

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra rostlinné výroby**



**Ověření účinnosti látky Hydrogel a hnojiva Duostart  
v poloprovozním pokusu v lokalitě Lešany (okr. Prostějov)  
na porostu máku setého**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Marek Pytlík**

**Obor studia: Pěstování rostlin**

**Vedoucí práce: Ing. Pavel Cihlář, Ph.D.**

© 2017 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Ověření účinnosti látky Hydrogel a hnojiva Duostart v poloprovozním pokusu v lokalitě Lešany (okr. Prostějov) na porostu máku setého" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20. 4. 2017

---

### **Poděkování**

Rád bych touto cestou chtěl poděkovat Ing. Pavlu Cihlářovi, Ph.D., za vedení a přátelský přístup při zpracovávání této práce. Dále děkuji mým blízkým a hlavně pak rodičům, za podporu, kterou mi během studia poskytovali.

# **Ověření účinnosti látky Hydrogel a hnojiva Duostart v poloprovozním pokusu v lokalitě Lešany (okr. Prostějov) na porostu máku setého**

## **Souhrn**

Literární přehled pojednává o morfologii máku, jeho požadavcích na prostředí a způsobu pěstování. Dále o působení stresu na rostliny a syntetických hydrogelech. Cílem této práce bylo ověřit účinnost látek Hydrogel a hnojiva Duostart na porostu máku setého. Za tímto účelem byl v Lešanech proveden poloprovozní pokus, jehož vyhodnocení je součástí této práce. Uvedené látky byly aplikovány spolu s osivem do seťové rýhy.

V práci byly hodnoceny a sledovány parametry hektarového výnosu semene, hmotnosti tisíce semen, hmotnosti semen v makovicích, hmotnosti prázdných makovic, počtu rostlin a makovic na m<sup>2</sup>, délky rostlin a kořenů a hmotnost kořenů.

Největších hodnot bylo u parametrů hektarový výnos, hmotnost makovice, počet rostlin na m<sup>2</sup>, délka rostliny, délka kořene a hmotnost 10 kořenů dosaženo při společné aplikaci hnojiva Duostart a látky Hydrogel. Nejvyšší hodnota hmotnosti tisíce semen byla naměřena u kontrolní varianty. Použití samotného hnojiva Duostart mělo největší vliv na hmotnost semen v makovici. Nejvyššího počtu rostlin na ploše 1 metru bylo zjištěno u kontrolní varianty i u varianty s kombinovanou aplikací Duostartu s Hydrogelem.

**Klíčová slova:** mák, pěstování, vliv, hydrogel, hnojení

# **Verification of the efficacy of the substance Hydrogel and fertilizer Duostart in a pilot experiment in Lešany (dist. Prostějov) on the poppy crop**

## **Summary**

Compilation of literature deal with morfology of poppy, poppy demands of environment and manneer of poppy planting. Other chapters discuss plant stress responses and synthetical hydrogels. The aim of this thesis was to verify efficacy of the substance Hydrogel and Duostart fertilizer on the poppy crop. For this reason, there was sown a specimen in Lešany, evulation of that experiment can be found in result chapter. Aforementioned substances were apply during sowing.

Monitored and rated parameters were hectare yield, weight of one thousand seeds, weight of seeds in poppy heads, weight of empty poppy heads, quantity of plants and poppy heads on square meter, length of plants, and lenght and weight of roots.

Simultaneous application of fertilizer Duostart and Hydrogel had biggest effects on hectare yield, weight of empty poppy heads, quantity of plants on square meter, length of plants and roots, and weight of 10 roots. Highest value of weight of one thousand seeds was found at the control variant. Solitary application of Duostart fertilizer had the highest weight of seeds in poppy heads. Highest density of plants on square meter was measured at both contol variant and Duostart with Hydrogel application.

**Keywords:** poppy, planting, efficacy, hydrogel, fertilization

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Cíl práce</b> .....	<b>10</b>
<b>3 Literární přehled</b> .....	<b>11</b>
3.1 Historie máku .....	11
3.2 Botanické zařazení máku .....	11
3.3 Morfologie máku.....	12
3.3.1 Semeno .....	12
3.3.2 Kořenová soustava.....	12
3.3.3 Lodyha .....	12
3.3.4 Listy .....	12
3.3.5 Květ .....	13
3.3.6 Tobolka máku .....	13
3.4 Požadavky máku na prostředí .....	13
3.4.1 Nároky na půdu .....	13
3.4.2 Nároky na světlo.....	14
3.4.3 Nároky na teplo .....	14
3.4.4 Nároky na vláhu.....	14
3.5 Růst máku.....	15
3.5.1 Vývojové fáze máku setého.....	16
3.6 Příprava půdy a secí stroje pro mák .....	17
3.6.1 Secí stroje .....	17
3.6.2 Zakládání porostů máku .....	18
3.6.3 Výsev do seťové rýhy.....	18
3.6.4 Termín setí.....	18
3.6.5 Parametry setí .....	18
3.7 Ideální porosty máku.....	19
3.8 Výživa a hnojení máku.....	19
3.9 Stres u rostlin.....	20
3.9.1 Fyziologie stresu.....	21
3.9.2 Vliv stresu na kořenovou soustavu .....	21
3.9.3 Tepelný stres.....	22
3.9.4 Vztah vody a rostliny.....	22
3.9.5 Sucho jako stresový faktor .....	23
3.9.6 Fyziologické reakce na sucho.....	23
3.9.7 Příjem minerálních látek.....	24
3.10 Korelace mezi kořenem a lodyhou .....	24
3.11 Super absorbující polymery .....	25
3.11.1 Syntetické hydrogely .....	25
3.11.2 Užití hydrogelů v zemědělství .....	26

3.11.3	Vlastní použití.....	26
3.11.4	Bezpečnost a dopad na životní prostředí .....	27
<b>4</b>	<b>Metodika.....</b>	<b>28</b>
4.1	Charakteristika zájmového území .....	28
4.1.1	Charakteristika pozemku Oleška .....	28
4.1.2	Agrotechnické zásahy na pozemku .....	28
4.2	Odrůda Aplaus .....	29
4.3	Charakteristika použitých látek .....	29
4.3.1	Hnojivo Duostart NP .....	29
4.3.2	Hydrogel .....	29
4.3.2.1	Rozsah a způsob použití.....	30
4.3.2.2	Aplikace a doba působení .....	30
4.4	Secí stroj Falcon 6 PRO .....	30
4.5	Varianty pokusu .....	31
4.6	Statistické vyhodnocení.....	31
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>32</b>
5.1	Hodnocení produkčních ukazatelů .....	32
5.1.1	Výnos semen.....	32
5.1.2	Výnos semen bez extrémů .....	33
5.1.3	Hmotnost tisíce semen.....	34
5.1.4	Hmotnost semen v makovici .....	35
5.1.5	Hmotnost makovice.....	36
5.1.6	Počet rostlin na m <sup>2</sup> .....	37
5.1.7	Počet makovic na m <sup>2</sup> .....	38
5.1.8	Délka rostliny .....	39
5.1.9	Délka kořene.....	40
5.1.10	Hmotnost kořenů 10 rostlin .....	41
5.1.11	Celkový souhrn hodnot sledovaných znaků všech variant.....	42
<b>6</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>46</b>
<b>8</b>	<b>Seznam literatury .....</b>	<b>47</b>
<b>9</b>	<b>Seznam použitých zkratk .....</b>	<b>53</b>
<b>10</b>	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>54</b>
<b>11</b>	<b>Seznam grafů.....</b>	<b>55</b>
<b>12</b>	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>56</b>
<b>13</b>	<b>Samostatné přílohy .....</b>	<b>57</b>

# 1 Úvod

Mák setý je plodinou, jejíž historie pěstování sahá až do mladší doby kamenné. Od pradávna byl využíván jako potravinu i jako analgetikum. Jak jeho latinské jméno, které vzniklo spojením slov spánek a nést, napovídá, mák, potažmo makovina v sobě obsahuje látky, které pomáhají tišit bolest a vyvolávat spánek. V současné době je mák setý také využíván jak v potravinářském sektoru, kde jsou jeho semena používána jako pochutina a případně i jako olejnina, tak i ve farmaceutickém průmyslu, který z této zemědělské komodity získává cenné opiové alkaloidy. Mák setý patří mezi jednu z nejdéle využívaných plodin a léčivých rostlin na světě.

Pěstování máku má na našem území dalekosahající tradici. Vzhledem k této skutečnosti i vzhledem k jeho nezaměnitelným charakteristikám se mák dostal i do naší kultury. Od názvů sídel a vesnic, po lidová rčení a přirovnání až po zmínky v pohádkách prostoupil mák skrz naše dějiny do naší země i jazyku. Nezastupitelné místo má mák samozřejmě i v naší kuchyni, kde patří mezi oblíbenou a tradiční surovinu. Makové semeno má nejen vysokou výživovou hodnotu, ale i dieteticky vhodný obsah a zastoupení bílkovin i zajímavé množství některých minerálních látek.

V České republice, jakožto v předním světovém producentu a vývozci semenného máku, je mák považován za významnou zemědělskou plodinu. Ale i přes pokročilou techniku jeho pěstování, stále existují v jeho pěstitelské praxi místy značné rezervy. Hlavní slabinou bývá výnos, který zdaleka nedosahuje kvalit teoretického výnosu, ani výnosů získávaných z maloparcelkových pokusů.

Přítomnost vody v půdě je nejpodstatnějším požadavkem pro růst vegetace a samotný život rostlin. Voda, jako médium pro přenos, zajišťuje vyživování rostlin živinami, které se podílejí na její stavbě a vnitřních pochodech. Vzhledem k nedostatku vody v krajině i nejistým srážkovým úhrnům, se zvyšování využitelnosti vody a její zásoba v půdě se stává čím dál tím více palčivější otázkou nejen českého, ale i celosvětového zemědělství.

Odpovědí na tento problém by mohly přinést syntetické polymery, což jsou hydrofilní sloučeniny, obecně známé pod označením hydrofilní gely, neboli hydrogely, které jsou schopny do své struktury navázat obrovské množství vody. Hydrogely byly objeveny již před desítkami let a tvoří, co se týče rozdělení i využitelnosti, značně obšírnou skupinu. V zemědělství i zahradnictví jsou jako aditivum přidávány do půdy, aby zlepšily její vododržné kapacity a další fyzikální vlastnosti. Díky jim získávají rostliny delší přístup k živinám, což vede k jejich lepšímu prospívání.



Hydrogely mohou být též využity k podpoře klíčení a vzcházení setby, což vzhledem k problematice nevyrovnaného vzcházení v důsledku jarních přísušků u máku naskýtá jistou příležitost.

## **2 Cíl práce**

Cílem práce je vytvořit podrobný přehled české a světové vědecké literatury k tématu práce a ověřit účinnost látek Hydrogel a Duostart, aplikovaných do set'ové rýhy spolu s osivem, na porostu máku setého.

## 3 Literární přehled

### 3.1 Historie máku

Mák setý (*Papaver somniferum* L.) je velmi stará kulturní rostlina, která se ve volné přírodě nevyskytuje v planě rostoucí formě a tak u ní zůstává přesná oblast jejího původního výskytu neznámá. Za jednu předpokládanou kolébku kulturního máku považováno území střední Asie (dnešní Afganistán, Irán). Mák se řadí mezi jednu z mála plodin, která byla lidstvem využívána a kultivována již v neolitu. Existují záznamy o pěstování máku v Sumeru, Babylonu a Assýrii z doby 3 až 6 tisíc let p. n. l. Mák setý byl později ceněn a využíván pro své účinky sedativní a bolest tišící i pozdějšími starověkými civilizacemi Egypta, Řecka i Říma (Bernáth, 2003). Řada pozůstatků z nalezišť pravěkých kultur, prokázala, že mák byl znám jako plodina i lidem žijícím na území dnešního Španělska, Francie, Německa a Maďarska v období 4 až 5 tisíce let p. n. l (Tetenyi, 1997). Podle nejnovějších objevů se usuzuje, že centrum domestikace druhu *Papaver somniferum* bylo na území západní Evropy a kultivace máku proběhla na počátku mladší doby kamenné (Coward, 2008). Mák tak patří v této oblasti mezi jednu z nejdříve kultivovaných plodin (Salavert, 2011).

### 3.2 Botanické zařazení máku

Do čeledi papaveraceae – makovité jsou zařazeny byliny jak jednoleté, tak i vytrvalé. Oblast jejich rozšíření se nachází v mírném pásu severní polokoule. Mezi makovitými jsou popisovány druhy planě rostoucí, plevelné, ale i kulturní a léčivé. Mezi jejich charakteristické vlastnosti patří při rozkvětu opadavý prchavý kalich, v poupěti zmuchlané korunní lístky, přítomnost mléčnic vyplněných mléčnou emulzí, tzv. latexem, který je tvořen alkaloidy, bílkovinami, glycidy, tríslovinami a dalšími látkami (Novák a Skalický, 2012). Mezi nejcennější morfinové alkaloidy obsažené v latexu se řadí morfin, thebain a codein (Hagel a kol., 2008).

Samotný rod *Papaver* (mák) čítá 110 druhů rostlin, které mimo jiné charakterizují přisedlé terčovité blizny a typické tobolky tzv. makovice. Střední Evropa je místem původu 7 druhů máků, z nichž 4 jsou i domácími druhy České Republiky. Nejznámějším zástupcem této čeledi je mák setý. Mák setý je jednoletá plodina, jejíž kultivary se podle účelu využití dělí na olejné, se slabě vyvinutým systémem mléčnic a opiové s mléčnicemi dobře vyvinutými (Novák a Skalický, 2012).

### **3.3 Morfologie máku**

#### **3.3.1 Semeno**

Semeno máku je ledvinovitého tvaru s délkou 1-1,5 mm, přičemž větší semena prokazují vyšší biologickou hodnotu, což má vliv na lepší parametry klíčení, vzcházení i počáteční růst. Osemení, které je zbrázděno šestiúhelníkovými prohlubeninami, na sebe bere různé barvy v závislosti na dané odrůdě (Bechyně, 2001). České odrůdy mají barvu semen modrou, šedomodrou, bílou, či okrovou, načež cizokrajné kultivary jsou zbarveny do černa, hněda, růžova, bíla a dalších barev a jejich odstínů (Vašák a kol., 2010).

#### **3.3.2 Kořenová soustava**

Kořenovou soustavu tvoří hlavní dužnatý kulový kořen s několika vedlejšími větvemi a velké množství postranních vláscitých kořínků, které se vytváří hlavně v mělké vrstvě pod povrchem půdy. Délka hlavního kořene dosahuje 75 cm a více (Bechyně, 2001).

#### **3.3.3 Lodyha**

Lodyha máku je více variabilní znak odvislý hlavně od dané odrůdy, ale svoji roli na její stavbě hraje i působení vnějšího prostředí a agrotechnické zásahy. Výška a rozvětvení lodyhy tak může být ovlivněna hustotou porostu, dobou výsevu, výživou, zaplevelením i dalšími faktory. Výška stonku se pohybuje v rozmezí 0,6-2 m. počet větví na rostlině zásadně ovlivňuje vyrovnanost makovic, tedy jejich tvar, vývoj, dozrávání a tudíž kvalitu semen (Bechyně, 2001).

#### **3.3.4 Listy**

Listy jsou jednoduché lehce zvlněné a tvar jejich čepele je podlouhlý. Okraje mohou být hluboce vykrajované, zubaté až pilovité (Vašák a kol., 2010). Listy máku se rozdělují podle jejich umístění na stonku na spodní, které rostou v úseku pod prvním rozvětvením, střední, v jejichž úžlabí větve vyrůstají a horní, které rostou na větvích samotných. Zdravá rostlina má tmavě zelené listy ojíněné šedozeleným až modrozeleným povlakem, který na vrchní straně tvoří voskovou vrstvičku (Bechyně, 2001). Průduchy se vyskytují pouze na spodní straně listů (Bernáth, 2003).

### **3.3.5 Květ**

Květ máku je složen ze dvou kališních lístků, čtyř plátků korunních s typicky odlišnou barvou báze a generativních orgánů. Barva korunních plátků může být fialová, červená, růžová i bílá, přičemž jejich okraje mohou být hladké nebo zubaté (Vašák a kol., 2010). Tyčinky, v počtu 100-250 kusů, mají žluté či namodralé až nafialovělé prašníky, které uvolňují pylová zrna již zhruba 12 h před rozkvětem. Mák je považován za samosprašnou rostlinu, avšak za příznivých okolností dochází až k 30 % cizosprašení větrem a hmyzem (Bechyně, 2001).

### **3.3.6 Tobolka máku**

Tvar a rozměry tobolky máku neboli makovice jsou po nejvíce dány odrůdovou příslušností a menší míře i vnějšími podmínkami a agrotechnikou. Podle velikosti otvorů, které jsou umístěny pod paprsky blizny, se rozlišují 3 typy tobolek, a to tzv. hledáky, mající otvory pod bliznami, slepáky, jež mají tobolky zcela uzavřené a přechodné typy. Počet paprsků blizny je víceméně shodný s počtem lamel v makovici, které uvnitř makovice vytváří nepravé přihrádky, na jejichž ploše dochází k tvorbě a zrání semen (Bechyně, 2001). Vašák a kol. (2010) uvádí, že obvyklý počet lamel je 8-14. rozlišují se 3 tvary bliznového terče, a to tvar miskovitý, rovný a střechovitý, který je z praktického hlediska nejvíce žádán, jelikož na něm nezůstává voda a mák pak tolik netrpí výskytem černí a jiných chorob. Jedna makovice běžně obsahuje 4-6 tisíc semen, v některých případech jich však může mít až 12 tisíc. Průměrná hmotnost všech semen v tobolce se pohybuje v rozmezí 2-3 gramů.

## **3.4 Požadavky máku na prostředí**

Mák jarní pěstovaný na našem území je plodinou, která nemá ostře vyhraněné nároky na přírodní podmínky. Jeho vegetační doba je 125-140 dní. Snáší jarní mráz do -8 °C, v období dlouhivého růstu snese jen -3 °C (Vašák a kol, 2010). Jak uvádí Vrbenský (1960) ideální výrobní podmínky se nacházejí v mírně kopcovitých až rovinných polohách s nadmořskou výškou 300-600 m.n.m. nejlépe vyhovuje řepařsko-ječný až bramborářsko-pšeničný a ječný výrobní typ. Nevhodné jsou vyšší polohy pro chladnější a vlhčí klima či naopak níže položené teplé a suché oblasti.

### **3.4.1 Nároky na půdu**

Jak uvádí Vašák a kol. (2010) požadavky máku na půdu jsou náročné. Vyžaduje strukturní půdy s dobrým vodním režimem a s pečlivě provedeným zpracováním ornice. Nejlépe mák prospívá na půdách kyprých, hlubokých, humusem i živinami dobře zásobených

půdách. Ideální jsou dále půdy středně těžké, hlinité až písčitohlinité či hlinitopísčité, naopak mezi nevyhovující patří mělký profil ornice, půdy výsušné i těžké a jílovité. Kornatění a slévavost půd s následnou tvorbou škraloupu je též zcela nevhodné. Žádoucí je pozemek dobře zásobený základními živinami (hlavně K a P) i stopovými minerály (B, Mo, Zn). Pozemek by měl být také prost výrazného zaplevelení i reziduí po dříve použitých herbicidech. Ideální půdní reakce je blízká neutrálnímu pH.

### **3.4.2 Nároky na světlo**

Bechyně (2001) uvádí, že naše odrůdy patří k dlouhodobým rostlinám, a vyžadují dostatek světla po celou dobu vegetace. Jeho nedostatek se projevuje oslabením vitality i konkurenceschopnosti rostlin, což dále vede i ke snížení výnosu. Silné zastínění květů a tobolek na začátku jejich vývoje vede k tvorbě menších semen a v krajních případech dochází jen k vytvoření prázdných makovic. Jak upozorňují Vašák a kol. (2010) v období kvetení a dozrávání tobolek je zcela zásadní slunečné a teplé počasí, které zkracuje dobu zrání i snižuje výskyt i pravděpodobnost nebezpečných chorob.

### **3.4.3 Nároky na teplo**

Nároky máku na teplo nejsou během vegetace stálé. Od počátku vegetace do období rychlého růstu snáší rostliny máku i nízké teploty, přičemž hranice, kdy rostlinky usychají a hynou je kolem - 6 až - 8 °C. Nejodolnější je rostlina ve fázi listové růžice 6 - 8 cm velké, kdy ještě nemá náznaky prodlužovací fáze-v tomto období vydrží i - 12°C mráz. S prodlužovací fází růstu postupně klesá odolnost nízkým teplotám, až zcela zmizí. Působení nižších teplot v tomto období negativně ovlivňuje hlavně vzrostný vrchol. Mák je v dalších fázích vývoje a růstu velmi náročný na vyšší teplotu prostředí (Bechyně, 2001).

### **3.4.4 Nároky na vláhu**

Mák je plodinou náročnou na vláhu víceméně od vzejití až do rozkvětu, přičemž největší nároky na vodu jsou v období 2 - 3 týdny před rozkvětem prvních květů. Sucho v této době negativně působí na výnosy semen i makoviny. Celková spotřeba vody je u jarního výsevu odhadována na 250 - 300 l / m<sup>2</sup>, u podzimního výsevu se navíc přičítá 50 l / m<sup>2</sup>. Mák při seti vyžaduje vyžralou a vodou dobře zásobenou půdu. Semeno při klíčení přijímá tolik vody, která se rovná až 90 % své hmotnosti, a proto střídající se vlhká a suchá období působí na vzházení velmi negativně. Navíc za oněch podmínek hrozí též vytvoření půdního

škraloupu. Naopak přílišná vlhko a teplo může v době vzcházení podpořit šíření houbových chorob a následné padání klíčnicích rostlin (Bechyně, 2001).

Bernáth (1998) popisuje během vegetačního cyklu rostliny 2 fáze, které vyžadují dostatek vody. Prvním obdobím je zakládání stonku a druhým formování květních pupenů. Dále upozorňuje, že stres v období listové růžice má největší dopad na růst a následný vývoj rostliny.

### 3.5 Růst máku

Růst máku je dělen na 3 hlavní období:

- pozvolný růst
- největší asimilace rostlin
- postupné odumírání a zrání

Období pozvolného růstu v sobě zahrnuje klíčení, vzcházení a vytváření prvních pravých listů. Počáteční růst máku je skutečně pomalý, větších přírůstků mák dosahuje až po 4 týdnech od vzejití. V této době, kdy mají rostlinky 4 - 5 párů pravých listů, teprve zasychají lístky děložní a avšak kořínek se již zanořuje hluboko v půdě. Poté již rostliny rychle narůstají a dochází též k rozvoji kořenového systému. V 7. - 8. týdnu růstu se začínají prodlužovat internodia a kulový kořen mohutní. Ve stejném období jsou rostliny ohrožovány konkurencí plevelů a vznikem půdního škraloupu. (Vašák a kol., 2010).

Následné období největší asimilace je hlavním obdobím růstu. Od počátku tvorby osy až do fáze vývoje zelených tobolek rychle přibývá organická hmota. Postupně pak dochází k odumírání listů a tak i ke zmenšení asimilační plochy. Do tohoto období spadá i fáze kvetení. Květy máku se rozevírají vždy časně ráno před východem slunce, rovnou s rozkvětem odpadají kališní lístky a v odpoledních hodinách, není-li chladné počasí, odpadají i plátky korunní. Nejdříve rozkvétají květy na hlavním stonku, a poté květy na vedlejších větvích, i přesto, že často převyšují osu hlavní.

V posledním období dochází ke zvětšování semeníku a tedy formování budoucí makovice. Vývoj makovice lze rozdělit do 3 hlavních fází:

- Makovice dorůstá do konečné velikosti a tvaru
- Makovice nemění velikost ani tvar, vyvíjí se semena
- Makovice vysychá a dozrává, semena tmavnou a zbarvují se do odstínu dané odrůdy

S postupným vysycháním mění makovice svoji barvu a částečně i tvar, kdy od zelených a dužnatých se přes žlutou barvu dostávají ke hnědému zabarvení a zdřevnatělé stavbě (Vašák a kol., 2010).

### 3.5.1 Vývojové fáze máku setého

Pro přesné popsání vývojového stavu a pro stanovení agronomických zásahů byly pro mák setý stanoveny 2 stupnice – makrofenologická a mikrofenologická (Vašák a kol., 2010).

Tabulka 1 - Makrofenologická stupnice máku setého (Bechyně a Novák; 1987)

Kód	Růstová fáze
<b>00</b>	<b>KLÍČENÍ</b>
01	Suché semeno
03	Nabobtnalé semeno
05	Prasknuté osemení
07	Vyrašení zárodečného kořínku
<b>10</b>	<b>VZCHÁZENÍ</b>
12	Začátek vzcházení, hypokotylu se složenými dělohami na povrchu půdy
14	Dělohy vidlicovitě rozevřeny
<b>20</b>	<b>VYTVÁŘENÍ PRAVÝCH LISTŮ</b>
22	Fáze 1. a 2. pravého listu
24	Fáze 3. a 4. pravého listu
25	Fáze 5. pravého listu
26	Fáze 6. pravého listu
27	Fáze 7. pravého listu
<b>30</b>	<b>PŘÍZEMNÍ LISTOVÁ RŮŽICE</b>
35	Fáze růžice
<b>40</b>	<b>STONKOVÁNÍ A BUTONIZACE</b>
41	Objevení mladého poupěte na krátkém stonku mezi listy přízemní růžice
43	Stonek s poupětem je kratší než listy přízemní růžice
45	Fáze mladého poupěte – převislé poupě na stonku nepřevyšuje horní listy
47	Stonek s převislým poupětem převyšuje všechny lodyžní listy
49	Plná butonizace, květní stopka přímá, poupě vzpřímené
<b>50</b>	<b>KVETENÍ</b>
52	Začátek kvetení – 10 % rostlin kvete
54	Plný květ – kvete většina rostlin
56	Konec květu – 90 % rostlin je odkvetlých
<b>60</b>	<b>VÝVOJ TOBOLKY</b>
62	Fáze mladé tobolky – 10 % tobolek dosáhlo konečného tvaru a velikosti
64	Zelená zralost – konečný tvar a velikost většiny tobolek
<b>70</b>	<b>ZRÁNÍ TOBOLKY</b>
72	Začátek zrání (žloutnutí tobolek)
74	Žlutá zralost, vysychání a zrání tobolek
76	Dozrávání tobolek a semen
<b>80</b>	<b>PLNÁ ZRALOST</b>
81	Plná zralost tobolky i semen – semena v tobolkách chrastí
<b>90</b>	<b>DORMANCE SEMEN</b>
91	Dormance semen
93	Ztráta dormance semen



Tabulka 2 - Fáze růstu máku (Vašák a kol., 2010)

<b>Fáze růstu</b>	<b>Popis fáze</b>
<b>I.</b>	01 – 06 klíčení
<b>II.</b>	12 – 14 vzcházení
<b>III.</b>	22 – 27 vytváření pravých listů
<b>IV.</b>	35 listová růžice
<b>V.</b>	41 – 49 stonkování a butonizace
<b>VI.</b>	54 kvetení
<b>VII.</b>	62 – 71 zelená zralost
<b>VIII.</b>	72 – 75 žlutá zralost
<b>IX.</b>	76 – 81 plná zralost
<b>X.</b>	posklizňové dozrávání a dormance semen

### 3.6 Příprava půdy a secí stroje pro mák

Mák má náročné požadavky na výběr stanoviště a předseťovou přípravu půdy, od které se odvíjí dostupnost vláhy a vhodné podmínky v seťovém lůžku. Na podzim se příprava půdy zahajuje mělkou podmítkou do hloubky 8-10 cm. Po vzejití plevelů a výdrolu následuje hluboké kypření nebo orba, u které se doporučuje použít pluh s hrudořezy. Jarní část předseťové přípravy se provádí v době, kdy je povrch pozemku oschlý a půda se nelepí. Cílem je urovnání povrchu a vytvoření vhodné drobtovité struktury, vše ve snaze o co nejšetrnější zacházení s půdní vláhou. Příprava půdy se provádí jen v horní vrstvě ornice do hloubky maximálně 50 mm převláčením lehkými branami. Ideální je jarní setí secí kombinací, která šetří předseťové operace, nevysušuje půdu a též nezanechává po sobě dlouho viditelné koleje (Vašák a kol., 2010).

#### 3.6.1 Secí stroje

Pro výsev máku se užívá široká škála secích strojů jak s pneumatickým, tak i s mechanickým secím ústrojím. Při setí máku v sušším období je vhodnější použití botkových výsevních jednotek, které vytvářejí seťové lůžko s utuženým podložím. V současnosti se stále více do zájmu výrobců dostávají stroje s diskovým výsevními botkami a s pneumatickým výsevním mechanismem. V praxi se stále častěji používají univerzální secí stroje, u nichž je možné bezproblémové nastavení výsevku v rozmezí 1 - 2 kg / ha. Pro setí máku jsou vhodné dvoudiskové výsevní jednotky s přítlačným kolečkem, které vede botku v nastavené hloubce a umožňují tak přesné uložení osiva a jeho spojení s půdou. Současně přítlačné kolečko vytváří brázdičku, v níž jsou vzcházející rostlinky chráněny před vysušnými větry, navíc na dně brázdy se déle udržuje vlaha (Vašák a kol., 2010).

### **3.6.2 Zakládání porostů máku**

Výsev se provádí do prohřáté a strukturní půdy, jinak hrozí zamazání osiva a tedy jeho nevzejtí. Hloubka setí činí 1 - 2 cm, přičemž za sucha se seje hlouběji, aby se omezila nerovnoměrnost vzcházení. Během setí má za secím stroje vzniknout hnědý pruh země, což nastává v situacích, kdy dojde k promísení vrchní vrstvy a hlubší vrstvy půdy, ve které je více vody a nižší teplota. Přes noc se na této půdě srazí rosa, jejíž přítomnost postačí k naklíčení osiva. Mák klíčí při teplotě půdy 3 - 4 °C přibližně za 3 týdny po zasetí, s rostoucí teplotou půdy se doba vzejtí zkracuje (Vašák a kol., 2010). Bechyně (2001) upozorňuje na to, že vzešlý porost je velmi zranitelný a citlivý k nepříznivým podmínkám vnějšího prostředí (sucho, půdní škraloup, tlak chorob a škůdců), které ho dokážou během krátkého intervalu značně zredukovat, či zcela zlikvidovat.

### **3.6.3 Výsev do set'ové rýhy**

Za vhodný se též považuje výsev do tzv. set'ové rýhy. Jejím založení, rychlým pojezdem secího stroje, předchází zpravidla 2 x provedené převlácení pozemku bránami. Semena jsou poté uložena na dně přibližně 4 cm hluboké rýhy v hloubce 0-2 cm, podle toho jak je zahrnou samovolně padající zemina ze stran brázdy. Za sucha navíc vytváří rýha ochranu proti vysychání. Naopak při silných deštích, a na slévavých půdách se na dně brázdy splavuje jemnozem vytváří se zde půdní škraloup, který omezuje vzcházení máku (Vašák a kol., 2010).

### **3.6.4 Termín setí**

Termín setí je odvislý od průběhu počasí v předjaří. Základní podmínkou pro výsev, který je doporučován provést co nejdříve, je vyzrálost půdy, která při setí nesmí zamazávat osivo. Ideálně načasovaný výsev je hlavním předpokladem pro dobrý porost i výnos. Výkonné porosty lze získat při zasetí do konce dubna, u později setého máku je vysoká pravděpodobnost značně snížených výnosů (Bechyně, 2001).

### **3.6.5 Parametry setí**

Hodnota výsevků nejčastěji činí 1,5 - 1,75 kg osiva na ha, což odpovídá 250 - 300 klíčivým semenům na m<sup>2</sup>. Za dobrý porost je v době sklizně považována hustota 65 - 70 rostlin / m<sup>2</sup>, což odpovídá 100 kusům makovic / m<sup>2</sup>. Hloubka setí nesmí překročit 2 cm, přičemž je důležité, aby set'ové lůžko bylo kapilárně aktivní. Meziřádková vzdálenost by ve velkovýrobě neměla překračovat 25 cm, za ideální se považuje rozmezí 10 - 15 cm (Vašák a kol., 2010).

### 3.7 Ideální porosty máku

Ve velkovýrobních podmínkách jsou v současnosti preferovány hustší porosty s počtem až 100 jedinců na m<sup>2</sup>. Před sklizní je ideální mít na pozemku 100 makovic na m<sup>2</sup>, což odpovídá přibližně 65-70 rostlinám. Vyšlechtěné odrůdy společně s hustým výsevem dávají předpoklad, že každá rostlina bude mít pouze 1 až 2 makovice. Takovéto porosty, na rozdíl od porostů bohatě rozvětvených, se vyznačují kratší dobou kvetení, rychlejším a jednotným dozráváním a dokonce i vyšším výnosem. Při jednotném dozrávání semen se omezují sklizňové ztráty, mechanické poškození semen a celkově se zvyšuje kvalita sklizeného produktu, jelikož je zde více plnohodnotných a velikostně vyrovnaných semen (Vašák a kol, 2010).

### 3.8 Výživa a hnojení máku

Mák se vyznačuje nižší schopností osvojovat si živiny z půdy, a proto je často řazen do skupiny relativně méně náročných plodin. Pro dosažení přiměřeného výnosu i kvality produkce vyžaduje vyváženou výživu makro i mikrobiogenními prvky. Na výnos 1 t semene na ha a tomu odpovídajícímu množství makoviny rostlina odčerpá v průměru na 70 kg dusíku, 26 kg fosforu (60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 90 kg draslíku (108 kg K<sub>2</sub>O), 79 kg vápníku (111 kg CaO), 15 kg hořčíku (25 kg MgO) a 18 kg síry. Z řad mikroelementů pak 0,1 kg bóru, 0,2 kg zinku a 0,34 kg manganu. Zaorávkou slámy (makoviny) se navrácí po sklizni určité množství živin zpět do půdy, a to hlavně draslík a vápník (Baranyk, 2010).

Čerpání živin v průběhu vegetace je závislé na růstu a vývoji rostliny a ekologických podmínkách, hlavně teploty a rozdělení srážek. K vytvoření kořenového systému požaduje mák značné množství vláhy a přístupného vápníku a fosforu v půdě. Růst vzešlých rostlinek je dost pomalý a ke znatelnějším přírůstkům hmoty dochází až po 1 měsíci od vzejití. Intenzivně však roste kořen, který ve fázi vytvoření pravých listů, několikanásobně převyšuje hmotnost nadzemní biomasy. V období než mák vytvoří kulový kořen, který může dosáhnout až do hloubky 0,75 m, má rostlina malou osvojovací schopnost živin. Je proto důležité poskytnout porostu jejich dostatečné množství v přístupné formě. Sice mají rostliny v období pozvolného růstu (do DC 25) malou produkci nadzemní biomasy, ale příjem živin je vysoký. Ve stejné fázi růstu rostlina přijímá nejvíce draslíku, dusíku a vápníku. Ve fázi DC 27-35 se znásobuje průměrná hmotnost sušiny 2 x – 4 x a rostlina odčerpává na její tvorbu přes 60 % dusíku, fosforu a draslíku. U máku s vytvořenou listovou růžicí (fáze DC 35) narůstá obsah síry, hořčíku a zinku, dále se navyšuje hmotnost sušiny i odběr ostatních živin. Výživný stav

roślin ve fázi intenzivního růstu (DC 35 a 41) je zcela zásadní pro výnos semene. Do fáze DC 41 je také nutné zajistit i odpovídající obsah bóru a zinku (Vašák a kol., 2010).

Mák velmi citlivě reaguje na průběh počasí během vegetace. Rozdílnost v jednotlivých ročních období je hlavní příčinou odlišnosti výnosů i za stejných agrotechnických podmínek. Nejkritičtější období pro vytvoření dobrého výnosu jarního máku jsou nízké srážky a vysoké teploty v době po odkvětu. V tomto čase dochází k intenzivnímu růstu semen, který rozhoduje o hmotnosti tisíce semen a celkové sklizni. Cílem hnojení máku je vytvořit v půdě optimální podmínky, které zajistí rostlině v průběhu růstu a vývoje odpovídající zásobu a dostupnost potřebných živin a umožnit tak porostu, aby s přihlédnutím k ostatním vnějším podmínkám zhodnotil genetický potenciál své odrůdy. Za situace, kdy rostliny trpí nedostatkem některé z živin, dochází k omezení v růstu a vývinu a ovlivnění souvisejících metabolických procesů. Při silném omezení některé živiny dochází k různým deformacím a změnám v habitu rostliny (Vašák a kol., 2010).

### **3.9 Stres u rostlin**

Dle Larchera (2003) je stres ve většině případů definován jako podstatná odchylka od podmínek optimálních pro život daného druhu, která může neblaze působit na zdárný vývoj i samotné přežití rostliny. Vyvolává v organismu změny a odpovědi, které se mohou dotýkat všech jeho soustav. Nedojde-li k zásadním změnám v organismu a vyvolavatel stresu pomine, nastalé změny jsou zprvu vratné, později již nevratné. I když je stres jen dočasný s délkou jeho působení se životní síla rostliny stále snižuje. V zásadě je stresem ovlivněna celá rostlina, i v případě, kdy stres prvotně působil jen na jednu soustavu. Beck (2007) však uvádí, že výsledkem působení stresových reakcí může být v jistých případech i adaptace na nové podmínky. Taiz a Zeiger (2006) tvrdí, že je stres většinou hodnocen vzhledem k ovlivnění přežití rostliny, jejího růstu a výnosu. Koncept stresu je úzce spojen s jeho tolerancí či odolností vůči němu, což je stav, kdy je rostlina schopna se s nepříznivými podmínkami vyrovnat. Iba (2002) podotýká, že z důvodu, toho že rostliny postrádají možnost se volně pohybovat jako reakci na změny v okolním prostředí, jsou často vystaveny různým stresovým situacím, na jejichž působení musí být připravené a mít různé strategie řešení.

Jak rostliny volně rostoucí v přírodě, tak rostliny pěstované člověkem v zemědělských kulturách jsou pravidelně vystavovány vlivům, které na ně působí z okolního prostředí. Některé z těchto faktorů, jako například teplota vzduchu může působit stresově během několika málo minut, jiné jako množství vody v půdě se může negativně projevit až po několika dnech či týdnech a například důsledky nedostatku minerálních látek v půdě mohou být zjevné

až po měsících. Rostliny, jež jsou vystaveny vlivu podnebí a půdním podmínkám, které pro ně nejsou v optimu, nemohou plně rozvinout svůj genetický potenciál, tedy svůj výnos, pro nějž jsou pěstovány (Taiz a Zeiger, 2006). Bláha a kol., (2003) uvádí, že stresory jsou schopny ovlivňovat mimo jiné i kvalitu semen, buďto nepřímo ještě před vlastní tvorbou semene oslabením rostliny, nebo přímo, kdy stresory působí v termínu kvetení, oplodnění a tvorby semen. Při vlivu extrémních podmínek a okolností může rostlina vytvořit i semena neschopná klíčení.

### **3.9.1 Fyziologie stresu**

Fyziologické odpovědi rostlin na stresový podnět, jsou velmi složitou problematikou, v níž se snoubí nemožnost se stresoru vyhnout a fakt, že ve většině případů je rostlina zasažena hned několika negativními faktory najednou. Nelze tak vždy určit, který stimul prvotně vyvolal odpovídající reakci Bláha a kol., (2003). Guiloni (2003) uvádí, že se stres na rostlině může manifestovat mnoha způsoby od vadnutí listů, a jejich odumíráním či opadem, potlačením růstu nadzemních i podzemních částí, opadem květních pupat, zaschnutím květů, poškozením dozrávajících plodů a semen. Následnými projevy stresu je pak podle Copelanda a Macdonalda (1995) snížení klíčivosti a omezení vitality klíčících rostlin, která se projevuje v omezené vzcháživosti a jejich slabém růstu.

### **3.9.2 Vliv stresu na kořenovou soustavu**

Vliv nepříznivých podmínek se odráží na kořenovém systému hlavně ve změně příjmu živin. Tvorba nových kořínků, pokračuje díky přesunu zásobních látek z nadzemních částí rostliny. Každý stresor působí různě a typicky mění jednotlivé atributy kořenů. Je známo, že kořeny ovlivňují růst nadzemních částí rostlin a nepřímo se tak podílí na utváření generativních orgánů, vlastností semen a tudíž i další generace (Bláha a kol., 2003).

Kořeny na změny vnějšího prostředí reagují, svými fyziologickými ději mnohem citlivěji, než nadzemní části rostlin. Podle současných poznatků mají kořeny v rostlině funkci řídicího centra se schopností rychlého přenosu informací do dalších částí rostlinného těla. Za ideální růst a vývoj je v současné době považován stav, kdy od počátku klíčení dochází k účelnému využívání vody a co nejrychlejšímu růstu kořenů. Kořeny jako ostatní části rostlin potřebují pro zdárný růst a vývoj odpovídající objem minerálních živin. Zásadním faktorem růstu a vývoje kořenů není pouze výskyt minerálních látek v jeho okolí, ale celkový výživný stav rostliny, neboť rostlina je schopna ony látky v sobě recyklovat a růst je ovlivněn až po vyčerpání živin. Pro ideální růst je potřeba rostliny zásobovat živinami v optimální míře

jelikož příliš vysoká či nízká hladina živin může mít vliv na stavbu (růstové anomálie) a velikost kořenů i celých rostlin (Bláha a kol., 2003).

### **3.9.3 Tepelný stres**

Dle Ferrita a kol. (1998) vysoké teploty ovlivňují celou řadu fyziologických procesů v rostlinách a negativně působí na růst, produkci biomasy a tudíž na následný výnos hospodářsky významných částí. Vliv vysokých teplot společně se suchem vytváří kombinaci, která citelně ovlivňuje značný podíl fyziologických dějů. Teploty nad optimem snižují produktivitu rostlin a navíc způsobují poškození na různých úrovních metabolismu.

Iba (2002) zahrnuje mezi nejčastější stresové faktory vliv střídání rozdílných teplot. Každý rostlinný druh má své teplotní optimum, které určuje jeho hlavní rozšíření. Podle Mahana a kol. (1995) je rozpětí optimální teploty pro většinu druhů rostlin maximálně 10 °C a větší odchylky jsou vnímány již stresově. Wahid (2007) i Sharkey (2005) upozorňují na to, že nepřímým zdrojem tepelného stresu je i sucho, jenž limituje ochlazování rostlin transpirací a že jednotlivé fenologické fáze vykazují rozdílnou citlivost k tepelným extrémům. Tepelný stres je všeobecně definován jako nárůst teploty nad prahovou hodnotu, který po určitém čase působení vede k nevratným poruchám růstu a vývinu. Larkindale a kol. (2005) považují za tepelný stres takové situace, kdy teplota rostlinného pletiva překračuje o 10 – 15 °C teplotu okolní atmosféry. Horní limit pro přežití rostlin, v závislosti od délky vystavení se extrémním teplotám, se pohybuje na úrovni 40-55 °C. Optimální teplota je obecně nižší u kořenů, než u nadzemních částí, proto stres vysokou teplotou výrazněji ovlivňuje kořeny větší měrou (Bláha a kol., 2003). Xu a Huang (2000) v pokusech zjistili, že neoptimální teplota půdy v kořenové zóně se projevuje nejen výraznou redukcí růstu kořene, ale i značným omezením rychlosti fotosyntézy a růstu nadzemní biomasy.

### **3.9.4 Vztah vody a rostliny**

Voda je pro rostliny jakožto i pro všechny ostatní formy života na naší planetě životně důležitá. Rostliny jsou schopny přijímat vodu celým svým povrchem, avšak většina vody je získávána z půdy. U vyšších rostlin se vyvinuly speciální orgány – kořeny, které zabezpečují jejich dostatečné zásobení vodou. Příjem vody může dosahovat vyšších hodnot v závislosti na velikosti příjmového povrchu kořenového systému a na tom, jak pohotově jsou kořeny schopny vodu z půdy získávat. Ustavičný růst kořenů je důležitým předpokladem pro využití co největšího množství dostupné vody (Larcher, 2003).

Z nadzemních částí suchozemských rostlin je voda, ve formě vodní páry neustále odjímana okolním vzduchem. Takto odejmutá voda musí být nahrazena vodou obsaženou v půdě, jenž je klíčovým zdrojem pro její doplnění. Transpirace a evaporace, příjem vody a její vedení v rostlině od kořenů až po povrch listů, kde se odpařuje, je neoddělitelně spojený proces popisující rovnováhu vody v rostlině. Rovnováha vody v rostlinném těle je udržována neustálým tokem (příjmem) vody což je stav dynamické rovnováhy (Larcher, 2003).

### **3.9.5 Sucho jako stresový faktor**

Sucho definuje Larcher (2003) jako období bez citelných srážek, během něhož je obsah vody v půdě snížen na úroveň, kdy rostliny trpí jejím nedostatkem. Často je sucho spojeno s velkou evapotranspirací způsobenou vysušeným vzduchem a velkou úrovní slunečního záření. Stres způsobený suchem, tedy nedostatkem vody, který je potřebný k vyrovnání vnitřního stavu rostliny, se na rozdíl od jiných mnohých stresových situací, neobjevuje náhle, ale postupně a s časem sílí. Tudíž délka období sucha je zásadní pro přežití rostliny.

Pro rostliny je nedostatek vody největším stresovým a limitujícím faktorem. Vyvolává snížení aktivity enzymů, vlastního růstu, fotosyntézy, změny příjmu a transportu kyslíku a oxidu uhličitého, vyvolává hromadění toxických látek, i změn počtu průduchů a ovlivňuje další vnitřní pochody. Vodní stres rostliny je též odvislý od obsahu živin a solí v půdě i hodnotou pH půdy (Bláha a kol., 2003).

### **3.9.6 Fyziologické reakce na sucho**

Produktivita rostlin je limitována celkovým množstvím dostupné vody, jež je odvislé od povětrnostních a půdních podmínek dané lokality. Rostlina, která je schopna získat více vody, nebo dané množství efektivněji využít, odolává suchu lépe, než rostlina která toho není schopna. (Taiz a Zeiger, 2006).

Bláha a kol., (2003) uvádí, že pro rostliny mírného pásma je zásadní, zda rostlina roste v relativním suchu od začátku svého růstu, nebo zda interval sucha nastal až během vegetace. Při druhé možnosti je působení vodního stresu na rostlinu silnější, jelikož rostlina rostoucí v suchu od počátku vegetace má hlouběji pronikající kořenový systém, menší počet průduchů i menší listovou plochu a silnější kutikulu. Avšak je-li nedostatek vody dlouhodobý, a to již od samého počátku vegetace dojde k potlačení tvorby kořenového systému. Zprvu se omezuje tvoření postranních kořenů a jemného vlášení aby mohlo pokračovat

pronikání hlavního kořene do větších hloubek. Při stále trvajícím suchu se zastavuje tvorba nových kořenových vlášení i růst kořene a dále poté kořen hyne (Larcher, 2003)

Nadzemní části rostlin reagují na nedostatek vody zmenšením listové plochy, načež navazuje menší habitus rostliny. Inhibice růstu listů snižuje spotřebu uhlíku a energie a větší díl asimilátů tak může být distribuován do kořenů, kde podpoří jeho pronikání do větších hloubek. Vše je podřízeno růstu kořenů do oblastí s přetrvávající půdní vlhkostí. Mírný nedostatek vody působí kladně na rozvoj kořenové soustavy. Prýt roste do takové velikosti, dokud se příjem vody kořeny nestane limitující pro jeho další růst a naproti tomu kořeny rostou, dokud se jejich nároky na fotosyntézou získané látky rovnají jejich přísunu (Taiz a Zeiger, 2006). Bláha a kol., (2003) uvádí, že zasáhne-li rostlinu vodní stres během vývoje květenství, dochází ke snížení počtu květů. Nedostatek vody během dozrávání plodů má vliv na nižší hmotnost semen a jejich případný opad, semena jsou menší, navíc mají nižší klíčivost i menší obsah zásobních látek.

### **3.9.7 Příjem minerálních látek**

Podpora růstu kořenového systému je důležitá, protože skrze něj získává rostlina většinu minerálních látek pro svou potřebu. Malé množství minerálních látek může do organismu rostliny vniknout skrze její nadzemní části. Rostliny trpící nedostatečným příjmem minerálních látek jsou menšího vzrůstu a jejich vývoj probíhá abnormálně. (Larcher, 2003)

## **3.10 Korelace mezi kořenem a lodyhou**

Kořeny jsou orgánem, který nadzemní část rostliny zásobuje vodou a živinami, na oplátku výhonek dodává kořeni asimiláty. Obě části rostliny na sobě vzájemně závisí, každá přijímá látky, které využívá celý organismus. Poměr a intenzita růstu jednotlivých částí je funkčně spojen, přičemž jeho regulace probíhá pomocí fytohormonů, které se syntetizují v kořeni i ve stonku (Hejtnák, 2007).

Od klíčení roste rychleji kořenový systém, který je důležitý pro celou budoucnost a v této fázi růstu dokonce zpomaluje růst nadzemní části rostliny. Postupně nabývá na důležitosti růst nadzemních částí a inhibiční vliv kořene se mění na stimulační působení růstu nadzemní hmoty (Hejtnák, 2007). Děje se tak díky tomu, že v kořeni se aktivují schopnosti syntetizovat důležité fytohormony (gibereliny, cytokininy) a další látky důležité pro metabolismus rostliny, které po transportu do nadzemních částí podporují jejich růst. Obecně platí, že vlivy, jež podporují a kladně působí na růst, mezi něž patří optimální množství vody, minerálních látek, vhodná teplota a podobně, podporují souvztažnost mezi kořenem a lodyhou ve prospěch



lodyhy. Naopak nedostatek, případně nižší hodnoty výše zmíněných parametrů vedou k podpoře růstu kořene (Goss et Ehlers, 2003).

### **3.11 Super absorbující polymery**

Tak zvané Super absorbující polymery (SAP) jsou hydrofilní sloučeniny, které dokážou pohltit a zadržet obrovské množství vody nebo vodního roztoku a v něm obsažených živin. Běžné SAP jsou ve většině případů bílé, krystalovému cukru podobné hydroskopické látky. SAP se původně dělí do 2 hlavních skupin, a to na syntetické a přírodní. V současnosti je více obsáhlá skupina syntetická, avšak do budoucna se předpokládá výzkum výroby SAP z čistě přírodních látek (Zohuriaan-Mehr, 2008). Cannazza (2014) uvádí, že již dochází k vývoji biopolymerů, z derivátů celulózy a škrobu. Tyto hydrogely jsou navíc rozložitelné v půdě běžně se vyskytujícími bakteriemi.

#### **3.11.1 Syntetické hydrogely**

Syntetické polymery jsou známy pod mnoha označeními (PAM, CLP, SAP), avšak všeobecně jsou označovány pojmem hydrogely. Mají obrovskou kapacitu pro zadržení vody, kterou v průběhu času postupně uvolňují pro potřeby rostlin. Syntetické hydrogely jsou vyráběny z produktů petrochemického průmyslu, přičemž nejúčinnější a nejvíce rozšířená skupina hydrogelů je vyráběna z akrylových monomerů. Během procesu tvorby jsou však upraveny tak, aby se vnitřní stavbou co nejvíce přiblížily přírodním látkám (Zohuriaan-Mehr, 2008).

Hydrogely či hydrofilní gely, jsou zesíťované řetězce polymerů, jež jsou spojené v trojrozměrnou síť. Hydrogely jsou také definovány jako polymerické materiály, které se projevují schopností ve vodě nabobtnat a udržet významné množství vody ve své struktuře. Ve formě gelu mohou obsahovat až 99% vody. Na jednotku hmotnosti jsou schopny absorbovat a udržet mimořádné množství vody. 1 gram SAP nasaje 10-1000 g vody nebo vodního roztoku (Zohuriaan-Mehr, 2008).

Hydrogely mají, vzhledem ke své schopnosti zadržovat vodu, široké uplatnění v rozličných odvětvích průmyslu, zdravotnictví, kosmetiky, zemědělství a dalších. Hydrogely díky své struktuře zadržují volnou vodu, kterou rostliny nespotřebují a zmírňují tak následky období sucha, jimi držená voda je rostlinami kdykoliv snadno přijatelná (Green, 2004).

### 3.11.2 Užití hydrogelů v zemědělství

Přítomnost vody v půdě je nejpodstatnějším požadavkem pro růst vegetace a samotný život rostlin. Voda, jako médium pro přenos, zajišťuje vyživování rostlin živinami, které se podílejí na její stavbě a vnitřních pochodech. Hydrogely mohou být použity při setbě na pomoc klíčícímu a vzcházejícímu osivu, případně mohou být i jednou ze složek obalů osiva. U sazenic je též možno smáčet v hydrogelu i samotné kořeny. Hodnota vodu zadržující kapacity je odvislá od textury půdy, chemickém složení hydrogelu, jeho struktury a morfologii sítě, zasolenosti půdy a přítomnosti iontů v ní (Ekebafé, 2011).

Pro růst a vývoj vegetace je klíčová přítomnost vody v půdě. Voda v tekutém stavu zajišťuje rostlině příjem živin, které jsou zásadní pro zdárný průběh všech životních procesů. SAP jsou úspěšně přidávány jako aditivum do půdy v zahradnictví i zemědělství pro zlepšení její vododržné kapacity. Hydrogely potencionálně ovlivňují i další fyzikální vlastnosti půdy jako například půdní permeabilitu, strukturu, texturu, vypařování a pronikání vody do půdy. Částečně omezují četnost závlah, tendenci ke zhutnění, erozi a povrchový odtok vody a zvyšují provzdušněnost půdy a její mikrobiální činnost. Hydrogely slouží v půdě jako miniaturní vodní rezervoáry. Voda z těchto zásobáren je díky rozdílu osmotického potenciálu kořenů rostlině kdykoliv k dispozici. Hydrogely také ovlivňují příjem některých živin jejich zadržením a odsunutím rozkladu na následné sloučeniny. Díky tomu rostliny mají delší přístup k hnojivům, což vede k jejich lepšímu prospívání. SAP též mohou být využity k podpoře klíčení a vzcházení u setby a počátečního růstu u sazenic. Hydrogely využívané v zemědělství jsou polyelektrolytní gely často složené z akrylamidu a dalších látek. (Zohuriaan-Mehr, 2008).

### 3.11.3 Vlastní použití

Vodu absorbující polymery jsou doplňky do půdy, které jsou navrženy tak, aby zlepšily startovní podmínky a následný růst rostliny, v situacích kdy hrozí menší i větší nedostatek vody. Hydrofilní polymery se aplikují ve formě suchých granulek, které po kontaktu s vodou bobtnají a přijímají takové množství vody, které je rovno až 400 násobku jejich původní hmotnosti. Zásadní vlastností těchto polymerů, hlavně během stresového období v rámci sucha, je schopnost zadržet velké množství vody, která je z 95 % následně volně dostupná pro okolní rostliny. Při předání vody rostlině se hydrogely vrací z gelové konzistence zpět do granulové formy a naopak při dalším kontaktu s vodou se hydrogely znovu mění na gel. Tento děj se může opakovat mnohokrát po dobu 7 let, poté dochází k jejich rozkladu (Johnson, 1997).

### 3.11.4 Bezpečnost a dopad na životní prostředí

Jakožto vedlejší produkt petrochemického průmyslu vyvolává používání hydrogelů i otázky ohledně jejich toxicity, bezpečnosti a nezávadnosti pro životní prostředí, přičemž největší zájem spočívá na akrylamidu - nebezpečné karcinogenní, nervovou a pohlavní soustavu poškozující látce. Zohuriaan-Mehr (2008) uvádí, že hydrogely nejsou schopny rozkladu na původní monomery, tudíž se nemůžou vrátit do prvotních toxických látek. Zprvu toxické látky byly polymeračními reakcí chemicky přeměněny na látky zcela netoxické. Konvenční hydrogely jsou neutrální a netečné. V půdě postupně biodegradují na vodu, oxid uhličitý a organické složky, a tak nekontaminují půdu ani prostředí.

Habermann (2002) uvádí, že akrylamid je po vstupu do půdního či vodního prostředí náchylný k rychlému rozkladu a degradaci bakteriemi. Jelikož se neváže do půdních sloučenin, rychle prostupuje půdním profilem, kde dojde k jeho rozložení. V písčítých půdách je oproti půdám jílovitým a hlinitým více pohyblivý a pomaleji degradován. Bioakumulace akrylamidu ve výrobně-potravním řetězci není, podle této studie, významná.

Naopak Cannazza (2014) upozorňuje, že vzhledem k velmi pomalému rozkladu syntetických akrylových hydrogelů je na ně pohlíženo jako na potencionální zanašeče škodlivých a nebezpečných látek do půdy. Během dlouhotrvající degradace má docházet uvolňování toxických molekul a sloučenin s neznámým působením na lidské zdraví. Smith (1997) k tomuto tématu uvádí, že polyakrylamid může v přírodním prostředí degradovat na akrylamid.

## 4 Metodika

### 4.1 Charakteristika zájmového území

Sledovaný pokus byl uskutečněn v zemědělském podniku ROLS Lešany, sídlícím na střední Moravě, přibližně 6 km severozápadně od Prostějova. Tento podnik hospodaří na 3 900 ha půdy, v nadmořské výšce 230 – 350 m. n. m. Mimo tradičních plodin současnosti pěstuje i mák setý a kmín kořený. V živočišné výrobě se zaměřuje na chov dojníc a chov prasat. Průměrný roční úhrn srážek je v dané oblasti 500 – 600 mm a průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje v rozmezí 8 – 9 °C.

#### 4.1.1 Charakteristika pozemku Oleška

Pozemek Oleška se nachází přibližně 1,5 km východně od obce Lešany v nadmořské výšce 245 m. n. m. Agrochemické zkoušení půd z roku 2011 popisuje druh půdy jako střední a pro pH půdy hodnotu 6,7, tedy neutrální reakci. Dále byl stanoven průměrný obsah teoreticky dostupných živin u P 148 mg. kg<sup>-1</sup> půdy (vysoký obsah), u K 407 mg. kg<sup>-1</sup> (vysoký obsah), u Mg 242 mg. kg<sup>-1</sup> (dobrý obsah) a u Ca 4820 mg. kg<sup>-1</sup> (vysoký obsah). Hmotnostní poměr K:Mg je roven hodnotě 1,68 a spadá do kategorie vyhovující. Převládající BPEJ pozemku je 3.01.00. Předplodinou pro mák byl jarní ječmen, přičemž posklizňové zbytky ve formě slámy byly z pole odvezeny.

#### 4.1.2 Agrotechnické zásahy na pozemku

3. 4. 2016 Hnojení LAD 100 kg/ha

5. 4. 2016 Setí

9. 4. 2016 Aplikace herbicidního ošetření: Callisto 480 SC 0,2 l + Klomazon 360cs 0,15 l + Grounded 0,2 l

6. 5. 2016 Aplikace insekticidního ošetření: Nurelle 0,6 l

20. 5. 2016 Hnojení Sulfamo 23 150kg/ha

29. 5. 2016 Aplikace fungicidního ošetření: Acanto 0,8 l + Silwet 0,1 l

3. 6. 2016 Aplikace herbicidního ošetření: Laudis 1,7 l + Starane 250 EC 0,3 l

17. 6. 2016 Aplikace fungicidního ošetření: Caramba 1 l

24. 6. 2016 Aplikace fungicidního ošetření: Proteus 0,5 l + Amistar XTRA 0,8 l + Albit 40 ml + Borosan Forte 0,2 l + Agrovital 0,07 l

15. 8. 2016 Sklizeň makovic a odběr rostlin

Tabulka 3 Srážky během vegetace

měsíc	srážky (mm)
březen	14,3
duben	49,3
květen	45,7
červen	100,4
červenec	91,3
srpen	55,3

## 4.2 Odrůda Aplaus

Pro pokus byla použita odrůda Aplaus. Jedná se o modrosemennou, bíle kvetoucí odrůdu, která je určená pro pěstování na potravinářské využití semene i zpracování makoviny. V tobolkách, v závislosti na ročníku, obsahuje 0,65 – 0,7 % morfinu. Aplaus je polopozdní středně vysoká odrůda. Mezi modrosemennými odrůdami dosahuje výnos semene středně vysokých hodnot, výnos makoviny je nízký až středně vysoký a výnos morfinu středně vysoký až vysoký. Odrůda se vyznačuje menší až střední odolností proti napadení helmintosporiózou na listech a střední odolností proti napadení helmintosporiózou v tobolkách, odolnost proti napadení plísní makovou je na střední úrovni (Bouma, 2015).

## 4.3 Charakteristika použitých látek

### 4.3.1 Hnojivo Duostart NP

Duostart NP je mikrogranulované hnojivo, které je používáno k podpoře počátečního růstu polních plodin. Aplikuje se do set'ového lůžka během setí v dávce 20-25 kg/ha. Hnojivo obsahuje 12 % N (amonná forma), 20 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 32 % SO<sub>3</sub> a 2 % Zn. Hnojivo též v sobě obsahuje stimulant biologických procesů MPPA DUO (humát draselný). (Anon 1, 2017)

Duostart v sobě skýtá řadu meso a mikronutrientů a tak přispívá ke zlepšení efektu výživy. Dále podporuje rychlost a rovnoměrnost klíčení zasetých semen, navíc v sobě obsahuje biostimulant, jenž podporuje buněčné dělení i diferenciaci, což vede k podpoře růstu kořene i výhonku (Anon 2, 2017).

### 4.3.2 Hydrogel

Hydrogel je zesíťovaný polymer uhličitanu draselného, má schopnost zadržovat vodu i rostlinných živin. Při kontaktu s vodou silně bobtná a vytváří stabilní gel. Částice hydrogelu jsou schopny na sebe vázat minimálně 250 - ti násobek vody či vodního roztoku. Při vysychání půdy je schopen onu vodu, v závislosti na potřebách rostliny, znovu vydávat, tak je schopen

fungovat po dobu 7 - 9 let. Obsah reziduálních monomerů akrylamidu je méně než 0,0025%, a monomerů kyseliny akrylové méně než 0,006%. Hodnota pH (H<sub>2</sub>O) je 7,7 (Anon 3, 2017).

#### 4.3.2.1 Rozsah a způsob použití

Hydrogel se používá k přimíchání do substrátu či zeminy. Způsob výsadby, případně výsevu rozhoduje o použitém množství a i stylu zapravení (Anon 4, 2017).

#### 4.3.2.2 Aplikace a doba působení

Hydrogel se aplikuje rovnou při výsadbě nebo výsevu trávníků, květin nebo zahradních či polních plodin. Dávkuje se v určených poměrech a různými metodami. Při setí spolu s umělým hnojivem nebo semeny rostlin do set'ové rýhy je doporučeno dávkování 20 – 25 kg / ha. Hydrogel v půdě působí po dobu 7 až 9 let, z této doby první 2 – 3 roky je plně aktivní, přičemž s postupujícími léty postupně ztrácí účinnost a je rozkládán (Anon 5, 2017).

## 4.4 Secí stroj Falcon 6 PRO

Modulární secí stroj Falcon 6 PRO je vhodný použít jak do minimalizačních, tak i klasických technologií. Dále je vhodný pro setí do všech variant zpracování půdy, po orbě, podmítce, do mulče i bez přípravy. Umožňuje setí dvou plodin či variant, setí s přihnojováním, případně využití technologie pásového zpracování půdy STRIP-TILL.

Hodí se k setí všech běžných plodin, přičemž modulový výměnný systém nabízí širokou výbavu ve volbě předzpracujících i výsevných sekcí. Tato nastavitelnost různých součástí přináší víceúčelovost a vysokou variabilitu práce. Velkou výhodou je i možnost setí dvou plodin do dvou různých hloubek při jednom průjezdu. Pracovní šířka stroje je 6 m, počet secích botek (rozteč 125 / 150 mm) je 40-48 ks, pracovní rychlost se pohybuje v rozmezí 10-20 km / h, z čehož vyplývá pracovní výkon 6-9 ha / h.

Secí stroj Falcon 6 PRO je díky modularitě určen do všech půdních podmínek i technologií. Tento stroj spojuje přípravu půdy, hnojení a vlastní setí do jedné operace. Koncepce secího stroje je založena na volitelnosti a kombinaci všech pracovních sekcí a jejich vzájemné zaměnitelnosti. Mezi předzpracující a výsevnou sekcí je pneumatikový pěch s integrovanou pojezdovou nápravou (Anonym 6, 2017).

## 4.5 Varianty pokusu

Pokus se nacházel na poloprovozních plochách, kde byl k jejich založení použit secí stroj Farnet Falcon 6, doplněný o speciální adaptér, který současně s osivem aplikoval do seťové rýhy i hnojivo Duostart a přípravek Hydrogel. Záměrem bylo vysít, při vzdálenosti řádků 12,5 cm, 1,5 kg osiva na ha. Vzhledem k nastalým technickým problémům byla však využita pouze každá druhá výsevní botka a tudíž celková dávka aplikovaných látek i osiva byla poloviční oproti dříve uvažovanému množství, navíc meziřádková vzdálenost vrostla na 25 cm.

Pokus zahrnoval tyto varianty:

- Varianta č. 1: osivo 0,75 kg/ha (kontrola)
- Varianta č. 2: osivo 0,75 kg/ha + Duostart 12,5 kg/ha
- Varianta č. 3: osivo 0,75 kg/ha + Hydrogel 12,5 kg/ha
- Varianta č. 4: osivo 0,75 kg/ha + Duostart 12,5 kg/ha + Hydrogel 12,5 kg/ha

## 4.6 Statistické vyhodnocení

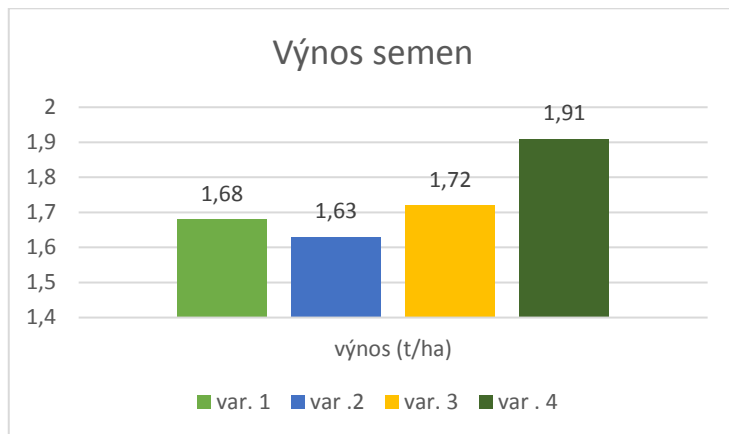
Každá varianta byla vyhodnocována ve 4 opakováních. Data z naměřených hodnot byla převedena do počítače, a v něm pomocí programu MS Excel exportována do tabulek vhodných ke statickému zpracování. Následné statistické vyhodnocení bylo provedeno v metodou analýzy rozptylu, s hladina významnosti 95%, podle metody LSD v programu Statgraphics Centurion XVI for Windows, v.16.1.11. Pro grafické znázornění byla použita standardní chyba (Means and Standard Errors – internal s).

## 5 Výsledky

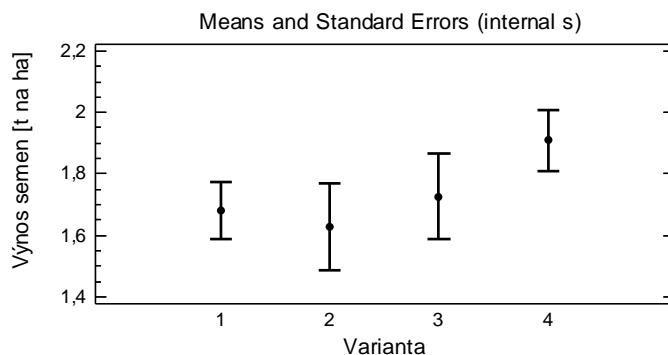
### 5.1 Hodnocení produkčních ukazatelů

#### 5.1.1 Výnos semen

Graf 1 - Výnos semen



Graf 2 - Výnos semen (STAT)



Tabulka 4 - Výsledek analýzy rozptylu znaku výnos semen jednotlivých variant

Method: 95,0 percent LSD

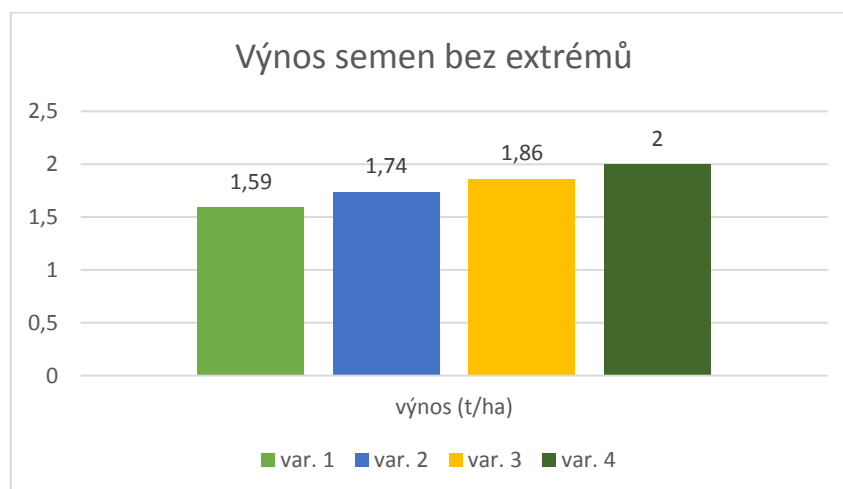
Varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
2	4	1,6255	X
1	4	1,67725	X
3	4	1,72375	X
4	4	1,90575	X

U sledovaného znaku výnos semen je patrné, že nejvyšších hodnot bylo pozorováno u varianty č. 4, u které bylo k osivu aplikováno současně hnojivo Duostart i látka Hydrogel. Nejnižších hodnot dosáhla varianta č. 2, kde působil samotným Duostartem. U zbylých variant jsou výsledné rozdíly minimální.

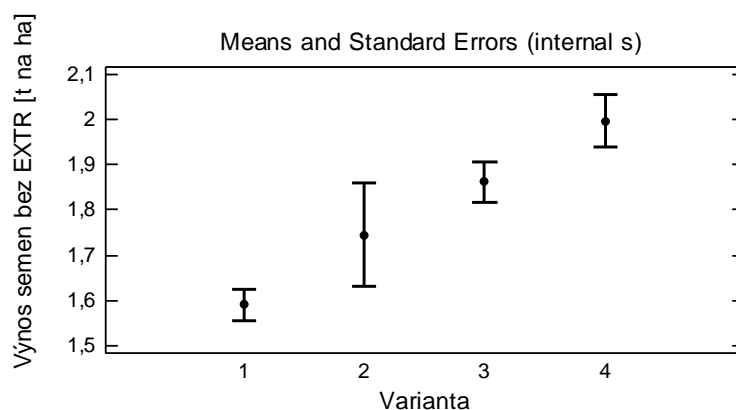


## 5.1.2 Výnos semen bez extrémů

Graf 3 - Výnos semen bez extrémů



Graf 4 - Výnos semen bez extrémů (STAT)



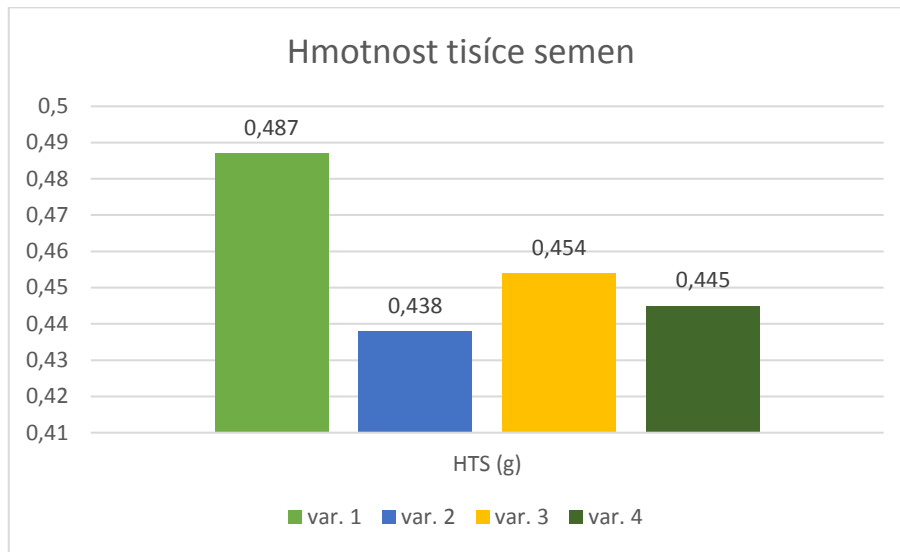
Tabulka 5 - Výsledek analýzy rozptylu znaku výnos semen bez extrémů jednotlivých variant

Varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
1	3	1,58767	X
2	3	1,742	XX
3	3	1,86033	XX
4	3	1,995	X

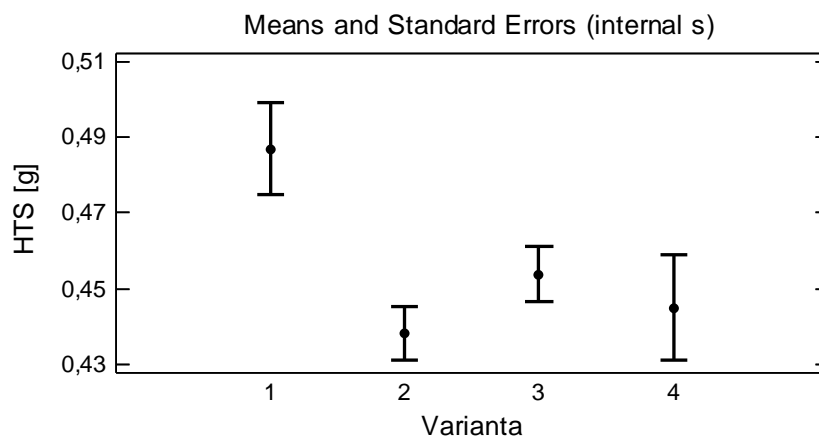
Při hodnocení znaku výnosu semen bez extrémů byla v každé variantě vyřazena jedna hodnota, která se nejvíce odklání od průměru dané varianty. Nejvyšších hodnot při tomto hodnocení bylo stanoveno u varinaty č. 4 se společnou aplikací hnojiva Duostart i látky Hydrogel. Nejhorších výsledků dosáhla kontrolní varianta č. 1.

### 5.1.3 Hmotnost tisíce semen

Graf 5 - Hmotnost tisíce semen



Graf 6 - Hmotnost tisíce semen (STAT)



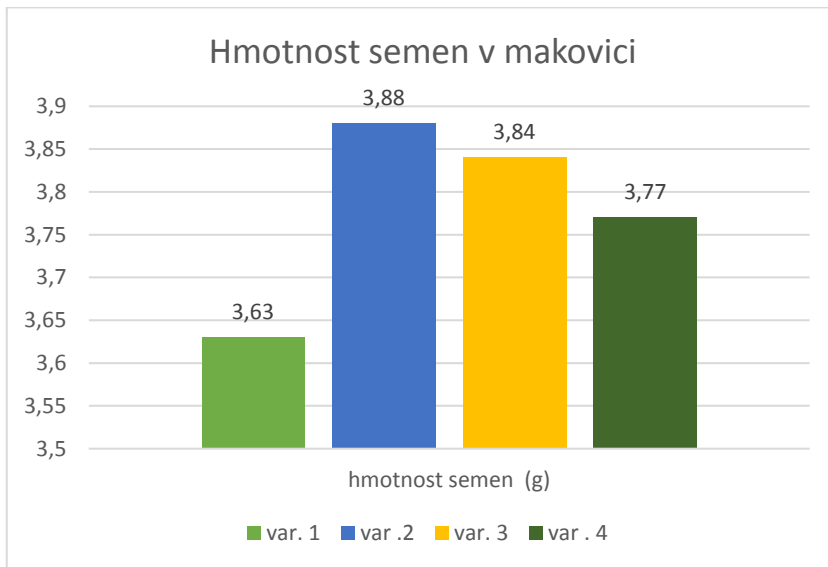
Tabulka 6 - Výsledek analýzy rozptylu znaku HTS jednotlivých variant

Varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
2	4	0,438	X
4	4	0,44475	X
3	4	0,4535	X
1	4	0,48675	X

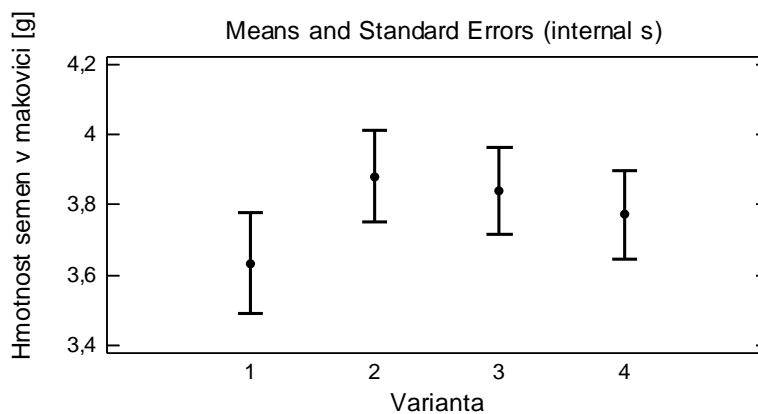
Po zhodnocení sledovaného znaku hmotnost tisíce semen je zřejmé, že varianta č. 1 je statisticky průkazně odlišná. Nejvyšších hodnot bylo pozorováno u kontrolní varianty, u ostatních variant byly rozdíly minimální.

### 5.1.4 Hmotnost semen v makovici

Graf 7- Hmotnost semen v makovici



Graf 8 - Hmotnost semen v makovici (STAT)



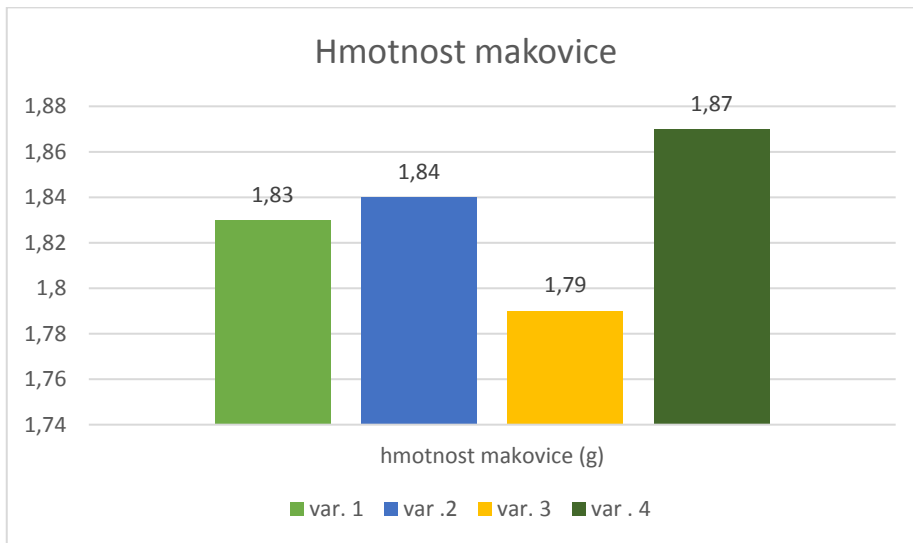
Tabulka 7 - Výsledek analýzy rozptylu znaku hmotnost semen v makovici jednotlivých variant

Varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
1	40	3,63	x
4	40	3,77	x
3	40	3,8375	x
2	40	3,8775	x

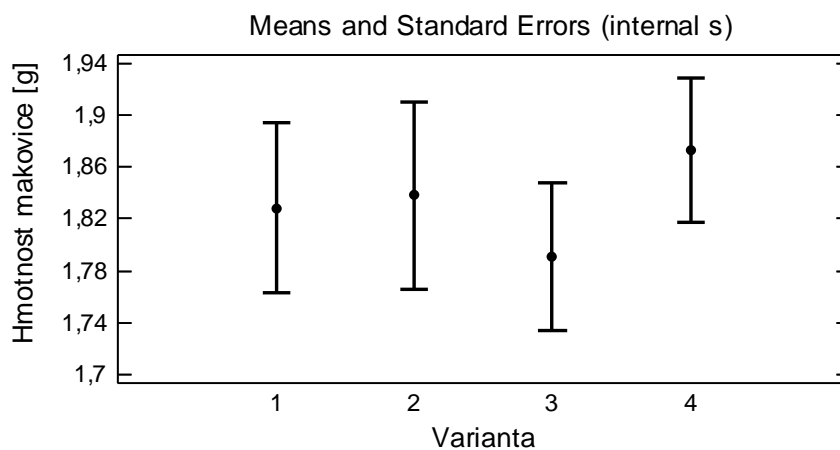
Po zhodnocení sledovaného znaku hmotnost semen v makovici je patrné, že žádná z variant není statisticky průkazná. Nejvyšších hodnot bylo stanoveno u varianty č. 2 s přidáním hnojiva Duostart k osivu, naopak nejnižších hodnot u kontrolní varianty č. 1.

### 5.1.5 Hmotnost makovice

Graf 9 - Hmotnost makovice



Graf 10 - Hmotnost makovice (STAT)



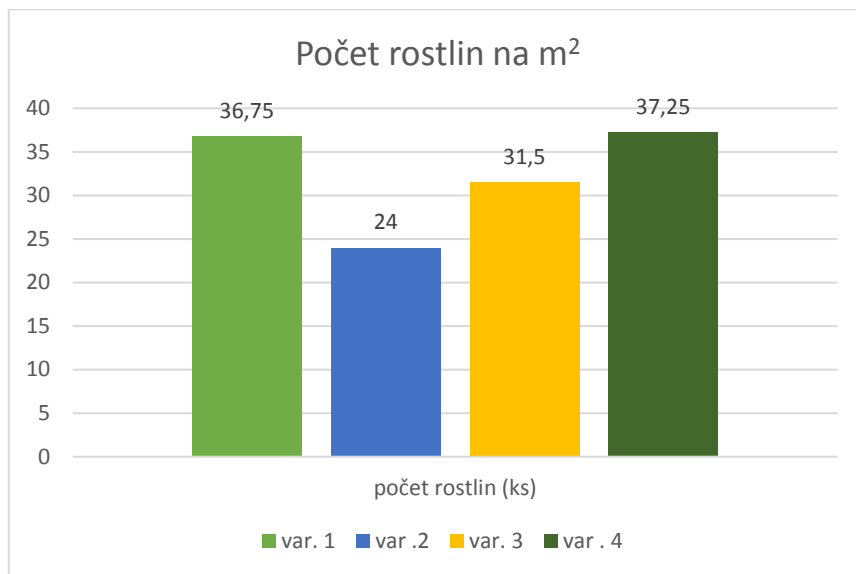
Tabulka 8 - Výsledek analýzy rozptylu znaku hmotnost makovice jednotlivých variant

Varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
3	40	1,79	x
1	40	1,8275	x
2	40	1,8375	x
4	40	1,8725	x

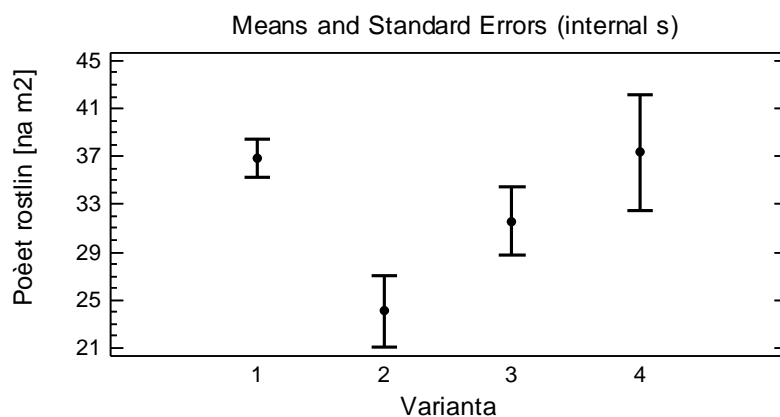
Po zhodnocení sledovaného znaku hmotnost makovice je patrné, že žádná z variant není statisticky průkazná. Nejvyšší hodnota byla stanovena u varianty č. 4, se společně aplikovaným Duostartem a Hydrogelem. Nejnižší hodnota byla pozorována u varianty č. 3, kde byl aplikován samotný Hydrogel.

### 5.1.6 Počet rostlin na m<sup>2</sup>

Graf 11 - Počet rostlin na m<sup>2</sup>



Graf 12 - Počet rostlin na m<sup>2</sup> (STAT)



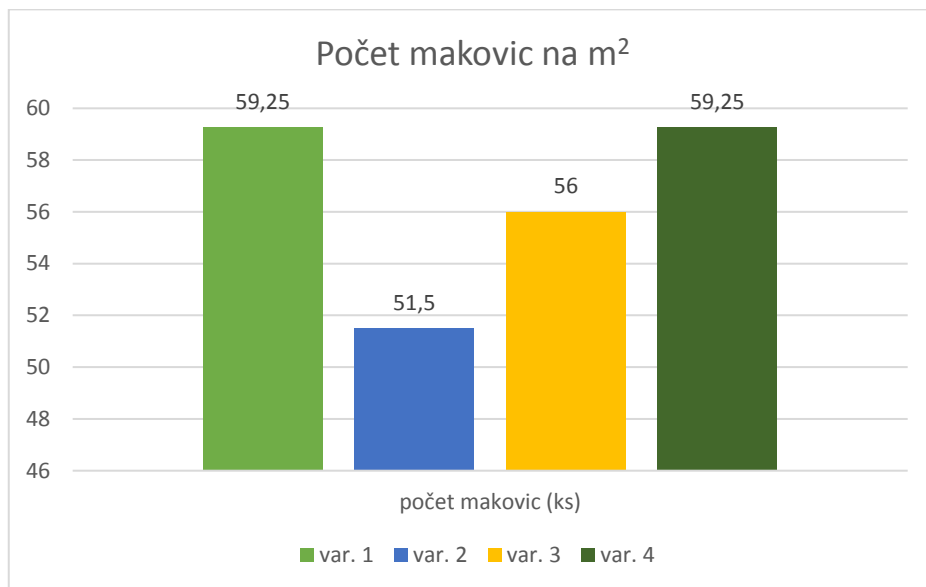
Tabulka 9 - Výsledek analýzy rozptylu znaku počet rostlin na m<sup>2</sup> jednotlivých variant

Varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
2	4	24,0	X
3	4	31,5	XX
1	4	36,75	X
4	4	37,25	X

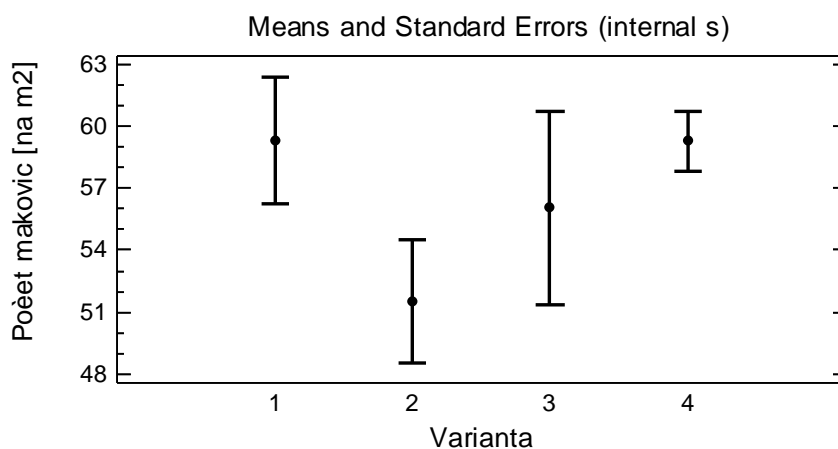
Po zhodnocení sledovaného znaku počet rostlin na m<sup>2</sup> je zřejmé, že nejvyšší hodnota byla stanovena u varianty č. 4, se společně aplikovaným Duostartem a Hydrogelem. Nejnižší hodnota byla naopak pozorována u varianty č. 2, kde byl použit samotný Duostart.

### 5.1.7 Počet makovic na m<sup>2</sup>

Graf 13 - Počet makovic na m<sup>2</sup>



Graf 14 - Počet makovic na m<sup>2</sup> (STAT)



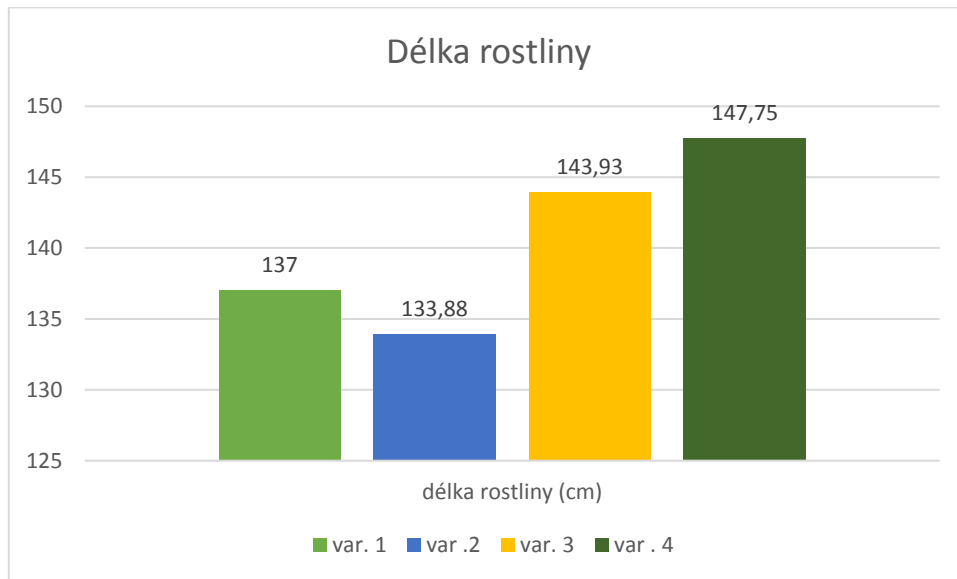
Tabulka 10 - Výsledek analýzy rozptylu počet makovic na m<sup>2</sup> jednotlivých variant

Varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
2	4	51,5	x
3	4	56,0	x
4	4	59,25	x
1	4	59,25	x

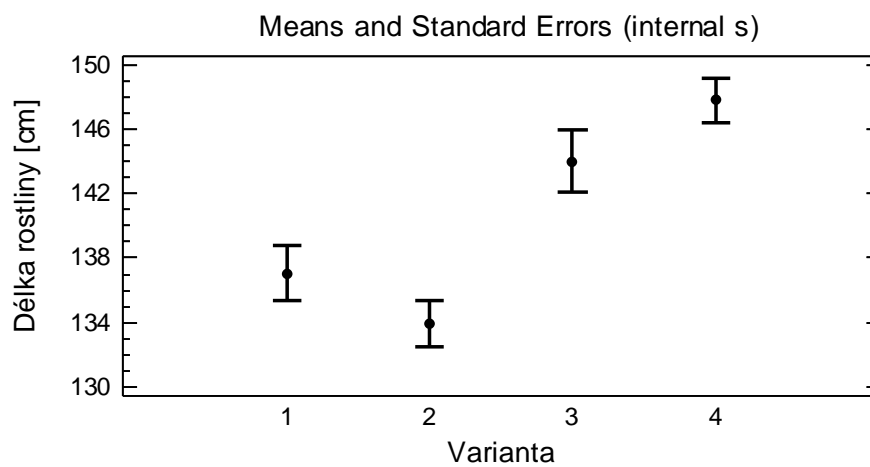
Po zhodnocení sledovaného znaku počet makovic na m<sup>2</sup> je patrné, že žádná z variant není statisticky průkazná. Nejvyšší hodnoty dosáhla varianta č. 1 - kontrolní varianta společně s variantou č. 4, u které se aplikoval současně Duostart a Hydrogel. Nejnižší hodnota byla pozorována na variantě č. 2, kde byl použit samotný Duostart.

### 5.1.8 Délka rostliny

Graf 15 - Délka rostliny



Graf 16 - Délka rostliny (STAT)



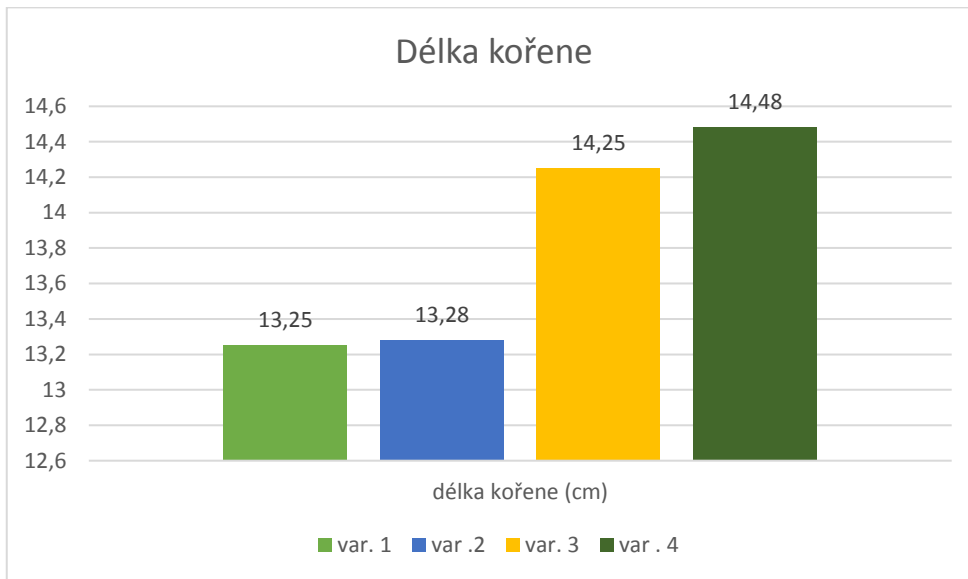
Tabulka 11 - Výsledek analýzy rozptylu délka rostliny jednotlivých variant

Varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
2	40	133,875	x
1	40	137,0	x
3	40	143,925	x
4	40	147,75	x

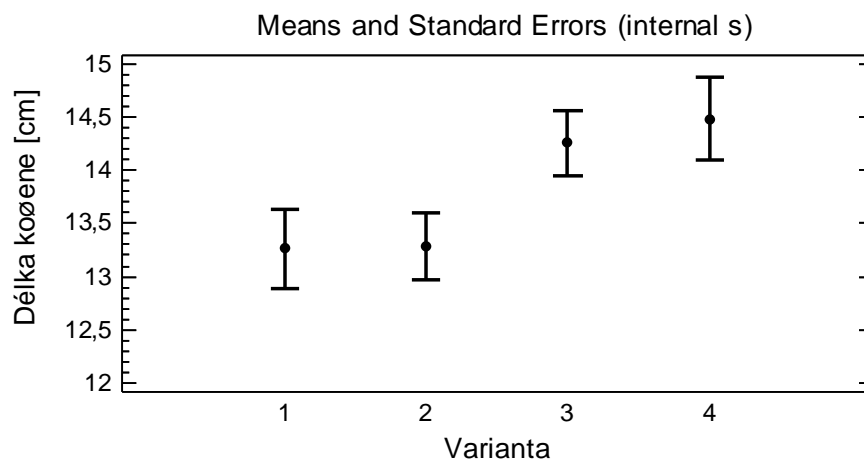
Po zhodnocení sledovaného znaku délka rostliny je patrné, že nejvyšší hodnoty bylo pozorováno u varianty č. 4, se společnou aplikací Duostartu a Hydrogelu. Nejnižší hodnotu vykázala varianta č. 2, kde bylo k osivu přidáno samotné hnojivo Duostart.

### 5.1.9 Délka kořene

Graf 17 - Délka kořene



Graf 18 - Délka kořene (STAT)



Tabulka 12 - Výsledek analýzy rozptylu délka kořene jednotlivých variant

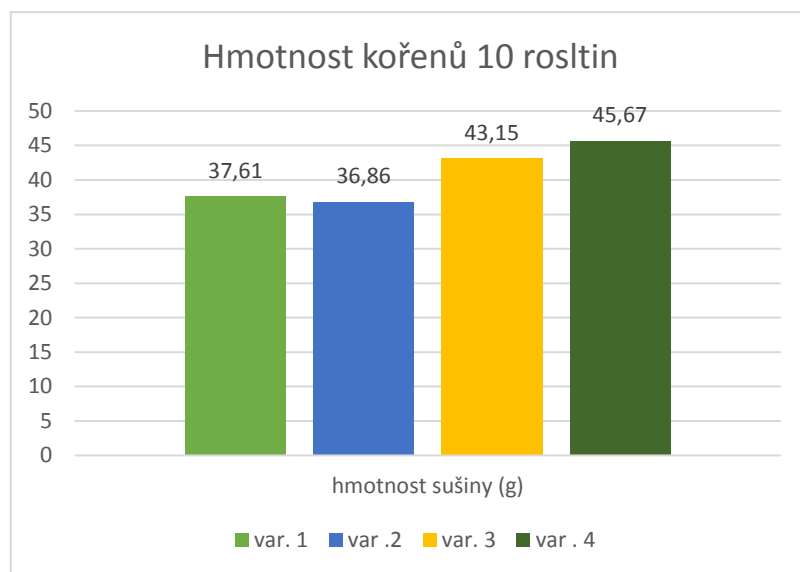
Varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
1	40	13,25	x
2	40	13,275	x
3	40	14,25	x
4	40	14,475	x

Po zhodnocení sledovaného znaku délka kořene je zřejmé, nejvyšší hodnota byla pozorována u varianty č. 4 se společnou aplikací Duostartu a Hydrogelu. Nejnižší hodnoty bylo stanovenu u kontrolní varianty č 1.

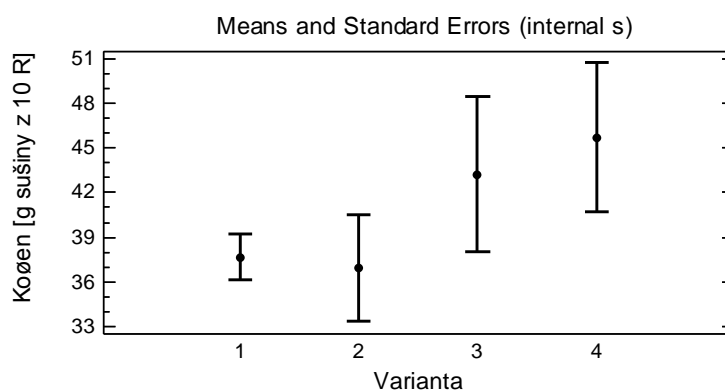


### 5.1.10 Hmotnost kořenů 10 rostlin

Graf 19 - Hmotnost kořenů 10 rostlin



Graf 20 - Hmotnost kořenů 10 rostlin (STAT)



Tabulka 13 - Výsledek analýzy rozptylu hmotnost kořenů 10 rostlin jednotlivých variant

Varianta	Count	Mean	Homogeneous Groups
2	4	36,8625	X
1	4	37,6075	X
3	4	43,1475	X
4	4	45,6675	X

Po zhodnocení sledovaného znaku hmotnost sušiny kořenů 10 rostlin je patrné, že žádná z variant není statisticky průkazná. Nejvyšší hodnota byla naměřena u varianty č. 4, se společnou aplikací Duostartu a Hydrogelu. Naopak nejnižší hodnota byla stanovena na variantě č. 2, kde se k osivu přidávalo samotné hnojivo Duostart.

### 5.1.11 Celkový souhrn hodnot sledovaných znaků všech variant

Tabulka 14 - Celkový souhrn hodnot sledovaných znaků všech variant

sledovaný znak	var. 1	var. 2	var. 3	var. 4
výnos (t/ha)	1,68	1,63	1,72	<b>1,91</b>
výnos (t/ha) bez extrému	1,59	1,74	1,86	<b>2</b>
HTS (g)	<b>0,487</b>	0,438	0,454	0,445
hmotnost semen v makovici (g)	3,63	<b>3,88</b>	3,84	3,77
hmotnost makovice (g)	1,83	1,84	1,79	<b>1,87</b>
počet rostlin na m <sup>2</sup> (ks)	36,75	24	31,5	<b>37,25</b>
počet makovic na m <sup>2</sup> (ks)	<b>59,25</b>	51,5	56	<b>59,25</b>
délka rostliny (cm)	137	133,88	143,93	<b>147,75</b>
délka kořene (cm)	13,25	13,28	14,25	<b>14,48</b>
hmotnost 10 kořenů (g)	37,61	36,86	43,15	<b>45,67</b>

## 6 Diskuze

Pro posouzení účinnosti látky Hydrogel a hnojiva Duostart byly na sledovaném porostu změřeny morfologické parametry týkající se semen a samotných rostlin. Tyto hodnoty poskytly důležité informace o stavu rostlin v každé variantě.

Jak uvádí Taiz a Zeiger (2006) produktivita rostlin je limitována celkovým množstvím dostupné vody, jež je odvislé od povětrnostních a půdních podmínek dané lokality. Rostlina, která je schopna získat více vody nebo dané množství efektivněji využít, odolává suchu lépe, než rostlina, která toho není schopna.

Větší dostupnost vody se kladně projevila i na nejvíce sledovaném parametru – výnosu makového semene. Varianta č. 3 se samotnou aplikací Hydrogelu měla úroveň výnosu 102,4 % kontroly, varianta č. 4, Hydrogel a Duostart, dosáhla úrovně výnosu 113,7 %. Varianta č. 2 samotný Duostart dosáhla pouze 97 % hodnoty kontroly. Ještě lépe dopadlo srovnání jednotlivých variant při hodnocení bez opakování, které se nejvíce odchylovalo od průměru dané varianty. V tomto srovnání je patrná vzestupná tendence výnosu, tak jak byl využit potenciál daných látek. Ve variantě č. 2 došlo k nárůstu výnosu na úroveň 109,4 % kontroly. Varianta č. 3, samotný Hydrogel, dosáhla 117% kontroly a u varianty č. 4 Hydrogel a Duostart byl zjištěn výnos roven 125,8 % hodnoty kontroly. K příznivému vlivu hydrogelu dospěl ve své práci i Johnson (1997), kdy rajčete jedlého (*Solanum lycopersicum* L.) uvádí zvýšení produkce plodů na rostlinu a celkově vyšší výnos plodů.

Akhter (2004) označuje klíčení a vzcházení rostlin spolu s počátečním obdobím růstu za kritickou fázi pro následný zdárný růst a vývoj rostliny. Aplikace hydrogelu je snahou o podpoření růstu a přežití rostlin, hlavně v sušších oblastech a regionech s nejistými srážkovými úhrny. V parametru počtu rostlin na m<sup>2</sup> byly varianty č. 2 a 3 slabší než kontrola, pouze varianta č. 4 lehce kontrolu převýšila. Varianta č. 2 dosáhla pouze na 65,31 % úrovně kontroly, samotný Hydrogel (var. č. 3) pak na 85,71 %. Stejně dopadlo hodnocení počtu makovic na m<sup>2</sup> s tím rozdílem, že kontrola měla stejnou nejvyšší hodnotu jako varianta č. 4 a propad ostatních variant od kontroly nebyl tak výrazný. U varianta č. 2 ( Duostart ) byla zjištěna hodnota 86,91 % úrovně kontroly a u varianty č. 3 ( Hydrogel ) 94,52 %.

Literatura nabízí srovnání ve vlivu hydrogelů na vzcházení a následném růstu v řadě případů. Například Ahmed a Verplancke (1994) uvádí zlepšení v klíčení a v produkci biomasy u jetele plazivého (*Trifolium repens* L.), jílku mnohokvětého (*Lolium multiflorum* Lam.) a lociky seté (*Lactuca sativa* L.). Dále Wallace a Wallace (1986) popisují po přidání hydrogelu do půdy, vyšší hodnoty vzcházení u tabáku selského (*Nicotiana rustica* L.),

bavlníku chlupatého (*Gosipium hirsutum* L.) i lociky seté (*Lactuca sativa* L.). Navzdory těmto pracím, některé studie, například James a Richards (1986), Ingram a Yeager (1987) i Wang (1987) prokázaly žádné či minimální prospěšné působení hydrogelu.

Ve studii Akhtera a Mahmooda (2004) byl zkoumán vliv hydrogelu na vzcháživost a počáteční růst ječmene setého (*Hordeum vulgare* L.), pšenice setá (*Triticum aestivum* L.) a cizrny beraní (*Cicer arietinum* L.). Klíčivost nebyla u ječmene ani pšenice přidáním hydrogelu ovlivněna, naopak růst klíčenců ano. U cizrny nebyl vliv hydrogelu na vzcháživost konstantní, ani jeho působení na růst mladých rostlinek se statisticky neprojevovalo. Tato rozdílnost v efektech hydrogelu a odpovědi rostlin je vysvětlována rozdíly ve složení hydrogelů a v rozdílnosti půdních podmínek.

Prokazatelný vliv měl Hydrogel na délku rostliny, kořenů i jejich hmotnost. Výška rostlin byla u varianty se samotným Hydrogelem oproti kontrole vyšší o 5,1 %, ve variantě s Hydrogelem i Duostartem vzrostla výška o 7,9%. I hmotnost kořenů byla při aplikaci samotného Hydrogelu o 14,7 % vyšší než u kontroly. U varianty s aplikací Hydrogelu i Duostartu bylo dosaženo rozdílu 21,4 % oproti kontrole. Varianta se samotným hnojivem Duostart skončila ve výsledku hůře než kontrola. Z výsledků pokusu lze jednoznačně vyvodit vliv hydrogelu na rozvoj kořenů. Výrazný vliv na rozvoj kořenových systému zkoumaných rostlin shodně popisují Salaš (2004) i Sloup (2011). Koudela (2011) popisuje ve variantě s přidáním Agrisorbem znatelné zvýšení váhy nadzemní hmoty u květáku (*Brassica oleracea* convar. *Botrytis* L.) o 17,3 % oproti kontrole a zvýšení hmotnosti kořenů o 28,1 %. Nárůst biomasy při použití hydroskopických látek shodně popisují studie řady autorů. Například Islam (2011) uvádí průměrný nárůst výšky kukuřice seté (*Zea mays* L.) ve všech variantách závlahy o 11,3 %, přičemž největšího nárůstu výšky bylo dosaženo v režimu s omezenou závlahou, výška rostlin se zde zvýšila o 41,6 %. Celkový nárůst sušiny kořenů byl 27,9% . Dále Baasari a kol. (1986) popisuje efekt po aplikaci polymerního hydrogelu na růst okurky seté (*Cucumis sativa* L.), kdy došlo k prodloužení rostlinných buněk, přičemž tento jev narůstal s vyšší koncentrací hydrogelu v půdě. K podobným výsledkům dospěl i Svenson (1993) a El-Sayed a kol. (1995) u bavlníku chlupatého (*Gosipium hirsutum* L.) a kukuřice seté (*Zea mays* L.). Použití hydrogelu vedlo v práci Sanlianga a kol. (1996) k mírnému nárůstu výšky rostlin. Sivalapan (2001) popisuje nárůst výšky sóji luštinaté (*Glycine max* L.). Ve studii pod vedením Volkamara a Changa (1995) je popsán pozitivní efekt hydrofilního polymeru na nárůst biomasy ječmene setého (*Hordeum vulgare* L.). K podobnému závěru dospěl i Sendur Kumaran a kol (2001), který zjistil, že aplikace hydrogelu významně zvýšily délku i sušinu kořenů. I Johnson (1997) ve své práci, ve které zkoumal vliv syntetických

a organických polymerů (hydrogelů) na růst a produkci rajčete jedlého (*Solanum lycopersicum* L.), dospěl k podobným výsledkům. U všech sledovaných znaků: hmotnost suché hmoty nadzemní části, produkce plodů na rostlinu a celkový výnos plodů, varianty s aplikací hydrogelu znatelně převyšovaly kontrolu. Podobně Shengtao (2016) uvádí znatelný vliv PAM na přírůstek suché hmoty, nadzemních i podzemních částí a kvalitu hlíz lilku bramboru (*Solanum tuberosum* L.). Stejně tak Dorraji (2010) shodně popisuje pozitivní efekt hydrogelu na nárůst biomasy kukuřice seté (*Zea mays* L.). V neposlední řadě i Rostampour (2013) popisuje značný nárůst WUE i suché hmoty čiroku zrnového (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), avšak v této studii byla v pokusech použita aplikace hydrogelu v řádech desítek až stovek kilo na hektar.

## 7 Závěr

Cíl práce byl splněn. Byl vytvořen podrobný přehled české a světové vědecké literatury k tématu práce a byla též ověřena účinnost látek Duostart a Hydrogel na porostu máku setého.

Sledované parametry vykazují následující poznatky:

- U většiny sledovaných znaků bylo největších hodnot zjištěno u varianty, kde byla současně použita látka Duostart s Hydrogelem.
- Aplikace samotného Hydrogelu dosáhla v celkovém porovnání druhých nejvyšších hodnot.
- Samotné hnojivo Duostart dosáhlo u 6 sledovaných parametrů nejnižších hodnot ze všech sledovaných variant.

Ze získaných poznatků vyplývá, že podpora absorpce a omezení vypařování srážkové vody, je jedním ze zásadních opatření vedoucích k podpoře prospívání rostlin. Použití hydrogelů by mohlo pomoci zlepšit pěstitelské výsledky v oblastech trvale zatížených suchem i na území, kde se sucho vyskytuje nekonstantně v různé délce a míře.

## 8 Seznam literatury

Ahmad M., Verplancke H. (1994): Germination and biomass production as affected by salinity in hydrogel treated sandy soil. *Pakistan Journal of Forest*. 44 (1): 53–61 p.

Akhter, J., Mahmood, K. 2004. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. *Plant Soil Environment*. 50 (10). 463–469 p.

Baasiri, M., Ryan, J., Mucelik, M. (1986) Soil application of a hydrophilic conditioner in relation to moisture, irrigation frequency and crop growth. *Community in Soil Science. Plant anal.* 17 (6). 573-589 p.

Baranyk, P. 2010. *Olejiny*. Profi Press. Praha. 206 s. ISBN: 978-80-86726-38-0.

Bláha, L. (ed.) 2003. *Rostlina a stres*. VÚRV. 156 s. ISBN: 80-86555-32-1.

Beck, E. H. 2007. Specific and unspecific responses of plants to cold drought stress. *Journal of biosciences*. 32 (3). 501-510 p.

Bechyně, M. 2001. *Mák*. Agrospoj. Praha. 127 s. ISBN: 80-239-4237-9.

Bechyně, M., Novák, J. 1987. *Biologie máku a systém jeho produkce*. VŠZ. Praha. 94 s.

Bernáth, J. 1998 *Poppy: the genus Papaver*. Harwood Academic Publishers. Amsterdam. 366 p. ISBN: 978-90-5702-271-5.

Cannazza, G. 2014. Experimental Assessment of the Use of a Novel Superabsorbent polymer (SAP) for the Optimization of Water Consumption in Agricultural Irrigation Process. *Water*. 6 (7). 2056-2069 p.

Copeland, L. O., McDonald, M. B. 2001. *Principles of seed science and technology*. Kluwer Academic Publishers. Boston. 409 p. ISBN 978-0792373223.

- Coward, F. 2008. The spread of Neolithic plant economies from the Near East to northwest Europe: a phylogenetic analysis. *Journal of Archaeological Science*. 35 (1). 42-56 p.
- Dorraji, S. S. 2010. The Effects of Hydrophilic Polymer and Soil Salinity on Corn Growth in Sandy and Loamy Soils. *Clean - soil, air, water*. 38 (7). 584-591 p.
- El-Sayed, H., Kirkwood, R. C. and Graham, H. R. (1995) Studies on the effects of salinity and hydro gel polymer treatments on the growth, yield production, solute accumulation in cotton and maize. *King Saudi University Journal. Agriculture Science*. 7 (2). 209-227 p.
- Ekebafé, L. O. 2011. Polymer Applications in Agriculture. *Nigerian Society for Experimental Biology - Biokemistri*. 23 (2). 81 - 89 p.
- Ferrit, R., Ellis, R. H. 1998. Effect on high temperature stress at anthesis on grain yield and biomass of field-grown crops of wheat. *Annals of botany*, 82, 1998: 631-639 p.
- Goss, M., Ehlers, W. 2003. *Water Dynamics in Plant Production* CABI, New York. ISBN: 978-0851996943. 288 p.
- Green, C. H. 2004 Water release from cross-linked polyacrylamide. *Hydrology Days*. 32 (1.) 252-260 p.
- Guilioni, L. 2003. High temperature and water deficit may reduce seed number in field pea purely by decreasing plant growth rate. *Functional plant biology*. 30 (11). 1151-1164 p.
- Habermann, C. E. 2002. Acrylamide. In: *Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology*. John Wiley & Sons. Hoboken N. J. 1084 p. ISBN: 9780471238966.
- Hagel, J. M. 2008. Got milk? The secret life of laticifers. *Trends in Plant science* 13 (12), 631-639 p.
- Hejník, V. 2007. *Fyziologie rostlin*. Powerprint. Praha. 156 s. ISBN: 978-80-213-1667-6.



- Iba, K. 2002. Acclimation response to temperature stress in higher plants. Approaches of gene engineering for temperature tolerance. *Annual reviews in plant biology*. 53 (1). 225-245 p.
- Ingram, D. L., Yeager T. H. 1987. Effect of irrigation frequency and a water-absorbing polymer amendment on *Ligustrum* growth and moisture retention by a container medium. *Journal of Environmental Horticulture*. 5 (1) 19–21.
- Islam, M. R., Hu, Y., Mao, S. 2011. Effectiveness of a water-saving super-absorbent polymer in soil water conservation for corn (*Zea mays* L.) based on eco-physiological parameters. *Journal of science and food and agriculture*. 91 (11). 1998-2005 p.
- James, E. A., Richards, D. 1986. The influence of iron source on the water-holding properties of potting media amended with water absorbing polymers. *Science of Horticulture*. 28 (2). 201–208 p.
- Johnson, M. S., 1997. Cross-linked, water-storing polymers as aids to drought tolerance of tomatoes in growing media. *Journal of agronomy and crop science*. 178 (1). 23-27 p.
- Koudela. M, 2011. Cauliflower qualities in two irrigation levels with the using of hydrophilic agent. *Horticulture Science*. Prague.38. 81–85 p.
- Larcher, W. 2003. *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*. Springer. New York: ISBN 3-540-43516-6.
- Larkindale, J. 2005. Plant responses to high temperature. In: Jenks, M. A. *Plant abiotic stress*. Willey-Blackwell, 336 p. ISBN: 978-1-118-41217-6
- Mahan, J. R. 1995 Methods for reducing the adverse effects of temperature stress on plants. *Experimental and Environmental Botany*. 59 (3). 251-258 p.
- Novák, J., Skalický, M. 2012. *Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika*. Powerprint. Praha. 336 s. ISBN: 978-80-87415-53-5.

- Rostampour, M. F. 2013. physiological response of forage sorghum to polymer under water deficit conditions. *Agronomy journal – crop ecology and physiology*. 105 (4). 951 – 959 p.
- Salaš, P. 2004. Vliv vybraných agroekologických faktorů na produkci dřevin v kontejnerech. Habilitační práce. Lednice. Mendelu. 313 s.
- Salavert, A. 2011. Plant economy of the first farmers of central Belgium (Linearbandkeramik, 5200e5000 B. C.). *Vegetation History and Archaeobotany*. 20 (5). 321–332 p.
- Sanliang, G., Fuchigami, L. H. 1996. Effects of short-term water stress, hydrophilic polymer amendment and antitranspirant on stomatal status, transpiration and growth in ‘Better Boy’ tomato. *Journal of American Horticulture Science*. 121 (5). 831-837 p.
- Sendur Kumaran, S., Natrajan, S., Muthvel, I. 2006. Efficacy of graded doses of polymers on processing quality of tomato cv. CO 3. *Jornal of Madras Agriculture*. 88 (4-6). 298-299 p.
- Sharkey, T. D. 2005. Effects of moderate heat stress on photosynthesis: importance of thylakoid reactions, rubisco deactivation, reactive oxygen species, and thermotolerance provided by isoprene. *Plant, Cell and Environment*. 28 (3). 269 - 277 p.
- Sivalapan, S. 2001. Effect of polymer on growth and yield of soybean (*Glycine max L.*) grown in a coarse textured soil in proceeding irrigation. *Regional Conference*. 93-99 p.
- Sloup, J. 2011. Studium stresových faktorů ovlivňujících školkařskou produkci. Disertační práce. Lednice. Mendelu. 226 s.
- Smith, E. A. 1997. Environmental degradation of polyacrylamides – II. Effects of environmental (outdoor) exposure. *Ecotoxicology and environmental safety*. 37 (1). 76 – 91 p.
- Svenson, S. S. 1993. Growth responses of West Indies mahogany to Contium or Osmocote application during transplanting. *Tropicline*. 6 (1). 144-147 p.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2006. *Plant physiology*. Sinauer Associates. Sunderland. ISBN 978-0-87893-856-8.

Tétényi, P. 1996. Opium Poppy (*Papaver somniferum*). Botany and Horticulture, in Horticultural Reviews. 19 (1). 373-405 p.

Vašák, J. (ed.) 2010. Mák. Powerprint. Praha. 352 s. ISBN: 978-80-904011-8-1.

Volkmar, K. M. and Chang, C. 1995. Influence of hydrophilic gel polymers on water relations, growth and yield of barley and canola. Canadian Journal of Plant Science. 75 (4). 605-611 p.

Vrbenský, V. 1960.: in Hamerník a kol. Rajonizace zemědělské výroby v ČSSR. ČSAZV v SZN Praha.

Wahid, A. 2007. Heat tolerance in plants: an overview. Environmental and Experimental Botany. 61 (3), 199-223 p.

Wallace, A., Wallace, G. A. 1986. Effects of polymeric soil conditioners on emergence of tomato seedlings. Soil Science. 141 (1). 321–323 p.

Wang, Y. T. 1987: Driving your soil to drink. Greenhouse Management. 6 (1). 115–120 p.

Xu, S. 2016. Effect of synthetic and natural water-absorbing soil amendments on photosynthesis characteristics and tuber nutritional quality of potato in a semi-arid region. Journal of the science of food and agriculture. 96 (3). 1010-1017 p.

Xu, Q. Z., Huang, B. R. 2000. Growth and physiological responses of creeping bentgrass to changes in air and soil temperatures. Crop science. 40 (5). 1363-1368 p.

Zohuriaan-Mehr, M. J. 2008. Superabsorbent polymer materials: a review. Iranian polymer journal. 17 (6), 451-477 p.

## ONLINE ZDROJE

Anon 1. Duostart NP. [online]. Eagri. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z

<[http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa\\_34071.pdf?id=34071](http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa_34071.pdf?id=34071)>

Anon 2. Duostart. [online]. Timacagro. [cit. 2017-02-22]. Dostupné z

<<http://www.timacagro.hu/termek/duostart/>>

Anon 3. Informace o produktu hydrogel. [online]. Falconry. [cit. 2017-02-24]. Dostupné z

<<http://www.falconry-cz.com/superabsorbenty/zemedelstvi-lesnictvi-zahrada-park-krajina-a-rekultivace/hydrogel/hydrogel-info-produkt>>

Anon 4. Hydrogel – pomocná půdní látka. [online]. Eagri. [cit. 2017-02-24]. Dostupné z

<[http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa\\_32696.pdf?id=32696](http://eagri.cz/public/app/rhpub/etikety/etiketa_32696.pdf?id=32696)>

Anon 5. Hydrogel pro rostliny. [online]. [cit. 2017-03-01]. Dostupné z <<http://hydrogel.cz/>>

Anon 6. Modulární secí stroj Falcon PRO. [online]. Farmet. [cit. 2017-03-03]. Dostupné z

<<http://www.farmet.cz/cs/dzt/diskovy-seci-stroj-falcon-pro>>

Bouma, D. 2015. Ukázali nové odrůdy máku. [online]. Úroda. [cit. 2017-03-30]. Dostupné z

<<http://uroda.cz/ukazali-nove-odrudy-maku/>>

## 9 Seznam použitých zkratek

B	Bór
Ca	Vápník
CaO	oxid vápenatý
CLP	cross linked polyarcylamides
°C	Celsius
č.	číslo
Ed.	editor
g	gram
ha	hektar
HTS	hmotnost tisíce semen
K	Draslík
kg	kilogram
kol.	kolektiv
ks	kus/y
K <sub>2</sub> O	oxid draselnatý
m.n.m.	metrů nad mořem
m <sup>2</sup>	metr čtvereční
Mg	Hořčík
MgO	oxid hořečnatý
mg	miligram
mm	milimetr
Mo	Molybden
P	Fosfor
p.n.l.	před naším letopočtem
PAM	polyacrylamide
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	oxid fosforečný
SAP	super absorbent polyacrylate
tzv.	takzvaný
Var.	varianta
WUE	water use efficiency
Zn	Zinek

## 10 Seznam tabulek

TABULKA 1 - MAKROFENOLOGICKÁ STUPNICE MÁKU SETÉHO.....	16
TABULKA 2 - FÁZE RŮSTU MÁKU .....	17
TABULKA 3 - VÝSLEDEK ANALÝZY ROZPTYLU ZNAKU VÝNOS SEMEN .....	32
TABULKA 4 - VÝSLEDEK ANALÝZY ROZPTYLU ZNAKU VÝNOS SEMEN BEZ EXTRÉMŮ .....	33
TABULKA 5 - VÝSLEDEK ANALÝZY ROZPTYLU ZNAKU HTS .....	34
TABULKA 6 - VÝSLEDEK ANALÝZY ROZPTYLU ZNAKU HMOTNOST SEMEN V MAKOVICE .....	35
TABULKA 7 - VÝSLEDEK ANALÝZY ROZPTYLU ZNAKU HMOTNOST MAKOVICE .....	36
TABULKA 8 - VÝSLEDEK ANALÝZY ROZPTYLU ZNAKU POČET ROSTLIN NA M <sup>2</sup> .....	37
TABULKA 9 - VÝSLEDEK ANALÝZY ROZPTYLU POČET MAKOVIC NA M <sup>2</sup> .....	38
TABULKA 10 - VÝSLEDEK ANALÝZY ROZPTYLU DÉLKA ROSTLINY .....	39
TABULKA 11 - VÝSLEDEK ANALÝZY ROZPTYLU DÉLKA KOŘENE .....	40
TABULKA 12 - VÝSLEDEK ANALÝZY ROZPTYLU HMOTNOST SUŠINY KOŘENŮ Z 10 ROSTLIN .....	41
TABULKA 13 - CELKOVÝ SOUHRN HODNOT SLEDOVANÝCH ZNAKŮ VŠECH VARIANT.....	42

## 11 Seznam grafů

GRAF 1 - VÝNOS SEMEN.....	32
GRAF 2 - VÝNOS SEMEN (STAT) .....	32
GRAF 3 - VÝNOS SEMEN BEZ EXTRÉMŮ .....	33
GRAF 4 - VÝNOS SEMEN BEZ EXTRÉMŮ (STAT) .....	33
GRAF 5 - HMOTNOST TISÍCE SEMEN .....	34
GRAF 6 - HMOTNOST TISÍCE SEMEN (STAT).....	34
GRAF 7- HMOTNOST SEMEN V MAKOVICI.....	35
GRAF 8 - HMOTNOST SEMEN V MAKOVICI (STAT) .....	35
GRAF 9 - HMOTNOST MAKOVICE.....	36
GRAF 10 - HMOTNOST MAKOVICE (STAT) .....	36
GRAF 11 - POČET ROSTLIN NA M <sup>2</sup> .....	37
GRAF 12 - POČET ROSTLIN NA M <sup>2</sup> (STAT).....	37
GRAF 13 - POČET MAKOVIC NA M <sup>2</sup> .....	38
GRAF 14 - POČET MAKOVIC NA M <sup>2</sup> (STAT).....	38
GRAF 15 - DÉLKA ROSTLINY .....	39
GRAF 16 - DÉLKA ROSTLINY (STAT) .....	39
GRAF 17 - DÉLKA KOŘENE.....	40
GRAF 18 - DÉLKA KOŘENE (STAT) .....	40
GRAF 19 - HMOTNOST SUŠINY KOŘENŮ Z 10 ROSTLIN .....	41
GRAF 20 - HMOTNOST SUŠINY KOŘENŮ Z 10 ROSTLIN (STAT).....	41

## 12 Seznam příloh

PŘÍLOHA 1 POHLED NA VAR. Č. 1.....	57
PŘÍLOHA 2 POHLED NA VAR. Č. 2.....	57
PŘÍLOHA 3 POHLED NA VAR. Č. 3.....	58
PŘÍLOHA 4 POHLED NA VAR. Č. 4.....	58
PŘÍLOHA 5 POHLED NA POROST PŘED SKLIZNÍ.....	59
PŘÍLOHA 6 DETAIL MAKOVIC .....	59



## 13 Samostatné přílohy

Příloha 1 pohled na var. č. 1



(foceno 9. 5. 2016)

(zdroj: autor práce)

Příloha 2 pohled na var. č. 2



(foceno 9. 5. 2016)

(zdroj: autor práce)



Příloha 3 pohled na var. č. 3



(foceno 9. 5. 2016)

(zdroj: autor práce)

Příloha 4 pohled na var. č. 4

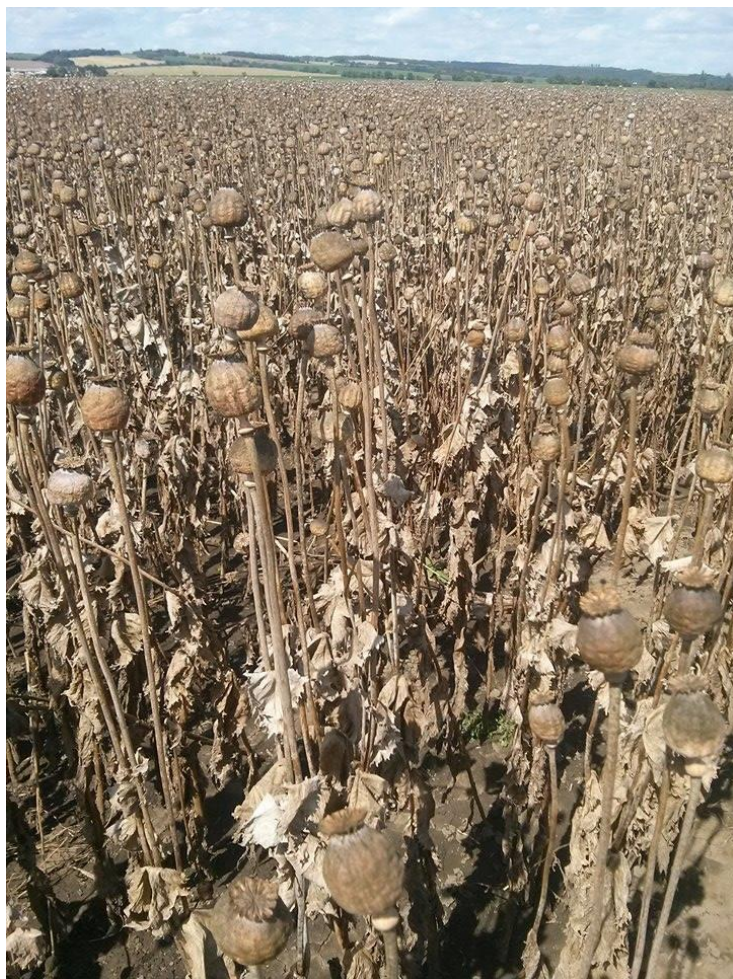


(foceno 9. 5. 2016)

(zdroj: autor práce)



Příloha 5 pohled na porost před sklizní



(foceno 15. 8. 2016)

(zdroj: autor práce)

Příloha 6 detail makovic



(foceno 15. 8. 2016)

(zdroj: autor práce)