	18,7	9,6	8,5	0,2

Tab. 15 – sledované klíčení semen odrůdy Šejk ve vztahu úpravy semen a stresových podmínek závlahy

V tabulce č.15 jsou hodnoty EK, KL a MGT semen odrůdy Šejk. Semena klíčila během vláhového stresu a pouze u EK4 mělo osivo ošetřené 11 hodin průkazně vyšší hodnoty ke kontrole.



Graf 19 – porovnání EK a KL během klíčení odrůdy Šejk ve vztahu úprav semen a stresových podmínek závlahy



Graf 20 – hodnoty MGT během klíčení semen odrůdy Šejk ve vztahu úpravy semen a stresových podmínek závlahy

Hodnota EK3 ve vztahu ke kontrole nabývala pozitivních výsledků u semen ošetřených po dobu 11 hodin a poté i u semen ze skupin 5h a 9h. Čtvrtý den u hodnoty EK dle grafu u odrůdy Šejk klíčící ve vláhovém stresu byl zjištěn pozitivní vliv ošetření semen primingem u skupiny 5h, 9h a 11h ve vztahu ke kontrole. Hodnoty 5h a 9h jsou velmi podobné, hodnoty 11h jsou největší. EK pátý den ukazuje pozititvní vliv ve vztahu ke kontrole u 5h, 7h a 11h. Celková klíčivost je tak jako u EK4 vyšší oproti kontrole u skupin 5h, 9h a 11h. Hodnoty MGT byly u všech skupin nižší ve srovnání s kontrolou.

Semarol- 20 ml

	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
K	0,0a	25,3a	78,7a	84,0a	4,8a
5h	0,0a	35,8a	80,9a	87,4a	4,7ba
7h	4,4a	51,3a	86,0a	90,9a	4,4b
9h	0,0a	53,0a	72,5a	82,5a	4,5ba
11h	0,5a	49,0a	85,0a	90,5a	4,5ba
HSO	7,1	30,2	15,2	12,7	0,3

Tab. 16 – sledované paramentry klíčení semen odrůdy Semarol ve vztahu úpravy semen a stresových podmínek závlahy

Tabulka č.16 popisující klíčení semen odrůdy Semarol ve vláhovém stresu zobrazuje hodnoty EK, KL a MGT. Žádná z hodnot není statisticky průkazně vyšší ke kontrole.

Ačkoliv při statistickém vyhodnocování nebyly porovnávány klíčivosti jednotlivých odrůd, lze ze získaných vyhodnocení kontrol (neošetřených semen) jednotlivých odrůd toto porovnání provést.

40 ml

Kontrola odrůdy	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
Orbit	0,0	65,1	92,5	97,0	4,4
Denár	2,7	76,2	82,4	85,1	4,1
Šejk	0,0	27,5	84,5	93,0	4,8
Semarol	0,0	39,0	84,2	89,7	4,6

Tab. 17- porovnání kontroly odrůd optimálních podmínek závlahy

Z přiložené tabulky č. 17 lze zjistit, že v optimálních podmínkách závlahy nejlépe klíčí semena odrůdy Orbit. U ostatních odrůd jsou hodnoty klíčivosti nižší. Z pohledu EK3 jediná odrůda Denár vykazuje vyšší hodnotu než je 0,0. Taktéž EK4 je nejvyšší u této odrůdy. EK5 má nejvyšší hodnotu u odrůdy Orbit. Nejnižší hodnota MGT patří odrůdě Denár.

20 ml

Kontrola odrůdy	EK3(%)	EK4(%)	EK5(%)	KL(%)	MGT(dny)
Orbit	0,5	68,1	98,0	99,0	4,3
Denár	3,5	62,8	71,3	72,3	4,1
Šejk	0,0	39,3	82,7	90,7	4,7
Semarol	0,0	25,3	78,7	84,0	4,8

Tab. 18- porovnání kontroly odrůd stresových podmínek závlahy

Podle tabulky č. 18 ve vláhovém stresu nejvíce klíčila odrůda Orbit. Hodnota EK3 je nejvyšší u odrůdy Denár a poté u Orbit. Také nejvyšší hodnoty EK4 patří těmto odrůdám. Hodnota EK5 je nejvyšší u odrůdy Orbita a poté Šejk. Z tohoto hlediska skončila odrůda Denár poslední, avšak měla nejnižší hodnotu MGT.

6. Diskuze

Při zhodnocení klíčivosti semen v rámci odrůd zjistíme, že u jednotlivých odrůd byly zjištěny rozdílné hodnoty klíčivosti. Z tohoto hlediska nejlepší hodnoty byly zaznamenány u odrůdy Denár, poté Semarol, Šejk a nakonec u odrůdy Orbit. To, že na klíčivost semen má vliv i použitá odrůda potvrzují např i Aboutalebian a Shoja (2012), kteří sledovali klíčivost semen řepky. Též uvádí, že jedna z odrůd vykazovala nižší klíčivost na rozdíl od ostatních semen. Také Murungu (2011) se zmiňuje, že u osiva pšenice bylo klíčení semen ovlivňeno nejen ošetřením semen, vodním potenciálem, ale také odrůdou.

S přihlédnutím k MGT Matthews a Powell (2011) uvádí, že čím vyšší hodnoty MGT, tím dochází k většímu zpoždění klíčení semen. Klíčení je pomalé a značí malou vitalitu. Takováto semena stárnou. Z tohoto tvrzení lze usuzovat, že semena odrůd Šejk a Semarol vykazovala nižší vitalitu vzhledem k semenům Orbit a Denár.

Taktéž horší hodnoty v rámci EK naznačují stárnutí semen.(Honsová, Hosnedl, 1999), avšak jak uvádí Moghanibashi et al. (2012) u osiva slunečnice je energie klíčení semen závislá na interakci mezi odrůdou a ošetřením semen.

Během zhodnocení sledovaných parametrů semen v rámci optimálních podmínek a stresu sucha bylo zjištěno, že hodnota MGT byla u varianty 20 ml neprůkazně nižší. Tato nižší hodnota vypovídá, jak uvádí Huang et al. (2002), že s poklesem MGT se zvyšuje rychlost klíčení. Vzhledem k tomu, že výsledné hodnoty jsou neprůkazné, nelze tvrdit, že by se výsledky od sebe statisticky významně lišily. Z tohoto důvodu lze usuzovat, že osivo v optimálních podmínkách i osivo nacházející se ve stresových podmínkách klíčilo stejně rychle.

Avšak u hodnot klíčivosti bylo potvrzeno, že klíčivost osiva v optimálních podmínkách je vyšší než v podmínkách stresových. Tento výsledek je statisticky průkazný. Teorii o problematickém klíčení osiva ve stresových podmínkách potvrzují i některé zdroje. Např. Khodarahmpour uvádí, že vlivem vodního stresu se snižuje klíčivost a růst sazenic kukuřice. I (Murungu) se zmiňuje o tom, že se vzrůstajícím stresem nedostatku závlahy klesá procento klíčení semen pšenice.

Zhodnocením energie klíčivosti získáváme statisticky průkazně vyšší výsledky ve prospěch varianty 40 ml až v pátém dni. S přihlédnutím k předpokladům, že osivo stresové varianty by mělo dosahovat horších výsledků se jako pravděpodobné jeví určitá chyba během měření.

Posledním sledovaným faktorem na klíčení semen rajčete bylo jejich ošetření hydroprimingem po dobu 5, 7, 9 a 11 hodin. Semena kontroly ošetřena nebyla.

Ze získaných dat je patrné, že energie klíčení 3. den vykazuje neprůkazně vyšší hodnoty vůči kontrole. U energie klíčení čtvrtý den jsou už zaznamenány u variant ošetření 7h, 9h a 11h vzrůstající hodnoty se statistiskou průkazností oproti kontrole. V pátém dni byly získány statisticky průkazně vyšší hodnoty vůči kontrole jen u semen ošetřených hydroprimingem po dobu 11 hodin. Z těchto výsledků se z hlediska energie klíčení jeví jako nejlepší řešení použití hydroprimingu po dobu 11 hodin.

Jak je ze získaných dat patrné v rámci sledovaného MGT mají semena ošetřená hydroprimingem po dobu 7 a 11 hodin průkazně nižší hodnoty. S přihlédnutím k tvrzení Matthewse a Powellové (2011) to značí, že tato semena začala klíčit rychleji než ostatní. Podle Murungu (2011) na klíčení semen mají vliv nejen nedostatek závlahy, ale i doba po kterou je aplikován hydropriming. V rámci jeho šetření se jako nejlepší řešení ošetření semen pšenice ukázalo ošetření osiva hydroprimingem po dobu 12 hodin. U osiva petržele (Dursun et Ekinci, 2010) však nejlepších výsledků klíčení bylo dosaženo až při hydroprimingu trvajícím 12h, 24h a 36 hodin. Naproti tomu Dastanpoor et al. (2013) uvádí, že u semen šalvěje měla na konečnou klíčivost semen vliv doba po kterou byla semena ošetřena hydroprimingem. Nejnižší hodnoty MGT bylo dosaženo hydropriminguem trvajícím 12 hod. Z výše uvedených výsledků tedy vyplývá, že pro osivo rajčat je nejvýhodnější hydropriming aplikovaný po dobu 7 a 11 hodin.

V rámci zhodnocení použité doby aplikace hydroprimingu a klíčivosti byla získána nejvyšší hodnota klíčivosti semen se statisticky průkazným rozdílem pouze u semen ošetřených hydroprimingem po dobu 11 hodin.

Ačkoliv je prokázáno, že klíčivost semen ošetřených hydroprimingem je vyšší než u semen neošetřených vůbec, Aboutalebian a Shoja (2012) uvádí, že některé z odrůd řepky mají nižší hodnoty klíčivosti i při použití hydroprimingu na rozdíl od ostatních semen. S přihlédnutím k výše popsanému by bylo dobré zaměřit se i na interakci odrůdy a doby aplikace hydroprimingu.

Při porovnání vlivu úpravy semen na jejich klíčení v podmínkách optimální závlahy a stresových podmínkách zjistíme, že hodnoty EK3 byly vyšší u semen klíčících v optimálních podmínkách a se vzrůstající dobou ošetření vzrůstaly hodnoty EK3. Nicméně i u semen klíčících v podmínkách vláhového stresu došlo u osiva ošetřeného primingem po dobu 5 hodin k nárůstu hodnot. V rámci EK4 u semen vláhového stresu měly hodnoty s délkou ošetření vzrůstající tendenci. U semen optimálních podmínek závlahy nejvyšší

hodnoty bylo dosaženo až při délce ošetření osiva 11h. EK5 semen optimálních podmínek bylo nejvyšší u skupiny 7h, u semen stresových podmínek až u skupiny 11h. Hodnoty MGT se s ohledem na závlahu nijak zásadně nelišily, i když u stresové i optimální varianty byla nejnižší hodnota MGT získána u skupiny semen 11h. Bez ohledu na závlahu byla klíčivost nejvyšší u semen ošetřených primingem po dobu 11 hodin. V porovnání klíčení semen v optimálních a stresových podmínkách klíčila u všech variant hydroprimingu semena lépe v optimálních vláhových podmínkách. Získané hodnoty byly také velice podobné. K podobnému závěru dochází i (Casenave et Toselli,2010) u experimentů provedených na osivu melounu a uvádí, že hydropriming snížil čas potřebný ke klíčení, ale ke změně procentu klíčivosti nedošlo. Aby bylo získáno vyšších hodnot klíčivosti u semen ošetřených primingem a klíčících ve vláhovém stresu, je patrně nezbytné dosáhnou vyšší úrovně stresových podmínek. Jak uvádí (Abbasdokht et al. 2010) semena pšenice ošetřena hydroprimingem dosahovala vyšších klíčivostí hlavně při vyšších hodnotách stresu nedostatku závlahy. Stejný závěr uvádí (Abbasi et al. 2012), podle nichž pozitivní vliv primingu na semena pýru se projevuje až při vyšších úrovních nedostatku závlahy. Naproti tomu ale (Yagmur at al. 2008) sledoval, že u semen tritikále hydroprimingu je nejvýraznější při nízkých úrovních stresu.

Porovnáním klíčení jednotlivých odrůd v optimálních podmínkách a stresových podmínkách zjistíme, že u všech odrůd došlo s poklesem závlahy k poklesu klíčivosti. U odrůdy Orbit byly mimo EK4 všechny hodnoty EK nepatrně vyšší během optimálních podmínek. Odrůda Denár také vykazovala u všech hodnocených EK vyšší hodnoty v optimálních podmínkách. Odrůda Šejk, stejně jako odrůda Denár, mimo EK4 měly hodnoty EK nepatrně vyšší během optimální závlahy. Ačkoliv EK4 bylo na rozdíl od odrůdy Orbit u odrůdy Denár ve vláhovém stresu mnohem vyšší. U odrůdy Semarol byla v optimálních podmínkách závlahy vyšší pouze hodnota EK5. Hodnoty MGT se nikterak výrazně neměnily jak mezi odrůdami, tak mezi vláhovými podmínkami.

Při porovnání vlivu ošetření semen na jejich klíčení v podmínkách optimální závlahy a stresových podmínkách zjistíme, že u odrůdy Orbit semena vykazovala vyšší hodnoty klíčivosti v optimálních vláhových podmínkách. Hodnoty MGT ovšem byly mimo jednoho případu nižší u semen klíčících ve stresových podmínkách. Z hediska EK3 bylo u semen klíčících v optimálních podmínkách nejefektivnější ošetření po dobu 7h a 9h. U EK4 a EK5 u všech způsobů ošetření vykazovala semena vyšší hodnoty ve stresových podmínkách.

U odrůdy Denár v průběhu jednotlivých způsobů ošetření semen vykazovala hodnoty sledovaných parametrů vyšší v podmínkách optimální závlahy. Vyšší hodnoty u stresových

podmínek lze nalézt v rámci sledovaných parametrů v případě ošetření semen primingem po dobu 7h. Lze tedy usoudit, že pro tuto odrůdu klíčící ve stresových podmínkách je nejoptimálnějším řešením ošetření semen hydroprimingem trvajícím 7 hodin. Naopak pro semena klíčící v optimálních podmínkách je dobré zvolit priming trvající 9, 11 a 5 hodin. Také (Sheidaie et al. 2013) uvádí, že u semen slunečnice hydropriming trvající 6 hodin způsobil u sledovaných parametrů nejlepší výsledky. Z tohoto důvodu byl šestihodinový priming pro osivo slunečnice doporučen pro zlepšení parametrů klíčení během vodního stresu. Jak je z výsledků patrné, jednotlivé odrůdy reagují rozdílně k jednotlivým stupňům ošetření semen hydroprimingem . Z výsledků (Dastanpoor et al. 2013) lze podobný trend sledovat i u osiva šalvěje. V jeho studii je uvedeno, že všechna ošetření semen šalvěje zlepšila klíčivost mimo semena ošetřená hydroprimingem po dobu 48. Nejlepší výsledky šalvěj bylo dosaženo při 12-ti hodinovém hydroprimingu.

U odrůdy Šejk klíčící v optimálních podmínkách měl hydrpriming nejvíce pozitivní vliv u sledovaného parametru EK5. Nejvyšších hodnot v rámci EK3 bylo dosaženo u semen ošetřených po dobu 9 a 11 hodin. Nejvyšší hodnoty EK4 byly zaznamenány u semen s primingem aplikovaným 7 hodin. Nejvyšší klíčivosti bylo dosaženo u variant 7h a 11h. Semena této odrůdy klíčící v podmínkách vláhového stresu zaznamenala u jednotlivých ošetřeních pozitivních výsledků u sledovaného parametru EK4.

Odrůda Semarol klíčící v optimálních podmínkách zaznamenala nejvyšších hodnot sledovaných parametrů při ošetření primingem po dobu 5 hodin. U EK4 bylo nejlepším řešením ošetření 7h a 11h. Ošetření primingem po dobu 9 hodin bylo nejpřínosnější pro sledované parametry EK5 a celkovou klíčivost. Semena této odrůdy klíčící ve vláhovém stresu vykazovala nejvyšší hodnoty sledovaných parametrů po jejich ošetření po dobu 11 hodin.

Při srovnání jednotlivých odrůd zjistíme, že každá z odrůd reagovala na ošetření hydroprimingem rozdílně. To potvrzuje i (Moghanibashi et al. 2012) když uvádí, že některé kultivary slunečnice reagují na hydropriming ve vztahu k sledovaným parametrům lépe.

U odrůdy Orbit a Semarol klíčících v optimálních vláhových podmínkách bylo dosažené nejhorších výsledků při použití hydroprimingu 11h. Tento způsob ošetření dle výsledků je nepříznivý také pro osivo odrůd Denár a Šejk klíčící ve vláhovém stresu. Podobný vztah byl sledován dle (Sheidaie et al. 2013) u semen slunečnice, na které měl hydropriming trvající 18 hodin negativní účinky a dle výsledků se ukázalo, že prodlužování hydroprimingu má na sledované parametry klíčení negativní vliv.

Jak již bylo napsáno výše na sledované semenářské parametry má největší vliv vzorek. S přihlédnutím k tabulkám 17 a 18 ve výsledcích zjistíme, že odrůda Orbit vykazovala nejvyšších hodnot klíčivosti během optimálních podmínkách i během vláhového stresu. Také u ostatních odrůd nedošlo v podmínkách vláhového stresu k výraznému poklesu klíčivosti. Největší pokles byl zaznamenán u odrůdy Denár, u které klesla klíčivost z hodnoty 85,1 % (optimální podmínky závlahy) na hodnotu 72,3% (stresové podmínky). S přihlédnutím k hodnotám MGT ani zde nejsou zaznamenány výrazné rozdíly mezi semeny klíčícími v optimálních podmínkách a v podmínkách vláhového stresu. Možným důvodem pro vyšší variabilitu výsledků a tím i neprůkaznost rozdílů mezi partiemi je pravděpodobně nezkušenost s počítáním vyklíčených semen.

7. Závěr

Zhodnocením pokusu z pohledu použitých odrůd lze uvést, že nejlépe klíčila odrůda Orbit. Odrůdy Šejk a Semarol vykazovaly v rámci MGT znaky stárnutí. Hodnoty energie klíčení byly nejpříznivější u odrůd Orbit a Denár.

Hodnocením vlivu nedostatku závlahy na klíčení semen získáváme statisticky průkazně vyšší výsledky u osiva klíčícího za optimálních podmínek pouze v rámci klíčivosti semen. Energie klíčení a MGT neprokázaly žádné rozdíly mezi osivem klíčícím za optimálních podmínek a osivem klíčícím v stresových podmínkách.

Z hlediska ošetření semen hydroprimingem byly zaznamenány nejlepší výsledky u semen ošetřených po dobu 11 hodin. V rámci hodnot MGT byly získány příznivé výsledky i u osiva, u kterého doba aplikace hydroprimingu trvala po dobu 7 hodin.

Z pokusu vyplývá, že největší vliv má na klíčení semen použitá odrůda. Jednotlivé odrůdy jsou různě citlivé k použitým způsobům hydroprimingu i k míře stresu nedostatku závlahy.

8. Seznam použité literatury

- Abbasdokht, H., Edalatpishe, M.R., Gholami, A. 2010. The effect of hydropriming and halopriming on germination and early growth stage of wheat (*Triticum aestivum L.*). Engineering and Technology. Vol. 68. p. 974-979
- Abbasi, M., Pouzesh, H., Enayati, A. 2012. Investigation the effect of hydropriming and osmopriming treatments on seeds germination of tall wheatgrass (*Agropyron elongatum*) under drought stress. Annals of Biological Research. Vol. 10. p. 4874-4879
- Abdoli, M., Saeidi, M. 2012. Effects of Water Deficiency Stress during Seed Growth on Yield and its Components, Germination and Seedling Growth Parameters of Some Wheat Cultivars. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. Vol. 4(15). p. 1110-1118.
- Abnavi, M.S., Ghobadi, M. 2012. The effects of source of priming and post-priming storage duration on seed germination and seedling growth characteristics in wheat (Triticum aestivumL.). Journal of Agricultural Science. Vol.4. p.256-268
- Aboutalebian, M.A., Shoja, A. M. 2012. Influence of hydropriming on seed germination behavior of canola cultivars as affected by saline and drought stresses. Annals of Biological Research, Vol. 3(11). p. 5216-5222
- Achakzai, A.K.K., 2009. Effect of water stress on imbibition, germination and seedling growth of maize cultivars. Sarhad J. Agric. Vol.25. p. 165-171.
- Amini, A., Ehsanpour, A.A. 2006. Protein Pattern Changes in Tomato under In Vitro Salt Stress. Russian Journal of Plant Physiology. Vol. 54. 464-471.
- Anese, S., da Silva, E.A.A. et. al. 2011. Seed priming improves endosperm weakening, germination, and subsequent seedling development of *Solanum lycocarpum* St. Hil. Seed Science and Technology. Vol. 39. p. 125-139.
- Arshadi, J. 2011. The effect of seed priming on germination and seedling growth of chickpea (Cicer arietium). Academic Journal. Vol 5 (9). p. 3030.
- Benech-Arnold, R.L., Sánchez, R.A. 2004. Handbook of Sseed Physiology, Applications to Agriculture. The Haworth Press. USA. p.480. ISBN:1-56022-928-4.
- Bewley, J.D., Black, M. 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination. Springer. p.445. ISBN: 0306447479, 9780306447471

- Bewley, J.D. 1997. Seed Germination and Dormancy. The Plant Cell. Vol. 9.1055-1066.
- Bewley, J.D., Black, M.J., Halmer, P. 2006. The Encyclopedia of Seeds: Science, Technology and Uses. CABI. p.828. ISBN: 0851997236, 9780851997230
- Black, M., Bradford,K.J., Vázquez-Ramos, J. 2000. Seed Biology: Advances and Applications. CABI. p. 508. ISBN: 0851999182, 9780851999180
- Bláha, L. 2004. Vliv stresových faktorů na chemické vlastnosti obilky. In: Hnilička, F. (ed.) Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnostirostlin. ČZU v Praze. Praha. 34-38s. ISBN: 80-86555-47-X.
- Bonner, F.T., 2008. Storage of Seeds. [cit. 2011-04-01]. dostupné z < http://www.nsl.fs.fed.us/Chapter%204.pdf >
- Brink, D.J. 2005. The ecology and eco-physiology of seed dormancy and germination. Plant Ecology and Systematics Department of Ecology. Lund University. Dostupné z < http://www.plant.ekol.lu.se/fu/intropapers/intropaper%20dirk-jan.pdf>
- Casenave, E.C., Toselli, M.E. 2010. Germination of melon seeds under water and heat stress: Hydropriming and the hydrotime model. Seed Science and Technology. Vol. 38. p. 409-420
- Copeland, L.O. 1995. Principles os Seed Science and Technology. Springer. p. 409. ISBN: 0412063018, 9780412063015.
- Cuartero, C., Fernandez-Munoz, R. 1998. Tomato and salinity. Scientia Horticulturae. Vol 78. 83-125
- Dastanpoor, N., Fahimi, H., Shariati, M., Davazdahemami, S., Hashemi, S.M.M.H. 2013. Effects of hydropriming on seed germination and seedling growth in sage. African Journal of Biotechnology. Vol. 12(11). p. 1223-1228.
- Dursun, A., Ekinci, M. 2010. Effects of different priming treatments and priming durations on germination percentage of parsley (Petroselinum crispum L.) seeds. Agricultural Sciences. Vol. 1. p. 17-23.
- Finch-Savage, W.E., Leubner-Metzger, G.. 2006. Seed dormancy and the control of germination. Tansley review. Warwick University, Wellesbourne, Albert-Ludwigs-University Freiburg, Germany. p.3. Dostupné z < http://www.seedbiology.de/pdf/NPH-TR-2006-04168_applied.pdf>
- Foolad, M.R, Lin, G.Y. 2000. Relationship between Cold Tolerance during Seed Germination and Vegetative Growth in Tomato: Germplasm Evaluation. Journal of the American Society for Horticultural Science. Vol 125. p 679-683.

- Gartner, B.L. 1995. Plant Stems : Physiology and Functional Morphology. Academic Press. p.440. ISBN: 0-12-276460-9.
- Geneve, R.L. Seed dormancy in commercial vegetable and flower species. University of Kentucky. Lexington, KY 40546. Dostupné z < http://www.uky.edu/Projects/SeedBiology/research/DORMAN.PDF >
- Gupta, N.K. Agarwal, S. et al. 2013. Effect of short-term heat stress on growth, physiology and antioxidative defence system in wheat seedlings. Acta Physiologiae Plantarum. Vol 17. p.1-2.
- Holubec, V. 2005. Stres a adaptace rostlin k vysoké koncentraci solí. In: Bláha, L. (ed.) Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnostirostlin. ČZU v Praze. Praha. 355-360s. ISBN: 80-86555-63-1.
- Honsová, H., Hosnedl, V. 1999. Životní projevy deteriorovaného osiva ječmene. Agrární www portál.[online]. ČZU Praha. [cit. 2013-02-14]. Dostupné z <http://www.agris.cz/clanek/111113/zivotni-projevy-deteriorovaneho-osiva-jecmene>
- Hosnedl, V., Honsová, H. Možnosti hodnocení vitality osiva zelenin a květin [online].Praha. ČZU Praha. [cit. 2013-04-01]. Dostupné z < http://www.agris.cz/Content/files/main_files/64/142105/hosned.pdf >
- Houba, M., Hosnedl,V. 2002. Osivo a sadba. nakl. Ing. Sedláček M. 186s. ISBN: 80-902413-6-0.
- Huang, R., Sukprakarn, S., Thongket, T., Juntakool, S. 2002. Effect of Hydropriming and Redrying on the Germination of Triploid Watermelon Seeds. Kasetsart Journal: Natural Science. Vol. 36. p. 219-224
- Chloupek, O. 2008. Genetická diverzita, šlechtění a semenářství. Academia. 307s. ISBN: 978-80-200-1566-2.
- Jajarmi, V. 2009. Effect of Water Stress on Germination Indices in Seven Wheat Cultivar. Academic Journal. Vol. 49. p. 105.
- Janick, J. 2010. Horticultural Reviews. John Wiley & Sons. p.406. ISBN: 0470650559, 9780470650554.
- Johnson, H.E., Broadhurst, D. Metabolic fingerprinting of salt-stressed [online]. Aberystwyth. University of Wales. 2002. [cit.2013-03-31]. Dostupné z <http://www.biospec.net/pubs/pdfs/Johnson-Phytochemistry2003.pdf >
- Kempken, F., Jung, C.Genetic modification of plants: Agriculture, horticulture and forestry. Springer. p.675. ISBN: 3642023916, 9783642023910.
- Kaymakanova, M. Efect of salinity germination and seed physiology in bean

(Phasseolus vulgaris L.). [online] Bulgaria. Agricultural University Plovdiv. 2009. [cit.2013-03-31]. Dostupné z <http://www.diagnosisp.com/dp/journals/view_article.php?journal_id=1&archive=0&issue_id=22&article_id=661>

- Khayatnezhad, M. 2011. Effect of Cold Stress on Germination and Growth of Wheat Cultivars. Advances in Environmental Biology. Vol 5(1). p. 94-97.
- Khodarahmpour, Z. 2012. Evaluation of drought stress effects on germination and early growth of inbred lines of MO17 and B73. African Journal of Microbiology. Vol.6 (16). p. 3749-3754
- Kirnak, H., Kaya, C. et al. 2001. The influence of water deficit on vegetative growth, physiology, fruit yield and quality in eggplants. Bulgarian Journal of Plant Physiology. Vol. 27. p.34-46.
- Kole, C., Hall, T.C. 2009. Compendium of Transgenic Crop Plants. Blackwell Publishing. p. 2776. ISBN: 9781405281099
- Matthews, S., Powell, A. 2011. Towards automated single counts of radicle emergence to predict seed and seedling vigour. Seed Testing International. Vol. 142. p. 44-48.
- McDonald, M.B., Kwong, F.Y. 2005. Flower Seeds: Biology And Technology. CABI. p.372. ISBN: 0851999069, 9780851999067
- McCormack, J. H. 2004. Seed processing and storage. [cit. 2011-04-01]. dostupné z<http://www.syngentafoundation.org/__temp/DG_SFSA_SeedProcessingandStorage.pdf >
- Moghanibashi, M., Karimmojeni, H., Nikneshan, P., Delavar, B. 2012. Effect of hydropriming on seed germination indices of sunflower (Helianthus annuus L.) under salt and drought conditions. Plant Knowledge Journal. Vol 1(1). p.10-15.
- Murungu, F.S. 2011. Effects of seed priming and water potential on seed germination and emergence of wheat (Triticum aestivum L.) varieties in laboratory assays in the field. African Journal of Biotechnology. Vol. 10. p. 4365-4371.
- Navie, S.C., Adkins, S.W., Ashmore,S. 2007. Seeds: Biology, Development and Ecology. CABI. p.440. ISBN: 184593198X, 9781845931988.
- Neckář, K., Brant, V. 2005. Klíčivost semen vybraných strniskových meziplodin v podmínkách vodního stresu. In: Bláha, L. (ed.) Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnostirostlin. ČZU v Praze. Praha. 60-63s. ISBN: 80-86555-63-1.
- Nichols, M.A., Heydecker, W. 1968. Two approaches to the study of germination data. Proceeding of the International Seed Testing Association, Vol. 33. p. 531 – 540.

- Pazdera, J. 2004. Předseťové úpravy osiv zelenin pro zvýšení jejich kvality. [cit. 2013-01-14] Dostupné z < http://www.zahradaweb.cz/informace-z-oboru/zelinarska-vyroba/Predsetove-upravy-osiv-zelenin-pro-zvyseni-jejich-kvality__s512x42482.html>
- Pazderů, K. 2008. Speciální předseťové úpravy osiv zelenin a informovanost uživatelů osiv. [cit. 2013-01-14] Dostupné z < http://www.zahradaweb.cz/informace-z-oboru/zelinarska-vyroba/Specialni-predsetove-upravy-osiv-zelenin-a-informovanost-uzivatelu-osiv__s512x44771.html>
- Pazourek, J. 2001. Vyprávění o rostlinách. Academia. Praha. 159 s. ISBN: 80-200-0573-0.
- Pereira, M.D., dos Santos Dias, D. C. F., et.al. 2009.Primed carrot seeds performance under water and temperature stres. Sci. Agric. Vol.66. p. 174-179
- Pereira, R.S., Nascimento, W.M., Vieira, J.V. Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders. [online] Brasília, Brasil. 2007. [cit.2013-03-31]. Dostupné z < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162008000200006>
- Pessarakli,M. 2001. Handbook of Plant and Crop Physiology. CRC Press. p.1000. ISBN: 082474134X, 9780824741341
- Procházka, S., Macháčková, I., Krekule, J., Šebánek, J. a kol. 1998. Fyziologie rostlin. Academia. Praha. 484s. ISBN: 80-200-0586-2.
- Rath, S. 2009. Lycopene extract from tomato. [cit. 2011-01-20]. dostupné z < http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/jecfa/cta/71/lycopene_extract_from_tomato.pdf >
- Sheidaie, S., Divsalar, M., Oskouei, B. 2013. Seed hydro-priming application to alleviation of water stress during germination in sunflower hybrides (*Helianthus annuus L.*). International Journal of Agriculture and Crop Sciences. Vol. 5 (2) p. 155-159
- Sun, Y. Y., Sun, Y. J. 2010. Effect of seed priming on germination and seedling growth under water stress in rice. Acta Agronomica Sinica. Vol. 36. p. 1931-1940
- Šebánek, J., Sladký, Z., Procházka, S. 1983. Experimentální morfologie rostlin. Academia. Praha. 320 s. ISBN : 509-21-857.
- Tobeh, A., Somarin, S.J. 2012. Full Length Research Paper Low temperature stress effect on wheat cultivars germination. African Journal of Microbiology Researc. . 6(6), p. 1265 - 1269

- Warren, J.E., Bennett, M.A. 1999. Bio-osmopriming tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) seeds for improved stand establishment. Seed science and technology. vol. 27.p. 489-499
- Yagmur, M., Kaydan, D. 2008. Alleviation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. African Journal of Biotechnology. Vol. 7. p. 2156-2162
- Yari, L., Aghaalikani, M. et.al. 2010. Effect of seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat (Triticum aestivum L.). Journal of Agricultural and Biological Science. Vol. 5. p.1-6.
- Zheng, G.H., Gao, Y.P., Wilen, R.W., Gusta, L.V. 1998. Canola seed germination and seedling emergence from pre-hydrated and re-dried seeds subjected to salt and water stresses at low temperatures. Annals of Applied Biology. Vol.132(2). p. 339-348.

9. Seznam grafů a tabulek

Graf 1 – energie klíčení a klíčivost jednotlivých odrůd 59
Graf 2 – střední doba klíčení jednotlivých odrůd 59
Graf 3 – porovnání energie klíčení a klíčivosti mezi stresovými a optimálními podmínkami závlahy 60
Graf 4 – porovnání MGT mezi stresovými a optimálními podmínkami závlahy 61
Graf 5 – porovnání EK, KL a MGT po jednotlivých úpravách 62
Graf 6 – porovnání středních dob klíčení po jednotlivých úpravách semen 62
Graf 7 – porovnání hodnot EK a KL ve vztahu úpravy semen a optimálních vláhových podmínek 63
Graf 8 – porovnání MGT ve vztahu úpravy semen a optimálních vláhových podmínek 64
Graf 9 – vliv optimálních vláhových podmínek na EK a KL použitých odrůd 65
Graf 10 – vliv optimálních vláhových podmínek na MGT použitých odrůd 65
Graf 11 – vliv vodního stresu na hodnoty EK a KL u jednotlivých úprav semen 67
Graf 12 – vliv vodního stresu na hodnoty MGT jednotlivých úprav semen 67
Graf 13 – vliv vodního stresu na hodnoty EK a KL u odrůd semen 68
Graf 14 – vliv vodního stresu na hodnoty MGT u odrůd semen 69
Graf 15 – porovnání hodnot EK a KL během klíčení semen odrůdy Orbit ve vztahu úpravy semen a optimálních podmínek závlahy 70
Graf 16 – porovnání MGT odrůdy Orbit ve vztahu úpravy semen a optimálních podmínek závlahy 71
Graf 17 – porovnání hodnot EK a KL během klíčení semen odrůdy Denár ve vztahu úpravy semen a stresových podmínek závlahy 74
Graf 18 – hodnoty MGT během klíčení semen Denár ve vztahu úpravy semen a stresových podmínek závlahy 74
Graf 19 – porovnání EK a KL během klíčení odrůdy Šejk ve vztahu úprav semen a stresových podmínek závlahy 75
Graf 20 – hodnoty MGT během klíčení semen odrůdy Šejk ve vztahu úpravy semen a stresových podmínek závlahy 76

Tab. 1 – přehled použitých odrůd 53
Tab. 2 – energie klíčení, klíčivost a MGT jednotlivých odrůd 58
Tab. 3 – vliv optimálních a stresových podmínek závlahy na všechny použité odrůdy 60
Tab. 4 – vliv úpravy všech odrůd semen na EK, KL a MGT 61

Tab. 5 - vliv úprav semen na jijich klíčení v optimálních vláhových podmínkách 63
Tab. 6 – vliv optimálních vláhových podmínek na jednotlivé parametry klíčení odrůd.....64
Tab. 7 - vliv vodního stresu na hodnoty EK, KL a MGT jednotlivých úprav semen.....66
Tab. 8 – vliv vodního stresu na hodnoty EK, KL a MGT jednotlivých odrůd semen.....68
Tab. 9 – sledované parametry klíčení semen odrůdy Orbit ve vztahu úpravy semen a optimální podmínky závlahy 70
Tab. 10 – sledování klíčení semen Denár ve vztahu úpravy semen a optimálních podmínek závlahy 71
Tab. 11 – parametry klíčení semen odrůdy Šejk ve vztahu úpravy semen a optimálních podmínek závlahy.....72
Tab. 12 – sledované parametry klíčení semen Semarol ve vztahu úpravy semen a optimálních podmínek závlahy.....72
Tab. 13 - sledované parametry klíčení semen odrůdy Orbit ve vztahu úpravy semen a stresových podmínek závlahy 73
Tab. 14 - sledované parametry klíčení semen odrůdy Denár ve vztahu úpravy semen a stresových podmínek závlahy 73
Tab. 15 – sledované klíčení semen odrůdy Šejk ve vztahu úpravy semen a stresových podmínek závlahy.....75
Tab. 16 – sledované paramentry klíčení semen odrůdy Semarol ve vztahu úpravy semen a stresových podmínek závlahy 76
Tab. 17- porovnání kontroly odrůd optimálních podmínek závlahy.....77
Tab. 18- porovnání kontroly odrůd stresových podmínek závlahy.....77

10. Seznam obrázků

Obrázek 1 - plocha zklizně rajčat.....9
Obrázek 2 - výnos rajčat.....10
Obrázek 3 - produkce rajčat.....10
Obrázek 4 – epigeické a hypogeické klíčení (Copeland, L.O., 1995).....19
Obrázek 5 - odrůda Semarol.....53
Obrázek 6 - odrůda Šejk.....54
Obrázek 7 - odrůda Orbit.....54
Obrázek 8 - Odrůda Denár.....55