

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra pícninářství a trávnickářství



Vliv termínu setí na růstové charakteristiky pícních čiroků

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Lucie Modlíková

Vedoucí práce: Ing. Pavel Fuksa, Ph.D.

© 2014 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv termínu setí na růstové charakteristiky pícních číroků" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11. dubna 2013

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Pavlu Fuksovi Ph.D. za vedení práce, rady a trpělivost.

Dále bych ráda poděkovala Ing. Zuzaně Tomšové a Ing. Janě Jirmanové za jejich rady a názory.

Vliv termínu setí na růstové charakteristiky píceňích čiroků

Souhrn

Čirok je jednoletá rostlina s vysokými nároky na teplo, patřící do čeledi lipnicovitých. Píceňí čiroky jsou pěstovány na siláž, senáž, zelenou hmotu či je možné porosty spásat.

Cílem práce bylo posoudit v polních podmínkách vliv termínu setí na vzcházení porostu píceňího čiroku ve vztahu ke klíčivosti osiva, která bylo stanoveno při definovaných teplotách v laboratorních podmínkách.

Na pokusném stanovišti v areálu České zemědělské univerzity v Praze byl v roce 2013 založen polní parcelový pokus s píceňím čirokem odrůdy KWS Zerberus. Pokus byl založen ve čtyřech termínech setí (29.4.; 13.5.; 28.5.; 11.6.) a ve čtyřech opakováních. V jedné variantě bylo zaseto 240 semen. Bylo hodnoceno množství nově vzešlých rostlin.

V pokusu bylo zjištěno, že počet vzešlých rostlin byl v rozpětí 24,6 – 45 %. Kde nebyl statisticky průkazný rozdíl.

V laboratorních podmínkách se prováděly testy klíčivosti semen píceňího čiroku. Pokus byl zakládán na Petriho miskách ve čtyřech opakováních. Pokusy se prováděly při teplotách odpovídajících teplotám v půdě v době zakládání polních pokusů, v 1. týdnu od vysetí. Teploty byly zjišťovány půdními teploměry. Pokus byl založen ve dvou klimaboxech, v prvním byly teploty nastaveny stálé (12, 13, 17, 22 °C) dle průměru prvního týdne polního pokusu. V druhém byly nastaveny teploty dynamické tj. střídající se po hodině a odpovídající reálným teplotám v půdě v hloubce 5 cm.

S vyššími teplotami se zkracovala střední doba klíčení i celková doba vyklíčení, které bylo v rozpětí 5 – 22 dnů. Při rostoucí teplotě se též zkracovala doba vyklíčení prvních semen, které bylo v rozpětí 1 – 4 dny. Celková klíčivost se pohybovala při všech teplotních režimech v rozpětí 90,8 – 95,5 %.

Klíčová slova: teplota, osivo, klíčení, vzcházení, morfologie

Effect of seeding term on the growth characteristics of forage sorghum

Summary

Sorghum is one-year plant, with high requirements about warmness, which belongs into the *Poaceae* family. Forage sorghum are being grown for the purpose of silage, haylage, green matter, or for the possibility of pasture.

The objective of this work is to evaluate an influence of sowing time on the germination of the forage sorghum crop in the field conditions, in the relation to the germination of the crop, which has been created in the laboratory conditions with defined temperature values.

In the experimental plot of the Czech University of Life Sciences in Prague, there was in 2013 estimated the field parcel experiment with a forage sorghum, of the KWS Zerberus type. The experiment was made in four sowing terms (29.4.; 13.5.; 28.5.; 11.6.) and in four repetitions. In one variant, 240 seeds have been sown. The amount of grown plants has been then rated.

In the experiment, it has been found, that the number of grown plants has been in the range of 24.6 – 45 %. There has not been statistically conclusive difference.

In the laboratory conditions, there were realized forage sorghum seeds germination tests. The experiment was based on the Petri dishes, in four repetitions. Experiments have been realized at temperatures, corresponding to the ground temperatures at the time of the field experiment starts, at the first week from sowing. Temperatures were measured by ground thermometers. The experiment has started in the two climate boxes, in the first box, temperatures have been set as constants (12, 13, 17, 22 °C) according to average temperature values in the first week of the field experiment. In the second one, temperatures were dynamic, i.e. alternating after one hour and corresponding to real temperatures in the ground, 5 cm deep.

With raising temperatures, mean germination time and the total germination time (which was in the range of 5 – 22 days) were shortening. Also the germination time of the first seeds, which were in the range of 1 – 4 days, was shortening. The total germination ranged of 90.8 – 95.5 % for temperature modes.

Keywords: temperature, seeds, germination, emergence, morphology

Obsah

1.	Úvod.....	9
2.	Cíl práce a hypotézy.....	10
3.	Literární rešerše.....	11
3.1.	Historie a původ čiroku.....	11
3.2.	Klasifikace čiroku.....	11
3.3.	Morfologická stavba čiroku.....	12
3.3.1.	Kořenová soustava.....	12
3.3.2.	Stéblo.....	12
3.3.3.	Listy.....	13
3.3.4.	Květenství.....	13
3.3.5.	Zrno.....	14
3.4.	Využití čiroku.....	14
3.5.	Požadavky čiroků na prostředí.....	15
3.5.1.	Teplota.....	15
3.5.2.	Voda.....	16
3.5.3.	Půda.....	16
3.6.	Agrotechnika.....	16
3.6.1.	Příprava půdy a setí.....	16
3.6.2.	Osevní postup.....	17
3.6.3.	Výživa a hnojení.....	17
3.6.4.	Regulace plevelů.....	17
3.6.5.	Choroby a škůdci.....	18
3.7.	Systém výroby osiva.....	18
3.8.	Produkční schopnost osiva.....	19
3.9.	Osivo čiroku.....	19
3.10.	Hodnocení osiva.....	19
3.11.	Vzcházení rostlin.....	20

3.12.	Klíčení semen.....	21
3.13.	Faktory ovlivňující klíčení.....	22
3.13.1.	Voda.....	22
3.13.2.	Kyslík.....	23
3.13.3.	Teplota.....	23
3.13.4.	Světlo.....	24
3.13.5.	Fytohormony.....	24
3.13.6.	Mateřská rostlina.....	24
3.13.7.	Posklizňové uskladnění.....	24
3.13.8.	Dormance.....	24
3.14.	Působení stresových podmínek na kvalitu osiva.....	26
3.14.1.	Stresy ve vegetativním období.....	27
3.14.2.	Stresy v generativním období.....	27
3.15.	Odolnost proti stresu.....	28
3.16.	Hodnocení klíčivosti.....	28
3.17.	Hodnocení vitality.....	29
4.	Metodika a materiál.....	31
4.1.	Charakteristika stanoviště.....	31
4.1.1.	Meteorologické podmínky.....	31
4.1.2.	Půdní charakteristika.....	32
4.2.	Popis zvoleného hybridu.....	33
4.3.	Polní pokus.....	33
4.4.	Sledování půdní teploty.....	35
4.5.	Laboratorní pokus.....	37
4.6.	Statistické hodnocení vzorků.....	38
5.	Výsledky.....	39
5.1.	Teploty v půdě.....	39
5.2.	Polní pokus.....	39
5.3.	Laboratorní pokus.....	41

6.	Diskuze.....	46
6.1.	Polní pokus.....	46
6.2.	Laboratorní pokus.....	47
6.2.1.	Denní klíčivost osiva.....	47
6.2.2.	Střední doba klíčení.....	48
6.2.3.	Celková klíčivost osiva.....	48
7.	Závěr.....	49
8.	Seznam literatury.....	50

1. Úvod

Čirok je jednoletá rostlina s vysokými nároky na teplo, patří do čeledi lipnicovitých. Jeho pěstování, jakožto kulturní plodiny, je známo již ze starého Egypta. Čirok je pátou nejčastěji pěstovanou obilninou. Jeho využití je různé a to od pícniny, potravy, tak na technické zpracování. Pícní čirok je pěstován na siláž, senáž, zelenou hmotu či je možné ho spásat. Pro produkci velkého množství zelené hmoty, se o něm v dnešní době často hovoří v souvislosti s výrobou bioplynu a to převážně v suchých oblastech, jelikož je proti suchu velmi odolný. Čirok má schopnost v suchu přejít do klidového stadia a při dostatku vláhy zase pokračovat v růstu.

Čirok má pomalý počáteční růst, je tedy z tohoto důvodu dobré při setí mít řádně odplevelenou půdu, ovšem po tomto období dochází k rychlému nárůstu. Má mohutný kořenový systém s rozsáhlým kořenovým vlášením. Kořen rostlinu velmi dobře upevňuje v půdě a chrání tak před silným větrem.

Výnos je závislý na klíčení semen a vzcházení rostlin. Je mnoho faktorů, které ovlivňují klíčení, mezi ně patří například voda, kyslík a teplota. Vzcháživost je pro pěstitelů důležitá, a to i její vyrovnanost. Polní vzcháživost totiž není závislá pouze na kvalitě osiva, ale také na kvalitě podmínek prostředí.

V diplomové práci je prezentován pokus zaměřený na porovnání polního vzcházení v závislosti na termínu setí. Dále se sledoval vliv teploty na dynamiku klíčení a celkovou klíčivost osiva v klimaboxu.

2. Cíl práce a hypotézy

Cíl práce

Cílem práce je posoudit v polních podmínkách vliv termínu setí na vzcházení porostu píce široku ve vztahu ke klíčivosti osiva, která bude stanovena při definovaných teplotách v laboratorních podmínkách.

Hypotézy

Termín setí ovlivňuje rychlost vzcházení.

Termín setí ovlivňuje celkový počet vzešlých rostlin.

Teplota a denní průběh teplot má vliv na dynamiku klíčení.

Teplota a denní průběh teplot má vliv na celkovou klíčivost osiva.

3. Literární rešerše

3.1. Historie a původ čiroku

Čirok je poměrně stará a tím i dlouhodobě využívaná plodina. Jeho pěstování je doloženo ze starého Egypta, kde ho využívali už jako plodinu kulturní (Hermuth et al., 2012). Jeden z prvních skutečných popisů čiroku pochází z Číny, datuje se do třetího století a byl nalezen v evidenci přírodních věd v Zhanghue, i když se nejedná o pravý druh čiroku. Definitivní záznam o čiroku se začal objevovat ve čtrnáctém století (Smith et Frederiksen, 2000). Do Evropy se dostal z Indie nejdříve do Itálie, ale poté byl čirok opomíjen, až se na něj zapomnělo. Znovu byl do Evropy dovezen Araby. Do Čech se nejspíše dostal ve 20. letech minulého století jako technický. Další vlna nastala pak až v 50. letech. Ovšem později byl čirok vytlačen kukuřicí, která se ve velkém využívá i nyní (Hermuth et al., 2012).

3.2. Klasifikace čiroku

Čirok je teplomilná obilnina využívána podle variet jako objemná pícnina, na technické zpracování či jako potrava. Rod čiroků (*Sorghum* Moench.) patří do skupiny vousatkovité (*Andropogoneae*), čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), podčeledi prosovitých (*Panicoidae*) (Hermuth et al., 2012). Čirok je pátou nejvýznamnější obilninou, po ječmenu, kukuřici, pšenici a rýži (Dendy, 1995).

Čirok se dělí podle praktického využití na čtyři variety (Hermuth et al., 2012).

- Čirok obecný (*Sorghum vulgare* var. *eusorghum*) – Jeho zrno má vysoký obsah bílkovin a škrobu a proto je zrno hlavním důvodem k jeho pěstování. Většinou mají tyto formy nižší vzrůst.
- Čirok technický (*Sorghum vulgare* var. *technicum*) – Zrno je u technického čiroku pouze vedlejším produktem. Pěstuje se hlavně pro silně vyvinutou latu, z které se vyrábí košťata a kartáče.

- Čirok cukrový (*Sorghum vulgare* var. *saccharatum*) – Používá se hlavně jako krmná a to hlavně silážní rostlina. Hlavním důvodem je šťavnatá dřev i v biologické zralosti zrna. Někdy se také používá lisovaná šťáva ze stébel a z té se poté vyrábí sirup, líh a jiné.
- Čirok sudánský (*Sorghum vulgare* var. *sudanense*) – Tento čirok je kvalitní píceinou. Používá se k energetickým účelům. Rostlina má tenké bohatě olistěné stébla a vytváří velké množství hmoty.

3.3. Morfologická stavba čiroku

Morfologická stavba je u všech čiroků skoro stejná. Pokud mají rostliny optimální klimatické a půdní podmínky, mají většinou mohutný vzrůst a jsou silně olistěny (Hermuth et al., 2012). Čirok se vyznačuje pomalým počátečním vzrůstem, ovšem po tomto období dochází k rychlému nárůstu (Hermuth, 2010). Existuje 10 fází růstu, které se mohou lišit v závislosti na odrůdě, termínu výsevu a klimatických podmínkách (Hermuth et al., 2012).

3.3.1. Kořenová soustava

Kořenový systém je mohutný s poměrně rozsáhlým kořenovým vlášením. To dává rostlinám možnost přijímat výživu z větší části půdy. Kořeny jsou hluboké až 140 – 170 cm a široké 60 – 120 cm. Z nejnižších nodů, mohou vyrůst za nepříznivých podmínek opěrné kořeny (Hermuth al., 2012). Tyto kořeny upevňují rostlinu velmi dobře v půdě, že ani při silném větru nepoléhá. Tento typ kořenů ovšem není schopen přijímat vodu ani živiny (House, 1985). Během klíčení se objevují primární kořínky a postupně odumírají, sekundární rostou z prvního nodu a ty jsou základem mohutného kořenového systému (Hermuth et al., 2012).

3.3.2. Stéblo

Stéblo u čiroku je tvrdé, silné, cylindrické, na povrchu je inkrustováno křemičitany. Má lesklý povrch a je zbarveno do různých odstínů. Výšku má rozdílnou a to od 1 do 2,5 metrů. Počet internodií závisí na délce stébla a pohybuje se od 5 až do 20 i více. Síla stébla je 1 až 3 centimetry a je závislá na hustotě výsevu a prostředí. Uvnitř stébla

je dřevina, která je do doby kvetení šťavnatá a sladká a po dozrání vysychá. Počet odnoží také není stálý a pohybuje se od 1 – 10ks (Špaldon et al., 1982; House, 1985).

3.3.3. Listy

Na rostlině čiroku jsou listy rozmístěny různě a to podle genotypu. Listy jsou široké a mohou mít šířku až 10 cm. Délka listů je různá a to od 40 do 80 centimetrů. Jsou pokryty voskovou vrstvou, která je zbarvuje do šedozelené. Čím lepší podmínky čirok má, o to se vyvíjí menší počet listů. V horších podmínkách má cca 30listů a v průměrných 16 (House, 1985). Poznávacím znakem čiroku je zbarvení středního nervu na listu (Špaldon et al., 1982). Střední nerv je zbarven do zelena nebo bíla (House, 1985). V současnosti existují odrůdy se zvýšenou stravitelností a ty mají nerv zbarven hnědě. Tyto odrůdy mají nižší obsah ligninu a to až o 40 – 60 % (Hermuth et al., 2012).

3.3.4. Květenství

Květenství čiroku je lata různé velikosti a tvaru. Je charakteristické pro téměř každou hospodářskou skupinu. Lata mohou být vzpřímené, ohnuté nebo nakloněné (Moudrý et al., 2011). Může být rozkladité nebo shloučené, délka se pohybuje mezi 4 a 25 centimetry a šířka 2 – 20 cm. Lata se skládá z klásek a ty vyrůstají vždy v páru. Každý klásek má v sobě dva kvítky a to jeden sterilní a druhý fertilní (Rooney, 2007). V každém kvítku jsou 3 tyčinky a 1 pestík, zbarvení prašníku přímo souvisí s barvou zrna. Čirok je většinou samosprašný, ale může se objevit nějaké procento cizosprašnosti a to podle typu květenství (Hermuth et al., 2012). U shloučených a poloshloučených je to do 10 %, u rozkladitých a otevřených až 60 % (Dogget, 1988). Kvetení začíná na vrcholu latic směrem dolů a většinou začíná v ranních hodinách (Rooney, 2007). Kvetení celé latic trvá různě a to podle podmínek prostředí 7 – 10 dní (Špaldon et al., 1982)



Obr. 1. Lata čiroku (naschov.websnadno.cz/cirok)

3.3.5. Zrno

Obilka je kulovitá a hmotnost tisíce zrn je 3 - 80 gramů. Pěstované odrůdy mají většinou obilku 2 mm širokou, 4 mm dlouhou a 2,5 mm silnou (Hermuth et al., 2012). Barvu má obilka bílou, šedou, červenou, a nebo hnědou a může se lišit podle projevených genů (Obilana, 2004). Výsevek na 1 hektar je přibližně 15 – 30 kg (Houba et al., 2002). Zrno čiroku obsahuje vitaminy B, A a E. Celá zrna se považují za zdroj hořčíku, železa, zinku a mědi (Dendy, 1995).

3.4. Využití čiroku

Zrnový čirok je důležitou potravinou pro lidi žijící v horkých a suchých tropech, protože poskytuje nejstabilnější potravu. Zvláště pro lidi na venkově. Například v Nigérii našel čirok uplatnění i v pivovarech jako je např; Heineken. A nealkoholický slad z čiroku je používán i ve firmě Nestlé (Rooney, 1992). V jižní Africe jsou většinou čiroky spojovány s výrobou piva (Taylor et Dewar, 1992). Rostliny čiroku cukrového se používají a zpracovávají celé. Vyrábí se z nich cukrový sirup, nebo se silážují a používají se jako krmivo. Jejich stébla obsahují po dozrání 80 - 90 % sladké šťávy, přibližně 15 % vlákniny, organické soli, gumu, protein, škrob a vosk. V našich podmínkách má problém s dosažením obsahu sušiny vhodné k silážování (Hermuth et al., 2012).

Montgomery et al. (1982) porovnávali proso, čirok a vigne. U prosa použili hybrid Millex 23, u čiroku Northrup King 300 (NK 300) a u vigne Big Boys. Tyto hybridy byly

vysety koncem května až počátkem června. A došli k závěru, že Millex 23 a NK 300 byly sklizeny 2,5 krát za rok, zatímco Big Boy pouze 1,6 krát. Mezi těmito třemi kulturami nebyl významný rozdíl v krmné stravitelnosti.

3.5. Požadavky čiroků na prostředí

3.5.1. Teplota

Čirok má vysoké nároky na teplotu, pro růst je optimální teplota 25 – 33 °C. Suma vegetačních teplot by měla činit minimálně 2500 °C. Nesnáší poklesy pod 10 °C. Nízké teploty zastavují růst, zhoršují opylení květů a vyvolávají žloutnutí listů (Moudrý et al., 2011). Momentálně se šlechtitelé snaží zaměřit na odrůdy s nižšími nároky na teplotu a k tomu slouží chladové komory (Hermuth et al., 2012).

Maulana a Tesso (2013) tvrdí, že jedním z hlavních abiotických omezení v produkci čiroku jsou ve Spojených státech nízké teploty. Účinek na klíčení, je dobře zdokumentován, naopak vlastnosti působení stresu u dospělých rostlin nejsou tak známé. Jejich experiment byl založen ve dvou teplotních režimech kde první přes den 15 °C, noc 13 °C, v druhém režimu den 25 °C, noc 23 °C. Podle výsledků u sazenice bylo zjištěno, že nízké teploty nemají zásadní vliv na jednotlivé složky výnosu a výšku rostliny. Oproti nim se zabývali Prasad a Djanaguiraman (2011) druhým stresovým abiotickým faktorem, a to vysokou teplotou. Ve výzkumu byly použity k porovnání teploty 32/22 °C, 32/28 °C (denní maximum/noční minimum), a to po dobu 10 dnů po vzniku laty. Při větších teplotách bylo zjištěno thylakoidní poškození buněčné membrány, snížení obsahu chlorofylu, transport elektronů atd.

Dále se dělala studie ve vztahu mezi dýcháním, klíčením, počátečním růstem sazenice, a to s ohledem na posouzení dýchání, jako jedním z možných pomocných znaků lepší tolerance rostliny k chladu. Pokus byl prováděn na dvanácti odrůdách čiroků z různého genetického prostředí při teplotách 5 – 30 °C. Výsledkem analýzy bylo zjištění, že dýchání rostlin je pozitivně spojeno s klíčením i počátečním růstem sazenice. Studie ukazuje, že dýchání může sloužit jako užitečné výběrové kritérium možné tolerance odrůd čiroků ve vztahu k chladu prostředí (Balota et al., 2010).

3.5.2. Voda

Čirok je velmi odolný vůči suchu, přičemž největší nároky má ve fázi sloupkování a metání, jelikož vytváří nejvíce organické hmoty (Hermuth et al., 2012). Koeficient transpirace u čiroku je přibližně 299 litrů na 1 kg sušiny (Petříková et al., 2006). Při velkém suchu mají rostliny čiroku schopnost přejít do latentního stavu a růst znovu pokračuje při dostatečných deštích (Zimolka et Podrábský, 2012).

3.5.3. Půda

Na druh půdy čirok není nijak náročný. Snáší i půdu mírně zasolenou. Nevhodné půdy pro pěstování jsou pouze studené a trvale zamokřené. Čiroky mají více kořenového vlášení, oproti kukuřici dvojnásobné množství na jednotku hlavních kořenů, které snižuje výpar. Čiroky se pěstují na různých druzích půd, od písčitohlinitých, až po těžké hlinité půdy. Ideální jsou pro pěstování čiroků půdy středně hlinité, s dostatečnou hlubokou a dobře zásobené živinami (Zimolka et Podrábský, 2012).

3.6. Agrotechnika

3.6.1. Příprava půdy a setí

Příprava půdy a hloubka pro setí čiroku může být stejná jako u jiných obilovin (Zimolka et Podrábský, 2012). Příprava je také závislá na půdních a klimatických podmínkách určité oblasti (Hermuth et al., 2012). Zpracování půdy se dělá podle předplodiny a může mít více variant. Po obilnině je to většinou podmítka a orba, čímž se zapraví chlévský hnůj a případně hnojiva. Pokud jsou půdní podmínky vhodné, zvážíme minimalizaci zpracování či variantu bez orby. Provádíme i jarní úpravu půdy a ta spočívá v omezení ztrát vody, snížení zaplevelení a vytvoření podmínek pro kvalitní založení porostu (Havlíčková et al., 2008).

Co se týče setí tak Hertmuth et al. (2012) uvádějí ideální vzdálenost mezi řádky 30 – 80 cm a vzdálenost rostlin v řádku 25 – 30 cm. Marsalis et al. (2009) uvádí, že nejlepší rozteče mezi řádky jsou vzdálené 15 – 50 cm, což je skoro o polovinu méně.

Vyseté množství se pohybuje od 15 do 30 kg.ha⁻¹, ovšem také závisí na účelu pěstování. Hloubka setí je 3 – 5 cm a velmi důležitým zásahem je rozrušovat půdní škraloup, který se vytváří hlavně po dešti. Doba výsevu je důležitá především v okrajových oblastech,

kde nebezpečí poškození nízkými teplotami je větší (Hermuth et al., 2012). Stražil (1999) uvádí, že optimální hloubka setí je 2 - 4 cm.

3.6.2. Osevní postup

V osevním postupu zařazujeme čiroky na vyhnojené půdy, pokud možno i odplevelené, abychom ochránili rostlinu v době pomalého počátečního růstu, kdy plevel roste rychleji. Čirok nemá zvláštní nárok na předplodinu (Hermuth et al., 2012). Do osevního postupu se čirok zařazuje většinou po obilninách (hlavně po ozimé pšenici), také jako hlavní plodina po okopaninách (Zimolka et Podrábský, 2012) a také po luskovinách. Čiroky jsou také dobrou předplodinou pro jarní obiloviny a i jiné technické rostliny, ale jinak se jako předplodina moc nepoužívá, jelikož odčerpá hodně vláhy a živin (Hermuth et al., 2012).

3.6.3. Výživa a hnojení

Čirok je náročná plodina na příjem živin. Potřeba živin je ovlivněna výnosem suché hmoty z určité plochy. O potřebě hnojení rozhoduje momentální obsah živin v půdě. Doporučené dávky jednotlivých živin jsou: dusík 140 – 160 kg.ha⁻¹, oxid fosforečný 60 – 80 kg.ha⁻¹, oxid draselný 120 – 150 kg.ha⁻¹, vápník 30 – 50 kg.ha⁻¹, hořčík 15 – 30 kg.ha⁻¹. Je dobré používat hnojiva s pomalým a dlouhodobým působením, protože čirok přijímá živiny na začátku velmi pomalu. Ve fázi od 3. - 4. listu až do vymetání je potřeba velké množství dusíku a draslíku. Spotřeba fosforu je největší ve fázi kvetení, zato vápníku až v pozdějším vegetačním období (Hermuth et al., 2012). Podle Lipinsky et Kresovich (1980) čiroky mohou růst i na chudých půdách. Pokud chceme použít organické hnojivo, je nejvhodnější používat chlévský hnůj, a to v dávkách 30 – 50 t.ha⁻¹. U vícesměrných pícních čiroků je možné aplikovat tekutá organická hnojiva v létě, nedochází potom k vyplavování látek během odtoku na jaře (Kilcer et al., 2005). Při pěstování je výhodné dodání části dusíku ve formě statkových hnojiv (Zimolka et Podrábský, 2012).

3.6.4. Regulace plevelů

Před setím čiroku je vhodné pole vyčistit totálním herbicidem, v případě potřeby ošetřit během vegetace, pak lze použít běžné přípravky, např. na bázi MCPA. V případě rizika zaplevelení ježatkou, se nejvíce osvědčilo preemergentní aplikování Gardoprim Plus Gold

v dávce do 4 l.ha⁻¹ (Zimolka et Podrábský, 2012). Doporučovaný je pozdní termín setí čiroku, jelikož dovoluje odstranit plevele, které už vzešly před setím. Likvidaci plevelů plečkováním za vegetace je třeba provádět mělce, kvůli mělké kořenové soustavě čiroku. Pro preemergentní a postemergentní aplikaci se většinou využívají herbicidy na bázi S-metolachloru a terbuthylazinu (Kuthan, 2012). Když se čirok rozroste tak, že zakryje půdu, nemusí se dále ošetřovat, jelikož konkuruje plevelům sám. Proto je vhodné pěstovat čirok i v zemědělství bez používání pesticidů (Hermuth et al., 2012).

3.6.5. Choroby a škůdci

Na čiroku se mohou vyskytnout mšice. Jejich přímá škodlivost není v našich podmínkách vysoká, ale mohou být přenašeči chorob. A to zejména virus mozaikové zakrslosti. Největší problémy mohou způsobit hlavně na vzházejících porostech drátovci (*Elateridae*), případně některé larvy motýlů, například osenice. Těmto škodám lze zabránit mořidly s insekticidním účinkem. Větším problémem mohou být v některých oblastech půdní nematody, proti kterým ochrana mořením není účinná (Kuthan, 2012). Na listech se může vyskytovat rez čiroková, která se projevuje na spodní straně listů. Na čiroku také parazituje několik různých snětí a to krytá sněť čiroku, prašná sněť čiroková. Čirok mohou také napadat různé houby. Rostliny a to zvláště mladé jsou okusovány larvami kovařika nebo larvami chrousta obecného (Hermuth et al., 2012).

3.7. Systém výroby osiva

Kvalitní osivo je základ pro úspěch rostlinné produkce. Do kvality osiva počítáme také ochranu před chorobami, které se jím přenáší. Výroba osiva se v posledních letech dost změnila a to kvůli novějším technologiím, tlakem konkurence, globalizaci. První částí ve výrobě osiva je šlechtění (Váňová, 2009). To se podílí na zvýšení produkce, zlepšuje kvalitu, ale také cenu. Může přinášet nové stresu odolné materiály, s lepšími nutričními hodnotami, hybridní či s GM materiály, existují ovšem konzumenti zamítající konzumovat geneticky modifikované plodiny (King, 1999). Druhou částí ve výrobě osiva je výrobce osiva, kde nezastupitelnou součástí je i státní správa, která garantuje řadu požadavků, které jsou určené výrobcům. Třetí částí je producent osiva, který je zodpovědný za dodanou kvalitu osiva (Váňová, 2009).

3.8. Produkční schopnost osiva

K nejdůležitějším semenářským znakům osiva je vysoká klíčivost, dobrý zdravotní stav, polní vzházivost či rychlost a vyrovnanost vzházení. Konečným cílem je vždy výnos porostu a ekonomické parametry. Rozhodně není výhodné šetřit náklady na kvalitě osiva. Do produkční schopnosti patří jak vztah klíčivosti a vitality osiva k produktivitě porostu, tak i význam velikosti semen (Houba et al., 2002).

3.9. Osivo čiroku

Semeno je rozmnožovací orgán rostlin. Za normálních podmínek se vyvíjí z oplozeného vajíčka a k základním složkám semene patří embryo, endosperm (vnitřní bílek), perisperm (vnější bílek) a perikarp. Embryo je zárodek, který vzniká z haploidní vaječné buňky, která je oplozená haploidní generativní buňkou pylové láčky. Testa je osemení a vzniká přeměnou vaječných obalů. Její fyziologický význam je ovlivňování propustnosti pro vodu a plyny (Houba et al., 2002). Hlavní funkcí semene je přečkat nepříznivé období, vyklíčit až po nějakém určitém čase a tím zajistit pokračování druhu (Henry et Kettwell, 1996).

Souza et al. (2009) studovali ve výzkumu vliv skladování v klimatizovaném prostředí na fyziologickou kvalitu osiva čiroků, které byly sklizeny s různým obsahem vlhkosti (20 %, 18 %, 14 % a 11 %). Skladovány byly 10, 22 a 28 měsíců. Změny byly hodnoceny zkouškou vzházivosti, vitality a chladovým testem. Došli k závěru, že pokud sklizeň proběhla za větších vlhkostí, fyziologická kvalita těchto semen se snížila, ale klíčivost zůstala v normě a to do 28 měsíců.

3.10. Hodnocení osiva

Kvalitní osivo je důležitým faktorem rozhodujícím o úspěchu pěstování plodin. Ovlivňuje výslednou ekonomiku pěstované plodiny, produkční schopnost založeného porostu, ale často také kvalitativní parametry produkce. Což v praxi znamená, že se podílí na kvalitě založeného porostu a jeho vliv na růst a vývoj rostlin přetrvává ještě po určitou dobu vegetace (Pazderů et Hosnedl, 2008).

Pazderů (2009) uvádí, že pojem kvalita osiva nemá jednoznačnou definici. Dle norem je kvalitním osivem to, které splňuje předepsanou klíčivost (parametry). Podle uživatelů těchto osiv se ale může jednat o pojem jiný. Uživatel chce takové osivo, které jednotně a rychle klíčí a umožní založení optimálního porostu.

Chloupek (2009) uvádí, že kvalitu osiva lze zlepšit optimalizací pěstebních podmínek či šlechtěním. Houba et al. (2002) uvádí základní znaky kvality osiv tabulkou 1.

Ztráty kvality osiva	Způsob ověřování
1. Pravost (identita) druhu a odrůdy	1. polní přehlídky 2. vegetační zkoušky 3. <i>laboratorní zkoušení</i>
2. Čistota odrůdy	1. polní přehlídky 2. vegetační zkoušky 3. <i>laboratorní zkoušení</i>
3. Fyzikální vlastnosti osiva: analytická čistota, klíčivost, obsah vlhkosti, zdravotní stav a další znaky	1. laboratorní zkoušení 2. <i>polní přehlídky a vegetační zkoušky (vizuální hodnocení zdravotního stavu)</i>

Tab.1. Základní znaky kvality osiva (Houba et al., 2002)

3.11. Vzcházení rostlin

Pro pěstitele je rozhodující kritérium polní vzcháživost a její vyrovnanost. Vztah porostu závisí nejen na vnitřní kvalitě semen, ovšem také na kvalitě podmínek prostředí a ty se často liší od požadovaného optima. Význam mají také fyzikální a agrochemické vlastnosti půdy. Faktory polní vzcháživosti osiva nejsou úplně rozdílné od faktorů ovlivňující klíčení. Při výpočtu výsevku by měl být zohledněn polní faktor. Ten lze vyjádřit indexem polní vzcháživosti tj. podíl semen, které v daných podmínkách vzejdou z celkového počtu vysetých klíčivých semen. Ten za dobrých podmínek může být index 0,9, což odpovídá 90 % (Hosnedl, 2003).

V tabulce č. 2 je zobrazeno porovnání doby vzcháživosti s teplotou půdy.

Teplota	Vliv na klíček	Vliv na vcházení	Očekávaná doba vcházení
12 °C	Pomalé klíčení, časté napadení klíčku a semene půdními nemocemi	Pomalé vcházení, mnohočetný výskyt půdních nemocí	>14dní
15 °C	Uspokojující klíčení	Lepší vcházení, méně silnější výskyt půdních onemocnění	7 – 12 dní
16 °C	Relativně rychlé klíčení	Dostatečně rychlé vcházení	5 – 7dní
18 °C	Rychlé klíčení	Dobré a rychlé vcházení	
20 °C	Ideální klíčení	Nepřerušeno vcházení	

Tab. 2. Porovnání vcházivosti s teplotou půdy (KWS, 2014)

3.12. Klíčení semen

Graman et al. (1996) uvádí, že klíčivost je schopnost semen poskytovat v optimálních podmínkách normálně vyvinuté klíčence za stanovenou dobu, u nichž se očekává, že i v méně příznivých podmínkách se vyvinou normální rostliny. Sychra (2002) říká, že klíčivost je procentuálně vyjádřený počet klíčků schopných dalšího vývoje. Lhotská et Kropáč (1985) tvrdí, klíčení je vlastně počátkem života nového jedince. Je to složitý fyziologický proces, při němž je potřeba dostatečné množství vody, tepla a kyslíku, ale u mnohých druhů i dostatek světla a jiných faktorů. Chloupek (2000) uvádí, že do výpočtu klíčivosti se nepočítají klíčenci, kteří jsou poškození a semena, která nejsou živé či jsou v dormanci.

Z fyziologického hlediska začíná klíčení semen, když přijme vodu a ukončí se prodlužováním embryonální osy. Mezi klíčení patří různé složité biochemické, fyzikální a biologické procesy, jejich vlivem se embryo transformuje z klidu do stadia se schopným metabolismem k životu (Houba et al., 2002). Pazderů (2009) říká, že významné snížení výnosu může být způsobeno právě špatně klíčivým osivem.

Psota et Šebánek (1999) uvádějí, že fyziologický proces klíčení začíná příjmem vody do semene a končí počátkem prodlužování kořínku. Do pojmu klíčení podle nich patří i počáteční etapy zvětšování embrya, jelikož právě to umožňuje spolehlivě poznat, jestli proces klíčení v určitém semeni či obilce došel ke svému naplnění. Jak uvádí Bláha (2010), proces klíčení se skládá ze tří fází. První anaerobní fáze trvá 24 – 36 hodin, podle této délky se ovlivňuje vitalita a tím i rychlejší zakořenění. Druhou fází je aerobní dýchání kde začíná růst kořínků, pro který je důležité prodlužování buněk. Za třetí fází je považován transport látek což je transport do klíčícího embrya přes štítek a tím rostlina roste.

Ranal et Santana (2006) uvádějí, že klíčení lze díky vysoké rozmanitosti matematických výrazů měřit a to pomocí času, rychlosti, homogenitě atd. Toto není důležité pouze pro sadbové technologie, ale také pro ekology, jelikož je možné předpovědět stupeň úspěšnosti druhu. Metody jsou například zaměřeny na okrajové časy a to čas prvního vyklíčení ze vzorku a čas posledního vyklíčení. Je také možné sledovat dobu kdy je nejvíce naklíčených semen, ovšem to je nedostačující pokud jsou k dispozici semena s dvěma vrcholy klíčení.

3.13. Faktory ovlivňující klíčení

3.13.1. Voda

Klíčení jako biologický proces potřebuje určité podmínky, které jsou charakteristické pro každý druh. Jeden z nejdůležitějších faktorů, které klíčení ovlivňuje, je voda. V první fázi semeno přijímá vodu a zvětšuje svůj objem (Procházka et al., 1998).

Voda je nezbytná pro aktivování enzymů jejich pohyb a uchování pro další použití (Copeland et McDonald, 1995).

Jak Houba et al. (2002) uvádějí první fáze klíčení je bobtnání. Až do druhé fáze semena většinou nereagují. Pokud dojde k přerušení pochodu klíčení, nemusí vždy dojít k porušení klíčku. Například pokud vyschne, může znovu nabobtnat a pokračovat v růstu.

Jestliže je klíčení už propojeno s růstem klíčků a buněčným dělením, následnou poruchu klíčení už neovlivníme.

Procházka et al. (1998) říkají, že největší úroveň hydratace je v embryu. Jak v něm stoupne obsah vody nad 60 %, začnou se v semeni aktivovat metabolické systémy.

3.13.2. Kyslík

Energie nenahraditelná pro klíčení je získávána při oxidační fosforylaci. Kyslík je tedy pro klíčení nezbytnou součástí (Procházka et al., 1998).

Houba et al. (2002) udávají, že na počátku klíčení silně roste spotřeba kyslíku. Když se jedná o půdní prostředí, může klíčení a dormanci ovlivnit zároveň s kyslíkem i CO₂ a etylén, kteří se v půdě shromažďují. Množství kyslíku v půdě se pohybuje od podmínek aerobních až k podmínkám anaerobním. Za normálních podmínek kyslík v půdním vzduchu neklesne pod 19 %, ale při nesprávné agrotechnice a utužení půdy se obsah kyslíku v půdě může snížit až na méně než 1 %.

3.13.3. Teplota

Teplota je důležitá při klíčení semen podobně jako při celkovém růstu (Procházka et al., 1998). Čirok je C4 rostlina, což znamená, že dokáže vázat vzdušný kyslík efektivněji než jiné rostliny a proto jsou pro něj typické teplejší oblasti (KWS, 2014). Teplotní optimum je pro většinu semen od 15 °C do 30 °C. Kvalitnější semena dokážou klíčit při větším rozpětí teplot, než ty semena, co mají kvalitu nižší (Houba et al., 2002).

Houba et al. (2002) dále uvádějí, že nízké teploty mohou klíčení zpomalit, ale mohou být využity i k odstranění dormance, a tím uvolňovat klíčivost. V některých případech můžou i klíčení urychlovat, a to pokud je na začátku klíčení potřeba snížených teplot.

Kader (2006) zkoumal rozdíly v reakci osiva při různých inkubačních teplotách při ošetření osiva hormonálními a minerálními přípravky. Výzkum probíhal za teplot v rozmezí 10 – 35 °C. Inkubační teploty se střídaly stejně jako velikost a rozsah denních teplot. Další část experimentu tvořil třídní teplotní gradient, především jeho vliv na klíčení semenáčků a jejich charakteristik. Všechny režimy se kombinovaly s různými hormonálními a minerálními ošetřeními osiva. Bylo zjištěno, že teplota neovlivňuje počet vyklíčených semen. Ovlivňuje rychlost klíčení osiva čiroku, a to hlavně při větším rozptylu v denní a noční teplotě.

3.13.4. Světlo

Světlo je důležitý zdroj energie. Není většinou podmínka pro klíčení. Existují semena, která klíčí rychleji na světle než ve tmě, ale ne všechna semena ke klíčení světlo potřebují. Podle toho se rozdělují druhy na kladně fotoblastické - světlo klíčení stimuluje a na záporně fotoblastické světlo klíčení inhibuje (Procházka et al., 1998).

Graman et al. (1996) uvádějí, že světlo je významný činitel, jelikož většina druhů klíčí závisle na světle.

Procházka et al. (1998) uvádějí, že klíčení ovlivňuje červená i modrá oblast viditelného záření, z nichž větší význam má červená složka.

3.13.5. Fytohormony

Psota et Šebánek (1999) uvádějí, že na procesu klíčení se významně podílejí rostlinné hormony neboli fytohormony. Fytohormony řídí u obilnin klíčení, dormance a tvorby hydrolytických enzymů. Pro klíčení a skladování jsou všechny tyto procesy podstatné, a to z důvodu, že rozhodují o rychlosti a homogenitě klíčení.

Houba et al. (2002) uvádějí, že fytohormony se dále účastní řízení klíčení a prvních fází růstu klíčících rostlin.

3.13.6. Mateřská rostlina

Obecně může být klíčivost semen ovlivněna tím, kde se zrající semeno nachází v rámci květenství, květu nebo plodu, ale také stářím mateřské rostliny v době indukce kvetení a v době zrání semene. Někdy semena po odloučení od mateřské rostliny neklíčí a to i při vhodných vnějších podmínkách a to proto, že nemají ještě dobře vyvinuté embryo (Procházka et al., 1998).

3.13.7. Posklizňové uskladnění

Chloupek (2008) uvádí, že klíčivost výrazně prodlužuje nízká teplota, nízký obsah vody v semenech a nízký obsah kyslíku.

3.13.8. Dormance

Dormance je vrozenou vlastností semen preventivně zastavit růst, je ovlivněna působením okolního prostředí už při dozrávání na mateřské rostlině, i po opadu. Dormance

je výsledkem působení přírodních vlivů a nepříznivých období na rostliny tam, kde probíhal jejich fylogenetický vývoj (Šebánek et al., 1983). Suchá semena mohou snést teploty, jak pod bodem mrazu, tak i dlouhodobé sucho (Miko et al., 1998).

Lhotská et al. (1985) uvádí, že ani ve vhodných podmínkách pro klíčení nemohou všechny rostlinné druhy klíčit hned, nebo za krátkou dobu potom, co tyto podmínky nastanou. Nejdříve v nich musí proběhnout složité fyziologické, morfologické či jiné změny. Potom lze hovořit o klíčním odpočinku semen neboli dormanci. Dormance je důležitou biologickou vlastností semen a plodů. Díky dormanci je rostlinám umožněno, aby nepříznivá roční období přečkaly. Zabraňuje, aby diaspory vyklíčily už na mateřské rostlině, aby klíčící rostliny nezaschly během sucha, nebo nezmrzly během zimy. Je to jedna z vlastností rostlin, která přispívá k zachování různých druhů.

a) Primární dormance

Primární dormance je vyvolána už v průběhu vývinu semene, jako součást dozrávání. Prakticky se projevuje až po sklizni tím, že semena neklíčí a to bez ohledu na vhodnost podmínek (Miko et al., 1998).

Houba et al. (2002) uvádějí, že příčiny dormance primární mohou být exogenní a endogenní podmínky.

Exogenní dormance

Příčinou bývají většinou semenné obaly. Je vyvolána, pokud nejsou semenu přístupné základní složky jako voda a kyslík. K faktorům patří zábrana příjmu vody, což nejčastěji způsobují tvrdá semena a to je způsobeno buď druhem, odrůdou tak i na podmínkách prostředí při dozrávání. Dalším faktorem je zábrana výměny plynů a odvodu inhibičních látek z embrya, ta je nejdůležitější propustnost vzduchu, který je potřeba ke klíčení. Existují i způsoby na odstranění exogenní dormance a to v přírodě třeba činností mikroorganismů či půdní kyselostí, nebo úpravou semen (mechanicky, chemicky, selektivní enzymy) (Houba et al., 2002).

Endogenní dormance

Shodně Houba et al. (2002) a Procházka et al. (1998) uvádějí, že endogenní dormance je dána vlivem na druh a odrůdu a jsou tedy vrozené. Vyvolávají ji podmínky,

ve kterých se osivo vyvíjelo a dozrávalo, jako například obsah vláhy v průběhu zrání, délka dne, pozice semen na rostlině, či stáří mateřské rostliny.

Osivo odebrané z mateřské rostliny neklíčí, jelikož má vyšší obsah inhibičních fytohormonů jako například kyseliny abscisové, jasmonové, či deriváty kumarinu (Procházka et al., 1998).

Endogenní dormance se může odstranit a to například vyluhováním látek způsobující dormanci, odstranění osemení nebo skarifikace, teplotní ošetření a ošetření fytohormony (Houba et al., 2002).

b) Sekundární dormance

Vyskytuje se hlavně u semen, které jsou dány do nevhodných podmínek pro klíčení, při nedostatku kyslíku, nevhodné teplotě, vodním stresu, neoptimálních světelných podmínkách, až tmě. Jde tedy říci, že se jedná z větší části o vznik jako termodormance nebo fotodormance (Houba et al., 2002).

3.14. Působení stresových podmínek na kvalitu osiva

Největší ekonomické škody v zemědělství způsobují abiotické stresory, jimiž jsou teplo, chlad, sucho a zasolení. Ovlivňují rostlinu různými způsoby a působí po celém světě. Stresory ovlivňují osivo a kvalitu už na mladé rostlině. Produkováno osivo ve stresu se pak nikdy nemohou vyrovnat kvalitě osiva z vhodných podmínek (Bláha et al., 2010). Jak vyplývá z tabulky 3 vliv podmínek prostředí na vlastnosti semen je značný.

Copeland et McDonald (1995) uvádějí, že stresové podmínky, jakož to hlavně vysoká teplota, se projevuje horší klíčivostí semen, ztrátou vitality, a ta vede k omezení vzházení a růstu rostlin.

Procházka et al. (1998) pojem stres vysvětlují jako slovo používané pro označení stavu, kdy je rostlina pod vlivem stresorů neboli stresových faktorů, což jsou nepříznivé vlivy vnějšího prostředí, které rostlinu ohrožují. Zpomalují rostlině nejen životní funkce, ale poškozují také jednotlivé orgány a mohou způsobit až jejich úhyn. Přitom stresové faktory nelze jednoduše definovat, jelikož jde spíše o shrnutí různých příčin.

Výsledek stresových faktorů je také závislý na intenzitě a také délce působení na jednotlivou rostlinu. Jaké má rostlina genetické předpoklady v podobě adaptačních schopností. Rostlina může získat určitou odolnost pod vlivem stresu, a to jak trvalou tak přechodnou (Procházka et al., 1998).

Varianta	Délka obilky	Šířka obilky	Délka embrya	Šířka embrya
Kontrola	100 %	100 %	100 %	100 %
Nízká teplota	98,5 %	103,8%	100 %	92,6 %
Sucho	98,6 %	96,5 %	100,6 %	94,4 %
Sucho a vysoká teplota	96,1 %	77,5 %	97,7 %	85,9 %
Sucho a nízké pH (4,5)	96,5 %	98,2 %	98,3 %	92,5 %
Sucho, nízké pH a vysoká teplota	82,6 %	61,5 %	82 %	71 %

Tab. 3. Vliv abiotických stresorů na morfologické vlastnosti semen (Bláha, 2010)

3.14.1. Stresy ve vegetativním období

Ve vegetativním období, teplotní a vláhové stresy jsou méně problémové, jelikož přímo minimálně ovlivňují kvalitu osiva, horší jsou ale při reprodukčním období. Ovšem vlivy nepřímé jsou možné a to jako špatně vyvinuté či přehuštěné a přerostlé porosty. Takže ve vegetativním období je důležitý vliv nepřímý a na ten se musí brát zřetel například v agrotechnice, jelikož takto poškozené porosty často polehávají a jsou méně odolné proti infekčním chorobám (Houba et al., 2002).

3.14.2. Stresy v generativním období

V generativním období je hodně důležitý stav porostu po zdravotní stránce. Stresy způsobené počasím se na kvalitě klíčení a vitalitě mohou projevit různými způsoby. Teplotní a vláhové podmínky jsou nejdůležitějšími v konečném stadiu dozrávání, kdy ovlivňují vysychání semen. Předpoklady semen k zvládnutí stresu v době jejich vývinu jsou různé. Rozhoduje jak délka působení stresových podmínek, tak i fáze vývinu semen, ve které se stres

vyskytuje. Stresy snáší každá odrůda i druh plodiny jinak. Pokud je stres ve fázi kvetení neovlivňuje pouze tvorbu pylu, ale také funkci blizen a má tedy přímý vliv na výnos (Houba et al., 2002).

3.15. Odolnost proti stresu

Rostliny jsou organismy, které nejsou schopny pohybu. Kromě regeneračních schopností mají také úspěšné mechanismy, které je chrání, před negativními vlivy okolního prostředí. Rostliny na stresy často reagují hromaděním metabolitů v buňkách a tím se chrání před ztrátou buněčné vody. Buněčná voda se ztrácí díky slanosti, chladu a suchu (Strnad et al., 1999).

Na světě je v současné době používáno více než 400 přírodních nebo syntetických látek. Tyto látky se snaží omezit špatný vliv abiotických i biotických stresorů na rostliny (Bláha et al., 2010).

3.16. Hodnocení klíčivosti

Hosnedl (2003) uvádí, že základním kritériem kvality osiva je procento klíčivosti.

Graman et al. (1996) říkají, že mezi základní znaky kvality osiva patří vysoká klíčivost, a ta je vyjádřena vyklíčenými semeny za určité období z celkového počtu semen zkoušených v optimálních vlhkostních a teplotních laboratorních podmínkách. Tedy udává podíl životaschopných semen a vyjadřuje se v procentech.

Hlavními požadavky na test klíčivosti jsou nízká cena, uniformita, objektivita, rychlost, reprodukovatelnost a dobrá vysvětlitelnost (Houba et al., 2002).

Graman et al. (1996) dále uvádějí, že podíl neživotaschopných a neklíčivých semen představuje v osivu pokaždé vyšší náklady potřebné na krytí zvýšených výsevků. Příčiny snížení klíčivosti osiva mohou být různé. Jsou to například poruchy ve vývinu semen v souvislosti s nedostatky v oplodnění, povětrnostní podmínky, nevyrovnané zrání, skladování, poškození semen při sklizni a v neposlední řadě i zákroky při posklizňovém zpracování a ošetření apod.

Podle Houba et al. (2002) není test klíčivosti rychlý ani laciný.

Graman et al. (1996) uvádí, že mezi testy klíčivosti patří například:

- Chladový test - což je zkouška v podmínkách s nízkými teplotami (6 °C), lůžko je tvořeno papírem, který je zasypaný slabou vrstvou zeminy z pole.

- Biochemická zkouška životaschopnosti - používá se k orientačnímu stanovení klíčivosti z důvodu rychlosti a podstata zkoušky je barevná reakce redukčních pochodů probíhajících v živých buňkách.
- Zkouška vzcházivosti a vitality osiva.

Pazderů (2009) uvádí, že hodnota klíčivosti udává maximální možný potenciál semen. V pěstitelské praxi, když budeme mít osivo s vysokou klíčivostí, nemusí být dosaženo nejlepších výsledků a to vlivem podmínek prostředí.

Fuksa et al. (2011) prováděli testy klíčivosti na čiroku, kde se použily různé teplotní režimy. Použity byly teploty stálé a to 40 °C a 20 °C a dva střídavé kde 8 hodin byla teplota 20 °C a poté zvýšena na 40 °C. Druhý střídavý kde 16 hodin byla teplota 20 °C a poté 40 °C. Při stálé teplotě 40 °C měli všechny hybridy energii klíčení po 24 hodinách v rozpětí 67,5 – 81,5 %. Při teplotách střídavých se procenta snížila, a při stálé teplotě 20 °C po 24 hodinách žádná semena nevyklíčila. Další testy klíčivosti prováděli Fuksa et al. (2013) u pěti různých hybridů čiroků při teplotách, od 5 do 50 °C, vždy po rozdílů pěti stupňů. Hodnocena byla střední doba klíčení, celková klíčivost a dynamika klíčení. Střední doba klíčení se v průměru prodlužovala s klesající teplotou, kde průkazně vyšší hodnoty byly zjištěny při teplotách 10, 15 a 20 °C ve srovnání s teplotami 25 – 40 °C. Klíčení semen všech hybridů bylo v rozmezí 10 – 40 °C, jelikož při 5 a 50 °C nevyklíčil žádný z testovaných hybridů. Celková klíčivost semen se v těchto pokusech pohybovala v rozpětí 88,7 – 91,5 %, při 15 – 35 °C.

3.17. Hodnocení vitality

Vitalita osiva je podle Mezinárodní organizace pro zkoušení osiv (ISTA) souhrnem všech vlastností osiva, které určují míru aktivity a schopnosti osiva (nebo dávky osiva) v průběhu klíčení a vzcházivosti (Graman et al., 1996).

Termín vitalita je v současné době hodně používaný, a to i přesto, že je obtížně definovatelný, jelikož má relativní hodnotu. Jedná se v podstatě o přirozenou vnitřní sílu zdravých semen, která zabezpečuje rychlé klíčení po zasetí a jeho dokončení i za různých přírodních podmínek (Houba et al., 2002).

Chloupek (2008) říká, že vitalita je předpokladem semene pro rychlé a uniformní vzejití a vývoj normálního semenáčku za různých polních podmínek.

Pazderů (2009) uvádí, že jeden ze základních údajů pro posouzení skutečné kvality osiva by měla být kromě klíčivosti, také vitalita.

Graman et al. (1996) uvádějí, že ke zkouškám vitality patří mimo jiné chladový test tzv. Hilterova zkouška, která vzchází v cihlové drti, konduktometrické metody, které jsou založené na elektrické vodivosti výluhu ze semen, zkouška urychleného stárnutí a další. Po porovnání s laboratorní klíčivostí jsou výsledky zkoušek většinou spíše nepříznivé.

Pazderů (2009) uvádí, že hodnocení vitality osiv jako doplňkového ukazatele kvality osiv je prestižní záležitostí, na kterou se postupně orientuje stále více světových firem zaměřených na semenářství, kteří chtějí získat konkurenční výhody.

Hlavní příčina ztráty vitality je poškození buněčných membrán, určitým mechanickým poškozením, ale i biochemickými změnami (Chloupek, 2009).

Nejvyšší vitalitu mají semena v období fyziologické zralosti, to je když se semeno odděluje od mateřské rostliny (Chloupek, 2008).

Hosnedl (2003) uvádí, že u osiva, které má podlimitní klíčivost, můžeme vždy počítat pouze s nízkou vitalitou.

4. Metodika a materiál

4.1. Charakteristika stanoviště

Experiment s jedním hybridem pícího čiroku - KWS Zerberus byl založen 29. dubna 2013 na demonstračním poli Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Praze. Stanoviště se nachází v řepařské výrobní oblasti, v nadmořské výšce 286 m n.m (50° 08' s.š., 14° 22' v.d.).

4.1.1. Meteorologické podmínky

Toto demonstrační pole spadá podle agrometeorologických charakteristik do mírně teplé a převážně suché klimatické oblasti. Průměrný roční úhrn srážek činí kolem 500 mm a průměrná roční teplota vzduchu je 8,9 °C. Průměrná měsíční teplota a celkový měsíční úhrn srážek v roce 2013 jsou uvedeny v následující tabulce 4.1. Průměrné týdenní teploty a úhrn srážek pro období pokusu jsou vyznačeny v tabulce 4.2. V porovnání s průměrnou teplotou byl rok 2013 průměrný, v porovnání s průměrným úhrnem srážek nadprůměrný.

2013	Průměrná měsíční teplota (°C)	Měsíční úhrn srážek (mm)
Leden	- 0,73	44,3
Únor	- 0,4	37,4
Březen	0,14	18,6
Duben	9,56	26,3
Květen	12,71	106,5
Červen	16,84	173,4
Červenec	20,56	54,3
Srpen	18,53	89,5
Září	13,14	37,5
Říjen	9,68	47,5
Listopad	4,90	28,7
Prosinec	2,1	4,7
Celý rok	8,97	668,7

Tab. 4.1. Průměrné měsíční teploty a celkové měsíční úhrny srážek v roce 2013.

2013	Průměrná teplota (°C)	Průměrný úhrn srážek (mm)
29.4.-5.5.	11,46	11,7
6.5.-12.5.	14,91	25,2
13.5.-19.5.	15,49	8,2
20.5.-26.5.	9,57	22,1
27.5.-2.6.	11,2	87,3
3.6.-9.6.	14,86	23,2
10.6.-16.6.	17,51	11,9
17.6.-23.6.	23,81	89,3
24.6.-30.6.	12,79	1,5
1.7.-7.7.	19,21	14,7
8.7.-14.7.	18,7	0
15.7.-21.7.	20,11	0

Tab. 4.2. Průměrné týdenní teploty a úhrn srážek v období pokusu

4.1.2. Půdní charakteristika

Pedologicky se zde jedná o karbonátovou černozem, hlubokou až 30 cm. Půda má neutrální reakci, drobtovitou strukturu a obsah humusu 2,5 – 2,7 %. Půdní koloidní systém je nasycený, zásoba živin je příznivá. Pod ornici se vyskytují iluviální horizonty, které mají zvýšený obsah jílu. V hloubce přibližně 60 – 70 cm přecházejí do karbonátových spraší (Pokorný, 2011).

Tab. 4.3. Agrochemický rozbor půdy, pozemek Praha - Suchdol (Pokorný, 2011)

pH	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Humus (%)
7,5	103	288	245	7548	2,8

4.2. Popis zvoleného hybridu

KWS Zerberus je hybrid pícního čiroku *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Tento hybrid je vyšlechtěn hlavně pro pěstování v teplejších oblastech, jaké jsou v jižním a severním Německu, kam se přímo doporučuje. Výška rostliny se pohybuje v průměru 3,5 – 4,5 metrů. Na obrázku č. 4.1. je patrná velikost rostliny v Bavorsku. Doporučený výsevek je 20 – 25 semen/m². Optimální teploty pro setí se pohybují mezi 12 – 14 °C, optimální hloubka setí 4 cm a to ve vzdálenosti 30 – 75 cm od sebe (bio-based, 2008).



Obr. 4.1. KWS ZERBERUS v Bavorsku – Nördlingen (bio-based, 2008)

4.3. Polní pokus

Polní pokus byl založen na pokusném pozemku ČZU v Praze roku 2013. Byl použit hybrid KWS Zerberus pícního čiroku. Předplodinou byly brambory. Na podzim byla provedena orba a na jaře vždy před setím úprava pozemku pomocí vířivých bran. Pokus byl založen ve schématu dlouhé parcely neboli dílce, ve čtyřech variantách po 4 opakováních. Varianty byly vysévány postupně ve čtrnáctidenních intervalech, a to v termínech 29.4.; 13.5.; 28.5.; 11.6.

Na parcele opakování bylo 6 řádků s roztečí 0,45 m. V jednom vysetém řádku bylo 10 semen ve vzdálenosti od sebe 10 cm. Na jedné parcele bylo vyseto 60 semen, v každé variantě tedy 240 semen. Po obvodu byly vysety tři okrajové řádky, které sloužily

jako ochrana proti nežádoucím okolním vlivům. Vyměření pokusu je názorně na obrázku 4.2. Hloubka setí byla 3 cm.

Počet vzešlých rostlin byl hodnocen v termínech, které jsou uvedeny v tabulce 4.4. Dle metodiky ÚKZÚZ (2013) se vzešlá rostlina nachází ve fázi 3. vyvinutého listu. Bylo hodnoceno množství nově vyrostlých rostlin. Dále byl pozemek průběžně mechanicky odplevelován.

Datum kontroly	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
6.5.2013	*			
10.5.2013	*			
13.5.2013	*			
16.5.2013	*	*		
20.5.2013	*	*		
22.5.2013	*	*		
24.5.2013	*	*		
28.5.2013	*	*		
31.5.2013	*	*	*	
11.6.2013	*	*	*	
13.6.2013		*	*	*
16.6.2013		*	*	*
18.6.2013			*	*
21.6.2013			*	*
26.6.2013			*	*
5.7.2013				*
10.7.2013				*
18.7.2013				*

Tab. 4.4. Termíny hodnocení porostu pícního čiroku



Obr. 4.2. Příprava pozemku k setí

4.4. Sledování půdní teploty

Výsledky laboratorního pokusu jsou ovlivněny půdními teplotami, které byly zjištěny v prvním týdnu po setí polního pokusu. Hodnoty teplot byly zjištěny pomocí půdního teploměru Minikin TT, který má 2 čidla. Čidla byla zapravena v půdě 5 cm hluboko. Teploty z teploměrů byly staženy do počítače, kde z nich byl vypočten a uváděn jejich průměr. Na teploty stálé se použil průměr z celého týdne a na dynamické teploty klimaboxu byly použity teploty zjištěné po hodině tabulka 4.5.

Hodina	Dynamických 12 °C	Dynamických 13 °C	Dynamických 17 °C	Dynamických 22 °C
0:00	12	11	14	19
1:00	11	11	14	18
2:00	11	11	13	17
3:00	11	10	13	17
4:00	11	10	12	16
5:00	11	10	12	16
6:00	10	10	12	16
7:00	11	10	12	16
8:00	11	11	13	17
9:00	12	12	15	19
10:00	13	13	17	21
11:00	13	14	19	23
12:00	14	15	21	25
13:00	14	16	22	27
14:00	14	16	23	29
15:00	14	16	24	30
16:00	14	17	24	30
17:00	14	16	23	29
18:00	14	16	22	29
19:00	14	15	21	27
20:00	13	14	20	25
21:00	13	13	18	24
22:00	12	12	17	22
23:00	12	12	16	21

Tab. 4.5. Dynamické teploty v klimaboxu

4.5. Laboratorní pokus

V laboratorních podmínkách se prováděli testy klíčivosti semen čiroku, při teplotách půdy v 5 cm odpovídajících prvnímu týdnu polního pokusu. Cílem bylo zjistit celkovou klíčivost osiva, denní klíčivost a hodnotu MGT (střední doba klíčení tj. polovina doby potřebné k vyklíčení 100 % klíčivých semen).

Pokus byl založen ve dvou klimaboxech Binder KBWF 240 a KBWF 720.

Každý test klíčivosti byl založen ve čtyřech opakováních. Do Petriho misek o průměru 120 mm byl vložen filtrační papír navlhčený destilovanou vodou. Do každé misky se vložilo 100 semen pomocí pinzety tak, aby se semena navzájem nedotýkala.

První klimabox KBWF 240 byl nastaven na průměrnou stálou teplotu zjištěnou z teploměru na poli (12, 13, 17, 22 °C), a to vždy z prvního týdne od vysetí polního pokusu. Druhý klimabox KBWF 720 (Obr. 4.3.) byl nastaven na tzv. „teploty dynamické“. Teplot bylo nastaveno 24, což bylo přesnou simulací průběhu teplot venkovních, které byly měřeny půdním teploměrem. Teploty se tedy po hodině měnily.

Množství klíčících semen bylo hodnoceno každých 24 hodin až do 22. dne, kdy vyklíčilo poslední semeno. Za vyklíčená byla považována semena s délkou kořínku minimálně 2 mm. Vyklíčená semena byla při odpočtech odstraněna.



Obr. 4.3. Klimabox Binder KBWF 720

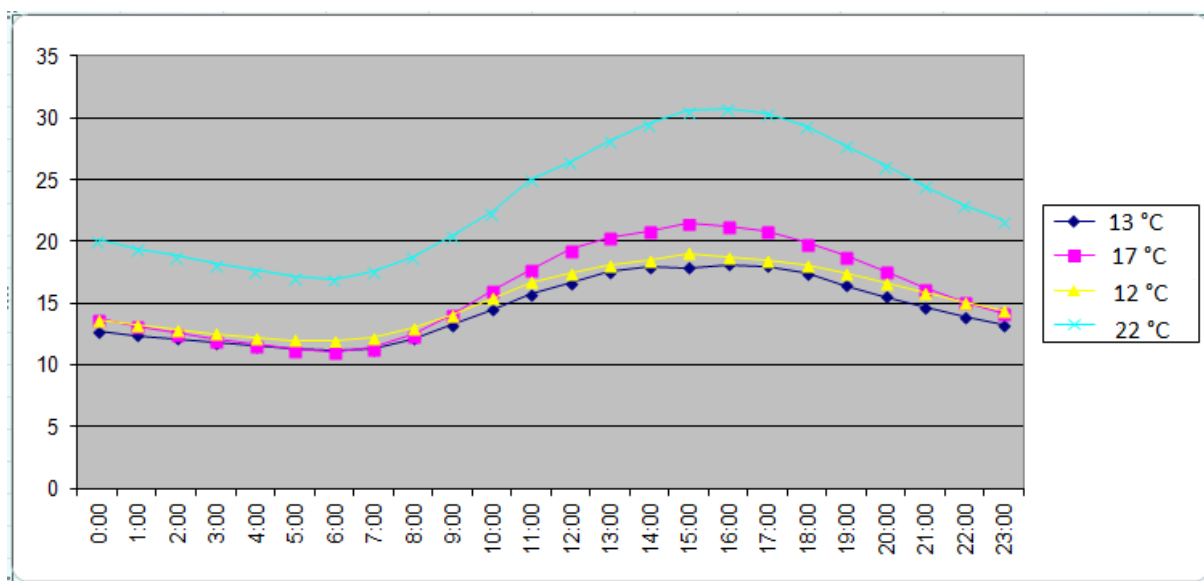
4.6. Statistické hodnocení vzorků

Statistické vyhodnocení údajů z polních a laboratorních pokusů bylo provedeno v programu Statistica 12, pomocí jednofaktorové a vícefaktorové analýzy rozptylu s interakcí (Tukey HSD test, $\alpha = 0,05$).

5. Výsledky

5.1. Teploty v půdě

Výsledky naměřených teplot půdními teploměry v hloubce 5 cm pod povrchem půdy, jsou uvedeny v grafu 5.1. Tyto výsledky byly využity pro dynamický režim v laboratorním pokusu.



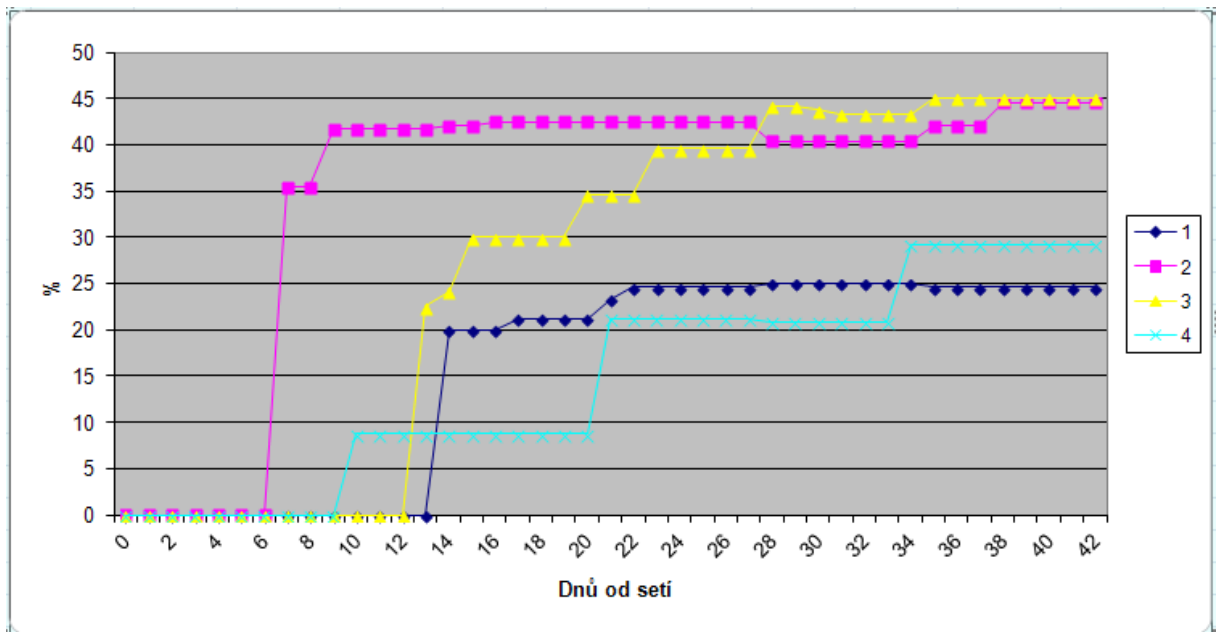
Graf 5.1. Denní průběh teplot (°C) 5 cm pod povrchem půdy, průměrné hodnoty z 1. Týdne po setí čiroku

5.2. Polní pokus

Graf č. 5.2. zobrazuje vzcházení rostlin u jednotlivých variant. Kde u 1. varianty začaly rostliny vzcházet za 14 dní a vzcházení bylo dokončeno 28. den od setí, kdy už nebyly zjištěny další vzešlé rostliny. Ve 2. variantě začali vzcházet za 7 dní, a dokončeno bylo 38. den. Při třetí variantě začaly rostliny vzcházet den 13. a přestaly den 35. Při poslední 4. variantě rostliny začaly vzcházet po 10ti dnech a přestaly po 34 dnech od setí. Je zde také znázorněno, že kromě druhého termínu 13. 5. je přírůstek rovnoměrný. Pokus byl prováděn v roce 2013.

- 1. varianta 29. 4., kdy byla průměrná teplota vzduchu 42 dní od setí 12,9 °C
- 2. varianta 13.5., kdy byla průměrná teplota vzduchu 42 dní od setí 15,4 °C

- 3. varianta 28. 5., kdy byla průměrná teplota vzduchu 42 dní od setí 17 °C
- 4. varianta 11.6., kdy byla průměrná teplota vzduchu 42 dní od setí 19 °C



Graf č. 5.2. Vzházivost rostlin podle termínu setí

V grafu č. 5.3. je uvedeno procento vzešlých rostlin podle termínu setí. Z prvního termínu 29. 4. 2013 celkově vzešlo 59 rostlin (24,6 %).

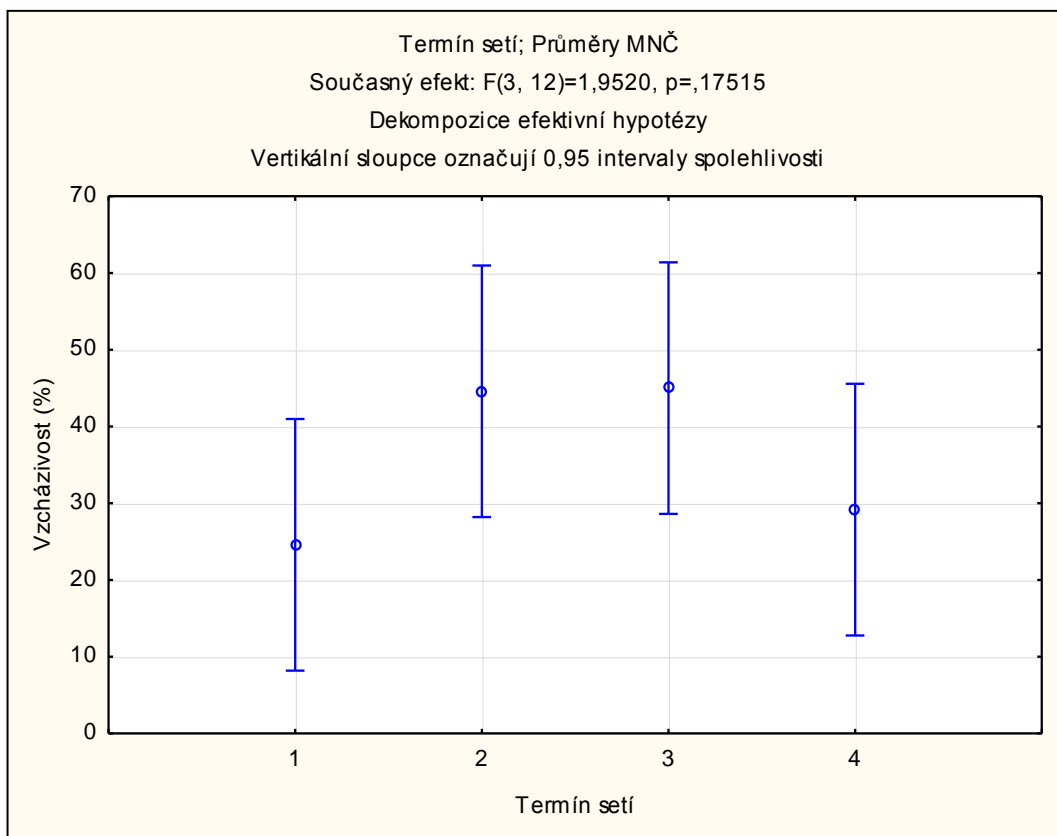
Z druhého termínu 13. 5. 2013 vzešlo 107 rostlin (44,6 %).

Z třetího termínu 28. 5. 2013 vzešlo 108 rostlin (45 %).

Z poslední a nejteplejšího termínu 11. 6. 2013 70 rostlin (29,2 %).

Z výsledků statistického hodnocení vyplývá, že termín výsevu neměl průkazný vliv na celkový počet vzešlých rostlin.

Podle počtu vzešlých rostlin je zřejmé, že klíčivost v polních podmínkách není ovlivňována pouze teplotami. Vzházivost může být ovlivněna množstvím srážek, či není vyloučeno vyzobání semen ptactvem.



Graf č. 5.3. Procento vzešlých rostlin podle termínu setí (jednofaktorová analýza rozptylu)

5.3. Laboratorní pokus

Laboratorní pokus byl prováděn v klimaboxu při stálých a dynamických teplotách střídajících se po hodině, které jsou uvedeny v grafu 5.1.

V tabulce č. 5.1. jsou uvedeny průměrné hodnoty klíčivosti semen čiroků v závislosti na dynamických a stálých teplotách v průměru 12 – 22 °C. Stejné výsledky jsou graficky zobrazeny v grafu č. 5.4.

Statisticky významný rozdíl byl pozorován u všech odpočtových dní kromě 13.

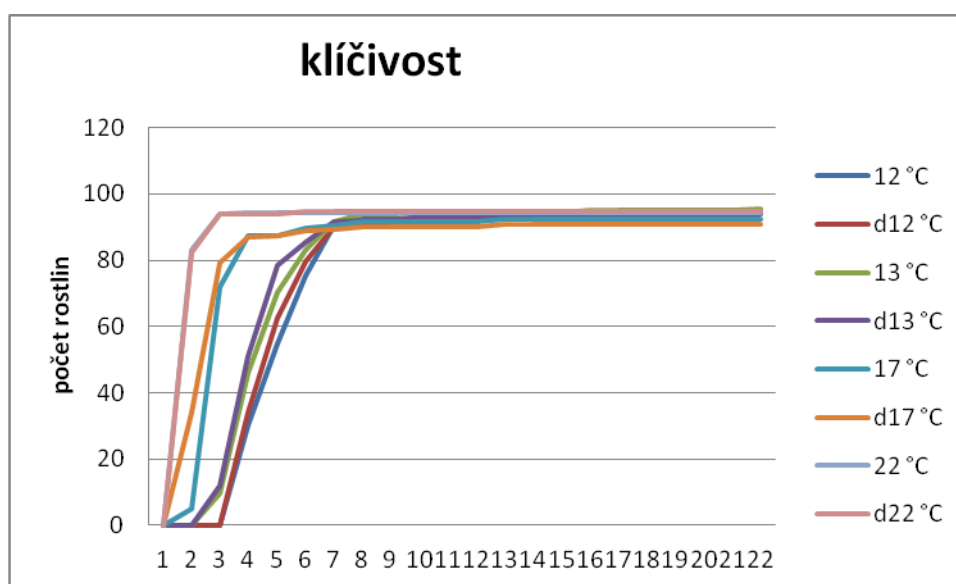
V pokusu byly zjištěny rozdíly v rychlosti klíčivosti v závislosti na teplotě. Nejdříve začaly semena klíčit při nejvyšší teplotě 22 °C a 17 °C, a to již druhý den, při 13 °C třetí den a při 12 °C až den čtvrtý.

U teploty 12 °C i 13 °C semena klíčila až do 22. dne. Při teplotě 17 °C semena vyklíčila třináctý den. U teploty 22 °C je vidět rozdíl vyklíčení semen, u stále průměrné teploty přestaly semena klíčit pátý den a při dynamické ještě 6. den vyklíčily.

Celková klíčivost se pohybuje při všech teplotních režimech v rozpětí 90,8 – 95,5 %.

Teplota	Den											
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	13	16	22
dynamická :d												
12 °C	0	0 ^a	0 ^a	30,0 ^b	54,8 ^c	75,5 ^c	90,3 ^{ab}	92,5 ^a	92,5 ^{ab}	93,0	93,5 ^{ab}	95,0^a
d12 °C	0	0 ^a	0 ^a	33,8 ^b	62,5 ^{cd}	79,8 ^{cd}	90,0 ^{ab}	90,8 ^a	93,3 ^{ab}	93,5	94,0 ^{ab}	94,5^{ab}
13 °C	0	0 ^a	9,5 ^b	46,0 ^c	70,5 ^{de}	83,0 ^{acd}	91,8 ^{ab}	93,8 ^a	94,3 ^{ab}	94,5	95,3 ^b	95,5^a
d13 °C	0	0 ^a	11,8 ^b	51,0 ^c	78,3 ^{be}	85,3 ^{ad}	91,8 ^{ab}	92,0 ^a	93,0 ^{ab}	93,0	93,5 ^{ab}	93,8^{ab}
17 °C	0	4,8 ^a	71,8 ^c	87,5 ^a	87,3 ^{ab}	89,8 ^{ab}	90,3 ^{ab}	91,8 ^a	91,8 ^{ab}	92,3	92,3 ^{ab}	92,3 ^{ab}
d17 °C	0	34,0 ^c	79,3 ^c	87,0 ^a	87,5 ^{ab}	89,0 ^{ab}	89,3 ^a	90,0 ^a	90,0 ^a	90,8	90,8 ^a	90,8 ^b
22 °C	0	83,0 ^b	93,8 ^d	94,3 ^a	94,5^a	94,5 ^b	94,5 ^{ab}	94,5 ^a	94,5 ^{ab}	94,5	94,5 ^{ab}	94,5 ^{ab}
d22 °C	0	82,5 ^b	93,8 ^d	94,0 ^a	94,0 ^a	94,8^b	94,8 ^b	94,8 ^a	94,8 ^b	94,8	94,8 ^{ab}	94,8 ^{ab}
<i>p-value</i>	-	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,037	0,037	0,069	0,026	0,010

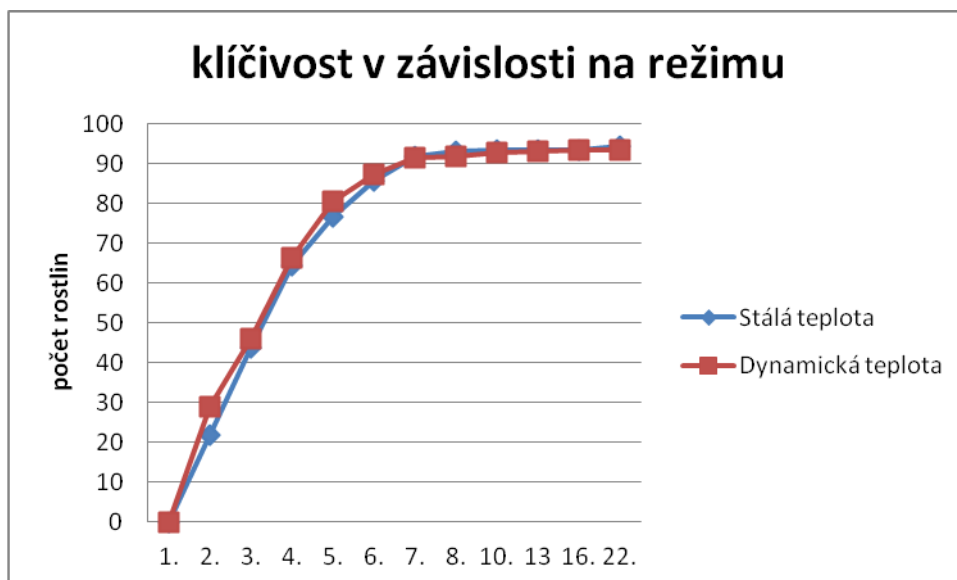
Tab. č. 5.1. Průměrné hodnoty klíčivosti (%) semen čiroků v závislosti na střídavých a stálých teplotách (jednofaktorová analýza rozptylu)



Graf č. 5.4. Průměrné hodnoty klíčivosti (%) semen čiroků v závislosti na střídavých a stálých teplotách

V grafu č. 5.5. jsou prezentovány průměrné hodnoty klíčivosti semen při stálých a dynamických teplotách, kde se jedná o porovnání režimů. Dynamický režim se střídá po hodině, jako ve venkovním prostředí viz graf 5.1.

Mezi režimy není významný rozdíl na rychlost klíčení. Konečné množství vyklíčených semen také přímo neovlivňují.



Graf č. 5.5. Průměrné hodnoty klíčivosti (%) semen čiroků v závislosti na stálém či dynamickém režimu

Střední doba klíčení - MGT, tj. polovina doby potřebné k vyklíčení 100 % klíčivých semen se v testovaných režimech výrazně zkracovala s rostoucí teplotou (tab. 5.3). U jednotlivých režimů byla v rozpětí 5,4 – 5,7 dnů při 12 °C, 4,7 – 4,9 při 13 °C, 2,9 – 3,3 dnů při 17 °C a nejnižší hodnoty 2,1 – 2,9 dnů byly zjištěny při 22 °C. Při daných teplotách mezi sebou neměl stálý a dynamický režim průkazný rozdíl.

Jak je v tabulce 5.2. uvedeno, při porovnání průměru režimů mají mezi sebou v MGT statisticky významný rozdíl, stejně jako teplotní průměry.

t (°C)	režim	MGT (dny)	režim - průměr	MGT (dny)	teplota– průměr (°C)	MGT (dny)
12	stálý	5,7 ^c	stálý	4,0 ^b	12	5,5 ^d
	dynamický	5,4 ^{de}	dynamický	3,8 ^a	13	4,8 ^c
13	stálý	4,9 ^{cd}	<i>p-value</i>	0,005	17	3,1 ^b
	dynamický	4,7 ^c			22	2,1 ^a
17	stálý	3,3 ^b			<i>p-value</i>	0,000
	dynamický	2,9 ^b				
22	stálý	2,1 ^a				
	dynamický	2,2 ^a				
	<i>p-value</i>	0,229				

Tab. 5.2. Střední doba klíčení (MGT, dny) osiva píceho čiroku v závislosti na teplotě (t, °C) a režimu klimaboxu (vícefaktorová analýza rozptylu)

Celkové množství vyklíčených semen se v testovaných režimech výrazně neměnilo s rostoucí teplotou (tab. 5.3). U jednotlivých režimů bylo v rozpětí 94,5 – 95 % při 12 °C, 93,8 – 95,5 % při 13 °C, 90,8 – 92,3 % při 17 °C a 94,5 – 94,8 % vyklíčilo při 22 °C. Při daných teplotách mezi sebou neměl stálý a dynamický režim průkazný rozdíl.

Jak je v tabulce 5.3. uvedeno, při porovnání režimů nemají mezi sebou v KL statisticky významný rozdíl. Teplotní průměry mají statisticky významný rozdíl při teplotě 17 °C.

t (°C)	režim	KL (%)	režim - průměr	KL (%)	teplota– průměr (°C)	KL (%)
12	stálý	95,0 ^a	stálý	94,3 ^a	12	94,8 ^a
	dynamický	94,5 ^{ab}	dynamický	93,4 ^a	13	94,6 ^a
13	stálý	95,5 ^a	<i>p-value</i>	0,160	17	91,5 ^b
	dynamický	93,8 ^{ab}			22	94,6 ^a
17	stálý	92,3 ^{ab}			<i>p-value</i>	0,002
	dynamický	90,8 ^b				
22	stálý	94,5 ^{ab}				
	dynamický	94,8 ^{ab}				
	<i>p-value</i>	0,630				

Tab. 5.3. Celkové množství vyklíčeného (KL, %) osiva pícího čiroku v závislosti na teplotě (t, °C) a režimu klimaboxu (vícefaktorová analýza rozptylu)

6. Diskuze

6. 1. Polní pokus

Na experimentálním pozemku v areálu ČZU v Praze roku 2013 byl prováděn pokus s čírokem odrůdy KWS Zerberus. Byl zde sledován počet vzešlých rostlin v závislosti na datu výsevu. Byly provedeny čtyři varianty setí. První setí bylo 29.4., kde celkově vzešlo 24,6 % rostlin. Průměrná teplota 42 dní od výsevu byla 12,9 °C a průměrný úhrn srážek byl 11,7 mm. Druhá varianta byla založena 13.5., kde celkově vzešlo 44,6 % rostlin. Průměrná teplota 42 dní od výsevu byla 15,4 °C a úhrn srážek činil 8,2 mm. Třetí varianta zasetá 28.5. měla 45 % vzcházivost a to při teplotě 17 °C a 87,3 mm úhrnu srážek. Při poslední variantě 11.6. vzešlo 29,2 % i přes nejteplejší teploty 19 °C a úhrn srážek 11,9 mm.

V roce 2013 byly, podle meteorologické stanice ČZU, v měsících pokusu velmi rozdílné teploty i srážky. V dubnu činila průměrná teplota vzduchu 9,6 °C a úhrn srážek 26,3 mm. Což je teplejší duben oproti dlouhodobému normálu, ale s nižším úhrnem srážek. V květnu byla průměrná teplota 12,7 °C a úhrn srážek 106,5 mm, kdy podle dlouhodobého průměru je teplota v normálu, ale srážky dosahují vyšších hodnot (průměr je 70 mm). V červnu na pozemku ČZU bylo 16,8 °C a 173,4 mm srážek, což je podle dlouhodobých průměrů teplota v průměru a srážky nadprůměrné (průměr 75 mm). Dlouhodobé průměry jsou z let 1961 – 1990 podle českého hydrometeorologického ústavu (portal.chmi.cz).

Bio-based (2008) uvádí optimální teploty pro tento hybrid setí 12 – 14 °C což se shoduje s ÚKZÚZ (2013) kde se uvádí 12 °C.

Podle procentuální vzcházivosti rostlin je zřejmé, že není závislé pouze na teplotě, ale stejně tak na ostatních podmínkách. Jednou z podmínek může být hloubka setí, v našem pokusu bylo seto do hloubky 3 cm, podle bio-based (2008) jsou optimální 4 cm a ÚKZÚZ (2013) doporučuje hloubku setí 3 – 5 cm. Takže i v případě nejmenší doporučené hloubky setí je pravděpodobné, že na tyto pokusy to bylo hluboko a negativně ovlivnily vzcházivost. Může to zde být ovlivněno i půdou a to je karbonátová černozem, která se nachází na pozemku ČZU a to i přes to, že Zimolka et Podrábský (2012) tvrdí, že čírok není na druh půdy nijak náročný.

Prostko et al. (1998) prováděli experiment na různé teploty a hloubky setí číroku. Došli k závěru, že podstatně důležité pro vzcházení musí být i jiné faktory než tyto dva.

Malý počet vzešlých rostlin v našem pokusu mohl být způsobem vyšším úhrnem srážek. Ovšem z pokusu Kegode et al. (2008) vychází, že vzcházení není rozdílné vlivem větších srážek. V jejich pokusu se výrazně snižuje procento vzcházení a to až o 63% v roce 1992 a o 54 % v roce 1993 vlivem větší hloubky setí. Pokus byl zaměřen i na teplotu, kde snižováním tepla se vzcházevost snižuje o 72 % - 73 %. Jejich výsledky nejsou o tolik rozdílné v porovnání dvou let, i když v roce 1993 byly třikrát větší srážky. Dokonce u výsledků Harris (1996), který prováděl pokusy v době velkého množství srážek, vyšlo, že rostliny vzcházejí rychleji, pokud je půda vlhká a vysychá pomalu.

Malá vzcházevost mohla být způsobena velkou hustotou. Hermuth et al. (2012) uvádí ideální vzdálenost mezi řádky 30 – 80 cm a vzdálenost rostlin mezi sebou 25 – 30 cm, oproti němu Marsalis et al. (2009) tvrdí, že ideální rozteč mezi řádky je 15 – 50 cm. ÚKZÚZ (2013) udává vzdálenost mezi řádky 45 cm a rozteč rostlin 10cm, tyto hodnoty se shodují s našimi.

Jak uvádí Lhotská et al. (1985) ani ve shodných podmínkách pro klíčení nemohou rostliny růst hned, či za krátkou dobu potom co nastanou. Nejdříve v nich musí proběhnout morfologické, fyziologické či jiné změny.

6. 2. Laboratorní pokus

Laboratorní pokus byl prováděn v klimaboxu ve čtyřech variantách za stálých teplot 12, 13, 17, 22 °C a čtyřech variantách při dynamických teplotách. Dynamické teploty se střídaly po hodině a jsou uvedeny v tabulce 5. 1. Všechny teploty byly zjištěny při pokusu na poli a jsou to tedy reálné teploty prvního týdne polního pokusu.

6.2.1. Denní klíčivost osiva

V pokusu se sledovalo klíčení semen s kontrolami po 24 hodinách. První semena vyklíčila již druhý den a to při stálé i dynamické teplotě 17 a 22 °C, při teplotách 13 °C třetí den a při 12 °C semena vyklíčila až den čtvrtý. Podobné výsledky publikují Fuksa et al. (2012) kde při 15 °C první vyklíčené semena byla třetí den a při 20 °C den druhý. V pokusech je tedy zřejmé, že opravdu stačí 1 °C rozdíl a už se den vyklíčení mění. Podle Ranal et Santana (2006) se dá vyjádřit matematickým výrazem čas prvního a posledního vyklíčení. Poslední semena vyklíčila 22. den a to u teplot 12 a 13 °C. Při stálé i dynamické teplotě 17 °C vyklíčila třináctý den. Poslední semena při 22 °C vyklíčila pátý den a při dynamické teplotě ještě den šestý.

Při vyšších teplotách se tedy zkracovala doba celkového vyklíčení, což se shoduje s výsledky Fuksy et al. (2012). Naše výsledky se též shodují s Kader (2006), který uvádí, že teplota neovlivňuje počet vyklíčených semen, ale pouze rychlost vyklíčení. Třináctý den kontroly vychází počet vzešlých rostlin statisticky bez rozdílu, ale u ostatních je statisticky významný rozdíl. Což může ovlivnit vyrovnanost porostu ve venkovním prostředí, kde nejsou tak optimální podmínky a přitom je důležitým faktorem, jak uvádí Hosnedl (2003).

6.2.2. Střední doba klíčení

Hodnocení střední doby klíčivosti (tj. polovina doby potřebné k vyklíčení 100 % klíčivých semen) se v testovaných režimech zkracovala s rostoucí teplotou což je ve shodě s pokusem Fuksy et al. (2012). Všechny testované teploty v průměru (dohromady stálé i dynamické) měly mezi sebou průkazný rozdíl. MGT (střední doba klíčivosti) byla ve stálém a dynamickém režimu při teplotách od 12 °C do 22 °C v rozpětí 2,1 – 5,7 dnů. V porovnání průměru stálého a dynamického režimu vyšel u MGT průkazně výrazný rozdíl, v dynamickém klíčili rychleji.

6.2.3. Celková klíčivost osiva

Celková klíčivost ve všech osmi variantách se pohybuje v rozpětí 90,8 – 95, 5 %. Podle Hosnedla (2003) je procento klíčivosti základním kritériem kvality osiva. Celkové množství vyklíčených semen se v testovacích režimech výrazně neměnilo vlivem teploty, což je v rozporu s pokusem Fuksa et al. (2011). Rozdíl výsledků může být způsoben testovanými teplotami, kde Fuksa et al. (2011) testovali až teploty do 40 °C, kde se klíčivost snižovala. Podle tvrzení Houby et al. (2002) je nad 30 °C už nevhodná teplota pro klíčení čiroku. Porovnáním průměru stálého a dynamického režimu se zde došlo k závěru, že mezi sebou nemají statisticky významný rozdíl. Porovnáním průměrů teplot ze stálého i dynamického režimu vychází, že se významně liší počet vyklíčených semen za 17 °C, je pravděpodobné, že to bylo způsobeno osivem. Pazderů et Hosnedl (2008) uvádějí, že kvalitní osivo je důležitým faktorem, který rozhoduje o úspěchu pěstování plodin. Graman et al. (1996) uvádí to samé a navíc dodává, že čím více neklíčivých semen tím větší jsou náklady.

7. Závěr

Cílem diplomové práce bylo posoudit v polních podmínkách vliv termínu setí na vzcházení porostu píceňho čiroku ve vztahu ke klíčivosti osiva, která byla stanovena při definovaných teplotách v laboratorních podmínkách.

- Hypotéza 1: Termín setí ovlivňuje rychlost vzcházení. Tato hypotéza byla potvrzena. Při 1. variantě setí vzešly první/poslední rostliny za 14/28 dní od setí, při 2. variantě za 7/38 dní, třetí den 13/35. Při poslední 4. variantě rostliny vzešly po 10/34 dnech od setí.
- Hypotéza 2: Termín setí ovlivňuje celkový počet vzešlých rostlin. Tato hypotéza nebyla potvrzena. Výsevy byly ve čtrnáctidenních intervalech a teplota vzduchu je uvedena v průměru za 42 dní od výsevu. 24,6 % rostlin vzešlo při prvním termínu (12,94 °C), při druhém termínu vzešlo 44,6 % rostlin (15,36 °C), 45 % rostlin vzešlo při třetím termínu (16,92 °C) a při posledním termínu vzešlo 29,2 % (18,97 °C).
- Hypotéza 3: Teplota a denní průběh teplot má vliv na dynamiku klíčení. Tato hypotéza byla potvrzena. Nejdříve začaly semena klíčit při nejvyšší teplotě 22 °C a 17 °C, a to již druhý den, při 13 °C třetí den a při 12 °C až den čtvrtý. U teploty 12 °C i 13 °C semena klíčila až do 22. dne. Při teplotě 17 °C semena vyklíčila třináctý den. U teploty 22 °C je vidět rozdíl vyklíčení semen, u stále průměrné teploty přestaly semena klíčit pátý den a při dynamické ještě 6. den vyklíčily.
- Hypotéza 4: Teplota a denní průběh teplot má vliv na celkovou klíčivost osiva. Tato hypotéza nebyla potvrzena. Celkové množství vyklíčených semen se v testovaných režimech výrazně neměnilo s rostoucí teplotou. U jednotlivých režimů bylo v rozpětí 94,5 – 95 % při 12 °C, 93,8 – 95,5 % při 13 °C, 90,8 – 92,3 % při 17 °C a 94,5 – 94,8 % vyklíčilo při 22 °C. Při daných teplotách mezi sebou neměl stálý a dynamický režim průkazný rozdíl.

8. Seznam literatury

- [1] Balota, M., Payne, W. A., Veeragom, S. K., Stewart, B. A., Rosenow, D. T. 2010. Respiration and its relationship to germination, emergence, and early growth under cool temperatures in sorghum. *Crop Science*. 50 (4). 1414 – 1422.
- [2] Bláha, L. 2010. Vliv vlastností semen na následující růst a vývoj. In sborník: vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2010. Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN: 978-80-213-2048-2.
- [3] Bláha, L., Hnilička, F., Martinková, J. 2010. Současné možnosti fyziologie a zemědělského výzkumu přispět k produkci rostlin. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. ISBN: 978-80-7427-023-9.
- [4] Copeland, L. O., McDonald, M. B. 1995. Principles of seed science and technology. Chapman and Hall. New York. 409 p. ISBN: 0-412- 06301-8.
- [5] Dendy, D. A. V. 1995. Sorghum and millets: chemistry and technology. American association of cereal chemists. 406 p. ISBN: 0913250848.
- [6] Doggett, H. 1988. Sorghum. Second edition. UK: Tropical agricultural series. Longman scientific and technical Publisher. Ottawa. 512 p. ISBN: 0-582-46345-9.
- [7] Fuksa, P., Brant, V., Hakl, J., Hrevušová, Z., Zábranský, P. 2011. Vliv různých teplotních režimů na energii klíčení semen píceňích čiroků. Aktuální témata v pícninářství a trávnickářství 2011. 11 – 17. ISBN: 978-80-213-2239-4.
- [8] Fuksa, P., Hakl, J., Hrevušová, Z., Kňavová, M., Brant, V. 2012. Vliv nízkých teplot na parametry klíčivosti semen píceňích čiroků. Aktuální témata v pícninářství a trávnickářství 2012. 5 – 10. ISBN: 978-80-213-2344-5.
- [9] Fuksa, P., Hrevušová, Z., Šantrůček, J., Brant, V. 2013. Vliv teploty na klíčivost semen píceňích čiroků. In: osivo a sadba. 11. odborný a vědecký seminář. 42 – 47. ISBN: 978-80-213-2358-2.

- [10] Graman, J., Černý, J., Houba, M., Beran, J. 1996. Semenářství. Jihočeská univerzita České Budějovice – zemědělská fakulta. 180 s. ISBN: 8070401834.
- [11] Harris, D. 1996. The effects of manure, genotype, seed priming, depth and date of sowing on the emergence and early growth of sorghum bicolor (L) moench in semi-arid Botswana. Soil and tillage research. 40 (1-2). 73 – 88.
- [12] Havlíčková, K., Weber, J., Boháč, J., Štěrbá, Z., Hutla, P., Knápek, J., Vašíček, J., Stražil, Z., Kajan, M., Lhotský, R. 2008. Rostlinná biomasa jako zdroj energie. Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví. VÚKOZ Průhonice. 83 s. ISBN: 978 – 80 – 85116 – 65 – 6.
- [13] Henry, R., J., Kettwell, P., S., 1996. Cereal grain quality. Chapman and Hall. London. 488 p. ISBN: 0412-61180-5.
- [14] Hermuth, J. 2010. Čirok – znovu vzkříšená plodina v ČR. Agromanuál. 5. 62 – 65 s.
- [15] Hermuth, J., Janovská, D., Stražil, Z., Ušťak, S., Hýsek, J. 2012. Čirok obecný - Sorghum Bicolor (L.) Moench, možnosti využití v podmínkách České republiky. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. 47 s. ISBN: 978-80-7427-093-2.
- [16] Houba, M., Hosnedl, V., Prokinová, E., Pazdera, J. 2002. Osivo a sadba. 1. Vyd. Praha: nakladatelství Ing. Martin Sedláček. 186 s. ISBN: 80-902413-6-0.
- [17] House, L. R. 1985. A guide to sorghum breeding. Andhra Pradesh: International Crops Research Institute for the Semi-arid Tropics. Pantacheru. 206 p.
- [18] Chloupek, O. 2000. Genetická diverzita, šlechtění a semenářství. Academia. Praha. 311 s. ISBN: 8020007792.
- [19] Chloupek, O. 2008. Genetická diverzita, šlechtění a semenářství. Nakladatelství Academia. Praha. 307 s. ISBN: 978-80-200-1566-2.

- [20] Kader, M. A. 2006. Variation in the response of seed and embryonic axes to incubation temperature gradients during seed treatments in pearl millet and sorghum. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. 107 (1). 67 – 83.
- [21] Kegode, G. O., Pearce, R. B., Bailey, T. B. 1998. Influence of fluctuating temperatures on emergence of shattercane (*Sorghum bicolor*) and giant foxtail (*Setaria faberi*). *Weed science*. 46 (3). 330 – 335.
- [22] Kilcer, T. F., Ketterings, Q. M., Cherney, J. H., Cerosaletti, P., Barney, P. 2005. Optimum stand height for forage brown midrib Sorghum × Sudangrass in North eastern USA. *Journal of agronomy and crop science*. Berlin. 191 (1). 35 – 40.
- [23] King, D. 1999. Plant breeding and seed industry – the farmers' perspective. In: *Proceedings of the 1999 World Seed Conference*. Cambridge. 51-55 p.
- [24] Kuthan, A. 2012. Choroby čiroku v podmínkách České republiky. *Farmář*. 18. 38 – 39 s.
- [25] Lhotská, M., Kropáč, Z. 1985. *Kapesní atlas semen, plodů a klíčnicích rostlin*. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 548 s.
- [26] Lipinsky, E. S., Kresovich, S. 1980. Sorghums as energy sources. *Proceedings Bio-Energy '80 world congress and exposition, Atlanta, GA. 21-24 Apr. 1980*. The Bio-Energy Council. Washington, D.C. 91 – 93.
- [27] Marsalis, M. A., Angadi, S. V., Contreras – Govea, F. E., Kirksey, R. E. 2009. Harvest Timing and Byproduct Addition Effects on Corn and Forage Sorghum Silage Grown Under Water Stress. *Bulletin*. 2009 (799). 1 – 16.
- [28] Maulana, F., Tesso, T.T. 2013. Cold temperature episode at seedling and flowering stages reduces growth and yield components in sorghum. *Crop Science*. 53 (2). 564 – 574.
- [29] Miko, M., Vitáriušová, A., Angelovič, M. 1998. *Semenárstvo*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 113 s. ISBN: 80-7137-459-8.

- [30] Montgomery, Ch. R., Allen, M., Mason, L. 1982. Nutritional and agronomic comparisons of cowpeas, millet, and sorghum. Louisiana state university and agricultural and mechanical college. 11 p.
- [31] Moudrý, J., Bárta, J., Bártová, V., Bubeník, J., Diviš, J., Dostálová, R., Hýbl, M., Konvalina P., Ondřej, M., Peterka, J., Pexová-Kalinová, J., Ponížil, A., Seidenglanz, M., Stražil, Z., Smirous, P., Štolcová, M., Vaculík, A. 2011. Alternativní plodiny. Profi Press. Praha. 138 s. ISBN: 978-80-86726-40-3.
- [32] Obilana, A. B. 2004. Sorghum : Breeding and agronomy. In: Wrigley C, Corke H, Walker C: Encyclopedia of Grain Science. Oxford. UK. Academic Press.
- [33] Pazderů K., Hosnedl, V. 2008. Inovace v rostlinné produkci: semenářství a produkce osiv. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 12 s. ISBN: 9788072711932.
- [34] Pazderů, K. 2009. Význam energie klíčení pro hodnocení kvalita osiva. In: Osivo a sadba – sborník referátů. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 166 s. ISBN: 978-80-213-1891-5.
- [35] Petříková, V., Sladký, V., Stražil, Z., Šafařík, M., Ust'ak, S., Váňa, J. 2006. Energetické plodiny. Profi Press. Praha. 127 s. ISBN: 8086726134.
- [36] Prasad, P.V.V., Djanaguiraman, M. 2011. High night temperature decreases leaf photosynthesis and pollen function in grain sorghum. Functional Plant Biology. 38 (12). 993 – 1003.
- [37] Procházka, S., Macháčková, I., Krekule, J., Šebánek, J. 1998. Fyziologie rostlin. Akademie věd České republiky. Praha. ISBN: 80-200-0586-2.
- [38] Prostko, E. P., Wu, H.I., Chandler, J. M. 1998. Modeling seedling johnsongrass (*Sorghum halepense*) emergence as influenced by temperature and burial depth. Weed science. 46 (5). 549 – 554.
- [39] Psota, J., Šebánek, J. 1999. Role fytohormonů v klíčení a sladování. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 53 s. ISBN:7271-023-0.

- [40] Ranal, M. A., Santana, D. G. 2006. How and why to measure the germination process?. *Revista Brasileira*. 26. 1. 2006. 29. 1 – 11.
- [41] Rooney, L. W. 1992. Critical progress in sorghum utilization and improvemen. In: 5th quadrennial symposium on sorghum and millets. Food Science and Technology, Cereal Quality Lab. Texas 77843-2474 USA.
- [42] Rooney, W. 2007. Breeding sorghum. In: Acquaah G. Principles of plant genetics and breeding. John Wiley & Sons blackwell publishing. USA. ISBN: 978-0-470-66476-6.
- [43] Smith, C. W., Frederiksen, R. A. 2000. Sorghum: Origin, History, Technology, and Production. Wiley & Sons, 840 p. ISBN: 0-471-24237-3.
- [44] Souza, G. D. M. V. E., dos Santos, C. M., de Santana, D. G., de SA, A. 2009. Storage of sorghum seeds harvested with different moisture levels. *Universidade Estadual de Londrina*. 30 (4). 745 – 752.
- [45] Stražil, Z. 1999. Pěstování a možnosti využití některých energetických plodin s ohledem na rajonizaci. In: *Jak se ohřát biomasou*. Liga energetických alternativ. 33 – 40.
- [46] Strnad, M., Peč, P., Beck, E. 1999. Advances in regulation of plant growth and development. Peres Publishers. Prague. 258 p. ISBN: 80-86360-06-7.
- [47] Sychra, L. 2002. Praktické semenářství a vztah k platné legislativě. *Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně*. Mze ČR. 32 s.
- [48] Šebánek, J. a kolektiv autorů. 1983. *Fyziologie rostlin*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 560 s. ISBN: 07-067-8303/15.
- [49] Špaldon, E., Andraščík, M., Bechyně, M., Belej, J., Fric, V., Fuciman, L., Hruška, L., Krausko, A., Petr J., Rybáček, V., Váša, F., Votoupal B., Vrzalová, J. 1982. *Rostlinná výroba*. SZN Praha. 720 s.

[50] Taylor, J. R. N., Dewar, J. 1992. Sorghum malting technology. In: 5th quadrennial symposium on sorghum and millets. Food Science and Technology, CSIR. Pretoria. South Africa.

[51] ÚKZÚZ. 2013. Metodika zkoušek užitné hodnoty – čirok. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Brno. 23 s.

[52] Váňová, M. 2009. Použití mořidel v rámci integrované ochrany při produkci kvalitního osiva. In: Osivo a Sadba. Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN: 978-80-213-1891-5.

[53] Zimolka, J., Podrábský, M. 2012. Čirok – plodina s velkou budoucností. Úroda 2 – 2012. Profi Press. Praha. 68 – 70.

Internetové zdroje

[54] Bio-based, 2008. KWS Zerberus [online]. Prosinec 2008 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z <http://bio-based.eu/news/media/news-images/20081204-06/2008_kws_zerberus.pdf>.

[55] Český hydrometeorologický ústav. [online]. 2014. [cit. 2014-03-26]. Dostupné z <http://portal.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P1_0_Home>.

[56] Hosnedl, V. 2003. Klíčivost a vzcházivost osiva. Agris [online]. Únor 2003. [cit. 2014-02-17]. Dostupné z <<http://www.agris.cz/clanek/125695>>.

[57] Chloupek, O. 2009. Vitalita osiva. Družstvo vlastníků odrůd [online]. Říjen 2009. [cit. 2014-02-17]. Dostupné z <http://www.druvod.cz/files/aktuality/slechtit_listy_podzim_20091_copy.pdf>.

[58] KWS. 2014. Čirok KWS [online]. [cit. 2014-03-08]. Dostupné z <http://www.kws.de/aw/KWS/czechia/~bnsr/_268_irok/>

[59] Pokorný, J. 2011. Vliv lokality a ročníku na produkci a kvalitu chmele [online]. Česká zemědělská univerzita v Praze. 2011 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z <<http://www.agrobiologie.cz/pds/dp/pokorny.pdf>>.