

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



Biologické vlastnosti semen merlíku chilského

Bakalářská práce

Autor práce: Ing. Olga Štichová

Obor studia: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: prof. Ing. Ivana Capouchová, CSc.

© 2017, ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Biologické vlastnosti semen merlíku chilského" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10.4.2017

Poděkování

Ráda bych poděkovala zejména prof. Ing. Ivaně Capouchové, CSc. za pomoc, ochotu a cenné rady při vedení bakalářské práce.

Biologické vlastnosti semen merlíku chilského

Souhrn

Merlík chilský (*Chenopodium quinoa* Willd.) neboli quinoa je jednou z nejstarších kulturních plodin původem z Jižní Ameriky. V poslední době zájem o něj vzrůstá spolu s rostoucí poptávkou po dieteticky hodnotných potravinách. Quinoa je pro zemědělství zajímavou alternativní plodinou jako obohacení sortimentu bezpečných potravin a v diverzifikaci spektra pěstovaných plodin.

Bakalářská práce se zabývá prověřením biologických vlastností semen merlíku chilského pomocí laboratorních testů klíčivosti v různých podmínkách prostředí. Klíčivost byla sledována u semen sedmi odrůd quinoay, a to při teplotách 20 °C, 15 °C a 10 °C a dvou vlhkostech lůžka pro klíčení semen.

Výsledky testů klíčivosti ukázaly, že všechny odrůdy dosahovaly nejvyšší klíčivosti i časnosti nástupu klíčení při teplotě 20 °C a vyšší vlhkosti lůžka. V těchto podmínkách se pohybovala klíčivost dle odrůd v rozmezí 43 – 72 %. Při teplotě klíčení 20 °C zároveň semena nejlépe odolávala vodnímu stresu.

Při snížené teplotě klíčení 15 °C se u všech odrůd zpozdil nástup klíčení nejméně o 1 den a výsledná klíčivost poklesla pouze na 12 – 40 %. Vliv vodního stresu byl zde nejvýraznější a způsoboval pokles klíčivosti až o 97 %. Jako limitující se projevila teplota klíčení 10 °C, po 7 dnech od založení pokusu vyklíčily pouze dvě odrůdy. Při prodloužení doby odečtu na 9 dní došlo k určitému navýšení klíčivosti sledovaných odrůd, u nejlépe reagující odrůdy to však bylo jen 19 %. Zároveň byl nástup klíčení semen opožděn oproti teplotě 20 °C až o pět dní.

Pokusy ukázaly citlivost semen quinoay na podmínky prostředí při klíčení. Při snížení teploty je pro klíčení důležitý dostatek vláhy, naopak při optimální teplotě klíčící rostliny lépe odolají přísušku. Klíčivost mohou negativně ovlivnit i neznámé, resp. nevhodné podmínky skladování osiva a rozvoj plísní přítomných v osivu. Je proto důležité věnovat pozornost posklizňové úpravě semen quinoay a případně fungicidnímu ošetření osiva.

Klíčová slova: merlík chilský, semena, biologické vlastnosti, laboratorní testy klíčivosti, teplota, vlhkost lůžka

Biological properties of quinoa seeds

Summary

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) is one of the oldest cultivated plants native to South America. Recently, interest in it has grown along with the increasing demand for diet-value foods. Quinoa is an interesting alternative for agricultural crops such as enrichment of the range of gluten free foods and diversification of the spectrum of crops.

This thesis is examining the biological properties of quinoa seeds by laboratory germination tests in various environmental conditions. Germination of the seeds was observed in seven varieties of quinoa and at temperatures of 20 °C, 15 °C and 10 °C and two humidities of the beds for seed germination.

Results of germination tests showed that all varieties had the highest germination and the onset of germination at 20 °C and the higher humidity the beds for seed germination. In these conditions, germination varied according varieties ranging from 43 to 72 %. At a germination temperature of 20 °C the seeds also best withstand water stress.

At reduced temperature of 15 °C, the onset of germination in all varieties was delayed by at least one day and the resulting germination decreased only to 12 – 40 %. Effect of water stress was the most significant here causing decrease of germination of 97 %. As limiting resulted germination temperature of 10 °C, for seven days after establishment attempt germinated only two varieties. Extending the time readout to 9 days there has been some increase in germination studied varieties, but with the most responsive variety it was only 19 %. Simultaneously, the onset of germination is delayed compared to 20 °C for up to five days.

Experiments have shown sensitivity of quinoa seeds on environmental conditions during germination. Germination by low temperatures is better with higher moisture. At the optimum temperature seedlings better withstand dryness situations as well. Germination may be adversely affected by unknown, respectively improper storage conditions of seeds and development of mold present in the seed. It is therefore important to pay attention to post-harvest treatment of grain quinoa and possibly fungicidal seed treatment.

Keywords: quinoa, seeds, biological properties, laboratory germination tests, temperature, seedbed moisture

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	3
3 Literární část	4
3.1 Botanická charakteristika a morfologie ..	4
3.2 Struktura a fyzikální vlastnosti semen	5
3.3 Ekologická diversita.....	5
3.4 Složení a nutriční hodnota.....	6
3.4.1 Bílkoviny	7
3.4.2 Lipidy.....	8
3.4.3 Škrob a sacharidy.....	8
3.4.4 Vitamíny a minerály	9
3.4.5 Saponiny a další antinutriční látky.....	10
3.5 Nároky na prostředí.....	11
3.5.1 Nároky na půdu.....	11
3.5.2 Nároky na teplotu.....	12
3.5.3 Nároky na srážky	14
3.5.4 Fotoperiodicita	14
3.6 Biologické vlastnosti osiva	16
3.7 Agrotechnika	18
3.8 Využití.....	19
4 Materiál a metody	21
4.1 Rostlinný materiál ..	21
4.2 Technické vybavení.....	22
4.3 Uspořádání pokusu	22
5 Výsledky	24
5.1 Porovnání průběhu klíčení jednotlivých odrůd.....	24
5.2 Porovnání průběhu klíčení u jednotlivých variant podmínek prostředí.....	28
5.3 Hodnocení klíčivosti vybraných variant po 9 dnech od založení pokusu.....	31
5.4 Výskyt semen napadených plísněmi v závislosti na podmínkách pokusu.....	32
6 Diskuse	34
7 Závěr	36
8 Seznam literatury	37

1 Úvod

Merlík chilský (*Chenopodium quinoa* Willd.) neboli quinoa je jednou z nejstarších kulturních plodin Jižní Ameriky, starověké andské civilizace jej znaly a cíleně pěstovaly již před 5000 lety. Z náhorní plošiny Altiplano se quinoa rozšířila do západní části Jižní Ameriky až po Mexiko a spolu s kukuřicí a fazolemi tvořila základ výživy v incké říši. Mimořádný význam této plodiny pro původní obyvatele dokládá i její pojmenování, které lze přeložit jako „matka zrno“. Po dobytí incké říše Španěly bylo pěstování quinoj potlačováno na úkor výnosnějších plodin a udrželo se jen v drsnějších horských oblastech v samozásobitelském rodinném zemědělství (Michalová a kol., 2001).

Od osmdesátých let minulého století vzrůstá zájem o quinou spolu s rostoucí poptávkou po zdravých a dieteticky hodnotných potravinách. Z hlediska chemického složení, využití a zpracování je quinoa podobná obilninám a řadíme ji k pseudocereáliím. Ve srovnání s obilninami však neobsahuje lepek, má vysoký obsah bílkovin a esenciálních aminokyselin, zejména lysinu. Merlík chilský je pro zemědělství i mimo region původu zajímavou alternativní plodinou, jejímž přínosem je zejména obohacení sortimentu bezlepkových potravin, může se stát i určitou variantou rýže a zpestřit nabídku cereálních výrobků (Pexová-Kalinová, 2011).

Potenciál quinoj, její biodiverzitu a nutriční hodnotu, jež může sehrát významnou roli v potravinové bezpečnosti, výživě a snižování chudoby, vyzvedla i Organizace spojených národů. Ta svou rezolucí č. 66/221 vyhlásila rok 2013 Mezinárodním rokem quinoj (United Nations, 2012). Mezinárodní organizace pro výživu a zemědělství FAO očekává od zvýšené pozornosti věnované této plodině mimo jiné i pokrok ve vědeckých a technických poznatcích a výměně informací o ní a projekty pro její rozšíření i do dalších zemí (FAO, 2013).

Z pohledu agrotechniky a pěstebních nároků má quinoa řadu pozitivních vlastností, mimo jiné:

- širokou genetickou variabilitu a genofond umožňující šlechtění různorodých odrůd z hlediska ranosti, velikosti a barvy semen, výnosů a odolnosti vůči biotickým a abiotickým faktorům
- přizpůsobivost k nepříznivým klimatickým a půdním podmínkám - quinoa může být pěstována v nadmořských výškách od hladiny moře až po 4000 m nad mořem, i v oblastech, kde se jiným plodinám nedaří. Může růst při relativní vlhkosti od 40 % do 88 %, srážkových úhrnech 150 - 200 mm/rok, odolává teplotám od - 4 °C do 38 °C, je tolerantní vůči nedostatku půdní vláhy a zvýšené salinitě

- rozmanitost využití – tradiční, netradiční i inovativní průmyslové aplikace
- nízké výrobní náklady a zemědělskou univerzálnost

Quinoa je krátkodenní rostlina a právě reakce na délku dne je faktorem, který určitým způsobem limituje pěstování jihoamerických odrůd v našich podmínkách.

Nicméně, šlechtění quinoj a nové odrůdy skýtají větší možnosti jejího rozšíření i v Evropě, kde se již pěstuje např. v Anglii, Švédsku, Dánsku, Nizozemsku, Itálii a Francii. Hlavními producenty jsou Bolívie, Peru, USA, Ekvádor a Kanada (FAO, 2011).

V posledních letech se produkce quinoj významně zvýšila, především v andském regionu. Oficiální statistika FAO uvádí produkci quinoj jen u tří zemí – Bolívie, Peru a Ekvádoru - v roce 2010 činila jejich produkce v součtu 79 447 t a roce 2014 již 192 818 t (FAOSTAT).

2 Cíl práce

Cílem experimentální části práce je prověřit biologické vlastnosti semen merlíku chilského prostřednictvím laboratorních testů klíčivosti v různých podmínkách prostředí (rozdílná teplota, rozdílná vlhkost lůžka pro klíčení).

Součástí bakalářské práce je vypracování literární rešerše zaměřené na význam, kvalitu a možnosti využití merlíku chilského. Pozornost je věnována i otázkám, týkajícím se agroekologických nároků merlíku chilského a biologických vlastností jeho semen ve vztahu k podmínkám prostředí.

3 Literární část

3.1 Botanická charakteristika a morfologie

Merlík chilský (*Chenopodium quinoa* Willd.) je dvouděložná jednoletá rostlina z čeledi merlíkovitých (Chenopodiaceae). Jedná se o dosud nepříliš prošlechtěný rostlinný druh se značnou variabilitou znaků a vlastností. Rostliny dosahují výšky 0,5 – 3 m, průměrně 1 – 1,5 m, stupeň větvení stonku je ovlivněn geneticky a faktory okolního prostředí (Michalová a kol., 2001).

Kořen dorůstá v závislosti na výšce rostliny do hloubky 20 – 50 cm a je hojně rozvětven. Tvoří hustou síť kořinků, které mohou proniknout až do hloubky odpovídající výšce rostliny (Gonzales a kol., 2015)

Vzpřímený stonek může být větvený nebo nevětvený, se střídavými listy. Listy jsou řapíkaté, polymorfní, bazální listy jsou velké a mohou být kosodélníkového nebo trojúhelníkového tvaru, zatímco horní listy jsou obvykle kopinaté. U mladých rostlin jsou listy zelené, při dozrávání rostliny se barví do žluta až červena. Listy mají zubaté okraje s až 43 zuby, na listech se mohou vyskytovat granule vzhledu drobných písečných zrněk. Tyto granule obsahují buňky bohaté na šřavelan vápenatý a jsou schopné udržet vodní film, který zvyšuje relativní vlhkost atmosféry obklopující list, čímž se sníží transpirace (Rojas, 2003).

Vegetační doba rostlin se pohybuje v závislosti na odrůdě a podmínkách prostředí od 5 do 7 měsíců (Taylor a Parker, 2002). Jiní autoři (Gonzales a kol, 2015, Michalová a kol., 2001) uvádějí, že vegetační doba se v závislosti na fotoperiodické citlivosti odrůdy pohybuje mezi 120 až 240 dny. Gonzales a kol. (2015) dále popisují, že merlík chilský je C_3 rostlina, což bylo potvrzeno anatomickými studiemi a sledováním úbytku isotopu uhlíku ^{13}C v listech deseti jeho variet.

Květy jsou velmi malé a kompaktní, jsou umístěny ve skupinách tvořící klubíčka, jsou přisedlé a stejné barvy jako kališní lístky. Jejich pět tyčinek má prašníky na krátkých nitkách, pestík má 2 – 3 péřovité blizny. Květenstvím je lichoklas, rostliny mají zpravidla oboupohlavní květy, některé však tvoří i květy samičí. Quinoa je autokompatibilní a dominuje samosprašnost. Přesto existují i rostliny, které jsou odkázány na cizosprašnost, neboť mají pouze samičí květy, případně v oboupohlavních květech jsou funkční jen samičí orgány. Květy zůstávají otevřené po dobu pohybující se v rozmezí od 5 do 7 dnů, neotevírají se však současně – celková doba kvetení rostliny je 12 až 15 dní. *Chenopodium quinoa* je allotetraploidní s $2n = 4x = 36$ chromosomů (Aufhammer, 2000).

3.2 Struktura a fyzikální vlastnosti semen

Semena jsou většinou světle žlutá, ale vyskytují se i odrůdy s barvou semen bílou, červenou nebo hnědou až černou. Jsou kulovitěho nebo elipsoidního tvaru s průměrem 1,8 - 2,6 mm. Na povrchu jsou chráněna volně přiléhajícím a snadno odstranitelným květním obalem, perikarpem a dvěma vrstvami osemení. Semena kulturních druhů nejsou dormantní (Pexová – Kalinová, 2011). Semena jsou botanicky zařazena jako nažka. Zárodek je umístěn kruhovitě okolo endospermu a zaujímá až 60 % objemu semene. Buňky endospermu, stejně jako zárodek, mají vysoký obsah bílkovin a tuků (Aufhammer, 2000). V povrchových vrstvách semen je soustředěna většina saponinů, které způsobují hořkost semen a jsou nejdůležitějšími antinutričními látkami quinoy (Kalač a Moudrý, 2000). Předpokládá se, že obsah saponinů chrání semena konzumací ptáky a před houbovými infekcemi (Taylor a Parker, 2002).

Hmotnost tisíce semen je dle Petra a kol. (2008) v rozmezí 1,8 – 2,8 g, Gonzales a kol. (2015) uvádějí 250 – 500 semen v 1 g. Aufhammer (2000) udává HTS 2 g a objemovou hmotnost hektolitru semen 62 kg. Fyzikálními vlastnostmi semen quinoy (z argentinské oblasti Salta) v závislosti na obsahu vlhkosti se pro potřeby technologií posklizňové úpravy zabývali Vilche a kol. (2003). U osiva o vlhkosti v rozsahu až 4,6 – 25,8 % se vzrůstající vlhkostí lineárně stoupala HTS z 2,5 na 3,1 g, sféricita semen od 0,77 do 0,80, hustota od 928 do 1188 kg.m⁻³, sypaný úhel od 18° do 25°. Pouze objemová hmotnost se s obsahem vlhkosti snižovala od 747 do 667 kg.m⁻³.

3.3 Ekologická diversita

Chenopodium quinoa poprvé popsal v roce 1778 Willdenow jako původní jihoamerický druh s jádrem výskytu v dnešním Peru a Bolívii kolem jezera Titicaca. Přirozený areál rozšíření se pohybuje od 1° 39' severní šířky po cca 42 ° jižní šířky a zahrnuje Bolívii, Peru, Ecuador, Chile, Kolumbii a Argentinu.

Aufhammer (2000) uvádí pět ekotypů quinoy, rozlišených na základě morfologických vlastností a geografického rozšíření: údolní typ, typ Altiplano, typ Salar, přímořský typ a subtropický typ. Údolní typ je rozšířen v peruánských andských údolích s nadmořskou výškou 2000 - 4000 m nad mořem. Výška rostlin se pohybuje od 2 do 3 m, vegetační doba je 7 měsíců, semena jsou zpravidla bílá, relativně velká s nízkým obsahem saponinů. Typ Altiplano je rozšířen v oblasti jezera Titicaca v nadmořské výšce kolem 4000 m nad mořem. Rostliny dorůstají 1 – 2 m, jsou většinou barevné s menším květenstvím a vegetační dobou 4

až 7 měsíců. Semena mají rovněž relativně nízký obsah saponinů. Typ Salar roste v oblasti bolivijských solisek – zasolených ploch v nadmořských výškách 4000 m nad mořem. Tyto rostliny jsou přizpůsobeny půdám s hodnotou pH nad 8,5 a jsou zpravidla červeně pigmentovány. Semena jsou černá s vysokým obsahem saponinů. Přímořský typ je rozšířen ve středním a jižním Chile. Rostliny jsou vysoké kolem 1,5 m, zelené a relativně rozvětvené. Semena jsou žlutavá, většinou malá a se středním obsahem saponinů. Subtropický typ pochází z bolivijského regionu Youngas. Rostliny jsou nejprve intenzivně zelené, při dozrávání se barví oranžově. Semena jsou žluto - oranžová, velmi malá, s vysokým obsahem saponinů.

V únoru 2017 publikoval mezinárodní tým vědců kompletní sekvenci genomu quiny. Genom se skládá z více než 1,3 miliardy nukleotidů, byl popsán pomocí technologie sekvenování genů a genetického mapování. Sekvenování genomu umožnilo i identifikaci transkripčního faktoru, který řídí produkci antinutričních triterpenoidních saponinů způsobujících hořkou chuť semen, a to včetně mutací u „sladkých“ typů quiny (Jarvis a kol., 2017).

Pro potravinářské využití a možnost intenzifikace agrotechniky je snaha získat odrůdy rané, rovnoměrně dozrávající a neutrální vůči délce dne. Dalšími šlechtitelskými cíli jsou rostliny s malým nebo žádným větvením stonku, kompaktním květenstvím, nižším vzrůstem, a nízkým obsahem saponinů (Michalová a kol., 2001).

Bazile a kol. (2014) uvádějí na příkladu Chile možná nebezpečí pro biologickou rozmanitost odrůd quiny. Vysoká genetická diverzita krajových odrůd quiny v Chile vznikla jako výsledek více než 3000 let domestikace a přizpůsobování místním podmínkám (srážky, nadmořská výška i zeměpisná šířka). V současné době jsou tyto krajové odrůdy vytlačovány intenzivním způsobem hospodaření a využívá je méně než 300 maloplošných farmářů hospodařících v izolovaných oblastech. Jejich uchování je důležité jako zdroj genetického materiálu pro šlechtění a možnost introdukce této plodiny do jiných zeměpisných oblastí.

3.4 Složení semen a nutriční hodnota

Kalač a Moudrý (2000) uvádějí, že obsah jednotlivých základních složek je značně proměnlivý. Obsah sušiny činí v průměru 88 %, přičemž podíl bílkovin je 15 – 17 %, lipidů 6 – 8 %, popelovin 3 – 4 % a vlákniny 3,5 – 4,5 %. Největší podíl sušiny – až 70 %, připadá na sacharidy. Energetická hodnota je 1670 kJ/100 g. Quinoa tedy obsahuje významně více bílkovin, tuků a popelovin než obiloviny. Taylor a Parker (2002) uvádějí, že rozdíly v analýzách složení mohou být způsobeny i rozdíly v relativním poměru hmotnosti perispermu

a zárodku, jež má vyšší obsah bílkovin a tuků. Podíl zárodku na celkové hmotnosti semene se pohybuje mezi 20 – 30 %.

V porovnání s obilninami z hlediska koncentrace bílkovin má quinoa o 16 % vyšší obsah bílkovin než pšenice, o 38 % vyšší než pohanka a o 220 % vyšší než rýže. Z kvalitativního hlediska je zajímavé složení aminokyselin, které se nejvíce blíží výživovým doporučením FAO (Moudrý, 2012).

Quinoa je považována za komplexní potravinu nejen z důvodu obsahu bílkovin, lipidů a aminokyselin, ale jedná se rovněž o důležitý zdroj minerálů a vitamínů. Dále bylo zjištěno, že obsahuje sloučeniny, jako jsou polyfenoly, fytosteroly, a flavonoidy s možnými nutričními výhodami. Olej získaný z quinoj obsahuje omega-6 mastné kyseliny a vitamín E. Technologické vlastnosti jako je rozpustnost, tvorba gelu, emulzí a pění umožňují různorodé využití (Abugoch James, 2009).

U merkantilu se sledují tyto parametry a limitní hodnoty: vlhkost max. 12 %, celkové příměsi max. 3 % (z toho zlomky semen max. 1,0 %, příměs cizích semen max. 1 %, organické a minerální nečistoty max. 1,0 %), obsah saponinů nižší než 0,1 %, bez škodlivých plísní a těžkých kovů (Petr a kol., 2008).

3.4.1 Bílkoviny

Bílkoviny v semeni quinoj je možné rozdělit do dvou skupin: na metabolicky aktivní albuminy a globuliny, které se nacházejí zejména v zárodku a aleuronových buňkách, a dále na bílkoviny zásobní obsažené v endospermu i v zárodku. Zásobní funkci mají nízkomolekulární prolaminy i vysokomolekulární gluteliny. Podíl albuminů a globulinů je zhruba 45 % a převyšuje jejich podíl v obilovinách, kromě žita. Podíl prolaminů je nízký – do 7 %, což je výhodné pro bezpečnou výživu, zároveň však omezuje technologické využití pro pekařství (Kalač a Moudrý, 2000). Petr a kol. (2008) uvádějí podíl albuminů a globulinů až 60 % a obsah lepku jen 1,8 mg na 100 g vzorku.

Mezi zásobními bílkovinami je výrazněji zastoupený vysokomolekulární 11S protein chenopodin ze skupiny globulinů a nízkomolekulární 2S protein s vysokým zastoupením cysteinu, argininu a histidinu – toto složení je příznivé zejména pro dětskou výživu. Složení aminokyselin v quinoi komplexně odpovídá doporučením FAO pro jejich zastoupení v lidské výživě (Kalač a Moudrý, 2000). V semenech quinoj byl stanoven významný obsah esenciálních aminokyselin. Jejich obsah v 100 g vzorku dosahuje u lysinu 6,0 g, valinu 4,0 g, leucinu 7,1 g, isoleucinu 6,4 g, threoninu 4,8 g, methioninu a cystinu 4,8 g, fenylyalaninu 6,3 g, tyrosinu 6,3 g, tryptofanu 1,1g (Petr a kol., 2008).

Taylor a Parker (2002) uvádějí, že bílkoviny quinoj jsou z pohledu složení aminokyselin úspěšně porovnatelné s jinými proteinovými zdroji – sójovými boby a odtučněným mlékem. Ve srovnání se sójou má quinoa mírně nižší obsah fenylalaninu a tyrosinu, ve srovnání s odtučněným mlékem je kromě těchto aminokyselin nižší i obsah leucinu. Na základě složení aminokyselin a výživových pokusů se zvířaty lze usuzovat, že stravitelnost bílkovin quinoj je obdobná jako kaseinu.

Ruales a Nair (1994a) uvádějí, že stravitelnost bílkovin u surové quinoj stanovená in vitro enzymatickou metodou na 78 % je významně nižší než u kaseinu (91 %), a také o něco nižší než u vzorku vyluhovaných semen quinoj (83 %). Procesy používané k odstranění vnější vrstvy semen, které obsahují saponiny, významně zvyšují stravitelnost proteinů (o 7 %). Tepelné ošetření zvýšilo stravitelnost bílkovin až na 86 %.

3.4.2 Lipidy

Poměrně vysoký obsah tuku (6 – 8 %) vede k zájmu o složení přítomných mastných kyselin. Podíl neutrálních lipidů je 55,9 % z celkového obsahu lipidů, podíl polárních lipidů a volných mastných kyselin tvoří 25,2 %, resp. 18,9 %. Nenasycené mastné kyseliny tvoří 88 %, nasycené 12 % (Petr a kol., 2008). Z mastných kyselin má největší zastoupení kyselina linolová (54 %) a olejová (20 %), podobně jako u sóji a obilnin. Olej quinoj je stabilní z důvodu relativně vysoké koncentrace přírodních antioxidantů (Michalová a kol., 2001). Kalač a Moudrý (2000) uvádějí, že obsah lipidů v jednotlivých frakcích semen je výrazně odlišný – největší podíl lipidů se vyskytuje v otrubách (11,6 %), nejmenší v mouce (3,2 %).

Zajímavý je i poměrně vysoký obsah fytosterolů v quinoi. Fytosteroly mají protizánětlivé, antioxidační a protinádorové účinky a schopnost snížení hladiny cholesterolu. Dle Ryana kol. (2007) byl v semenech quinoj obsah β -sitosterolu 63,7 mg/100 g, kampesterolu 15,6 mg/100 g, a stigmasterolů 3,2 mg/100 g, což jsou nejčastější rostlinné steroly. Tyto hodnoty jsou vyšší než např. v dýňových semenech, ječmeni a kukuřici, ale nižší než v cizrně nebo sezamových semíncích.

3.4.3 Škrob a sacharidy

Hmotnostní podíl škrobu v semenech quinoj je kolem 60 %, redukujících sacharidů 2 %, neredukujících sacharidů 2,5 %, pentosanů 3 %. Podíl amylosy je nižší než u obilovin a činí 11 – 12 %.

Škrobová zrnka jsou poměrně malá (0,6 – 2,0 μm), vyskytují se v podobě větvených granulí samostatně nebo v agregátech o velikosti 18 – 20 μm . Škrob quinoj vykazuje ve

srovnání se škrobem obilovin vyšší viskozitu, vaznost vody a bobtnavost. Rovněž je vyšší teplota, při níž škrob quinoj želatinizuje (57 – 72 °C).

Složení a struktura škrobu quinoj jsou faktory, které omezují použití mouky pro pekařské účely. Do těst pro výrobu chleba a pečiva je možné použít podíl jen do 10 hmotnostních procent, jinak se snižuje objem a pórovitost a konzistence pečiva je tuhá. Vyšší podíl mouky z quinoj je možné použít pro výrobu těstovin (Kalač a Moudrý, 2000; Michalová a kol., 2001).

Ruales a Nair (1994b) studovali stravitelnost škrobu quinoj reakcí s alfa-amylázou po dobu 60 minut. U surové quinoj byla stanovena stravitelnost 22 %, zatímco různé typy tepelného zpracování (vaření, extruze) ji zvýšily až na 73 %. Saponiny stravitelnost škrobu neovlivnily, rovněž podíl frakce nerozpustné vlákniny ve vzorcích se tepelným zpracováním nezměnil.

Sacharidy obsažené v quinoi lze považovat za funkční potravinu, protože mají pozitivní hypoglykemické účinky a snižují obsah volných mastných kyselin. Studie provedené u jedinců s celiakií ukázala, že glykemický index quinoj byl mírně nižší než u bezlepkového chleba a těstovin (Berti a kol., 2004).

Aufhammer (2001) uvádí, že semena quinoj obsahují i 11 % podíl vlákniny, která má příznivý efekt na trávicí proces. Vláknina je tvořena jak nerozpustnými celulosami a hemicelulosami, tak rozpustnými polysacharidy (pektiny, β -glukany). Obsah β -glukanů, působících příznivě jako prevence při onemocnění žaludku a střev, je v quinoi jen velmi malý (0,03 %) a zdaleka nedosahuje jejich obsahu např. u ovsa (3,91 %).

3.4.4 Vitamíny a minerály

Semena quinoj mají ve srovnání s obilovinami vyšší obsah riboflavinu, α – tokoferolu a β – karotenu, avšak jen asi čtvrtinový obsah niacinu. Při odhořčování semen broušením a namáčením a tepelných úpravách dochází ke značným ztrátám (Kalač a Moudrý, 2000). Michalová a kol. (2001) uvádí obsah thiaminu 0,4 mg/100 g, kyseliny listové 78,1 mg/100 g a vitamínu C 16,4 mg/100 g. Jiní autoři (Petr a kol., 2008) uvádějí průměrný obsah ve 100 g semen u β -karotenu 0,39 mg, thiaminu 0,38 mg, riboflavinu 0,39 mg, niacinu 1,06 mg, kyseliny askorbové 4,0 mg a 5,37 mg u α -tokoferolu.

Obsah minerálních látek v quinoi kolísá dle jednotlivých frakcí, dochází ke ztrátám i v důsledku obušování semen (zejména sodíku, železa a manganu). Dle Chauhana a kol. (1992) byl obsah popelovin v celých semenech 2,8 %, ale v obalech 8,4 %, v otrubách z loupaných semen kolem 4 % a v mouce pouze 1 %. Obdobný pokles v mouce - asi na

třetinu - byl prokázán i u jednotlivých minerálů, přičemž u stopových prvků nebyl tak výrazný.

Obecně obsahuje quinoa více minerálních látek než běžné obiloviny. Obsah vápníku je 874 mg/kg, fosforu 5,3 mg/kg, hořčíku 2,6 mg/kg, železa 81 mg/kg, zinku 36 mg/kg, sodíku 12 mg/kg a mědi 10 mg/kg (Michalová a kol., 2001).

Obsah hořčíku, manganu, mědi a železa přítomný ve 100 g semen quinoxy stačí k pokrytí denní potřeby dětí i dospělých, přičemž obsah fosforu a zinku je dostačující pro děti, pro dospělé tvoří 40 – 60 % denní potřeby. Obsah draslíku (714 – 855 mg/100 g) tvoří zhruba 20 % doporučené denní dávky, obsah vápníku ve 100 g semen může přispět 10 % denní dávky (Abugoch James, 2009).

Lintschinger a kol. (1997) ověřovali možnost obohacení pšenice, pohanky a quinoxy esenciálními prvky a sledovali, jak semena při klíčení (v prvních 3 – 4 dnech) přijímají ze živného roztoku 12 stopových prvků, a zda je ukládají v klíčcích ve využitelné formě. Quinoa vykazovala největší toleranci ke zvyšující se koncentraci živného roztoku a největší rychlost příjmu všech stopových prvků.

3.4.5 Saponiny a další antinutriční látky

Mezi závažné antinutriční látky obsažené v semenech quinoxy patří saponiny. Saponiny se skládají z triterpenoidního sapogenolu, který je glykosidicky vázán na sacharid. Kromě hořké chuti je nežádoucím účinkem saponinů riziko poškození střevní mukosy narušením propustnosti membrán, čímž je narušen aktivní transport. Saponiny jsou přítomny v celé rostlině quinoxy, většina je však soustředěna v obalech semen. Toho se využívá při odhořčení. Odrůdy s nižším obsahem saponinů se leští, při vyšších obsazích se kombinuje namáčení nebo promývání s odstraněním obalů (Kalač a Moudrý, 2000).

Odrůdy s bílými semeny mají méně saponinů než odrůdy žlutosemenné, rozsah obsahu saponinů je 0,01 % až 4,6 %. Za „sladké“ se považují odrůdy s obsahem nižším než 0,1 % saponinů. Několik takových odrůd bylo nalezeno i v oblastech původu. Jak již bylo dříve zmíněno, obsah saponinů je obranou rostliny před škůdci a predací semen ptáky, toho se využívá jako přirozeného insekticidu a ptačího repelentu. Uvádí se rovněž regulační vliv saponinů na hladinu cholesterolu v krvi (Aufhammer, 2000). Woldemichael a Wink (2001) našli v quinoi saponiny, které vykazovaly fungicidní aktivitu vůči *Candida albicans*, Stuardo a San Martín (2008) našli u alkalizovaných saponinů z quinoxy fungicidní účinek proti *Botrytis cinerea*.

V současné době jsou saponiny studovány rovněž z důvodu široké škály farmakologických účinků (analgetické, protizánětlivé, antimikrobiální, antioxidační, antivirotické, hemolytické) i účinku na absorpci minerálů a vitamínů. Pozornost je věnována i jejich nepříznivému vlivu na růst zvířat a jejich vitalitu, a významnému hypcholesterolemickému efektu (Güçlü-Üstündağ a Mazza, 2007).

Semena quinoj obsahují průměrně 1,2 % fytátů, což je více než u obilovin, nepříznivý vliv na využití vápníku či železa však nebyl při laboratorních pokusech na zvířatech pozorován. Obsah tříslovin je velmi nízký – do 0,5 % z hmotnosti semen. Inhibitory trypsinu jsou soustředěny do obalů (ty se odstraňují), navíc jejich aktivita je až pětkrát menší než např. u sóji (Kalač a Moudrý, 2000).

3.5 Nároky na prostředí

Jak bylo dříve uvedeno, quinoa je velmi plastická, její odrůdy se adaptovaly na řadu agroekologických podmínek (půda, množství srážek, teplota, nadmořská výška, odolnost vůči mrazu, suchu nebo zasolení). Původní areál rozšíření odpovídá vysokohorskému i nížinnému mírnému a subtropickému podnebí. Rostliny jsou odolné vůči mrazu, mohou být pěstovány v nížinách i v nadmořských výškách 2000 – 4000 m nad mořem a v oblastech s nízkými srážkami. Quinoa je jednou z mála plodin, které snášejí bez větších obtíží extrémní klimatické a půdní podmínky.

V podmínkách střední Evropy je však pěstování quinoj stále ročníkovou záležitostí, při vlhčím a chladnějším průběhu léta rostliny obtížně dozrávají, udržují si dlouho vysokou vlhkost nebo zejména ve vyšších oblastech nemusí dozrát vůbec. Rizikovým je i období vzházení rostlin, kdy může dojít k jejich poškození suchem nebo mrazem (Moudrý, 2012).

3.5.1 Nároky na půdu

Quinoa může růst na písčítých a písčitohlinitých půdách i na půdách velmi chudých. Těžké jílovité půdy jsou nevhodné. Pro klíčení je nutná minimální teplota půdy 5 – 7 °C, časnější osev se může projevit zpomalením klíčivosti. Vzhledem k malé velikosti semen je quinoa citlivá na nedostatek i přebytek vody v půdě (Michalová a kol., 2001). S tím souvisí i citlivost quinoj na hloubku výsevu – při výsevu do hloubky 0,5 cm a 1 cm byla vzháživost 53 % a 48 %, při hloubce výsevu 2 cm a 4 cm výrazně poklesla na 17 %, resp. 5 % (Moudrý, 2012).

Aufhammer (2000) rovněž uvádí, že quinoa nesnáší trvale zamokřené půdy a na utužení půdy reaguje sníženým růstem. Při vhodném půdním typu je ale možné využít půdy i

s hodnotami pH v extrémním případě od 4,5 do 8,5. V případě půdní reakce mimo optimální hodnotu pH = 6 dochází ke snížení tvorby nadzemní biomasy.

Quinoa rovněž prokázala neobvykle vysokou toleranci vůči obsahu solí v půdě. Řada druhů může růst i při koncentracích solí, které odpovídají mořské vodě, tj. i při konduktivitě půdního roztoku 40 mS cm^{-1} . Quinoa má schopnost akumulovat ionty solí ve svých tkáních za účelem řízení a nastavení vodního potenciálu listů. To umožňuje rostlinám udržet turgor buněk a omezit transpiraci na zasolených půdách, aby se zabránilo fyziologickému poškození v suchých obdobích. Některé z charakteristik, které byly měřeny, např. listová plocha, výnos biomasy, výnos semen a sklizňový index, ukázaly lepší výsledky v podmínkách mírného zasolení ($10 - 20 \text{ mS cm}^{-1}$), než za nižší elektrické vodivosti, což naznačuje, že quinoa je fakultativní halofyt, ale s významnými rozdíly mezi odrůdami (Jacobsen a kol., 2003). Odolnost rostlin vůči salinitě půdy dokumentují i pokusy, které zjišťovaly vliv NaCl na klíčení a růst quinoj. V přítomnosti 0,4M roztoku chloridu sodného bylo procento klíčivosti semen po 14 hodinách pouze 14 %, zatímco v kontrolním vzorku bylo současně dosaženo maximální klíčivosti (87 %). Procento vadně vyklíčených semen po 14 hodin v roztoku chloridu sodného bylo nižší než v destilované vodě (7 %, resp. 16 %). Vysoké procento (67%) z nevyklíčených semen po promytí destilovanou opět vyklíčilo (Prado a kol., 2000).

3.5.2 Nároky na teplotu

Pro pěstování jsou ideální teploty mezi $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ až $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, rostlina ale vydrží i teploty od $-4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ do $38 \text{ }^{\circ}\text{C}$. V závislosti na fenologické fázi a odrůdě přežívá quinoa po dobu až 4 hodin dokonce teplotu $-8 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Mráz může snížit výnosy o 20 – 40 % nebo v extrémních podmínkách zapříčinit i úplnou ztrátu výnosu. Hlavní mechanismus pro mrazuvzdornost quinoj je pravděpodobně skutečnost, že rostliny tolerují tvorbu ledových krystalků v buněčných stěnách a následnou dehydrataci buněk, aniž by utrpěly nevratné škody. Vyšší obsah rozpustných sacharidů v buňkách znamená vyšší úroveň tolerance vůči mrazu a způsobuje snížení bodu tuhnutí a střední letální teploty (LT50). Při porovnání vlivu mrazu na poškození rostlin quinoj v různých fenologických fázích a vlivu na výnos semen bylo zjištěno, že rostliny ve stadiu dvou listů vystavené teplotě $-4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 4 h byly ovlivněny pouze mírně, výnos semen poklesl jen o 9,2 % oproti kontrole pěstované nepřetržitě při $19 \text{ }^{\circ}\text{C}$. U rostlin ve stadiu 12. listu a ve stadiu kvetení bylo snížení výnosu výrazně vyšší, a to 50,7 %, resp. 65,7 % (Jacobsen a kol., 2003).

Bois a kol. (2006) rovněž prováděli experimenty s cílem posoudit vliv teploty na klíčení, růst rostlin a odolnost quinoj proti mrazu. Porovnávali tradiční andské krajové

odrády i nové kultivary odlišného zeměpisného původu. Rychlost klíčení byla hodnocena u 10 kultivarů při teplotách 2 °C, 5 °C, 10 °C a 20 °C. Rychlost klíčení se u všech kultivarů snižovala lineárně s klesající teplotou, ale nezastavila se úplně. Při teplotě 20 °C byla doba potřebná pro vyklíčení 50 % semen u jednotlivých kultivarů v rozmezí 7 – 10 hodin, při teplotě 2 °C to bylo již 45 – 67 hodin. Teplotní citlivost na klíčení v souvislosti se zeměpisným původem kultivarů nebyla zjištěna. Růst a vývoj rostlin byly zkoumány u třech kultivarů v jednom vegetačním období. Velikost listů se zvyšovala s rostoucí teplotou od 6 °C až do optimální teploty v rozmezí 20 až 22,5 °C. Experimenty s mrazuvzdorností ukázaly, že žádné rostliny nepřežily 4 hodiny při teplotě – 6 °C, zatímco žádné vážné poškození nebylo zaznamenáno až do teploty – 3 °C. K tvorbě ledových krystalků v buňkách listů došlo při teplotě mezi – 5 °C až – 6 °C. Nízký obsah vody v listech zpomaloval proces tvorby ledových krystalů, zatímco vesikulární buňky na povrchu listů zřejmě nehrály žádnou ochrannou roli vůči poškození listu mrazem.

Gonzales a Prado (1992) studovali klíčení semen quinoj vysokohorské andské odrůdy Sajama ve vztahu k teplotě a salinitě. Maximální podíl semen v rozmezí od 74 % do 86 % (s průměrem 80 %) vyklíčil ve sladké vodě, při teplotě 22 °C a době klíčení do 30 hodin. Při snížení teploty na 0 °C se klíčivost snížila na hodnoty v rozmezí 12 – 30 % (tj. v průměru o 22 %). Pokusy s vlivem různých koncentracemi roztoku NaCl (0,1 M - 0,5 M) na klíčivost ukázaly, že ačkoli značný podíl semen v solném roztoku zůstal dormantní, tak semena byla životaschopná a vyklíčila po přenesení do sladké vody. Účinnost revitalizace byla závislá na teplotě – při teplotě 22 °C byla významně vyšší než a při teplotě 0 °C.

Chilo a kol. (2009) studovali vliv teploty a salinity na klíčení semen a růst klíčenců u dvou odrůd quinoj (Cica a Real) při teplotách 5 °C, 10 °C a 20 °C a dále při salinitě v pěti koncentracích: 0,0, 0,1, 0,2, 0,3 a 0,4 M roztok chloridu sodného. Semena odrůd Cica i Real pocházela z oblasti Salta v Argentině, semena odrůdy Real měla vyšší HTS v porovnání s odrůdou Cica. U obou odrůd způsobila klesající teplota a zvyšující se salinita při klíčení snížení rychlosti klíčení, procenta klíčivosti a růstu klíčenců. Ovlivněna byla rovněž hmotnost sušiny rostlin a procento normálních a abnormálních klíčenců a mrtvých semen. V případě variant teploty 5 °C a vyšší salinity semena nevyklíčila. Nejvyšší podíl normálních klíčenců byl získán z variant při teplotách 10 °C a 20 °C a nízké salinitě. Při teplotách 10 °C a 20 °C a salinitě nižší než 0,4 M roztok NaCl zárodek neuhynul, ale zpomalily se fyziologické a biochemické mechanismy zapojené do počátečních fází klíčení. Obdobně i počet abnormálních klíčenců a mrtvých semen byl nejvyšší v kombinaci nízké teploty a vysoké

salinity. Varianta teploty 20 °C a nízké salinity byla optimální pro růst klíčenců u obou kultivarů.

3.5.3 Nároky na srážky

Roční úhrn dešťových srážek se mezi jednotlivými hlavními oblastmi pěstování v Jižní Americe značně liší. V ekvádorské andské oblasti je to 600 až 880 mm, v peruánském údolí Mantaro 400 až 500 mm a v oblasti jezera Titicaca 500 až 800 mm. V oblasti bolivijského Altiplana a v severním Chile je quinoa pěstována s přijatelnými výnosy i se srážkovými úhrny 100 do 200 mm, v Chile se však pěstuje i v pobřežních oblastech se srážkami nad 2000 mm za rok. V důsledku genetické variability odrůd, které jsou k dispozici, se quinoa přizpůsobí různým klimatickým podmínkám - může růst při relativní vzdušné vlhkosti od 40 % do 88 % (FAO, 2011).

Podle Jensena a kol. (2000) mají různé odrůdy quinoj několik různých mechanismů, které jim umožňují odolávat suchu. V oblastech s rizikem přisušku buď na začátku, nebo na konci růstového období jde zejména o urychlení dozrání semen. Rostlina také zabraňuje negativním účinkům sucha tvorbou hlubokého a hustého kořenového systému, redukcí listové plochy opadem listů, malými a silnostěnnými buňkami, přizpůsobenými k velkým ztrátám vody bez ztráty turgoru.

Relativní obsah vody v rostlině (vzhledem k maximálnímu obsahu vody při plném zavlažování) byl na začátku růstu 90 %, během fáze větvení a kvetení se snížil na 65 % a ve fázi tvorby semen až na 30 %. Osmotický potenciál se u plně zavlažovaných rostlin pohyboval mezi 21,0 a 21,3 MPa, zatímco během přisušku se osmotický potenciál snížil jen na 21,6 MPa. To ukazuje na přizpůsobení osmotického tlaku pouze o 0,3 MPa. Reakce průduchů rostliny v průběhu přisušku není citlivá, k uzavření došlo až při osmotickém potenciálu listu nižším než 21,2 MPa. To znamená, že quinoa by se dala charakterizovat jako plodina tolerantní k dehydrataci (Jacobsen a kol., 2003).

3.5.4 Fotoperiodicita

Christiansen a kol. (2010) studovali citlivost quinoj k fotoperiodě v pokusech s přizpůsobivostí rostlin v prostředí mimo zeměpisný region jejich původu. V experimentu byly použity dvě odrůdy: tradiční odrůda z Bolívie (Real), která v dánských podmínkách nedozrává, a raná odrůda (Q52), vyšlechtěná pro dánské klimatické podmínky. Rostliny byly přesunuty z oblasti původu s krátkou délkou dne (10 h) do oblasti s dlouhou délkou dne (18 h) a naopak a to v různých intervalech od zasetí do 100 dnů po zasetí. V podmínkách krátkého

dne obě varianty vykázaly kvetení po 39 dnech od zasetí, vliv na dobu kvetení v podmínkách dlouhého dne byl pozorován pouze u bolivijské odrůdy Real, kdy došlo k mírnému zvýšení doby vykvetení na 44 dní po zasetí. Nejvýraznější rozdíl mezi odrůdami nastal ve fázi tvorby semen. Při přechodu z podmínek krátkého dne do dne dlouhého se u dánské odrůdy Q52 prodloužila doba od konce kvetení do dozrání z 39 na 52 dní. V podmínkách krátkého dne měla bolivijská odrůda Real délku období tvorby semen podobnou jako dánská odrůda Q52, ale v podmínkách dlouhého dne udržovala zelené listy i v průběhu tvorby semen. Zelené perigonium bylo pozorováno i 57 dnů po odkvětu. Tato studie by naznačovala, že indukce kvetení není hlavním problémem pro přizpůsobení quinoj podmínkám v severní Evropě, ale že hlavní příčinou pozdního dozrání jihoamerických odrůd je velmi silná, dlouhým dnem indukovaná “stay – green” reakce.

Účinky fotoperiody na vývoj růstových fází, vzhled listů a růst semen včetně interakcí fotoperiodicity a teploty na růst semen u jednoho kultivaru, studovali i Bertero a kol. (1999). V experimentu byly použity odrůdy Kanckolla (raně kvetoucí kultivar z andské plošiny v jižním Peru) a Blanca de Junin (středně časně kvetoucí kultivar z tropických údolí centrální Peru). Hlavním cílem bylo zjistit, které vývojové fáze jsou citlivé na fotoperiodě a zda podmínky během určité vývojové fáze mají vliv na další vývoj rostliny. Rostliny byly pěstovány v přírodně osvětlených růstových skříních a fotoperiody byly stanoveny jako 10 hodin denního světla doplněné dalším ozářením umělým světlem s nízkou intenzitou: pro krátký den tak doba osvětlení byla celkem 10,25 hod., pro dlouhý den 14 nebo 16 hodin. Rostliny pěstované v podmínkách krátkého dne až do fáze kvetení vytvořily semena 66 dnů po vykvetení, průměr semen byl čtyřikrát větší než průměr semen u rostlin pěstovaných v podmínkách dlouhého dne. Průměr semen se také snížil o 24 % po přenosu rostlin po vykvetení do podmínek dlouhého dne, a také o 14 % při zvýšení teploty vzduchu na 28 °C (oproti kontrole 21 °C). Největší inhibici růstu semen (73 %) ale způsobila kombinace vysoké teploty s dlouhodobou fotoperiodou. Vliv fotoperiody se ukázal jako významný vliv na všech fázích reprodukce rostlin, i když často nepřímo jako zpoždění nástupu dalších vývojových fází.

Schlick a Bubenheim (1996) v pokusech zjistili, že dlouhodobé fotoperiody (v délce 12 a 16 h) a nízká intenzita záření sice zvyšovaly celkovou produkci biomasy, ale rozdělení biomasy se v závislosti na fotoperiodě a intenzitě záření značně lišilo. Tvorba nadzemní biomasy a biomasy kořenové se proporcionálně zvyšovala s nárůstem tvorby celkové biomasy, ale podíl semen byl nejvyšší v případě krátké fotoperiody a vysoké intenzity záření, maximální sklizňový index byl dosažen při fotoperiodě v délce 8 h.

3.6 Biologické vlastnosti osiva

Kvalita osiva má zvláště u drobnozrnného osiva zásadní vliv na polní vzházivost a citlivost klíčenců vůči nepříznivým vlivům. U osiva quinoy je nutné rychlé sušení sklizeného osiva na 10 – 15 % vlhkosti, pečlivé čištění a třídění. To je zvláště důležité, neboť quinou lze sklízet i při vlhkosti až do 30%. To zároveň zvyšuje podíl zbytků rostlin ve sklizeném zrně a společně se skutečností, že u malých semen se při skladování obtížně zajišťuje provětrávání, přispívá k rychlému rozšíření skladištních plísní. Tím je kromě skutečnosti, že napadená semena nelze použít pro potravinářské nebo krmné účely, negativně ovlivněna i jejich klíčivost. Klíčivost osiva dále negativně ovlivňuje i jeho mechanické poškození, proto je třeba zamezit jeho poškozování při mechanizované sklizni. Ručně sklizené osivo klíčí lépe než osivo po sklizni sklízecí mlátičkou. Osivo quinoy se doporučuje fungicidně i insekticidně mořit, i když má v obalech obsaženy saponiny. Vynechání tohoto kroku je zejména při suboptimální teplotě riskantní (Aufhammer, 2000).

Dřímalková (2003) uvádí, že ze semen quinoy pocházejících z ČR byly izolovány houby *Fusarium* spp., *Ascochyta* spp. a *Alternaria* spp. Nejčastěji bylo identifikováno *Fusarium avenaceum*, *Ascochyta* sp. izolovaná ze semen českého původu byla určena jako *Ascochyta caulina*.

Dřímalková a Veverka (2004) zjišťovali ve skleníkových pokusech příčiny vadnutí semenáčků quinoy. Z infikovaných částí rostlin izolovali *Ascochyta caulina*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium* spp., *Alternaria* spp. a *Pythium* spp. Testy patogenity potvrdily, že *P. aphanidermatum* a *F. avenaceum* byli původci vadnutí semenáčků quinoy. Srovnáním reakce quinoy s reakcí ostatních náchylných rostlin (špenátu, zelí, cukrové řepy) se ukázalo, že quinoa je nejvíce náchylná k patogenu před vzejitím, během klíčení až do konce fáze prvního páru pravých listů. U klíčících semen quinoy se zdálo, že mají nižší schopnost vzejít. Tento závažný problém je způsoben nejen preemergentním vadnutím v důsledku působení patogenů, ale jde i o celý komplex nepříznivých faktorů v průběhu klíčení, kdy je quinoa nejcitlivější.

Biologická kvalita osiva quinoy je charakterizována součtem genetických, fyziologických a zdravotních vlastností, které určují její chování při setí nebo skladování. Klíčivost je ovlivněna interakcí mezi fyziologickými kvalitami a vnějšími faktory, kam patří teplota, relativní vlhkost, kyslík, a působení plísní a bakterií. Specifické složení semene quinoy (zejména větší chemická stabilita škrobů a lipidů) je důvodem většího potenciálu zásobních látek než u jiných olejnatých semen. Nicméně semena quinoy ztrácejí

životaschopnost rychleji než obiloviny, protože mají porézní obaly a snadno zvyšují nebo ztrácejí vlhkost.

Strenske a kol. (2017) hodnotili klíčení a vitalitu semen quinoj v závislosti na době a teplotě skladování. Semena byla skladována zabalená v papírových sáčcích a variantně při teplotě kolísající teplotě 20 - 30 °C a stálé teplotě 25 °C po dobu 36, 85, 119, 146, 177 a 270 dnů. Následně byla v laboratorních testech klíčivosti počítána klíčící semena denně po dobu osmi dnů po založení a byl vyhodnocen procentuální podíl normálních a abnormálních klíčenců a index klíčení. Z výsledků pokusů vyplývá, že se zvyšující se dobou skladování se lineárně snižoval podíl klíčivých semen a zvýšil počet abnormálních klíčenců a to u obou teplotních variant. Po třech dnech testu při době skladování 36 dní byla zjištěna klíčivost 51% u varianty stálé teploty 25 °C a skladování ve tmě, u kolísající teploty s fotoperidou 7 hodin byla klíčivost jen 34 %. Ztrátu klíčivosti semen lze očekávat mezi 430 – 456 dny od sklizně. Autoři navrhuji, aby konečný počet klíčících semen byl hodnocen po 7 dnech od začátku testu klíčení. Vycházejí z poznatku, že semena skladovaná po dobu 270 dní (nejméně příznivá varianta testu) již po této době dále nevykazovala klíčivost. U semen skladovaných kratší dobu byla zjištěna klíčivost až do osmého dne po začátku pokusu. Příčiny poklesu klíčivosti jsou spojovány se ztrátou integrity membránového systému, oxidací lipidů, změnami v respirační aktivitě semen, změnami v enzymatické aktivitě a syntéze proteinů a akumulaci toxinů. Aufhammer (2000) uvádí, že v závislosti na délce a podmínkách skladování dochází v semeni, zejména v zárodku, ke změnám lipidového komplexu. Se vzrůstající teplotou a vlhkostí skladování dochází ke zvyšování podílu diglyceridů a volných mastných kyselin. To zapříčiňuje i tvorbu oxidačních produktů s nežádoucími senzoryckými vlastnostmi. Zároveň dochází k odbourání chlorofylu v osemení, které postupně hnědne.

Castellion a kol. (2010) studovali stabilitu proteinů v osivu quinoj a stárnutí semen během skladování u dvou různých kultivarů quinoj (Ollagüe a Baer II). Trvanlivost osiva z obou kultivarů byla testována před uložením a po 6 měsících skladování při 14% relativní vlhkosti a laboratorní teplotě. U odrůdy Ollagüe se klíčivost během skladování znatelně snížila ze 73 % na 33 %. U druhé odrůdy byl pokles jen malý, ze 100 % na 95 %. Změny v životaschopnosti semen byly méně výrazné. To ukazuje, že skladováním sice došlo k poškození embryonálních tkání, poškození však nevedlo k uhynutí semen. Proces klíčení byl ale výrazně negativně ovlivněn. U semen uchovávaných po stejné období (6 měsíců) v genové bance zůstala zachována neměnná klíčivost i životaschopnost. To ukazuje velký vliv skladovacích podmínek na stabilitu semen.

Během skladování byl také zjištěn nárůst insolubilizace bílkovin v semenech s rostoucí dobou skladování v korelaci se sníženou trvanlivostí. Podíl nerozpustných bílkovin však nemůže být indikátorem ztráty vitality semen, protože rozpustnost proteinů byla obnovena po namočení semen do vody (u obou kultivarů), bez ohledu na jejich schopnost klíčení. Zároveň však byla zjištěna přímá vazba mezi životaschopností semen a akumulací AGE, tj. produktů Maillardovy reakce (glykace proteinů a fosfolipidů).

Cecato a kol. (2011) studovali dormanci semen quinoj a náchylnost k předčasnému vyklíčení semen před sklizní. To je vážné nebezpečí pro semenářství quinoj v klimatických podmínkách mírného pásu. Byly zkoumány dvě odrůdy 2-Want a Chadmo v polních podmínkách argentinské pampy více než 2 roky v pěti různých termínech setí. Obě odrůdy vykazovaly dormanci semen během vývoje a zrání semen. U odrůdy 2-Want byla dormance přítomna jen při nízkých teplotách, zatímco semena odrůdy Chadmo, pocházející z vlhkého ostrova Chiloe v jižním Chile, vykazovala vysokou úroveň dormance při všech teplotách. Ukončení dormance bylo pozorováno jako snížení teploty, při níž již došlo ke klíčení semen a která rozšířila optimální „teplotní okno“ pro klíčení. Vyšší skladovací teplota zvýšila rychlost ukončení dormance u obou odrůd. Dormanci ovlivnily i klimatické podmínky v průběhu vývoje semene na mateřské rostlině, vyšší teploty a delší fotoperioda dormanci podporovaly. Odrůda Chadmo vykazovala ve všech případech hlubší dormanci a větší toleranci vůči předsklizňovému vyklíčení semen.

3.7 Agrotechnika

Quinoa není náročná na předplodinu, v osevních postupech se zařazuje jako okopanina. Vzhledem k malé velikosti semen je nutná pečlivá předseťová příprava půdy, výsev se provádí při teplotách půdy alespoň 5 – 7 °C, tj. koncem dubna. Doporučuje se výsev do řádků vzdálených v rozmezí 125 – 500 mm. Pro setí do úzkých řádků se doporučuje výsevek osiva 20 kg.ha⁻¹, pro širší řádky 8 – 12 kg.ha⁻¹ (Pexová-Kalinová, 2011).

Michalová a kol. (2001) uvádějí, že quinoa má dobrou kompenzační schopnost, při setí do širších řádků jsou rostliny vyšší, více větví a urychlují vývoj. Počet rostlin se může v závislosti na meziřádkové vzdálenosti a množství výsevu pohybovat v rozmezí 100 - 500 ks na m². Při pěstování v konvenčních systémech se dle zásobení půdy živinami doporučuje maximální dávka dusíku 120 kg.ha⁻¹, fosforu 50 kg.ha⁻¹ a draslíku 50 kg.ha⁻¹. Vzhledem k tomu, že nejsou známé herbicidy proti dvouděložným plevelům v porostu quinoj, je zpravidla nezbytné mechanické odplevelování. Z chorob je nejobávanější *Perenospora farinosa*, ze škůdců mšice bobová.

Dozrávání je nerovnoměrné, nedochází však k vypadávání semen. V době zralosti semen obsahují okvěti ještě značné množství vody a stonky jsou dužnaté, doporučuje se proto sklizeň po desikaci mrazem. Sklizeň je možná buď přímá sklízecí mlátičkou, u porostů s vyšším obsahem vody je možná sklizeň dvoufázová. Při dešti v době sklizně je nebezpečí vyklíčení semen do 24 hodin. Výnos se pohybuje od 0,5 do 1,5 t.ha⁻¹.

V pokusech, které prováděl Aufhammer (2000) s pěstováním quinoj v Německu, byla zjištěna vegetační doba různých odrůd mezi 120 a 210 dny a to v závislosti na typu odrůdy. Dále zjistil, že při stejném termínu výsevu raná odrůda Tango dosáhla zralosti o 15 dní dříve, než pozdní odrůda Faro. Zároveň však posunutí termínu výsevu z počátku května na konec května zkrátilo vegetační dobu o 9 dní u obou odrůd.

V roce 2009 byl na pozemcích v okolí Bělehradu proveden polní pokus s odrůdou Puno. V klimatických podmínkách jihovýchodní Evropy, na půdě typu černozem a bez zavlažování a hnojení byl získán výnos semen 1,72 t.ha⁻¹. Kvalita semene velmi dobrá, s obsahem bílkovin v rozmezí od 15,16 do 17,41 % v sušině (Skitic a kol., 2009).

V ČR se merlík chilský v současné době nepěstuje. V ČR ani v Evropském katalogu odrůd není uvedena žádná registrovaná odrůda. FAO (2011) uvádí, že projekty k introdukci quinoj do Evropy vedly k vytvoření první evropské odrůdy "Carmen". Tato odrůda je trpasličího vzrůstu, s kompaktním květenstvím a časným dozráváním. Pokračující práce na šlechtění pro zvýšení výnosů a snížení obsahu saponinů vedly ke vzniku nových odrůd jako např. "Atlas".

3.8 Využití

Základní význam quinoj jako plodiny spočívá v potravinářském využití buď celých semen nebo mouky. Vařená se mohou použít jako příloha, zavářka, náhrada rýže nebo kuskusu, pufovaná do snídanových cereálií nebo tyčinek. Mouka z quinoj se vzhledem k tomu, že neobsahuje lepek, přidává do těsta na výrobu pečiva jen do určitého poměru. Využití ji lze i pro výrobu těstovin. Pro výživu malých dětí do 2 let by však pro možný i stopový obsah saponinů neměla být užívána (Moudrý, 2012)

V tradičním využití v andském regionu se mladé listy používají jako zelenina, krmivo pro dobytek a semena pro výrobu místního alkoholického nápoje „chicha“. Naopak nové a netradiční způsoby využití se hledají jak v potravinářství, tak průmyslu. V potravinářském sektoru je snaha využít vysoký obsah bílkovin jako náhražku bílkovin živočišných pro výrobu nápojů, dezertů a fermentovaných výrobků jako jogurt nebo tempeh. Průmyslové a

farmaceutické využití se zkoumá zejména u saponinů – a to jako detergenty, pesticidy, kosmetické látky a léčiva (FAO, 2011).

Spotřeba semen quinoj i České republice stoupá, ačkoli její celkový objem je stále marginální. Spotřeba je kryta dovozem, mezi roky 2012 a 2016 došlo k nárůstu dovozu z 4,2 t na 170,8 t, při průměrné dovozní ceně 102 Kč za kg (ČSÚ).

Komerční pěstitele, kteří produkují tuto komoditu v oblasti mírného zeměpisného pásma, najdeme jak v Severní Americe – např. společnost NorQuin (www.quinoa.com), tak v Evropě. Ve Velké Británii je to např. The British Quinoa Company (www.britishquinoa.com.uk), ve Francii Quinoa d'Anjou (www.quinoadanjou.fr), v Belgii QuinoBel (<http://quinobel.be>) a v Holandsku The Dutch Quinoa Group (<http://dqg.nl>).

4 Materiál a metody

Cílem experimentální části práce bylo ověřit průběh klíčení a celkovou laboratorní klíčivost semen quinoy při různých teplotách a vlhkosti lůžka a zjistit reakci hodnocených odrůd na konkrétní podmínky při klíčení.

Metodika pokusů vychází z Metodiky zkoušení osiva a sadby, kterou vydal Ústřední zkušební ústav zemědělský v Praze (ÚKZÚZ, 2014).

4.1 Rostlinný materiál

Pro pokusy byly použity vzorky sedmi odrůd *Chenopodium quinoa* Willd., zakoupené v běžném maloobchodě od semenářských firem z USA. Odrůdy jsou dle údajů dodavatelů a zmínek v literatuře přizpůsobeny nízkým nadmořským výškám a mírnému klimatu. V ČR je prakticky nereálné získat osivo quinoy z genových bank či univerzitních pracovišť, evropské osivářské a obchodní firmy distribuují osivo jen smluvním farmářům. Z tohoto důvodu bylo pro pokusy k dispozici jen omezené množství 3 – 4 g semen u každé odrůdy. U všech odrůd dodavatel uvedl, že se jedná o osivo určené k výsevu v roce 2016. Přehled vzorků semen jednotlivých odrůd je uveden v tabulce č. 1. Dodavatelem vzorků č. 1 – 4 je společnost Adaptive Seeds, u vzorků 5 – 7 pak Sustainable Seed Company.

Tabulka č. 1 – Přehled testovaných odrůd

Číslo vzorku	Název odrůdy (zkratka)	Země původu	Údaje dodavatele	
			HTS (g)	Popis odrůdy
1	Temuco (TE)	Chile/ USA	2	pochází z jižního Chile, pobřežní typ, vegetační doba 90 - 110 dní, oranžová květenství, osivo z ekologického zemědělství, klíčivost 76%
2	Dave 407 (DA)	Chile/ USA	2	pochází z jižního Chile, pobřežní typ, oranžová květenství, osivo z ekologického zemědělství, klíčivost 87%
3	Chadmo (CH)	Chile/ USA	2	původem z jižního Chile (ostrov Chiloe), vegetační doba 105 dní, světle hnědá semena, osivo z ekologického zemědělství, klíčivost 69%
4	Linares (LI)	Chile/ USA	2	pochází z jižního Chile, pobřežní typ, vegetační doba 115 dní, světle oranžová semena, osivo z ekologického zemědělství, klíčivost 90%

Číslo vzorku	Název odrůdy (zkratka)	Země původu	Údaje dodavatele	
			HTS (g)	Popis odrůdy
5	Oro de Valle (OR)	USA	2,9	přizpůsobena podmínkám SZ pacifické oblasti USA (Oregon), žlutooranžové květy, hnědá semena, osivo z ekologického zemědělství,
6	French Vanilla (FR)	USA	2,9	přizpůsobena podmínkám SZ pacifické oblasti USA (Oregon), smetanové květy, bílá semena, osivo z ekologického zemědělství
7	Cherry Vanilla (VA)	USA	2,9	přizpůsobena podmínkám SZ pacifické oblasti USA (Oregon), růžové květy, bílá semena, osivo z ekologického zemědělství

4.2 Technické vybavení

Testy klíčení se uskutečnily v semenářské laboratoři Katedry rostlinné výroby FAPPZ ČZU v Praze-Suchdole v květnu 2016. Vzorky osiva byly umístěny do uzavíratelných plastových krabičkových klíčidel s lůžkem tvořeným 4 vrstvami navlhčeného filtračního papíru a poté vloženy do klimaboxů, kde probíhalo vlastní klíčení.

4.3 Uspořádání pokusu

Sledování průběhu klíčení a hodnocení celkové laboratorní klíčivosti bylo prováděno u každé odrůdy ve třech variantách teplot (20 °C, 15 °C a 10 °C) a dvou variantách vlhkosti lůžka (30 ml a 15 ml vody na krabičkové klíčidlo). Každá ze šesti kombinací podmínek teploty a vlhkosti lůžka byla provedena ve 4 opakováních, každé o 50 semenech. Semena nebyla před pokusem mořena, ani jinak upravována.

Klíčivost osiva stanovená laboratorní zkouškou je schopnost semen poskytnout v optimálních podmínkách za stanovenou dobu maximální počet normálně vyvinutých klíčících rostlin, u nichž je předpoklad, že v příznivých podmínkách v půdě se vyvinou v normální rostliny.

Počet klíčících rostlin byl hodnocen pravidelně od třetího do sedmého dne od založení pokusu. Doba trvání pokusu (stanovení laboratorní klíčivosti) není pro quinou nebo amarant českou metodikou (ÚKZÚZ, 2014) stanovena; v literatuře (Strenske a kol., 2017) se doporučuje doba trvání pokusu 7 dní. Hodnoceni byli normální klíčenci (s vytvořeným primárním kořenem, hypokotylem a dvěma děložními listy), abnormální klíčenci

(deformování, shnilí) a nevyklíčená semena. Sledován byl průběh klíčení jednotlivých odrůd u všech variant pokusu a následně bylo stanoveno procento klíčivosti vzorků jednotlivých odrůd quinoj po 7 dnech od založení pokusu. Kromě toho u varianty klíčení při 10 °C, kde počty vyklíčených semen byly velmi nízké, případně nulové, byl odečet proveden ještě i po 9 dnech od založení pokusu.

5 Výsledky

5.1 Porovnání průběhu klíčení jednotlivých odrůd

Souhrnné výsledky stanovení laboratorní klíčivosti jednotlivých odrůd po 7 dnech dle jednotlivých variant pokusu jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2 – Přehled klíčivosti (%) po 7 dnech dle odrůd a variant pokusu

vlhkost	30 ml			15 ml		
	20	15	10	20	15	10
TE	47	40	6	11	1	0
DA	61	24	0	34	1	0
CH	43	12	0	26	3	0
LI	55	33	2	39	1	0
OR	72	26	0	29	4	0
FR	58	31	0	35	6	0
VA	59	34	0	40	7	0

Z výsledků je patrné, že při teplotě 10 °C a nižší vlhkosti (15 ml) nevyklíčilo po 7 dnech od založení pokusu u žádné z odrůd žádné semeno, v případě vyšší vlhkosti (30 ml) klíčily pouze odrůdy Temuco a Linares, ovšem klíčivost byla jen minimální (6 % u odrůdy Temuco a 2 % u odrůdy Linares).

Reakce odrůd v podmínkách teploty 10 °C po 9 dnech je uvedena v tabulce č. 3. Cílem prodloužení trvání pokusu o další 2 dny u varianty klíčení při 10 °C bylo zjistit, zda při této teplotě vůbec dojde ke klíčení semen dalších odrůd.

Tabulka č.3 – Přehled klíčivosti (%) po 9 dnech, při teplotě 10 °C dle odrůd a variant pokusu

vlhkost	30 ml	15 ml
teplota (°C)	10	10
TE	17	1
DA	12	0
CH	0	0
LI	19	1
OR	8	1
FR	5	2
VA	4	1

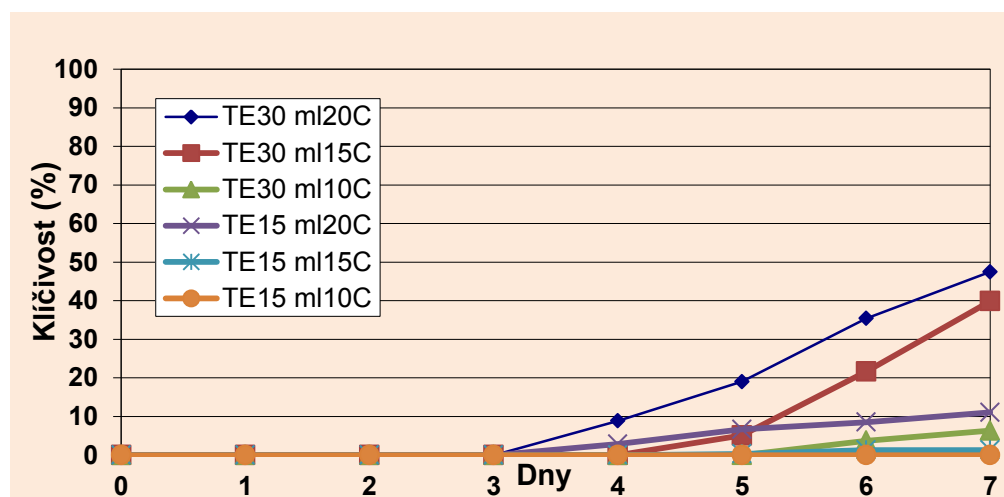
Z výsledků je zřejmé, že při hodnocení po 9 dnech při teplotě 10 °C a vlhkosti lůžka 30 ml již klíčily všechny hodnocené odrůdy, s výjimkou odrůdy Chadmo; klíčivost však byla velmi nízká – mezi 4 a 19 %. Při vlhkosti 15 ml byl zaznamenán nepatrný počet klíčenců (1 – 2 %) u pěti odrůd, u dvou nevyklíčilo ani jedno semeno.

Průběh klíčení jednotlivých odrůd quinoy v závislosti na podmínkách – teplotě a vlhkosti lůžka je uveden v grafech č. 1 - 7. Varianty podmínek a odrůd jsou v legendě grafů označeny zkratkou názvu odrůdy, množství vody a teploty.

Z grafů je patrné, že klíčení nenastalo dříve než ve čtvrtém dnu trvání pokusů, a to ve všech variantách odrůd a podmínek klíčení.

Průběh klíčení odrůdy Temuco je uveden v grafu č. 1.

Graf č. 1 - Průběh klíčení odrůdy Temuco

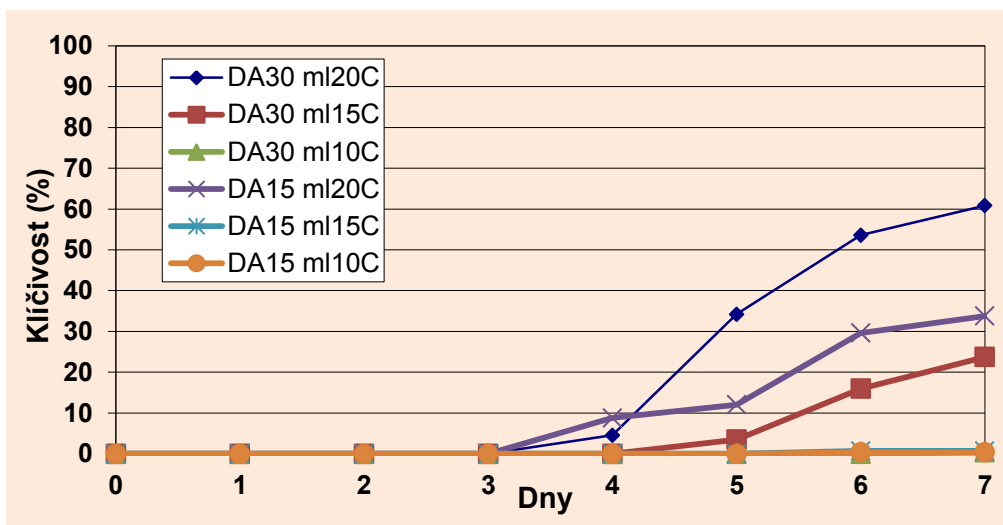


Z výše uvedeného grafu je patrné, že odrůda Temuco vykazovala nejvyšší klíčivost při vyšší vlhkosti lůžka (30 ml) a teplotě 20 °C i 15 °C. Při snížené vlhkosti lůžka (15 ml) nedošlo ke klíčení buď vůbec, nebo byl počet klíčenců velmi nízký.

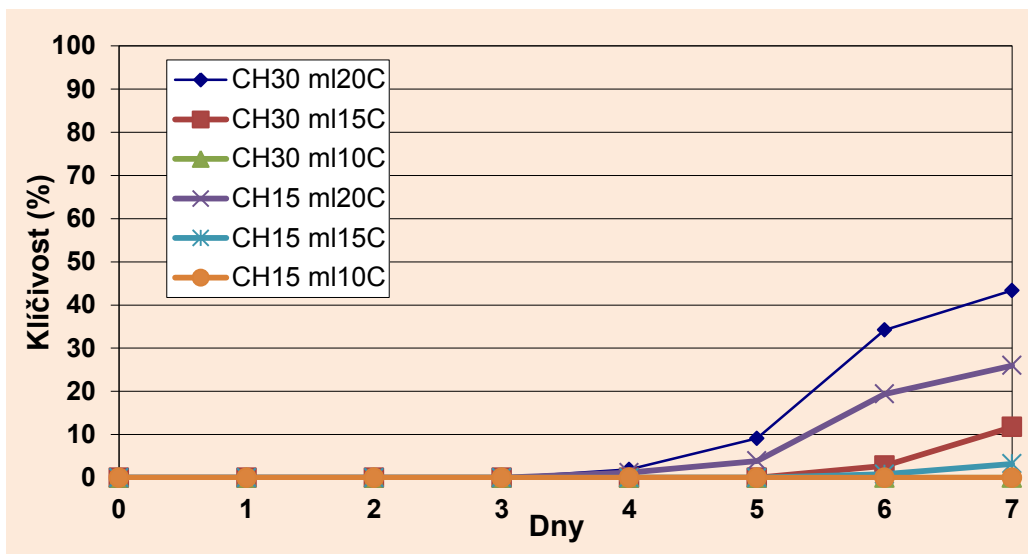
Průběh klíčení odrůdy Dave 407 uvádí graf č. 2. Z výsledků je patrné, že odrůda Dave 407 rovněž vykazovala nejvyšší klíčivost při vyšší vlhkosti lůžka (30 ml) a teplotě 20 °C, ale klíčila i při snížené vlhkosti lůžka (15 ml) a teplotě 20 °C. Limitující zde byla teplota 10 °C, kdy ke klíčení nedošlo vůbec.

Průběh klíčení odrůdy Chadmo znázorňuje graf č. 3. Z grafu č. 3 je zřejmé, že i odrůda Chadmo vykazovala nejvyšší klíčivost při 20 °C a vyšší vlhkosti lůžka (30 ml). Při teplotě 15 °C byla klíčivost výrazně snížena, při teplotě 10 °C nedošlo ke klíčení vůbec.

Graf č. 2 - Průběh klíčení odrůdy Dave 407

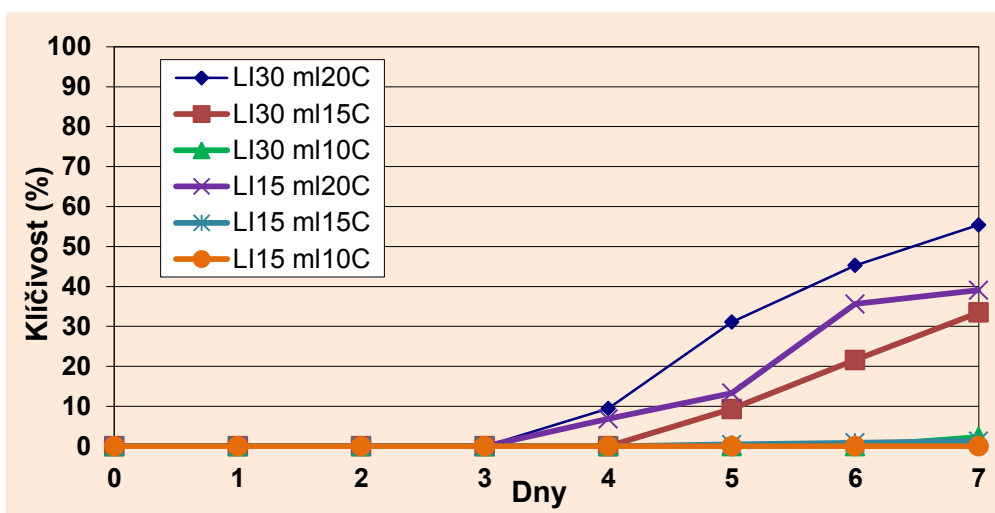


Graf č. 3 - Průběh klíčení odrůdy Chadmo



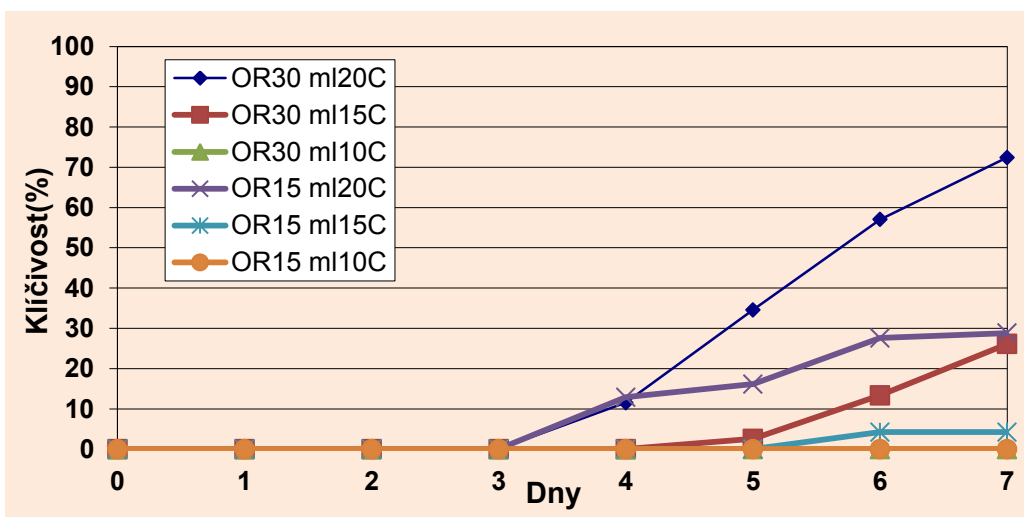
Průběh klíčení odrůdy Linares je uveden v grafu č. 4. I u odrůdy Linares byla zaznamenána nejvyšší klíčivost při teplotě 20 °C a vyšší vlhkosti lůžka; následovala klíčivost při teplotě 20 °C a snížené vlhkosti lůžka (15 ml). Limitující i zde byla teplota 10 °C, kdy sledované vzorky neklíčily buď vůbec, nebo jen nepatrně.

Graf č. 4 - Průběh klíčení odrůdy Linares

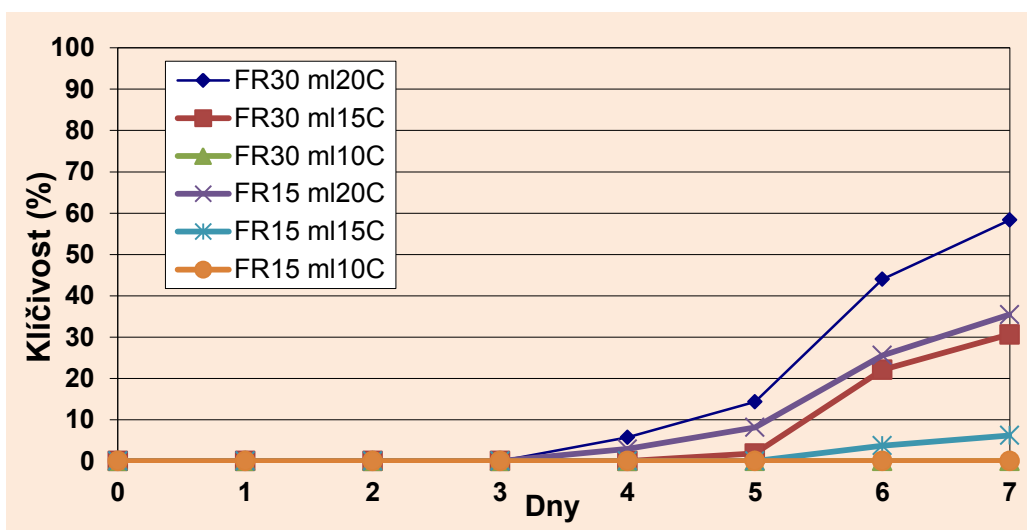


U odrůd Oro de Valle, French Vanilla a Cherry Vanilla byla shodně zaznamenána nejvyšší klíčivost při teplotě 20 °C a vyšší vlhkosti lůžka (30 ml); následovala klíčivost při teplotě 20°C a snížené vlhkosti lůžka (15 ml) – ta měla zpravidla obdobný charakter jako klíčivost při teplotě 15 °C a vyšší vlhkosti lůžka (30 ml). V podmínkách teploty 15 °C a snížené vlhkosti lůžka (15 ml) byla klíčivost již silně redukována a při teplotě 10 °C již ke klíčení nedošlo vůbec u žádné varianty vlhkosti lůžka – viz grafy č. 5 – 7.

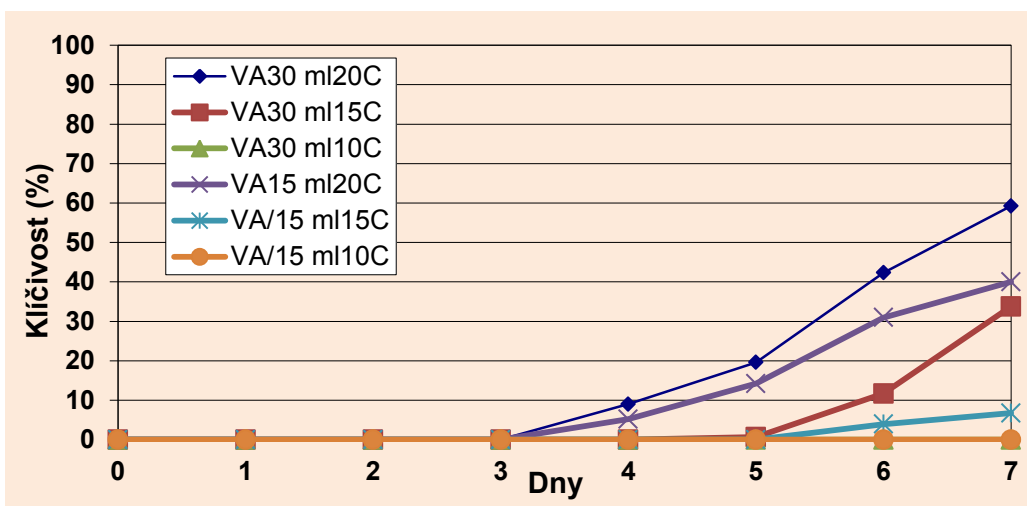
Graf č. 5 - Průběh klíčení odrůdy Oro de Valle



Graf č. 6 - Průběh klíčení odrůdy French Vanilla



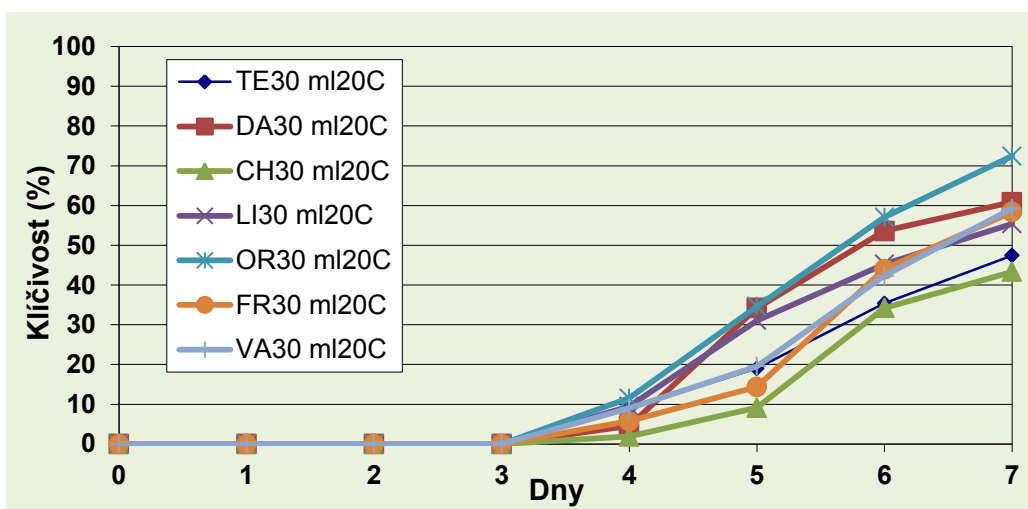
Graf č. 7 - Průběh klíčení odrůdy Cherry Vanilla



5.2 Porovnání průběhu klíčení u jednotlivých variant podmínek prostředí

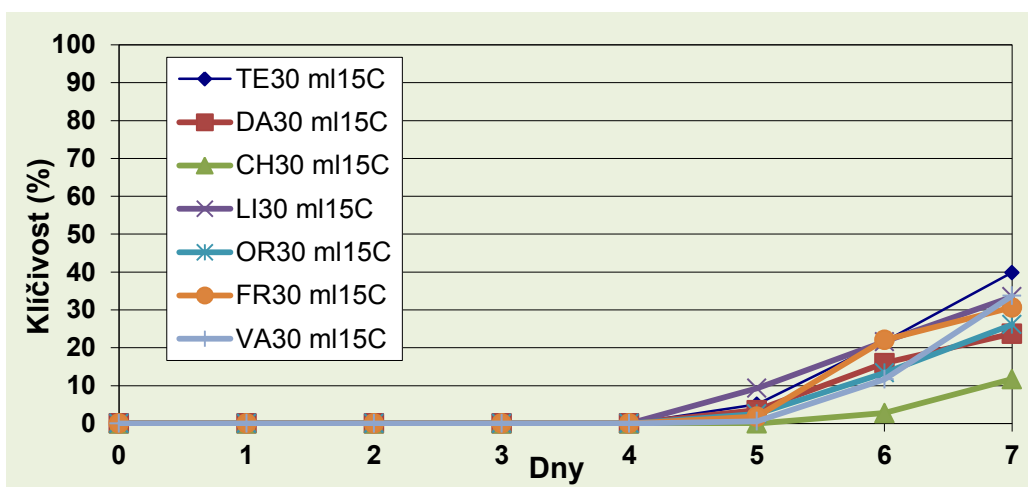
Jiný pohled na výsledky průběhu klíčení odrůd dle jednotlivých variant prostředí, tj. reakci odrůd na teplotu a vlhkost při klíčení znázorňují grafy č. 8 – 12. Varianty podmínek a odrůd jsou v legendě grafů označeny zkratkou názvu odrůdy, množství vody a teploty.

Graf č. 8 - Průběh klíčení odrůd při teplotě 20 °C a vlhkosti 30 ml



Z grafu č. 8 je patrné, že v podmínkách pokusu dle výše uvedeného grafu všechny odrůdy dosahovaly nejvyšší klíčivosti, která se po 7 dnech od založení pokusu pohybovala dle odrůd v rozmezí 43 – 72 %. Nejvyšší klíčivost byla zaznamenána u odrůdy Oro de Valle, nejnižší u odrůdy Chadmo.

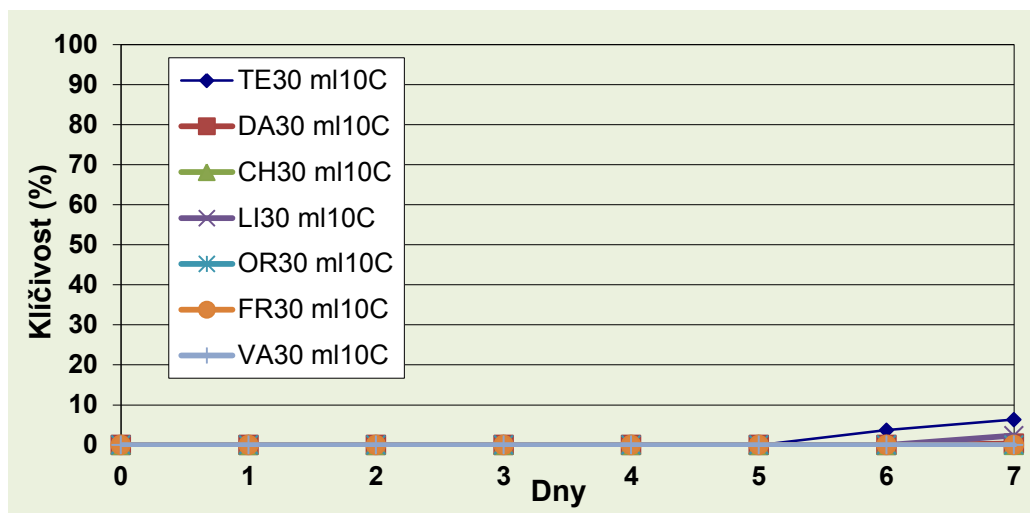
Graf č. 9 - Průběh klíčení odrůd při teplotě 15 °C a vlhkosti 30 ml



Při snížené teplotě 15 °C (graf. č. 9) je u všech odrůd patrné zpoždění nástupu klíčení nejméně o 1 den. Výsledná klíčivost po 7 dnech od založení pokusu se v daných podmínkách pokusu pohybovala dle odrůd v rozmezí pouze 12 – 40 %, přičemž nejvyšší klíčivost byla zaznamenána u odrůdy Temuco a nejnižší opět u odrůdy Chadmo.

Průběh klíčení odrůd při teplotě 10 °C a vyšší vlhkosti lůžka (30 ml) uvádí graf č. 10.

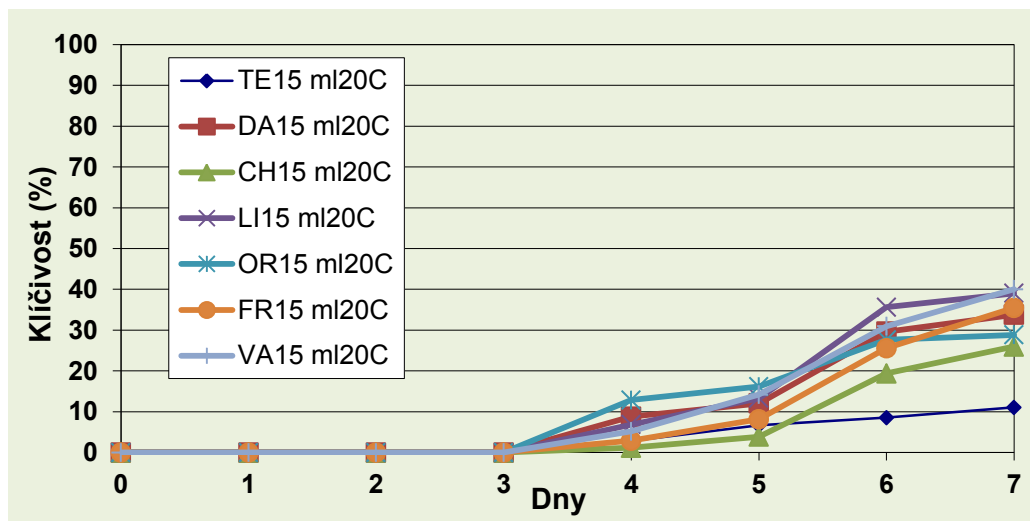
Graf č. 10 - Průběh klíčení odrůd při teplotě 10 °C a vlhkosti 30 ml



Z výsledků je patrné, že při teplotě 10 °C bylo po 7 dnech od založení pokusu zaznamenáno klíčení pouze u 2 odrůd, Temuco a Linares, v obou případech při vyšší vlhkosti lůžka (30 ml); zjištěná klíčivost však byla velmi nízká.

Průběh klíčení odrůd při teplotě 20 °C a nižší vlhkosti lůžka (15 ml) uvádí graf č. 11.

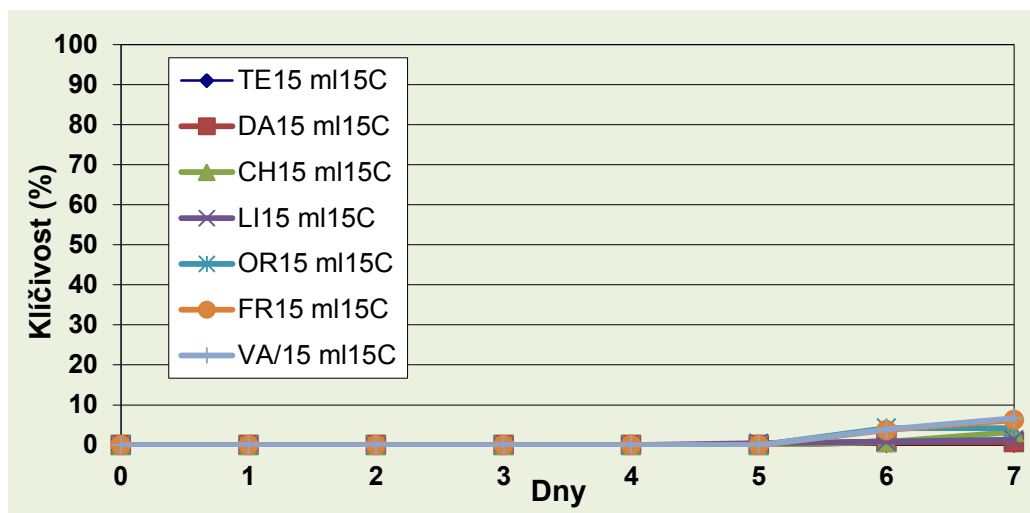
Graf č. 11 - Průběh klíčení odrůd při teplotě 20 °C a vlhkosti 15 ml



Při teplotě 20 °C a snížené vlhkosti lůžka nedošlo ke zpoždění nástupu klíčení; klíčivost hodnocená po 7 dnech od založení pokusu se dle odrůd pohybovala zpravidla v rozmezí 26 – 40 %. Nejvyšší klíčivost na úrovni 40 % byla shodně zaznamenána u odrůd Linares a Cherry Vanilla, 26% klíčivosti dosáhla odrůda Chadmo. Od ostatních odrůd se výrazněji odlišovala odrůda Temuco, u které byla zjištěna klíčivost nejnižší (11%).

Průběh klíčení odrůd při teplotě 15 °C a nižší vlhkosti lůžka (15 ml) uvádí graf č. 12.

Graf č. 12 - Průběh klíčení odrůd při teplotě 15 °C a vlhkosti 15 ml



Při snížené teplotě 15 °C i vlhkosti bylo u všech odrůd zaznamenáno zpoždění nástupu klíčení nejméně o 2 dny. Klíčivost po 7 dnech od založení pokusu byla minimální, dle odrůd se pohybovala v rozmezí 1 – 7 %.

Průběh klíčení odrůd při teplotě 10 °C a vlhkosti 15 ml neuvádím v grafické podobě, protože žádná z odrůd v těchto podmínkách nevyklíčila.

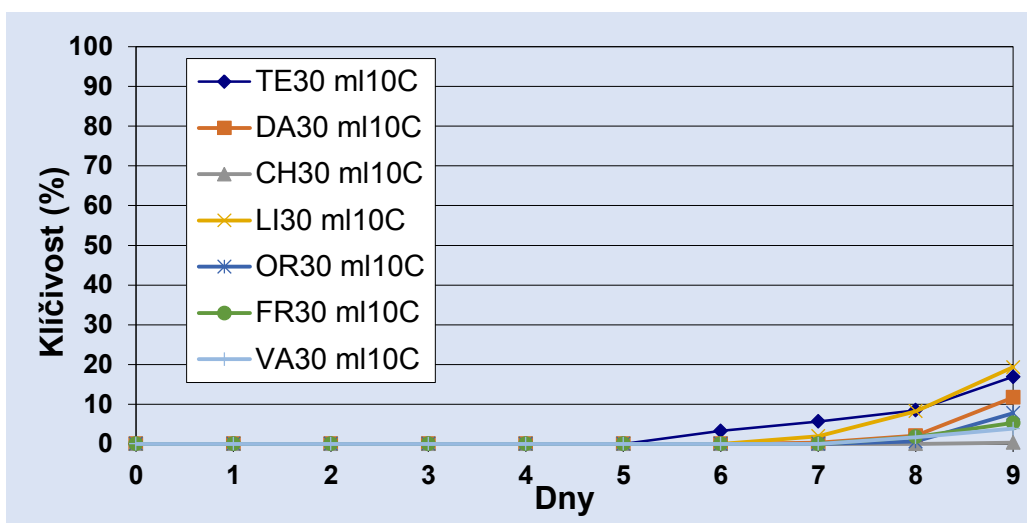
5.3 Hodnocení klíčivosti vybraných variant po 9 dnech od založení pokusu

Z dosavadních výsledků vyplynulo, že při hodnocení po 7 dnech od založení pokusu varianty testované při teplotě 10 °C neklíčily buď vůbec, nebo dosáhly jen minimální klíčivosti. Proto byla u variant pokusu probíhajícího při teplotě 10 °C prodloužena doba klíčení na 9 dní od založení pokusu.

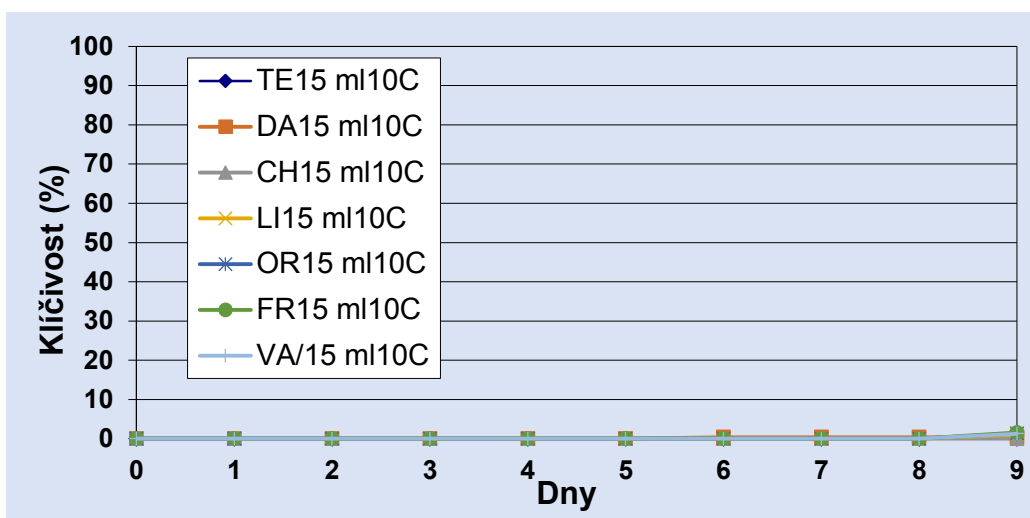
Jak je patrné z grafu č. 13, při prodloužení doby odečtu na 9 dní od založení pokusu, teplotě 10 °C a vyšší vlhkosti (30 ml) došlo k určitému navýšení klíčivosti sledovaných odrůd, např. u odrůdy Linares se zvýšila klíčivost až na 19 %; u odrůdy Chadmo však nebylo ani za daných podmínek klíčení zaznamenáno vůbec.

V nejméně příznivých podmínkách klíčení – při teplotě 10 °C a snížené vlhkosti (15 ml) nevyklíčily ani po 9 dnech od založení pokusu odrůdy Chadmo a Dave 407 vůbec, klíčivost ostatních byla jen nepatrná (1 – 2 %), přičemž první klíčenci se v těchto podmínkách objevili až devátý den pokusu (graf č. 14).

Graf č. 13 - Průběh klíčení odrůd po 9 dnech při teplotě 10 °C a vlhkosti 30 ml



Graf č. 14 - Průběh klíčení odrůd po 9 dnech při teplotě 10 °C a vlhkosti 15 ml



5.4 Výskyt semen napadených plísněmi v závislosti na podmínkách pokusu

Jak již bylo výše zmíněno, semena použitá v pokusu nebyla nijak upravována a pocházela dle údajů dodavatele z ekologického zemědělství. V průběhu klíčení byla pozorována jak nevyklíčená, tak klíčící semena, která byla napadena plísní. Dle makroskopických znaků sledovaných v mikroskopu (plodnice, hyfy) a po porovnání s vyobrazením v atlasu mikroorganismů lze usuzovat na rod *Aspergillus*.

V případě klíčení v podmínkách 20 °C byl počet zaplísněných semen nejvyšší, s klesající teplotou se ve většině případů snižoval. Nejvíce napadených semen se vyskytovalo u odrůdy Temuco, nejméně u French Vanilla. Podíl semen napadených plísní dle jednotlivých variant po 7 dnech od založení pokusu je zaznamenán v tabulce č. 4

Tabulka č. 4 – Podíl plesnivých semen (%) po 7 dnech od založení pokusu dle odrůd a variant pokusu

vlhkost	30 ml			15 ml		
teplota (°C)	20	15	10	20	15	10
TE	38	32	12	36	28	10
DA	15	12	8	21	6	10
CH	4	2	0	14	12	0
LI	12	12	1	20	16	2
OR	15	2	0	4	4	1
FR	14	2	0	12	1	0
VA	4	1	0	8	1	0

6 Diskuse

Z výsledků vyplynulo, že optimální teplotou pro klíčení všech odrůd quinoy v našem pokusu byla teplota 20 °C. K obdobným závěrům dospěli na základě svých výsledků např. Gonzales a Prado (1992) či Bois a kol. (2006). Snížení teploty klíčení na 15 °C znamenalo významnou redukci klíčivosti, u většiny odrůd o 40 – 60 %; nejvýrazněji se projevila u odrůdy Chadmo (o 72 %). V případě snížené vlhkosti lůžka (15 ml) se pak pokles klíčivosti při teplotě 15 °C projevil ještě znatelněji. U většiny odrůd byla zaznamenána redukce klíčivosti o 75 – 85 %, nejvyšší, o 97 % se projevila u odrůdy Linares. V případě klíčení při teplotě 10 °C byla u všech odrůd klíčivost minimální, případně nulová, a to při obou typech vlhkosti lůžka. Teplotnímu stresu nejlépe odolávaly odrůdy Temuco a Linares, byť se zpožděním nástupu klíčení. Bois a kol. (2006) uvádějí rovněž lineární pokles rychlosti klíčení s klesající teplotou, avšak nepozorovali úplnou ztrátu klíčivosti semen ani při teplotách 2 °C. Michalová a kol. (2001) uvádí pro klíčení semen quinoy jako minimální teplotu půdy 5 - 7 °C. Špatnou reakci semen pokusných odrůd na klíčení při teplotě 10 °C mohl způsobit vliv neznámých podmínek při skladování semen a doba jejich skladování, jak uvádí Strenske a kol. (2017).

Vliv vodního stresu na klíčivost semen, modelovaný jako pokles vlhkosti lůžka pro klíčení semen na polovinu (z 30 ml na 15 ml), byl paradoxně nejnižší při teplotě 10 °C, avšak nepochybně tomu tak bylo i z důvodu minimální klíčivosti semen při této teplotě. Vodnímu stresu lépe odolávala semena při teplotě klíčení 20 °C (pokles klíčivosti o 29 až 76 %), vliv vodního stresu byl nejvýraznější při teplotě 15 °C (pokles klíčivosti o 79 až 97 %). Citlivost quinoy na sucho při vzcházení uvádí i Moudrý (2012).

Získané výsledky ukazují, že pro klíčení semen quinoy je velmi významná též teplota, a to jak z hlediska klíčivosti, tak rychlosti nástupu klíčení. V našem pokusu se ukázala jako optimální teplota při klíčení 20 °C. Při snížení teploty je pro klíčení důležitý dostatek vláhy, naopak při optimální teplotě, jak se zdá, klíčící rostliny lépe odolají přísušce. V našem pokusu bylo klíčení semen při teplotě 10 °C opožděné oproti teplotě 20 °C až o pět dní. Michalová (2001) uvádí, že časnější výsev se může projevit zpomalením klíčivosti a následnou slabší konkurenční schopností vůči plevelům. V klimatických podmínkách ČR to znamená posun setí spíše na první dekádu května, kdy klíčící rostliny mohou ještě využít i půdní vláhu v povrchových vrstvách půdy. To je nutné vzhledem k malé velikosti semen a potřebné hloubce výsevu 0,5 - 1 cm (Moudrý, 2012). Jak však uvádí např. Bertero a kol. (1999), quinoa díky své citlivosti na délku dne může mít jakožto krátkodenní rostlina při

pozdním výsevu v evropských podmínkách problémy s indukcí kvetení, tvorbou semen a s dozráváním. Christiansen a kol. (2010) se na základě svých výsledků domnívají, že indukce kvetení není hlavním problémem pro přizpůsobení quinoj podmínkám v severní Evropě, ale že hlavní příčinou pozdního dozrávání jihoamerických odrůd je velmi silná, dlouhým dnem indukovaná “stay – green” reakce.

V našem pokusu nejvyšší dosaženou klíčivost vykázala odrůda Oro de Valle (72 %), nejnižší odrůda Chadmo (43 %). Z hlediska klíčivosti v optimálních podmínkách byla nejlepší odrůda Oro de Valle, kombinovanému teplotnímu a vodnímu stresu nejlépe odolávala odrůda Linares. Odrůdy quinoj původem z Chile měly při optimálních podmínkách v průměru nižší klíčivost (43 – 61 %), která po 7 dnech od založení pokusu nedosahovala klíčivosti udávané dodavatelem. Dodavatelé všech vzorků osiva, které bylo použito v našem pokusu, uváděli, že se jedná o osivo pro výsev v roce 2016; nebylo však uvedeno, za jakých podmínek byla u něj deklarovaná klíčivost stanovena a za jakých podmínek bylo osivo skladováno. Snížení klíčivosti tak mohlo být ovlivněno výskytem patogenů (plísni), jak zmiňuje Dřímalková (2003), tak i neznámými podmínkami a dobou skladování semen, což uvádí i Castellion a kol. (2010). Odrůdy ze Severozápadu USA vykazovaly v optimálních podmínkách v našem pokusu klíčivost ve výši 58 – 72 %. Obě skupiny odrůd reagovaly na podmínky teplotního i vodního stresu shodně, poklesem až zastavením klíčivosti.

Z literatury je známa citlivost klíčící quinoj na napadení plísněmi původem z půdy i plísněmi skladištními (Dřímalková a Veverka, 2004). V našem pokusu se podíl zaplísňených semen lišil u jednotlivých odrůd, resp. dodavatelů semen. Z toho lze usuzovat i na rozdíly v posklizňovém zpracování a skladování. Rozvoj plísni byl nejvyšší v podmínkách, které byly zároveň i optimální pro klíčení. Fungicidní ošetření semen před setím se tak jeví jako velmi potřebné, jak uvádí i Aufhammer (2000). Stejně důležité je z hlediska kontaminace semen quinoj plísněmi i sledování kvality semen určených pro potravinářské využití (Petr a kol., 2008).

7 Závěr

Výsledky laboratorních testů klíčivosti, provedené se sedmi odrůdami *Chenopodium quinoa* Willd. ukázaly rozdíly v odolnosti jednotlivých odrůd vůči teplotnímu, vodnímu i kombinovanému stresu. Přesto všechny odrůdy dosahovaly nejvyšší klíčivosti i časnosti nástupu klíčení při teplotě 20 °C a vyšší vlhkosti lůžka. V těchto podmínkách se po 7 dnech od založení pokusu pohybovala klíčivost dle odrůd v rozmezí 43 – 72 %. Při teplotě klíčení 20 °C zároveň semena nejlépe odolávala vodnímu stresu.

Při snížené teplotě klíčení 15 °C se u všech odrůd zpozdil nástup klíčení nejméně o 1 den a výsledná klíčivost při vyšší vlhkosti lůžka poklesla pouze na 12 – 40 %. Vliv vodního stresu byl při této teplotě nejvýraznější a způsoboval pokles klíčivosti až o 97 %.

Jako limitující se projevila teplota klíčení 10 °C; po 7 dnech od založení pokusu vyklíčily pouze dvě odrůdy. Při prodloužení doby odečtu na 9 dní od založení pokusu došlo k určitému navýšení klíčivosti sledovaných odrůd v podmínkách zvýšené vlhkosti, u nejlépe reagující odrůdy to však bylo jen 19 %. V případě snížené vlhkosti nevyklíčily dvě odrůdy vůbec a klíčivost ostatních byla jen nepatrná (1 – 2 %). Zároveň byl nástup klíčení semen opožděn oproti teplotě 20 °C až o pět dní.

Pokusy potvrdily citlivost semen quinoj na podmínky prostředí při klíčení a důležitost volby vhodného agrotechnického termínu pro setí. Při snížení teploty je pro klíčení důležitý dostatek vláhy, naopak při optimální teplotě klíčící rostliny lépe odolají přísušku.

Klíčovost mohou negativně ovlivnit i neznámé, resp. nevhodné podmínky skladování osiva. Optimální pokusné podmínky pro klíčení semen byly zároveň i optimálními podmínkami pro rozvoj plísní přítomných v osivu. Je proto důležité věnovat pozornost posklizňové úpravě semen quinoj a případně fungicidnímu ošetření osiva.

8 Seznam literatury

Abugoch James, L. E. 2009. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties. [online] *Advances in food and nutrition research*. 58. 1-31. [cit. 2017-02-04]. Dostupné z

<https://www.researchgate.net/profile/Lilian_Abugoch/publication/222048853_Chapter_1_Quinoa_Chenopodium_quinoa_Willd/links/54c29c050cf219bbe4e8ddc2.pdf>.

Aufhammer, W. 2000. *Pseudogetreidearten-Buchweizen, Reismelde und Amarant: Herkunft, Nutzung und Anbau*. Verlag Ulmer. Stuttgart. 262 s.

Bazile, D., Martinez, E. A., Fuentes, F. 2014. Diversity of Quinoa in a Biogeographical Island: a Review of Constraints and Potential from Arid to Temperate Regions of Chile. [online]. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 42(2). 289-298. [cit. 2017-02-04]. Dostupné z

<<http://eds.b.ebscohost.com/infodroje.czu.cz/eds/detail/detail?vid=5&sid=69df618b-006e-444284a4f74947e401db%40sessionmgr120&hid=122&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT1lZH MtbGl2ZQ%3d%3d#AN=100169490&db=a9h>>.

Bertero, H. D., King, R.W., Hall, A. J. 1999. Photoperiod-sensitive development phases in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Field crops research*. 60(3). 231-243.

Berti, C., Riso, P., Monti, L., and Porrini, M. 2004. In vitro starch digestibility and in vivo glucose response of gluten-free foods and their gluten counterparts. *European Journal of Nutrition*. 43(4). 198–204.

Bois, J. F., Winkel, T., Lhomme, Raffaillac J.P., Rocheteau, A. 2006. Response of some Andean cultivars of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to temperature: Effects on germination, phenology, growth and freezing. *European Journal of Agronomy* [online]. 25(4). 299-308 [cit. 2017-03-10]. Dostupné z

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030106000852?np=y&npKey=7472c04c2d59cf3320eae77da51093ae478bfa104c3311d581805091169e41d>>.

Castelli3n, M., Matiacevich, S., Buera, P., Maldonado, S. 2010. Protein deterioration and longevity of quinoa seeds during long-term storage. *Food Chemistry* .121. s. 952–958.

Ceccato, D. V., Bertero, H.D., Batlla, D.2011. Environmental control of dormancy in quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds: two potential genetic resources for pre-harvest sprouting tolerance. *Seed Science Research*. 21. s.133–141.

ČSÚ. Statistika. [aplikace]. Zahraniční obchod se zbožím, přeshraniční pojetí. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z <<http://apl.czso.cz/pll/stazo/STAZO.STAZO>>.

Dřímalková, M. 2003: Mycoflora of *Chenopodium quinoa* Willd seeds. *Plant Protect Science*. 39. s. 146-150.

Dřímalková, M., Veverka, K. (2004). Seedlings damping-off of *Chenopodium quinoa* Willd. In: *Plant Protect Science*. 40. s. 5-10.

FAO. 2011. Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security. [online]. FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean. [cit. 2017-02-04]. Dostupné z <<http://www.fao.org/docrep/017/aq287e/aq287e.pdf>>.

FAO. 2013. International Year of Quinoa 2013 [online]. 2013 International Year of Quinoa Secretariat [cit. 2017-02-04]. Dostupné z <<http://www.fao.org/quinoa-2013/iyq/objectives/en/>>.

FAOSTAT. [databáze]. Food and agriculture data [cit. 2017-02-04]. Dostupné z <<http://www.fao.org/faostat/en/#data>>.

Gonzales, J. A., Eisa S. S., Hussin, S. A., Prado, F. E. 2015. Quinoa: An Incan crop to Face Global Changes in Agriculture. In: Murphy, K. M., Matanguihan, J. B. (eds). *Quinoa: Improvement and Sustainable Production*. Wiley Blackwell. Hoboken. s. 1 -12. ISBN 978-1-118-62805-8.

Gonzales, J.A., Prado F.E. 1992. Germination in Relation to Salinity and Temperature in *Chenopodium Quinoa* (Willd.). [online]. *Agrochimica*. 1-2.101-107. [cit. 2017-03-14].

Dostupné z

<<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsagr&AN=edsagr.IT9361913&lang=cs&site=eds-live>>.

Güçlü-Üstündağ, Ö.; Mazza, G. 2007. Saponins: Properties, applications and processing [online] In: Critical reviews in food science and nutrition. 47 (3). 231–258. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z <<http://www-tandfonline-com.infozdroje.czu.cz/doi/full/10.1080/10408390600698197?scroll=top&needAccess=true>>.

Chauhan, G., Eskin, N., Tkachuk, R. 1992. Nutrients and antinutrients in quinoa seed. Cereal Chemistry. 69 (1).85–88.

Chilo G., Vacca Molina, M., Carabajal, R., Ochoa, M. 2009. Efecto De La Temperatura Y Salinidad Sobre La Germinación Y Crecimiento De Plántulas De Dos Variedades De *Chenopodium Quinoa*. [online]. Agriscientia. 26 (1). 15-22 .[cit. 2017-03-02]. Dostupné z <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-298X2009000100003>.

Christiansen, J. L., Jacobsen, S. E., Jørgensen, S. T. 2010. Photoperiodic effect on flowering and seed development in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science. 60 (6). 539-544.

Jacobsen, S. E., Mujica, A., Jensen, C. R. 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. [online]. Food Reviews International. 19(1-2). 99-109. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z <<http://eds.b.ebscohost.com/infozdroje.czu.cz/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=5c5869f5-fd82-46e7-9ac4-d49492de360e%40sessionmgr4008&hid=122>>.

Jarvis, D. E., et al. 2017. The Genome of *Chenopodium quinoa*. [online]. Nature. 542. 307-312. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z <<http://www.nature.com/nature/journal/v542/n7641/full/nature21370.html>>.

Jensen, C. R., Jacobsen, S. E., Andersen, M. N., Nunez, N., Andersen, S. D., Rasmussen, L., Mogensen, V. O. 2000. Leaf gas exchange and water relations of field quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) during soil drying. European Journal of Agronomy. 13.11–25.

- Kalač, P., Moudrý, J. 2000. Chemické složení a nutriční hodnota chinoy (*Chenopodium quinoa*). Czech Journal of Food Sciences. 18 (3). 115-199.
- Lintschinger, J., Fuchs, N., Moser, H., Jager, R., Hlbeina, T., Markolin, G., Gossler, W. 1997. Uptake of various trace elements during germination of wheat, buckwheat and quinoa. Plant foods for human nutrition. 50 (3). 223-237.
- Michalová, A., Kulichová, P., Čepková, P. 2001. Quinoa – nová plodina v evropských podmínkách. In: Michalová, A. (ed.). Sborník referátů a posterů z odborné konference Pěstování a využití některých opomíjených a netradičních plodin v ČR. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha- Ruzyně. Praha. 31-35.
- Moudrý, J. 2012. Quinoa (*Chenopodium quinoa*). In: Konvalina, P. (ed.). Pěstování a využití minoritních obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. Jihočeská universita. České Budějovice. s. 147 -158. ISBN 978-80-87510-22-3.
- Pexová-Kalinová, J. 2011. Merlík chilský, In: Moudrý, J. (ed.). Alternativní plodiny. Profi Press. Praha. s. 48-51. ISBN 978-80-86726-40-3.
- Petr, J., Capouchová, I., Kalinová, J. 2008. Alternativní plodiny, pseudocereálie a produkty ekologického zemědělství: Merlík chilský – quinoa. In: Prugar, J. (ed.). Kvalita rostlinných produktů na prahu třetího tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský. Praha. s. 161-162. ISBN 978-80-86576-28-2.
- Prado, F. E., Boero, C., Gallardo, M., Gonzalez, J. A. 2000. Effect of NaCl on germination, growth, and soluble sugar content in *Chenopodium quinoa* Willd. seeds. [online]. Botanical Bulletin of Academia Sinica. 41. s. 27- 34. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z <<http://ejournal.sinica.edu.tw/bbas/content/2000/1/bot11-05.html>>.
- Rojas, W. 2003. Multivariate analysis of Bolivian quinoa germplasm. [online]. Food Reviews International. 19 (1/2). 9 -23. [cit. 2017-03-02]. Dostupné z <<http://eds.a.ebscohost.com.infozdroje.czu.cz/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=56b8af5f-9ad2-4083-b7b0-5c207f5a3571%40sessionmgr102&hid=4103>>.

Ruales, J., Nair, B. M. (1994a). Effect of processing on in vitro digestibility of protein and starch in quinoa seeds. *International journal of food science & technology*, 29(4), 449-456.

Ruales, J., Nair, B. M. (1994b). Properties of starch and dietary fibre in raw and processed quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. *Plant Foods for Human Nutrition*. 45(3). 223 – 246.

Ryan, E., Galvin, K., O'Connor, T., Maguire, A., and O'Brien, N. (2007). Phytosterol, squalene, tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains, and legumes. *Plant Foods for Human Nutrition*. 62 (3). s. 85–91.

Schlick, G., Bubenheim, D. L. (1996). Quinoa: candidate crop for NASA's controlled ecological life support systems. [online]. *Progress in new crops*. S. 632-640. cit. 2017-02-04]. Dostupné z <<https://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/V3-632.html>>.

Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radovic, B., Jovanovic, Z., Milojkovic-Opsenica, D., Milovanovic, M. (2012). Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations. [online]*Journal of Cereal Science*. 55(2). s. 132-138. cit. [2017-02-04]. Dostupné z <<http://www.sciencedirect.com/infodroje.czu.cz/science/article/pii/S0733521011001901?>>.

Strenske, A., De Vasconcelos, E.S., Egenwarth, V.A., Herzog, N.F.M., De Matos Malavasi, M. 2017. Responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds stored under different germination temperatures. *Acta Scientiarum: Agronomy*. [online]. 39(1). 83-88.[cit. 2017-03-21]. Dostupné z <<https://eds-b-ebsohost-com.infozdroje.czu.cz/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=99480da8-4338-4535-860b-7cc2e23ada96%40sessionmgr4008&vid=7&hid=111>>.

Stuardo, M., San Martín, R. (2008). Antifungal properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) alkali treated saponins against *Botrytis cinerea*. *Industrial crops and products*, 27(3), 296-302.

Taylor, J. R. N., Parker, M. J. 2002. Quinoa. In: Belton, P. S., Taylor J. R. N. (eds.). Pseudocereals and less common cereals: grain properties and utilization potential. Springer Verlag. Berlin Heidelberg. s. 33 -122. ISBN 978-3-642-07691-7.

ÚKZÚZ. 2014. Metodika zkoušení osiva a sadby. ÚKZÚZ. Praha. s. 1-303.

United Nations. 2012. Resolution adopted by the General Assembly on 22 December 2011. [online]. General Assembly. 28. 3. 2012 [cit. 2017-02-04]. Dostupné z <http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/66/221&referer=/english/&Lang=E>.

Vilche, C., Gely, M., Santalla, E. 2003. Physical properties of quinoa seeds. [online]. Biosystems Engineering. 86(1).59-65. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z <https://www.researchgate.net/profile/Estela_Santalla/publication/222131671_Physical_Properties_of_Quinoa_Seeds/links/55ff309008aeba1d9f840498.pdf>.

Woldemichael, G. M., Wink, M. 2001. Identification and biological activities of triterpenoid saponins from *Chenopodium quinoa*. [online]. Journal of agricultural and food chemistry. 49(5). 2327-2332. [cit. 2017-02-18]. Dostupné z <https://www.researchgate.net/profile/Michael_Wink/publication/11968831_Identification_and_Biological_Activities_of_Triterpenoid_Saponins_from_Chenopodium_quinoa/links/0c960514a1c5b49102000000/Identification-and-Biological-Activities-of-Triterpenoid-Saponins-from-Chenopodium-quinoa.pdf>.