

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Možnosti přežívání semen polních plevelů ve vodním
prostředí**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Zuzana Müllerová

Obor studia: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: Ing. Josef Holec, Ph.D.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Možnosti přežívání semen polních plevelů ve vodním prostředí“ 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 23. dubna 2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Josefu Holcovi, Ph. D. za věcné připomínky, cenné rady a vstřícnost při konzultacích a vypracování diplomové práce.

Možnosti přežívání semen polních plevelů ve vodním prostředí

Souhrn

Cílem práce bylo zjistit, zda jsou semena plevelů schopna přežít uložení ve vodním prostředí, pozorovat, jestli mají tyto podmínky vliv na jejich klíčivost, a také zjistit, zda existují mezidruhové rozdíly mezi plevely ve schopnosti semen přežít ve vodě. Během pokusu, který trval po dobu 12 měsíců, byla semena uložena ve vodě o teplotě 5 °C a 20 °C a po určitých časových intervalech byla zkoumána jejich životaschopnost a klíčivost. V rámci experimentu byly použity dvě metody pozorování. První z nich byla uplatněna pro všechny pozorované druhy plevelů – jednalo se o test klíčivosti v Petriho miskách. Druhá metoda byla využita pouze pro dva rostlinné druhy, a to plevelnou řepu (*Beta vulgaris*) a mračňák Theophrastův (*Abutilon theophrasti*). Dormantní semena z testu klíčivosti byla vyseta do půdy a bylo pozorováno, jestli jsou skutečně dormantní a případně schopna klíčení, či zda se jedná o semena mrtvá. Výsledky obou metod byly v průběhu pokusu zapisovány a následně vyhodnoceny, a to včetně statistického šetření. Byla potvrzena hypotéza, že uložení semen plevelů ve vodě má vliv na jejich klíčivost. Pouze u druhu *Chenopodium rubrum* byla tato hypotéza zamítnuta. Druhá hypotéza byla potvrzena ve variantě s uložení semen ve vodě o teplotě 5 °C, a to tak, že existují mezidruhové rozdíly ve schopnosti semen přežít ve vodě. Při umístění semen ve vodě o teplotě 20 °C byla tato hypotéza zamítnuta. Bylo prokázáno, že uložení semen plevelů ve vodě může být ovlivněna jejich životaschopnost a klíčivost, tudíž tuto skutečnost nelze opomíjet, ale naopak ji využít pro snížení podílu vitálních semen, která se při odvozu organické hmoty dostávají zpět do zemědělské půdy.

Klíčová slova: *Chenopodium album*, *Beta vulgaris*, *Amaranthus retroflexus*, *Abutilon theophrasti*, zásoba semen, voda

Possible arable weed seed survival in the water

Summary

The aim of this work was to find out if weed seeds are able to survive in water environment, then was observed if their germination capacity is affected by these conditions and also was discovered possible existence of different survival in water among the weed species. During the experiment, which lasted 12 months, weed seeds were placed in water, which temperature was 5 °C or 20 °C. The viability and germinability were observed after specific time intervals. There were used two methods of observation within this experiment. First of them was applied for all weed species which were observed. It was the germinability test and the Petri dishes were used. The second method was employed for two weed species only – a weed beet (*Beta vulgaris*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Dormant seeds, which were collected from the test of germinability, were sown in soil and then was observed if they are dormant and able to germinate alternatively or if they are dead. The results were noted down during the experiment and evaluate afterwards, including statistical exploration. A hypothesis that placement of weed seeds in water influence their germination was confirmed. Although this hypothesis was rejected in case of *Chenopodium rubrum*. The second hypothesis said that there is existence of different survival in water among the weed species. This was confirmed in the variant, where the seeds were placed in 5 °C water. The hypothesis was rejected in case of the variant, where the water temperature was 20 °C. It was established, that the placement of weed seeds in water can influence their viability and germinability, which meant this fact can not be neglected. On the contrary, it could be used for reduction of a part of vital seeds, which are transported to farming soil with the organic material.

Keywords: *Chenopodium album*, *Beta vulgaris*, *Amaranthus retroflexus*, *Abutilon theophrasti*, weed reserves, water

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Definice plevelů	3
3.2	Význam plevelů	3
3.3	Půdní banka semen.....	4
3.4	Dormance.....	5
3.4.1	Primární dormance	6
3.4.2	Sekundární dormance	6
3.4.3	Typy dormance	7
3.5	Klíčení a vzcházení.....	8
3.5.1	Klíčení semen	8
3.5.2	Vzcházení klíčenců.....	9
3.6	Působení exogenního vlivu – vody – na dormanci a klíčení semen	9
3.7	Hodnocené plevelné druhy	10
3.7.1	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.....	10
3.7.2	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.....	11
3.7.3	<i>Beta vulgaris</i> L.	12
3.7.4	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.....	12
3.7.5	<i>Chenopodium album</i> L.	13
3.7.6	<i>Chenopodium rubrum</i> L.	14
4	Materiál a metody	15
4.1	Příprava pokusu.....	15
4.2	Založení pokusu – Petriho misky	15
4.3	Vyhodnocování pokusu – Petriho misky	16
4.4	Založení pokusu – nádoby.....	16
4.5	Vyhodnocování pokusu – nádoby.....	16
4.6	Rostlinné druhy.....	17
4.7	Statistické šetření	17
5	Výsledky	18
5.1	Kontrolní varianta	18
5.2	Test klíčivosti.....	19
5.2.1	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.....	19
5.2.2	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.....	19
5.2.3	<i>Beta vulgaris</i> L.	20
5.2.4	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.....	20

5.2.5	<i>Chenopodium album</i> L.	21
5.2.6	<i>Chenopodium rubrum</i> L.	22
5.3	Mrtvá a dormantní semena.....	22
5.4	Nádobový pokus.....	25
5.5	Statistické šetření – první hypotéza	26
5.5.1	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.....	26
5.5.2	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.....	28
5.5.3	<i>Beta vulgaris</i> L.	30
5.5.4	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.....	32
5.5.5	<i>Chenopodium album</i> L.	34
5.5.6	<i>Chenopodium rubrum</i> L.	36
5.6	Statistické šetření – druhá hypotéza	39
5.6.1	Varianta 5 °C	39
5.6.2	Varianta 20 °C	41
6	Diskuze	44
7	Závěr.....	48
8	Literatura.....	49

1 Úvod

Plevele jsou nedílnou součástí zemědělství již od jeho počátků. Jedná se o rostliny, které svou přítomností ovlivňují pěstování kulturních druhů, a to především na orné půdě, ale také na chmelnicích, vinicích či ovocných sadech. Ve většině příkladů je na ně pohlíženo jako na rostliny škodlivé, neboť odebírají pěstovaným čistým kulturám vodu a živiny, konkurují jim a mohou být příčinou vysokých ekonomických ztrát. Plevelné rostliny mají ale i kladnou stránku – zabraňují větrné a vodní erozi, jsou nedílnou součástí ekosystému a poskytují využití v podobě léčivých a medonosných rostlin či jako potrava pro živočichy.

Jedním z cílů zemědělců je regulace plevelů, aby nedošlo k překročení prahu ekologické a ekonomické škodlivosti. Plevelné rostliny se mohou na pozemky dostat různými způsoby, avšak nejčastějším zdrojem jejich výskytu je půdní zásoba semen. Semena jsou schopna v půdě přežít i několik let a stále si udržet poměrně vysokou klíčivost – tuto skutečnost je nutné nepodceňovat a půdní zásobu semen brát jako potencionální zdroj zaplevelení zemědělských ploch. Schopnost klíčení si plevele uchovávají i v relativně nepříznivých podmínkách, jako je silné sucho či naopak zaplavení vodou, což může způsobit nárůst počtu životaschopných semen v půdě.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

U jednotlivých druhů plevelů byly poměrně dobře dostupné informace o jejich možném přežívání v půdě. Semena plevelů se ale často dostávala i do vodního prostředí (odpadní vody při čištění zemědělských produktů apod.), kde oproti uložení v půdě jednotlivé vlivy prostředí působily odlišně. Cílem práce bylo vyhodnotit druhové rozdíly ve schopnosti semen a plodů polních plevelů přežít uložení ve vodě.

Hypotézy:

1. Uložení semen plevelů ve vodě má vliv na jejich klíčivost.
2. Existují mezidruhové rozdíly ve schopnosti semen přežít ve vodě.

3 Literární rešerše

3.1 Definice plevelů

Pro výraz „plevel“ bylo v průběhu času vymyšleno mnoho různých definic v závislosti na konkrétní situaci, výskytu a rostlinných druzích (Monaco et al. 2002).

Monaco et al. (2002) definují plevel jako rostlinu, která roste tam, kde není žádoucí nebo roste na nesprávném místě. Rozhodnutí, zda je rostlina nežádoucí či naopak, záleží na jednotlivé situaci. Ty se týkají vlivu na naše zdraví, pěstované plodiny, hospodářská zvířata či estetický dojem. Stejně definuje plevelné rostliny i Kohout (1993) – označuje je jako nežádoucí doprovodnou vegetaci.

Podle Booth et al. (2003) jsou plevele klasifikovány na základě jejich dopadu na činnost člověka. Může být tedy složité kvantifikovat vliv plevele, neboť závisí na zaujatosti osoby. Plevel definuje jako původní nebo zavlečený rostlinný druh, který má negativní ekologický nebo ekonomický dopad na zemědělské či přírodní systémy.

Kromě planě rostoucích druhů, které se v polních podmínkách dokážou samostatně a nezávisle rozmnožovat, na stanoviště se dostaly nezáměrně a které zařazujeme pod pojem „polní plevele“, se lze setkat ještě s jednou skupinou rostlin. Tuto skupinu označujeme jako zaplevelující plodiny. Tyto plodiny vzcházejí z předsklizňových nebo sklizňových ztrát, které jsou také známy pod pojmem výdrol. Jedná se tedy o kulturní rostliny, které zaplevelují následně pěstované plodiny (Jursík et al. 2018).

3.2 Význam plevelů

Plevele jsou podstatným problémem v rostlinné produkci. Jejich kontrola je v moderním zemědělství naprosto zásadní, neboť má vliv na bezpečnost potravin a ztráty na výnosech hlavních plodin (Bajwa et al. 2015). Ztráty na výnosech se mohou pohybovat až nad 10 % rostlinné produkce (Kohout 1993).

Zimdahl (2018) uvádí, že mezi negativní vlivy plevelů patří kompetice s kulturní plodinou, zvýšení nákladů na ochranu rostlin, snížení kvality pěstovaných plodin, snížení kvality živočišných produktů, zvýšení nákladů v herbicidní ochraně a při čištění semen, negativní vliv na lidské zdraví či na správu zavlažovacích zařízení, zhoršení vlastností pozemku, zredukování možností ve výběru pěstovaných plodin a negativní vliv na estetické hledisko krajiny.

Hlavním negativním důsledkem působení plevelů je snížení výnosu a kvality pěstovaných plodin. Plevele mohou zapříčinit otravu hospodářských zvířat či velmi zpomalit přírůstek jejich hmotnosti. U lidí mohou způsobit alergické reakce, jako je například senná rýma či dermatitida. Díky plevelům vznikají problémy v rekreačních areálech, jako jsou golfové hřiště a parky, dále v industriálních oblastech v zavlažovacích a drenážních systémech a podél dálnic a železnic (Monaco et al. 2002).

Ze zemědělského úhlu pohledu jsou plevele nežádoucí hlavně kvůli kompetičním vztahům s pěstovanou plodinou – jedná se především o potřebu živin, vody a světla. Plevele mohou být jednou z příčin vysokých nákladů na ochranu rostlin, protože jsou často útočištěm

pro ostatní škůdce – hmyz, háďátka nebo původce nemocí, kteří využívají plevelné druhy jako svého alternativního hostitele. Plevely vyskytující se na okrajích pozemků slouží pro škůdce jako hostitel v okamžiku, kdy kulturní plodina není přítomna, a stávají se tak zdrojem možného zamoření pozemku (Zimdahl 2018).

Hospodářský význam plevelů nelze posuzovat pouze podle jejich zmíněné škodlivosti ve vztahu ke kulturním rostlinám, ale také dle jejich pozitivní funkce při dalším uplatňování ve vlastní zemědělské výrobě, celospolečenském využití i jejich významném ekologickém působení ve vztahu k ochraně přírody a životnímu prostředí. Mnohé plevelné druhy jsou medonosné, poskytují chutnou píci pro zvířata, jsou léčivými rostlinami či jejich porosty působí proti vysušování půdy a vodní i větrné erozi (Kohout 1997).

3.3 Půdní banka semen

Zralá semena plevelů se po dozrání hromadí na povrchu půdy, odkud se jejím zpracováním či činností živočichů dostávají do povrchové vrstvy půdy. Některá semena jsou schopna klíčit okamžitě, většina ale setrvává v půdě bez vyklíčení a vytváří zásobu semen v půdě, tzv. semennou banku. Semena neklíčí buď kvůli nevhodným vnějším podmínkám, nebo protože jsou ve stavu dormance. Semena jsou v půdě uložena po různě dlouhou dobu – dlouhověkost semen lze rozdělit na tři typy, a to na půdní zásobu krátkodobou (do jednoho roku), střednědobou (do pěti let) a dlouhodobou (pět let a více) (Mikulka & Kneifelová 2005).

V minulosti byla při sklizni obilnin, řepky, luskovin a dalších plodin odvážena sklizená produkce z pole. Následovalo její čištění na stacionárních zařízeních. Semena plevelů se tak nedostávala zpět na pole; plevely byly spolu s ostatními nečistotami zpravidla zkrmeny a spotřebovány. Zavedením sklízecích mlátiček se semena plevelů vrací zpět na pole, v řadě případů i částečně mechanicky poškozená, což může u tvrdoslupečných semen usnadnit klíčení. Objem generativních diaspor se tak v půdní zásobě stále zvyšuje (Kneifelová & Mikulka 2003).

Pro získání představy o biodiverzitě na určitém pozemku a o možném budoucím zamoření plevely musí být flóra monitorována po dobu několika let (Colbach 2014).

Klíčení semen uložených v půdě je výsledkem několika po sobě jdoucích procesů závislých na různých faktorech. Semena odumírají kvůli věku, predaci či nemocem. U přeživších semen může dojít k indukci či ztrátě dormance s ohledem na sezónní změny prostředí. Nedormantní semena mohou klíčit, jejich úspěch však záleží na hloubce jejich uložení v půdě, světelné stimulaci a vlastnostech půdy (Colbach 2014). Půda, ve které jsou semena uložena, má velký vliv na jejich následné klíčení. Její struktura určuje distribuci a dostupnost vody a plynů, ale také hloubku průniku světla (Gallagher 2014). Někteří klíčenci dokážou dokončit svůj cyklus, reprodukovat se a tím i doplnit semena v povrchové vrstvě půdy. K těmto procesům dochází u všech jednoletých druhů plevelů, ale jejich rychlost vzcházení či rozmnožování je mezi druhy značně odlišná (Colbach 2014).

3.4 Dormance

Dormance je dočasná neschopnost semen klíčit, přestože jsou semena životaschopná, a to za takových vnějších podmínek, které jsou za běžných podmínek schopny klíčení vyvolat (Radosevich et al. 1997). Khan (1980) definuje dormanci jako mechanické a/nebo fyziologické omezení, které zabraňuje plnou realizaci růstu embrya v běžných podmínkách.

Dormance je rozšiřování semen v čase oproti rozšiřování v prostoru. Být dormantní znamená býti neaktivní, s pozastavenými životními funkcemi (Zimdahl 2018).

Dormanci lze dělit na endogenně a exogenně založenou. Endogenní dormance je řízena vlastnostmi embrya, kdežto u exogenní dormance zabraňují klíčení určité struktury, jako je endosperm, perisperm či semenné obaly. Semena tedy nemohou klíčit například kvůli tomu, že jejich obaly jsou nepropustné pro vodu. Než mohou semena vyklíčit, je třeba odstranit překážky, které klíčení blokují (Baskin & Baskin 1998).

Dormance semen plevelů a jejich klíčení jsou regulovány komplexními interakcemi mezi půdou, životním prostředím, fyziologickými a genetickými faktory. Téměř všechny zemědělské činnosti mohou tyto faktory ovlivnit (Dyer 1995).

Dormance a klíčení osiva jsou ovlivněny stavbou semen, a to zejména těmi strukturami, které obklopují embryo, a na faktorech ovlivňujících růstový potenciál embrya. Ten zahrnuje sloučeniny, které jsou importovány z mateřské rostliny, a také faktory, které jsou produkovány samotným embryem, včetně několika rostlinných hormonů. Studie genetiky a fyziologie prokázaly významnou roli rostlinných hormonů, a to kyseliny abscisové (ABA) a giberelinů, při regulaci dormance a klíčivosti (Koorneef et al. 2002).

Bewley (1997) uvádí, že gibereliny nejsou zapojeny do kontroly dormance jako takové, ale jsou důležité pro podporu klíčení, tudíž působí po překonání inhibice klíčení zprostředkované kyselinou abscisovou.

Faktory, jako je obsah vody v půdě, množství světla, úrodnost půdy a teplota, jsou ovlivňovány a modifikovány obděláváním půdy, setím, sklizní a dalšími produkčními postupy, což vede ke zvýšenému nebo naopak potlačenému klíčení semen plevelů. Změny těchto faktorů mohou také nepřímo vést ke změnám v koncentracích fytohormonů během vývoje semen, což může následně ovlivnit stav dormance zralého semene (Dyer 1995).

Vyklíčení zásoby semen, kterou rostlina vyprodukuje, je vlivem dormance rozděleno do několika let. V některých letech je vyklíčené potomstvo zničeno agrotechnickými zásahy; jiné ročníky semenáčků, které vyklíčí v letech, kdy intenzita hospodaření ochabne, jsou úspěšnější a zaručí přežití populace druhu. Rozšířením možnosti rozmnožování do více sezón se riziko totálního neúspěchu snižuje (Mikulka & Kneifelová 2005).

Dormance je důležitá především pro jednoleté rostliny, protože v porovnání s vytrvalými plevely jsou semena jednoletých rostlin jediným spojením mezi dalšími generacemi (Radosevich et al. 1997).

Semena určitých rostlin, jako například laskavce ohnutého (*Amaranthus retroflexus*), hořčice polní (*Sinapis arvensis*), kokošky pastuší tobolky (*Capsella bursa-pastoris*) a řeřichy chlumní (*Lepidium campestre*) jsou často nepropustná pro vodu, kyslík a nebo obojí. Tato semena jsou nazvána jako „tvrdá“ či „tvrdoslupečná“. Jedná se o další dormantní mechanismus. Obaly v tomto případě představují mechanickou rezistenci proti klíčení, protože kořínek není

schopen je narušit. Semenné obaly mohou být narušeny abrazí nebo působením kyselin či mikrobů. Ačkoli voda i kyslík mohou být absorbovány, obaly zabraňují klíčení. V laboratorních podmínkách lze tvrdoslupečnost zmírnit abrazí, namáčením do kyseliny či propíchnutím špendlíku. V polních podmínkách tyto techniky nahrazuje zpracování půdy – díky jejímu mísení a pohybu dochází k mechanickému obrušování semenných obalů (Gardarin et al. 2015).

3.4.1 Primární dormance

Čerstvě vyzrálá semena vykazují primární dormanci, která zabraňuje klíčení, dokud nejsou podmínky vnějšího prostředí pro klíčení dostatečně příznivé. Ke vzniku primární dormance dochází během vývoje semen a zahrnuje jak genetické, tak environmentální faktory, které mají vliv na poměr dvou antagonistických fytohormonů: kyseliny abscisové, která podporuje dormanci a reguluje ji (Hilhorst 1995), a kyseliny giberelové, která podporuje klíčení (Vaistij et al. 2013).

Funkce primární dormance je dvojí – zabraňuje předčasnému klíčení na mateřské rostlině a u mnoha druhů rostlin přetrvává i krátce po dozrání a uvolnění semen a inhibuje tak okamžité a hromadné vyklíčení semen (Gallagher 2014).

3.4.2 Sekundární dormance

Sekundární dormance je definována jako dormance vyvíjející se v semenech po sklizni nebo disperzi. Je často součástí cyklických změn na úrovni dormance, které sledují sezónní charakter. K jejímu vývinu dochází, pokud dojde k inhibici klíčení, např. pokud je semeno uloženo příliš hluboko v půdě. Teplota, nepřítomnost světla nebo kyslíku, přítomnost alelopatických inhibitorů a vlhkostní podmínky patří mezi faktory, které mohou přispívat k inhibici klíčení a tím k rozvoji sekundární dormance. Sekundární dormance pravděpodobně odráží obecnou necitlivost na několik různých vnějších a vnitřních induktorů klíčivosti (Karssen 1980).

Sekundární dormance je spojována s chováním semen uložených v půdní bance. Periodické změny sekundární dormance mohou vysvětlovat vzcházení plevelů během sezóny. Teplota a voda v půdě jsou označovány jako dominantní faktory, které roční cyklus dormance určují (Hilhorst 1998).

Co se týče porovnání primární a sekundární dormance, je zajímavé, že ke zrušení primární dormance dochází už po krátkém čase absorpce vody, kdežto v případě sekundární dormance musí být doba příjmu vody delší (Gallagher 2014).

Sekundární (vyvolaná) dormance může být buď vnucená, nebo indukovaná. Vnucená dormance je taková, kdy je stav semene udržován působením vnějších podmínek (zpravidla nedostatkem vhodných podmínek pro růst). Po jejich odeznění dojde brzy i k ukončení dormance. Při indukované dormanci semena nevyklíčí ihned po nástupu příznivých podmínek, ale k jejímu ukončení potřebují projít určitým obdobím. Například u druhů vzcházejících na jaře je sekundární dormance indukována při vyšší teplotě půdy v létě a trvá zpravidla od poloviny léta až do zimy (Mikulka & Kneifelová 2005).

3.4.3 Typy dormance

U primární dormance použili Baskin a Baskin (1998) následující rozdělení:

1. Fyziologická dormance

Většina semen je propustná pro vodu. Tato dormance je zapříčiněna fyziologickým inhibičním mechanismem embrya, který zabraňuje kořínku růst a prodlužovat se. Svou roli zde hrají také struktury, které chrání embryo, včetně endospermu a semenných obalů. Gallagher (2014) uvádí, že tyto struktury brání úniku inhibitorů klíčivosti či zpomalují příjem vody semenem.

Fyziologická dormance je nejběžnějším typem u hlavních zemědělských plevelů mírného pásma. Tato dormance umožňuje části populace v semenných bankách zůstat životaschopná, dokud se neobjeví vhodná doba pro klíčení. Z tohoto důvodu je obvykle dormance odbourávána během ročního období, které předchází klíčení (tj. zima v případě plevelů klíčících na jaře, léto v případě plevelů vzcházejících na podzim). Tyto sezónní změny jsou řízeny převážně teplotou půdy a půdní vlhkostí (Batlla et al. 2019).

2. Morfologická dormance

Během disperze mají semena některých druhů embrya již diferenciované, ale stále nedostatečně vyvinuté. Je zde tedy nutný růst a zvětšení embrya dříve, než začne proces klíčení. U semen jiných druhů je embryo během disperze pouze útvarem z buněk, tj. embryo není diferenciované a klíčení nezačne dříve, než bude dostatečně vyspělé a rozlišené. V obou těchto případech je klíčení zamezeno v závislosti na vyspělosti embrya na základě morfologických charakteristik.

3. Morfofyziologická dormance

Zařazuje semena, u kterých mají nedovyvinutá embrya fyziologickou dormanci. Aby tato semena mohla klíčit, je potřeba zajistit růst embrya a porušit fyziologickou dormanci.

4. Fyzikální dormance

Primárním důvodem pro neschopnost vyklíčení je zde nepropustnost obalů semen pro vodu. Tato nepropustnost je spojována s přítomností jedné nebo více vrstev impermeabilních palisádových buněk, které jsou sklerotizované a mají silně lignifikovanou sekundární buněčnou stěnu.

5. Chemická dormance

Inhibitory klíčení lze nalézt v embryu, endospermu a obalech semen. Mohou být odstraněny vyplavením. Nejvýznamnějším inhibitorem je kyselina abscisová (ABA). Dormance se vyvíjí během zrání semene na mateřské rostlině. Může také zabraňovat radikule v růstu, např. u semen merlíku bílého (*Chenopodium album*) (Karssen 1976).

Sekundární dormanci dělí Jursík et al. (2011) na čtyři typy:

1. Termodormance

Je zapříčiněna působením teplot. Tento typ dormance je poměrně často zastoupen a způsobuje sekundární dormanci u semen, která jsou uložena v povrchových vrstvách půdy.

2. Skotodormance

Je způsobena umístěním semen, která potřebují ke klíčení světlo, na několik dní do tmy.

3. Fotodormance

Je indukována vystavením semen bílému či dlouhovlnnému červenému světlu.

4. Osmodormance

Je způsobena osmotickým stresem, tj. nedostatkem vody pro vyklíčení semen.

3.5 Klíčení a vzcházení

Klíčivost semen je ovlivněna biotickými i abiotickými faktory. Během vývoje semene na mateřské rostlině určují schopnost zralého semene klíčit faktory environmentální a genetické. Během roku probíhá určitý cyklus stavů dormantních a nedormantních; tento cyklus určuje jakousi periodicitu klíčení z půdní banky semen (Foley 2001).

3.5.1 Klíčení semen

Klíčení podle definice začíná absorpcí vody suchým semenem a končí prodloužením kořínku. Tato činnost zahrnuje více procesů, např. subcelulární strukturální změny, hydrataci bílkovin, dýchání, makromolekulární syntézu a prodlužování buněk. Z těchto procesů není žádný samostatně pro klíčení významný. Jejich kombinací však získáme transformaci dehydratovaného embrya v klidovém stádiu s téměř nezjistitelným metabolismem v buňku s aktivním metabolismem, který kulminuje jejím růstem (Bewley & Black 2013).

Viditelným znakem úplného vyklíčení je obvykle průnik kořínku skrz struktury obklopující embryo; výsledek je často nazýván klíčením viditelným. Následující změny, včetně mobilizace hlavních zásobních rezerv, jsou již součástí růstu sazeniček (Bewley 1997).

Klíčení semen plevelů se od kulturních rostlin značně odlišuje, neboť kulturní plodiny mají díky dlouhodobému šlechtění vysokou klíčivost ihned po uzrání, kdežto u plevelných rostlin je klíčivost velmi rozdílná a nepravidelná. U většiny druhů plevelů lze pozorovat delší období klidu – dormanci (Kohout 1997).

Mnoho planě rostoucích rostlin, včetně plevelů, vykazuje periodické klíčení – semena vyprodukovaná jednou populací v jedné sezóně mohou klíčit v nepravidelných intervalech v průběhu následujících měsíců či let. Dokonce i semena z jedné mateřské rostliny mohou klíčit takto nepravidelně. Ačkoli se ukázalo, že většina těchto semen nebyla dormantní, doba mezi

disperzí semen a jejich klíčením byla u různých semen různě dlouhá. Faktory působící během vývoje semen (teplota, vlhkost, hloubka uložení semene v půdě, poškození od mikroorganismů) mohou klíčení ovlivnit (Cavers et al. 2000).

Semena v klidovém stádiu mají téměř nulovou metabolickou aktivitu, obsahují minimum vody (5–15 %) a jejich orgány jsou v klidovém režimu. Semena jsou však schopna v tomto stavu přežít i po mnoho let a následně pokračovat při normálním metabolismu. Aby nastalo klíčení, semena potřebují být pouze hydratována za podmínek, které podporují metabolismus, např. při přítomnosti kyslíku a vhodné teploty (Bewley & Black 2013).

Jakmile semena dosáhnou 20–30 % obsahu vody, začíná metabolická aktivace – ta zahrnuje počáteční aktivaci dýchání, zahájení Krebsova cyklu a transformaci aminokyselin. Tyto procesy nefungují při nižším obsahu vody, než je 19–20 %. Tato úroveň hydratace umožňuje obnovení enzymatických aktivit. Při vyšším obsahu vody, tj. v rozmezí 42–52 %, dochází k další metabolické aktivaci – biogeneze mitochondrií je dokončena, syntéza proteinů je obnovena a začíná degradace škrobu a rezervních proteinů. Po skončení tohoto období začnou fungovat všechny hlavní metabolické systémy, a to při obsahu vody mezi 55 a 60 %. Této úrovni hydratace lze dosáhnout relativně jednoduše, pokud je voda k dispozici, protože semeno se chová jako porézní těleso (Viemont & Crabbe 2000).

Příjem vody zralým, suchým semenem má tři fáze. V první fázi dochází k prudké absorpci vody, ve fázi druhé je příjem konstantní. Ve třetí fázi dochází opět k vyššímu příjmu vody – tento proces ale probíhá až po té, co je vlastní proces klíčení kompletní a došlo k prodloužení radikuly. Při absorpci vody dochází k obnovení metabolické aktivity a respirace (Bewley 1997).

3.5.2 Vzcházení klíčenců

Na vzcházení semen má přirozeně vliv hloubka jejich uložení v půdě. Mezi rostlinnými druhy byly nalezeny značné rozdíly ve schopnostech vzcházení, ale existuje obecný vzorec – čím hlouběji se semena nacházejí, tím více se snižuje počet vyklíčených rostlin. Semena uložená ve velké hloubce většinou indukovala dormantní stav (v přibližně 85 % případů), než aby se pokoušela o pravděpodobně neúspěšné vyklíčení (Benvenuti et al. 2001).

3.6 Působení exogenního vlivu – vody – na dormanci a klíčení semen

Martinez-Ghersa et al. (1997) zkoumali v laboratorních podmínkách porušení dormance semen třech plevelných druhů – ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*), merlíku bílého (*Chenopodium album*) a laskavce ohnutého (*Amaranthus retroflexus*) – s ohledem na různou teplotu a množství vody, ve kterých byla semena uložena. Rozlišné teplotní podmínky byly důležité pro porušení dormantního stavu semen u všech třech rostlinných druhů, ale jejich reakce byla odlišná v závislosti na dostupnosti vody v půdě. Pro laskavec ohnutý a čerstvě dispergovaná semena ježatky kuří nohy platilo, že došlo k ukončení dormance pouze tehdy, pokud byl obsah půdní vody dostatečně vysoký pro začátek klíčení. Nepříznivé podmínky (konstantní teplota a nízký obsah vody) navíc u těchto semen vyvolaly sekundární dormanci.

Hoang et al. (2013) zjistili, že exprese genů, které se vyskytují v metabolismu ABA a giberelinů, se liší v případě primární a sekundární dormance a že jejich exprese souvisí s obsahem vody v embryích semen.

Výsledky ukazují, že vrcholu sekundární dormance bylo dosaženo při umístění semen *B. tectorum* v laboratorních podmínkách po dobu 4 týdnů při teplotě 5 °C a vodním potenciálem v hodnotě -1.0 MPa (Hawkins et al. 2017).

Zpracování půdy a záplavy se staly v Indii a dalších asijských zemích jedinou možností pro kontrolu plevelné rýže (*Oryza sativa* f. *spontanea*), poněvadž u pěstovaných druhů rýže není k dispozici žádný selektivní herbicid. Ghosh et al. (2017) zjišťovali, jak hluboké uložení semen v půdě a jaká hloubka zaplavení mohou ovlivnit klíčení semen plevelné rýže. Došli k závěru, že větší hloubka uložení ovlivňuje potenciál klíčení plevelné rýže, a proto hluboké zpracování půdy může hrát důležitou roli při snižování jejího výskytu – pokud však nedojde k opětovnému vynesení životaschopných semen na povrch půdy. Samotné hluboké zpracování půdy však není dostačující; je vhodné zařadit i záplavy pozemku. Výsledky studie naznačují, že zaplavení může být při snižování výskytu klíčenců účinnější než kultivace. Dokonce i při výšce zaplavení 2 cm lze vytvořením anaerobních podmínek efektivně omezit klíčení plevelné rýže. Při experimentu s osmi vzorky plevelné rýže z různých zeměpisných poloh bylo zjištěno, že při hloubce zaplavení 2 cm se klíčivost snížila v rozmezí 28–78 % a zvětšení hloubky zaplavení na 10 cm nemělo na snížení klíčivosti ve většině případů už téměř žádný efekt. Několik vzorků tak mělo 50% (či vyšší) klíčivost i pod 10 cm zaplavením.

3.7 Hodnocené plevelné druhy

3.7.1 *Abutilon theophrasti* Medik.

Mračňák Theophrastův patří do čeledi slézovité (*Malvaceae*). Tobolky mají 20–25 mm v průměru, s 9–15 pouzdry (Kaplan et al. 2019). Semena jsou ledvinovitého tvaru, černohnědá, 3 mm velká (Mikulka & Kneifelová 2005). Rostlina je jednoletá (*terofyt*) a kvete od července do srpna (Kaplan et al. 2019). Řadíme ji mezi pozdně jarní plevele (Mikulka & Kneifelová 2005).

Rostlina je schopna vyprodukovat až 17 000 kusů semen, která si v půdě dokážou udržet životaschopnost i 20–50 let, a to díky silnému a tvrdému osemení (*testa*), jenž je nepropustné pro vodu. Tyto vlastnosti mohou z mračňáku činit dlouhotrvající problém na zemědělských pozemcích (Bello et al. 1995). Vzchází při teplotách okolo 20–25 °C (Kneifelová & Mikulka 2003).

Počet semen schopných klíčení z půdní zásoby je ovlivněn převážně jejich dormantním stavem. Dormance u mračňáku je primárně způsobena impermeabilním osemením, které zamezuje příjem vody, což brání semenu ve vyklíčení (Cardina & Sparrow 1997). Jedná se tedy o fyzikální typ primární dormance (Baskin & Baskin 1998). Jakmile se osemení stane propustným, fyzikální dormance je ukončena a semeno může začít klíčit, pokud k tomu má vhodné environmentální podmínky (Cardina & Sparrow 1997).

Embryonální (fyziologická) dormance není u mračňáku původcem vzniku či podporou dormantního stavu semen. Také funkce inhibitorů klíčení je omezená. Ukončení dormance v polních podmínkách je způsobeno přirozeným výskytem fraktur v osemení, které vznikají při vysychání obalů. Sušení semen v laboratorních podmínkách vedlo ke stejným výsledkům (LaCroix & Staniforth 1964).

Dormanci ovlivňuje i expozice rostlin vůči slunečnímu záření. Zastíněné rostliny *Abutilon theophrasti* produkovaly semena, u kterých docházelo k narušení dormance dříve než u semen, která pocházela z rostlin rostoucích na plném slunci. Klíčivost u těchto semen byla navíc nižší přibližně o 20 % v porovnání se zastíněnými rostlinami, a to i při optimálních vnějších podmínkách pro klíčení (Bello et al. 1995).

3.7.2 *Amaranthus retroflexus* L.

Laskavec ohnutý náleží do čeledi laskavcovité (*Amaranthaceae*). Jedná se o jednodomou, jednoletou rostlinu kvetoucí od července do října. Plody (tobolky) jsou jednosemenné (Kaplan et al. 2019).

Semena laskavce jsou okrouhlá až vejčitá, 1,0–1,3 mm dlouhá a 1,0–1,5 mm široká. Mají čočkovitý hladký tvar s ostrou okrajovou hranou a malým zobáčkovitým výstupkem u jizvy. Barva je černá a silně lesklá; nezralá semena jsou rezavá (Kohout 1997). Mají tenké a strukturálně jednoduché osemení, které je impermeabilní a odolné proti mechanickým i chemickým činitelům (Costea et al. 2004).

Jedná se o pozdně jarní plevel. Jedna rostlina může vytvořit obrovské množství semen, dokonce až 500 000 ks. Semena dozrávají postupně a vypadávají do okolí mateřské rostliny (Mikulka & Kneifelová 2005). Semenné banky často obsahují velké množství semen laskavce, a to kvůli jeho vysoké plodnosti a dlouhověkosti semen (Costea et al. 2004). Klíčivost si udržují 3–10 let. Na polích vzchází většinou ve dvou i více etapách – nejprve klíčí semena ležící v půdě, později semena vystavená světlu a teplotě na povrchu půdy. Klíčivost ovlivňuje také tvrdé osemení; pokud je poškozeno, klíčivost stoupá (Mikulka & Kneifelová 2005).

Klíčení je stimulováno světlem, zvýšením obsahu dusíku a kyslíku v půdě a vysokou teplotou. Dormanci ovlivňují mateřské rostliny, u nichž záleží na tom, jaké fotoperiodě a jakým teplotám byly během kvetení vystaveny. Rostliny rostoucí ve 20 °C a během dlouhého dne (16 h) produkuje větší množství dormantních semen než ty, které rostou během krátkého dne (8 h) nebo při teplotě 25 °C (Costea et al. 2004).

Čerstvě vyprodukovaná semena mají určitý stupeň primární dormance. Semena ze začátku sezóny jsou méně dormantní a klíčí i při nižších teplotách než ta, která pochází ze stejné rostliny, avšak z konce sezónního období (Costea et al. 2004).

Většina rostlin rodu *Amaranthus* není ohledně klíčení teplotně citlivá, přesto má však určité teplotní optimum. Klíčivost laskavce ohnutého vzrůstá s rostoucí teplotou. Minimální teplota pro jeho klíčení je 5 °C, vrchol klíčivosti nastává při teplotách 35 až 40 °C. Při experimentu bylo zjištěno, že při teplotě 45 °C a víc již semena neklíčí (Guo & Al-Khatib 2003). Kneifelová a Mikulka (2003) uvádí, že optimální teplota pro klíčení se pohybuje v rozmezí 22–27 °C.

Ghorbani et al. (1999) zjistili, že semena klíčí lépe z hloubek 0,5–3 cm, než když jsou uložena na povrchu půdy či hlouběji než 4 cm. Na povrchu půdy může být nedostatek vody

potřebné ke klíčení. Relativně malé semeno laskavce má omezené zásoby živin, proto nemusí být schopné vyklíčit z větší hloubky než 4 cm pod povrchem.

Bylo zjištěno, že snížený vodní potenciál oddaluje klíčení, ale zvyšuje konečné procento klíčivosti. Práh vodního potenciálu kolísá s ohledem na teplotu (Costea et al. 2004).

3.7.3 *Beta vulgaris* L.

Plevelná řepa je řazena do čeledi merlíkovité (*Chenopodiaceae*). Květy jsou oboupohlavné, plodem je nažka. Plevelné řepy kvetou již v prvním roce. Jsou hybridního původu a dále se zpětně kříží s cukrovou řepou, a proto jsou velmi variabilní. Původně pochází z jihozápadní Evropy, do ČR byla zavlečena a v současné době je označována jako invazivní neofyt (Kaplan et al. 2019).

Hlavní rozdíl mezi semeny kulturní řepy a plevelné řepy je přítomnost primární dormance u druhé jmenované, která se vyskytuje u přibližně 65 % semen. Následkem je nízká počáteční hodnota rychlosti klíčení. Při zapravení semen do půdy se projeví i sekundární dormance, takže jsou semena schopna přežít v půdě několik let (Sester et al. 2006). Dormance ustupuje během zimy a znovu se objevuje během následujícího léta a podzimu. Světelná stimulace pomáhá k přerušení dormance (Sester et al. 2007).

Sester et al. (2006) také zjistili, že semena uložená v půdní bance následují určitý cyklus v závislosti na ročních obdobích. Každý rok během podzimu došlo k významnému poklesu počtu semen, zatímco ve zbytku roku byl pokles zanedbatelný. Podzimní propad je následkem úmrtnosti semen, kterou zapříčinila nedostatečná světelná stimulace a dlouhodobá vlhkost specifická pro podzimní období. Vrchol klíčení byl pozorován v březnu, přičemž byl indukován vlhkem a zpracováním půdy (Sester et al. 2007).

Jedna rostlina je schopna vyprodukovat v průměru od 1000 do 2000 glomerulí (klubiček), přičemž každá obsahuje v průměru 2 až 3 semena. Roční ztráta životaschopných semen je asi 75 %, přičemž počet přežívajících semen se s časem exponenciálně snižuje. Po třech letech v půdě zůstala životaschopná méně než 2 % z původního počtu semen. Rostliny kvetoucí dříve produkují větší počet semen než ty později kvetoucí. Dormance byla na vysoké úrovni již po rozptýlení z mateřské rostliny. Byly pozorovány sezónní změny v dormanci – na podzim byla semena dormantní, během zimy došlo k ukončení klidového období a ke klíčení až 70 %, v létě došlo znovu k obnově dormance. Tento proces pravděpodobně ovlivnila teplota půdy. Klíčení ve tmě bylo výrazně nižší než na světle. (Landová et al. 2010).

3.7.4 *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.

Ježatka kuří noha patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Pluchy jsou zašpičatělé nebo někdy s rovnou, až 2 cm dlouhou osinou (Kaplan et al. 2019). Obilky jsou přibližně 2–3 mm dlouhé a 1–2 mm široké, široce vejčité, oboustranně zašpičatělé, lesklé, žlutavé až šedé (Kohout 1997). Rostlina je jednoletá, kvete od července do října (Kaplan et al. 2019). Jedná se o pozdně jarní plevel (Mikulka & Kneifelová 2005).

Jedna rostlina vyprodukuje až několik tisíc obilek, které si udržují poměrně dlouhou dobu klíčivosti – 8–10 let (Mikulka & Kneifelová 2005). Vychází maximálně z hloubky 12 cm. Optimální teploty pro klíčení se pohybují v rozmezí 25–27 °C (Kneifelová & Mikulka 2003).

Semena ježatky bývají obvykle dormantní hned po tom, co dozrají. Dormanci však ztrácí buď po přezimování v půdě či po té, co jsou sklizena a uskladněna při pokojové teplotě. Bylo také dokázáno, že inkubace semen při vysokých teplotách zvyšuje klíčivost. Totéž platí pro přítomnost světla. Mechanické poškození osemení indukuje klíčení (Taylorson & Dinola 1989).

Honěk a Martinková (1996) zkoumali pod dobu 3 let výskyt dormance ježatky u 25 lokálních populací v České republice. Procento klíčivosti se po 4 měsících od sklizně semen, která byla uložena při teplotě 25 °C, pohybovalo mezi 0 a 83,6 %. Ačkoli byly na některých lokalitách významné roční rozdíly v procentu klíčivosti, většina semen zůstala dormantní po dobu 3 let, pokud nedošlo ke kultivaci půdy.

Klíčivost byla zkoumána u jedno až osmiletých semen *Echinochloa crus-galli*. Část semen byla uskladněna v 25 °C po sklizni, část uložena do zeminy na poli. Semena uložena v 25 °C ztratila dormanci do 2 let od sklizně, zatímco semena na poli procházela ročními dormantními a nedormantními cykly. Klíčení bylo ovlivněno jak věkem semen, tak podmínkami skladování. Klíčení osmiletých semen se lišilo v závislosti na uskladnění a teplotě. Optimální teploty pro klíčení byly 27–31 °C, přičemž rozmezí teplot vhodných pro klíčení se zvyšovalo s věkem semene (Martinková et al. 2006).

3.7.5 *Chenopodium album* L.

Merlík bílý je řazen do čeledi merlíkovité (*Chenopodiaceae*). Rostliny jsou jednoleté či krátce vytrvalé. Květenství je klasovité, složené ze stažených přisedlých klubíček. Vyskytuje se značné množství morfortypů, které se liší ve tvaru listů a stavbě květenství; nemají však valnou taxonomickou hodnotu (Kaplan et al. 2019). Nažky o velikosti 1,1–1,5 mm (délka) a 1,1–1,5 mm (šířka) bývají obaleny pěticipým okvětím. Tvar je čočkovitý se zahnutým hrbolkem na obvodu semene, která jsou černá či světle hnědá, matná (Kohout 1997).

Merlík bílý řadíme mezi pozdně jarní plevely. Jedna rostlina vytváří až 100 000 (na úrodných půdách až 500 000) semen, která si udržují klíčivost i více než 10 let (Mikulka & Kneifelová 2005).

Bylo zjištěno, že přítomnost nitrátů a světla vždy podporuje klíčení semen – dochází k silné pozitivní interakci mezi těmito dvěma faktory. Semena jsou pak schopna klíčit po mnohem delší období než ve vodě a na světle či bez něj (Williams & Harper 1965; Bouwmeester & Karssen 1993).

Jursík et al. (2003) prováděli laboratorní pokus se semeny *Chenopodium album*. Semena klíčí lépe na světle (67 %) než ve tmě (12 %), a to v relativně širokém teplotním intervalu – 5–33 °C. Vrchol klíčivosti (75 %) byl pozorován při 18 °C. Délka primární dormance se pohybovala od 10 do 100 dnů v závislosti na datu dozrání a na ročníku. Nejdelší doba primární dormance (50 až 100 dní) byla pozorována u časně dozrálých semen z července a srpna.

Také Eslami (2011) zkoumal v laboratoři klíčení semen *Chenopodium album*, a to z velmi suchých a z mírně vlhkých stanovišť. Na obou stanovištích bylo klíčení stimulováno světlem, což ukazuje také na vysokou vzcházivost semen z povrchu půdy (xerofilní společenstvo 77%; mezofilní společenstvo 70% vzcházivost) na rozdíl od hloubky 3 cm, ze které semena nevzešla vůbec.

3.7.6 *Chenopodium rubrum* L.

Merlík červený patří stejně jako výše uvedený merlík bílý do čeledi merlíkovité (*Chenopodiaceae*). Je jednoletý, kvetoucí od června do srpna. Plodem je nažka (Kaplan et al. 2019). Jedna rostlina může vyprodukovat od 2 000 do 200 000 semen (Sman et al. 1992).

Chenopodium rubrum jako rostlina charakteristická pro otevřená stanoviště vykazuje fenotypovou plasticitu v reakci na živiny v půdě. Na chudých půdách může rostlina dosáhnout pouze 3 cm výšky a vyprodukovat méně než 20 semen, kdežto na půdách bohatých na dusík rostlina vyroste až do výšky 90 cm s produkcí 200 000 semen (Williams 1969).

Plody obsahují po jednom semeni, které bývá hnědé, lesklé, o velikosti 0,6–1,1 mm (Iamónico 2014), zploštělé či mírně konkávní (Sukhorukov et al. 2013a). Merlík červený vykazuje tzv. prostorovou heterospermii, která je spojena s polohou semen v květenstvích. Embrya v terminálních květenstvích směřují svisle, kdežto embrya v laterálně umístěných květenstvích jsou orientována horizontálně (Sukhorukov et al. 2013b).

Chenopodium rubrum modifikuje svůj růst a reprodukci v souladu s fotoperiodou. S prodloužením délky dne byl stimulován růst a zpomalováno kvetení. Rostliny také produkovaly více semen a k jejich zrání docházelo dříve. Naopak čím kratší byl den, tím dříve začaly rostliny kvést. Rostliny kultivované ve tmě začaly kvést o 3 týdny dříve, než rostliny pěstované za fotoperiody 16/8 h. Jedinci pěstovaní nepřetržitě ve tmě kvetli, ale neprodukovali semena (Mitrovic et al. 2007).

Klíčivost semen je nejvyšší, pokud jsou semena na povrchu půdy. Již v 1 cm hloubky klíčivost značně klesá, jsou však schopna vyklíčit až ze 3 cm hloubky. Stratifikovaná semena klíčila na světle i ve tmě (Ignacio Galinato & Van Der Valk 1986). Nejvíce klíčí během letních měsíců, přestože nejvíce semenáčků se objeví na jaře (v pozdním dubnu až květnu) (Williams 1969).

4 Materiál a metody

4.1 Příprava pokusu

Příprava na pokus byla zahájena dne 24. 10. 2019, kdy bylo od každého plevelného druhu s pomocí počítadla semen zn. Contador Pfeuffer napočítáno 100 ks semen, a to v 22 opakováních. Přestože byl přístroj relativně spolehlivý, bylo nutné jej při počítání kontrolovat. Semena byla zaznamenávána opticky, tudíž bylo třeba zamezit chybným výpočtům, např. započítání plev, zbytků rostlin, zeminy apod.

Následně byla jednotlivá opakování uložena do připravených pytlíčků, vyrobených z nastříhané silonové tkaniny (punčochoviny) a po vložení 100 ks semen zavázaných na obou koncích polypropylenovým provázkem.

Pytlíčky se semeny byly rozděleny podle druhů, které obsahovaly. Poté byly uloženy do plastových nádobek s víčkem o objemu cca 250 ml. Nádobek bylo 22 ks a do každé z nich přišlo celkem 6 pytlíčků se semeny, každý s jiným druhem. Lahvičky byly po horní okraj doplněny destilovanou vodou. Následně byly uloženy do dvou papírových krabic (tzn. byly bez přístupu světla), a to po 11 kusech. Jedna krabice byla umístěna do klimaboxu (zn. Panasonic MIR-154) s teplotou 20 °C, druhá do klimaboxu s teplotou 5 °C.

Za pět dní, tj. 11. 11. 2019, byla v nádobkách umístěných ve 20 °C vyměněna destilovaná voda. Nádobky uložené v 5 °C zůstaly bez výměny.

V průběhu pokusu byla voda v zbývajících nádobkách měněna každý měsíc, a to vždy výměnou za vodu destilovanou. Pro nádobky uložené v klimaboxu v 5 °C byla voda nejdříve ochlazená na 5 °C a až poté vyměněna.

4.2 Založení pokusu – Petriho misky

K provedení experimentu bylo potřeba 72 ks Petriho misek o průměru 10 cm a výšce 1,5 cm, a to včetně víček; 72 ks Petriho misek o průměru přibližně 6 cm; filtrační papír a destilovaná voda.

Do spodního dílu Petriho misky o průměru 10 cm byl vložen díl Petriho misky o průměru 6 cm, a to dnem vzhůru. Přes tuto misku byl položen pruh filtračního papíru přibližně o rozměrech 20 × 5 cm a přehnut o okraj misky tak, aby se jeho konce dotýkaly dna větší Petriho misky. Poté bylo do misky nalito takové množství destilované vody, aby nepřesáhlo okraj menší Petriho misky, což vycházelo na výšku cca 5 mm vodního sloupce.

Následně byla z nádobky původně uložené v klimaboxu o 20 °C vyjmuta semena v pytlíčcích. Jednotlivé pytlíčky obsahovaly 100 ks semen – ta byla po 25 ks vyjmuta a pokládána na filtrační papír. Na jeden plevelný druh tak vycházely 4 Petriho misky. Tímto způsobem připravené misky byly přiklopeny víčkem, na němž byla lihovým fixem napsána varianta (např. CHEAL 20 °C).

Takto byly přichystány všechny misky se semeny z nádobek z 20 °C a 5 °C. Poslední varianta nazvaná „kontrola“ byla ze stejného počtu semen, avšak nejednalo se o semena z vodního prostředí, nýbrž o semena suchá.

Všechny Petriho misky byly následně uloženy do klimaboxu o 20 °C a za týden zkontrolovány a vyhodnoceny. Světelný režim v klimaboxu byl 12 hodin světla / 12 hodin tmy.

4.3 Vyhodnocování pokusu – Petriho misky

Při vyhodnocování pokusu byly Petriho misky vyjmuty z klimaboxů. Poté byla u každého opakování spočítána semena vyklíčená a semena mrtvá. U plevelné řepy (*Beta vulgaris*) byly počítány jednotlivé rostlinky, neboť jedna glomerule (klubičko) obsahuje 2–3 semena. Zbývající semena byla označena jako dormantní.

Pokus byl zakládán po měsíci a vyhodnocován po týdnu od založení. Poslední tři varianty byly založeny po dvou měsících. Po vyhodnocení byla semena odstraněna. Ve dvou případech byla dormantní semena ponechána do dalšího týdne, opět v klimaboxu o 20 °C, aby se zjistilo, zda je doba jednoho týdne dostačující k jejich vyklíčení. Tato semena byla vyhodnocována po týdnu a po 14 dnech od založení.

4.4 Založení pokusu – nádoby

Dvacet plastových nádob o rozměrech 5 cm × 5 cm × 12 cm (délka × šířka × hloubka) bylo naplněno zeminou do výšky přibližně 8 cm. Zemina byla stlačována, aby později došlo k podpoření vztlínání vody. Poté byla přidána nakypřená vrstva zeminy o výšce cca 2 cm. Na tuto vrstvu byla rovnoměrně rozložena semena a následně přikryta opět nakypřenou zeminou o výšce přibližně 1 cm.

Nádoby byly označeny štítkem, na kterém byla uvedena varianta – rostlinný druh a teplota inkubátorů, ve kterých byla semena uložena. Poté byly umístěny do plastové přepravky a zalaty podmokem. Přepravka byla ponechána pod přístřeškem na Demonstračním a pokusném pozemku FAPPZ v areálu ČZU v Praze. Kontrola pokusu byla provedena za 14 dní od založení.

Semena, která byla použita pro tento pokus, byla dormantní semena z poslední kontroly Petriho misek (kontrola 15. 6. 2020, 14 dní od založení pokusu). Jednalo se o semena dvou plevelných druhů, a to plevelné řepy (*Beta vulgaris*) a mračňáku Theophrastova (*Abutilon theophrasti*). U plevelné řepy byla zaseta dormantní semena z variant 20 °C a 5 °C, u mračňáku Theophrastova semena z variant 20 °C, 5 °C a z kontrolní varianty.

4.5 Vyhodnocování pokusu – nádoby

Při vyhodnocování pokusu byli po týdnu od jeho založení spočítáni klíčenci v jednotlivých nádobách.

4.6 Rostlinné druhy

Plevelné druhy, jež byly zahrnuty do pokusu, byly odebrány ze dvou různých míst – z Pokusného a demonstračního pozemku FAPPZ ČZU v Praze (*A. theophrasti*, *A. retroflexus*, *B. vulgaris*, *E. crus-galli*, *C. album*) a z cukrovaru Dobrovice (*C. rubrum*).

Taxonomické zařazení a pojmenování rostlinných druhů a čeledí bylo upraveno podle publikace Klíč ke květeně České republiky (Kaplan et al. 2019). EPPO kódy byly upraveny podle internetové stránky EPPO Global Database (EPPO Global Database 2020). Pozorované plevelné druhy jsou uvedeny v Tabulce č. 1.

Tab. č. 1 – Pozorované rostlinné druhy

Latinský název	Český název	Čeleď	EPPO kód
<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	mračňák Theophrastův	<i>Malvaceae</i>	ABUTH
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	laskavec ohnutý	<i>Amaranthaceae</i>	AMARE
<i>Beta vulgaris</i> L.	plevelná řepa	<i>Chenopodiaceae</i>	BEAVX
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	ježatka kuří noha	<i>Poaceae</i>	ECHCG
<i>Chenopodium album</i> L.	merlík bílý	<i>Chenopodiaceae</i>	CHEAL
<i>Chenopodium rubrum</i> L.	merlík červený	<i>Chenopodiaceae</i>	CHERU

4.7 Statistické šetření

Výsledky experimentu byly zpracovány v programu STATISTICA. Při šetření první i druhé hypotézy byly nejprve zjištěny základní popisné statistiky, ve kterých byl kladen důraz na průměrnou klíčivost. Následně byla testována přítomnost normálního rozdělení základního souboru. K testu normality byl použit Shapiro-Wilkův test.

Dále byl otestován ještě jeden předpoklad mimo normalitu, a to shodnost rozptylů. Zde byl využit Levenův test.

Pokud byly splněny požadavky pro ANOVU a bylo tedy možné danou metodu použít, byla provedena analýza rozptylu a post-hoc test (Tukeyův test).

Pokud nebyly splněny předpoklady pro ANOVU, byl následně použito neparametrických statistik, a to konkrétně Kruskal-Wallisova testu.

Šetření bylo také doplněno krabicovými grafy.

5 Výsledky

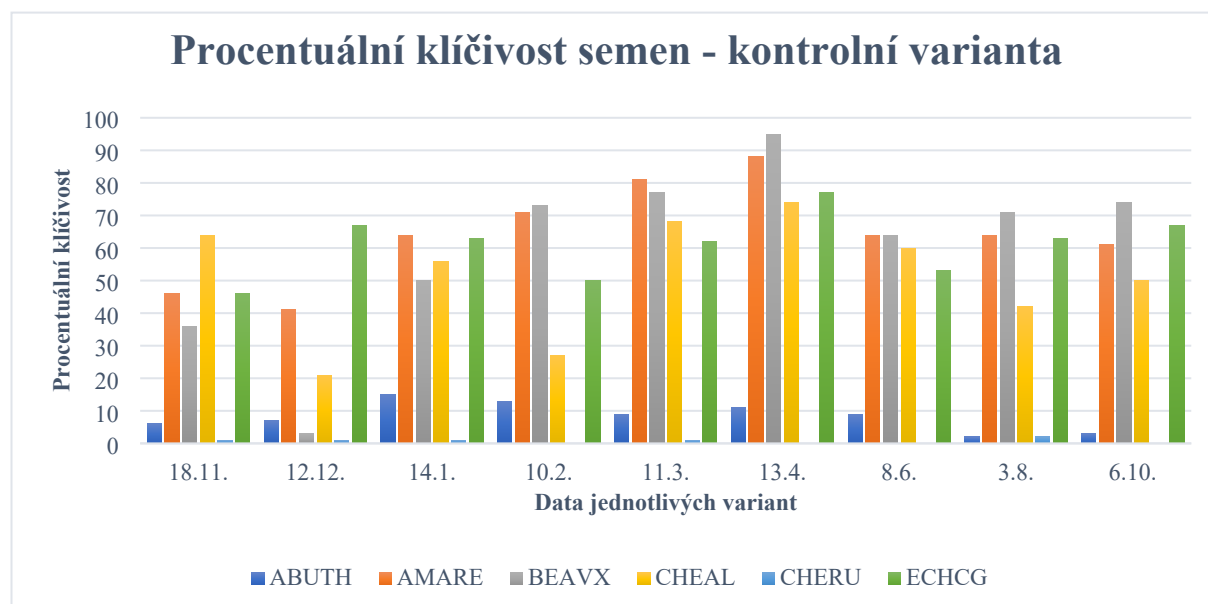
Vlastní pokus byl započat 6. 11. 2019. Jednotlivá opakování byla založena vždy v rozmezí přibližně 4 týdnů, resp. 8 týdnů u třech posledních opakování. Vyklíčená semena byla spočítána po týdnu od založení opakování, přičemž do grafů byla uvedena v podobě procentuální klíčivosti. U varianty plevelná řepa (*Beta vulgaris*) byla hodnota 100 % brána jako 150 vyklíčených jedinců. Semena mrtvá a dormantní byla v grafech uvedena v počtech kusů.

5.1 Kontrolní varianta

V Grafu č. 1 bylo zobrazeno, jak klíčila semena pozorovaných plevelných druhů v kontrolní variantě, tj. suchá, předem nenamočená semena.

Je zřejmé, že u semen mračňáku Theophrastova, merlíku červeného, laskavce ohnutého a ježatky kuří nohy byla zjištěna procentuální klíčivost semen jako poměrně konstantní po celou dobu pokusu, kdežto u merlíku bílého byly zaznamenána kolísavá klíčivost.

U plevelné řepy byl pozorován postupný nárůst počtu vyklíčených semen, přičemž jejich vyšší množství bylo dáno biologickou povahou glomerulí plevelné řepy – počet semen v klubíčku byl vyšší než 1.



Graf č. 1 – Klíčivost semen plevelů v kontrolní variantě

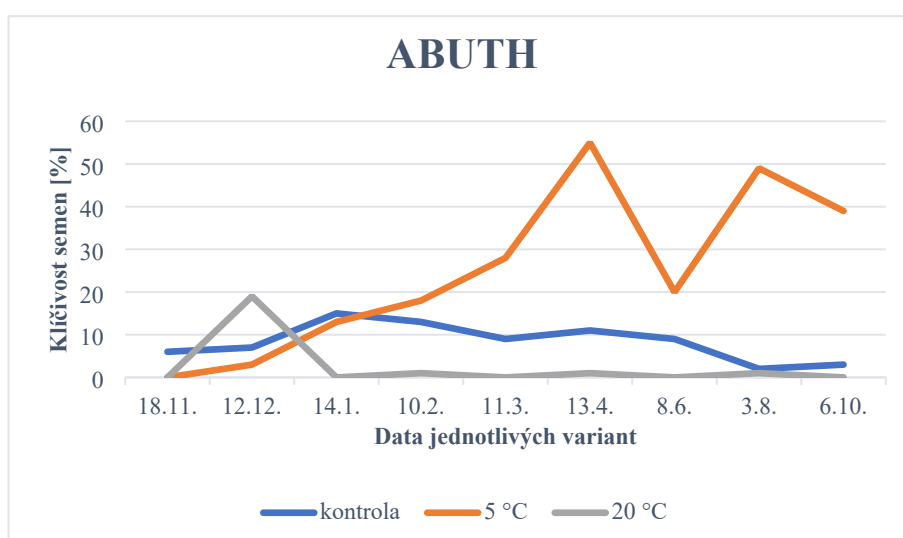
5.2 Test klíčivosti

5.2.1 *Abutilon theophrasti* Medik.

U druhu *Abutilon theophrasti* byla v kontrolní variantě zachycena relativně konstantní klíčivost semen, jen na počátku s lehkým navýšením po porušení primární dormance, kde však byla dosažena hodnota klíčivosti pouhých 13 %.

Ve variantě 5 °C bylo pozorováno postupné porušení dormance a následné zvýšení počtu klíčících semen. Pokles klíčivosti byl označen jako nekontinuální.

Ve variantě 20 °C bylo zaznamenáno také porušení dormance, avšak pouze nárazově na počátku pokusu. Při dalších kontrolách byla pozorována klíčivost na úrovni 0–1 %.



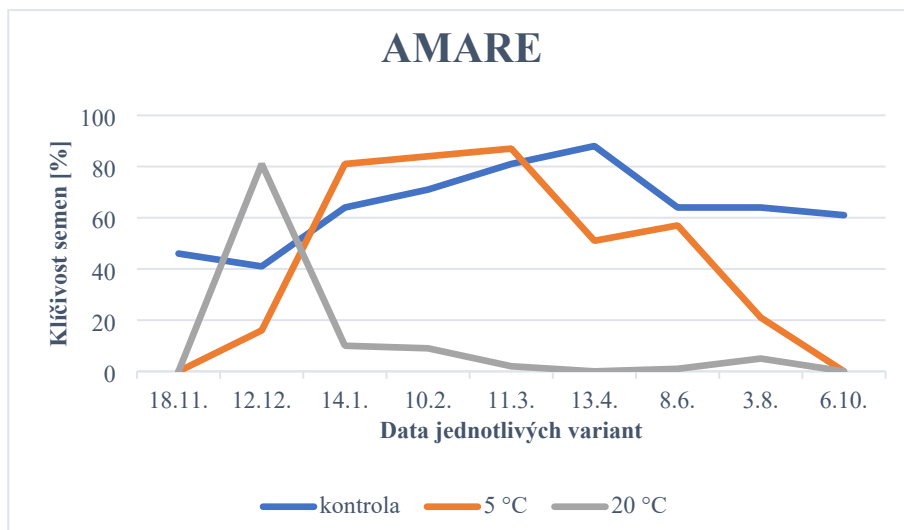
Graf č. 2 – *Abutilon theophrasti*

5.2.2 *Amaranthus retroflexus* L.

U semen druhu *Amaranthus retroflexus* byl pozorován v kontrolní variantě vzestupný charakter klíčivosti. Pokles klíčivosti byl zaznamenán až po půl roce od založení pokusu. Bylo zjištěno, že procentuálně byla na podstatně vyšších hodnotách než např. u semen *Abutilon theophrasti*.

Ve variantě 5 °C bylo pozorováno přerušení dormance a byl zaznamenán prudký nárůst klíčících semen mezi druhou (12. 12.) a třetí (14. 1.) kontrolou. Byl zjištěn sestupný charakter klíčivosti, podobně jako u kontrolní varianty, a to přibližně 5 měsíců od založení, přičemž při poslední kontrole už byla pozorována hodnota klíčivosti 0 %.

U varianty 20 °C byl zaznamenán podobný trend jako u *A. theophrasti* – na začátku pokusu bylo pozorováno přerušení dormance a nárazový nárůst klíčivosti, která pak prudce poklesla na hodnoty řádu jednotek.

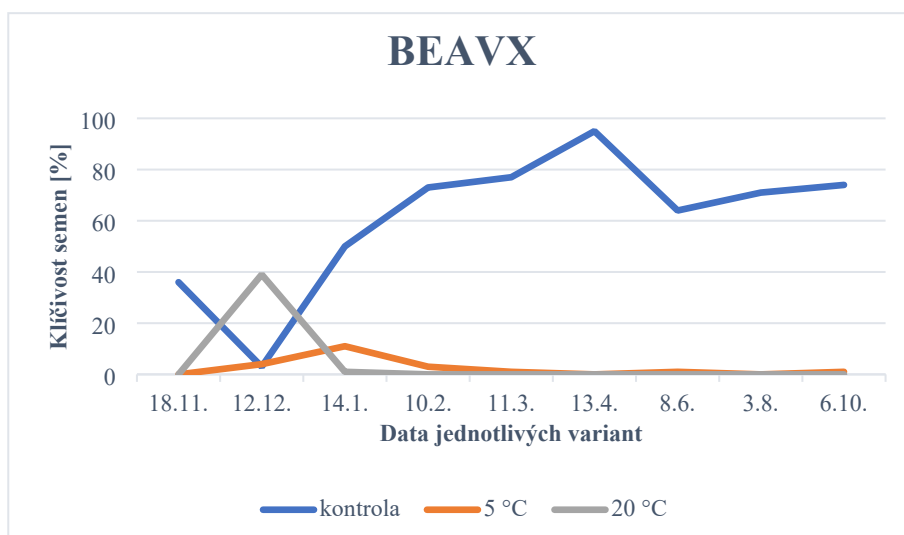


Graf č. 3 – *Amaranthus retroflexus*

5.2.3 *Beta vulgaris* L.

V kontrolní variantě u druhu *Beta vulgaris* byl pozorován pozvolný nárůst počtu vyklíčených semen. Klíčivost v druhé polovině pokusu byla zaznamenána nad hranicí 60 %.

Ve variantách 5 °C a 20 °C bylo zaznamenáno porušení dormance na počátku pokusu (u 5 °C při kontrole 14. 1. a u 20 °C o týden dříve, 12. 12., podobně jako u výše uvedených druhů), poté však byla zjištěna nulová klíčivost až do konce experimentu.



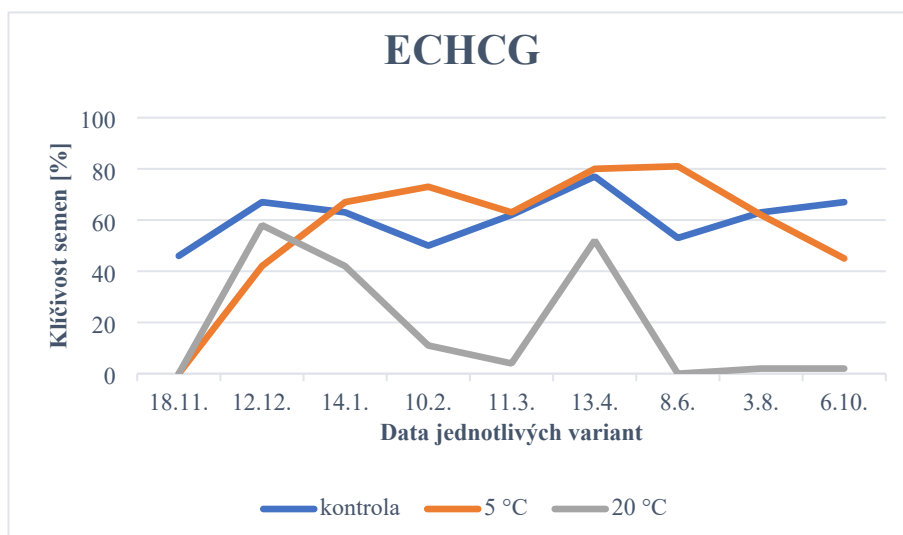
Graf č. 4 – *Beta vulgaris*

5.2.4 *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.

U druhu *Echinochloa crus-galli* byla v kontrolní variantě pozorována klíčivost pohybující se mezi 40–80 %, nicméně bylo možno ji označit jako relativně konstantní trend.

Ve variantě 5 °C byl zaznamenán prudký nárůst klíčivosti jako důsledek porušení primární dormance. Poté byla pozorována vyrovnaná klíčivost a její pokles byl zjištěn až po 7 měsících od založení pokusu.

Ve variantě 20 °C byl pozorován kolísající charakter klíčivosti se dvěma vrcholy porušení primární (12. 12.) a sekundární (13. 4.) dormance.



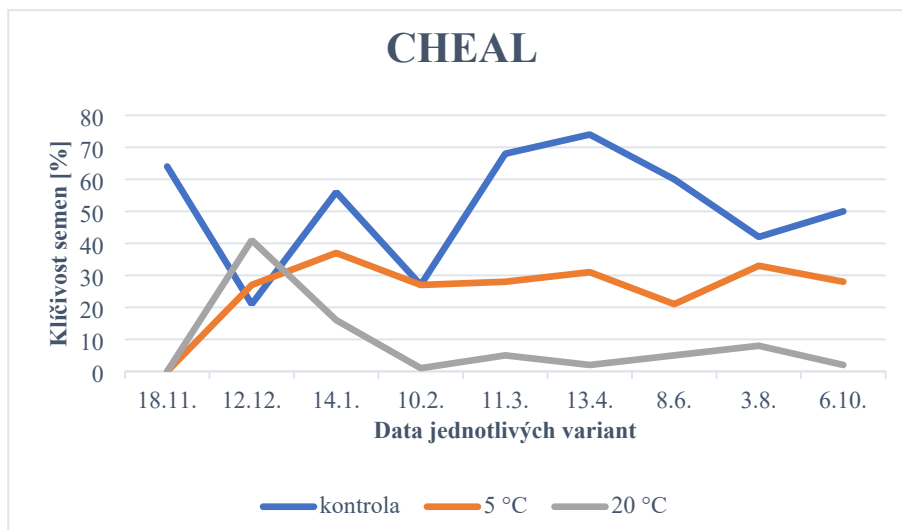
Graf č. 5 – *Echinochloa crus-galli*

5.2.5 *Chenopodium album* L.

Kontrolní varianta druhu *Chenopodium album* byla popsána jako značně rozkolísaného charakteru. Procentuální hodnoty klíčivosti byly zjištěny mezi 20 a 80 %.

U varianty 5 °C byl zaznamenán nárůst klíčivosti v počátku pokusu. Poté byla klíčivost pozorována v rozmezí vyrovnaných hodnot mezi 20 a 40 %, přičemž na rozdíl od jiných druhů nebyl ke konci pokusu zjištěn klesající trend.

Ve variantě 20 °C byl pozorován podobný průběh klíčivosti jako u *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus* a *Beta vulgaris* – bylo zaznamenáno porušení dormance a při druhé kontrole byl zapsán nárůst klíčivosti, kde byl však poté pozorován pokles a až do konce experimentu byly zjišťovány hodnoty v jednotkách procent.

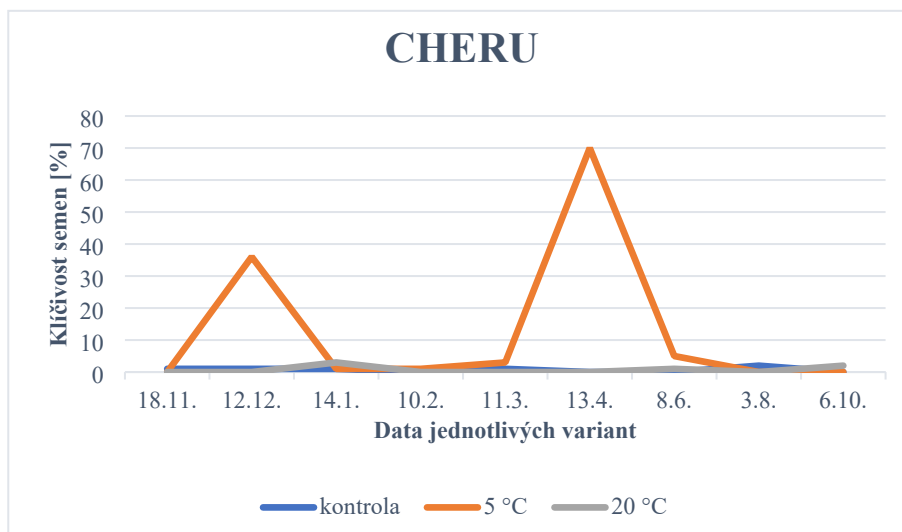


Graf č. 6 – *Chenopodium album*

5.2.6 *Chenopodium rubrum* L.

U druhu *Chenopodium rubrum* byly pozorovány hodnoty klíčivosti po celou dobu trvání pokusu v hodnotách do 5 %, a to jak v kontrolní variantě, tak ve variantě 20 °C.

Ve variantě 5 °C bylo pozorováno nepravidelné klíčení semen, a to se dvěma vrcholy, které značily porušení dormance.



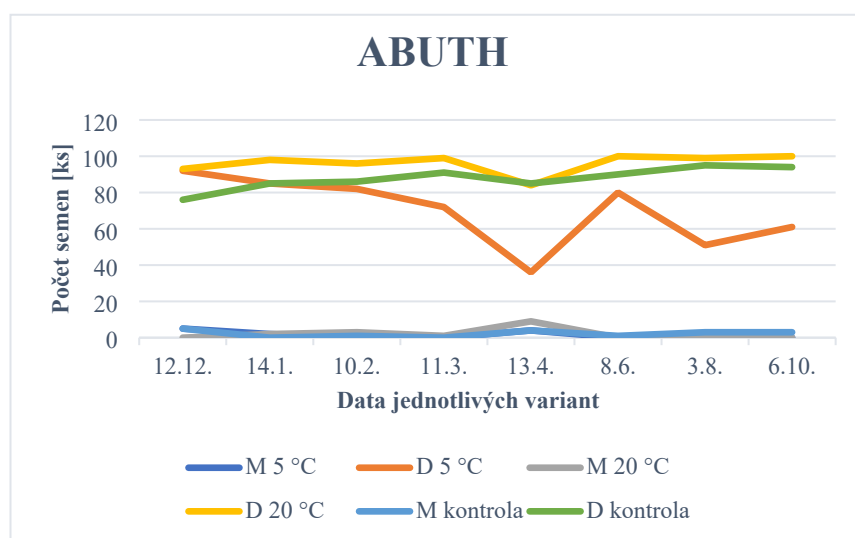
Graf č. 7 – *Chenopodium rubrum*

5.3 Mrtvá a dormantní semena

V následujících grafech (Graf č. 8 – č. 13) byly zobrazeny počty mrtvých (M) a dormantních (D) semen, a to u každého hodnoceného druhu ve variantě 5 °C, 20 °C a v kontrolní variantě.

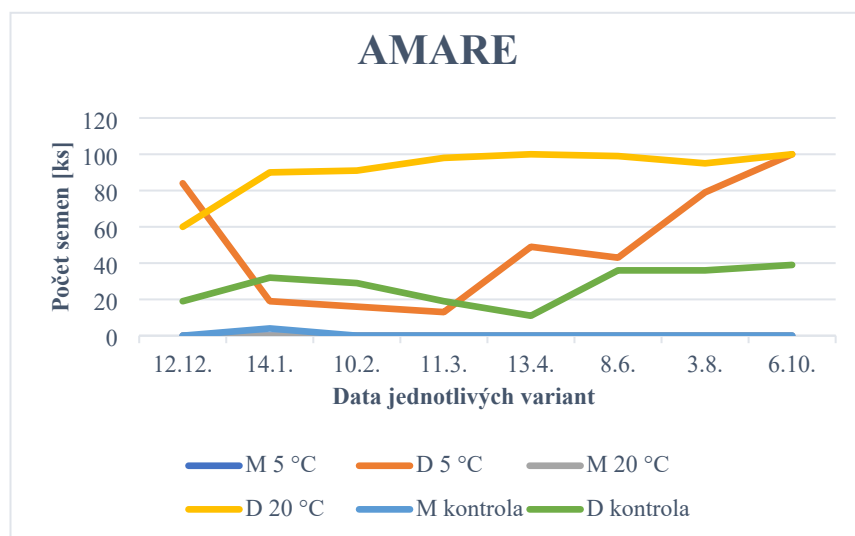
U všech druhů bylo možno pozorovat naprosto minimální počty mrtvých semen, a to ve všech třech variantách. Pouze u *Ch. album* (Graf č. 12) byl vyhodnocen zvýšený počet mrtvých semen v prvních třech pozorováních.

U druhu *A. theophrasti* (Graf č. 8) byly počty dormantních semen u variant 20 °C a kontroly zjištěny na konstantní úrovni po celou dobu pokusu. U varianty 5 °C byl zaznamenán v průměru mírný pokles dormantních semen, a v důsledku toho i zvýšení klíčivosti.



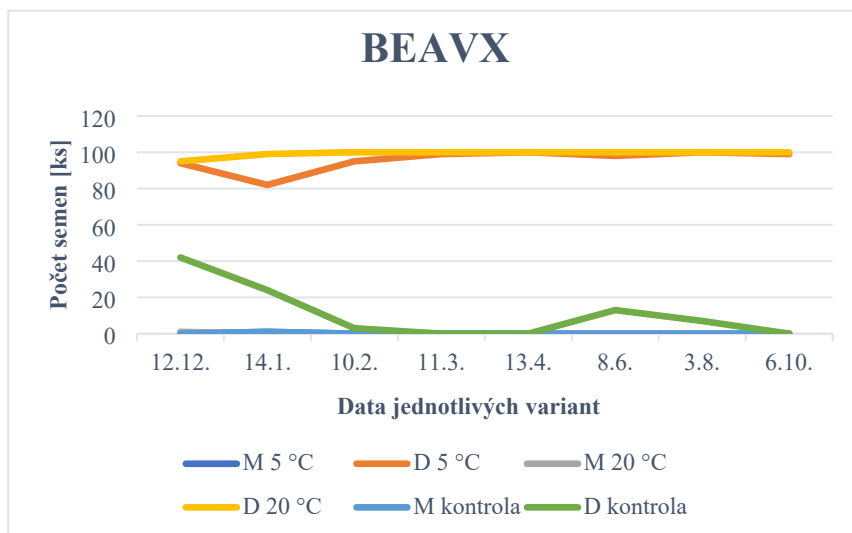
Graf č. 8 – *Abutilon theophrasti* – mrtvá a dormantní semena

U *A. retroflexus* (Graf č. 9) byl u varianty 5 °C pozorován počáteční pokles dormantních semen a jejich opětovný pozdější nárůst, přičemž u kontrolní varianty a varianty 20 °C byly zapsány relativně konstantní počty.



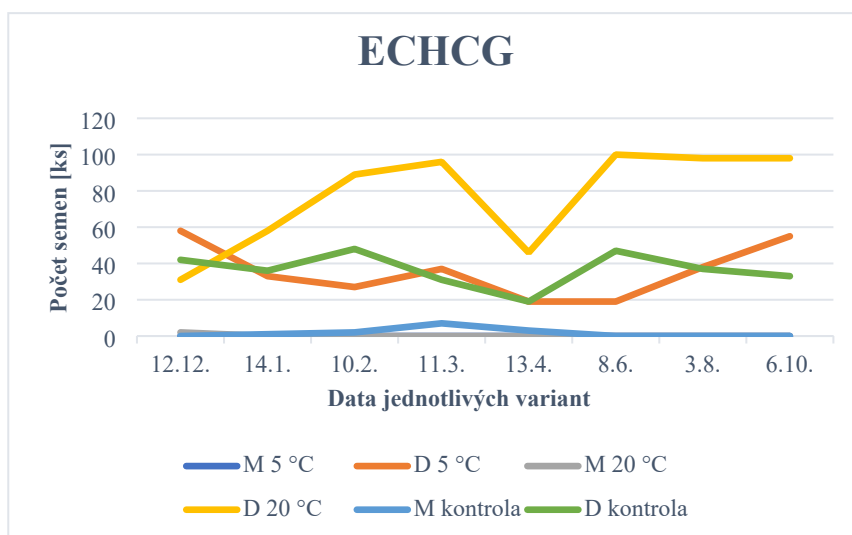
Graf č. 9 – *Amaranthus retroflexus* – mrtvá a dormantní semena

U druhu *B. vulgaris* (Graf č. 10) byla dormantní semena v 5 °C i 20 °C tvořena téměř 100 % všech semen. U kontrolní varianty bylo pozorováno po prvních dvou hodnoceních k porušení dormance, což bylo příčinou vysoké klíčivosti.

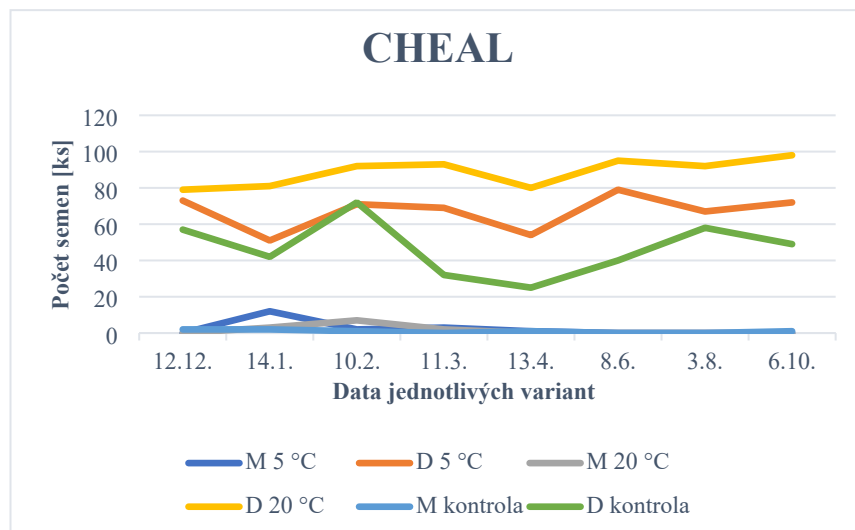


Graf č. 10 – *Beta vulgaris* – mrtvá a dormantní semena

U druhu *E. crus-galli* (Graf č. 11) bylo možno pozorovat v průběhu času nárůst počtu dormantních semen ve variantě 20 °C, kdežto dormance v kontrolní variantě a ve variantě 5 °C byla pozorována podstatně méně. Také u *Ch. album* (Graf č. 12) bylo možno vyhodnotit variantu 20 °C jako tu s největším počtem dormantních semen.

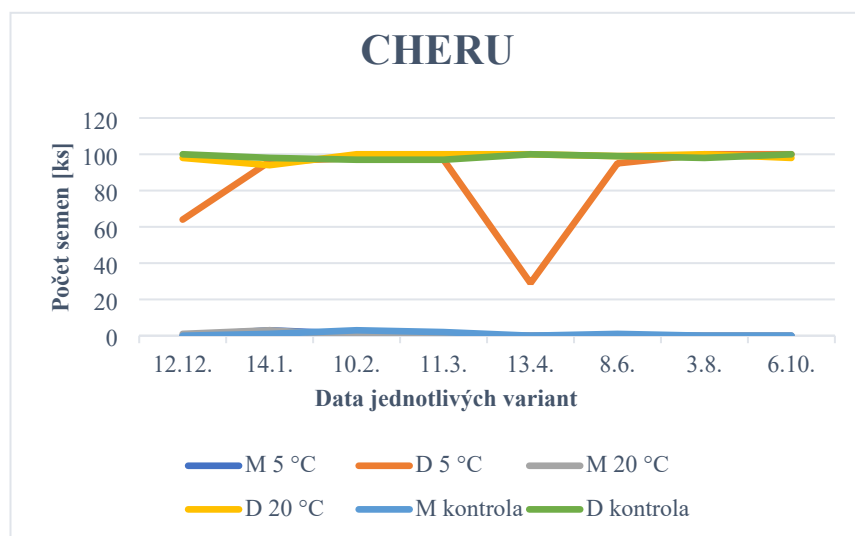


Graf č. 11 – *Echinochloa crus-galli* – mrtvá a dormantní semena



Graf č. 12 – *Chenopodium album* – mrtvá a dormantní semena

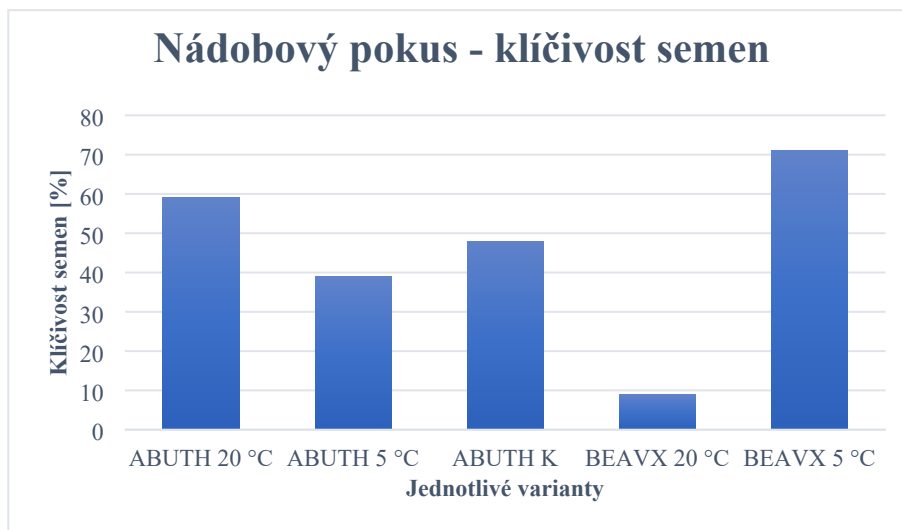
U druhu *Ch. rubrum* (Graf č. 13) byla ve variantách 20 °C a kontrola zaznamenána dormance na úrovni téměř 100 % semen, a to po celou dobu pokusu. Ve variantě 5 °C byla pozorována ve dvou bodech vyšší klíčivost, což bylo pravděpodobně zapříčiněno ještě nedormantními semeny (v prvním případě, tj. 12. 12.), a poté porušením již nastolené dormance (viz datum 13. 4.).



Graf č. 13 – *Chenopodium rubrum* – mrtvá a dormantní semena

5.4 Nádobový pokus

V Grafu č. 14 byla uvedena procentuální klíčivost semen, která byla po ukončení daných variant označena jako semena dormantní.



Graf č. 14 – Nádobový pokus – klíčivost semen

Prokazatelně nejnižší klíčivost byla zjištěna u semen z původní varianty *Beta vulgaris*, která byla uložena v klimaboxu o 20 °C. Bylo zde zapsáno pouhých 9 vyklíčených semen ze 100 zasetých.

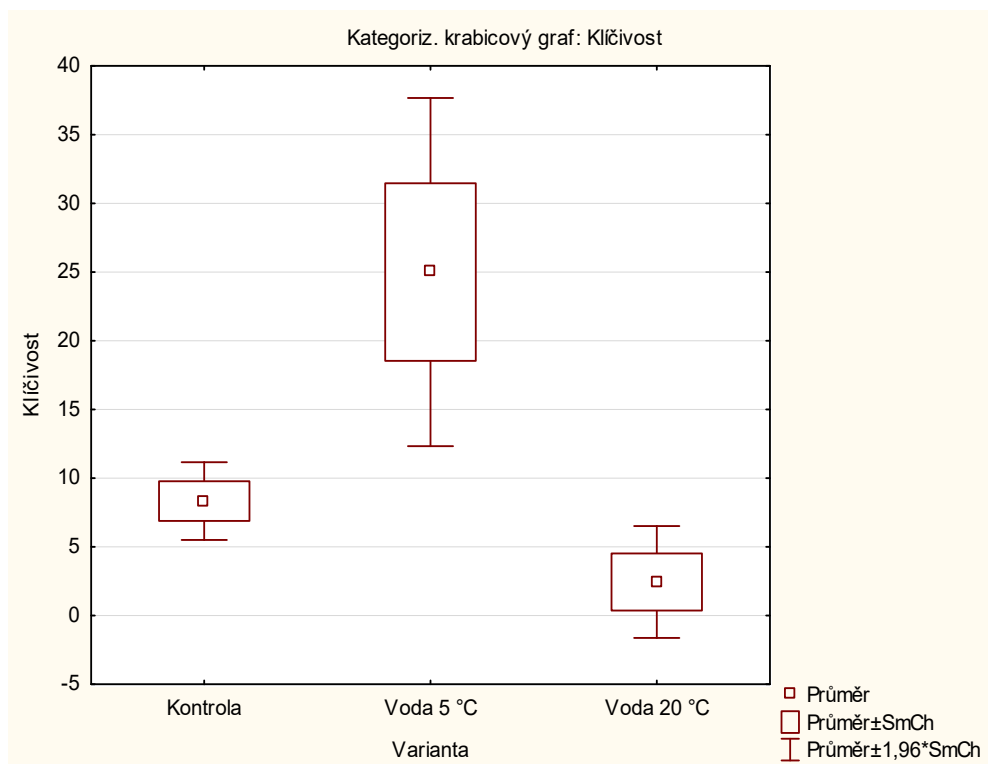
5.5 Statistické šetření – první hypotéza

5.5.1 *Abutilon theophrasti* Medik.

V Tabulce č. 2 bylo zobrazeno, jak průměrná klíčivost semen uložených ve vodě o 5 °C významně převyšovala ostatní varianty, což bylo zobrazeno i v následujícím Grafu č. 15.

Tab. č. 2 – Základní popisné statistiky *A. theophrasti*

Rozkladová tabulka popisných statistik (Tabulka1) N=27 (V seznamu záv. prom. nejsou ChD)			
Varianta	Klíčivost průměr	Klíčivost N	Klíčivost Sm.odch.
Kontrola	8,33333	9	4,33013
Voda 5 °C	25,00000	9	19,39072
Voda 20 °C	2,44444	9	6,22718
Vš.skup.	11,92593	27	15,10457



Graf č. 15 – Základní popisné statistiky *A. theophrasti*

Bylo použito Shapiro-Wilkova testu, načež bylo zjištěno, že data varianty 20 °C nespĺňovala normální rozdělení (viz Samostatné přílohy). Při použití Levenova testu (viz Tab. č. 3) byla hodnota $p < 0,05$, tudíž byla hypotéza H_0 zamítnuta. Nebyly splněny požadavky pro ANOVU, i přes to byl však test vyzkoušen. Výsledky bylo dokázáno, že zde existovaly statisticky významné rozdíly, což bylo následně potvrzeno i Tukeyovým testem (viz Samostatné přílohy).

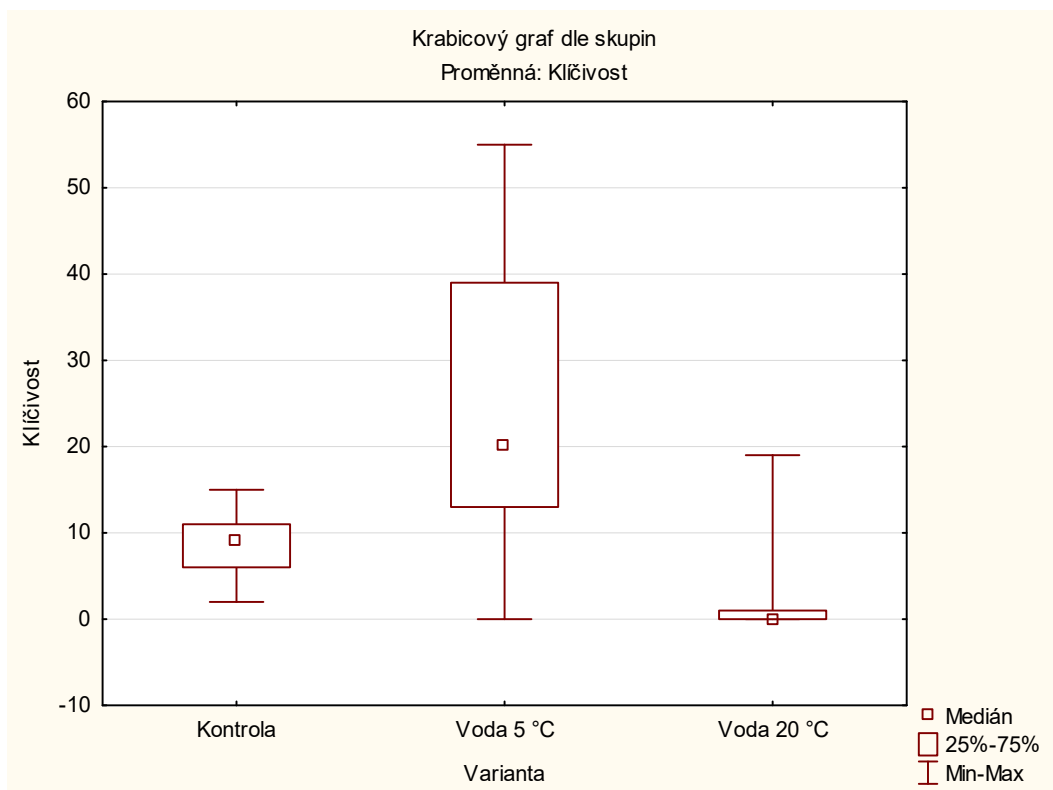
Protože nebyly splněny požadavky ANOVY, byl využit Kruskal-Wallisův test (viz Tab. č. 4 a Graf č. 16) a jako výsledek byla zamítnuta H_0 .

Tab. č. 3 – Levenův test *A. theophrasti*

Proměnná	Levenův test homogenity rozpylů (Tabulka1) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	898,4399	2	449,2199	1001,468	24	41,72782	10,76548	0,000460

Tab. č. 4 – Kruskal-Wallisův test *A. theophrasti*

Závislá: Klíčivost	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; Klíčivost (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : Varianta Kruskal-Wallisův test: $H(2, N=27) = 12,23713$ $p = ,0022$			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
Kontrola	101	9	135,0000	15,00000
Voda 5 °C	102	9	179,5000	19,94444
Voda 20 °C	103	9	63,5000	7,05556



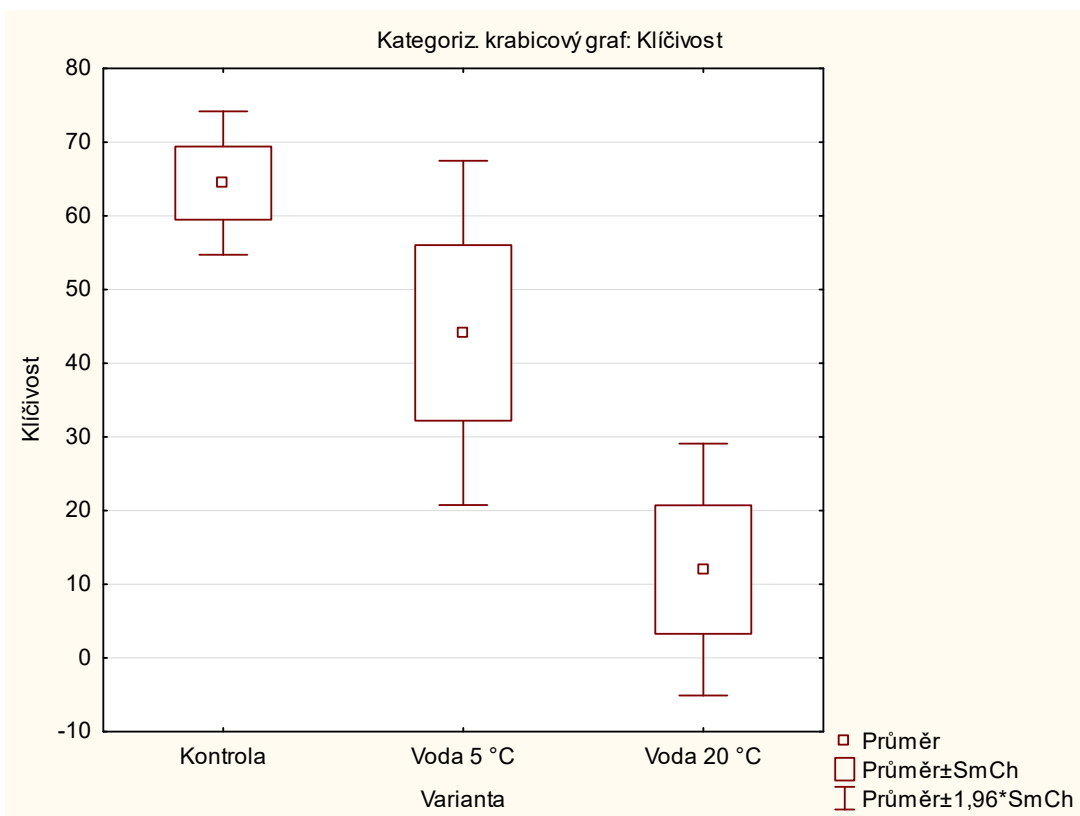
Graf č. 16 – Klíčivost druhu *A. theophrasti*

5.5.2 *Amaranthus retroflexus* L.

Z Tab. č. 5 bylo vyčteno, že průměrná klíčivost semen uložených ve vodě o 5 °C byla vyšší než u semen v 20 °C. Tato skutečnost byla zobrazena také v Grafu č. 17.

Tab. č. 5 – Základní popisné charakteristiky *A. retroflexus*

Rozkladová tabulka popisných statistik (Tabulka1) N=27 (V seznamu záv. prom. nejsou ChD)			
Varianta	Klíčivost průměr	Klíčivost N	Klíčivost Sm.odch.
Kontrola	64,44444	9	14,89221
Voda 5 °C	44,11111	9	35,74369
Voda 20 °C	12,00000	9	26,16295
Vš.skup.	40,18519	27	34,00004



Graf č. 17 – Základní popisné charakteristiky *A. retroflexus*

Bylo použito Shapiro-Wilkova testu. Normální rozdělení nebylo splněno u dat varianty 20 °C (viz Samostatné přílohy). Při použití Levenova testu (viz Tab. č. 6) byla zjištěna hodnota $p < 0,05$, tudíž byla hypotéza H_0 zamítnuta. Při testu analýzy rozptylu a Tukeyova testu byly potvrzeny statisticky významné rozdíly (viz Samostatné přílohy).

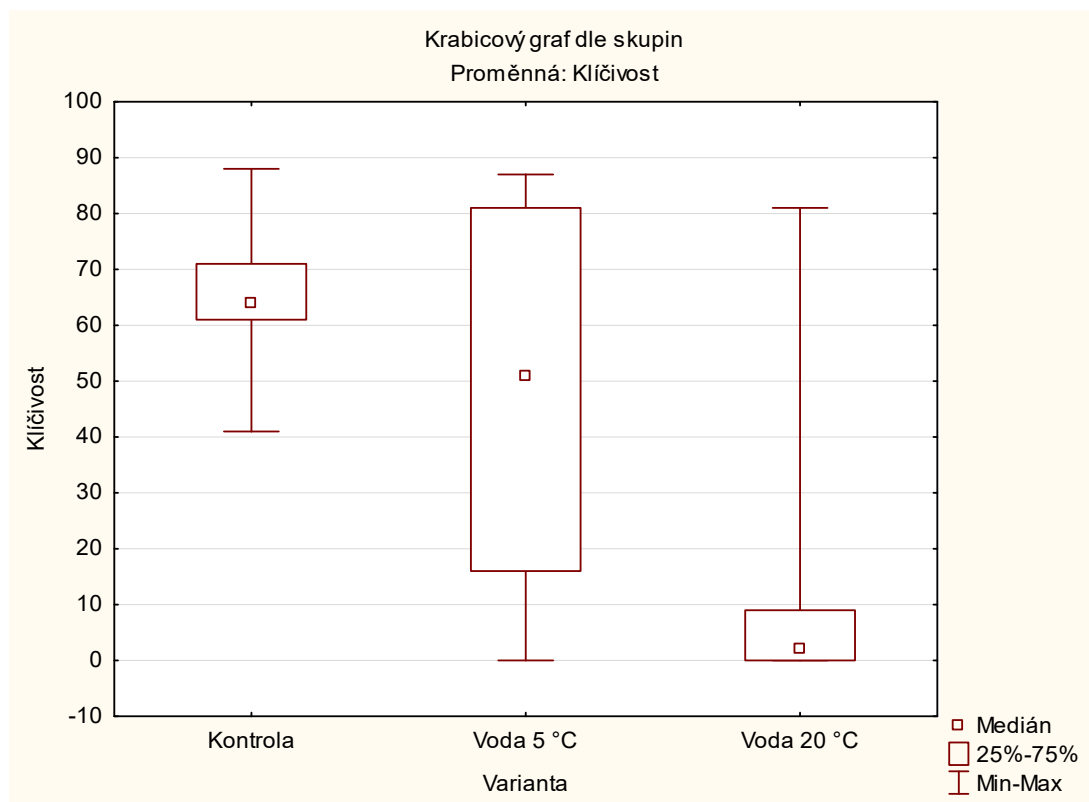
Jelikož nebyly splněny požadavky ANOVY, byl využit Kruskal-Wallisův test (Tab. č. 7 a Graf č. 18) a jako výsledek byla zamítnuta H_0 .

Tab. č. 6 – Levenův test *A. retroflexus*

Proměnná	Levenův test homogenity rozptylů (Tabulka1)							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	2084,283	2	1042,142	5745,097	24	239,3791	4,353521	0,024

Tab. č. 7 – Kruskal-Wallisův test *A. retroflexus*

Závislá: Klíčivost	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; Klíčivost (Tabulka1)			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
Kontrola	101	9	172,0000	19,11111
Voda 5 °C	102	9	134,0000	14,88889
Voda 20 °C	103	9	72,0000	8,00000



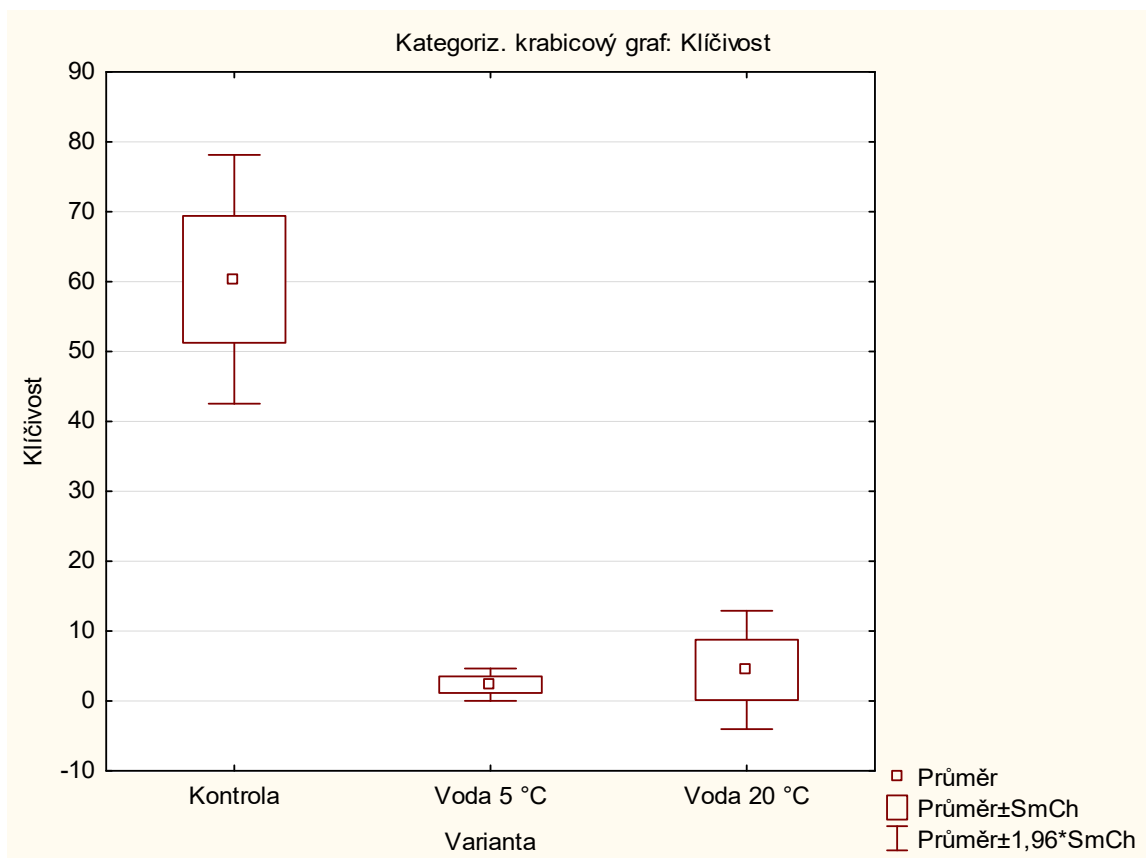
Graf č. 18 – Klíčivost *A. retroflexus*

5.5.3 *Beta vulgaris* L.

Z Tab. č. 8 byl vyčten významný rozdíl mezi průměrnou klíčivostí kontrolní varianty a klíčivostmi variant 5 °C a 20 °C, které byly zjištěny pouze v jednotkách procent. Tato skutečnost byla zobrazena v Grafu č. 19.

Tab. č. 8 – Základní popisné charakteristiky *B. vulgaris*

Rozkladová tabulka popisných statistik (Tabulka 1) N=27 (V seznamu záv. prom. nejsou ChD)			
Varianta	Klíčovost průměr	Klíčovost N	Klíčovost Sm.odch.
Kontrola	60,33333	9	27,24885
Voda 5 °C	2,33333	9	3,53553
Voda 20 °C	4,44444	9	12,96255
Vš.skup.	22,37037	27	32,14169



Graf č. 19 – Základní popisné charakteristiky *B. vulgaris*

Normální rozdělení nebylo při použití Shapiro-Wilkova testu splněno u varianty 5 °C a varianty 20 °C (viz Samostatné přílohy). Při použití Levenova testu (viz Tab. č. 9) byla zjištěna hodnota $p < 0,05$, tudíž byla hypotéza H_0 zamítnuta. Při testu analýzy rozptylu a Tukeyova testu byly potvrzeny statisticky významné rozdíly (viz Samostatné přílohy).

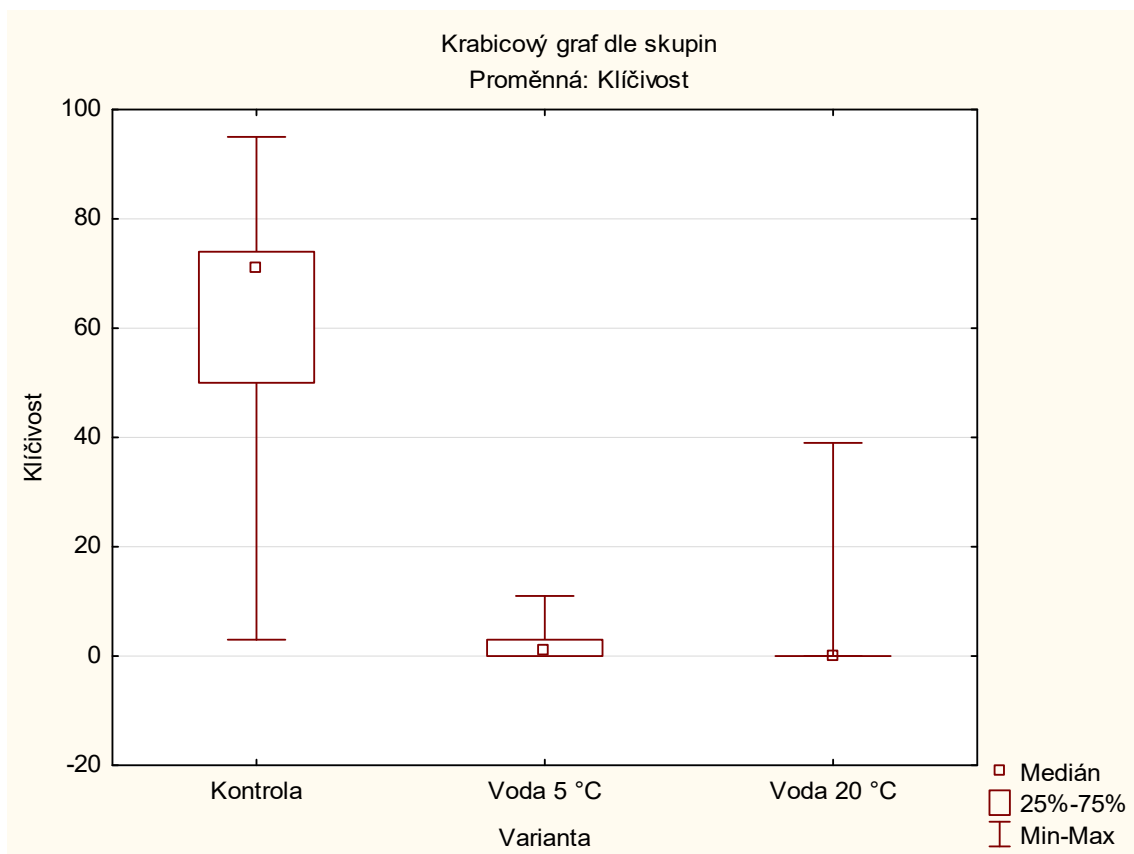
Protože nebyly splněny požadavky ANOVY, byl využit Kruskal-Wallisův test (Tab. č. 10 a Graf č. 20). Výsledkem bylo zamítnutí H_0 .

Tab. č. 9 – Levenův test *B. vulgaris*

Proměnná	Leveneův test homogenity rozptylů (Tabulka1)							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	1543,071	2	771,5354	3037,962	24	126,5817	6,095156	0,007235

Tab. č. 10 – Kruskal-Wallisův test *B. vulgaris*

Závislá: Klíčivost	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; Klíčivost (Tabulka1)			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
Kontrola	101	9	202,5000	22,50000
Voda 5 °C	102	9	104,5000	11,61111
Voda 20 °C	103	9	71,0000	7,88889



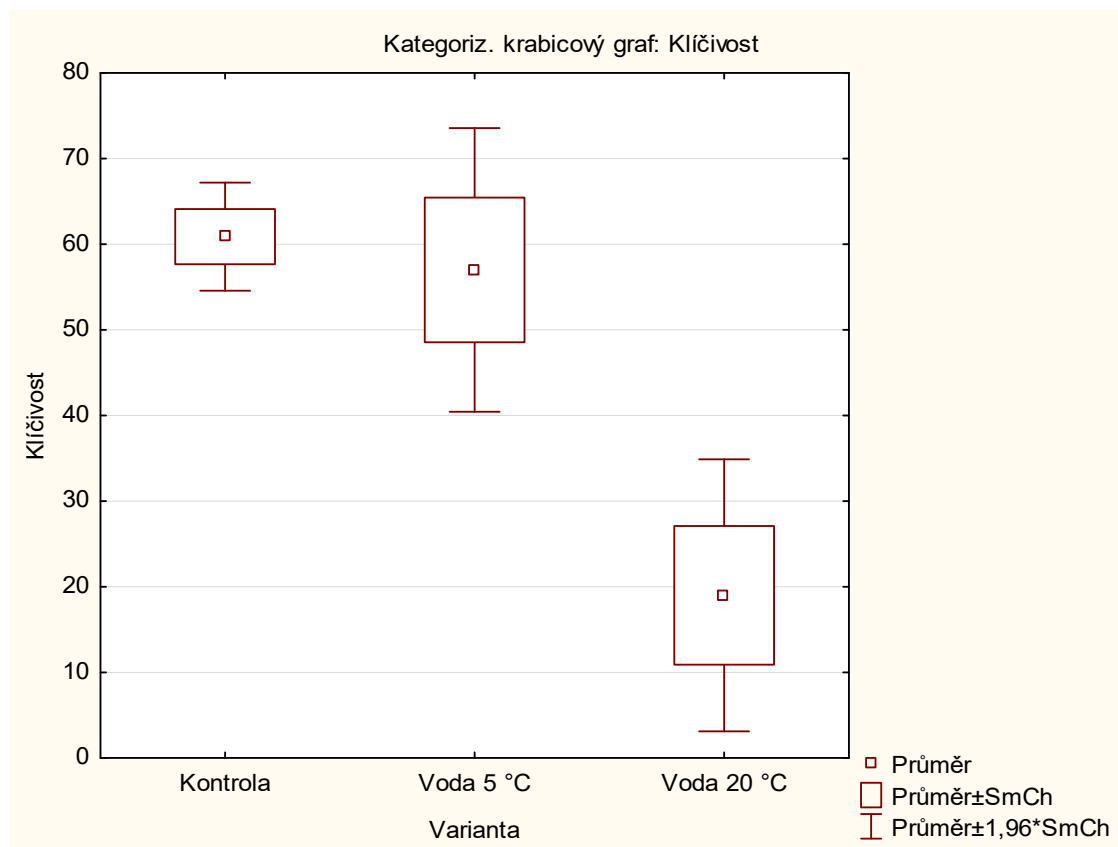
Graf č. 20 – Klíčivost *B. vulgaris*

5.5.4 *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.

V Tab. č. 11 bylo zobrazeno, jak průměrná klíčivost semen uložených ve 20 °C byla podstatně nižší než ve variantě 5 °C a v kontrolní variantě, u kterých byly zjištěny téměř shodné průměry klíčivostí. Tyto skutečnosti byly zaneseny i do Grafu č. 21.

Tab. č. 11 – Základní popisné charakteristiky *E. crus-galli*

Rozkladová tabulka popisných statistik (Tabulka1) N=27 (V seznamu záv. prom. nejsou ChD)			
Varianta	Klíčivost průměr	Klíčivost N	Klíčivost Sm.odch.
Kontrola	60,88889	9	9,66236
Voda 5 °C	57,00000	9	25,34758
Voda 20 °C	19,00000	9	24,31049
Vš.skup.	45,62963	27	27,91215



Graf č. 21 – Základní popisné charakteristiky *E. crus-galli*

Při použití Shapiro-Wilkova testu nebylo normální rozdělení splněno u varianty 20 °C (viz Samostatné přílohy). Levenovým testem (viz Tab. č. 12) byla zjištěna hodnota $p < 0,05$. Hypotéza H_0 byla zamítnuta. Při testu analýzy rozptylu a Tukeyova testu byly potvrzeny statisticky významné rozdíly (viz Samostatné přílohy).

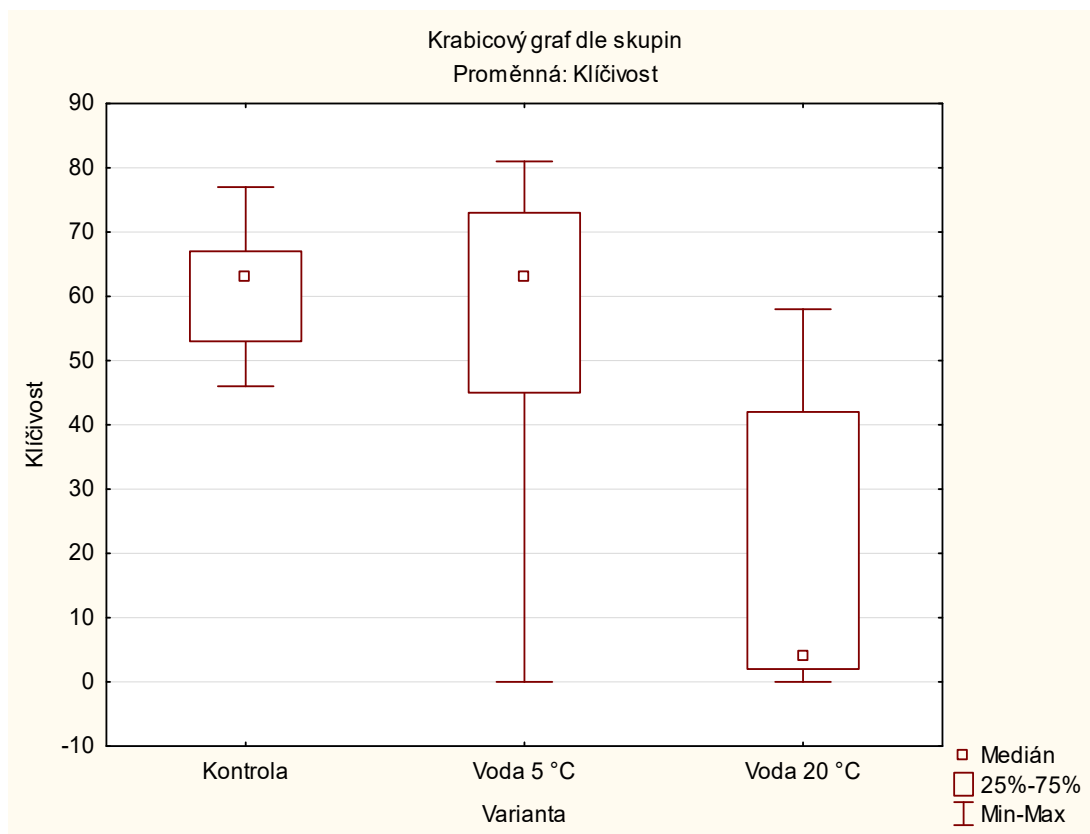
Požadavky ANOVY nebyly splněny. Byl tedy využit Kruskal-Wallisův test (viz Tab. č. 13 a Graf č. 22). Výsledkem tohoto testu bylo zamítnutí H_0 .

Tab. č. 12 – Levenův test *E. crus-galli*

Proměnná	Leveneův test homogenity rozptylů (Tabulka1) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	950,5514	2	475,2757	2964,025	24	123,5010	3,848354	0,035511

Tab. č. 13 – Kruskal-Wallisův test *E. crus-galli*

Závislá: Klíčivost	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; Klíčivost (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : Varianta Kruskal-Wallisův test: $H(2, N=27) = 10,74319$ $p = ,0046$			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
Kontrola	101	9	160,5000	17,83333
Voda 5 °C	102	9	155,0000	17,22222
Voda 20 °C	103	9	62,5000	6,94444



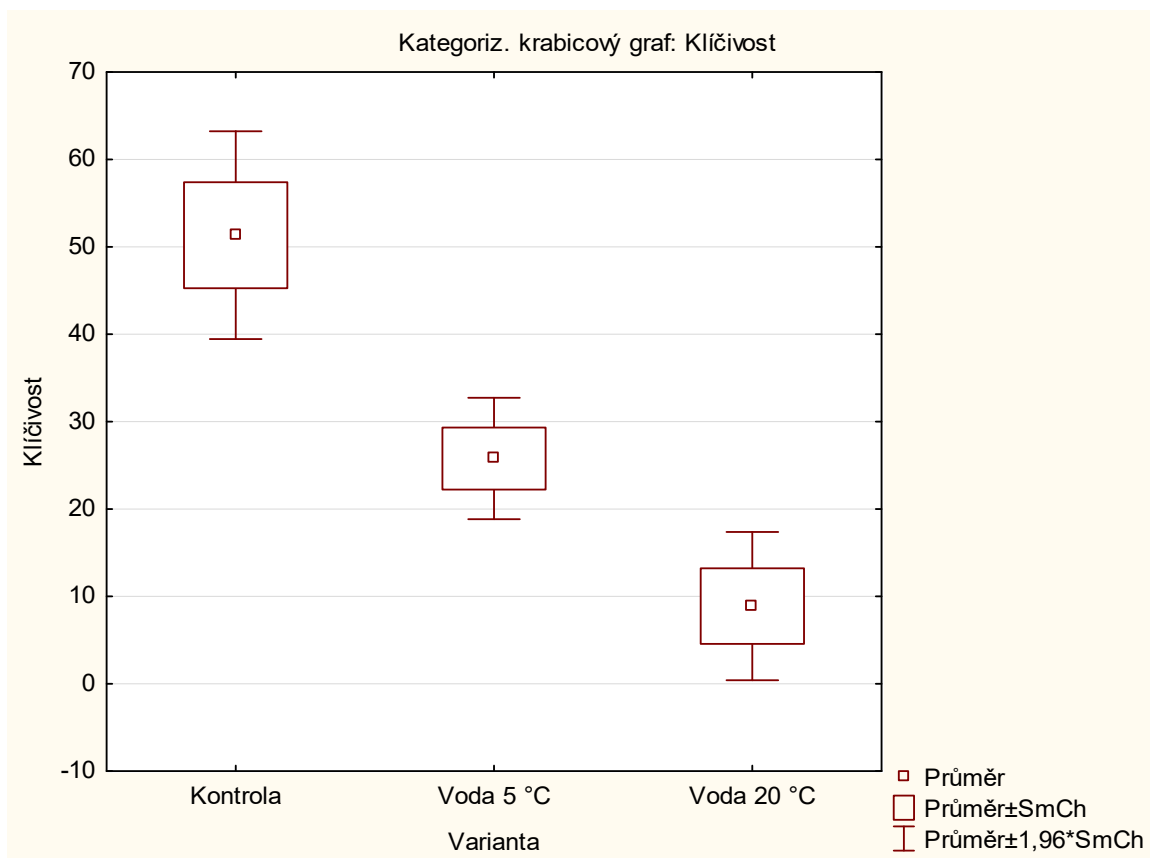
Graf č. 22 – Klíčivost *E. crus-galli*

5.5.5 *Chenopodium album* L.

V Tab. č. 14 bylo zobrazeno, že z šetřených variant byla průměrná klíčivost výrazně nižší u semen, která byla uložena ve vodě o 20 °C. Tato skutečnost byla taktéž zobrazena v Grafu č. 23.

Tab. č. 14 – Základní popisné charakteristiky *C. album*

Rozkladová tabulka popisných statistik (Tabulka1) N=27 (V seznamu záv. prom. nejsou ChD)			
Varianta	Klíčivost průměr	Klíčivost N	Klíčivost Sm.odch.
Kontrola	51,33333	9	18,20027
Voda 5 °C	25,77778	9	10,63929
Voda 20 °C	8,88889	9	12,98503
Vš.skup.	28,66667	27	22,46707



Graf č. 23 – Základní popisné charakteristiky *C. album*

Při použití Shapiro-Wilkova testu nebylo normální rozdělení splněno u variant 5 °C a 20 °C (viz Samostatné přílohy). Levenovým testem (Tab. č. 15) byla zjištěna hodnota $p > 0,05$, což by bylo důvodem k potvrzení hypotézy H_0 . Nebylo však splněno normální rozdělení. Při testu analýzy rozptylu a Tukeyova testu byly potvrzeny statisticky významné rozdíly (viz Samostatné přílohy).

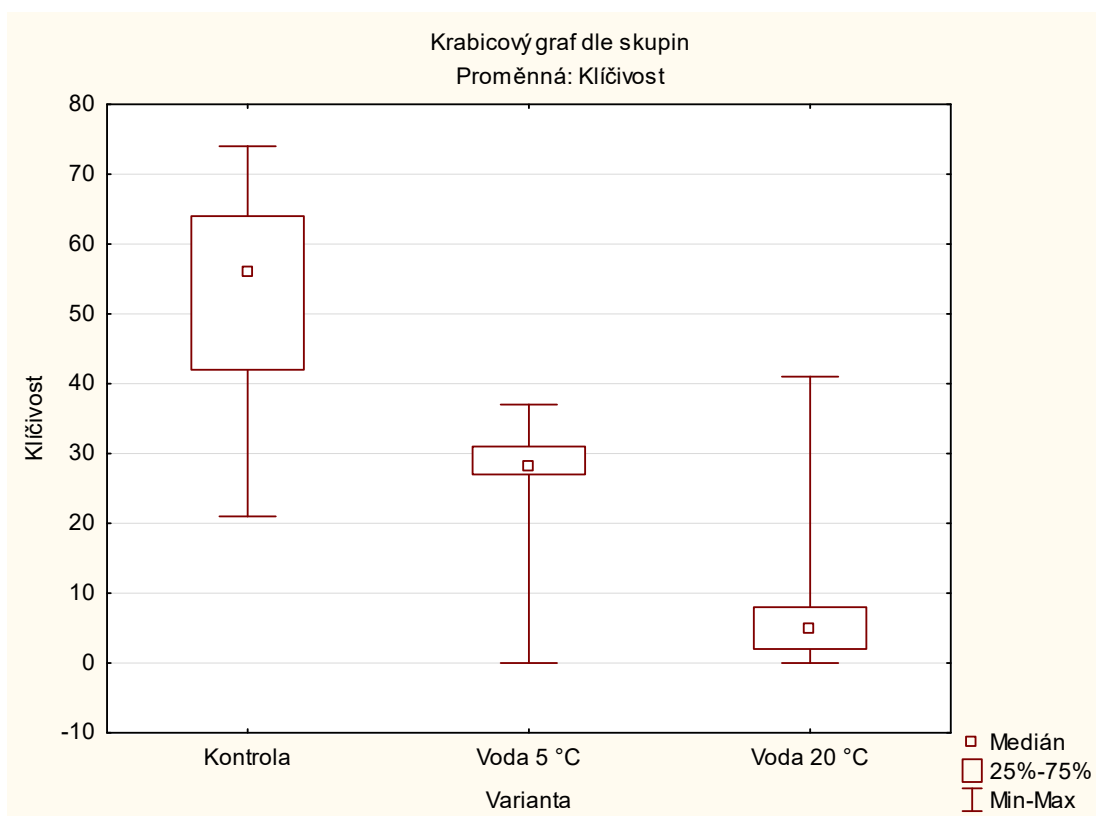
Nebyly splněny všechny požadavky ANOVY, tudíž bylo využito Kruskal-Wallisova testu (viz Tab. č. 16 a Graf č. 24). Výsledkem tohoto testu bylo zamítnutí H_0 .

Tab. č. 15 – Levenův test *C. album*

Proměnná	Levenův test homogenity rozpylů (Tabulka1) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	291,3178	2	145,6589	1908,680	24	79,52835	1,831534	0,18184

Tab. č. 16 – Kruskal-Wallisův test *C. album*

Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; Klíčivost (Tabulka1)				
Nezávislá (grupovací) proměnná : Varianta				
Kruskal-Wallisův test: $H(2, N=27) = 14,51165$ $p = ,0007$				
Závislá: Klíčivost	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
Kontrola	101	9	191,5000	21,27778
Voda 5 °C	102	9	123,0000	13,66667
Voda 20 °C	103	9	63,5000	7,05556



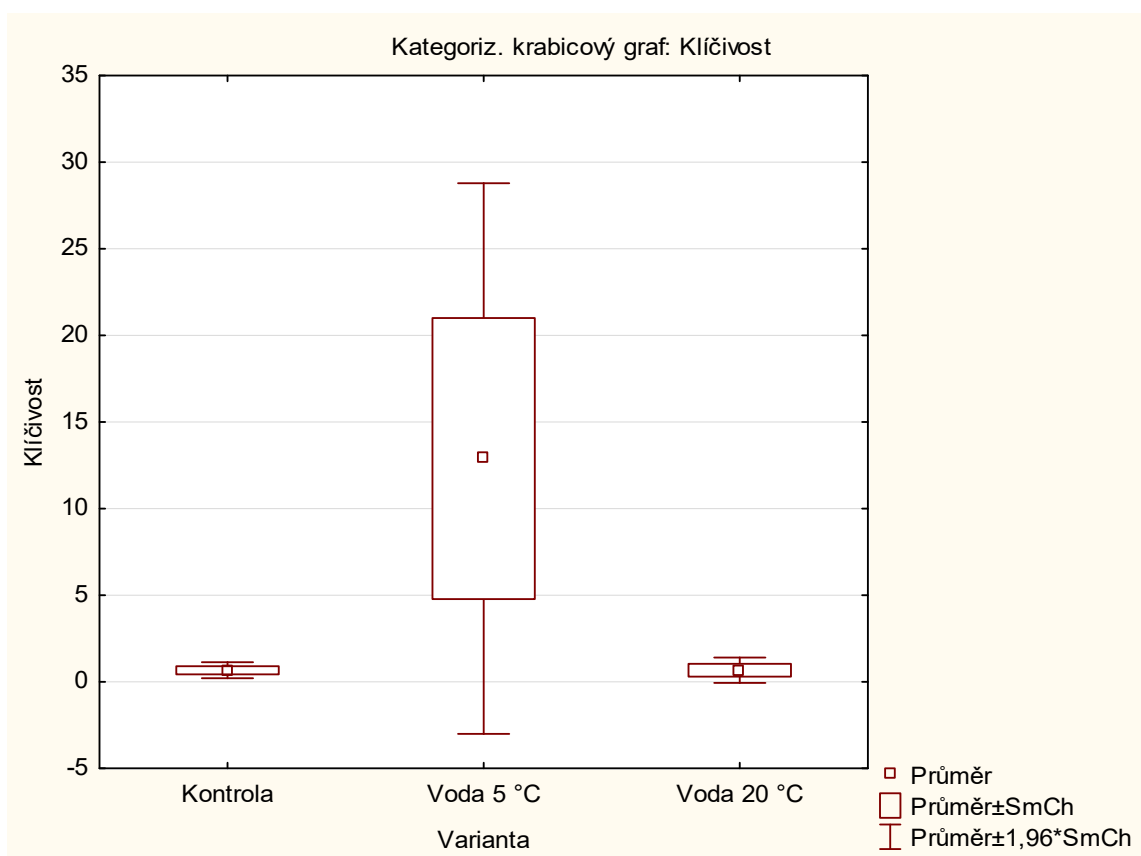
Graf č. 24 – Klíčivost *C. album*

5.5.6 *Chenopodium rubrum* L.

Z Tab. č. 17 bylo zjištěno, že u všech variant byla pozorována velmi nízká průměrná klíčivost, která byla u varianty 20 °C a kontrolní varianty dokonce nižší než 1 %. Tyto skutečnosti byly zobrazeny v Grafu č. 25.

Tab. č. 17 – Základní popisné charakteristiky *C. rubrum*

Rozkladová tabulka popisných statistik (Tabulka1) N=27 (V seznamu záv. prom. nejsou ChD)			
Varianta	Klíčivost průměr	Klíčivost N	Klíčivost Sm.odch.
Kontrola	0,66667	9	0,70711
Voda 5 °C	12,88889	9	24,33333
Voda 20 °C	0,66667	9	1,11803
VŠ.skup.	4,74074	27	14,73769



Graf č. 25 – Základní popisné charakteristiky *C. rubrum*

Byl použit Shapiro-Wilkův test. Normální rozdělení nebylo splněno ani u jedné z variant (viz Samostatné přílohy). Levenovým testem (Tab. č. 18) byla zjištěna hodnota $p < 0,05$, tudíž by hypotéza H_0 byla zamítnuta. Při testu analýzy rozptylu a Tukeyova testu nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly (viz Samostatné přílohy).

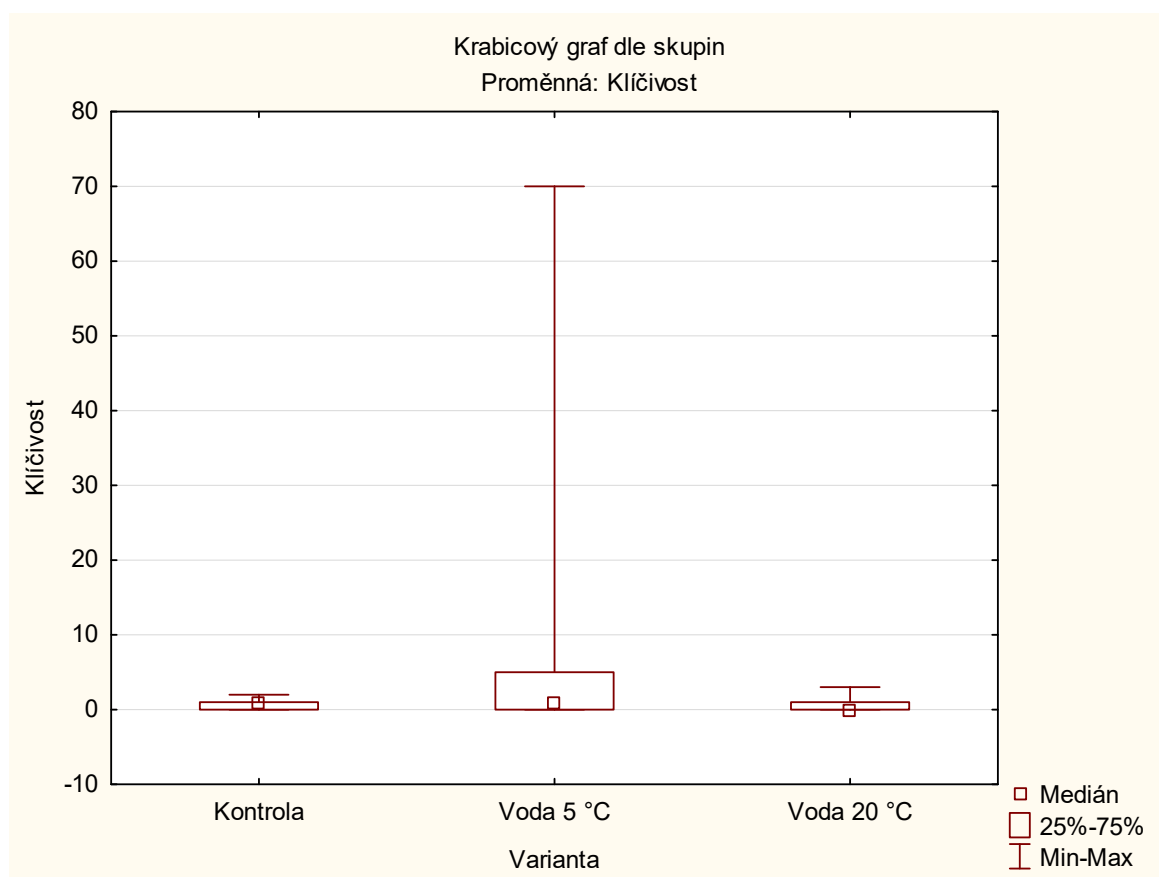
Nebyly splněny požadavky ANOVY, bylo tedy využito Kruskal-Wallisova testu (viz Tab. č. 19 a Graf č. 26). H_0 byla potvrzena.

Tab. č. 18 – Levenův test *C. rubrum*

Proměnná	Levenův test homogenity rozpylů (Tabulka1) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	1752,070	2	876,0348	1880,348	24	78,34785	11,18135	0,00037

Tab. č. 19 – Kruskal-Wallisův test *C. rubrum*

Závislá: Klíčivost	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; Klíčivost (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : Varianta Kruskal-Wallisův test: $H(2, N=27) = 3,009344$ $p = ,2221$			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
Kontrola	101	9	117,5000	13,05556
Voda 5 °C	102	9	156,5000	17,38889
Voda 20 °C	103	9	104,0000	11,55556



Graf č. 26 – Klíčivost *C. rubrum*

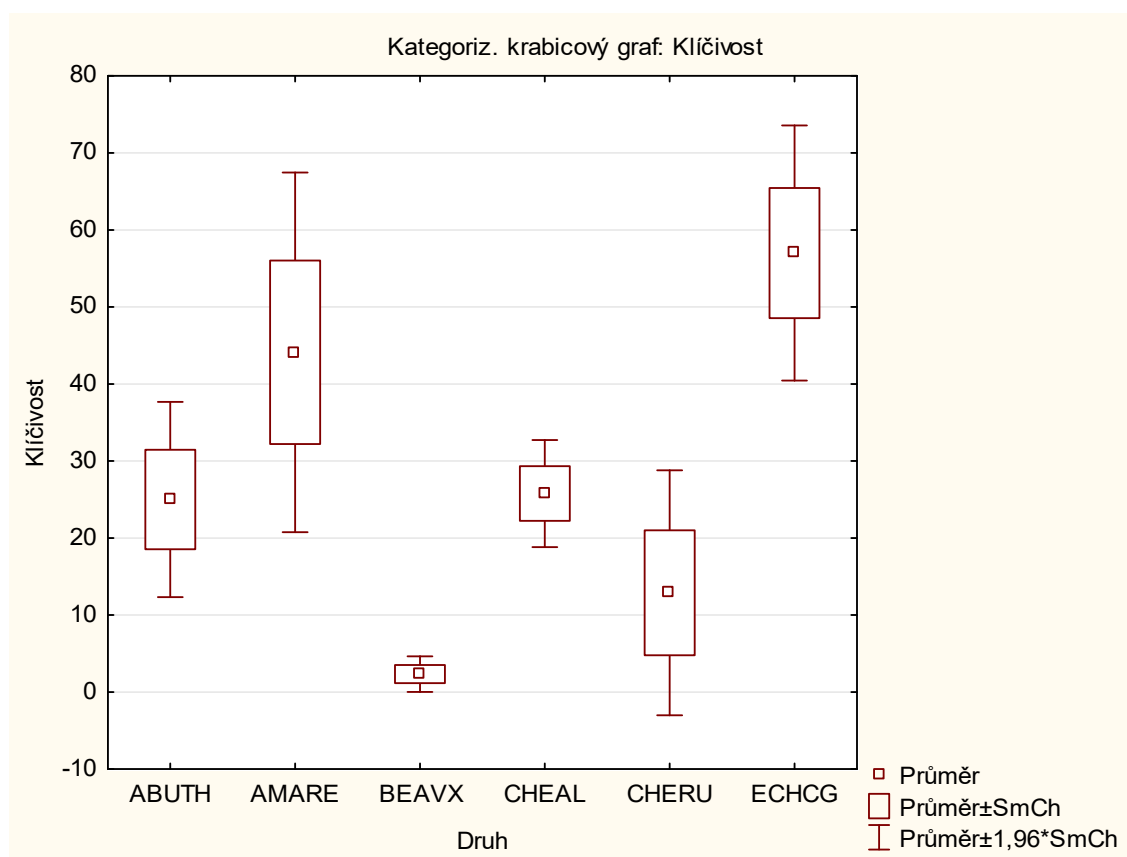
5.6 Statistické šetření – druhá hypotéza

5.6.1 Varianta 5 °C

V Tab. č. 20 byly zobrazeny rozdíly v průměrné klíčivosti mezi jednotlivými druhy. Byla zjištěna výrazně nízká klíčivost u *B. vulgaris* oproti jiným druhům, jejíž hodnota byla pouze v jednotkách procent. Naopak pouze u *E. crus-galli* byla zaznamenána průměrná klíčivost převyšující 50 %. Tyto skutečnosti byly zobrazeny také v Grafu č. 27.

Tab. č. 20 – Základní popisné charakteristiky jednotlivých druhů ve variantě 5 °C

Rozkladová tabulka popisných statistik (Tabulka1) N=54 (V seznamu záv. prom. nejsou ChD)			
Druh	Klíčivost průměr	Klíčivost N	Klíčivost Sm.odch.
ABUTH	25,00000	9	19,39072
AMARE	44,11111	9	35,74369
BEAVX	2,33333	9	3,53553
CHEAL	25,77778	9	10,63929
CHERU	12,88889	9	24,33333
ECHCG	57,00000	9	25,34758
Vš.skup.	27,85185	54	28,19234



Graf č. 27 – Základní popisné charakteristiky varianty 5 °C

Bylo použito Shapiro-Wilkova testu. Tím bylo prokázáno, že normální rozdělení nebylo splněno u druhů *B. vulgaris*, *C. album* a *C. rubrum* (viz Samostatné přílohy). Levenovým testem (Tab. č. 21) byla zjištěna hodnota $p < 0,05$, tudíž hypotéza H_0 byla zamítnuta.

Při testu analýzy rozptylu a Tukeyova testu byly zjištěny statisticky významné rozdíly (viz Samostatné přílohy).

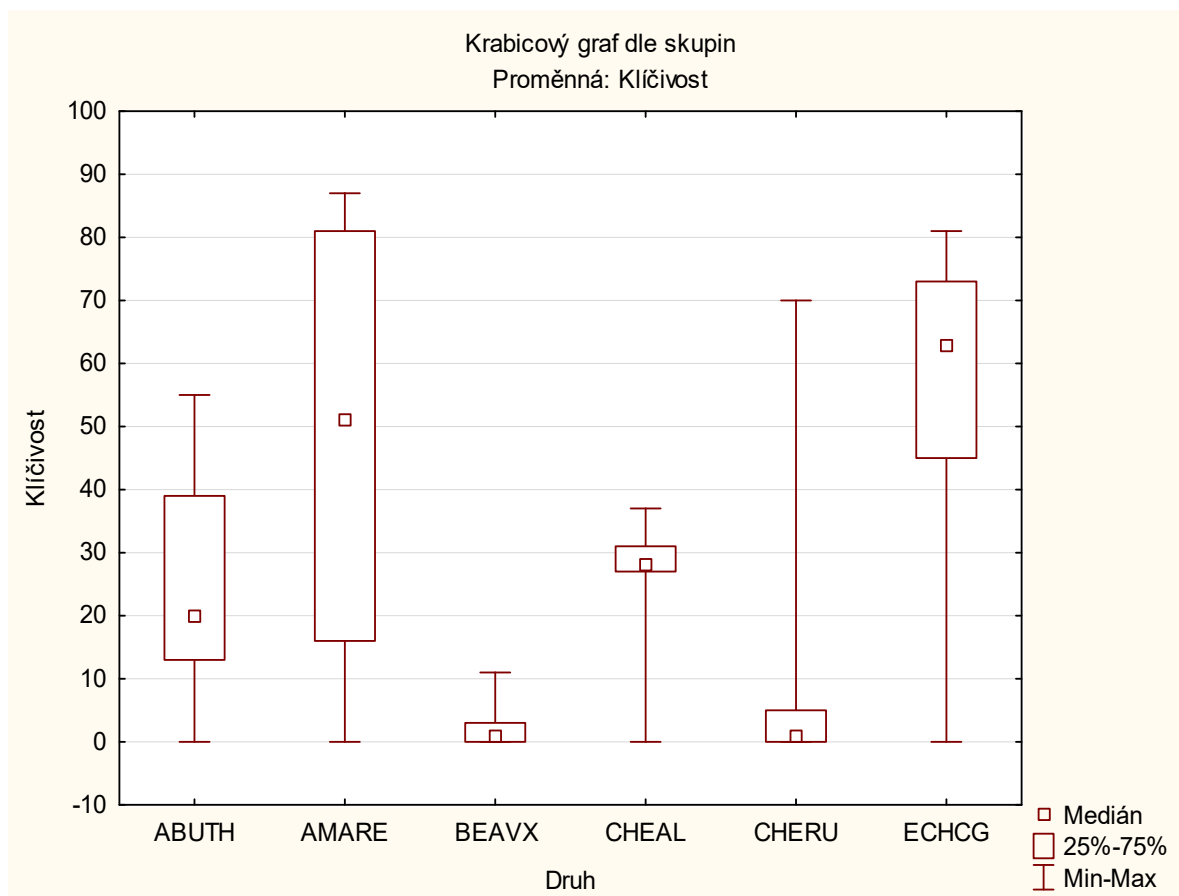
Požadavky ANOVY nebyly splněny, bylo tedy využito Kruskal-Wallisova testu (viz Tab. č. 22 a Graf č. 28). Byla zamítnuta H_0 .

Tab. č. 21 – Levenův test varianty 5 °C

Proměnná	Levenův test homogenity rozpylů (Tabulka1) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	4514,893	5	902,9787	6763,778	48	140,9120	6,408102	0,000124

Tab. č. 22 – Kruskal-Wallisův test varianty 5 °C

Závislá: Klíčivost	Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; Klíčivost (Tabulka1) Nezávislá (grupovací) proměnná : Druh Kruskal-Wallisův test: $H (5, N= 54) =19,12801$ $p =,0018$			
	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
ABUTH	101	9	252,0000	28,00000
AMARE	102	9	308,0000	34,22222
BEAVX	103	9	120,0000	13,33333
CHEAL	104	9	262,5000	29,16667
CHERU	105	9	169,0000	18,77778
ECHCG	106	9	373,5000	41,50000

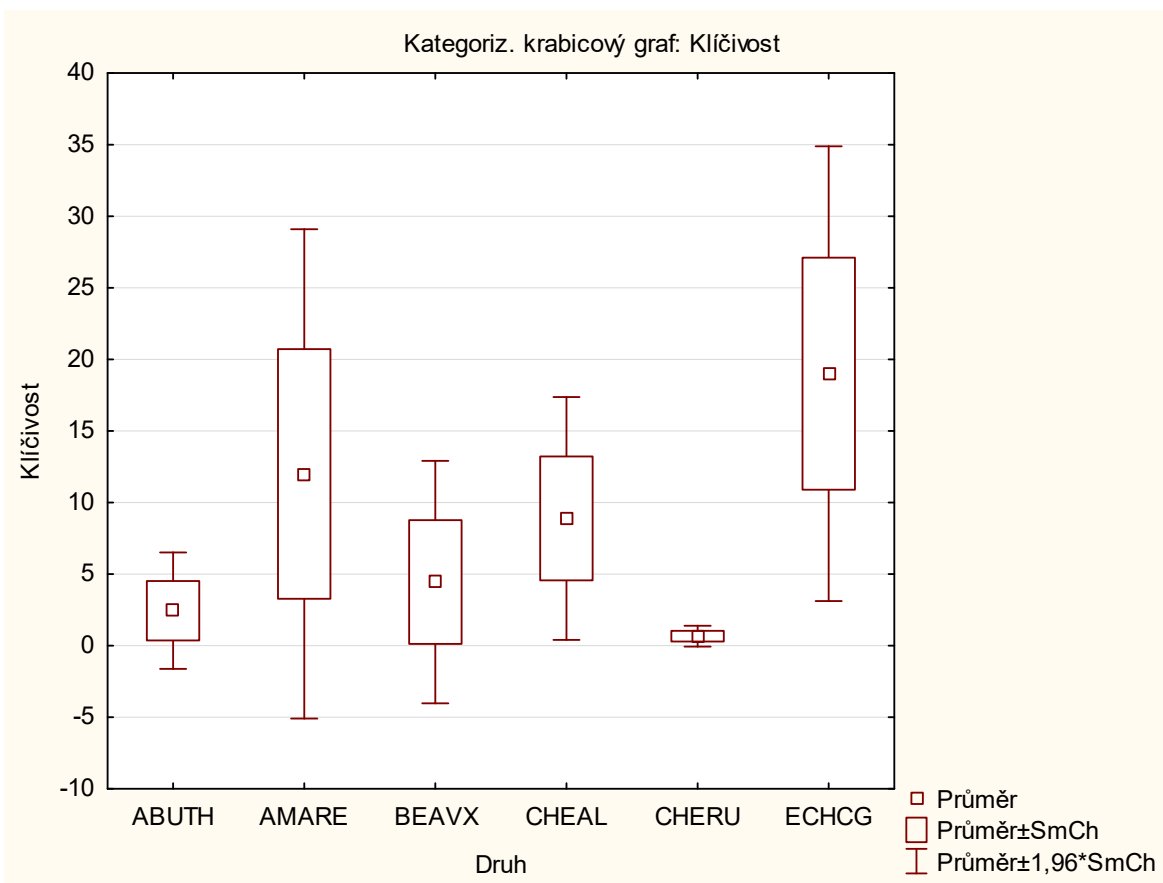


5.6.2 Varianta 20 °C

V Tab. č. 23 byla zaznamenána velmi nízká průměrná klíčivost u všech druhů, a to v jednotkách procent. Výjimka byla zjištěna pouze u druhů *A. retroflexus* a *E. crus-galli*, avšak i zde byl zaznamenán průměr hodnot klíčivosti nižší než 20 %. Tato skutečnost byla ukázána i v Grafu č. 29.

Tab. č. 23 – Základní popisné charakteristiky jednotlivých druhů ve variantě 20 °C

Rozkladová tabulka popisných statistik (Tabulka1) N=54 (V seznamu záv. prom. nejsou ChD)			
Druh	Klíčovost průměr	Klíčovost N	Klíčovost Sm.odch.
ABUTH	2,44444	9	6,22718
AMARE	12,00000	9	26,16295
BEAVX	4,44444	9	12,96255
CHEAL	8,88889	9	12,98503
CHERU	0,66667	9	1,11803
ECHCG	19,00000	9	24,31049
Vš.skup.	7,90741	54	17,00862



Graf č. 29 – Základní popisné charakteristiky varianty 20 °C

Shapiro-Wilkovým testem bylo prokázáno, že normální rozdělení nebylo splněno u žádného z pozorovaných druhů (viz Samostatné přílohy). Levenovým testem (Tab. č. 24) byla zjištěna hodnota $p < 0,05$, a tak hypotéza H_0 byla zamítnuta.

Při testu analýzy rozptylu a Tukeyova testu nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly (viz Samostatné přílohy).

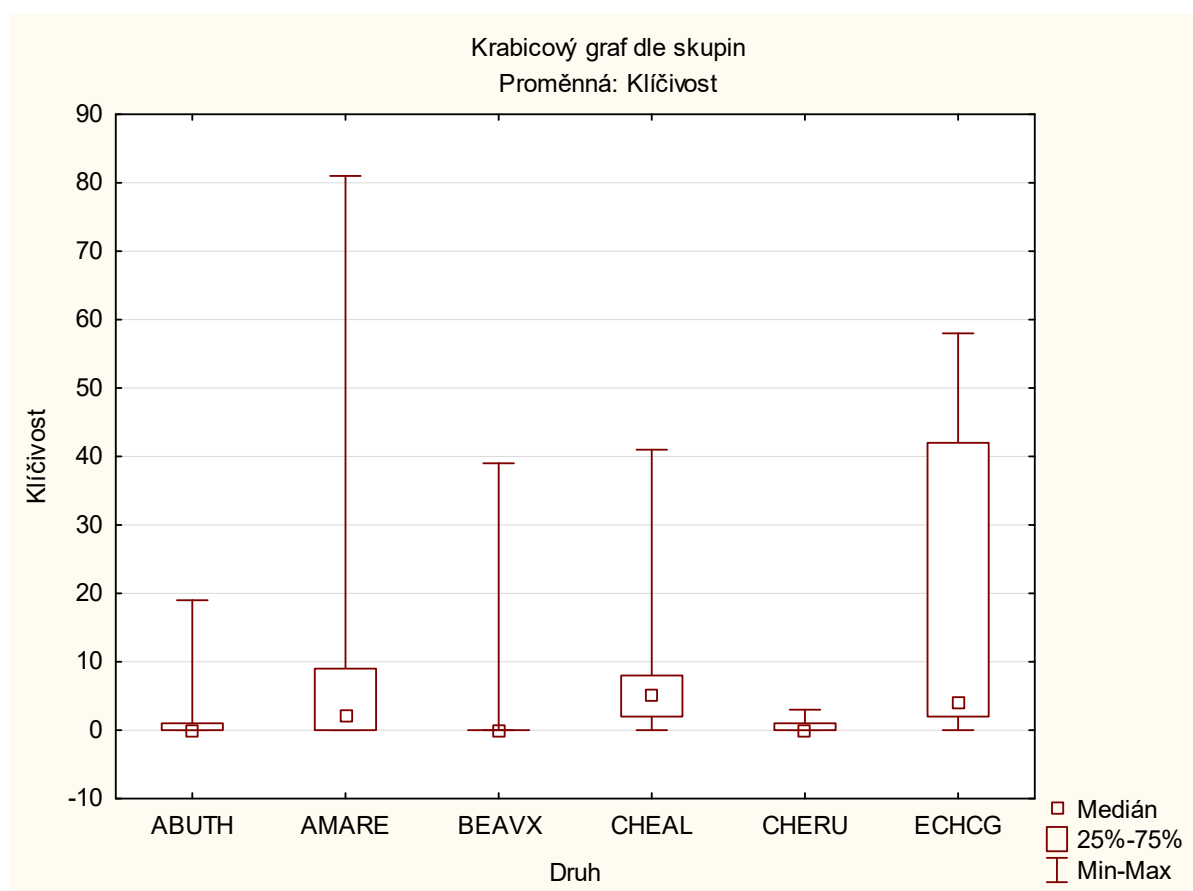
Protože nebyly splněny požadavky ANOVY, bylo využito Kruskal-Wallisova testu (viz Tab. č. 25 a Graf č. 30). H_0 byla zamítnuta.

Tab. č. 24 – Levenův test varianty 20 °C

Proměnná	Leveneův test homogenity rozptylů (Tabulka 1)						F	p
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba		
Klíčovost	2527,053	5	505,4107	5746,864	48	119,7263	4,221383	0,002924

Tab. č. 25 – Kruskal-Wallisův test varianty 20 °C

Kruskal-Wallisova ANOVA založ. na poř.; Klíčivost (Tabulka1)				
Nezávislá (grupovací) proměnná : Druh				
Kruskal-Wallisův test: $H(5, N=54) = 15,27875$ $p = ,0092$				
Závislá: Klíčivost	Kód	Počet platných	Součet pořadí	Prům. Pořadí
ABUTH	101	9	194,5000	21,61111
AMARE	102	9	284,0000	31,55556
BEAVX	103	9	164,5000	18,27778
CHEAL	104	9	331,5000	36,83333
CHERU	105	9	175,5000	19,50000
ECHCG	106	9	335,0000	37,22222



Graf č. 30 – Klíčivost ve variantě 20 °C

6 Diskuze

Při srovnání všech variant s variantou kontrolní je zřejmé, že jakékoli uložení semen ve vodě nezávisle na teplotě může pomoci snížit jejich životaschopnou zásobu při pozdějším případném odvozu na pozemek.

Nízký výskyt mrtvých semen lze připsat minimálnímu výskytu patogenních mikroorganismů či nulové predaci. Obojí by v přirozených podmínkách mohlo zapříčinit podstatně vyšší úmrtnost semen než v laboratorních podmínkách (Dalling et al. 2011).

V průběhu pokusu byla dormance porušena podstatně častěji při nižší teplotě (5 °C) než při 20 °C, kdy semena zůstávala dormantní. Přestože u plevelné řepy uložení semen ve vodě nevyústilo v jejich klíčení v Petriho miskách, a to ani v 5 °C, ani ve 20 °C, nádobový pokus prokázal schopnost předpokládaných dormantních semen z 5 °C klíčit po uložení pod povrch půdy (vyklíčilo 71 % semen). Semena z 20 °C však nevyklíčila ani tehdy, je možné tedy vyloučit jejich dormanci a označit je za semena mrtvá. Tento poznatek může být užitečným pro pozdější nakládání s odpadem vznikajícím při zpracování cukrové řepy. Pokud by byl uložen ve vodním prostředí o teplotě min. 20 °C po dostatečně dlouhou dobu, bylo by možné zajistit to, že při převozu organického materiálu na pole bude podstatně snížen podíl klíčících semen plevelné řepy, která je v porostech cukrové řepy významným problémem.

U všech pozorovaných druhů byl větší počet klíčících semen, která byla původně uložena ve vodě o 20 °C, zaznamenán pouze na začátku pokusu. Při pozdějších kontrolách už byla semena dormantní, resp. neklíčila. Je otázkou, zda jsou semena skutečně dormantní a vyčkávají na vhodné podmínky, což se například ukázalo po zasetí semen *A. theophrasti* či *B. vulgaris* (varianta 5 °C) do půdy, či zda jsou semena téměř neschopna klíčení, podobně jako *B. vulgaris* z varianty 20 °C. Tuto problematiku by bylo vhodné zpracovat v nějakém dalším navazujícím experimentu, kdy by se semena ostatních druhů, která jsou po pokusu v Petriho misce považována za dormantní, vysela do půdy a následně by se pozorovala jejich případná schopnost klíčit.

Přestože ideální teplotou pro klíčení *A. theophrasti* je 20–25 °C, klíčení semen uložených ve vodě bylo ve 20 °C variantě v porovnání s 5 °C minimální. Při zasetí těchto nevyklíčených semen do půdy však došlo u více než poloviny z nich k vyklíčení. Je možné, že se během uložení semen ve vodě stalo jejich osemení permeabilním, a tudíž došlo k ukončení dormance (Cardina & Sparrow 1997). Semena však pravděpodobně neměla příliš vhodné podmínky pro klíčení – ve větším počtu začala vzcházet až tehdy, když byla zasetá do půdy. Podle Mikulky a Kneifelové (2005) by se jednalo o dormanci vnucenou, neboť dormance byla udržována působením vnějších podmínek a po zrušení tohoto vlivu došlo k brzkému ukončení dormance.

Větší počet dormantních semen mohl být způsoben tím, že u nich nedošlo k mechanickému poškození jejich tvrdého osemení. To způsobuje ukončení dormance a v polních podmínkách proběhne přirozeně kvůli vnějším vlivům – v laboratoři by bylo nutné takovéto narušení obalů vytvořit uměle, např. abrazí (LaCroix & Staniforth 1964; Gardarin et al. 2015). Taktéž u *E. crus-galli* mechanické poškození osemení indukuje klíčení semen (Taylorson & Dinola 1989).

Zatímco u plevelné řepy by se uložení semen ve vodě spolu s vyšší teplotou dalo využít jako ochranný postup před zavlečením životaschopných semen na pozemek, u mračňáku by se toto opatření patrně neosvědčilo, neboť by nebylo dostatečně účinné. Semena *A. theophrasti* měla i po uložení ve vodě stále relativně vysokou klíčivost v půdních podmínkách, podobně jako kdyby byla uložena v siláži (Westerman et al. 2012). Z toho vyplynulo, že tvrdoslupečnost semen mračňáku může být v zemědělských podmínkách těžko řešitelnou otázkou, což potvrdili i Bello et al. (1995).

Amaranthus retroflexus podobně jako *Abutilon theophrasti* disponuje dlouhou životností semen, impermeabilním osemením a tvrdoslupečností. Při mechanickém poškození osemení klíčivost vzrůstá, tudíž i zde mohlo být více semen dormantních z toho důvodu, že nebylo osemení narušeno, jako by se mohlo stát v polních podmínkách (LaCroix & Staniforth 1964). Délku dormance mohly ovlivnit i podmínky, ve kterých vyrůstaly mateřské rostliny (Costea et al. 2004).

Klíčivost laskavce ohnutého je stimulována zvyšující se teplotou. V kontrolní variantě, kde byla semena uložena ve 20 °C, byla klíčivost relativně vysoká, po porušení primární dormance stoupající. Avšak i ve variantě 5 °C nebyla klíčivost zanedbatelná, ostatně *A. retroflexus* má široké teplotní rozmezí umožňující klíčení, a to od 5 do 45 °C (Guo & Al-Khatib 2003). V této variantě nemělo uložení semen ve vodě téměř žádný vliv – podobně jako v kontrolní variantě došlo ve stejnou dobu k porušení dormance a klíčivost vzrostla. Ačkoli by varianta 20 °C mohla odpovídat teplotnímu optimu, vrchol klíčení byl pozorován na počátku pokusu (porušení primární dormance), přičemž během následujících kontrol semena neklíčila. Bylo tedy možné předpokládat, že došlo k nástupu sekundární dormance. U tohoto druhu nebyl proveden nádobový pokus, nelze tedy říct, zda by dormantní semena po zasetí do půdy klíčila.

Semena *E. crus-galli* si uchovávala klíčivost po celou dobu pokusu, i když ve variantě 20 °C byla poměrně variabilní. Kneifelová a Mikulka (2003) uvádí optimální teploty pro klíčení 25–27 °C. Konstantní a vyšší klíčivost u kontrolní varianty ukazuje vliv vody o teplotě 20 °C na semena ježatky kuří nohy, neboť v této variantě byla klíčivost kolísavá a nižší, což neodpovídá poznatku, že inkubace semen při vysokých teplotách zvyšuje klíčivost (Taylorson & Dinola 1989).

Přestože jsou semena *E. crus-galli* dormantní hned po jejich dozrání, nebyl pozorován postupný nárůst hodnot klíčivosti jako u *B. vulgaris*. Plevelná řepa je typická primární dormancí, a tudíž nízkou počáteční hodnotou klíčení (Landová et al. 2010), což se potvrdilo i v tomto pokusu. Obzvláště v kontrolní variantě bylo možné pozorovat pozvolný nárůst procentuální klíčivosti semen.

Klíčivost *E. crus-galli* byla už od prvních kontrol na vyšších hodnotách, což potvrzuje poznatek, že uskladnění semen ježatky kuří nohy při pokojové teplotě způsobuje ztrátu dormance (Taylorson & Dinola 1989).

U *C. album* byla klíčivost konstantní, přičemž nejvyšší byla v kontrolní variantě, poté ve variantě 5 °C a jako nejnižší ve variantě 20 °C. Merlík bílý má široké teplotní rozmezí, ve kterém může klíčit, a to 5–33 °C, s vrcholem při 18 °C (Jursík et al. (2003), což by odpovídalo tomu, že semena klíčila ve všech variantách. Opět je zde patrný vliv kombinace vodního prostředí a vyšší teploty (20 °C), který způsobuje nižší klíčivost semen.

Vlhkostní podmínky se řadí mezi faktory, které mohly podpořit inhibici klíčení, a tudíž i k rozvoji sekundární dormance (Karssen 1980). U *C. rubrum* bylo možné ve variantě 5 °C

pozorovat její přerušení. Gallagher (2014) tvrdí, že při sekundární dormanci musí být voda přijímána po delší dobu, aby došlo k jejímu zrušení. První vrchol klíčivosti u této varianty nastal pravděpodobně přerušením primární dormance.

Uložení ve vodě by nemuselo být jediným způsobem, jak omezit životaschopnost semen polních plevelů a zabránit tak jejich klíčení a následnému šíření po pozemku. Další možností je i siláž. Semena by měla být zneškodněna během silážní fermentace, bylo však prokázáno, že semena jsou schopna silážování přežít. Jediný měsíc skladování v kukuřičné siláži drasticky snížil životaschopnost semen merlíku bílého (*Chenopodium album*) (Simard et al. 2016).

Po čtyřech týdnech uložení semen *C. album* byla jejich životaschopnost snížena na pouhých 0–5 %. Podobné výsledky měla i semena z uložení v chlévském hnoji (0–1 % životaschopnosti) (Aper et al. 2014).

Siláž lze tedy použít k usmrcení většiny sklizených semen plevelů. Při krátké době silážování je zde však riziko, že některé druhy budou po pouhém jednom měsíci silážování schopny přežít, např. *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus* či *Echinochloa crus-galli* (Simard et al. 2016).

Westerman et al. (2012) prokázali, že semena skladovaná v kukuřičné siláži pod dobu 46 dní mají maximálně 1% životaschopnost (kromě mračňáku Theophrastova (*A. theophrasti*), který měl 32% životaschopnost). Také potvrdili, že tvrdoslupečná semena měla mnohem větší šanci na přežití silážování. Simard et al. (2016) uvedli, že ztráta životaschopnosti semen v siláži pravděpodobně souvisela s poškozením semenných obalů enzymy mikroorganismů.

Co se týče semen plevelů uložených v půdě, všechny faktory, jako například světlo, obsah vody, změny teplot či predace a přítomnost patogenů, jsou ovlivněny hloubkou uložení semen. Obecně vzato semena nacházející se blízko pod povrchem půdy vykazují vyšší mortalitu než ta, co jsou uložena hlouběji (Mohler & Galford 1997).

V půdě lze omezit životaschopnost plevelů solarizací. Metodou, kterou využil Egley (1990), dojde k zahřátí půdy na 40–60 °C, což zredukovalo množství životaschopných semen v půdě i klíčivost. Zvýšená teplota a vlhkost jsou pravděpodobně nejdůležitějšími faktory zohledňující klíčivost a životnost semen. Při zvýšené teplotě a v suché půdě byla úmrtnost semen minimální, kdežto při zvýšené teplotě a ve vlhké půdě byla mortalita podstatně vyšší, např. u *Abutilon theophrasti* bylo během prvního dne zničeno 85 % semen. Klíčivost může být vyšší teplotou a vlhkem lehce stimulována, avšak v delším časovém horizontu je také redukována. Tato metoda je sice účinná, ale nelze předpokládat, že dojde ke zničení celé banky semen.

Bylo dokázáno, že semena *A. theophrasti* se extrémně složitě odstraňují z pozemku. Při čtyři roky trvajícím pokusu bylo zjištěno, že při intenzivním zpracování půdy přežilo 10 % semen (což ale činilo 1300 životaschopných semen na m²), na pozemku s vojtěškou 56 % a na pozemcích s no-till technologií a pouze herbicidním ošetřením přežilo 37 % semen (Lueschen & Andersen 1980). Mester & Buhler (1991) zjistili, že mračňák je schopen klíčit při 5 °C, ale nevzejde ani do 21 dnů. Při teplotách 10, 15 a 20 °C vzcházal z hloubky od 2 do 6 cm, a to z půdy, která byla pravidelně zavlažována. Semena, která byla na povrchu půdy, nevzcházela vůbec, neboť neměla dostatek vody.

Při pravidelné kultivaci půdy docházelo ke dvakrát až třikrát větším ročním ztrátám životaschopných semen plevelů než na pozemcích bez zpracování půdy, u druhu *C. album* to bylo dokonce čtyřikrát více. Zároveň však bylo zjištěno, že 56 % semen *C. album* z nekultivované půdy bylo i po 6 letech schopných klíčení (Roberts & Feast 1973), což ukazuje, že zpracování půdy může být důležitým faktorem ovlivňujícím přežití semen plevelů v půdě.

Co se týče přežití semen v půdě, u *C. rubrum* bylo prokázáno přežití až 16,6 % životaschopných semen 5 let po zasetí. Horních 7,5 cm půdy však bylo při tomto experimentu sterilizováno. Je tedy možné předpokládat, že v polních podmínkách by bylo živých semen méně (Roberts & Neilson 1980).

7 Závěr

- Na základě pokusu bylo zjištěno, zda jsou schopna semena určitých druhů plevelů přežít ve vodním prostředí a zda tato skutečnost ovlivnila jejich klíčivost.
- Byla potvrzena hypotéza, že uložení semen plevelů *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus*, *Beta vulgaris*, *Echinochloa crus-galli* a *Chenopodium album* ve vodě má vliv na jejich klíčivost.
- Byla zamítnuta hypotéza, že uložení semen plevelu *Chenopodium rubrum* ve vodě má vliv na jejich klíčivost.
- Při uložení semen ve vodě v 5 °C byla potvrzena hypotéza, že existují mezidruhové rozdíly ve schopnosti semen přežívat ve vodě.
- Při uložení semen ve vodě o 20 °C byla zamítnuta hypotéza, že existují mezidruhové rozdíly ve schopnosti semen přežívat ve vodě.
- Bylo zjištěno, že uložení semen ve vodě o jakékoli teplotě může pomoci snížit jejich životaschopnost, a zajistit tak nižší počet vzešlých rostlin při odvozu organické hmoty na zemědělskou půdu.
- Bylo pozorována velmi nízká klíčivost semen plevelné řepy (*Beta vulgaris*), jež byla uložena ve vodě o teplotě 20 °C – po dostatečně dlouhé době umístění ve vodě o minimální teplotě 20 °C by bylo možno zajistit snížení podílu klíčících semen plevelné řepy při odvozu na pozemek.

8 Literatura

- Aper J, De Cauwer B, De Roo S, Lourenço M, Fievez V, Bulcke R, Reheul D, Lotz B. 2014. Seed germination and viability of herbicide resistant and susceptible *Chenopodium album* populations after ensiling, digestion by cattle and manure storage. *Weed Research* **54**:169-177. Available at <http://doi.wiley.com/10.1111/wre.12063> (accessed February 19, 2021).
- Bajwa AA, Mahajan G, Chauhan BS. 2015. Nonconventional Weed Management Strategies for Modern Agriculture. *Weed Science* **63**:723-747. Available at https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500014776/type/journal_article (accessed June 22, 2020).
- Baskin CC, Baskin JM. 1998. *Seeds: Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. Elsevier.
- Batlla D, Ghera CM, Benech-Arnold RL. 2019. Dormancy, a critical trait for weed success in crop production systems. *Pest Management Science* **76**:1189-1194. Available at <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.5707> (accessed September 15, 2020).
- Bello IA, Owen MDK, Hatterman-Valenti HM. 1995. Effect of Shade on Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) Growth, Seed Production, and Dormancy. *Weed Technology* **9**:452-455. Cambridge University Press. Available at <https://www.jstor.org/stable/3987655> (accessed August 29, 2020).
- Benvenuti S, Macchia M, Miele S. 2001. Quantitative analysis of emergence of seedlings from buried weed seeds with increasing soil depth. *Weed Science* **49**:528-535. Available at https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500010274/type/journal_article (accessed July 14, 2020).
- Bewley JD, Black M. 2013. *Seeds: Physiology of Development and Germination*, 2nd edition. Springer Science & Business Media.
- Bewley JD. 1997. Seed Germination and Dormancy. *The Plant Cell* **9**:1055-1066. Available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC156979/pdf/091055.pdf> (accessed July 07, 2020).
- Booth BD, Murphy SD, Swanton CJ. 2003. *Weed ecology in natural and agricultural systems*. CABI Publishing.
- Bouwmeester H, Karssen CM. 1993. Seasonal Periodicity in Germination of Seeds of *Chenopodium album* L. *Annals of Botany* **72**:463-473. Available at <https://academic.oup.com/aob/article-lookup/doi/10.1006/anbo.1993.1133> (accessed November 29, 2020).

Cardina J, Sparrow DH. 1997. Temporal Changes in Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) Seed Dormancy. *Weed Science* **45**:61-66. Cambridge University Press. Available at <https://www.jstor.org/stable/4045714> (accessed August 29, 2020).

Cavers PB, Qaderi MM, Manku R, Downs MP. 2000. Intermittent germination: causes and ecological implications. 363-374 in *Seed biology: advances and applications*. Proceedings of the Sixth International Workshop on Seeds, Merida, Mexico, 1999. CABI, Wallingford. Available at <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20002303159> (accessed September 15, 2020).

Colbach N. 2014. The functional role of the soil seed bank in agricultural ecosystems. 235-262 in *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. CABI, Wallingford. Available at <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20133410612> (accessed October 20, 2020).

Costea M, Weaver SE, Tardif FJ. 2004. The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Watson and *A. hybridus* L. *Canadian Journal of Plant Science* **84**:631-668. Available at <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.4141/P02-183> (accessed November 26, 2020).

Dalling JW, Davis AS, Schutte BJ, Elizabeth Arnold A. 2011. Seed survival in soil: interacting effects of predation, dormancy and the soil microbial community. *Journal of Ecology* **99**:89-95. Available at <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2745.2010.01739.x> (accessed March 06, 2021).

Dyer WE. 1995. Exploiting Weed Seed Dormancy and Germination Requirements through Agronomic Practices. *Weed Science* **43**:498-503. Cambridge University Press. Available at https://www.jstor.org/stable/4045586?casa_token=rHm35kk-NKMAAAAA%3A5O42-3bSHlsbhhf6J6M4SGGXzIsxkCfmFe1atEFUwovD5N9eocfwAzYHvvyg16D3wefhr73XHE3Lb5gvZ0O1EJgAWMnBUbsqBr3bd3eByoAOUaz8GyNO&seq=1#metadata_info_tab_contents (accessed June 25, 2020).

Egley GH. 1990. High-Temperature Effects on Germination and Survival of Weed Seeds in Soil. *Weed Science* **38**:429-435. Cambridge University Press. Available at <https://shibbolethsp.jstor.org/start?entityID=https%3A%2F%2Feduid.czu.cz%2Fidp%2Fshibboleth&dest=https://www.jstor.org/stable/4044899&site=jstor> (accessed March 06, 2021).

EPPO Global Database. 2020. Available at <https://gd.eppo.int/> (accessed June 24, 2020).

Eslami SV. 2011. Comparative Germination and Emergence Ecology of Two Populations of Common Lambsquarters (*Chenopodium album*) from Iran and Denmark. *Weed Science* **59**:90-97. Available at https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500020154/type/journal_article (accessed January 07, 2021).

Foley ME. 2001. Seed Dormancy: An Update on Terminology, Physiological Genetics, and Quantitative Trait Loci Regulating Germinability. *Weed Science* **49**:305-317. Cambridge University Press. Available at <https://www.jstor.org/stable/4046311> (accessed September 19, 2020).

Gallagher RS. 2014. *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. CABI, Wallingford.

Gardarin A, Colbach N, Batlla D. 2015. How much of seed dormancy in weeds can be related to seed traits? *Weed Research* **55**:14-25. Available at <http://doi.wiley.com/10.1111/wre.12121> (accessed June 25, 2020).

Ghorbani R, Seel W, Leiferr C. 1999. Effects of Environmental Factors on Germination and Emergence of *Amaranthus retroflexus*. *Weed Science* **47**:505-510. Cambridge University Press. Available at <https://www.jstor.org/stable/4046102> (accessed November 26, 2020).

Ghosh D, Rathore M, Brahmachari K, Singh R, Kumar B. 2017. Impact of burial and flooding depths on Indian weedy rice. *Crop Protection* **100**:106-110. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261219417301710> (accessed September 20, 2020).

Guo P, Al-Khatib K. 2003. Temperature Effects on Germination and Growth of Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*), Palmer Amaranth (*A. palmeri*), and Common Waterhemp (*A. rudis*). *Weed Science* **51**:869-875. Cambridge University Press. Available at <https://www.jstor.org/stable/4046740> (accessed November 26, 2020).

Hawkins KK, Allen PS, Meyer SE. 2017. Secondary dormancy induction and release in *Bromus tectorum* seeds: the role of temperature, water potential and hydrothermal time. *Seed Science Research* **27**:12-25. Available at https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0960258516000258/type/journal_article (accessed July 30, 2020).

Hilhorst HWM. 1995. A critical update on seed dormancy. I. Primary dormancy. *Seed Science Research* **5**:61-73. Available at https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0960258500002634/type/journal_article (accessed July 07, 2020).

Hilhorst HWM. 1998. The regulation of secondary dormancy. The membrane hypothesis revisite. *Seed Science Research* **8**:77-90. Available at https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0960258500003974/type/journal_article (accessed July 14, 2020).

Hoang HH, Sotta B, Gendreau E, Bailly C, Leymarie J, Corbineau F. 2013. Water content: a key factor of the induction of secondary dormancy in barley grains as related to ABA

metabolism. *Physiologia Plantarum* **148**:284-296. Available at <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1399-3054.2012.01710.x> (accessed July 30, 2020).

Honěk A, Martinková Z. 1996. Geographic variation in seed dormancy among populations of *Echinochloa crus-galli*. *Oecologia* **108**:419-423. Available at <http://link.springer.com/10.1007/BF00333716> (accessed November 27, 2020).

Iamónico D. 2014. Taxonomical, Morphological, Ecological And Chorological Notes On *Oxybasis Chenopodioides* And *O. Rubra* (Chenopodiaceae) In Italy. *Hacquetia* **13**:285-296. Available at <https://content.sciendo.com/doi/10.2478/hacq-2014-0004> (accessed November 07, 2020).

Ignacio Galinato M, Van Der Valk AG. 1986. Seed germination traits of annuals and emergents recruited during drawdowns in the Delta Marsh, Manitoba, Canada. *Aquatic Botany* **26**:89-102. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0304377086900070> (accessed November 29, 2020).

Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2011. *Plevele: biologie a regulace*. Kurent, České Budějovice.

Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2018. *Biologie a regulace plevelů*. Kurent, České Budějovice.

Jursík M, Soukup J, Venclová V, Holec J. 2003. Seed dormancy and germination of Shaggy soldier (*Galinsoga ciliata* Blake.) and Common lambsquarter (*Chenopodium album* L.). *Plant, Soil & Environment* **49**:511-518. Available at <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.574.1073&rep=rep1&type=pdf> (accessed November 29, 2020).

Kaplan Z et al. 2019. *Klíč ke květeně České republiky: Druhé, aktualizované a zcela přepracované vydání*, 2nd edition. Academia, Praha.

Karssen CM. 1976. Two Sites of Hormonal Action during Germination of *Chenopodium album* Seeds. *Physiologia Plantarum* **36**:264-270. Available at <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1399-3054.1976.tb04426.x> (accessed July 08, 2020).

Karssen CM. 1980. Environmental Conditions and Endogenous Mechanism Involved in Secondary Dormancy of Seeds. *Israel Journal of Plant Sciences* **1980**:45-64. Available at https://brill.com/view/journals/ijps/29/1-4/article-p45_4.xml (accessed July 14, 2020).

Khan AA. 1980. Hormonal regulation of primary and secondary seed dormancy. *Israel Journal of Plant Sciences* **29**:207-224. Available at https://brill.com/view/journals/ijps/29/1-4/article-p207_18.xml (accessed July 07, 2020).

Kneifelová M, Mikulka J. 2003. Významné a nově se šířící plevely. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha.

Kohout V. 1993. Regulace zaplevelení polí. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.

Kohout V. 1997. Plevely polí a zahrad. Agrospoj, Praha.

Koornneef M, Bentsink L, Hilhorst H. 2002. Seed dormancy and germination. *Current Opinion in Plant Biology* **5**:33-36. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1369526601002199> (accessed July 07, 2020).

LaCroix LJ, Staniforth DW. 1964. Seed Dormancy in Velvetleaf. *Weeds* **12**:171-174. Cambridge University Press. Available at <https://www.jstor.org/stable/4040721?origin=crossref> (accessed August 29, 2020).

Landová M, Hamouzová K, Soukup J, Jursík M, Holec J, Squire GR. 2010. Population density and soil seed bank of weed beet as influenced by crop sequence and soil tillage. *Plant, Soil & Environment* **56**:541-549. Available at <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.861.9182&rep=rep1&type=pdf> (accessed October 16, 2020).

Lueschen WE, Andersen RN. 1980. Longevity of Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) Seeds in Soil under Agricultural Practices. *Weed Science* **28**:341-346. Cambridge University Press. Available at <https://shibbolethsp.jstor.org/start?entityID=https%3A%2F%2Feduid.czu.cz%2Fidp%2Fshibboleth&dest=https://www.jstor.org/stable/4043369&site=jstor> (accessed March 07, 2021).

Martinez-Ghersa MA, Satorre EH, Ghersa CM. 1997. Effect of Soil Water Content and Temperature on Dormancy Breaking and Germination of Three Weeds. *Weed Science* **45**:791-797. Cambridge University Press. Available at <https://www.jstor.org/stable/4045846> (accessed July 17, 2020).

Martinkova Z, Honek A, Lukas J. 2006. Seed age and storage conditions influence germination of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). *Weed Science* **54**:298-304. Available at [https://bioone.org/journals/Weed-Science/volume-54/issue-2/0043-1745\(2006\)54\[298:SAASCI\]2.0.CO;2/Seed-age-and-storage-conditions-influence-germination-of-barnyardgrass-span/10.1043/0043-1745\(2006\)54\[298:SAASCI\]2.0.CO;2.short](https://bioone.org/journals/Weed-Science/volume-54/issue-2/0043-1745(2006)54[298:SAASCI]2.0.CO;2/Seed-age-and-storage-conditions-influence-germination-of-barnyardgrass-span/10.1043/0043-1745(2006)54[298:SAASCI]2.0.CO;2.short) (accessed November 27, 2020).

Mester TC, Buhler DD. 1991. Effects of Soil Temperature, Seed Depth, and Cyanazine on Giant Foxtail (*Setaria faberi*) and Velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) Seedling Development. *Weed Science* **39**:204-209. Cambridge University Press. Available at

<https://shibbolethsp.jstor.org/start?entityID=https%3A%2F%2Feduid.czu.cz%2Fidp%2Fshibboleth&dest=https://www.jstor.org/stable/4044917&site=jstor> (accessed March 07, 2021).

Mikulka J, Kneifelová M. 2005. Plevelné rostliny. 2., kompletně přeprac. vyd. Profi Press, Praha.

Mitrovic A, Giba Z, Culafic L. 2007. The photoperiodic control of growth and development of *Chenopodium rubrum* L. plants in vitro. *Archives of Biological Sciences* **59**:203-208. Available at <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0354-46640703203M> (accessed November 29, 2020).

Mohler CL, Galford AE. 1997. Weed seedling emergence and seed survival: separating the effects of seed position and soil modification by tillage. *Weed Research* **37**:147-155. Available at <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-3180.1997.d01-21.x> (accessed March 03, 2021).

Monaco TJ, Weller SC, Ashton FM. 2002. *Weed Science: principles and practices*, 4. edition. John Wiley, New York.

Radosevich SR, Holt JS, Ghersa C. 1997. *Weed Ecology: Implications for Management*. John Wiley & Sons.

Roberts HA, Feast PM. 1973. Emergence and Longevity of Seeds of Annual Weeds in Cultivated and Undisturbed Soil. *Journal of Applied Ecology* **10**:133-143. British Ecological Society. Available at <https://shibbolethsp.jstor.org/start?entityID=https%3A%2F%2Feduid.czu.cz%2Fidp%2Fshibboleth&dest=https://www.jstor.org/stable/2404721&site=jstor> (accessed March 07, 2021).

Roberts HA, Neilson JE. 1980. Seed survival and periodicity of seedling emergence in some species of *Atriplex*, *Chenopodium*, *Polygonum* and *Rumex*. *Annals of Applied Biology* **94**:111-120. Available at <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1744-7348.1980.tb03902.x> (accessed March 07, 2021).

Sester M, Dürr C, Darmency H, Colbach N. 2006. Evolution of weed beet (*Beta vulgaris* L.) seed bank: Quantification of seed survival, dormancy, germination and pre-emergence growth. *European Journal of Agronomy* **24**:19-25. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1161030105000419> (accessed October 16, 2020).

Sester M, Dürr C, Darmency H, Colbach N. 2007. Modelling the effects of cropping systems on the seed bank dynamics and the emergence of weed beet. *Ecological Modelling* **204**:47-58. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304380006006417> (accessed November 26, 2020).

Simard M-J, Lambert-Beaudet C, Willenborg C. 2016. Weed seed survival in experimental mini-silos of corn and alfalfa. *Canadian Journal of Plant Science* **96**:448-454. Available at <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/cjps-2015-0261> (accessed February 17, 2021).

Sman AJMV der, Blom CWPM, Steeg HMV de. 1992. Phenology and seed production in *Chenopodium rubrum*, *Rumex maritimus* and *Rumex palustris* as related to photoperiod in river forelands. *Canadian Journal of Botany* **70**:392-400. Available at <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/b92-053> (accessed November 07, 2020).

Sukhorukov AP, Uotila P, Zhang M, Zhang H-X, Speranskaya AS, Krinitsyna AA. 2013a. New combinations in Asiatic *Oxybasis* (*Amaranthaceae* s.l.): evidence from morphological, carpological and molecular data. *Phytotaxa* **144**:1-12. Magnolia Press, New Zealand. Available at <https://www.biotaxa.org/Phytotaxa/article/view/1986> (accessed November 07, 2020).

Sukhorukov AP, Zhang M, Fuller DQ. 2013b. Fruit and Seed Anatomy of *Chenopodium* and Related Genera (*Chenopodioideae*, *Chenopodiaceae/Amaranthaceae*): Implications for Evolution and Taxonomy. *PLoS ONE* **8**. Available at <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0061906> (accessed November 07, 2020).

Taylorson RB, Dinola L. 1989. Increased Phytochrome Responsiveness and a High-Temperature Transition in Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) Seed Dormancy. *Weed Science* **37**:335-338. Cambridge University Press. Available at <https://www.jstor.org/stable/4044718> (accessed November 27, 2020).

Vaistij FE, Gan Y, Penfield S, Gilday AD, Dave A, He Z, Josse E-M, Choi G, Halliday KJ, Graham IA. 2013. Differential control of seed primary dormancy in *Arabidopsis* ecotypes by the transcription factor SPATULA. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110**:10866-10871. Available at <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1301647110> (accessed July 09, 2020).

Viemont JD, Crabbe J. 2000. *Dormancy in Plants: From Whole Plant Behaviour to Cellular Control*. CABI Publishing. Available at <https://ebookcentral-proquest-com.infozdroje.czu.cz/lib/czup/detail.action?docID=292068>. (accessed August 19, 2020).

Westerman PR, Heiermann M, Pottberg U, Rodemann B, Gerowitt B. 2012. Weed seed survival during mesophilic anaerobic digestion in biogas plants. *Weed Research* **52**:307-316. Available at <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-3180.2012.00927.x> (accessed February 17, 2021).

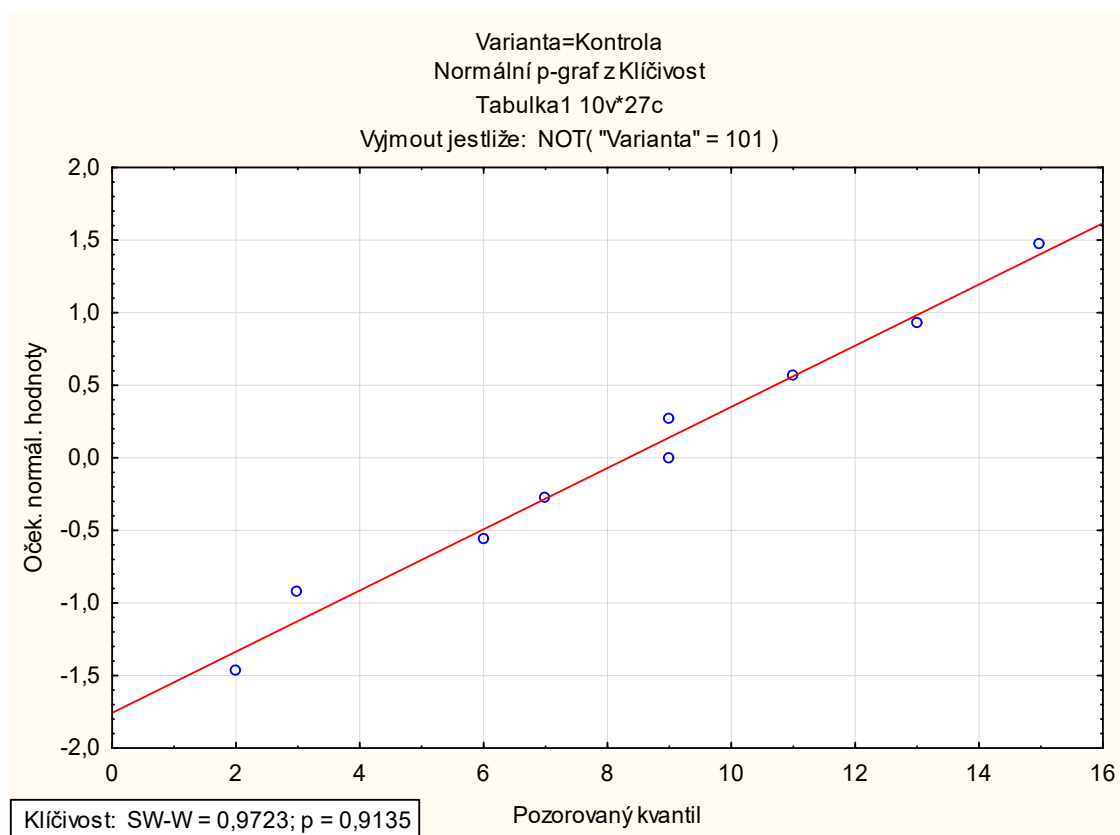
Williams JT, Harper JL. 1965. Seed polymorphism and germination. *Weed Research* **5**:141-150. Available at <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-3180.1965.tb00337.x> (accessed November 29, 2020).

Williams JT. 1969. *Chenopodium Rubrum* L. *The Journal of Ecology* **57**:831-841. Available at <https://www.jstor.org/stable/2258503?origin=crossref> (accessed January 07, 2021).

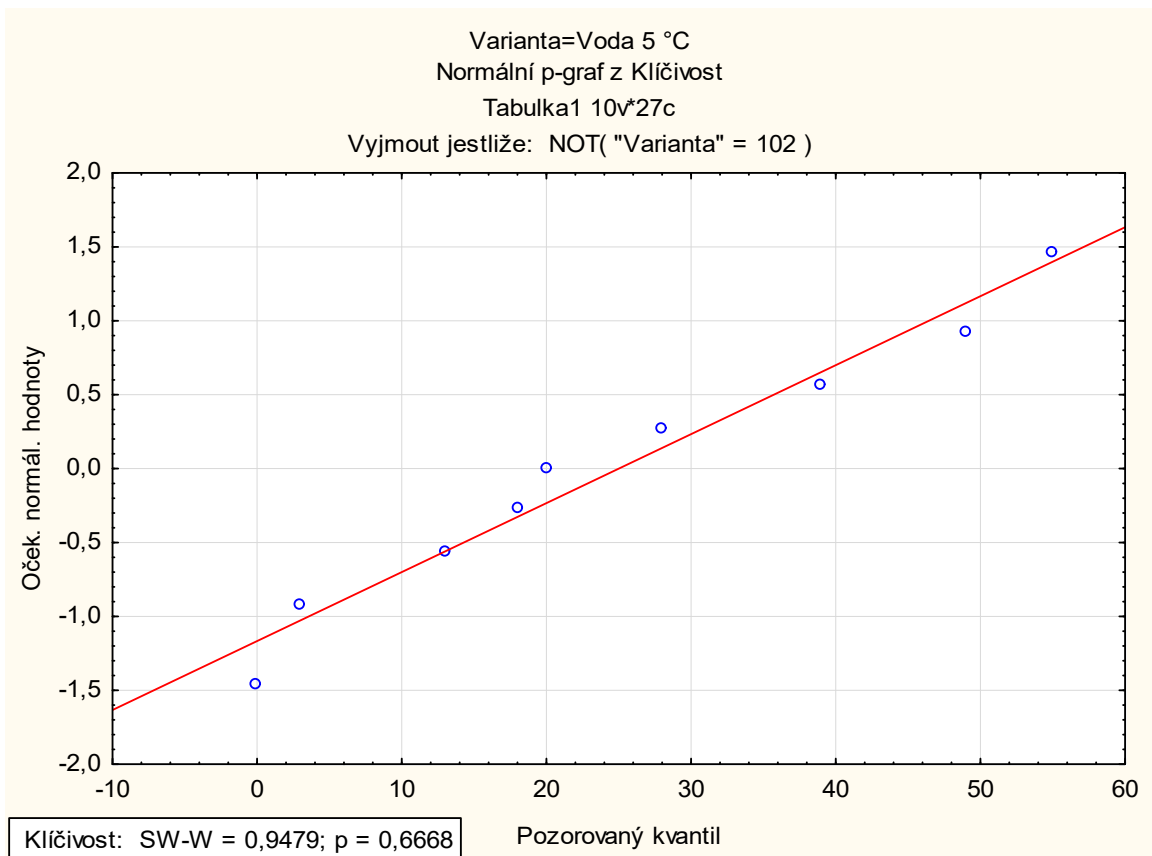
Zimdahl RL. 2018. Fundamentals of Weed Science, 5. Academic Press.

9 Samostatné přílohy

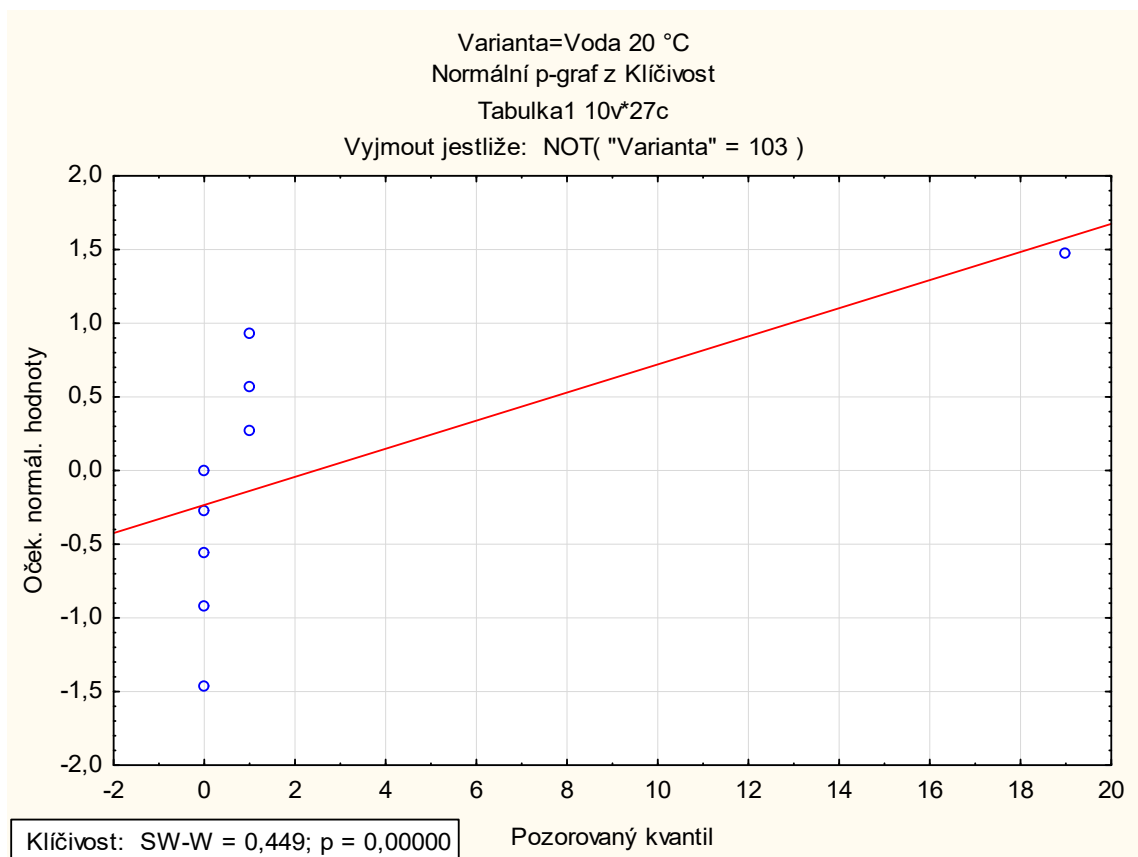
Příloha č. 1 – Statistické šetření – první hypotéza



Graf č. I – Shapiro-Wilkův test, *A. theophrasti* – kontrolní varianta



Graf č. II – Shapiro-Wilkův test, *A. theophrasti* – varianta 5 °C



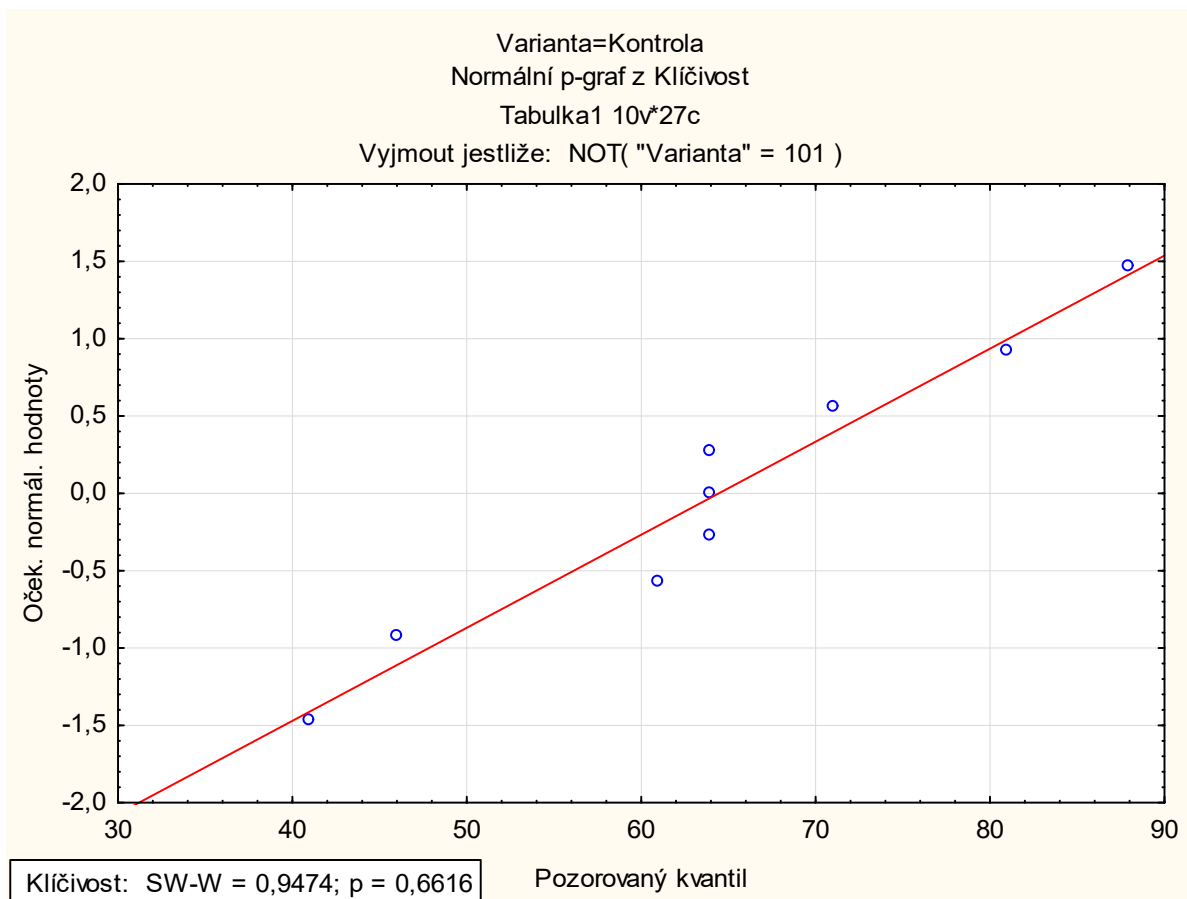
Graf č. III – Shapiro-Wilkův test, *A. theophrasti* – varianta 20 °C

Tab. č. I – Analýza rozptylu, *A. theophrasti*

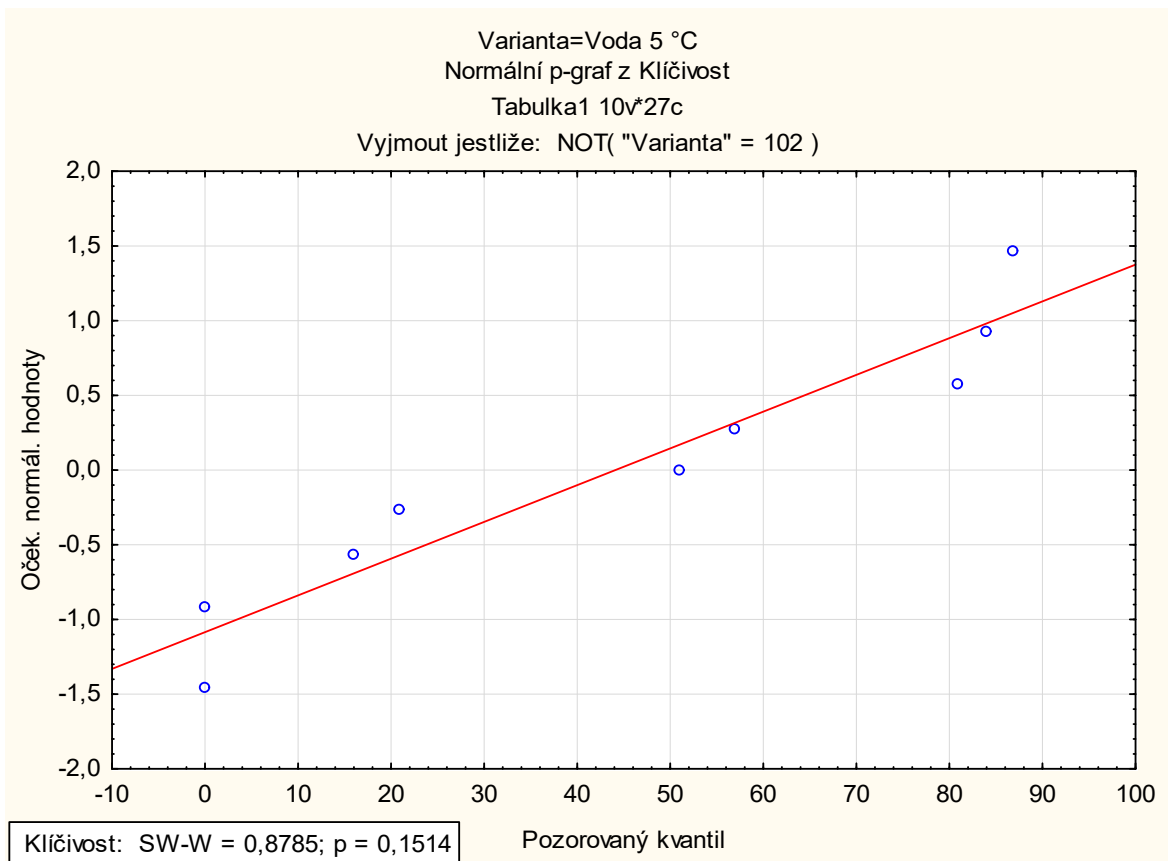
Proměnná	Analýza rozptylu (Tabulka1) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	2463,630	2	1231,815	3468,222	24	144,5093	8,524124	0,001596

Tab. č. II – Tukeyův test, *A. theophrasti*

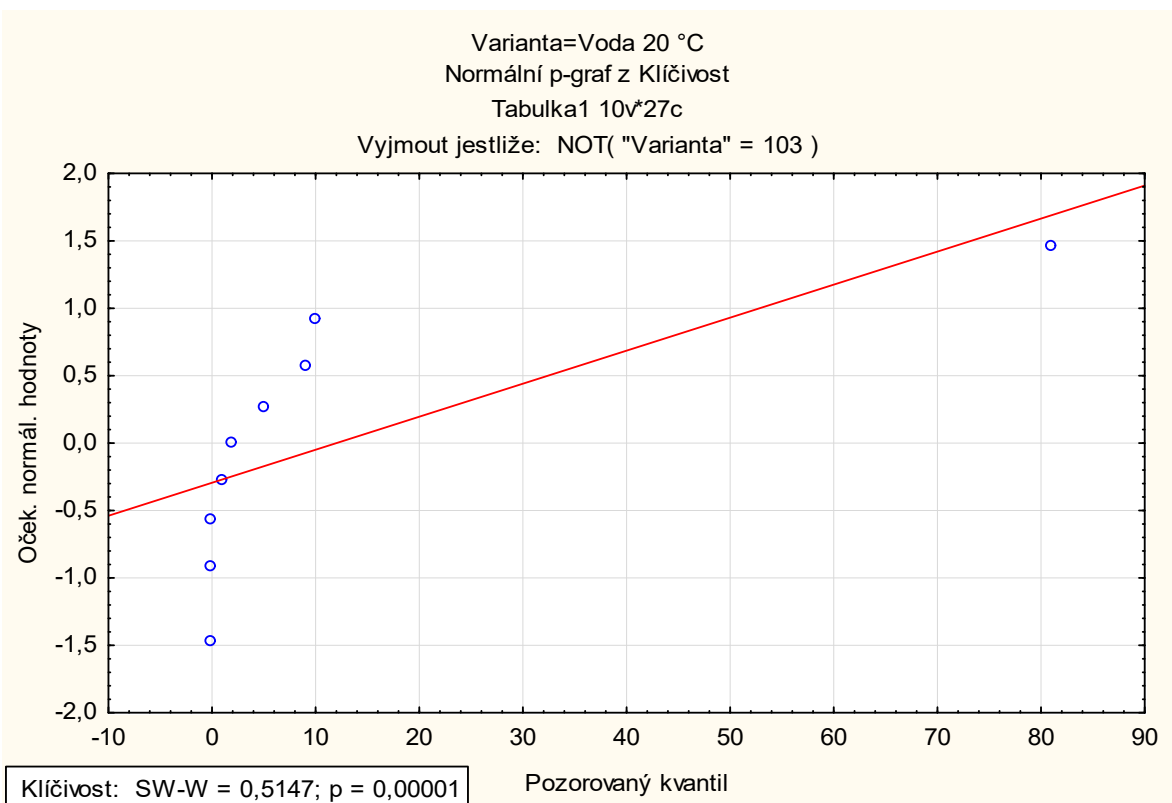
Varianta	Tukeyův HSD test; proměn.: Klíčivost (Tabulka1) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$		
	{1} M=8,3333	{2} M=25,000	{3} M=2,4444
Kontrola {1}		0,018938	0,560104
Voda 5 °C {2}	0,018938		0,001654
Voda 20 °C {3}	0,560104	0,001654	



Graf č. IV – Shapiro-Wilkův test, *A. retroflexus* – kontrolní varianta



Graf č. V – Shapiro-Wilkův test, *A. retroflexus* – varianta 5 °C



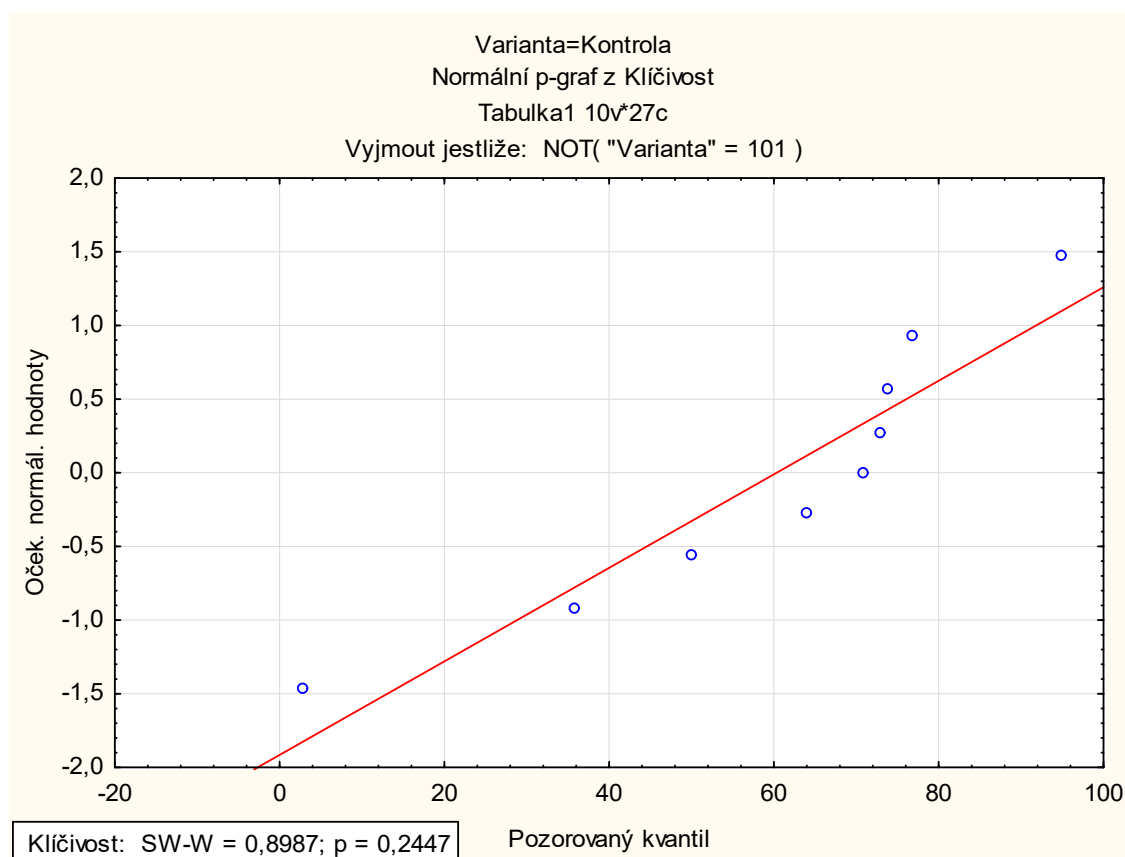
Graf č. VI – Shapiro-Wilkův test, *A. retroflexus* – varianta 20 °C

Tab. č. III – Analýza rozptylu, *A. retroflexus*

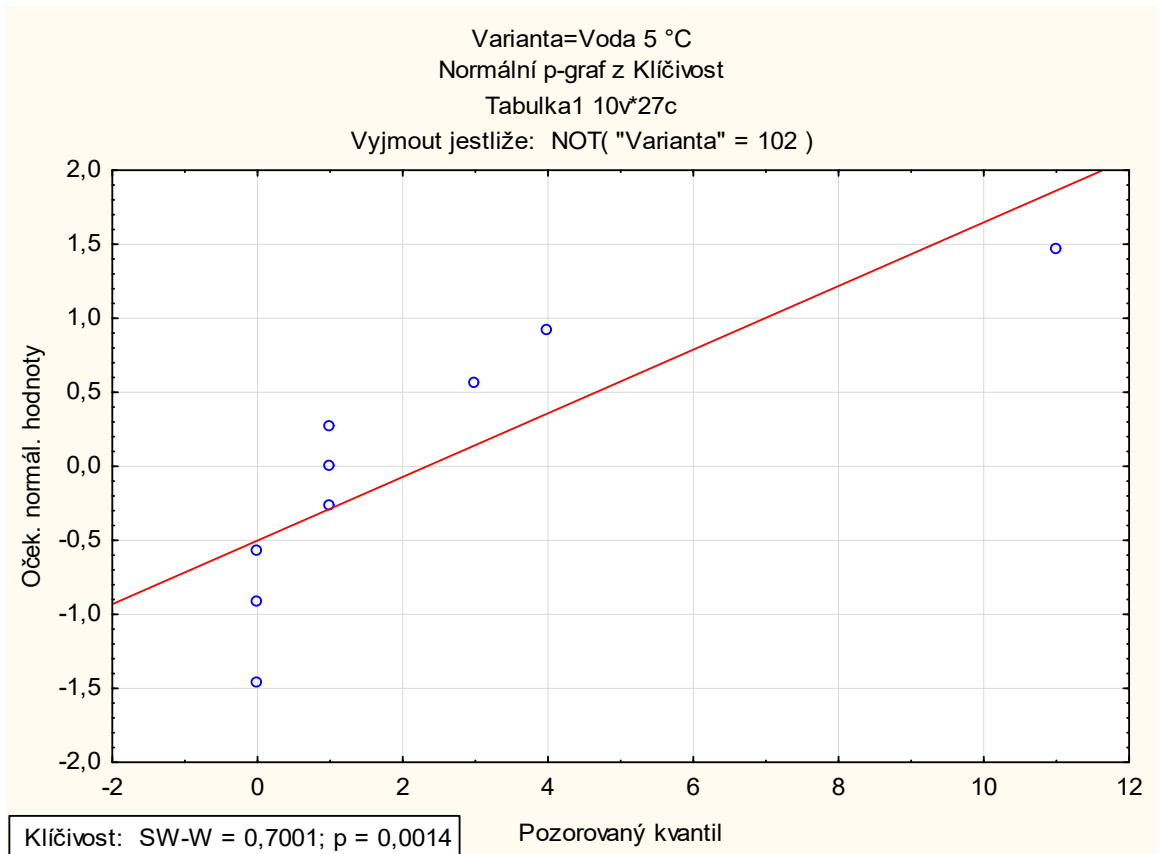
Proměnná	Analýza rozptylu (Tabulka1) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	12584,96	2	6292,481	17471,11	24	727,9630	8,643958	0,00148

Tab. č. IV – Tukeyův test, *A. retroflexus*

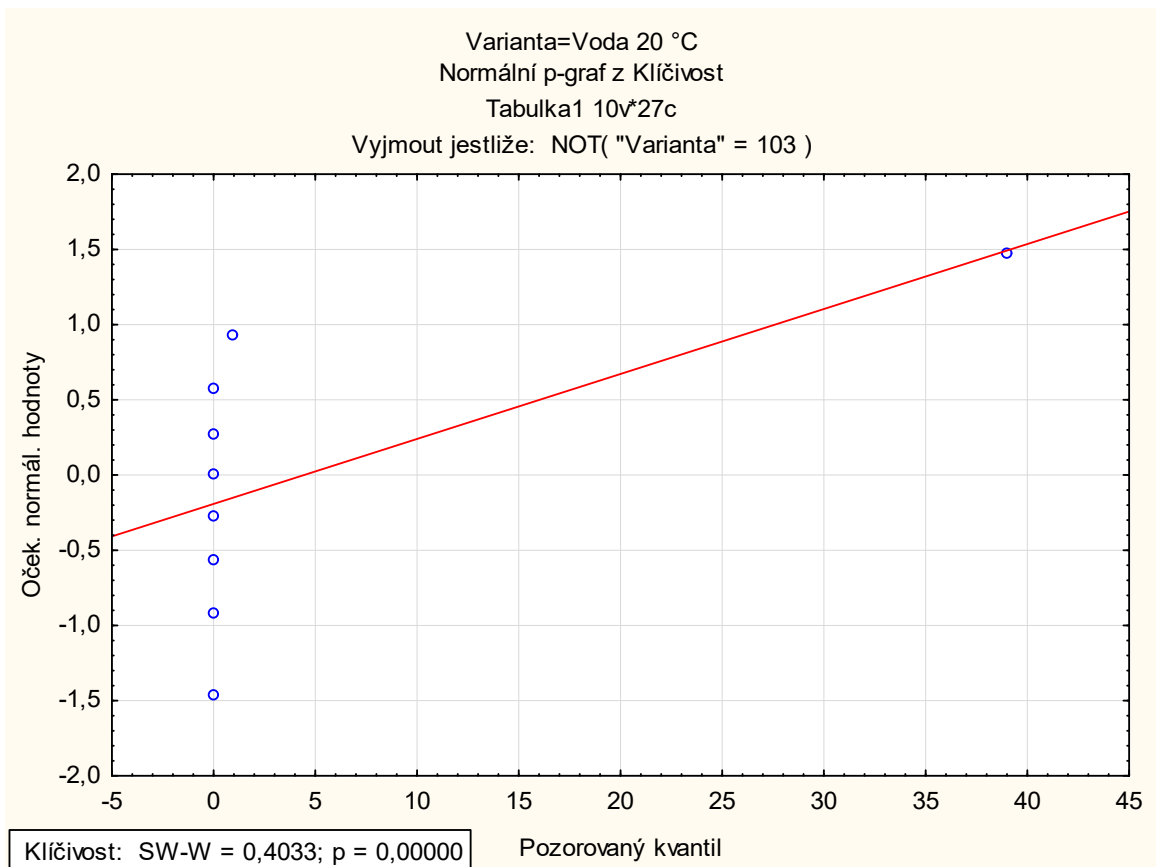
Varianta	Tukeyův HSD test; proměn.: Klíčivost (Tabulka1) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$		
	{1} M=64,444	{2} M=44,111	{3} M=12,000
Kontrola {1}		0,265655	0,001195
Voda 5 °C {2}	0,265655		0,047290
Voda 20 °C {3}	0,001195	0,047290	



Graf č. VII – Shapiro-Wilkův test, *B. vulgaris* – kontrolní varianta



Graf č. VIII – Shapiro-Wilkův test, *B. vulgaris* – varianta 5 °C



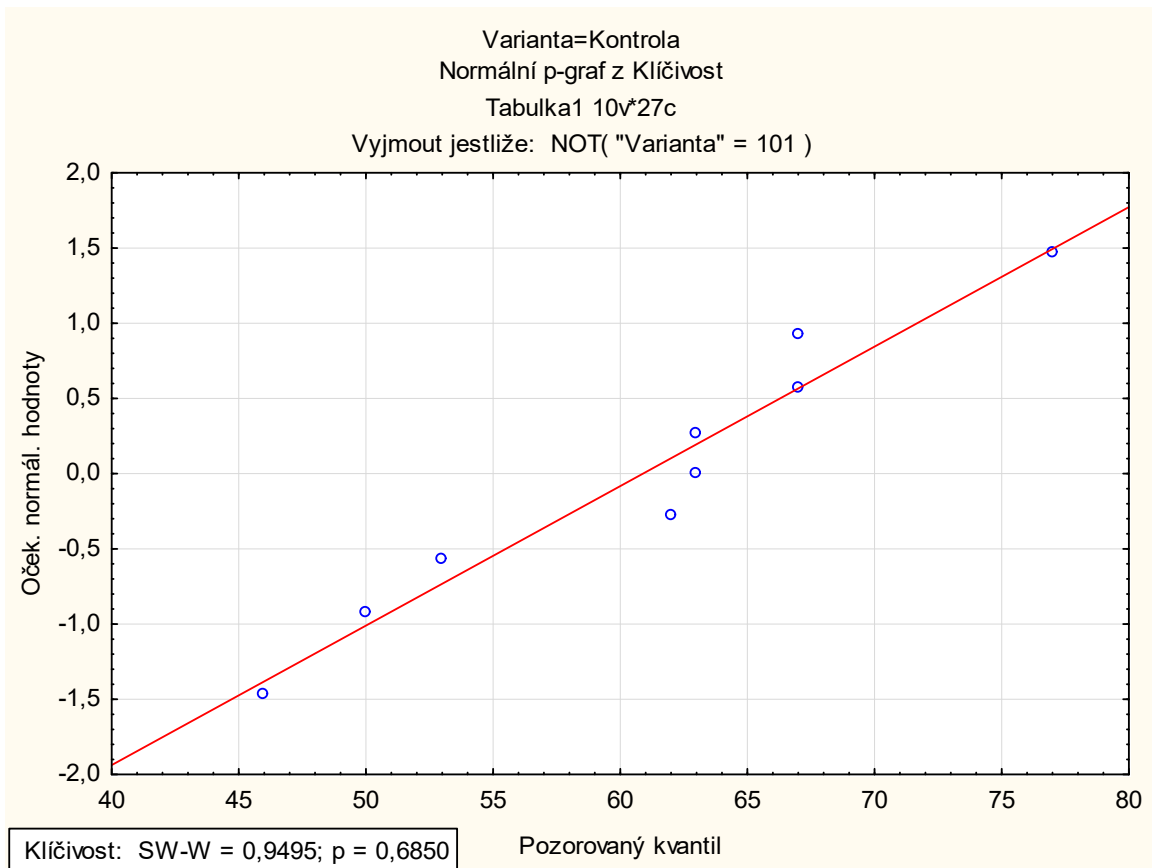
Graf č. IX – Shapiro-Wilkův test, *B. vulgaris* – varianta 20 °C

Tab. č. V – Analýza rozptylu, *B. vulgaris*

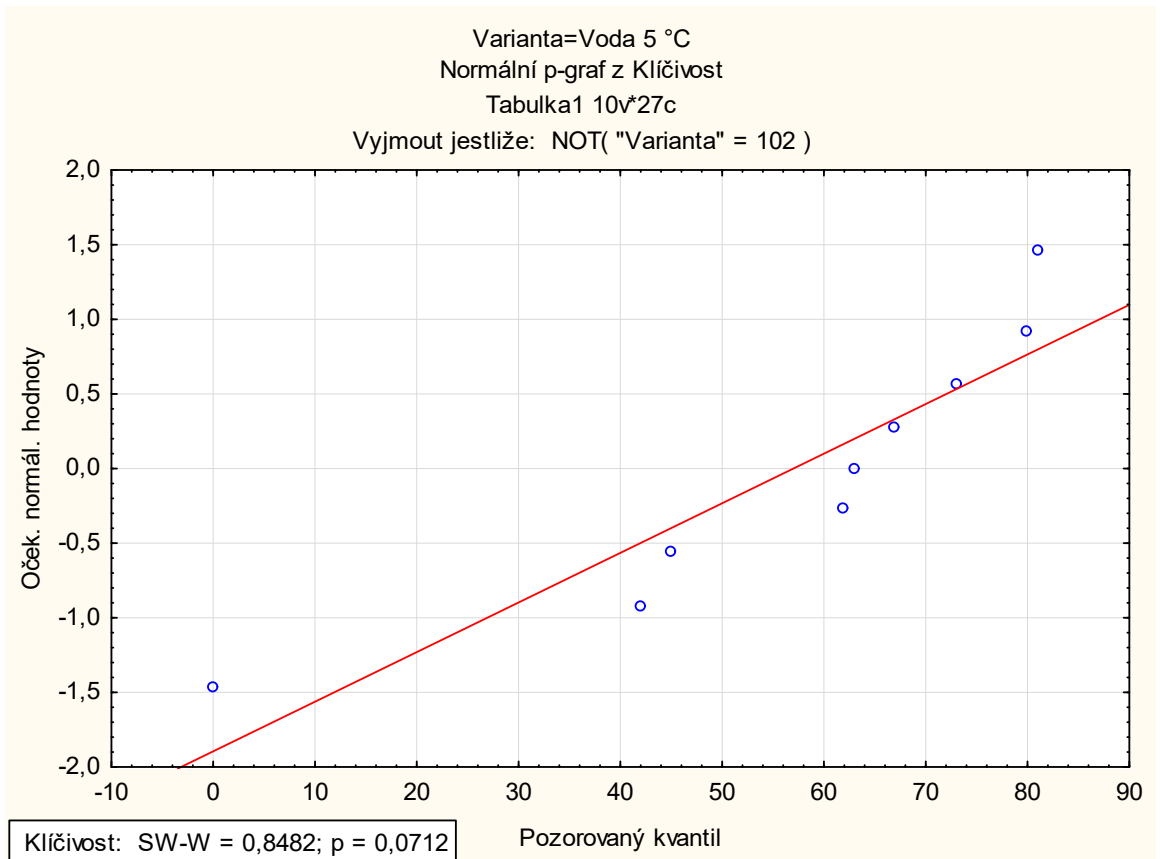
Analýza rozptylu (Tabulka1)								
Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	19476,07	2	9738,037	7384,222	24	307,6759	31,65031	0,000000

Tab. č. VI – Tukeyův test, *B. vulgaris*

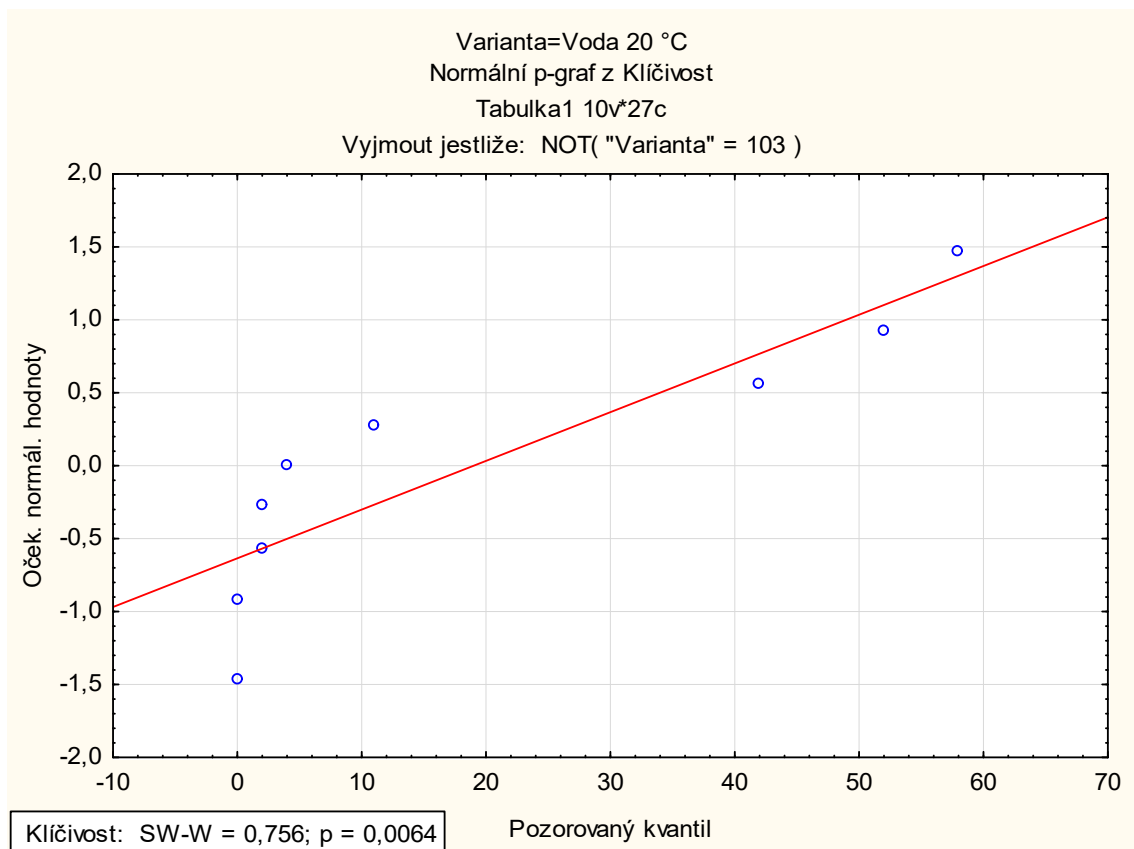
Tukeyův HSD test; proměn.: Klíčivost (Tabulka1)			
Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
	{1}	{2}	{3}
Varianta	M=60,333	M=2,3333	M=4,4444
Kontrola {1}		0,000129	0,000130
Voda 5 °C {2}	0,000129		0,964845
Voda 20 °C {3}	0,000130	0,964845	



Graf č. X – Shapiro-Wilkův test, *E. crus-galli* – kontrolní varianta



Graf č. XI – Shapiro-Wilkův test, *E. crus-galli* – varianta 5 °C



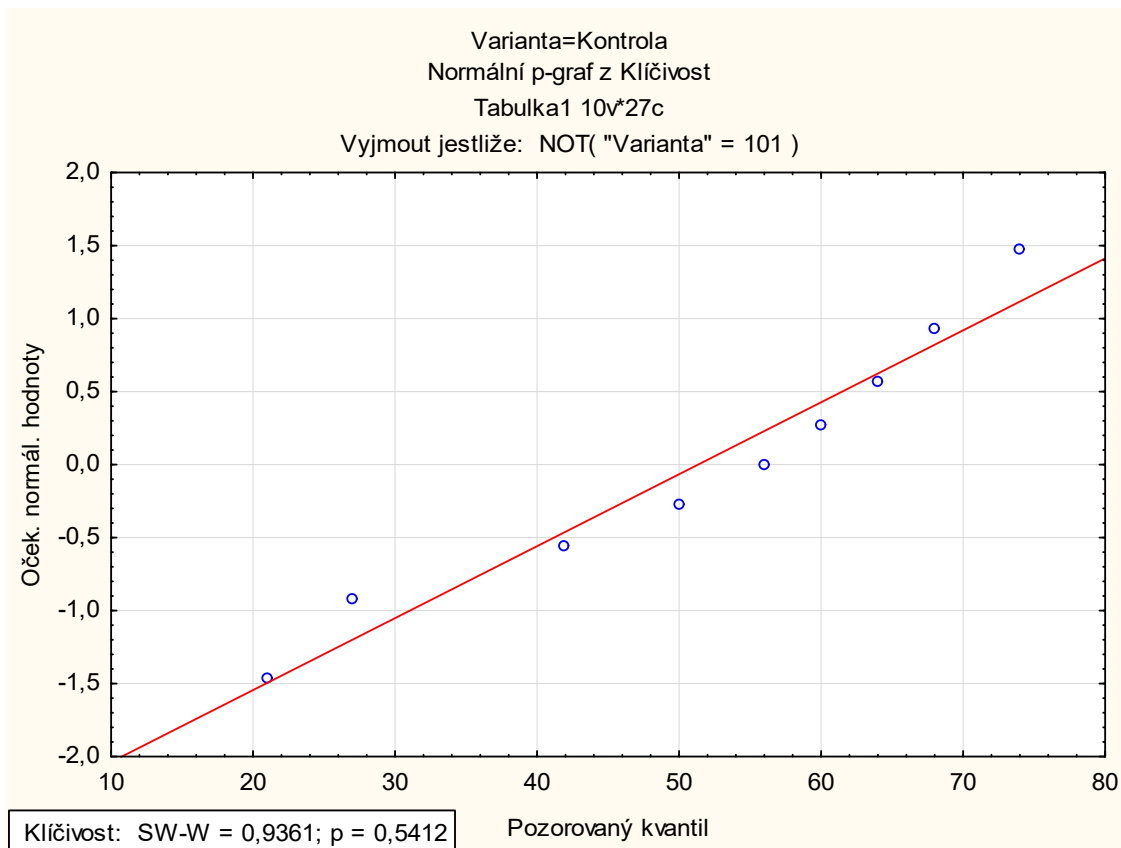
Graf č. XII – Shapiro-Wilkův test, *E. crus-galli* – varianta 20 °C

Tab. č. VII – Analýza rozptylu, *E. crus-galli*

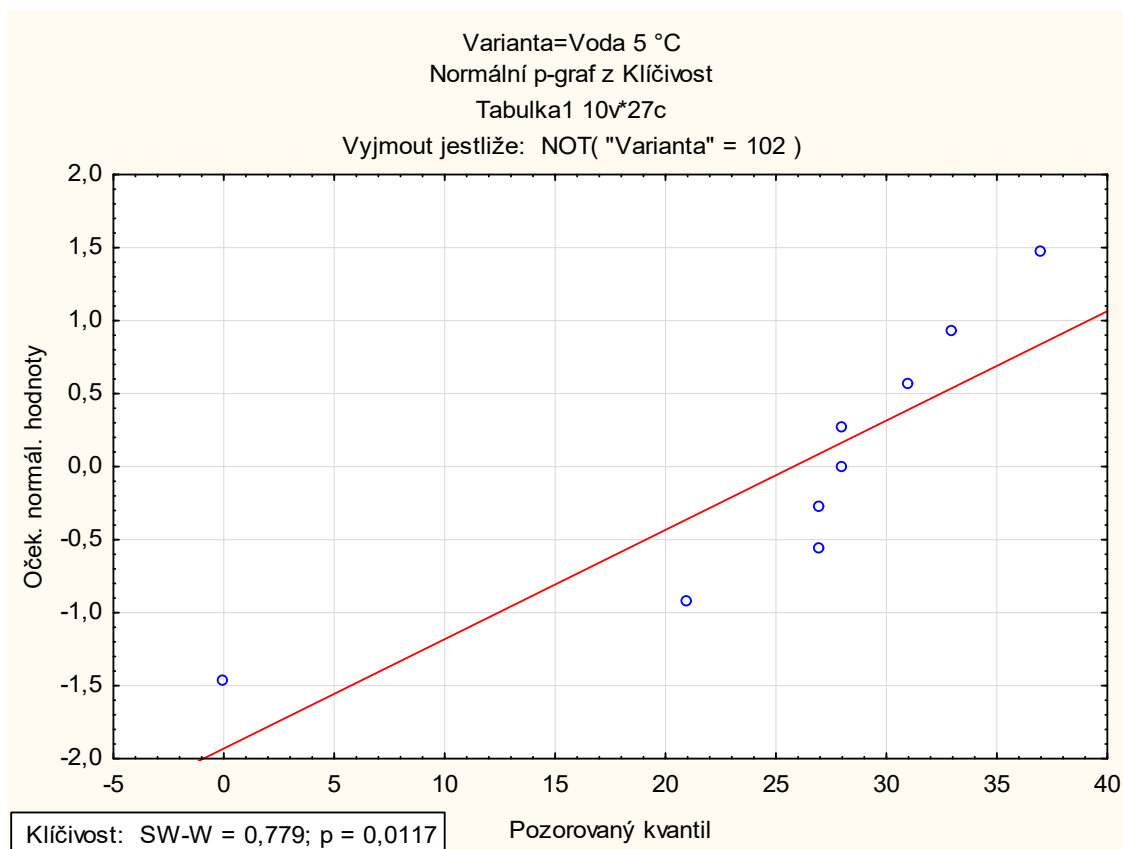
Proměnná	Analýza rozptylu (Tabulka1) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	9641,407	2	4820,704	10614,89	24	442,2870	10,89949	0,000429

Tab. č. VIII – Tukeyův test, *E. crus-galli*

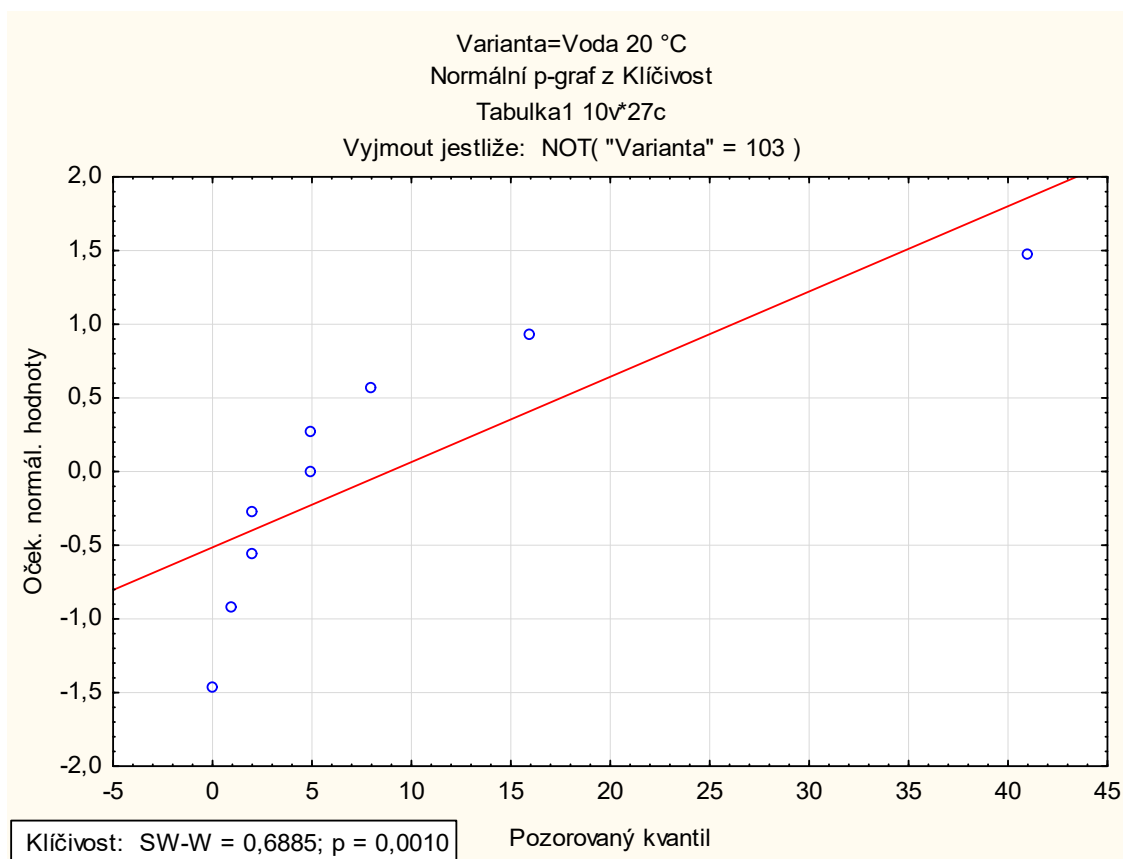
Varianta	Tukeyův HSD test; proměn.: Klíčivost (Tabulka1) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000		
	{1} M=60,889	{2} M=57,000	{3} M=19,000
Kontrola {1}		0,919044	0,000945
Voda 5 °C {2}	0,919044		0,002331
Voda 20 °C {3}	0,000945	0,002331	



Graf č. XIII – Shapiro-Wilkův test, *C. album* – kontrolní varianta



Graf č. XIV – Shapiro-Wilkův test, *C. album* – varianta 5 °C



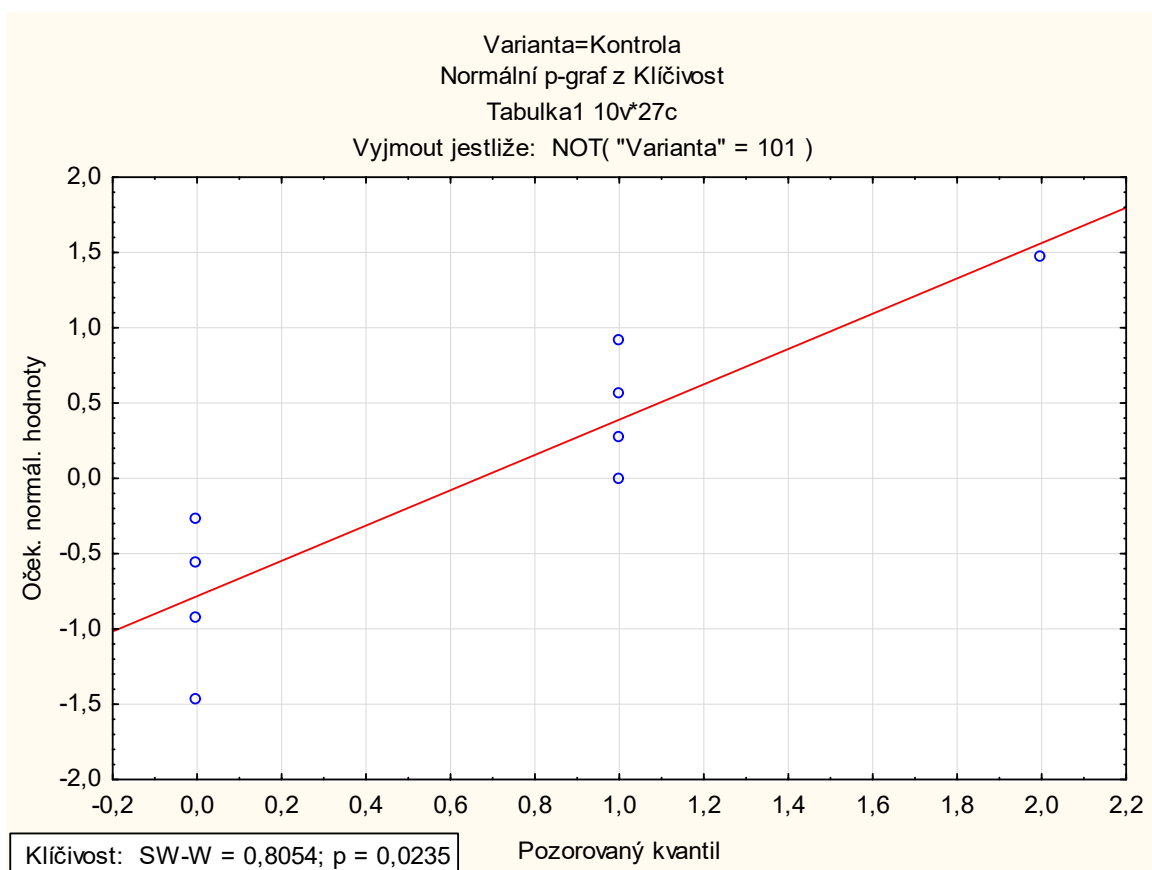
Graf č. XV – Shapiro-Wilkův test, *C. album* – varianta 20 °C

Tab. č. IX – Analýza rozptylu, *C. album*

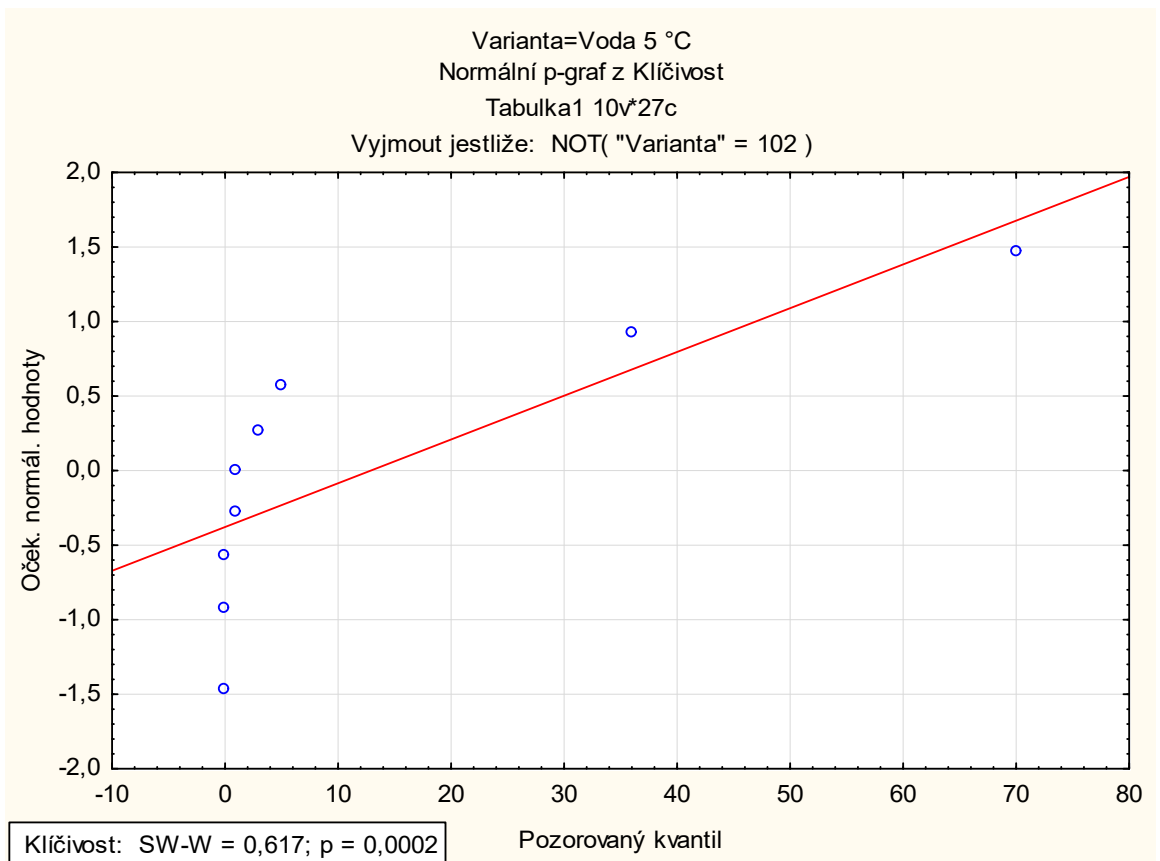
Analýza rozptylu (Tabulka1)								
Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$								
Proměnná	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	8219,556	2	4109,778	4904,444	24	204,3519	20,11128	0,000007

Tab. č. X – Tukeyův test, *C. album*

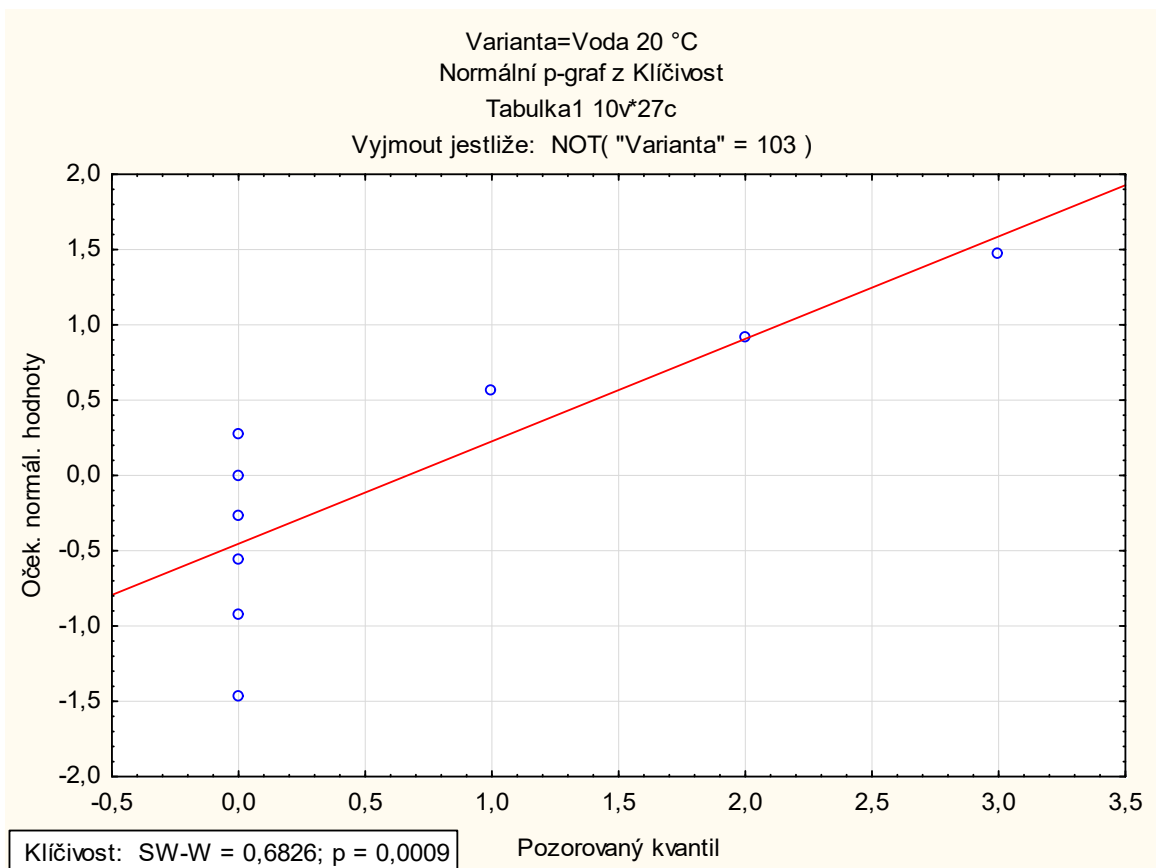
Tukeyův HSD test; proměn.: Klíčivost (Tabulka1)			
Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$			
Varianta	{1} M=51,333	{2} M=25,778	{3} M=8,8889
Kontrola {1}		0,002566	0,000132
Voda 5 °C {2}	0,002566		0,049173
Voda 20 °C {3}	0,000132	0,049173	



Graf č. XVI – Shapiro-Wilkův test, *C. rubrum* – kontrolní varianta



Graf č. XVII – Shapiro-Wilkův test, *C. rubrum* – varianta 5 °C



Graf č. XVIII – Shapiro-Wilkův test, *C. rubrum* – varianta 20 °C

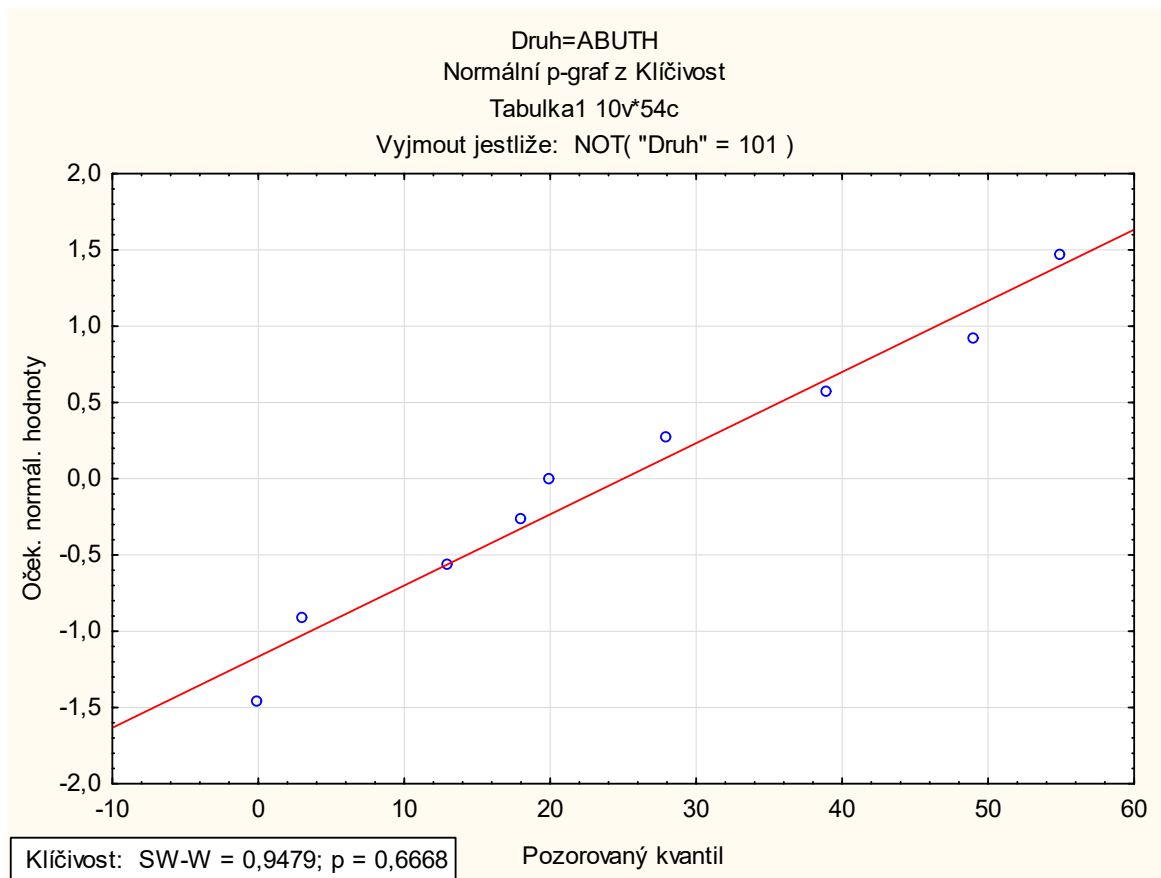
Tab. č. XI – Analýza rozptylu, *C. rubrum*

Proměnná	Analýza rozptylu (Tabulka1) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	896,2963	2	448,1481	4750,889	24	197,9537	2,263904	0,125694

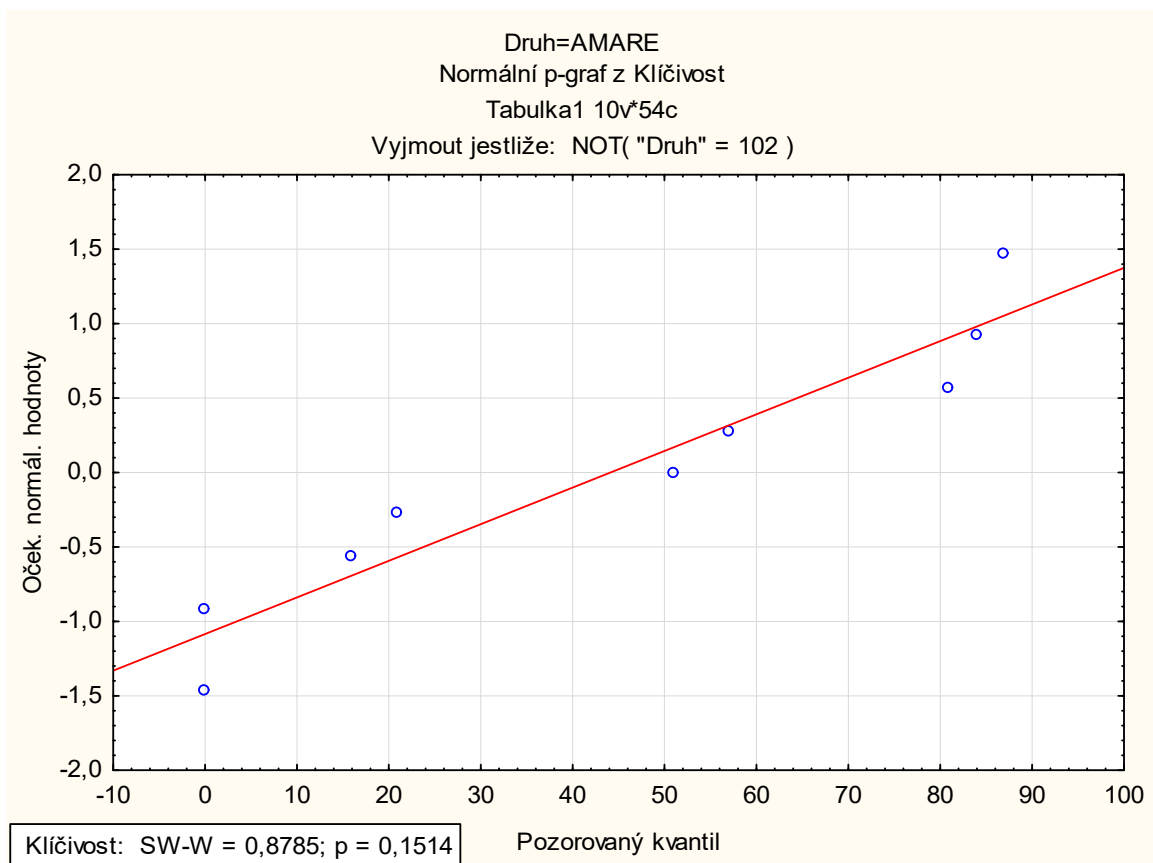
Tab. č. XII – Tukeyův test, *C. rubrum*

Varianta	Tukeyův HSD test; proměn.: Klíčivost (Tabulka1) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$		
	{1} M=,66667	{2} M=12,889	{3} M=,66667
Kontrola {1}		0,177504	1,000000
Voda 5 °C {2}	0,177504		0,177504
Voda 20 °C {3}	1,000000	0,177504	

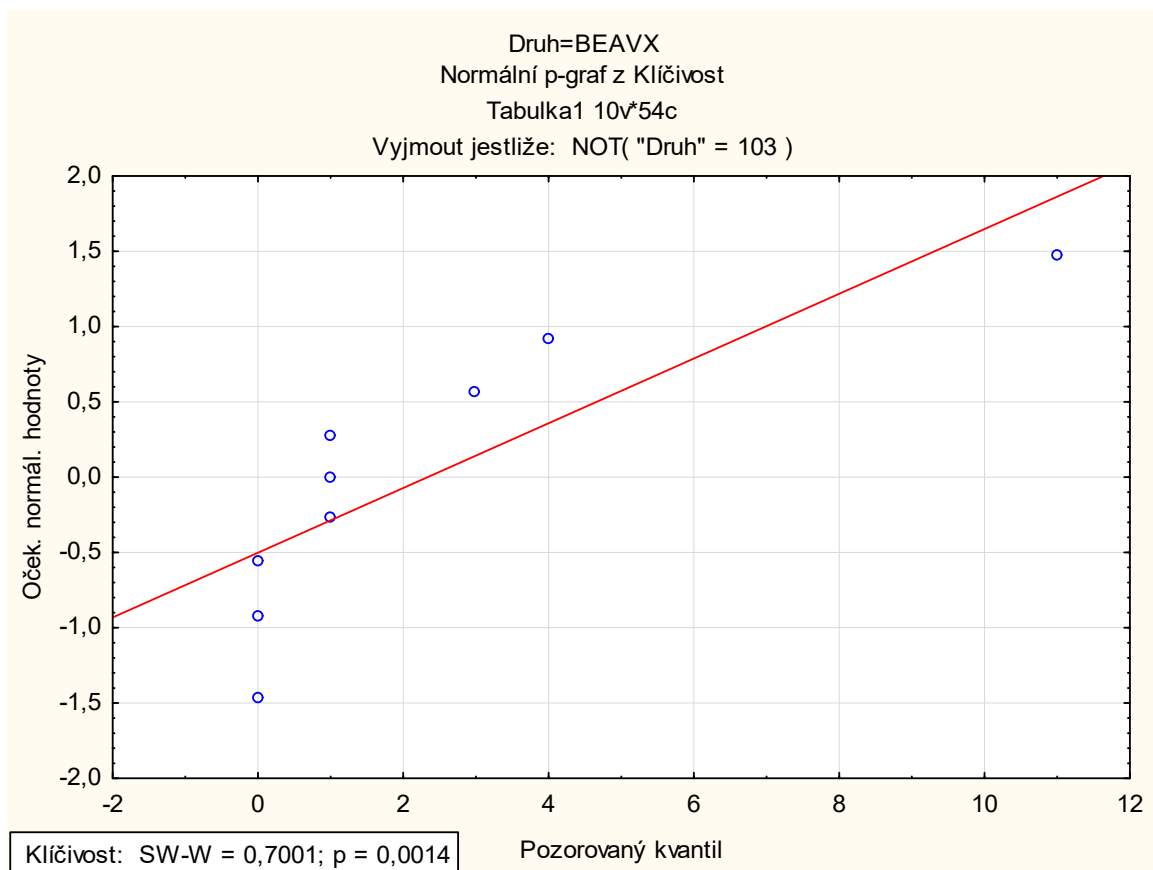
Příloha č. 2 – Statistické šetření – druhá hypotéza



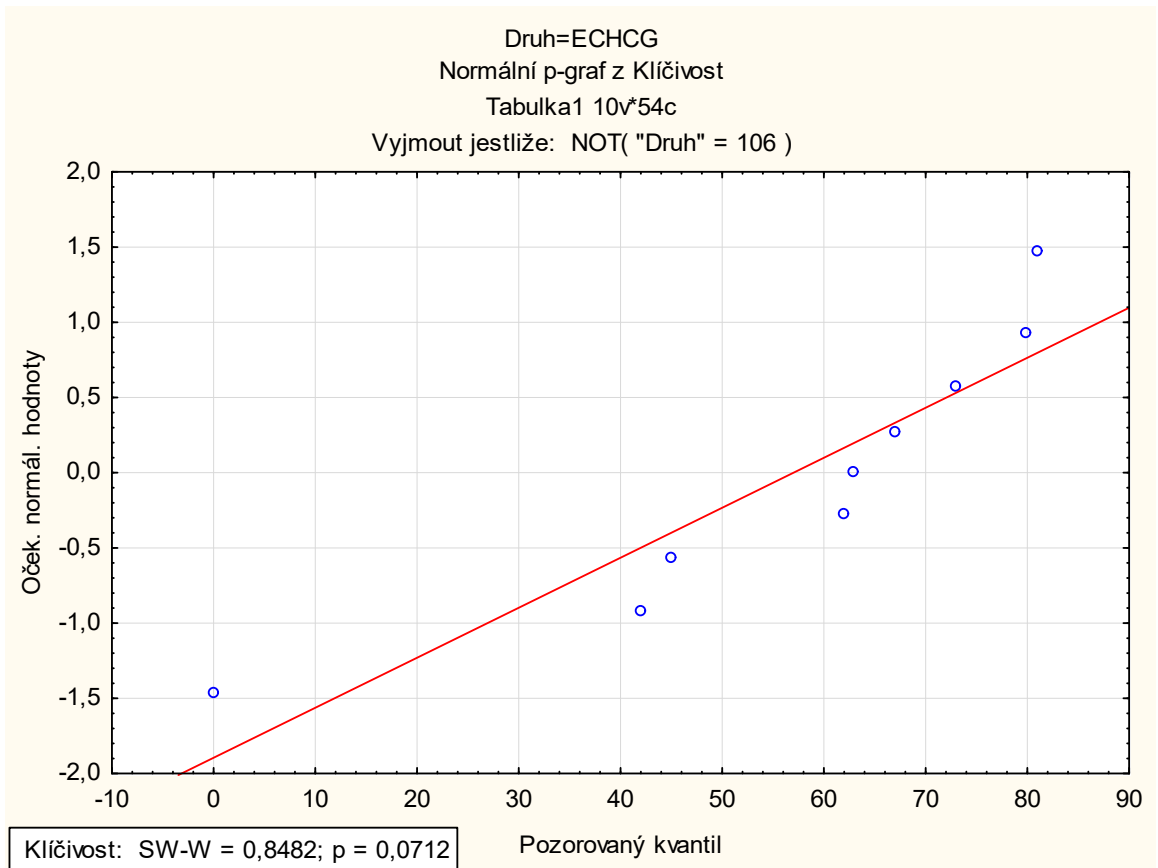
Graf č. XIX – Shapiro-Wilkův test, *A. theophrasti* – varianta 5 °C



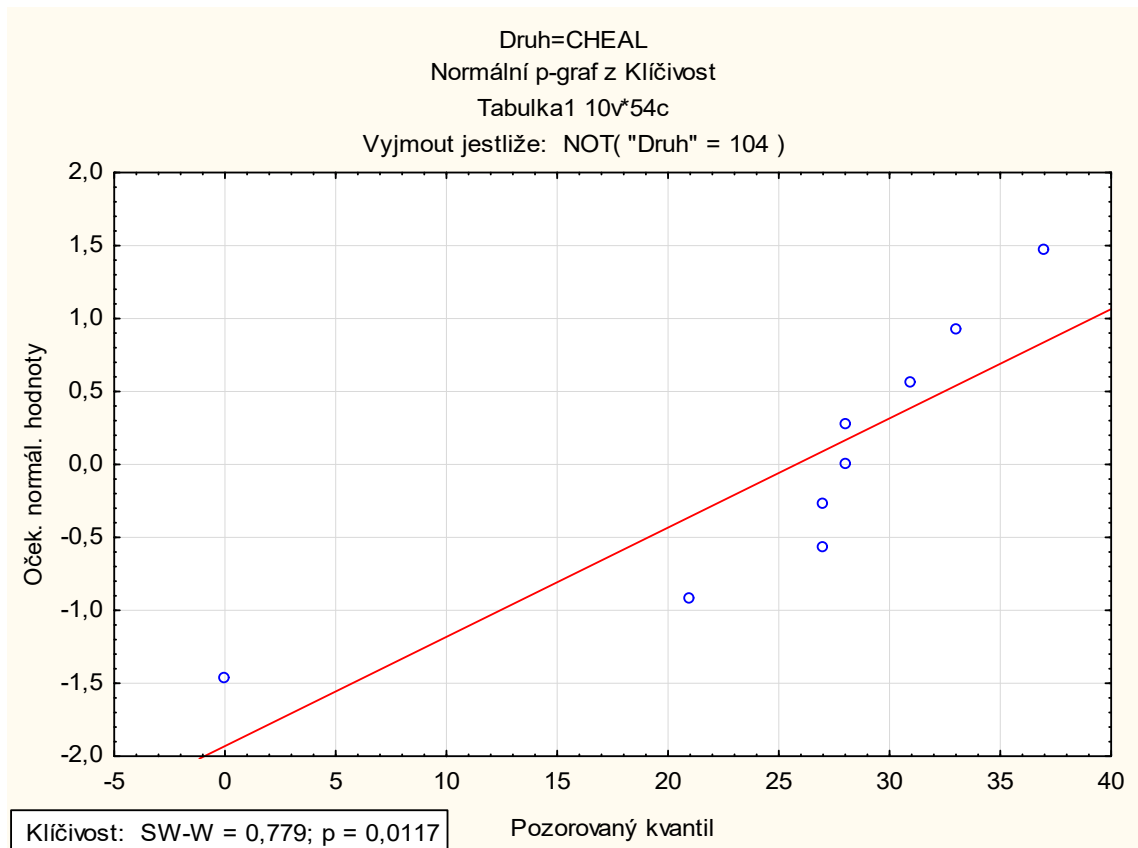
Graf č. XX – Shapiro-Wilkův test, *A. retroflexus* – varianta 5 °C



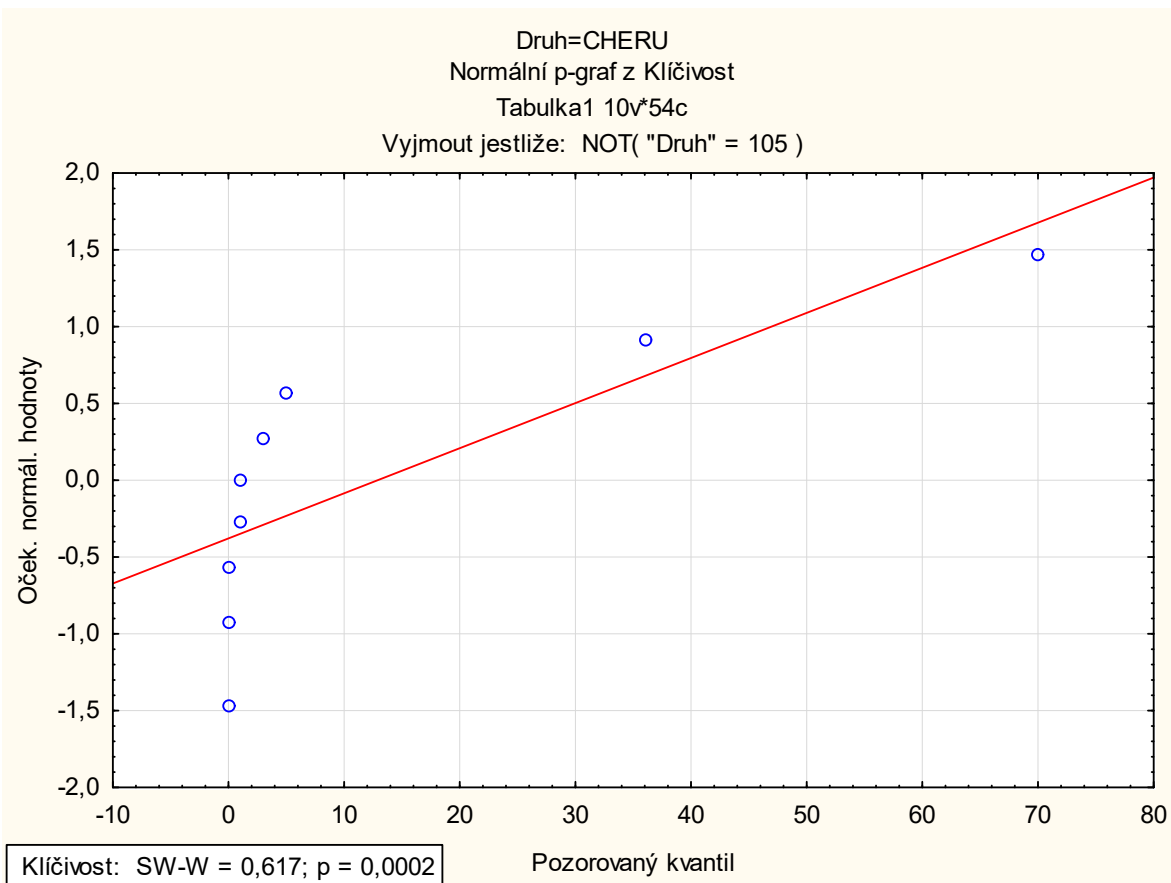
Graf č. XXI – Shapiro-Wilkův test, *B. vulgaris* – varianta 5 °C



Graf č. XXII – Shapiro-Wilkův test, *E. crus-galli* – varianta 5 °C



Graf č. XXIII – Shapiro-Wilkův test, *C. album* – varianta 5 °C



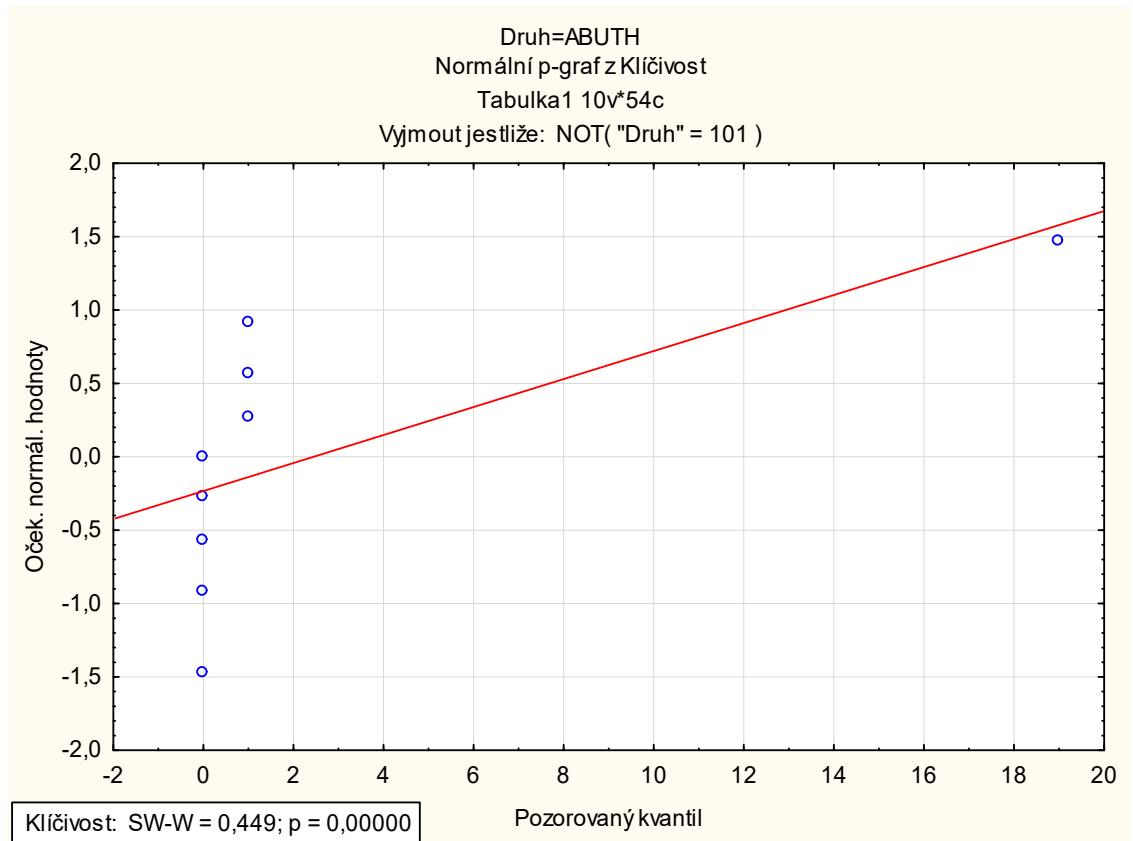
Graf č. XXIV. – Shapiro-Wilkův test, *C. rubrum* – varianta 5 °C

Tab. č. XIII – Analýza rozptylu, varianta 5 °C

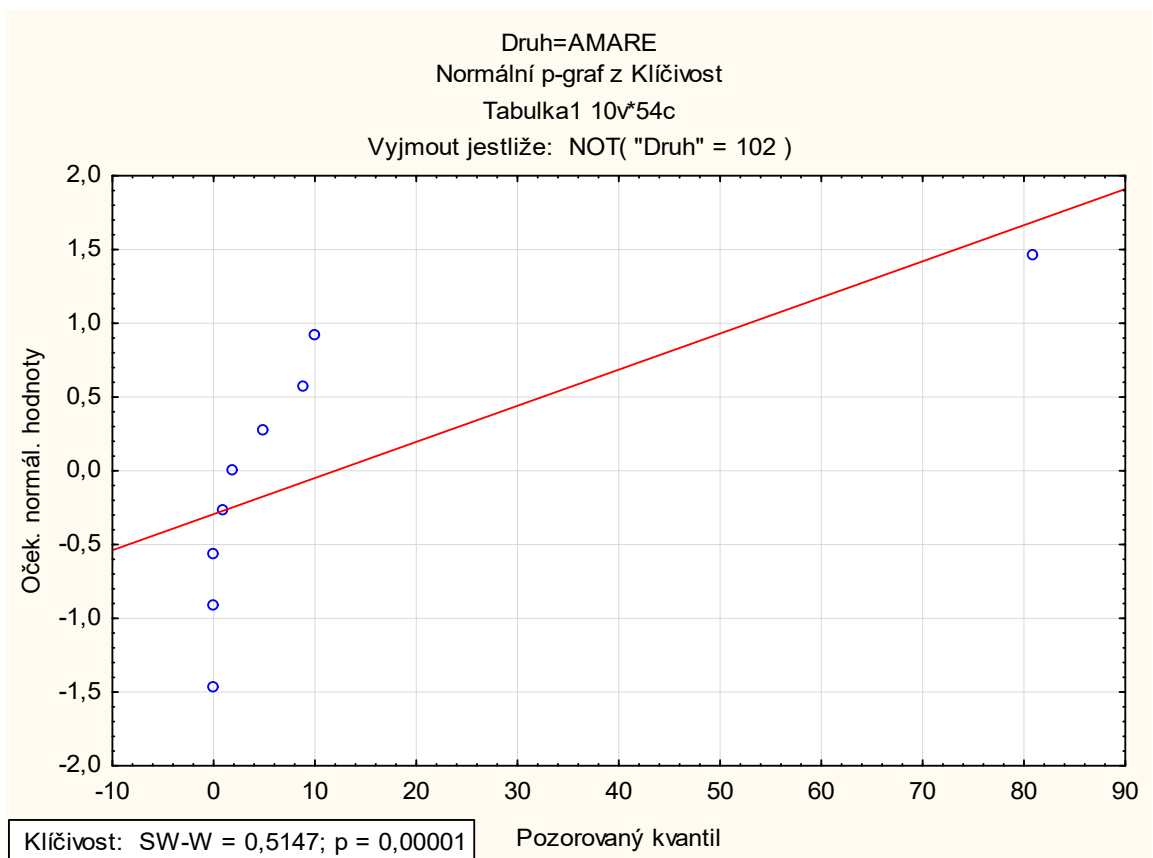
Proměnná	Analýza rozptylu (Tabulka1) Označ. efekty jsou význ. na hlad. p < ,05000							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	18013,48	5	3602,696	24111,33	48	502,3194	1,172122	0,000044

Tab. č. XIV – Tukeyův test, varianta 5 °C

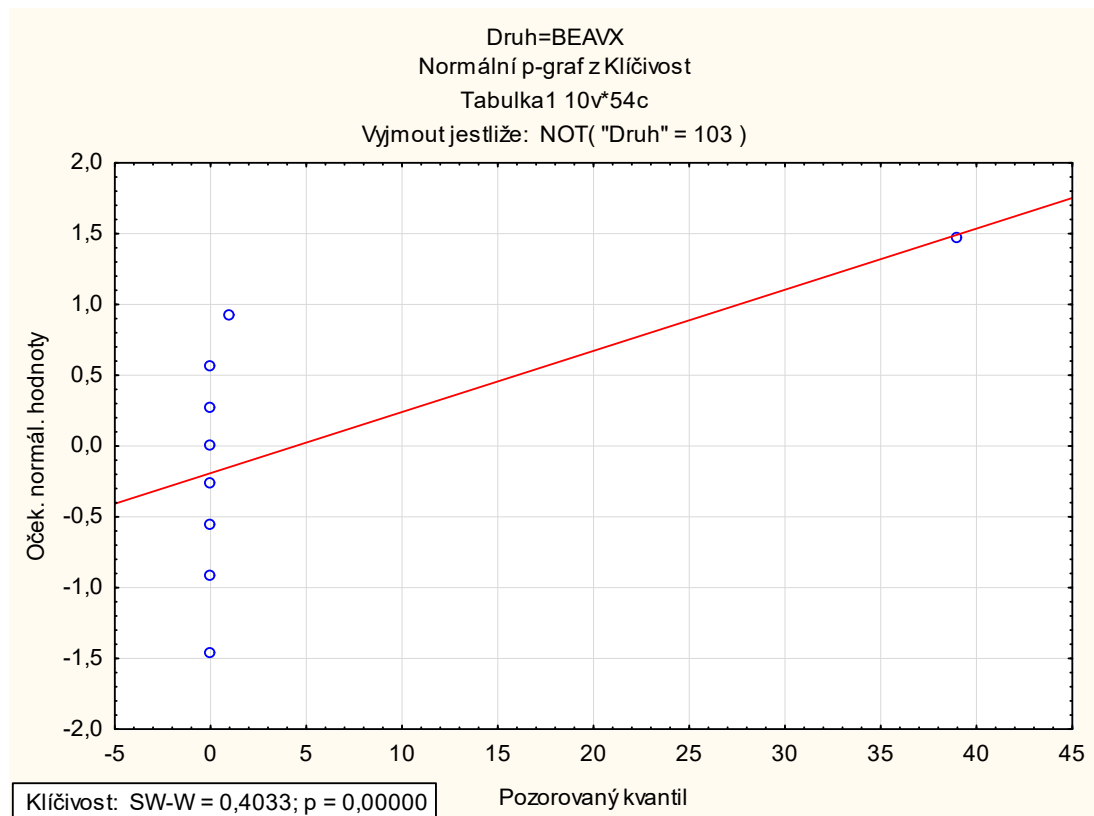
Druh	Tukeyův HSD test; proměn.:Klíčivost (Tabulka1) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. p < ,05000					
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
	M=25,000	M=44,111	M=2,3333	M=25,778	M=12,889	M=57,000
ABUTH {1}		0,469995	0,282345	1,000000	0,859405	0,043080
AMARE {2}	0,469995		0,003359	0,516165	0,051665	0,825061
BEAVX {3}	0,282345	0,003359		0,248348	0,916034	0,000197
CHEAL {4}	1,000000	0,516165	0,248348		0,825061	0,051665
CHERU {5}	0,859405	0,051665	0,916034	0,825061		0,001757
ECHCG {6}	0,043080	0,825061	0,000197	0,051665	0,001757	



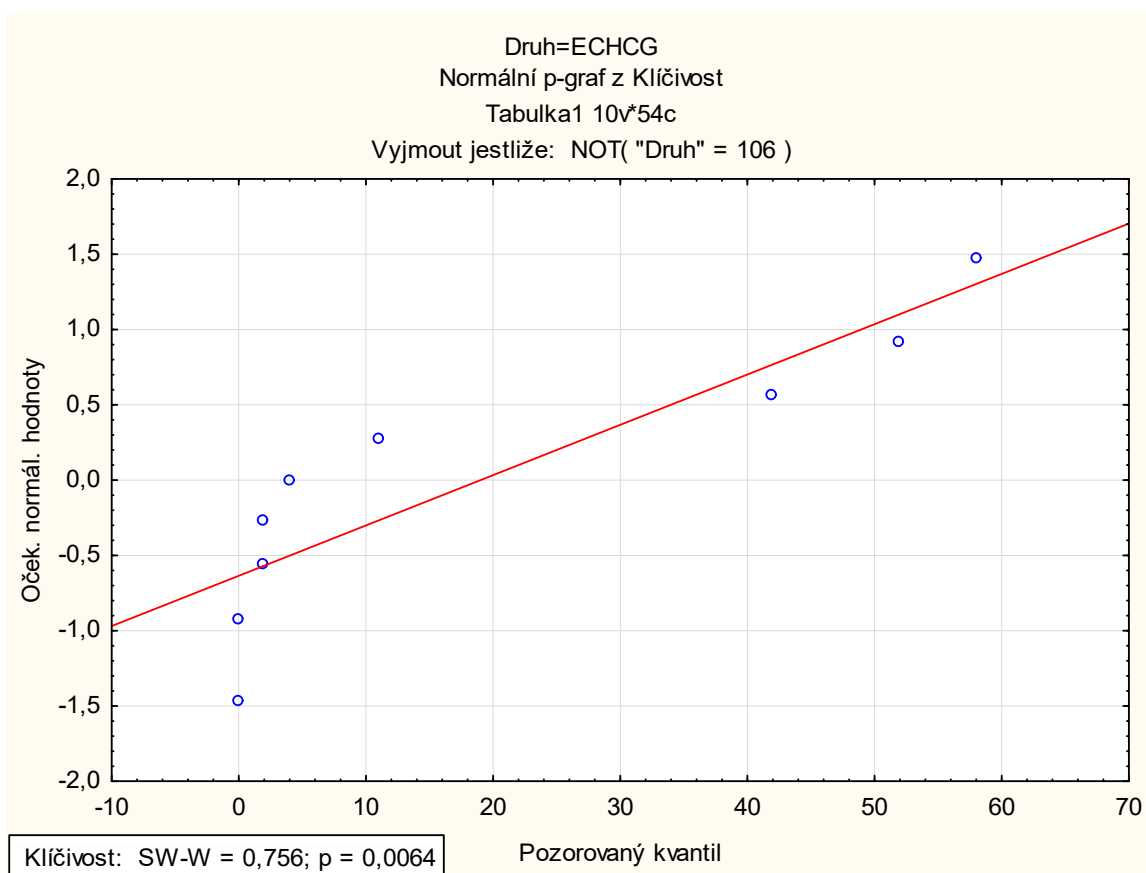
Graf č. XXV – Shapiro-Wilkův test, *A. theophrasti* – varianta 20 °C



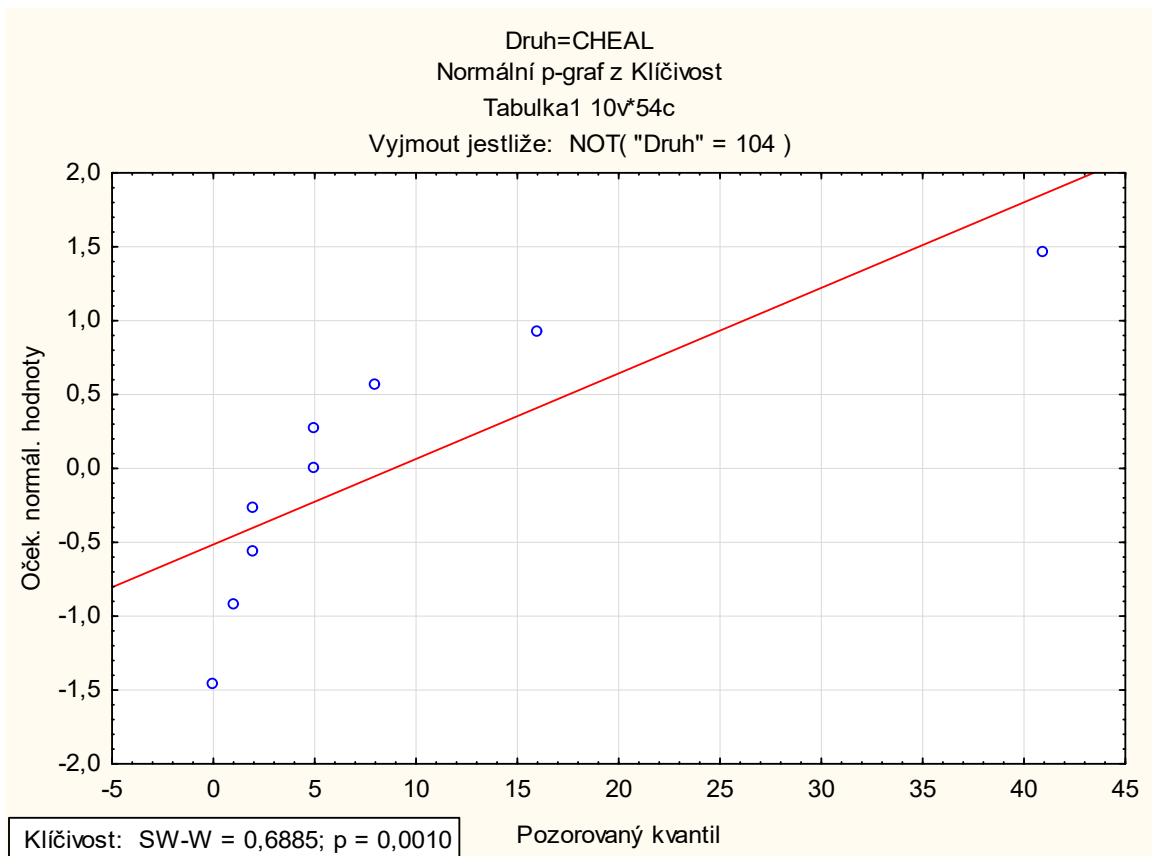
Graf č. XXVI – Shapiro-Wilkův test, *A. retroflexus*– varianta 20 °C



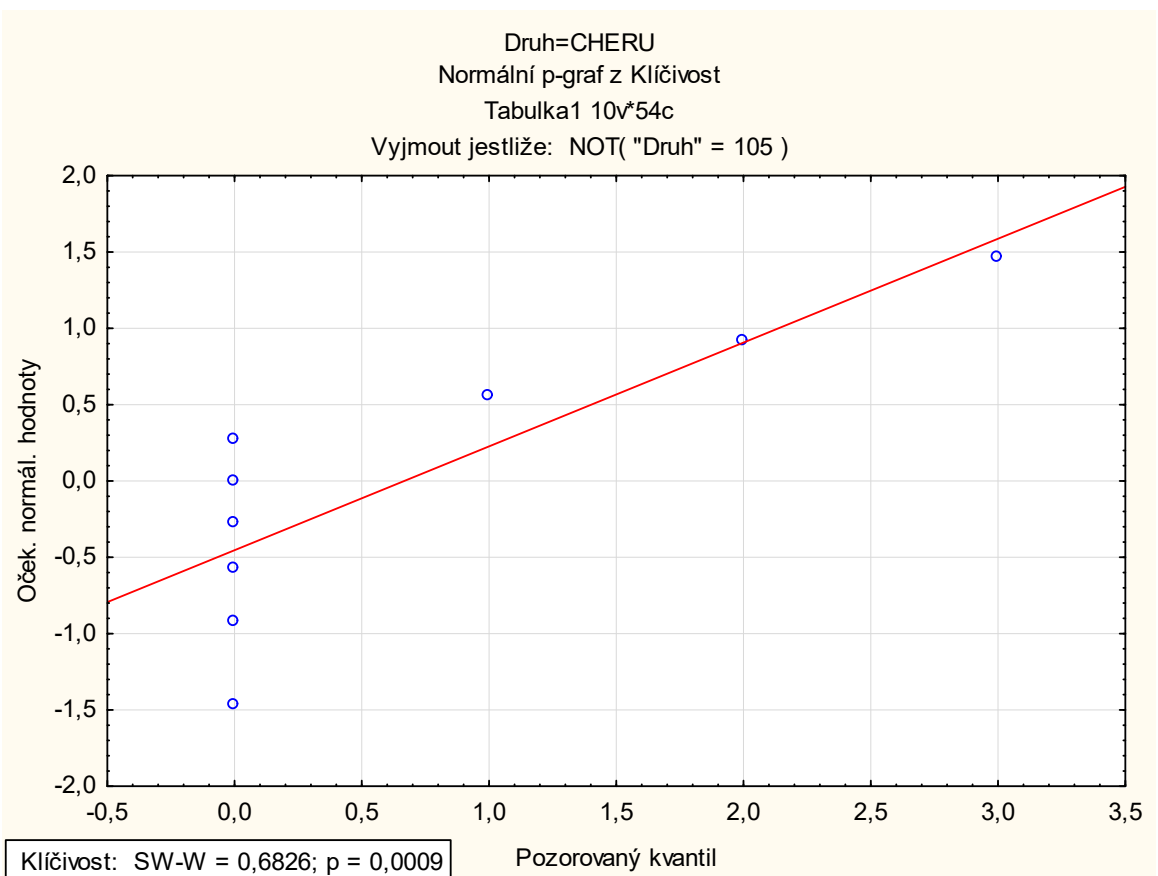
Graf č. XXVII – Shapiro-Wilkův test, *B. vulgaris* – varianta 20 °C



Graf č. XXVIII – Shapiro-Wilkův test, *E. crus-galli* – varianta 20 °C



Graf č. XXIX – Shapiro-Wilkův test, *C. album* – varianta 20 °C



Graf č. XXX – Shapiro-Wilkův test, *C. rubrum* – varianta 20 °C

Tab. č. XV – Analýza rozptylu, varianta 20 °C

Proměnná	Analýza rozptylu (Tabulka1) Označ. efekty jsou význ. na hlad. $p < ,05000$							
	SČ efekt	SV efekt	PČ efekt	SČ chyba	SV chyba	PČ chyba	F	p
Klíčivost	2115,204	5	423,0407	13217,33	48	275,3611	1,536313	0,196368

Tab. č. XVI – Tukeyův test, varianta 20 °C

Druh	Tukeyův HSD test; proměn.: Klíčivost (Tabulka1) Označ. rozdíly jsou významné na hlad. $p < ,05000$					
	{1} M=2,4444	{2} M=12,000	{3} M=4,4444	{4} M=8,8889	{5} M=,66667	{6} M=19,000
ABUTH {1}		0,824259	0,999855	0,961703	0,999919	0,296500
AMARE {2}	0,824259		0,926468	0,998690	0,697533	0,945947
BEAVX {3}	0,999855	0,926468		0,992680	0,996606	0,438245
CHEAL {4}	0,961703	0,998690	0,992680		0,897937	0,787620
CHERU {5}	0,999919	0,697533	0,996606	0,897937		0,197280
ECHCG {6}	0,296500	0,945947	0,438245	0,787620	0,197280	