

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



**Předset'ové úpravy osiva čiroku pro klíčení ve stresových podmínkách**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Petr Šourek**

**Vedoucí práce: Ing. Kateřina Pazderů PhD.**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci **Předset'ové úpravy osiva čiroku pro klíčení ve stresových podmínkách** vypracoval samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne .....

### **Poděkování**

Chtěl bych velmi poděkovat mé školitelce Ing. Kateřině Pazderů Ph.D. za odborné vedení, cenné připomínky a pomoc při zpracování výsledků (hlavně zpracování statistických výpočtů) a vstřícný přístup během zpracování této práce.

## **Autorský referát**

Čirok (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) představuje jednu z nejvýznamnějších potravinářských obilnin. V České republice se však řadí mezi alternativní plodiny. Je zajímavou alternativou kukuřice nejen jako potravinářská plodina, ale i pro krmné a energetické využití.

Klíčivost některých semen je omezena různými faktory, jednak dlouhou dobou dozrávání, jednak existencí inhibičních látek aj. Proto je snaha upravit před výsevem některá semena a vyzkoušet vhodný postup. Hydratační úpravy se v posledních letech stávají obvyklým předseťovým ošetřením osiv u mnoha druhů plodin. Jsou prováděny jako úpravy ke zlepšení semenářských parametrů osiva, především pro zvýšení rychlosti a uniformity klíčení a vzcházení, zároveň snižují minimální teplotu pro klíčení, citlivosti k vodnímu stresu a nedostatku kyslíku při klíčení.

Diplomová práce se věnuje klíčovosti osiva čiroku (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) v nepříznivých (stresových) podmínkách, v tomto případě v podmínkách fyziologického sucha.

Cílem práce bylo zhodnotit možnosti předseťových úprav osiva čiroku pro zlepšení klíčovosti ve stresových podmínkách. Na základě tohoto zkoumání byly vyhodnoceny genotypy odolnější vůči suchu při klíčení. Současně byla posouzena nejlepší metoda hydratačních úprav pro zlepšení odolnosti vůči suchu při klíčení.

Pro praxi bylo zjištěno, že pomocí tohoto testu je možno otestovat klíčovost ve stresových podmínkách a na základě toho zjistit, které odrůdy se v těchto podmínkách dají pěstovat.

**Klíčová slova:** čirok, klíčovost, stresové podmínky, hydratační úpravy, sucho

## **Abstract**

Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) is one of the most important food grains. But in the Czech Republic is sorghum only alternative crop. It is an interesting alternative instead of maize not only like a food crop, but for feed animals and an energetic use.

Germination of some seeds is inhibited various of factors, for one thing time of ripe, for one thing existence various inhibitors etc. For that reason is an effort adjust some seeds before sowing suitable methods. Seed hydration is usually method seed treatment before sowing in last years on many varieties of crops. Seed hydration is performed like a method for improvement seed properties of seed of sowing, primary for faster germination and growth and at the same time reduce minimal temperature for germination, sensitivity to water stress and absence of oxygen at germination.

The thesis deals with seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in adverse (stress) conditions this time in water stress conditions.

The aim of this thesis was to assess possibilities of influencing germination of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in stress conditions. In rudiment this research there were rate genotypes, they are resistant to drought at germination. At the same time was reviewed the best method of seed hydration for better resistance to drought at germination.

For practice it was found, that using this test it is possible to test germination in earlier conditions and determine based on findings, which varieties are cultivated in these conditions.

**Key words:** sorghum, germination, stress conditions, hydration adjustments drought

# Obsah

|       |                                                             |    |
|-------|-------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Úvod .....                                                  | 8  |
| 2     | Cíl práce .....                                             | 11 |
| 3     | Literární rešerše.....                                      | 12 |
| 3.1   | Čirok.....                                                  | 12 |
| 3.1.1 | Botanické zařazení.....                                     | 13 |
| 3.1.2 | Užitkové směry čiroku pěstované v našich podmínkách.....    | 13 |
| 3.1.3 | Srovnání čiroku s kukuřicí.....                             | 15 |
| 3.2   | Semeno.....                                                 | 17 |
| 3.2.1 | Osivo .....                                                 | 17 |
| 3.2.2 | Klíčení a klíčivost osiva .....                             | 18 |
| 3.2.3 | Kvalita osiva .....                                         | 19 |
| 3.2.4 | Vitalita osiva .....                                        | 21 |
| 3.3   | Speciální úpravy osiva .....                                | 22 |
| 3.3.1 | Hydratační úpravy .....                                     | 22 |
| 3.4   | Stresové faktory .....                                      | 23 |
| 3.4.1 | Sucho .....                                                 | 24 |
| 3.4.2 | Teplo .....                                                 | 25 |
| 3.4.3 | Chlad a mráz .....                                          | 26 |
| 3.4.4 | Zasolení.....                                               | 26 |
| 4     | Materiál a metodika .....                                   | 28 |
| 4.1   | Použitý materiál.....                                       | 28 |
| 4.1.1 | Osivo čiroku ( <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench) .....    | 28 |
| 4.1.2 | Prehydratační ošetření .....                                | 29 |
| 4.1.3 | Metodika klíčení .....                                      | 29 |
| 4.1.4 | Statistické vyhodnocení.....                                | 30 |
| 5     | Výsledky.....                                               | 31 |
| 5.1   | Klíčivost podle úpravy osiv (K, 18h, 24h).....              | 32 |
| 5.2   | Klíčivost v jednotlivých hydratačních úpravách .....        | 35 |
| 5.3   | Klíčivost podle nasycení substrátu vodou 40ml a 20 ml ..... | 38 |
| 6     | Diskuse.....                                                | 44 |
| 7     | Závěr .....                                                 | 47 |
| 8     | Seznam literatury .....                                     | 48 |
| 9     | Přílohy.....                                                | 53 |

|                  |    |
|------------------|----|
| 10 Zkratky ..... | 56 |
|------------------|----|

# 1 Úvod

Stoupající ceny pšenice, ječmene a kukuřice, ale i změna klimatu, kdy roste průměrná teplota a mění se charakter srážek, jsou důvodem toho, že se v rostlinné výrobě v Evropě začínají pěstovat ekonomicky výhodnější alternativy, které nahrazují tradiční plodiny v oblastech, kde se z ekonomických důvodů (nadvýroba) jejich pěstování omezuje. Alternativní plodiny jsou kulturní i nově využívané druhy plodin, které rozšiřují, doplňují i nahrazují stávající sortiment plodin a přispívají k rozšíření spektra rostlinné produkce. Tyto plodiny nám sice nedávají vysoké výnosy jako tradiční polní plodiny, ale jsou méně náročné na intenzivní vstupy (hnojení a pesticidní ochrana). Moudrý (2011) uvádí, že předpokladem rozšíření alternativních plodin je vytvoření komplexního produkčního systému počínaje šlechtěním a výběrem vhodných genotypů přes vypracování metodik pro pěstitele až po hledání možnosti uplatnění v potravinářství, farmacii v relaci k analýze kvality a následně ve vypracovávání a zavedení pěstitelských technologií.

Pěstování alternativních plodin má řadu výhod, ale také problémů. Výhody zavádění alternativních plodin jsou například rozšíření potravinového spektra. Rozšiřují pestrost jídelníčku a zvyšují jeho nutriční a zdravotní hodnotu. Velkou řadu těchto plodin lze pěstovat za použití běžné techniky a tím pádem nejsou vysoké náklady na produkci. Také zvyšují diverzifikaci plodin v osevním postupu a často mají vysokou předplodinovou hodnotu. Nevýhody pěstování alternativních plodin je jejich nízký stupeň prošlechtění, nedostatek zkušeností a informací o jejich pěstování a hlavně odbytové problémy. Moudrý et al. (2011) říká, že bez odbytových studií a připravené produkční vertikály není vhodné zavádět plodinu do pěstování.

Jednou z nejvýznamnějších alternativních plodin, která je pěstována v našich podmínkách je čirok. Čirok, který je pátou nejvýznamnější obilovinou na světě se v posledních letech stal jednou z nejvíce šlechtěných plodin. Více informací o čiroku, jeho rozdělení a směry pěstování jsou podrobněji popsány v literární rešerši.

Brant et al. (2011) uvádějí, že v souvislosti s nárůstem pěstebních ploch *Sorghum bicolor* v České republice je potřebné specifikovat požadavky semen *S. bicolor* na míru dostupnosti vody v půdě v závislosti na teplotě klíčení s ohledem na podmínky prostředí pro pěstování *S. bicolor*.



S rostoucími plochami alternativních plodin, se osivářské firmy začínají ve větší míře zabývat šlechtěním a semenářstvím různých alternativních plodin.

Semenářstvím rozumíme obor, který se zabývá rozmnožováním či množением nebo také reprodukcí osiv (Houba et. Hosnedl, 2002). Ten kdo se hodlá věnovat semenářství, nejprve by si měl zjistit základní předpisy, které se k této problematice vztahují. V každém státě existují různé normy, vyhlášky a zákony, které se týkají dané oblasti v zemědělství. V České Republice je tato problematika svěřena Ústřednímu kontrolnímu a zkušebnímu ústavu zemědělskému. Houba et Hosnedl (2002) dále říkají, že cílem řízeného procesu produkce semen je výše naznačenou cestu vzniku a přenosu semen udržovat v míře optimální pro záměr zemědělce či uživatele.

Výkonnost semen je ovlivňována podmínkami prostředí a změnami klimatu. Pazderů (2010) uvádí, že se změnami klimatu roste globální průměrná teplota, mění se rozložení srážek, období intenzivních dešťů se střídá s obdobími dlouhotrvajícího sucha, rozsah půd ohrožených zasolením roste, zejména v aridních a semiaridních oblastech. Pazderů v roce 2009 dále publikovala, že efektivita využití vody při klíčení a vyšší vitalita semen jsou vlastnosti, které mohou pozitivně ovlivnit růst rostlin u většiny pěstovaných druhů a odrůd během celé vegetace z hlediska odolnosti vůči suchu.

Speciální úpravy osiva zahrnují nadstandardní úpravy osiva, pro zlepšení jejich výkonu. Smyslem nadstandardních předset'ových úprav je zvýšit výkonnost běžně užívaných komerčních osiv. Úpravy osiv mají zlepšit semenářské parametry osiva s důrazem na dosažení rychlejšího a vyrovnanějšího klíčení a vzcházení, při současném rozšíření podmínek prostředí, ve kterých semena mohou klíčit (Adamčík et al., 2013). Mezi tyto úpravy patří i hydratační úpravy, které se v posledních letech začínají stávat obvyklým předset'ovým ošetřením u mnoha druhů zelenin a postupně také u mnoha polních plodin. Hydratační úpravy jsou nadstandardním ošetřením osiva, které zlepšuje semenářské parametry osiva, především klíčení a vzcházení. Principem hydratačních úprav je nechat semeno přijmout vodu v takovém množství, které je důležité pro metabolické procesy, ale již nepostačuje k proražení kořínku. Coppeland et McDonald (1995) publikovali, že kromě dosažení rychlejšího a vyrovnanějšího klíčení a vzcházení, snižuje hydratační ošetření také poškození z bobtnání při výsevu semen do chladné půdy. U semen, na kterých byly prováděny hydratační úpravy, bylo zjištěno snížení citlivosti k nedostatku kyslíku při klíčení a k vodnímu stresu. Efekt hydratačních úprav závisí na metodice hydratace a na délce jejího trvání.

Pazderů (2008) uvádí, že základem hydratačních úprav je částečné či úplné nabobtnání semen ve vodě či v prostředí osmotika. Úpravy jsou prováděny jako předseťové, ale bohužel nejsou vhodné pro dlouhodobé skladování. Metody se dají využít k omezení nadměrné aplikace syntetických chemických přípravků.

Mezi metody hydratace patří prehydratace, osmotický priming, priming v pevné fázi a řízená prehydratace. Prehydratací se rozumí metoda s neřízeným příjmem vody, kdy je voda semenům volně dostupná a její příjem je regulován pouze vodním potenciálem semene. Semena bobtnají přímo ve vodě nebo ve vlhčeném prostředí. Proces prehydratace musí být včas ukončen, aby semena předčasně nevyklíčila. Takto je možné upravit více osiv najednou.

Podle literárních pramenů existuje velké množství možností zlepšení tolerance k působení různých abiotických stresů na rostliny, od fáze semene až po celou rostlinu. Společným výsledkem těchto úprav je omezení poškození buněčných membrán a enzymatických procesů uvnitř buněk, díky zvýšení obsahu sloučenin s antioxidačními a (nebo) osmolytickými účinky.

## **2 Cíl práce**

Práce je rozdělena na teoretickou část, která obsahuje literární rešerši, ve které je popsána botanická charakteristika čiroku, jeho užitkové směry pěstování v našich podmínkách a jeho srovnání s kukuřicí. Dále jsou v rešerši informace o semeni, klíčení, hydratačních úpravách a o stresových faktorech. V další části práce jsou informace o osivu a odrůdách, které byly použity při klíčení, a následuje praktická část, při které se zkoušela klíčivost osiva v laboratorních podmínkách.

Zkouška klíčivosti nám udává informace o semenářských parametrech osiva. Pro pěstitele nepředstavuje snížená klíčivost pouze vyšší náklady na osivo, ale také riziko nevyrovnaného, špatně založeného porostu s nižším výnosem.

Výsledky tohoto pokusu nám ukazují, které hybridy čiroku poskytují optimální klíčivost v podmínkách fyziologického sucha.

Cílem práce bylo zhodnotit možnosti předseťových úprav osiva pro zlepšení klíčivosti čiroku ve stresových podmínkách. Tomu předcházelo založení testu klíčivosti při ošetření osiva metodou prehydratace, kde bylo naváženo devět vzorků osiva po 50 g. Každý vzorek byl vložen do promývačky s vodou a semena zde byla ponechána po dobu 18 a 24 hodin a provzdušňována atmosférickým vzduchem. Po ukončení ošetření byla semena vysušena na původní vlhkost volně na filtračním papíře. Na základě tohoto stresového testu, bylo možné zjistit, které odrůdy čiroku se hodí pro pěstování v podmínkách fyziologického sucha a které naopak ne.

### **Hypotézy**

Předseťovými úpravami je možné pozitivně ovlivnit klíčení čiroku ve stresových podmínkách.

Některé genotypy čiroků jsou schopné klíčit v podmínkách fyziologického sucha.

Hodnocení klíčivosti a vitality osiva pomocí stresových testů lze použít pro výběr vhodných odrůd čiroku pro výsev v podmínkách fyziologického sucha.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Čirok

Čirok je stará kulturní teplomilná plodina. Původní druhy pocházejí ze severovýchodní Afriky (Doležal, 2014). Čirok, obilovina z rodu lipnicovitých je pátou nejpěstovanější obilovinou na světě, po pšenici, rýži, kukuřici a ječmeni (Paiva et al., 2014). Čirok představuje nejvýznamnější potravinářskou obilninu aridních oblastí. Riar et al. (2015) říkají, že čirok je základním prvkem rostlinné výroby tam, kde jsou vysoké teploty a sucho je zde velmi významným stresovým faktorem. Při současném trendu směřujícím k biologické a plnohodnotné stravě získává čirok stále na významu (Moudrý et al., 2011). Čirok je považován za jednu z nejdůležitějších obilnin na světě. Je výborným zdrojem energie pro lidi a zvířata, využívá se ve sladařství a v průmyslu včetně výroby etanolu (Patero, 2015). Avšak Aguerre (2015) uvádí, že čirokové zrno bylo považováno za méně hodnotné než zrna jiných obilovin. Čirok je důležitou základní potravinou, která je konzumována v teplých a suchých oblastech na světě. Je bohatý na vitaminy, minerály, vlákninu a fytochemikálie včetně taninů, fenolové kyseliny, antokyanů a fytosterolů (Rao et al., 2016)

Prugar et al. (2008) uvádí, že spolu s kukuřicí patří čirok k nejproduktivnějším obilninám s typem C4 fotosyntézy. V posledních letech je patrný posun pěstování čiroku i do severnějších oblastí, podobně jako u kukuřice. Zájem o pěstování čiroku ve střední Evropě roste s ohledem na oteplování klimatu, možnosti využití ke krmným účelům a v lidské výživě pro možnost jeho uplatnění v bezlepkové dietě.

Úspěšné pěstování čiroku v podmínkách mírného klimatického pásma ještě vyžaduje mnoho podpory ze strany výzkumné základny států Evropské unie, ale již dnes lze čirok považovat za perspektivní plodinu pro všestranné využití v praxi s obrovským příslibem do budoucna, zejména s ohledem na globální klimatické změny a častější výskyt sucha (Ust'ak, 2014).

Fuksa et al. (2013) uvádí, že v České Republice se v současnosti významně rozšiřuje pěstování čiroku jak pro pící, tak pro energetické účely. Biomasa čiroku je jedním z nejslibnějších zdrojů energie prostřednictvím spalování ve vysokotlakových kotlích, vzhledem k jeho vysokému výnosu a velké výhřevnosti (May et al., 2016). Adamčík (2013) říká, že čirok nachází uplatnění na pěstebních plochách v ČR jako určitá alternativa silážní kukuřice na erozí ohrožených pozemcích, mimo jiné i díky nižší spotřebě vody v průběhu vegetace.

Čiroky jsou velmi zajímavou plodinou zejména v teplejších oblastech, kde se díky pozdnímu termínu setí mohou pěstovat jako náhradní nebo následná plodina (Podrábský, 2013).

Forchsam et Prchal již v roce 1960 uváděli, že čiroky jsou velmi odolné proti suchu, snášejí dobře letní horka, je možno je pěstovat v polohách, kde se pro přílišné sucho nedaří kukuřici.

Fuksa et al. (2013) uvádí, že čiroky jsou vhodné především do teplejších a sušších podmínek, ale využívat je lze i v teplotně méně příznivých oblastech.

### **3.1.1 Botanické zařazení**

Vlastnostmi i vzhledem je čirok nejbližší kukuřici, využívají i stejný typ C4 („rychlé“) fotosyntézy, která probíhá v optimálních podmínkách dokonce ještě rychleji než kukuřice (Ust'ak, 2014).

Rod čirok patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*), tribus vousatkovité (*Andropogoneae*). Jednoletá bylina s bohatě rozvětveným hluboko kořenícím kořenovým systémem tvořící četná stébla vysoká 3 m i více, která jsou bohatě olistěná a vytváří mnoho zelené hmoty. Povrch listů je navíc o polovinu menší, než u kukuřice, což snižuje odpařování (Podrábský, 2008).

Má silně vyvinutou kořenovou soustavu s množstvím kořenových vlásků a tím velkou schopnost absorbovat z půdy vodu a živiny. Kromě podzemních kořenů tvoří čirok tzv. vzdušné kořeny, které se u většiny odrůd vyvíjejí velmi silně a pronikají do půdy, čímž upevňují rostliny v zemi a ty při silných větrech nepoléhají (Moudrý et al., 2011).

Moudrý (2011) uvádí, že kořenový systém čiroku intenzivně prokořeňuje půdu mohutnou kořenovou soustavou, na svažitých pozemcích lépe chrání před erozí a po sklizni zanechává v půdě větší podíl lépe rozložitelné organické hmoty.

Stéblo čiroku je silné, tvrdé, hladké, dlouhé obvykle 1,5 – 3,5 m, kolénky rozdělené na články. Květenství je lata různého tvaru a velikosti. Lata mohou být vzpřímené, nakloněné nebo ohnuté (Moudrý et al., 2011).

### **3.1.2 Užitécké směry čiroku pěstované v našich podmínkách**

Mezi typy a odrůdami čiroků existuje tak značná variabilita, jako snad u žádné jiné kulturní plodiny. Mnoho agronomů fascinuje značným nárůstem hmoty, zatímco zootechnici se často děsí kvality materiálu, který by měly krmit. Mohou, ale nemusí mít pravdu. Relevantním

kritériem kvality odrůd čiroků by stejně jako u kukuřic měl být výnos energie z hektaru, její koncentrace a forma (Podrábský, 2013).

### **čirok zrnový**

Při pěstování čiroků na zrno je třeba znát nároky odrůd na teplo. U nás můžeme na zrno pěstovat pouze rané odrůdy, spíše jen ve vinařských oblastech. Sejí se do začátku června (Podrábský, 2013). V Africe se začaly sušenky z čirokové mouky využívat jako doplňkové potraviny pro nutričně ohrožené děti školního věku (Omoba et al., 2015). Čiroky se běžně konzumují mezi chudší částí populace v mnoha zemích. Jsou hlavním zdrojem proteinů a kalorií ve stravě velké části populace v Africe (Georget et al., 2012).

Moudrý et al. (2011) říká, že zrno čiroku zrnového je dobré pro potravinářství, je vhodné pro pacienty s bezlepkovou dietou, ale i pro škrobárenský a lihovarnický průmysl. Čirok zrnový se vyznačuje nižším vzrůstem, menším odnožováním a tvorbou drobných obilek v kompaktní latě, je vhodný ke zkrmování i k lidskému konzumu (Forchsam et Prchal, 1960).

### **Čirok zrnový silážní**

Speciálně vyšlechtěné vzrůstné odrůdy zrnových čiroků se používají na siláž. Jsou vhodné do kukuřičné oblasti, ranější odrůdy pak i do teplé řepařské. Sejí se nejpozději na začátku června.

### **Čirok cukrový**

Rybáček et al. (1965) uvádí, že se pěstuje pro šťavnatá stébla, která se někdy používají na získávání šťávy, častěji však na krmné účely. Podle Moudrého et al. (2011) uvádí, že čirok cukrový pěstujeme pouze jako hlavní plodinu. Volíme nezaplevelený pozemek z důvodu velmi pomalého počátečního růstu.

Podrábský (2013) uvádí, že jsou obvykle velmi teplomilné a později dochází do sušiny. Proto by měly být zasety do konce května. Sklízají se přímo, kvůli nižší koncentraci energie se nejčastěji využívají v bioplynových stanicích. Yan (2015) publikuje, že když využijeme kompletně stonky cukrového čiroku včetně zkvasitelných cukrů a lignocelulósových frakcí, snížíme tím náklady na výrobu bioetanolu. Adamčík et al. (2013) uvádí, že čirok cukrový poskytuje dostatečný výnos čerstvé nadzemní biomasy cca 45 až 75 t o sušině až 35 % a tvoří tak vhodnou surovinu pro biologickou fermentaci a tím i pro produkci bioplynu.

## **hybridy čiroku a súdánské trávy**

Hybridy čiroku a súdánské trávy jsou na rozdíl od kukuřice a čiroku všestranně použitelné. Lze z nich získat 2-3 sklizně zeleného krmiva, mohou se použít na siláž, senáž nebo seno. Provede-li se sklizeň ve vegetativním stádiu vývoje, hybrid obsahuje tolik bílkovin, co zralá vojtěška. Po vymetání se zvyšuje obsah vlákniny a snižuje nutriční hodnota v poměru k objemu krmiva. Hladina stravitelné energie rostlin je ve vegetativní fázi podobná jako u kukuřice a vyšší než u vojtěšky (Podrábský, 2008). Podrábský (2008) dále uvádí, že seno však schne pomaleji, což je třeba mít na paměti i při volbě sečení tak, abychom sušili únosné množství hmoty.

Výchozím botanickým druhem všech čiroků je nepochybně **halepský čirok**, někdy též nazývaný „Alepské proso“. Je to divoce rostoucí čirok, který se stal v subtropických krajích úporným plevelem, neboť jeho kořeny v teplém podnebí na zimu neodumírají. V teplých oblastech světa je uváděn jako velmi nebezpečný plevel. Expanzivní rostlina, která k nám byla v minulosti zavlečena různými způsoby, v současné době se přizpůsobuje našim podmínkám spíše na nezemědělské půdě. Může být využitý jako kvalitní pícnina, má i léčivé účinky. Původ má ve východním Středomoří, Malé Asii, Střední Asii, Kavkazu a okolí Černého moře. Dnes je již zdomácnělý v celé jižní Evropě a u nás se vyskytuje v nejteplejších oblastech státu (jižní Morava). Byl k nám zavlečen spolu s obilím z Ukrajiny, z Maďarska byl zřejmě zavlečen na jižní Slovensko s kombajny, které byly použity při žních (Mikulka, 2014).

### **3.1.3 Srovnání čiroku s kukuřicí**

Nízká cena osiva (poloviční proti kukuřici), pozdní setí, extrémně rychlý růst a různé možnosti sklizně a využití se staly důvodem, proč se čirok začal velmi rychle rozšiřovat po USA a v současné době i v Evropě (Podrábský, 2008).

Z pěstitelského hlediska má čirok specifické výhody, které ho předurčují jako velmi vhodnou alternativu pěstování silážní kukuřice např. pro přerušení kukuřičného sledu v osevním postupu. Není hostitelskou rostlinou bázlivce kukuřičného a není vyhledáván divokými prasaty. V praxi je však ověřeno, že obsev plochy čirokem kukuřicí před prasaty neuchrání (Podrábský, 2008). Habitus rostlin je podobný kukuřici, ale na rozdíl od ní, kde obvykle více než 50% představuje palice, tvoří u čiroku rozhodující část výnosu stébla a menší podíl reprezentují laty (Fuksa et al., 2014).

Ust'ak (2014) uvádí, že ve srovnání s kukuřicí má pěstování čiroku následující výhody a nevýhody:

- V optimálních podmínkách je výnosnější kukuřice, čirok ji překoná za tepla v horších podmínkách.
- Při pěstování čiroku pro přímou sklizeň mohou být zdůvodněním náhrady kukuřice za čirok aridní podmínky (platí 300-500 mm hranice ročního úhrnu srážek), málo úrodná (písčité půda) nebo problémy s výskytem škůdců (například *Diabrotica*).
- Čirok má nižší pěstební náklady, neboť je méně náročný na půdu, hnojení a pesticidy. Herbicidní ochrana je levná a jednoduchá.
- Je náročný na teplo a vyžaduje pozdní setí (asi 10-20 dnů po kukuřici). V Německu se proto stále více prosazuje jako následná plodina po žitu na zeleno, ozimém ječmeni na GPS nebo po jarní sklizni víceleté pícniny. Vícesečné čiroky jsou velmi hodnotnou potravinou pro přežvýkavce.
- Erozní koeficient se v USA u čiroku uvádí o třetinu až polovinu nižší než u kukuřice.
- Porosty čiroku netrpí poškozením divokou zvěří, zejména divokými prasaty, což je v podmínkách ČR velmi palčivým problémem u kukuřice.

Čiroky se zařazují zejména na plochy, kde pěstování kukuřice už není rentabilní, přitom je ale potřebné zohlednit některé okolnosti. V první řadě jde o skutečnost, že na rozdíl od kukuřice má čirok menší osivo a proto má vyšší nároky na kvalitu set'ového lůžka (Tóth, 2014).

Moudrý et al. (2011) uvádí, že čirok dobře snáší sucho. Je odolnější k suchu než kukuřice, proto ji může na extrémních stanovištích nahradit.

Má vyšší suchovzdornost, takže je vhodnou plodinou v lokalitách, kde sucho může způsobit nižší úrodu kukuřice. Na sucho reagují čiroky méně citlivě než kukuřice, spočívá to v několika okolnostech, především však v nižší spotřebě vody na jednotku vyprodukované sušiny (pouze 200 litrů na kilogram sušiny). Mimořádně odolný je však i k silným přísuškům v průběhu plné vegetace. Velmi dobře snáší lehké a písčité půdy. Podrábský (2013) uvádí, že siláž z nízkých zrnových typů koncentraci energie překonává kukuřici. Čirokové zrno je velmi kvalitním krmivem pro zvířata, v případě výživy dojnic dokonce může mít náhrada části kukuřičného zrna čirokovými výrazný pozitivní vliv na užitkovost. Podrábský (2013) dále říká, že čirok vyžaduje



pro svůj počáteční růst vyšší teploty než kukuřice, tedy i setí je posunuto do období května (rané setí) až června (středně rané setí).

### **3.2 Semeno**

Semena (nebo vegetativní rozmnožovací orgány, např. hlízy či jiné části) jsou základním životním prvkem pro udržování příslušného druhu a odrůdy. To věděli lidé už v nejranějších dobách účelového zemědělství (Houba, 2008). Houba et Hosnedl (2002) uvádí, že semeno představuje reprodukční orgán rostlin. Běžně se vyvíjí z oplozeného vajíčka a k základním složkám semene patří embryo, endosperm, perisperm a testa. Veškerá energie rostlin směřuje k jednomu cíli – vyprodukovat semena. V každém semeni jsou obrovské zásoby vitaminů, minerálů, protein, tuků i cukrů a každé semeno vyčkává na příznivé podmínky prostředí, aby mohlo vyklíčit a růst (Wigmore, 1986).

#### **Funkce vody v semenech**

Houba et Hosnedl (2002) uvádějí, že voda prakticky ovlivňuje semena ve všech fázích jejich života a proto ji nutně musíme počítat k vysoce významným složkám semen. Nejzřetelněji se význam vody projevuje ve vztahu k fyziologické aktivitě semen.

#### **3.2.1 Osivo**

Je možné si představit, že porosty všech druhů pěstovaných rostlin se mohou obejít bez aplikací přípravků pro ochranu rostlin, i když v praxi až na malé výjimky (např. v ekologickém zemědělství), to dnes téměř nepřichází v úvahu. Je také možné vynechat, z důvodů úsporných nebo jiných, používání průmyslových hnojiv (ekologické zemědělství je orientováno na používání hnojiv organického původu). Samozřejmě, že bez odpovídající výživy rostlin strádají a totéž platí o vynechání účinných zásahů ochrany rostlin při větším rozšíření chorob, škůdců nebo plevelů. Nemůže ale existovat porost, který by byl založen bez osiva resp. sadby (Houba, 2008). Osivo jsou části, které vznikly pohlavním způsobem (generativní část). Při zrání pohlavních buněk došlo k redukčnímu dělení a počet chromosomů se snížil na polovinu (Haploidní počet –  $n$ ). Po splynutí samčí buňky se samičí doplní na úplný (diploidní –  $2n$ ). Pokud šlechtitel v průběhu zrání pohlavních buněk působí vhodnými chemickými látkami a některými dalšími podněty, je předpoklad ke vzniku polyploidů (Teksl et al., 1996). V dřívějších dobách si zemědělci vyráběli osivo pro svoji potřebu sami. Ti, kteří byli věci znalí, vybírali pro příští pěstování nejlepší části porostů a ze získané sklizně se snažili čištěním, tříděním a dobře odpovídajícím způsobem zpracování získat nejlepší materiál vhodný k danému účelu, tj. výsevu pro příští rok (Houba, 2008).

### 3.2.2 Klíčení a klíčivost osiva

Procento klíčivosti je základním kritériem kvality osiva. Přestože se klíčivost osiva hodnotí za standartních optimálních laboratorních podmínek, jsou v některých případech získány rozdílné výsledky. První fází klíčení je bobtnání semen. Množství vody přijaté semeny závisí na mnoha faktorech, z nichž největší význam mají chemické složení, velikost semen a hydratační schopnost jednotlivých semen. (Houba et Hosnedl, 2002). Houba et Hosnedl (2002) dále říkají, že příliš rychlé bobtnání vede až k tzv. Poškození semen z bobtnání a ke ztrátě jejich životaschopnosti. Důležitým faktorem minimalizace poškození je schopnost semenných obalů omezit rychlost bobtnání semene, anebo naopak vhodná vlhkost semen. Velmi suchá semena jsou vystavena podmínkám poškození z bobtnání i při standartním laboratorním testu klíčivosti i v dalších laboratorním testu klíčivosti i v dalších laboratorních biologických nebo fyzikálních testech.

Wigmore (2008) uvádí, že nejdůležitější pro klíčení rostlin je jejich dostatečné zvlhčování za současného odvádění přebytečné vody. A zabezpečení přísunu vzduchu.

Hodnota klíčivosti udává maximální možnou schopnost (potenciál) semen konkrétní partie klíčit a vytvořit novou rostlinu v optimálních podmínkách (Pazderů et Hosnedl (2011)). Klíčení semen silně ovlivňuje jejich chemické složení, anatomická stavba, tvrdosemennost, propustnost pro plyny, podmínky a doba skladování, obsah ABA, giberelinu, cytokininů a brassinosteroidů, rychlost odbourání ABA a samozřejmě vnější podmínky při klíčení (Bláha et Vyvadilová, 2010). **ABA** neboli kyselina abscisová navozuje dormanci (odpočinek pupenů a semen), podporuje (stimuluje) opad listů a plodů, inhibuje klíčení a rašení, ovlivňuje pohyby svěřacích buněk a průduchů, uplatňuje se při odolnosti rostlin vůči stresu (Psota et Šebánek, 1999). Kyselina abscisová hraje důležitou roli při růstu, vývoji a přizpůsobením okolním vlivům a prostředí (Dalal et Inupakutika, 2014). **Cytokininy** jsou nezbytné pro dělení buněk, ruší apikální dominanci (nadvládu vrcholu), zpomalují stárnutí listu apod. (Psota et Šebánek, 1999). **Gibereliny** podporují prodlužovací růst zakrslých typů rostlin, prodlužování buněk, přerušují dormanci (odpočinek rostlin), indukují syntézu enzymu  $\alpha$ -amylázy v aleuronové vrstvě klíčících obilek (Psota et Šebánek, 1999). Mezi základní podmínky pro klíčení patří teplota a množství přijatelné vody. Teplota půdy je primární faktor regulující klíčení semen (Alvarado et Bradford, 2002).

Houba (2007) říká, že při zkoušce klíčivosti se semena rozdělují na čtyři kategorie klíčivosti: semena vyvinutá v normální klíčence, semena vyklíčená v abnormální tzv. vadné klíčence, semena s více klíčky a semena, která nevyklíčila.

Metody stanovení klíčivosti jsou nastaveny tak, že mají vysokou úroveň reprodukovatelnosti a spolehlivosti. Partie osiva, které se neliší v klíčivosti, se ale mohou lišit ve vzcházivosti a skladovacím potenciálu (Kolaszynska et al., 2000).

Brar et al. (1992) uvádějí, že optimální teplota pro klíčení čiroku se nachází v intervalu 20 až 30 °C.

### **3.2.3 Kvalita osiva**

K hlavním stabilizujícím faktorům tvorby a jakosti počítáme odrůdu a kvalitní osivo (Petr et Húska, 1997). V zájmu zemědělce – pěstitele je využívání osiva se zaručenou kvalitou. Je-li osivo předmětem obchodu, tj. je uváděno do oběhu, což s výjimkou používání vlastního reprodukčního materiálu, se děje ve zcela převažujícím měřítku, musí se jednat o osivo kontrolované (Houba, 2006). Kvalitní osivo s vysokou semenářskou hodnotou je základní podmínkou pro využití výnosového potenciálu pěstovaných odrůd a k dosažení rentabilních výnosů zrna. Kvalita osiva obecně ovlivňuje polní vzcházivost, úplnost a vyrovnanost porostu. Kvalitní osivo je to, které bylo uznáno v uznávacím řízení. Obdobný materiál může být ale získán také u farmářského či vlastního osiva, ale jen za předpokladu, že jsou respektovány základní podmínky správného technologického postupu, zásady ochrany rostlin a splněny podmínky pro množitelství porost a rozmnožovací materiál dané srozumitelnou a přehlednou formou v příslušných právních předpisech, tj. v zákoně č. 219/2003 Sb., o oběhu osiva a sadby ve znění pozdějších předpisů a vyhláškách mj. ve vyhlášce č. 384/2006 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu (Houba, 2008). Pazderů et. Hosnedl (2011) uvádí, že kvalita osiva přímo ovlivňuje polní vzcházivost, úplnost a vyrovnanost porostů, osivem mohou být také přenášeny některé patogeny a je také potenciální cestou k šíření plevelů.

Hosnedl (1999) říká, že kvalitu osiva vyjadřují semenářské hodnoty (čistota, klíčivost nebo životaschopnost, velikost semen – HTS, zdravotní stav, vlhkost a další hodnoty), na jejichž základě probíhá certifikace a vypočítá se výsevek. I když k nejdůležitějším znakům kvality osiva patří vysoká klíčivost, pěstitele zajímá teprve polní vzcházivost. Ta je silně ovlivňována podmínkami prostředí, zejména kvalitou přípravy půdy (fyzikálními vlastnostmi půdy), teplotou, vláhovými podmínkami a vzdušným režimem půdy. Podle Houby (2006) je kvalita osiva dána třemi základními prvky, na nichž jsou založeny všechny certifikační systémy:

- stavem odrůdy,
- fyziologickým stavem osiva (souhrn fyzikálních a biologických vlastností),

- zdravotním stavem.

Houba (2006) dále uvádí, že **stavem odrůdy** se rozumí:

- záruka pravosti a čistoty deklarované odrůdy,
- stupeň, resp. generace množení tj. vyjádření postavení v reprodukčním procesu. S rostoucím počtem reprodukcí (množení) původního materiálu se kvalita snižuje.

Podle Teksla et al. (1996) pravost má být záruka, že se skutečně jedná o uvedený druh. U většiny druhů se určuje snadno.

Semenářská kontrola musí důsledně dbát, aby veškerý rozmnožovací materiál byl označován příslušnou kategorií a generací (stupněm). V zájmu udržení čistoty a pravosti druhu a odrůdy musí množitel mj. zachovávat stanovené minimální izolace mezi porosty. Uznávací řízení prováděné povinně u kategorií podle zákona je zárukou kvality rozmnožovacího materiálu (Houba, 2006).

**Fyziologickým stavem** zde chápeme všechna kritéria uváděná při hodnocení vlastnosti osiva, jako je např. klíčivost, čistota osiva, vlhkost, hmotnost tisíce semen, kalibrace atd. Některá kritéria jsou sledována a uváděna povinně, jiná jsou doplňující.

Teksl et al. (1996) říkají, že osivo a sadba mají být čisté. To znamená, že mají obsahovat pouze dobře vyvinutá semena (hlízy) daného druhu a odrůdy. Rozdíl mohou tvořit škodlivé příměsi (semena jiných kulturních rostlin, semena plevelů, živé zárodky nemocí) a nečistoty (písek, úlomky slámy, plevy, neklíčivá semena, mrtví škůdci). Čistota se má pohybovat kolem 98-100 %.

Zkouška čistoty osiva byla prováděna už od samého vzniku semenářské kontroly, samozřejmě na stupni tehdejších znalostí (Houba, 2007).

Kalibrování je třídění vyčištěného osiva třídícími soupravami na přesnou velikost, aby se využily technické parametry secích strojů pro přesný výsev (Teksl et al., 1996).

**Zdravotním stavem** se rozumí vše, co souvisí s výskytem škodlivých organismů o osiva včetně množitelských porostů. Zvláštní pozornost je kladena na škodlivé organizmy přenosné osivem. Teksl et al. (1996) uvádí, že osivo nesmí být porostlé, zatuchlé a nemá mít vysokou teplotu. Houba (2007) říká, že nejdůležitější je zkoušení resp. ověření výskytu chorob přenosných osivem.

Stručně vyjádřeno: za osivo a deklarované hodnoty kvality i množství vždy ručí semenářská firma nebo obchodní organizace, která je k činnosti související s uváděním osiva do oběhu oprávněná. Představy o tom, že za kvalitu ručí organizace provádějící úřední kontrolu (Např. v ČR ÚKZÚZ nebo jím pověřená osoba) jsou z tohoto pohledu mylné a neopírají se ani o žádný právní argument (Houba, 2006). Houba (2001) dále uvádí, že nejčastější příčiny neuznání osiva ze vzorku jsou nevyhovující vlhkost, čistota a množství příměsí. Méně často je osivo zamítnuto pro nízkou klíčivost.

Van Mele et al. (2011) upozorňuje na to, že v poslední době ztrácejí zemědělci kvůli špatné klíčivosti nebo přenosu chorob důvěru k výrobcům osiva.

### **3.2.4 Vitalita osiva**

Efektivita využití vody při klíčení a vyšší vitalita semen jsou vlastnosti, které mohou pozitivně ovlivnit růst rostlin u většiny pěstovaných druhů a odrůd během celé vegetace z hlediska odolnosti vůči suchu. Zdá se, že rostliny z vitálnějších semen zejména díky zlepšené kvalitě kořenového systému lépe snášejí působení abiotických stresů v průběhu vegetace. Naopak méně vitální osivo v proměnlivých půdních podmínkách hůře hospodaří s vodou a hůře reaguje na teplotní výkyvy (Bláha et Pazderů, 2011). Vitalita semen vyjadřuje stupeň tolerance osiva k nepříznivým podmínkám klíčení a vzcházení. Pokud jsou semena charakterizována jako neklíčivá, došlo u nich při jejich vývoji na mateřské rostlině k výraznému poškození stresovými podmínkami (pokud neuvažujeme problematickou sklizeň či špatné uskladnění), které není slučitelné s dalším vývojem. V případě, že stresové podmínky nejsou příliš negativní, vzniklé semeno bude klíčivé, v míře odpovídající podmínkám, ze kterých se vyvíjelo. Méně příznivé podmínky prostředí mohou znamenat vytvoření semen, která jsou menší a mají menší embryo nebo menší množství zásobních látek, což je obvykle spojeno s kratší dobou přežití (Metz et al., 2010).

Testy vitality, které měří pouze jeden faktor, určují nespolehlivě vitalitu semen, neboť jen kombinace několika faktorů může dát dobrou předpověď polní vzcháživosti (Hampton and Colbear, 2010).

Pro hodnocení vitality osiva jsou doporučovány následující metody:

Chladový test

Hiltnerův test, kdy semena vzcházejí z určité hloubky v cihlové drti nebo písku. Tímto testem se stanovuje laboratorní vzcháživost.

Konduktometrický test vodivosti výluhu

Test růstu a vývinu kořínků

Test řízené deteriorace

Test urychleného stárnutí

Topografický tetrazoliový a aleuronový tetrazoliový test

### **3.3 Speciální úpravy osiva**

Nadcházející klimatická změna je realitou a všechny způsoby zlepšení odolnosti vůči extrémům počasí jsou dovolené. Záleží jen na šlechtitelích, semenářských firmách a zemědělci, jak k této skutečnosti přistoupí (Pazderů et Bláha, 2011). Předseťové úpravy osiv jsou ošetřením nadstandartním, které se zaměřuje na zvýšení uniformity projevu semen, na dosažení jednotného klíčení a vzcházení nebo na usnadnění manipulace s osivy umožňující lepší distribuci semen při výsevu, jakožto i dalších materiálů aplikovaných v době setí tak, aby bylo dosaženo uniformního optimálního přesně založeného porostu s jednotným vývojem (Pazderů et Hosnedl, 2008). Úpravy osiva mají zlepšit semenářské parametry osiva s důrazem na dosažení rychlejšího a vyrovnanějšího klíčení a vzcházení, při současném rozšíření podmínek prostředí, ve kterých semena mohou klíčit (Adamčík, 2013). Obecně můžeme vymezit tři hlavní oblasti předseťových úprav: hydratační úpravy (předklíčování osiv), biologické úpravy osiv (jako ekologický ekvivalent chemického moření) a obalování.

#### **3.3.1 Hydratační úpravy**

Psota et. Šebánek (1999) publikovali, že již od dob objevu růstových regulátorů se datují i snahy povzbuzovat (stimulovat) také klíčení semen, která nejsou ve stavu odpočinku. Vždy lákala možnost zbobtnat semena před vyklíčením v roztoku některého z růstových regulátorů, urychlit růst rostlin a tak případně zvýšit sklizeň.

K předseťovým úpravám patří hydratační úpravy osiva, které mají za cíl zlepšit semenářské parametry osiva s důrazem na dosažení rychlejšího a vyrovnaného klíčení a vzcházení při současném rozšíření variability podmínek prostředí, ve kterých semena mohou klíčit. (Pazderů et Hosnedl, 2008).

Základem hydratačních úprav je částečné či úplné nabobtnání semen ve vodě či v prostředí osmotika. Principem hydratace je nechat semeno přijmout vodu v množství, které je dostatečné

pro aktivaci metabolických procesů, ale již nepostačující k proražení kořínku. U nabobtnalých semen dochází k nastartování metabolismu, zvyšuje se aktivita enzymů a dochází k aktivaci opravných metabolismů v buňkách, které umožňují částečnou opravu poškození biochemických procesů, ke kterým dochází stárnutím semen. Dalšími doloženými změnami jsou odstranění toxických metabolitů nahromaděných v průběhu stárnutí a opravy poškození buněčných membrán. Coppeland et McDonald (1995) uvádí, že hydratační úpravy mají zlepšit semenářské parametry osiva s důrazem na dosažení rychlejšího klíčení a vzcházení, při současném rozšíření podmínek prostředí, ve kterých semena mohou klíčit.

Ačkoliv jsou hydratační úpravy jako empiricky známé ošetření semen známy už od Theophrasta, teprve v posledních několika desítkách let došlo k jejich velkému rozvoji na vědecké úrovni. Pokrok vědy umožnil studium procesů i uvnitř semen, až na molekulární a biochemickou úroveň. Díky tomu je možné využívat hydratační úpravy i jako způsob pro redukci působení abiotických stresů na rostliny (Pazderů, 2010).

Metody hydratačních úprav se obvykle rozdělují na metody s neřízeným a řízeným příjmem vody semenem. Metody hydratace zahrnují prehydrataci, osmotický priming, priming v pevné fázi a řízenou hydrataci. U všech těchto úprav jsou semena po úpravě zpětně vysušena na původní vlhkost k usnadnění manipulace s nimi (Pazderů et Hosnedl, 2008).

Pazderů et Hosnedl (2008) uvádí, že mezi fyzikální metody ošetření osiv proti patogenům patří HWT (moření horkou vodou – Hot Water Treatment). Princip úpravy spočívá v poboření semen do horké vody na krátkou dobu, která zajistí zničení patogenů na (v) semenech, ale nedojde k jejich poškození.

### **3.4 Stresové faktory**

Problematika působení stresů u rostlin je v porovnání s živočichy komplikovanější, neboť mezi rostlinami existuje mnohem větší mezidruhová variabilita i heterogenita vnitřního prostředí (Hnilička et. Hniličková, 2002).

Kůdela et al. (2013) říká, že faktory, které, které v určitém prostředí ovlivňují rostlinu negativně, označujeme jako stresové faktory (stresory). Hnilička et Hniličková (2002) publikovali, že stresory mohou ovlivňovat výnos a kvalitu zrna, jednak přímo ještě před vlastní tvorbou semene, tím že oslabí rostlinu, nebo přímo v době kvetení, oplodnění a tvorbu semene. V extrémním případě může dojít i ke vzniku semen, která nejsou schopna vyklíčit.

Hnilička et Hniličková (2002) dále uvádí, že semena ze stresovaných rostlin jsou obvykle méně životaschopná, často se změnami anatomické stavby, především v části oplodí a osemení, ale i v embryonální části se sníženým množstvím nakumulované energie. Změna vlastností semen, která jsou pod vlivem negativních vnějších podmínek, má za následek změnu všech fyziologických funkcí rostlin následné generace. Teplo, chlad, sucho a zasolení jsou hlavními abiotickými stresory, které ovlivňují rostliny v mnoha ohledech a které, vzhledem k jejich výskytu v mnoha různých částech světa a k jejich rozsahu, mohou působit značné ekonomické škody v zemědělství (Bláha et al., 2010). Vnější abiotické stresory, se v různé intenzitě a délce trvání mohou vyskytovat po celou délku života organismu. Čím je délka života rostliny delší, tím se možnost vystavení abiotickým stresorům zvyšuje, přičemž kromě přirozených podnebních a půdních změn narůstá v posledních desetiletích význam abiotických stresorů, na nichž se podílí člověk (Kůdela et al., 2013). Stresové podmínky prostředí ovlivňují semenářské parametry osiv a jejich kvalitu už na mateřské rostlině. Osiva produkovaná v podmínkách stresu tak nikdy nemohou dosáhnout kvality osiv z nestresových podmínek (Bláha et al., 2010). Růst, vývoj rostlin a jejich výnosy jsou značně ovlivněny nepříznivými vlivy prostředí, kterým jsou plodiny neustále vystavovány. Stresové faktory (stresory) mohou být biotické (škůdci, plevele, houbové aj. choroby) nebo abiotické (chlad, horko, nedostatek kyslíku, vody, živin, mechanické poškození). V generativním období nepůsobí většinou problémově. Pokud jsou rostliny dostatečně vyvinuté, jsou vůči krátkodobým teplotním a vláhovým stresům odolnější. V generativním období mohou ovlivňovat stresové podmínky vývin semen a jejich vitalitu, u semen při fyziologické zralosti pak jejich deterioraci na mateřských rostlinách při dozrávání (Houba et Hosnedl, 2002). Podle Coppelanda a McDonalda (1995) stresové podmínky během tvorby a vývoje semen a především fyziologického dozrávání, například nedostatek minerálních látek, vody nebo extrémní teploty mohou redukovat dlouhověkost. Podle Pazderů (2010) působení biotických stresorů na semena a rostliny může být chápáno jako proces urychleného stárnutí, kdy jsou v nepříznivých podmínkách prostředí buněčné membrány a metabolické procesy uvnitř buněk více poškozovány. Houba et Hosnedl (2002) uvádí, že dispozice semen ke stresovému prostředí v období jejich vývinu jsou odlišné. Rozhodující je délka působení stresových podmínek a zejména pak fáze vývinu semen, ve které se stres vyskytuje. Odlišně reagují nejen jednotlivé druhy plodiny, ale i odrůdy.

### **3.4.1 Sucho**

Jedním z důležitých stresových faktorů, který negativně ovlivňuje výnos a kvalitu je nedostatek vody v půdě (Vejl et Skupinová, 1999). Nedostatek vody jako stresový faktor stojí ze všech



fyzikálních a chemických faktorů na prvním místě (Hnilička et. Hniličková, 2002). Protože voda je jednou ze základních a nenahraditelných podmínek pro růst rostlin, patří zemědělství mezi nejzranitelnější hospodářská odvětví s vážnými negativními dopady v případě výskytu sucha (Brázdil et al., 2015).

Voda je základním faktorem potřebným pro klíčení semen. Je základem pro aktivaci enzymů, transformaci, translokaci a využití zásobních látek. Míru dostupnosti vody pro semena a rostliny v půdě lze vyjádřit pomocí vodního potenciálu půdy (SWP). SWP patří společně s teplotou k primárním ekologickým regulátorům klíčení semen (Brant et al., 2011). Psota et Šebánek (1999) říkají, že voda je základní podmínkou života. Bez vody nedojde ke zbobtnání semen, které je základní podmínkou začátku klíčení.

Převažujícím stresovým faktorem v budoucnu bude sucho a vysoké teploty. Stres rostlin ovlivňuje hospodaření rostlin s vodou, čímž ovlivňuje výkonnost fotosyntézy a na makroskopické úrovni nižší intenzita fotosyntézy vede k realizaci nižšího výnosu, ale i k tvorbě méně kvalitních semen (Pazderů et Bláha, 2013). Na buněčné úrovni vede stres k různým specifickým i nespecifickým reakcím, které spočívají v aklimatizaci a adaptaci rostlin nebo častěji k jejich poškození (Beck et al., 1999). Ve světovém měřítku je sucho nejvýznamnější faktor, který omezuje produktivitu rostlin. Očekávané globální oteplování by mohlo vést k dalšímu zesílení těchto vlivů (Řepková, 2013). Nedostatek vody je celosvětově jedním z nejvýznamnějších faktorů ovlivňujících produktivitu zemědělských systémů. V rámci podmínek České republiky dochází jednak ke vzniku vodního deficitu u polních plodin v důsledku nevyvážené bilance vody na zájmovém území, která je dána vyššími hodnotami roční evapotranspirace ve srovnání s roční sumou srážek (Brant et al., 2015). U semen se stresové podmínky při dozrávání semen, zejména vysoká teplota a nedostatek vody projevují snížením klíčivosti semen nebo ztrátou jejich vitality, vedoucí k redukci vzcházivosti a růstu klíčenců (Copeland et McDonald, 1995).

Žalud et Trnka (2012) říkají, že EU poskytuje dotace na sucho, které jsou však „napasovány“ na podmínky jižních států Evropy a to pro agrosystémy v trvalých každoročních suchých podmínkách a na ně již dlouhodobě adaptované. Zatímco nepravidelný (očekávaný a stále častější) výskyt sucha v podmínkách střední Evropy má často pro farmáře devastující charakter.

### **3.4.2 Teplo**

Optimální teplota pro většinu semen se pohybuje v rozmezí od 15 °C do 30 °C. Semena o vysoké kvalitě jsou schopná klíčit při větším rozpětí teplot než semena s nízkou kvalitou. Nízké

teploty sice klíčení zpomalují, ale mohou být využity k odstranění dormance způsobené inhibitory a tím uvolňovat klíčivost (Houba et Hosnedl, 2002).

Podle Bláhy et al. (2003) lze říci, že generativní orgány jsou extrémními teplotami více poškozeny než orgány vegetativní.

Pro označení účinku kritických teplot na rostlinu se používají dva podobné termíny: stres z horka a stres z přehřátí. Stres z horka vzniká následkem vysokých teplot působících na rostlinu dostatečně dlouhou dobu, aby způsobily nevratné poškození funkcí a vývoje rostlin. Přehřátí je stav rostlinného organismu, který byl vystaven účinkům vysokých teplot nad kritickou mez, mající za následek nevratné narušení rostliny a (nebo) příznaky se škodlivými účinky (Kúdela et al., 2013).

### **3.4.3 Chlad a mráz**

Rostliny mohou být poškozeny působením nízkých teplot, na něž nejsou adaptovány. Nízké teploty zpomalují intenzitu dýchání a poškozují biomembrány, čímž se mění jejich propustnost a další fyzikálně – chemické vlastnosti. Při teplotách pod bodem mrazu dochází k mechanickému poškození buněk, dehydrataci uvnitř buněk a v mezibuněčných prostorech (Kúdela et. Veverka, 2005).

Kúdela et Veverka (2005) dále uvádí, že ztráty způsobované chladem jsou značné, pravděpodobně mnohem větší než kterýmkoliv jiným biotickým a abiotickým činitelem.

Poškození klíčících semen a klíčících rostlin je většinou spjato s výskytem pozdních jarních mrazů. V počátečních růstových fázích jsou sice rostliny v mimořádných podmínkách mimořádně citlivé, ale zároveň vykazují velmi dobrou regenerační schopnost (Kúdela et al., 2013).

### **3.4.4 Zasolení**

V půdě se vyskytuje celá řada prvků pocházejících z matečné horniny. Dostupné množství těchto prvků v půdě, které rostlina přijímá ve formě solí, však mnohdy nestačí pokrýt potřebu rostlin, a pak dochází k zpomalení růstu až k vážnému poškození rostlin.

Zasolené půdy se vyskytují nejen v blízkosti moře, ale i ve vnitrozemských oblastech, kde potenciální výpar převažuje nad srážkami (Hnilička et. Hniličková, 2002).

Soli působí na rostliny škodlivě jednak zvýšenou osmotickou vazbou vody, jednak specifickým působením iontů soli na cytoplazmu rostlinné buňky. Snižuje se intenzita fotosyntézy, dezintegrují se cytoplazmatické membrány, tvorba biomasy je nižší (Kůdela et. Veverka, 2005),

Hnilička et. Hniličková (2002) dále publikují, že k zasolení může dojít především při dlouhodobých závlahách, také v okolí komunikací posypávaných solí v zimním období, ale také i špatným systémem hnojení v suchých oblastech.

Podle Kůdely et Veverky (2005) slanost půdy u většiny rostlin omezuje klíčivost semen a přežití vzešlých rostlin. Klíčení a vzejití je možné v době, kdy je koncentrace solí v půdě nižší.

## 4 Materiál a metodika

### 4.1 Použitý materiál

#### 4.1.1 Osivo čiroku (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)

Testováno bylo celkem 8 hybridů čiroku a jako kontrola byla použita 1 odrůda kukuřice. Při zkoušce byly použity tyto odrůdy:

**Express** je hybrid, který se pěstuje na zrno, které je bílé a neobsahuje tanin, ale dá se použít i na siláž. Výnos zrna je 4-8 t/ha. Dorůstá do výšky 1,2 m, je odolný proti chladu a nepříznivým povětrnostním vlivům. FAO je cca 320. Osivo je ošetřeno safenerem. Je vhodný pro pěstování v kukuřičné výrobní oblasti.

Původ: Desert Sun Marketing

**Freya** je hybrid čiroku a súdánské trávy. Jedná se o raný hybrid s polootevřenou latou, rostliny jsou velmi vysoké 2,5 - 3,5 m, který dá se pěstovat jako hlavní i následná plodina. Je vhodný pro silážování. Výsevek je 30-35 klíčivých semen/ha. Tento hybrid je doporučován pro pěstitele v ČR, především v kukuřičné a teplejší řepařské výrobní oblasti.

Původ: KWS

**GK Emesse** je velmi raný hybrid s červeným zrnem který se pěstuje především na zrno, ale dá se použít i k silážování. Výnos zrna je 4-8 t/ha. Je relativně odolný k chladu. Doporučuje se do kukuřičné výrobní oblasti pro pěstování na zrno a do řepařské výrobní oblasti pro pěstování na siláž. Siláž obsahuje velký podíl škrobu.

Původ: AgriSem

**KSH 0704** je nový, velmi výnosný hybrid čiroku, jehož biomasa se používá především v bioplynových stanicích. Je středně pozdní, má velmi masivní stonek a je středně olistěný. Při jeho pěstování se však musí dávat pozor na jarní mrazy.

Původ: KWS

**Silo Gold** je odrůda čiroku, který je vhodný především k silážování, kde poskytuje vysoký výnos hmoty.

**Sugar Graze** je Australská odrůda zrnového čiroku, avšak využívá se pouze k silážování, kde poskytuje vysoký výnos hmoty a má velmi dobrou stravitelnost. Výsevek je 10 kg/ha. Tato odrůda je vysoká 3m a je výborně olistěná.

Původ: Pacific Seeds

**Sweet Caroline** je dvouliniový pozdnější hybrid. Rostliny jsou středně vysoké (cca 170 cm) s dlouhými listy a symetrickou latou. Poskytuje vysoký výnos jak suché, tak zelené hmoty. Je určen pro pěstování v kukuřičných a teplejších řepařských oblastech.

Původ: MMR Research

### **Tarzan**

Tarzan je středně raný dvouliniový hybrid s otevřenou řídkou latou, který má vyšší odolnost proti chorobám. Jedná se o pozdní hybrid, vysoký 3,5 - 5 m. Výsevek je 20 - 25 klíčivých semen/ha. Pěstuje se pouze jako hlavní plodina. Dává vysoký výnos jak suché, tak zelené hmoty. Vhodné je pěstování v kukuřičné nebo teplejší řepařské oblasti.

Původ: KWS

#### **4.1.2 Prehydratační ošetření**

K ošetření osiva metodou prehydratace bylo naváženo pět vzorků osiva po 50 g. Každý vzorek byl vložen do promývačky s vodou a semena zde byla ponechána po dobu 18 a 24 hodin a provzdušňována atmosférickým vzduchem. Po ukončení ošetření byla semena vysušena na původní vlhkost volně na filtračním papíře.

#### **4.1.3 Metodika klíčení**

Testy klíčivosti byly založeny podle metodiky ISTA ve 4 opakováních. Zkouška klíčivosti probíhala na filtračním papíře. Na dno plastové misky se daly 3 podložní filtrační papíry (o hmotnosti přibližně 120 g) a na ně jeden skládaný s drážkami. Textura filtračního papíru musí umožňovat růst kořínku. Papír nesmí obsahovat žádné nežádoucí látky. Do jedné misky bylo vloženo 100 odpočítaných semen, vždy 50 na jedné a druhé straně. Semena se nesmí vzájemně dotýkat, jinak by mohlo dojít k infekci. Miska se přikryla průhlednými plastovými perforovanými víčky. Pokus byl prováděn v prostorách ČZU na Fakultě Agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů.

Vyklíčená semena (s kořínky a koleoptyle větší než 3 mm) a anomální klíčenci byly počítány v průběhu 24 hodin. Všechna vyklíčená semena byla z misky odebrána pinzetou a jejich počet byl zapsán na papír. Tyto výsledky byly později statisticky zpracovány. Spočítána byla také energie klíčení (EK), počet nevyklíčených semen a klíčivost (KL) a střední doba klíčivosti

(MGT) Výše uvedené podmínky pro klíčení byly zajištěny klíčením v klimatickém boxu Sanyo MLR-352, kde je možné nastavit přesnou teplotu i světlo či tmu.

Klíčivost byla zjišťována každých 24 hodin po dobu 21 dní. Za klíčivý byl považován klíček s délkou minimálně 2 mm. Plesnivá semena a již započítaná semena byla ze vzorků pravidelně odstraňována a na konci pokusu byla dopočítána všechna nevyklíčená semena.

Klíčivost **KL** se udává v procentech (%). Je to počet vyklíčených semen z celkového počtu semen, ze kterých byl pokus založen.

Energie klíčení **EK** je počet vyklíčených semen k určitému dni od doby, kdy byl pokus založen.

Střední doba klíčení **MGT (mean germination of time)** charakterizuje rychlost klíčení semen.

#### **4.1.4 Statistické vyhodnocení**

Naměřená data byla vyhodnocena balíkem statistických programů SAS, verze 9.1.3. (SAS Institute Inc. Cary, NC, USA). Byla provedena analýza rozptylu (ANOVA) a pro porovnání rozdílů byla využita metoda HSD (Tukey).

## 5 Výsledky

U 8 hybridů široku byly porovnávány tyto semenářské parametry: klíčivost, energie klíčení a střední doba klíčení. V grafech je znázorněna křivka klíčivosti, která je dána procenty vyklíčených semen v závislosti na určitých variantách hydratačních úprav pod dobu 14 dnů.

### Značení v tabulkách

EK - energie klíčení: procento vyklíčených semen z celkového množství semen

EK 2 - energie klíčení druhého dne: - energie klíčení třetího dne: procento vyklíčených semen během prvních dvou dní z celkového počtu semen

EK 3 - energie klíčení třetího dne: procento vyklíčených semen během prvních tří dní z celkového počtu semen

EK 4 - energie klíčení čtvrtého dne: procento vyklíčených semen během prvních čtyř dní z celkového počtu semen

KL - celková fyziologická klíčivost: procento vyklíčených semen z celkového množství semen

MTG - střední doba klíčení: vyjadřuje rychlost a vyrovnanost klíčení osiva. Výpočet je následující: 
$$MTG = \frac{\sum T_i * N_i}{\sum N_i}$$

kde  $N_i$  je počet vyklíčených semen v čase  $T_i$ .

HSD - minimální průkazná diference dle Tukeyho

### Značení v grafech

Písmeno v legendě grafu značí počáteční písmenu názvu hybridu.

E - Express, F - Freya, Em - GK Emesse, KSH - KSH 0704, SiGo - Silo Gold, SG - Sugar Graze, SW - Sweet Caroline, T – Tarzan, G – Góméz

## 5.1 Klíčivost podle úpravy osiv (K, 18h, 24h)

Tabulka č. 1. semenářské parametry všech partií v průměru obou vlhkostí substrátu 40 ml a 20 ml.

| Partie         | EK 2 (%)     | EK 3 (%)     | EK 4 (%)    | KL (%)     | MGT (dny)  |
|----------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|
| Express        | 13 bc        | 57 de        | 70 c        | 80 bcd     | 3,4 c      |
| Freya          | 43 a         | 68 bc        | 73 c        | 84 cd      | 2,7 e      |
| GK Emesse      | 0 c          | 7 g          | 34 d        | 93 ab      | 5 a        |
| KSH 0704       | 14 bc        | 62 cd        | 74 c        | 81 d       | 3,1 cde    |
| Silo Gold      | 1 bc         | 29 f         | 70 c        | 88 abcd    | 4 b        |
| Sugar Graze    | 31 a         | 84 a         | 92 a        | 95 a       | 2,8 de     |
| Sweet Caroline | 1 c          | 51 e         | 75 bc       | 83 d       | 3,5 c      |
| Tarzan         | 9 bc         | 78 ab        | 92 a        | 94 ab      | 3,1 cde    |
| Goméz kukuřice | 0 c          | 2 c          | 45 d        | 92 abc     | 4,9 a      |
| HSD            | <b>15,32</b> | <b>11,07</b> | <b>11,6</b> | <b>7,9</b> | <b>0,5</b> |

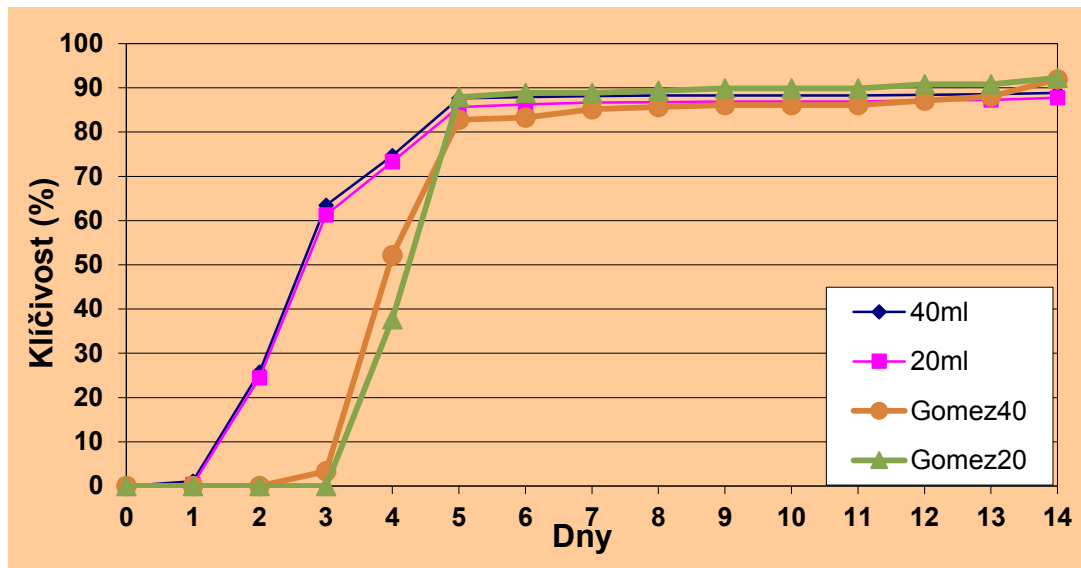
Tabulka číslo 1 nám ukazuje semenářské parametry 8 odrůd čiroku a 1 odrůdy kukuřice, která nám sloužila jako kontrola. Výsledky shrnuté v tabulce nám ukazují, že stejně jako při pokusu s teplotním stresem, který byl prováděn v mé bakalářské práci (Šourek, 2012),

kde odrůda Zerberus výrazně převyšovala svými semenářskými parametry ostatní odrůdy, v pokusu s fyziologickým suchem dosahuje nejlepších semenářských parametrů (EK, KL, MGT) odrůda Sugar Graze, která má tyto parametry výrazně lepší než ostatní odrůdy. Z toho vyplývá, že tato odrůda se dá brát jako nejkvalitnější pro pěstování v prostředí s nedostatkem vody. Naopak nejhorší parametry byly zjištěny u odrůd Express, Freya a KSH 0704, kde průměrná klíčivost nepřesáhla 85%, která je nutná pro certifikaci osiva a jako uvedení do oběhu dle vyhlášky 369/2009 Sb. o podrobnostech uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu. Nejvyšší klíčivost byla zjištěna u odrůdy Sugar Graze 95%, nejkratší střední dobu klíčení měla odrůda Freya, avšak pouze o 0,1 vyšší než Sugar Graze. Odrůda Sugar Graze měla také nejvyšší energii klíčení 3. a 4. dne. V Tabulce č. 1 je vidět,



že dobré semenářské parametry byly zjištěny také u odrůdy Tarzan. Ukázalo se, že při kontrole klíčivosti 2. den nejrychleji klíčí odrůda Freya (42), kterou následovala odrůda Sugar Graze, která měl 31 vyklíčených semen. Podobná klíčivost 2. dne byla zjištěna u odrůd KSH 0704 a Express (14 a 13). Naopak nulová EK2 byla u odrůdy GK Emese a u kukuřice Goméz, která nám sloužila jako kontrola. Odrůdy Silo Gold a Sweet Caroline měly shodnou EK2 (1%). Je tedy patrné, že odrůdy GK Emese, Sweet Caroline a Goméz byly pomalu klíčící. Třetí den již vyklíčily všechny odrůdy, ovšem byl mezi nimi značný rozdíl. Nejlepší odrůdu Sugar Graze následovaly Tarzan (78) a Freya (68). Nejnižší EK3 dosáhla kukuřice Goméz (2) a čirok GK Emese (7), který měl nejnižší i EK4. Naopak nejvyšší EK3 byla shodně u dvou odrůd Sugar Graze a Tarzan (92%). Zajímavé je, že u 5 odrůd byla EK 4 podobná (pohybovala se v rozmezí 70-75%). Je zajímavé, že pouze odrůda Freya měla vždy EK2 ve všech variantách pokusu vyšší než 40%. Nejhorší průměrnou klíčivost měly odrůdy Express (80%) a KSH 0704 (81%). Hranici 85%, která je nutná pro certifikaci osiva a jeho uvedení do oběhu dle vyhlášky 369/2009 Sb. nepřekročily se svou průměrnou klíčivostí odrůdy také Freya (84%) a Sweet Caroline (83 %). Celková klíčivost u ostatních odrůd byla dobrá (v rozmezí 88-93%), stejně tak i střední doba klíčení, jejíž hodnoty se pohybovaly v rozmezí 3,1-5. Z výsledků je patrné, že odrůda Sugar Graze klíčila rychle při všech variantách pokusu. Zajímavé je, že vysoké klíčivosti dosáhly především odrůdy zrnového čiroku (Sugar Graze a GK Emese), ale v tomto pokusu druh hybridu na klíčivost nehraje roli, protože nejnižší klíčivost měl také zrnový hybrid Express (80%).

**Graf č. 1. Průměrná klíčivost všech odrůd při hydrataci 20 a 40 ml + kukuřice Goméz**



Na grafu číslo 2 jsou znázorněny klíčivosti, které byly sledovány ve 24 hodinových intervalech po dobu 14 dnů. Na grafu je patrné, že hodnota energie klíčení u kukuřice Goméz byla výrazně horší než u odrůd čiroku. Ve srovnání s kontrolou mají hydratační úpravy pozitivní vliv na rychlost klíčení, ale nemá vliv na celkovou klíčivost.

## 5.2 Klíčivost v jednotlivých hydratačních úpravách

Z výsledků je patrné, že doba, po kterou byla prováděna hydratace, neměla výrazný vliv na klíčivost. V tabulkách jsou uvedeny semenářské parametry jednotlivých odrůd při klíčení po dobu 18 a 24 hodin. Grafy, které ukazují klíčivost nejlepší a nejhorší odrůdy jsou uvedeny v kapitole č. 6 a grafy, které ukazují klíčivost u všech ostatních odrůd, jsou uvedeny v kapitole č. 10 Přílohy.

**Tabulka č. 2. semenářské parametry všech partií při hydrataci 18 h**

| Partie         | hydratace (h) | EK 2 (%)    | EK 3 (%)   | EK 4 (%)   | KL (%)   | MTG (dny)   |
|----------------|---------------|-------------|------------|------------|----------|-------------|
| Express        | 18            | 25 c        | 61 b       | 66 d       | 88       | 3,3         |
| Freya          | 18            | 45 ab       | 64 b       | 68 cd      | 80       | 2,8         |
| GK Emesse      | 18            | 0           | 14 c       | 43 e       | 94       | 4,9         |
| KSH 0704       | 18            | 43 b        | 67 b       | 72 cd      | 80       | 2,8         |
| Silo Gold      | 18            | 23 c        | 65 a       | 76 bc      | 90       | 3,3         |
| Sugar Graze    | 18            | 51 ab       | 86 a       | 92 a       | 95       | 2,6         |
| Sweet Caroline | 18            | 9 d         | 68 b       | 77 bc      | 88       | 3,3         |
| Tarzan         | 18            | 56 a        | 85 a       | 88a        | 93       | 2,6         |
| HSD            |               | <b>10,6</b> | <b>8,4</b> | <b>9,4</b> | <b>6</b> | <b>0,34</b> |

Při hydrataci po dobu 18 h byly výsledky klíčivosti značně rozdílné. Stejně jako u kontroly (průměr vlhkostí obou substrátů), pouze 3 odrůdy dosáhly klíčivosti větší než 90%. Největší klíčivost byly zjištěna u odrůdy Sugar Graze (95 %). Následovaly odrůdy GK Emesse (94%) a Tarzan (93 %), které si mezi sebou prohodily pořadí i procento vyklíčených jedinců v porovnání s kontrolou (průměr vlhkostí obou substrátů). Odrůdy Sugar Graze a Tarzan měly také nejrychlejší stejnou střední dobu klíčení (2,6) avšak zajímavé je, že odrůda GK Emesse měla naopak střední dobu klíčení prokazatelně nejpomalejší (4,9) a zároveň měla i nejpomalejší energii klíčení 2. dne (kdy byla energie klíčení 0), 3. a 4. dne. Střední doba klíčení byla u všech odrůd přibližně stejná (pohybovala se v rozmezí 2,6-3,3), jen u odrůdy GK Emesse byla prokazatelně nejpomalejší. Nejrychlejší energii klíčení 2. dne byla zjištěna u odrůdy Tarzan, ale ve 3. a 4. dni měla nejvyšší klíčivost odrůda Sugar Graze. Nulová energie klíčení ve 2. dni

byla zjištěna u odrůdy GK Emesse , kde se však celková klíčivost vyšplhala na 94%, což byla druhá největší. 3 den již byly vyklíčeny všechny odrůdy a u 5 odrůd se pohybovala v rozmezí (61-68%). Výrazně vyšší EK3 měly odrůdy Tarzan a Sugar Graze a výrazně nejnižší EK3 byla zjištěna u odrůdy GK Emesse (14%). Nejvyšší rozdíl mezi počtem vyklíčených semen mezi 2. a 3. dnem byl zjištěn u odrůdy Sweet Caroline, kdy se klíčivost zvýšila o 55%. S velkým odstupem následovaly odrůdy Express a Sugar Graze, kdy počet vyklíčených semen vzrostl o 36, respektive 35 %. Je zajímavé, tyto odrůdy měly podobný nárůst vyklíčených semen i mezi 3. a 4. dnem, kdy jejich počet vzrostl o 5 a 6%. Naopak nejpomalejší nárůst vyklíčených semen mezi 2. a 3. dnem byl u odrůdy GK Emesse (14%), avšak mezi 3. a 4. dnem měla tato odrůda naopak nejrychlejší nárůst vyklíčených semen (29%). Tato odrůda měla pomalejší EK a nejpomalejší MGT při všech variantách pokusu zato její celková klíčivost patřila mezi nejlepší. EK4 byla prokazatelně nejvyšší u odrůdy Sugar Graze (92%), následovala odrůda odrůda Tarzan (88%). Nejnižší klíčivost byla shodná u dvou odrůd (Freya, KSH 0704) a to 80%. Klíčivost těchto odrůd nepřesáhla hranici 85%, která je nutná pro certifikaci osiva a jeho uvedení do oběhu dle vyhlášky 369/2009 Sb. O podrobnostech uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu. Tyto odrůdy měly nejnižší klíčivost i při hydrataci po dobu 24 h. Shodná klíčivost byla naměřena také u odrůd Express a Sweet Caroline (88%).

**Tabulka č. 3 semenářské parametry všech partií při hydrataci 24 h**

| Partie         | Hydratace (h) | EK 2 (%)    | EK 3 (%)    | EK 4 (%)    | KL (%)   | MTG (dny)   |
|----------------|---------------|-------------|-------------|-------------|----------|-------------|
| Express        | 24            | 22 cde      | 60 d        | 66 d        | 83 cd    | 3,2 bc      |
| Freya          | 24            | 35 cb       | 62 cd       | 69 d        | 80 de    | 2,9 cde     |
| GK Emesse      | 24            | 7e          | 28 e        | 54 e        | 90 abc   | 4,3 a       |
| KSH 0704       | 24            | 29 bcd      | 60 cd       | 68 d        | 77 e     | 3 bcde      |
| Silo Gold      | 24            | 18 de       | 60 d        | 74 cd       | 88 bc    | 3,4 b       |
| Sugar Graze    | 24            | 58 a        | 89 a        | 92 a        | 97a      | 2,5 e       |
| Sweet Caroline | 24            | 17 de       | 71 cb       | 81 bc       | 91 abc   | 3,2 bcd     |
| Tarzan         | 24            | 40 b        | 85 a        | 90 ab       | 95 ab    | 2,8 de      |
| HSD            |               | <b>16,4</b> | <b>10,7</b> | <b>10,3</b> | <b>6</b> | <b>0,47</b> |

Stejně jako při 18 h, tak i při hydrataci po dobu 24 h dosáhly pouze 3 odrůdy klíčivosti nad 90% a to Sugar Graze (97%), Tarzan (95 %) a Sweet Caroline (91 %). Odrůda Sugar Graze měla i nejrychlejší střední dobu klíčení (2,5) a výrazně nejvyšší energii klíčení 2., 3. a 4. dne. Nejdelší střední dobu klíčení a nejnižší klíčivost 2., 3. a 4. dne byla stejně jako při 18 hodinách zjištěna u odrůdy GK Emesse. Nejnižší EK2 byla zjištěna u odrůdy GK Emesse (7%) a následovaly odrůdy Sweet Caroline a Silo Gold, které měly podobnou energii klíčení 2. dne (17 a 18%). Stejně pořadí bylo i při hydrataci 24 h. Nejvyšší EK3 byla zjištěna u odrůdy Sugar Graze (89%) a následovala odrůda Tarzan (85%), která měl stejnou EK3 i při hydrataci po dobu 18 h. Ostatní odrůdy měly také podobnou klíčivost jako při hydrataci 18 h, výjimkou byla pouze odrůda GK Emesse, která měla při hydrataci 24 h nejnižší EK3 ze všech odrůd 28%, což je o polovinu více než při 18 ha. Největší nárůst naklíčených semen mezi 2. a 3. dnem byl u odrůdy Sweet Caroline (54%) naopak nejmenší u odrůdy GK Emesse (21%). Výrazněji nejpomalejší E měla odrůda GK Emesse (54%). Odrůdy Express, KSH 0704 a Freya měly podobnou EK4, která se pohybovala v rozmezí 66-69%. Největší nárůst vyklíčených semen mezi 3. a 4. dnem byl u odrůdy GK Emesse (26%), naopak nejmenší u odrůdy Sugar Graze (3%). Nedá se říci, že by doba hydratace měla vliv na EK, protože při srovnání s kontrolou (tab. 1.) je u některých odrůd nižší a u některých naopak vyšší. Naopak odrůdy s nejnižší klíčivostí byly stejně jako při

hydrataci po dobu 18 h a to KSH 0704 (77%) a Freya (80%) a opět nedosáhly hranice 85%. Z těchto výsledků vyplývá, že doba hydratace nemá výrazný vliv na klíčivost osiva čiroku. Zkouška klíčivosti nám také nepotvrdila, že délka hydratace má vliv na průměrnou střední dobu klíčení.

### **5.3 Klíčivost podle nasycení substrátu vodou 40ml a 20 ml**

Z výsledků je patrné, že hydratační úprava urychlila klíčení semen. V tabulkách č. 4. a 5. jsou uvedeny semenářské parametry jednotlivých odrůd při klíčení při dodaném množství vody (20 a 40 ml). Grafy, které ukazují klíčivost nejlepší a nejhorší odrůdy jsou uvedeny v kapitole č. 6. a grafy, které ukazují klíčivost u všech ostatních odrůd, jsou uvedeny v kapitole č. 10. Přílohy.

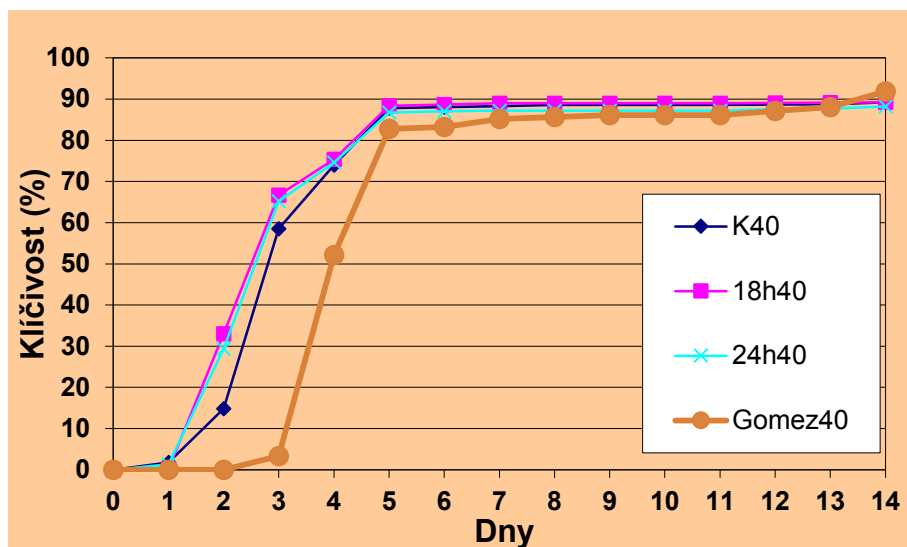
**Tabulka č. 4. semenářské parametry všech partií při hydratační úpravě 40 ml**

| <b>Partie</b>         | <b>Hydratace (ml)</b> | <b>EK 2 (%)</b> | <b>EK 3 (%)</b> | <b>EK 4 (%)</b> | <b>KL (%)</b> | <b>MTG (dny)</b> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|------------------|
| <b>Express</b>        | 40                    | 25 cd           | 58 bc           | 67 c            | 85 bc         | 3,2 bcd          |
| <b>Freya</b>          | 40                    | 42 ab           | 62 bc           | 68 b            | 82 cd         | 2,9 de           |
| <b>GK Emesse</b>      | 40                    | 2 f             | 17 d            | 43 b            | 91 ab         | 4,6 a            |
| <b>KSH 0704</b>       | 40                    | 26 c            | 64 b            | 71 b            | 79 d          | 3 cde            |
| <b>Silo Gold</b>      | 40                    | 15 de           | 54 c            | 76 b            | 90 ab         | 3,5 b            |
| <b>Sugar Graze</b>    | 40                    | 46 a            | 86 a            | 92 a            | 96 a          | 2,6 e            |
| <b>Sweet Caroline</b> | 40                    | 10 ef           | 64 b            | 76 b            | 86 bc         | 3,3 bc           |
| <b>Tarzan</b>         | 40                    | 34 bc           | 83 a            | 89 a            | 94 a          | 2,8 e            |
| <b>Goméz kukuřice</b> | 40                    | 0 f             | 3 e             | 52 c            | 92 a          | 5 a              |
| <b>HSD</b>            |                       | 11,9            | 9,3             | 10,4            | 5,7           | 0,4              |

Nejvyšší klíčivost při hydrataci 20 ml vody byla zjištěna u odrůdy Sugar Graze (96%), kterou následovaly odrůdy Tarzan (94%) a GK Emesse (91%). Naopak nejhorší klíčivosti dosáhla odrůda KSH 0704 (79%). Hranice 85% nedosáhla ještě odrůda Freya (82%) a klíčivost odrůdy Express se pohybovala na hranici 85%, na rozdíl od kontroly, kde měla klíčivost pouhých 80%. Z výsledků, které jsou uvedeny v tabulce je vidět, že hydratační úpravy mají vliv na klíčivost osiva. Odrůda Sugar Graze dosáhla i nejrychlejší střední doby klíčení 2,6 a nejvyšší energie

klíčení 2., 3. a 4. dne. Nízkou střední dobu klíčení měly i odrůdy Freya a Tarzan, které dosáhly podobných hodnot (2,8 a 2,9). Naopak nejvyšší energie klíčení byla zjištěna u odrůdy GK Emesse (4,6) a ještě vyšší u kukuřice Goméz (5), která nám sloužila jako kontrola. Při počítání vyklíčených semen 2. den se ukázalo, že při hydrataci 20 ml vyklíčily všechny odrůdy čiroku. Nevyklíčila pouze kukuřice Goméz, která začala klíčit až 3 den. Jak již bylo napsáno výše, nejvyšší EK2 byla zjištěna u odrůdy Sugar Graze (46%), kterou následovaly Freya (42%) a Tarzan (34%). Naopak, nejméně vyklíčených semen ze všech odrůd čiroku měla odrůda GK Emesse (2%), která klíčila nejpomaleji ze všech odrůd čiroku i 3. den, kdy bylo vyklíčeno 16% ze všech klíčenců (kukuřice Goméz, která sloužila jako kontrola měla 3% vyklíčených semen). Odrůdy Express a KSH 0704 měly podobnou EK2 (25 a 26%), avšak 3. den bylo u odrůdy Express spočítáno 58% vyklíčených semen, zatímco odrůda Silo Gold měla vyklíčených 64% semen. Největší nárůst vyklíčených semen mezi 2. a 3. dnem byl zjištěn u odrůdy Sweet Caroline (54%) naopak nejmenší u odrůdy GK Emesse (15%). Podobný nárůst vyklíčených semen měly odrůdy KSH 0704, Silo Gold a Sugar Graze (38,369 a 40%). Nejvyšší EK4 byla zjištěna u odrůdy Sugar Graze (92%), kterou následovala odrůda Tarzan (89%). Odrůdy Silo Gold a Sweet Caroline měly shodnou EK4 (76%) a podobná EK4 byla zjištěna u odrůd Express a Freya (67 a 68%), které měly podobnou i celkovou klíčivost (82 a 85%). Největší nárůst vyklíčených semen čiroku mezi 3. a 4. byl zjištěn u odrůdy GK Emesse (26%). Zajímavé je, že mezi 2. a 3. dnem měla tato odrůda přírůstek vyklíčených semen naopak nejnižší. Nejmenší nárůst (6%) byl hned u 3 odrůd (Freya, Sugar Graze a Tarzan). Kukuřice Goméz, která nám sloužila jako kontrola, měla nárůst vyklíčených semen mezi 3. a 4. dnem 49%. Na grafu je vidět, že hydratační úprava urychluje klíčení semen, avšak nemá vliv na Na grafu č. 1. (následující strana), který znázorňuje křivku klíčivosti, jsou znázorněny klíčivosti, které byly sledovány ve 24 hodinových intervalech po dobu 14 dnů celkovou klíčivost.

Graf č. 1. Průměr všech odrůd při hydrataci 40 ml + kontrola Goméz



Tabulka č. 5. semenářské parametry všech partií při hydratační úpravě 20 ml

| Partie         | Hydratace (ml) | EK 2 (%)    | EK 3 (%)   | EK 4 (%)   | KL (%)     | MTG (dny)  |
|----------------|----------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Express        | 20             | 15 c        | 61 c       | 67 d       | 87 c       | 3,4 bc     |
| Freya          | 20             | 40 ab       | 68 bc      | 72 cd      | 81 d       | 2,8 de     |
| GK Emesse      | 20             | 3 cd        | 16 e       | 44 e       | 95 ab      | 4,8 a      |
| KSH 0704       | 20             | 31 b        | 63 c       | 71 d       | 79 d       | 2,9 de     |
| Silo Gold      | 20             | 14 cd       | 48 d       | 71 d       | 88 bc      | 3,7 b      |
| Sugar Graze    | 20             | 47 a        | 86 a       | 92 a       | 96 a       | 2,7 e      |
| Sweet Caroline | 20             | 8 cd        | 63 c       | 79 bc      | 89 bc      | 3,3 bc     |
| Tarzan         | 20             | 36 ab       | 82 a       | 90 a       | 95 ab      | 2,8 de     |
| Goméz kukuřice | 20             | 0 d         | 0 f        | 38 e       | 92 abc     | 4,9 a      |
| HSD            |                | <b>14,3</b> | <b>8,2</b> | <b>8,1</b> | <b>6,7</b> | <b>0,4</b> |



Při hydrataci 20 ml dosahovaly odrůdy podobné klíčivosti jako při hydrataci 40 ml. Největší klíčivosti osáhla odrůda Sugar Graze (96%), kterou následovaly odrůdy GK Emesse a Tarzan se shodnou klíčivostí 95 %. Naopak nejnižší klíčivost byla zjištěna u odrůd KSH 0704 (79%) a Freya (81%), které nepřekročily hranici 85%. Podobná klíčivost v rozmezí 87-89% byla zjištěna u odrůd Express, Silo Gold a Sweet Caroline. Zajímavé je, že odrůda Express dosáhla při hydrataci 20 ml klíčivosti 87%, což je více než při hydrataci 40 ml (kdy měla klíčivost 85%) a při kontrole (pouze 80%). Nejrychlejší střední doba klíčení byla u odrůdy Sugar Graze (2,7), následovaly odrůdy Freya a Tarzan (se shodnou MGT 2,8) a KSH 0704 (2,9). Naopak nejpomaleji klíčila odrůda GK Emesse (4,8). Kukuřice Goméz, která nám sloužila jako kontrola, měla střední dobu klíčení 4,9. Stejně jako při hydrataci 40 ml se ukázalo, že i při hydrataci 20 ml vyklíčily všechny odrůdy čiroku již druhý den. Nulovou EK2 měla pouze kukuřice Goméz, která nám sloužila jako kontrola. Nejvyšší počet vyklíčených jedinců 2. den byl zjištěn u odrůdy Sugar Graze (47%), která měla i nejvyšší energii klíčení 3. a 4. dne. Následovaly odrůdy Freya (40 %) a Tarzan (39%). Naopak nejnižší EK2 byla u odrůdy GK Emesse (3). Podobnou EK2 měly odrůdy Express (15%) a Silo Gold (14%). Vysokou EK3 měla kromě odrůdy Sugar Graze také odrůda Tarzan (82%). Shodný počet vyklíčených jedinců (63%) byl spočítán u odrůd KSH 0704 a Sweet Caroline. Konečná klíčivost u těchto odrůd však byla značně rozdílná. Zatímco odrůda Sweet Caroline dosáhla klíčivosti 89%, odrůda KSH 0704 měla klíčivost pouze 79%, čímž nedosáhla na hranici 85%, která je nutná pro certifikaci osiva a jeho uvedení do oběhu dle vyhlášky 369/2009 Sb. Celková klíčivost u ostatních odrůd byla dobrá (pohybovala se v rozmezí 87-89%). Největší rozdíl mezi klíčivostí 2. a 3. dne byl zjištěn u odrůdy Sweet Caroline, kde počet vyklíčených semen vzrostl o 55%. Následovaly odrůdy Express a Tarzan (shodně 46%). Naopak výrazně nejmenší nárůst vyklíčených semen byl u odrůdy GK Emesse (13%). Největší EK4 měla odrůda Sugar Graze (92%), následovala odrůda Tarzan (90%) a s výrazným odstupem odrůda Sweet Caroline, která měla 79%. Shodná energie klíčivosti byla zjištěna u odrůd KSH 0704 a Silo Gold, které měly shodně 71% a podobné hodnoty dosáhla odrůda Freya (72%). Nejnižší EK 4 byla zjištěna u odrůdy GK Emesse (44%). Tato odrůda sice klíčila ze všech nejpomaleji, ale její celková klíčivost dosáhla 95%. Podobné hodnoty byly zjištěny i u odrůdy kukuřice Goméz, která nám sloužila jako kontrola. Její EK2 a EK3 byly 0, třetí den pouhých 38%, což bylo výrazně méně, než všechny odrůdy čiroku, ale její celková klíčivost byla 92%. Naopak v tabulce je vidět, že odrůda Freya má sice rychlou počáteční energii klíčení, ale její celková klíčivost byla pouze 81%. Největší nárůst vyklíčených semen mezi 3. a 4. dnem byl zjištěn u

odřůdy GK Emese (28%), následovala odrůda Silo Gold (23%). Shodnou nárůst vyklíčených semen měly odrůdy Express a Sugar Graze (6%) a KSH 0704 a Tarzan (8%). Dvě posledně jmenované odrůdy měly rychlou počáteční klíčivost, avšak jejich celková klíčivost byla velmi rozdílná (Tarzan 95% a KSH 0704 79%). Nejnižší nárůst vyklíčených semen mezi 3. a 4. dnem byl zjištěn u odrůdy Freya (4%). Tato odrůda dosahovala také velmi rychlé počáteční EK, ale její celková klíčivost dosáhla pouze 81%.

**Tabulka č. 6. průměr všech odrůd a úprav**

| <b>Partie</b>         | <b>EK 2 (%)</b> | <b>EK 3 (%)</b> | <b>EK 4 (%)</b> | <b>KL (%)</b> | <b>MTG (dny)</b> |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|------------------|
| <b>Express</b>        | 20 de           | 59 c            | 67 e            | 86 e          | 3,3 b            |
| <b>Freya</b>          | 41 ab           | 65 c            | 70 e            | 81 f          | 2,8 cd           |
| <b>GK Emesse</b>      | 2 g             | 17 e            | 44 f            | 93 abc        | 4,7 a            |
| <b>KSH 0704</b>       | 28 cd           | 63 c            | 71 de           | 79 f          | 3 c              |
| <b>Silo Gold</b>      | 14 ef           | 51 d            | 74 de           | 89 cde        | 3,6 b            |
| <b>Sugar Graze</b>    | 47 a            | 87 a            | 92 a            | 96 a          | 2,6 d            |
| <b>Sweet Caroline</b> | 9 fg            | 63 c            | 78 cd           | 87 de         | 3,2 b            |
| <b>Tarzan</b>         | 35 bc           | 83 ab           | 90 ab           | 94 ab         | 2,8 cd           |
| <b>HSD</b>            | <b>9</b>        | <b>6,3</b>      | <b>6,6</b>      | <b>4,4</b>    | <b>0,3</b>       |

Výsledky shrnuté v tabulce ukazují, že nejlepší semenářské parametry (EK, KL, MGT) byly zjištěny u odrůdy Sugar Graze, z čehož vyplývá, že tato odrůda snáší stresové podmínky (sucho) a dá pěstovat v suchých oblastech. Odrůda Sugar Graze měla v průměru všech hydratačních úprav klíčivost 96% a nejkratší střední dobu klíčení (2,6). Také měla nejrychlejší energii klíčení 2., 3. a 4. dne. Dobré semenářské parametry byly zjištěny také u odrůdy Tarzan, který měl druhou nejvyšší klíčivost v průměru všech úprav (94%) a druhou nejrychlejší střední dobu klíčení (MGT), která byla 2,8. U odrůdy Tarzan byla také druhá nejrychlejší klíčivost 3. a 4. dne. Naopak nejhorší semenářské parametry byly zjištěny u odrůdy KSH 0704, kde průměrná klíčivost nepřesáhla hranici 80 % a následovala odrůda Freya s klíčivostí 81%. Zajímavé je, že odrůda Freya měla druhou největší EK2 a EK3. Celková klíčivost u ostatních odrůd se dá brát jako dobrá (pohybovala se v rozmezí 86-

94%), stejně jako střední hodnota klíčení, která se pohybovala v rozmezí 2,6 do 4,7. Nejvyšší EK2 byla zjištěna u odrůdy Sugar Graze (47%), kterou následovaly odrůdy Freya (41%) a Tarzan (35%). Naopak nejnižší energie klíčení 2. dne byla zjištěna u odrůdy GK Emesse, která měla i nejnižší EK3 a EK4. Jak již bylo napsáno, nejvyšší EK3 měla odrůda Sugar Graze, kterou následovala odrůda Tarzan. Stejnou energii klíčení 3. dne měly odrůdy KSH 0704 a Sweet Caroline (63%) a podobná EK3 byla také u odrůdy Freya (65%). Odrůdy KSH 0704 a Freya měly také podobnou EK3 (71 a 70%) a podobnou celkovou klíčivost (79 a 81%). Největší nárůst vyklíčených semen mezi 2. a 3 dnem byl zjištěn u odrůdy Sweet Caroline (54%), kterou následovala odrůda Tarzan (48%). Nejpomaleji mezi 2. a 3. dnem klíčila odrůda GK Emesse (15%), která ale měla největší přírůstek vyklíčených semen mezi 3. a 4. dnem (27%). Podobně vysoký nárůst vyklíčených semen byl zaznamenán ještě u odrůdy Silo Gold (23%). Naopak nejméně semen vyklíčilo mezi 3. a 4. dnem u odrůd Freya a Sugar Graze (5%). Podobná hodnota byla zjištěna také u odrůdy Tarzan, kde mezi 3. a 4. dnem vyklíčilo 7% semen.

## 6 Diskuse

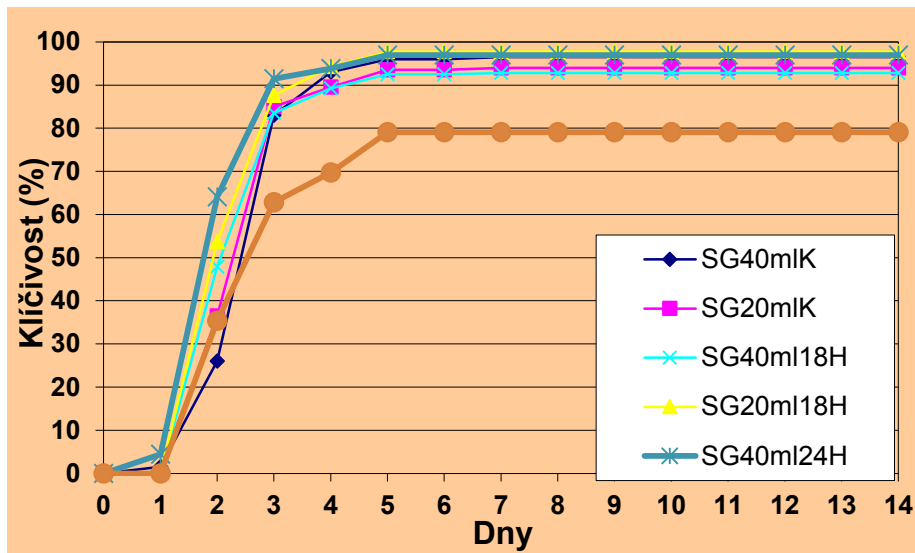
Klíčení je složitý fyzikální, biologický a biochemický proces (zahrnuje např. prodlužování buněk, buněčné dýchání, hydrataci proteinů atd.) Zjednodušeně se dá klíčení nazvat jako proces, při kterém ze semene vyrůstá klíček. Podle toho, zda se semena dostávají na povrch půdy nebo klíčí pod povrchem, se klíčení dělá na epigeické a hypogeické. Klíčení je ovlivňováno mnoha stresovými faktory. Podle výzkumů, které se prováděly na ČZU bylo zjištěno, že stresové podmínky (konkrétně teplotní a vodní stres) ovlivňují klíčivost čiroku (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Podle výsledků, které byly dosaženy ve výzkumu v mé bakalářské práci (Šourek, 2012) můžeme tvrdit, že teplota má výrazný vliv na semenářské parametry osiva, avšak pokusy s hydratačními úpravami nám nepotvrdily hypotézu, že délka hydratace má výrazný vliv na semenářské parametry a celkovou klíčivost osiva čiroku, ale potvrdilo se, že semena, na kterých byla prováděna hydratace, měla rychlejší energii klíčení než semena, na kterých hydratace prováděna nebyla. Můžeme proto tvrdit, že hydratační úpravy urychlují klíčení. Nemůžeme ale říci, že mezi variantami 20 ml a 40 ml byl prokazatelný rozdíl.

Mezi základní podmínky prostředí patří dostatek vody. Šantrůček (2010) říká, že zemědělská produkce suchých oblastí je většinou limitována nedostatkem srážkové vody. Nedostatek vody v posledních letech začíná být v ČR typickým stresovým faktorem pro klíčení semen. Semena potřebují absorbovat určité množství vody a pokud se tak nestane, klíčení se zpomalí nebo se úplně zastaví. V posledních letech, kdy dochází k výraznému kolísání teplot vzduchu a nerovnoměrnému rozdělení srážek během vegetace, nabývá na významu problematika účinku vodního stresu, vysokých teplot a ÚV záření na zemědělské plodiny (Viner et al., 2006)

Z výsledků pokusu vyplývá, že pro pěstování v podmínkách, kde je nedostatek vody se nedají použít všechny odrůdy čiroku použité při zkoušce klíčivosti. Podle výsledků pokusu můžeme říci, že jako nejvhodnější hybrid čiroku pro pěstování v klimatických podmínkách s nedostatkem vody vyšla odrůda zrnového čiroku původem z Austrálie Sugar Graze, která měla průměrnou klíčivost 96%. Tato odrůda měla ve všech variantách hydratačních úprav klíčivost minimálně 95%. Sugar Graze měl i nejkratší střední dobu klíčení a nejrychlejší energii klíčení 2., 3. a 4. dne téměř při všech úpravách (viz. graf č. 3.). Dobré semenářské parametry při stresových podmínkách měly ještě partie Tarzan a GK Emesse. Tyto tři hybridy čiroku (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) se nám jeví jako nejvhodnější pro pěstování v sušších podmínkách s nedostatkem vody.

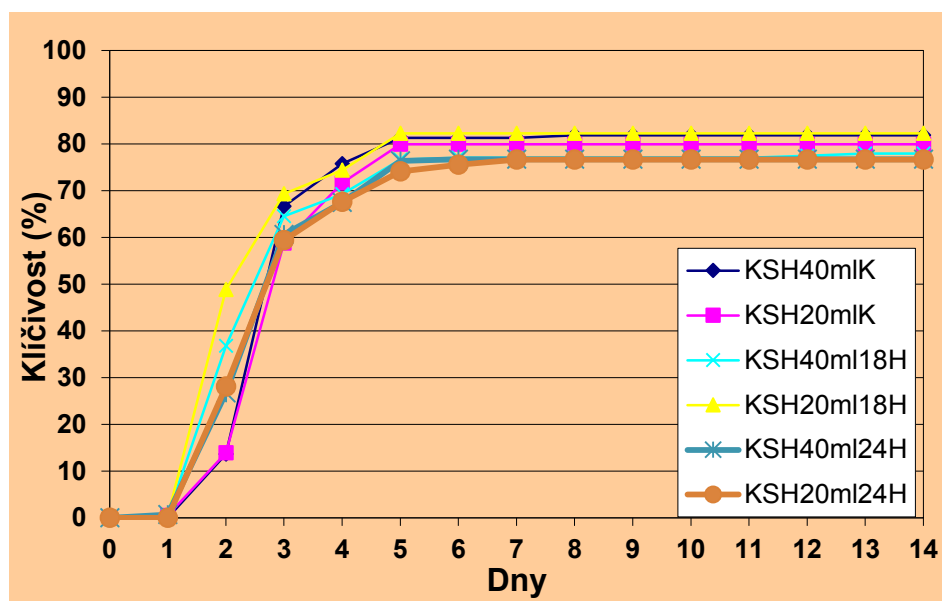
Naopak nejméně vhodné hybridy pro pěstování v podmínkách s nedostatkem vody jsou hybridy KSH 0704, který měl průměrnou klíčivost 79% a hybrid Freya s průměrnou klíčivostí 81% (viz. grafy 4 a 5). Zajímavé je, že odrůda Freya nedosahovala vysoké klíčivosti ani při stresu chladem (klíčení při teplotě 12 °C). Tento test byl prováděn v mé bakalářské práci (Šourek, 2012). Z toho vyplývá, že odrůda čiroku Freya není vhodná pro pěstování ve stresových podmínkách.

**Graf č. 3 Klíčivost partie Sugar Graze ve všech variantách hydratace**



Na grafu je porovnání nejlepšího hybridu Sugar Graze s hybridem Freya (hnědá křivka klíčivosti). Podle zjištěných hodnot je vidět, že energie klíčení 2. a 3. dne je u obou hybridů podobná, avšak 4. den je energie klíčení výrazně vyšší u hybridu Sugar Graze.

**Graf č. 4 Klíčivost partie KSH 0704 ve všech variantách hydratace**



Na grafu č. 4 je zřetelně vidět, že hybrid KSH 0704 dosahoval nejnižší klíčivosti ze všech hybridů, na kterých byl prováděn pokus.

Průběh klíčivosti ostatních partií osiva jsou v grafech v kapitole č. 10 přílohy

Pro pěstování čiroku v praxi je nutné znát charakter osiva a jeho hodnoty klíčivosti. Kvalitu osiva je ovlivňována mnoha faktory např. chemické složení semen, metodika pěstování, mechanické poškození semen, prostředí při uskladnění atd.

Pazderů (2009) říká, že kvalitní osivo je chápáno jako základní předpoklad pro založení optimálního porostu. Za hlavní hodnotu, definující kvalitu osiva je považována laboratorní klíčivost. Tato veličina je hodnocena podle mezinárodních pravidel (ISTA), které zaručují srovnání, ale umožňují obchod v evropském, ale i celosvětovém měřítku.

## 7 Závěr

- Hodnocení klíčivosti a vitality osiva pomocí stresových testů lze použít pro výběr vhodných odrůd pro výsev v podmínkách s nedostatkem vody.
- Zkouška klíčivosti ukázala, že některé genotypy čiroku jsou schopné klíčit při nedostatku vody.
- Zkouška klíčivosti ukázala, že některé genotypy čiroku nedosahují vysoké klíčivosti při nedostatku vody.
- Délka hydratace a množství vody použité při hydrataci nemá vliv na celkovou klíčivost, ale urychluje energii klíčení a střední dobu klíčení.
- Odlišný průběh a výsledek klíčivosti jednotlivých partií osiva ve stejných podmínkách (hydratačních úpravách) je dán rozdílnou vitalitou osiva. Při výběru osiva je dobré znát informace o jeho vitalitě.
- Nejlepší semenářské parametry byly zjištěny u partie osiva Sugar Graze, kterou následovaly Tarzan a GK Emesse. Tyto tři odrůdy se jeví jako nejvhodnější pro pěstování v suchých oblastech.
- Nejhorší semenářské parametry byly zjištěny u partií osiva KSH 0704 a Freya, které se jeví jako nevhodné pro pěstování v suchých oblastech. Tyto dvě odrůdy nejsou vhodné ani pro pěstování v chladnějších podmínkách a z toho vyplývá, že nejsou odolné proti abiotickým stresům.
- Nejlepší semenářských parametrů dosahovaly zrnové odrůdy, naopak nejhorších odrůdy, které se pěstují pro siláž či do bioplynových stanic.

## 8 Seznam literatury

- Adamčík, J., Pazderů, K., Pulkrábek, J., Tomášek, J., 2013. Stimulace osiva čiroku pro zvýšení jeho vitality a odolnosti k abiotickým stresům v podmínkách ČR. Osivo a sadba – sborník referátů. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 256 s. ISBN: 978-80-213-2358-2
- Alvarado, V., Bradford, K., J., 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. *Plant, Cell and Environment*. 25. p. 610-1969.
- Beck, E., Peč, P., Strnad, M., 1999. *Advances in regulation of plant growth and development*. Peres Publishers. Prague. 258. s. ISBN: 80-86360-06-7
- Bláha, L., Bocková, L., Hnilička, F., Holubec, V., Möllerová, J., Štolcová, J., Zieglerová, J., 2003. *Rostlina a stres*. VÚRV Praha. 157 s. ISBN:80-86555-32-1
- Brant, V., Zábranský, V., Hamouzová, K., Fuksa, P., 2011. Klíčivost semen čiroku obecného v podmínkách snížené dostupnosti vody. Osivo a sadba – sborník referátů. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 235 s. ISBN: 978-80-213-2153-3
- Brant, V., Zábranský, P., Pivec, J., Škeříková, M., Kroulík, M., 2015. Vlahové nároky čiroku obecného v oblastech s nedostatkem srážek. *Agromanuál 2015/7*. s. 82-83.
- Brar, G., S., Steiner J., L., Unger P., W., Prihas S., S., 1992. Modelling sorghum seedling establishment from soil wetness temperature of drying seed zones. *Agronomy Journal*. 3. p. 220-224.
- Brázdil, R., Trnka, M., 2015. *Sucho v Českých zemích: minulost, současnost, budoucnost*. Akademie věd České republiky, v.v.i., Brno. 400 s. ISBN: 978-80-87902-11-0
- Coppeland L., O., McDonald, M., B., 1995. *Principles of seed technology*. Chapman and Hall, New York, 409 s. ISBN: 0-412-06301-8
- Dalal, M., Inupakutika, M., 2014. Transcriptional regulation of ABA core signaling component genes in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). 34. p. 1517-1525.
- Doležal, P., Ust'ak, S., 2014. Má čirok budoucnost jako energetická plodina – ano, nebo ne?, *Úroda*, 2014/11, s. 8.
- Forchsam, V., Prchal, J., 1960. *Zemědělská výroba v kostce*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 1127 s.



- Fuksa, P., Hrevušová, Z., Šantrůček, J., Brant, V., 2013. Vliv teploty na klíčivost semen píce širokých. Osivo a sadba – sborník referátů. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 256 s. ISBN: 978-80-213-2358-2
- Georget, D., M., R., Dominuque, M., R., Elkhalfa A., E., Belton P., S., 2012. Structural changes in kafirin extracted from a white type II tannin sorghum during germination. Journal of cereal science. 55. p. 106-111.
- Hampton J., G., Coolbear P. (1990). Potential versus actual seed performance - can vigour testing provide an answer? Seed Science and Technology. 18 p. 215-228.
- Hnilička, F., Hniličková, H., 2002. Botanika zemědělská speciální – vybrané kapitoly z fyziologie rostlin. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 111 s. ISBN: 80-213-0985-7
- Hosnedl, V., 1999. Osivo – faktor stability produkce obilnin. Zamyšlení nad rostlinnou výrobou 1999 – sborník referátů. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 381 s. ISBN: 80-213-0567-3
- Houba, M., 2001. Základy semenářství polních plodin. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze. Praha. 44 s. ISBN: 80-7105-211-6
- Houba, M., Hosnedl, V., 2002. Osivo a Sadba. Nakladatelství Ing. Martin Sedláček. 186. s. ISBN: 80-902413-6-0
- Houba, M., 2006. Semenářská kontrola (1. část) – Historie a požadavky na osivo. Agromanuál, 2006/9, s. 48-49.
- Houba, M., 2006. Semenářská kontrola (2. část) – Reprodukce odrůd a kategorie materiálu. Agromanuál, 2006/11, 12, s. 50-51.
- Houba, M., 2007. Semenářská kontrola (6. část) – Metody a účel zkoušení osiva a sadby. Agromanuál, 2007/4, s. 66-67.
- Houba, M., 2008. Množení osiva a sadby (1. část) – Osivo a sadba – základ zemědělství. Agromanuál, 3/2008. s. 40-43.
- Houba, M., 2008. Množení osiva a sadby (2. část) – Obilniny. Agromanuál, 3/2008, s. 91-93.
- Kolasinska K., Szyrmer J., Dul. S., 2000. Relationship between laboratory seed quality tests and field emergence of common bean seed. Crop Science. 40. p. 470-475

Kůdela, V., Ackermann, A., Prášil, T., I., Rod, J., Veverka, K., 2013. Abiotikózy rostlin: poruchy, poškození a poranění. Academie. Praha. 566 s. ISBN: 978-80-200-2262-2

Kůdela, V., Veverka, K., 2005. Poruchy, poškození a poranění rostlin abiotického původu. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. České Budějovice. 118 s. ISBN: 80-7040-775-1

May, A., de Souza, V., F, Gravina, G., D., Fernandes, P., V., 2016. Plant population and row spacing on biomass sorghum yield performance. *Ciencial Rural*. 46: 434-439

Mikulka, J., 2014. Plevelle polních plodin. Profi Press s.r.o. Praha. 179. s. ISBN:

Moudrý, J., 2011. Alternativní plodiny. Profi Press s.r.o. Praha. 142 s. ISBN: 978-802-86726-40-03

Omoba, O., S., Taylor, J., R., N., de Kock, H., L., 2015. Sensory and nutritive profiles of biscuits from whole grain sorghum and pearl millet plus soya flour with and without sourdough fermentation. *International journal of food science and technology*. 50. p. 2554-2561.

Paiva, C., L. Evangelista, W., P., Viera Queiroz, V., A., 2015. Bioactive amines in sorghum: Method optimisation influence of line, tannin and hydric stress. *Food Chemistry*. 173. p. 224-230.

Patero T., Augusto, P. E., Ultrasound (US) enhances the hydration of sorghum (sorghum bicolor) grains. 2015. *Ultrasonics chemistry*. 23. p. 11-15.

Pazderů K., Hosnedl, V., 2008. Inovace v rostlinné produkci: Semenařství a produkce osiv. Katedra rostlinné výroby. FAPPZ ČZU v Praze. Praha. 12 s.

Pazderů, K., 2009. Význam energie klíčení pro hodnocení kvality osiva. Osivo a sadba – sborník referátů. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 260 s. ISBN: 978-80-213-1891-5

Pazderů, K., 2010. Semena a stresové podmínky. Současné možnosti fyziologie a zemědělského výzkumu přispět k produkci rostlin (vybrané kapitoly). Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha. 310 s. ISBN: 978-80-7427-023-9

Pazderů, K., Bláha, L., 2011. Poznámky z konferencí ESA a ISTA z hlediska semenářského výzkumu. Osivo a sadba – sborník referátů. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 235 s. ISBN: 978-80-213-2153-3

Petr J., Húska, J., 1997. Speciální produkce rostlinná – I. Agronomická fakulta ČZU v Praze. Praha. 197 s. ISBN: 802130152

Podrábský, M., 2008. Nový hybrid čiroku se súdánskou trávou – Řešení výživy skotu nejen v suchých oblastech. Agromanuál, 2008/1. s. 36-37.

Podrábský, M., 2013. Propastné rozdíly mezi čiroky. Agromanuál 2013/5. s. 113.

Prugar, J., 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Praha. ISBN: 987-80-86576-28-2

Psota, V., Šebánek, V., 1999. Za tajemstvím růstu rostlin. Scientia spol. s.r.o., pedagogické nakladatelství. Praha. 187. s. ISBN: 80-7183-093-3

Rao, B., D., Daykar, A., M., Kalpana, K., 2016. Influence of milling methods and particle size on hydration properties of sorghum flour and quality of sorghum biscuits. LWT – Food science and technology. 67. p. 8-13.

Riar M., K., Sinclair, T., R., Prasad, P., V., 2015. Persistence of limited transpiration-rate trait in sorghum at high temperature. Environmental and experimental botany. 115. p. 58-62.

Rybáček, V., 1965. Rostlinná výroba 3. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 604 s. ISBN: 07-019-65

Šourek, P., 2012. Kvalita osiva čiroku pro výsev v chladnějším klimatu. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. FAPPZ. Praha. 53 s.

Teksl, M., Miller, I., Krišťan, T., Kaňková, M., 1996. Pěstování rostlin I. Vydavatelství Credit. Praha. 300 s. ISBN: 80-901645-7-9

Van Mele, P., Bentley, J., W., Guéi, R., G., 2011. African Seed Enterprises – Sowing the Seeds of food Security. CAB International. Wallingford. 236 s. ISBN: 978-1-84593-843-7

Vejl, P., Skupinová S., 1999. Genetická determinace tolerance obilovin k suchu – literární studie. Zamyšlení nad rostlinnou výrobou 1999 – sborník referátů. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 381 s. ISBN: 80-213-0567-3

Viner, D., Jamesi, I., Wallace, M., Wallace, C., 2006. Recent and future climate change and their implications for plant growth. Plant growth and climate change. p. 1-17.

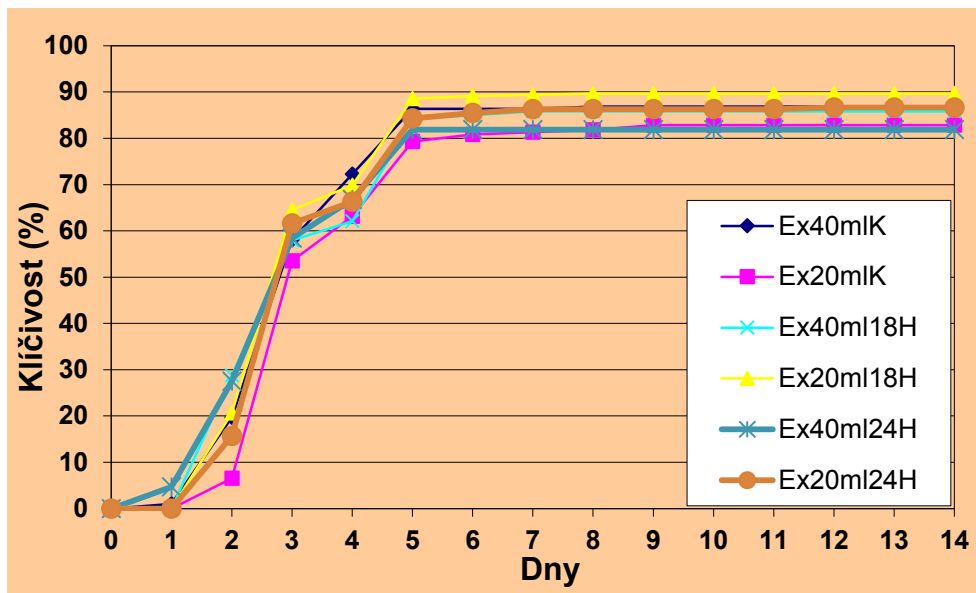
Wigmore, A., 1986. Klíčení rostlin. Pragma.. Praha. 120 s. ISBN: 978-80-7349-075-1

Yan, Z., Li, J., Li, S., 2015. Impact of lignin removal on the enzymatic hydrolysis of fermented sweet sorghum bagasse. *Applied Energy*. 160. p. 641-647.

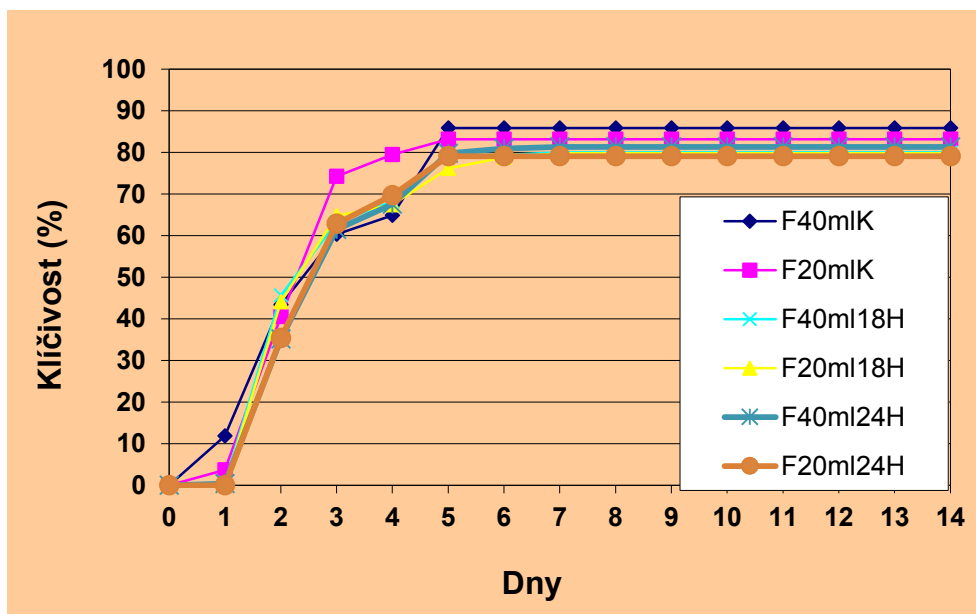
Žalud, Z., Trnka, M., 2012. Dopady změny klimatu na zemědělskou produkci. *Agromanuál* 2012/7. s. 71-73.

## 9 Přílohy

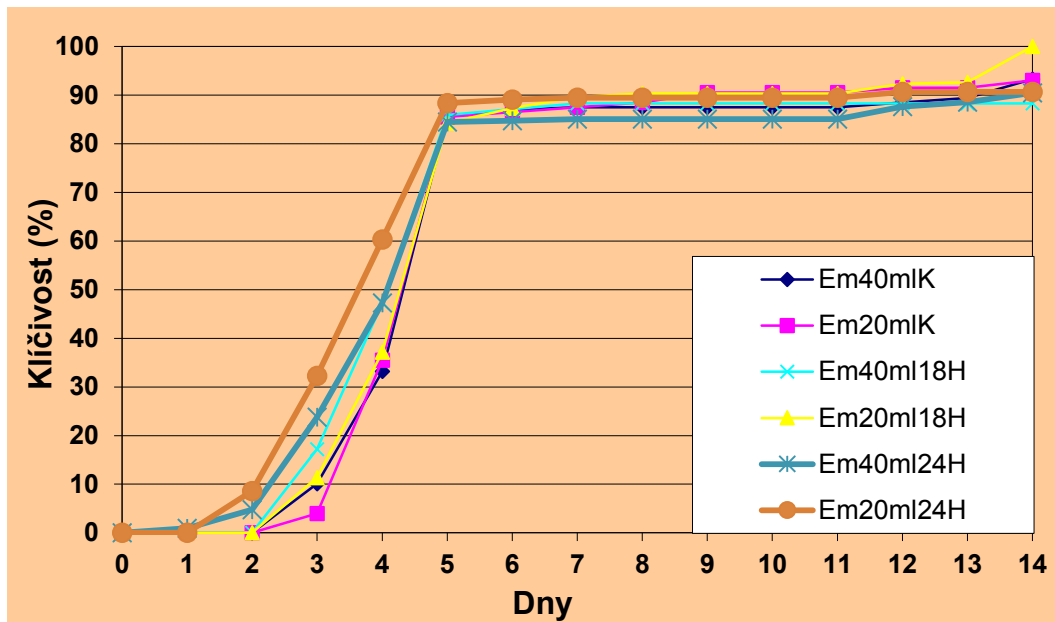
Graf č. 5. Klíčivost při hydrataci 20 a 40 ml, 18 a 24 h. Odrůda Express.



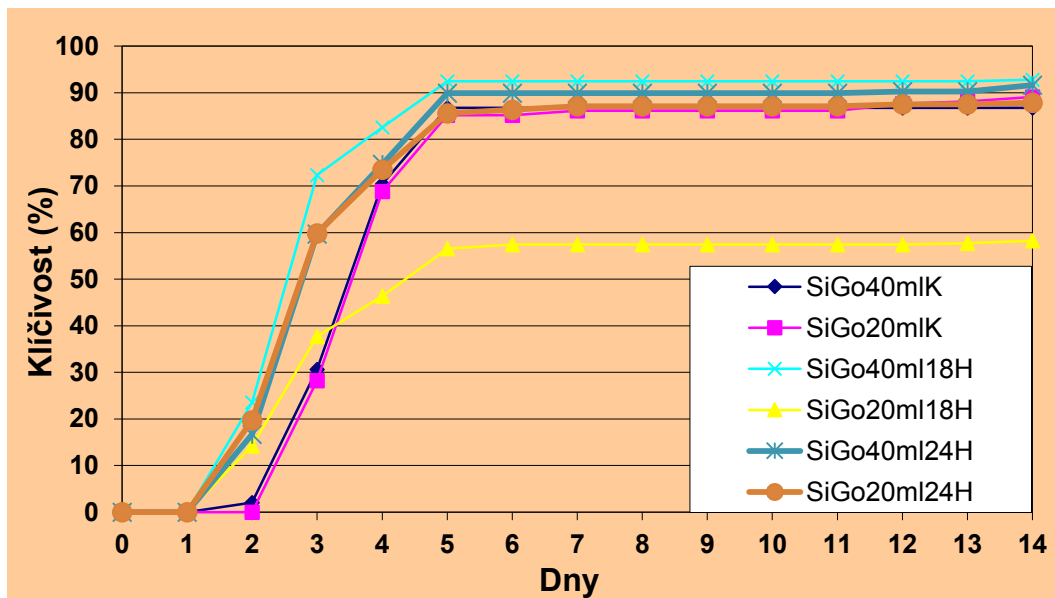
Graf č. 6. Klíčivost při hydrataci 20 a 40 ml, 18 a 24 h. Odrůda Freya.



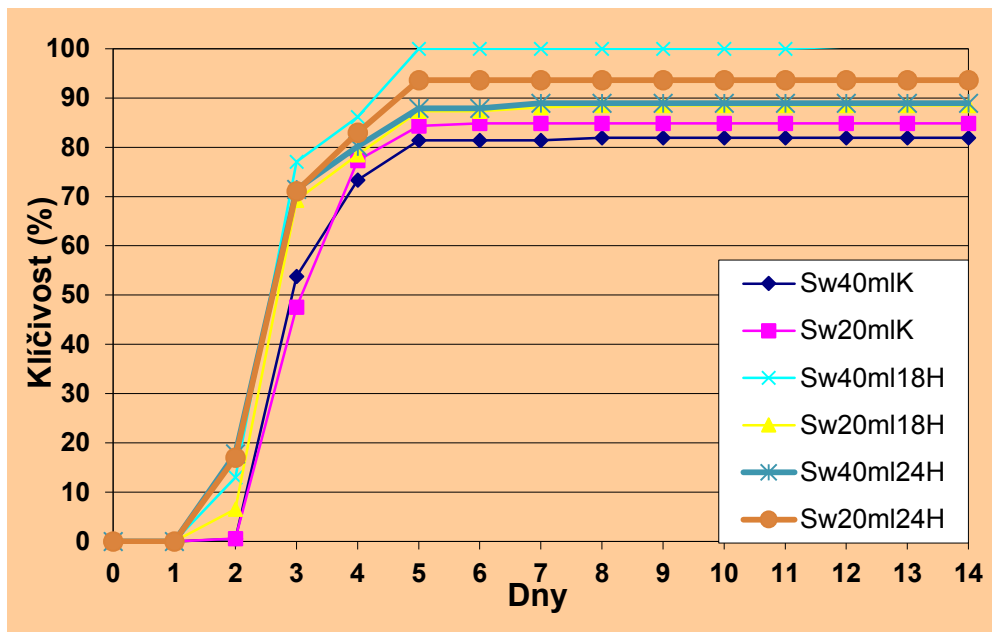
Graf č. 7. Klíčivost při hydrataci 20 a 40 ml, 18 a 24 h. Odrůda GK Emesse.



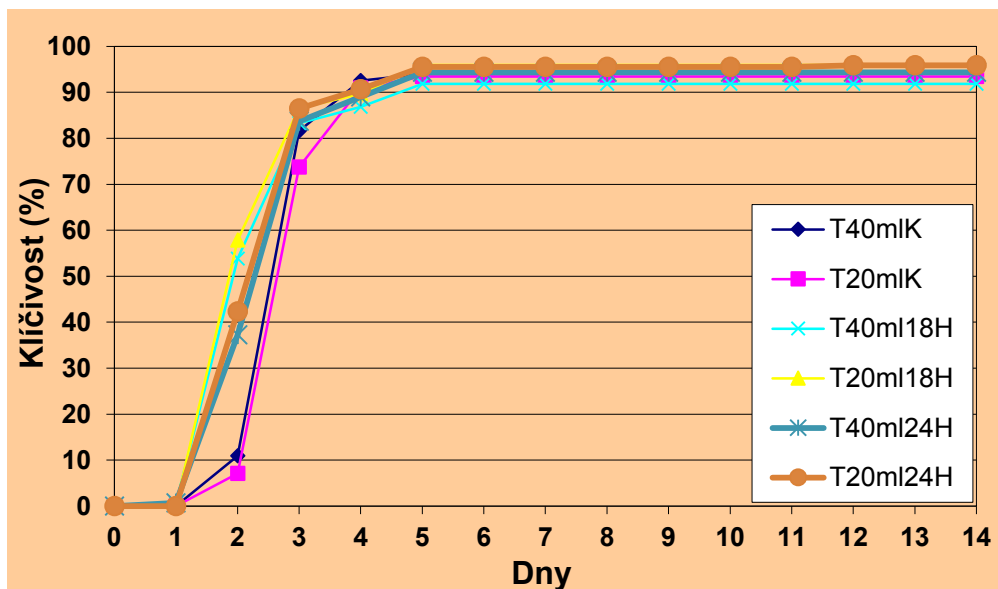
Graf č. 8. Klíčivost při hydrataci 20 a 40 ml, 18 a 24 h. Silo Gold



Graf č. 9. Klíčivost při hydrataci 20 a 40 ml, 18 a 24 h. Sweet Caroline.



Graf č. 10. Klíčivost při hydrataci 20 a 40 ml, 18 a 24 h. Tarzan.



## 10 Zkratky

**ABA** – kyselina abscisová. Fytohormon, který při vyšším množství inhibuje klíčení semen.

**ČZU** – Česká zemědělská univerzita.

**EU** – Evropská unie. Mezinárodní organizace sdružující evropské státy. Cílem je prohlubování a hospodářské a politické integrace členských zemí.

**GPS** ječmen – ječmen, který slouží k pícním účelům, sklízí se celé rostliny.

**HWT** – metoda ošetření semen (moření) horkou vodou (hot water treatment).

**HTS** – hmotnost tisíce semen, jeden z výnosotvorných faktorů u obilnin.

**ISTA** – mezinárodní asociace pro zkoušení osiv založena v roce 1924 v Cambridgi (International Seed Testing Association).

**n** – haploidní počet chromozomů, buňka obsahuje pouze jeden chromozom daného páru.

**SWP** – vodní potenciál půdy (soil water potential), energie, kterou půda poutá vodu, vztažená na jednotku vody.