

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra rostlinné výroby**



**Vliv aplikace fyziologicky aktivních látek na výnosotvorné prvky pšenice ozimé**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Michal Duffek**

**Obor studia: Rostlinná produkce**

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

© 2017 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv aplikace fyziologicky aktivních látek na výnosotvorné prvky pšenice ozimé." jsem vypracoval 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 autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11.4. 2017 \_\_\_\_\_

### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Pavlu Cihlářovi Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.. Děkuji také Ing. Zdeňku Duffkovi za cenné rady z oblasti zemědělské praxe.



# Vliv aplikace fyziologicky aktivních látek na růst a vývoj vybraných odrůd pšenice ozimé

## Effect of physiologically active substances on the growth and development of selected varieties of winter wheat

### Souhrn

Diplomová práce se zabývá vlivem aplikovaných fyziologicky účinných látek na osivo vybrané odrůdy pšenice ozimé. Pro potřeby diplomové práce byla vybrána odrůda Sailor kompenzačního typu. Porost byl založen 2.10.2015. Varianty pokusu byly zaměřeny na aplikaci různých fyziologicky aktivních látek na osivo bez dalších regulačních zásahů během vegetace. K pokusu byl vybrán přípravky na bázi prekurzorů auxinu M-Sunagreen a nitrofenolátů ATONIK. Pokus probíhal na pozemku pokusnické stanice v Červeném Újezdu ve Středočeském kraji, která se nachází v nadmořské výšce 401 m.n.m. Průměrná roční teplota vzduchu na této lokalitě je 6,9°C a průměrný úhrn srážek za rok 391 mm. Pokusná stanice se nachází v řepařské výrobní oblasti.

Varianta	Přípravek	Dávka přípravku 1/t osiva	Dávka vody l/t osiva
1.	Kontrola - moř. Divident 030 FS	0,0	0,0
2.	Standard M-Sunagreen	1,5	8,0
3.	ATONIK	1,0	8,0
4.	ATONIK	0,6	8,0
5.	ATONIK + M-Sunagreen	0,6 + 1,5	8,0
6.	ATONIK + M-Sunagreen	0,6 + 1,0	8,0

Na výsledku pokusu se velkou měrou podepsal průběh počasí během vegetace. Na vysoký výnos měl velký vliv teplý průběh zimního období, ze kterého vycházely rostliny v dobré kondici. Pozitivní vliv měl také dostatek srážek v průběhu jarní a letní vegetace. Díky

optimálnímu průběhu počasí bylo dosaženo nadprůměrných výnosů. Společná aplikace ATONIKU 0,6 l/t a M-Sunagreenu 1,5 l/t dosáhla nejvyššího výnosu ze všech sledovaných variant. Výnos byl vyšší oproti kontrole o 0,33 t/ha. Byla pozitivně ovlivněna jarní kořenová biomasa a hlavně počet klasů na m<sup>2</sup>, který byl u této varianty celkově nejvyšší.

Naopak varianta ve které byl samostatně aplikován ATONIK v dávce 1,0 l/t osiva negativně působila na všechny růstové a výnosové prvky. Vzhledem k vybrané kompenzační odrůdě Sailor s vysoce produktivním klaselem a průběhu počasí byl výnos zvyšován hlavně počtem klasů na m<sup>2</sup>.

**Klíčová slova:** pšenice, fyziologicky aktivní látky, vývoj, růst, výnos, kořenový systém, nitrofenoláty, prekurzory auxinu

## Summary

The master thesis deals with the influence of physiologically active substances applied on the seeds of selected varieties of winterwheat. For the needs of master thesis was chosen variety Sailor compensation type. The undergrowth was founded October 2, 2015. Variants of the experiment were focused on the application of different physiologically active substances on the seed without further regulatory intervention during the vegetation. For the experiment was chosen auxin precursor based preparation M-Sunagreen and nitrophenolate ATONIK. The experiment took place on the land of experimental station in Červény Újezd in the Central Bohemia Region, which is located at an altitude of 401 m.n.m. The average annual air temperature in this area is 6.9 ° C and average rainfall is 391 mm per year. Experiment Station is located in beet production area.

variant	Preparation	Ration of preparation l/t of seed	Ration of water l/t of seed
1.	Control - Divident 030 FS	0,0	0,0
2.	Standard M-Sunagreen	1,5	8,0
3.	ATONIK	1,0	8,0
4.	ATONIK	0,6	8,0
5.	ATONIK + M-Sunagreen	0,6 + 1,5	8,0
6.	ATONIK + M-Sunagreen	0,6 + 1,0	8,0

To the results of the experiment has largely signed the course of the weather during the vegetation. To the high yield had a great influence warm course of the winter, from which plants were appeared in good condition. The positive effect had also sufficient rainfall during the spring and summer vegetation. Thanks to optimal weather conditions were achieved above-average yields. Common application of Atonik 0.6 l/t and M-Sunagreen 1.5 l/t reached the highest yield of all the monitored variants. The yield was higher compared to

the control by 0.33 t/ha. It was positively influenced the spring root biomass, and especially the number of spikes per m<sup>2</sup>, which was highest in this variant overall.

Conversely, a variant in which were separately applied Atonikin dose of 1.0 l/t of seed had negative effect on growth and yield elements. Due to the chosen compensation variety Sailor of highly productive spike and weather conditions, the yield was increased mainly by the number of spikes per m<sup>2</sup>.

**Key words:** wheat, physiologically active substance, development, growth, yield, root system, nitrophenolates, precursors of auxin



## Obsah

Souhrn.....	5
1. Úvod .....	12
2. Cíl práce.....	14
3. Přehled literatury .....	15
3.1 Rod pšenice .....	15
3.2 Systematické zařazení ozimé pšenice .....	16
3.3 Rajonizace .....	16
3.4 Požadavky na prostředí .....	17
3.4.1 Nároky na teplotu.....	17
3.4.2 Nároky na vodu.....	18
3.4.3 Nároky na světlo .....	19
3.4.4 Nároky na půdní podmínky .....	19
3.4.5 Nároky na živiny.....	20
3.5 Růst a vývoj.....	20
3.6 Vegetativní období.....	21
3.6.1 Klíčení.....	21
3.6.2 Vzcházení.....	21
3.6.3 Odnožování a zakořeňování.....	22
3.7 Generativní období.....	23
3.7.1 Sloupkování .....	23
3.7.2 Metání .....	24
3.7.3 Kvetení.....	24
3.7.4 Zrání.....	25
3.7.5 Mléčná zralost.....	25
3.7.6 Vosková, žlutá a plná zralost .....	25
3.8 Fyziologicky aktivní látky.....	26
3.9 Auxiny.....	28
3.10 Cytokininy.....	29
3.11 Gibbereliny.....	29
3.12 Kyselina abscisová .....	30
3.13 Etylen .....	30

3.14	Interakce mezi hormony.....	31
3.15	Ošetření porostu regulátory růstu.....	31
3.15.1	Chlormequat-chlorid.....	32
3.15.2	Ethephon.....	32
3.15.3	Trinexapac-ethyl.....	33
3.15.4	Huminové látky.....	33
3.16	Vliv fyziologicky aktivních látek na růst a vývoj.....	33
3.17	Syntetické regulátory.....	35
3.18	Syntetické auxiny.....	35
3.19	Syntetické regulátory jako herbicidy.....	36
3.20	Využití fyziologicky aktivních látek při moření.....	36
3.21	Přípravek M-Sunagreen.....	37
3.21.1	Kyselina 2-aminobenzoová (Anthranilová kyselina).....	39
3.22	Nitrofenoláty.....	42
3.23	Biologický mechanismus působení regulátorů na bázi nitrofenolátů:.....	42
3.24	Sodné soli nitrofenolů:.....	43
3.25	Role rostlinných hormonů při klíčení.....	44
3.25.1	Gibereliny.....	44
3.25.2	Kyselina abscisová.....	44
3.25.3	Auxiny.....	44
4.	Hypotéza.....	45
5.	Materiál a metody.....	45
5.1	Popis lokality.....	45
5.2	Průběh počasí.....	45
5.3	Agrotechnické zásahy na pozemku.....	48
5.4	Zadání pokusu.....	49
5.4.1	Varianty pokusu.....	50
5.5	Popis pokusného materiálu.....	51
5.6	Metodika pokusu.....	53
6.	Výsledky.....	54
6.1	Statisticky zpracované výsledky.....	54
6.1.1	Počet jarních odnoží 22.2.2016.....	54
6.1.2	Hmotnost nadzemní biomasy 22.2. 2016.....	55

6.1.3	Hmotnost biomasy kořenů 22.2. 2016 .....	56
6.1.4	Délka kořenů rostlin v cm 22.2. 2016.....	57
6.1.5	Délka nadzemní části rostlin v cm 22.2. 2016.....	58
6.1.6	Počet klasů na rostlině v ks 15.6. 2016.....	59
6.1.7	Počet neproduktivních odnoží v rostlině v ks 15.6.2016.....	60
6.1.8	Hmotnost biomasy nadzemní části stanoveno 15.6. 2016.....	61
6.1.9	Hmotnost biomasy kořenů stanoveno 15.6. 2016.....	62
6.1.10	Délka kořenů v cm 15.6. 2016.....	63
6.1.11	Délka rostlin v cm 15.6.2016.....	64
6.1.12	HTZ.....	65
6.1.13	Počet klasů ks na m <sup>2</sup> .....	66
6.1.14	. Počet zrn v klasu ks .....	67
6.1.1	Výnos zrna (přepočteno na 14% vlhkost).....	68
6.2	Komentáře k jednotlivým variantám.....	69
7.	Diskuse .....	71
7.1	Vliv ročníku a agrotechniky.....	71
7.2	Vliv Fyziologicky aktivních látek.....	72
8.	Stanoviska k hypotézám .....	75
9.	Závěr.....	75
10.	Doporučení pro praxi .....	76
11.	Seznam literatury .....	77
12.	Přílohy.....	85
12.1	Seznam příloh: .....	85

# 1. Úvod

Význam Pšenice v České republice souvisí s jejím dominantním postavením v celkové struktuře obilnin pěstovaných na orné půdě. Z celkové plochy 937 623 ha osetých ozimými obilovinami pšenice ozimá zaujímá 769 393 ha, tedy 82%.

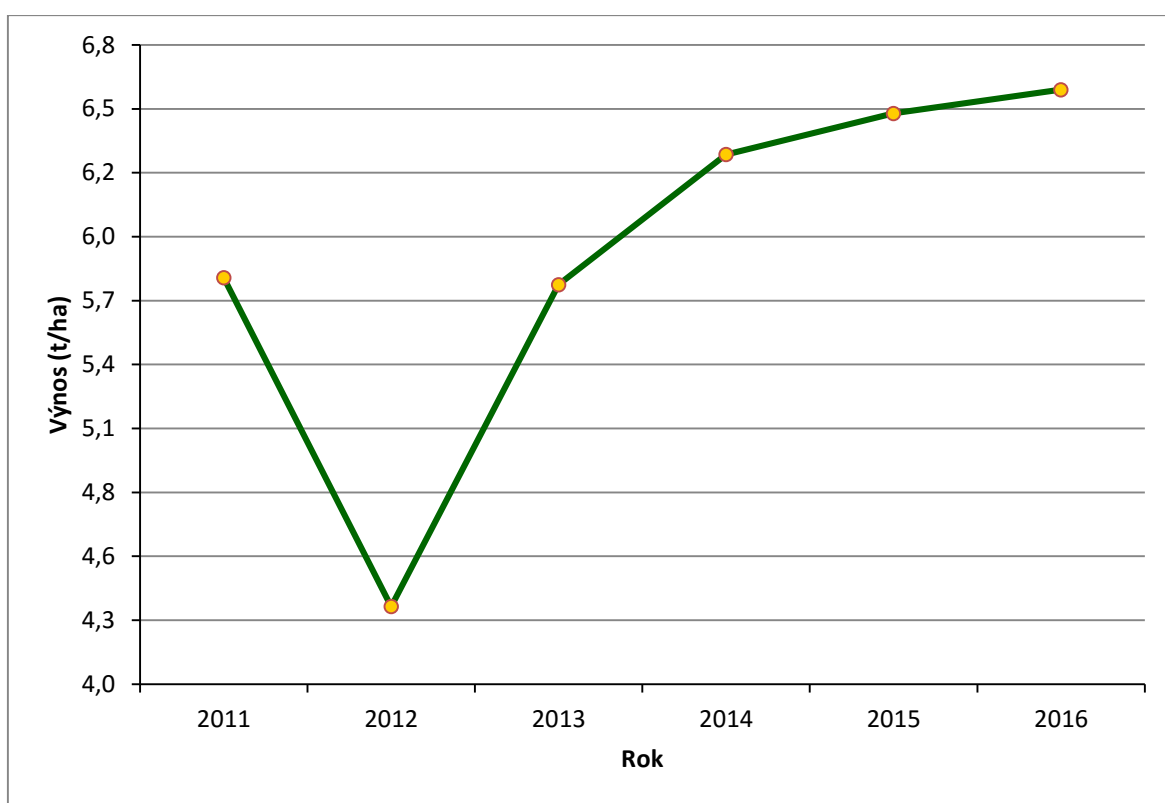
Produkce všech obilovin v roce 2016 na světovém trhu odhadem dosáhla 2069 milionů tun a spotřeba 2046 milionů tun (konečné zásoby vzrostly na 492 milion tun). Produkce pšenice činila pro rok 2016 v rámci světového trhu 743 milionů tun a spotřeba byla 727 milionů tun, konečné zásoby se zvýšily na 243 milionů tun. Výroba pšenice neustále roste a spotřeba také, ale bohužel rostou i koncové sklady, což negativně ovlivňuje cenu. Pšenice ozimá je druhou nejrozšířenější obilovinou. Ve světovém měřítku s podílem (36,4 %) je první kukuřice, následuje pšenice (30 %) a rýže (20%). Mezi největším světové producenty a významné exportéry pšenice patří Evropská unie (20,6 %), dále Čína (17,2 %), Indie (12,5 %), USA (9 %), Rusko (7,8 %), Kanada (3,9 %).

Význam pšenice vychází z jejích rozmanitých způsobů využívání a z řady možností zpracování této plodiny. Zrno jako surovina se využívá pro potravinářské i krmivářské zpracování. Využívá se k výrobě pečiva, krup, těstovin aj. Zrno je dále využíváno jako surovina pro výrobu glycidových krmiv pro hospodářská zvířata, kde se mimo hlavní produkt zkrmuje i produkt vedlejší a to v podobě otrub. Neopomenutelný podíl z produkce je využit jako průmyslová surovina pro výrobu lihu, piva a také škrobu. Využívá se i pšeničná sláma jako stelivo a krmivo pro hospodářská zvířata, narůstá i význam slámy jako paliva v kotelnách na biomasu. V polovině dvacátého století došlo k prudkému nárůstu ploch a zásadnímu nárůstu produkce. V současnosti se již výměra plochy osévané ozimou pšenicí a produkce stabilizovala. Ozimá pšenice v současnosti zaujímá v České republice okolo 26 % orné půdy. Rozsahem osevních ploch tak ozimá pšenice společně s ozimou řepkou významně ovlivňuje ekonomiku zemědělských podniků.

V současnosti a v blízké budoucnosti by se měla strategie pěstování ozimé pšenice ubírat směrem, který umožní nízké náklady na pěstování a současně umožní udržet vysokou kvalitu produkce. Tato opatření budou nezbytná vzhledem k trvale nižší a mírně klesající výkupní ceně ozimé pšenice. Krok správným směrem by tak mohlo být ošetření osiva fyziologicky aktivními látkami, které ve většině případů umožní díky svým pozitivním účinkům na rostliny, posílit porosty na takové úrovni, že mohou být vynechána některá další agrotechnická opatření a tím snížit sumu vstupů na vypěstování kvalitní produkce.

rok	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Plocha [ha]	805 779	746 002	788 422	790 690	778 200	809 111	769 393
Sklizeň [t]	4 660 196	3 234 859	4 530 773	4 995 969	5 054 568	5 343 502	
Výnos [t/ha]	5,8	4,3	5,8	6,3	6,5	6,6	

Tabulka 1: vývoj ploch a sklizní v letech 2011 až 2017 v ČR (dle ČSÚ)



Graf 1: Vývoj průměrného hektarového výnosu v letech 2011 až 2016 v ČR (dle ČSÚ)

## **2. Cíl práce**

Cílem práce bylo posouzení vlivu fyziologicky aktivních látek na růst, vývoj a výnos vybrané odrůdy ozimé pšenice. Cílem práce je zhodnotit vliv jednotlivých způsobů moření fyziologicky aktivními látkami na počáteční růst rostlin, přezimování, jarní regeneraci rostlin a finálně tak i na celkové výnosové prvky. Cílem práce je také posouzení vlivu průběhu počasí na jednotlivé sledované znaky v daném vegetačním roce.

### 3. Přehled literatury

#### 3.1 Rod pšenice

(*Triticum L.*) náleží do čeledi lipnicovitých (*poaceae*). Zahrnuje několik druhů a velký počet forem a odrůd. Hlavní jsou dva druhy: Pšenice obecná (*Triticum aestivum L., syn. Triticum vulgare Host.*) a pšenice tvrdá (*Triticum durum Desf.*). Je to mnohozrný, morfologicky a ekologicky značně plastický druh. Příčný řez klasu je více méně čtvercový. Pluchy mohou být osinaté nebo bezosinaté. Má ozimé i jarní formy.

Rod pšenice se dělí na 3 podrody:

1. diploidní pšenice se 14 chromozómy ( $2n = 14$ ),
2. tetraploidní pšenice s 28 chromozómy ( $2n = 28$ ),
3. hexaploidní pšenice se 42 chromozómy ( $2n = 42$ ).

Druhy příslušného podrodu se mezi sebou snadno kříží a poskytují fertilní potomstvo.

Každý podrod můžeme dále dělit na tři typy:

- a) bezpluchaté, čili nahé pšenice [s pevným klasovým větvenem a zrnem (obilkou) volně ležícím v pluchách]
- b) pluchaté pšenice [s lámavým větvenem a zrnem (obilkou) pevně uzavřeným v pluchách]
- c) nekulturní plané pšenice [s lámavým větvenem a pluchatým zrnem (obilkou)]  
(Špaldon a kol., 1986)

Pšenice setá vznikla pravděpodobně ze špaldy a vyskytuje se ve čtyřech varietách:

Lutescens, s bezosinným či osinkatým klasem, bílé barvy.

Milturum, s bezosinným či osinkatým klasem, červené barvy.

Erythrospermum, s osinatým klasem, bílé barvy.

Ferrugineum, s osinatým klasem, červené barvy.

V ČR převažují odrůdy náležející do variety lutescens (Zimolka a kol., 2005).

## 3.2 Systematické zařazení ozimé pšenice

(*Triticum aestivum*L.)

Vývojová větev: (*Cormophytae*) - vyšší rostliny

Angiospermické rostliny (Krytosemenné)

- Oddělení: (*Magnoliophyta*)

- Třída: (*Liliopsida*) - jednoděložné

- Řád: (*Poales*) - lipnicotvaré

- Čeleď: (*Poaceae*) - lipnicovité

- Podčeleď: (*Pooideae*) - lipnicovité vlastní

- Rod: Pšenice - (*Triticum*)

(*Novák J., 2012*)

## 3.3 Rajonizace

Pšenice je rozšířena hlavně na severní polokouli, v rozmezí zeměpisných šířek 5° (v tropech a subtropích ve vyšších nadmořských výškách) až 58° severní šířky. V přímořských oblastech, oteplováných Golfským proudem, dosahuje až k 64° severní šířky (Skandinávský poloostrov, severní evropská část Ruska) a v severovýchodní Sibiři až k 63° severní šířky. Jako stepní a lesostepní rostlina je nejdůležitější plodinou mírného pásma, spíše chladnějších oblastí (v rozmezí severních šířek 45 - 58°) se srážkami do 600 mm, než teplejších částí (rozmezí šířek 34 - 45°). V těchto oblastech je nejlépe uspokojována její potřeba tepla (souhrn vegetačních teplot ozimé pšenice 1960 - 2534 °C) (Foltýn a kol., 1970).

Pšenice ozimá je velmi přizpůsobivou plodinou, vhodnou pro pěstování ve všech výrobních oblastech, kromě extrémních stanovišť (Faměra, 1993). Je velmi důležité aby se pěstitelé snažili na celé pěstitelské plochy získat osivo vhodných, v místě rajonizovaných odrůd (Špaldon a kol., 1963). Pšenice ozimá na většině stanovišť často dosahuje nejvyšších výnosů ze všech obilnin. Špičkové výnosy na provozních plochách jsou 7 - 9 t/ha (Faměra, 1993). V roce 2014 byly dosahovány výnosy i přes 10 t/ha.



### 3.4 Požadavky na prostředí

Pšenice je plodina především mírného pásma. Vyhovující je pro ní teplé a přiměřeně vlhké podnebí (NIIR Board of Consultants & Engineers, 2006).

I když se pšenice ozimá pěstuje ve všech výrobních oblastech, dosahuje se rozdílných výnosů zrna v různé kvalitě podle podmínek stanoviště a použité agrotechniky (Faměra, 1993).

#### 3.4.1 Nároky na teplotu

Nároky na teplotu se během vegetace mění podle fáze růstu pšenice. Pro úspěšné pěstování jsou však důležité podmínky při přezimování porostu. Pro přežití rostlin je rozhodující teplota v oblasti odnožovacího uzlu. Odolnost nízkým teplotám je geneticky založená vlastnost jednotlivých odrůd. Momentální mrazuvzdornost porostu je závislá na řadě faktorů: přizpůsobení rostlin nízkým teplotám (nepříznivé je prudké kolísání teplot), výška sněhové pokrývky, hloubka odnožovacího uzlu v půdě, urostlost rostlin atd. (Faměra, 1993).

U pšenice ozimé je minimum pro klíčení 3 - 5 °C (Scade, 1975). Za optimální teplotu pro počáteční růst kořenů ozime pšenice považujeme teplotu 14 - 18 °C. V období vzházení a odnožování potřebuje teplotu 12 - 14 °C.

Na přechodu z podzimu do zimy působí nejlépe denní teploty 10 - 12 °C, které mohou v noci poklesnout až na 0 °C i méně. Tento průběh teploty působí kladně na proces otužování.

Na jaře vyžaduje pšenice teplotu 12 - 15 °C, ve fázi sloupkování o něco vyšší, ale nikdy ne nad 25 °C. Vyšší teploty působí zvláště nepříznivě, když působí spolu s nedostatkem vody v půdě (Špaldon a kol., 1986). Chladnější a vlhčí počasí zpomaluje rychlost vývinu rostlin. To je příznivé v době tvorby odnoží a na počátku sloupkování, kdy se založí více klasů s vyšším počtem zrn (Faměra, 1993). Optimum teplot pro odnožování a metání se uvádí Foltýn (1989) mezi 16 až 22 °C.

Holomrazy pšenici na jaře škodí, zejména když se prudce střídají vyšší denní a nízké noční teploty.

V období metání a kvetení se zvyšují nároky pšenice na teplotu, 18 - 20 °C a více, ale ne nad 25 °C (Špaldon a kol., 1986). Pro kvetení ozimé pšenice je optimální teplota 18 - 24 °C (Foltýn, 1989).

Špaldon a kol. (1963) uvádí, že pšenice ozimá kvete většinou ráno při teplotě asi 16 °C.

V době nalévání zrna jsou nežádoucí teploty nad 30 °C, protože za současné nízké vlhkosti vzduchu se vytvářejí drobná scvrklá zrna (Prugar a kol., 2008). Vysoké teploty spojené s přisuškem v době dozrávání způsobují nejen nedostatečné vyvinutí zrna, ale zhoršují jakost pšenice - nízká objemová hmotnost (Faměra, 1993).

Foltýn (1989), Špaldon a kol. (1986) a Prugar a kol. (2008) shodně uvádějí, že ve fázi dozrávání působí nejpříznivěji teploty 22 - 25 °C. Teploty nad 35 - 40 °C ovlivňují velmi nepříznivě proces konečného formování zrna. Způsobují nejen snížení výnosu, ale zejména snížení semenářských kvalit a biologických hodnot osiva (Špaldon a kol., 1986).

Foltýn (1989) uvádí, že kontrolovaných podmínkách se nejvyšších výnosů zrna dosahuje za teplot: vzcházení - odnožování 8 - 11 °C, sloupkování - metání 18 °C, nalévání zrna kolem 20 °C.

Vliv teplot během vegetace se uplatňuje v úzkém vztahu ke srážkám (Faměra, 1993).

### **3.4.2 Nároky na vodu**

Ozimá pšenice vyžaduje vláhu od zasetí do sklizně, i když v různých etapách organogeneze rostliny potřebují různé množství vláhy. Požadavky závisí na půdní a vzdušné vlhkosti, teplotě, stavu rostlin a rovněž na intenzitě slunečního záření. V místech s nestálým zásobováním vodou je prvořadým úkolem vytvoření normálního vodního režimu v půdě. Nedostatek vláhy v půdě na podzim, zejména v horní deseticentimetrové vrstvě, způsobí zpomalené klíčení, opožděné a nejednotné vzcházení, řídké porosty, nedostatečný vývin kořenové soustavy (Remeslo a kol., 1986).

Úhrn srážek výrazně ovlivňuje obsah bílkovin v zrně a tím i celkovou jakost. Vlhké počasí v období tvorby obilky podporuje výnos, ale vyvolává snížení obsahu N-látek a zhoršení ostatních znaků jakosti. Vysoký výnos a dobrou jakost zrna zajišťují bohaté srážky do fáze kvetení s následnou vyšší teplotou vzduchu a přiměřenou vlhkostí půdy (Prugar a kol., 2008).

Nároky na vodu stoupají v období od sloupkování do kvetení, protože zde probíhá proces tvorby klasu a květů. Po skončení kvetení se až do skončení mléčné zralosti formuje zrno. Nedostatek vody v tomto období se projevuje sníženým počtem zrn v klasu, částečnou nebo úplnou hluchostí klasu. Při nedostatku vody se koncem mléčné zralosti a počátku voskové zralosti zmenšuje hmotnost zrna.

Nároky rostlin na vodu se začínají snižovat v polovině období voskové zralosti, kdy už listy žloutnou a odumírají.

Podle vědeckovýzkumných poznatků by množství půdní vody pro ozimou pšenici ve fázi metání v hloubce 0,60 m nemělo klesnout pod 70 - 75 % polní vodní kapacity.

Nahromadění a uchování vody závisí na předplodině, kvalitě přípravy půdy, zásobení půdy organickou hmotou a na jiných podmínkách (Špaldon a kol., 1986). Snížení úrody ozimé pšenice při nedostatku půdní vody zapříčiňuje nejen pokles HTS, ale i snížení počtu produktivních odnoží. Oproti původnímu tvrzení uvádí, že velký vliv na úrodu zrna ozimé pšenice má průběh počasí v období od sloupkování do začátku tvorby zrna, kdy je pro rostlinu potřeba méně srážek a více slunečního svitu a dále shodně uvádí, že nejvíce ovlivňuje úrodu zrna počasí v období samotné tvorby a dozrávání zrna (Marko a kol., 1992).

### **3.4.3 Nároky na světlo**

Dobré sluneční osvětlení působí příznivě v období odnožování na tvorbu krátkých a silných internodií a tvorbu produktivních odnoží. Sluneční světlo pomáhá zvyšovat intenzitu fotosyntézy, podporuje tvorbu zrn a hromadění sacharidů, bílkovin a dalších látek (Prugar J. a kol., 2008).

### **3.4.4 Nároky na půdní podmínky**

Pšenice ozimá je nejnáročnější obilninou na půdní podmínky a živiny. Nejvhodnější jsou střední až těžší půdy, písčitohlinité, hlinité a jílovitohlinité (Faměra, 1993). Pšenici ozimou je vhodné pěstovat na půdách s neutrální až slabě kyselou reakcí (pH 6,2 - 7,0) (Pessarakli, 2014). Špaldon a kol. (1986) uvádí, že se pšenici ozimé nejlépe daří na těžších, dostatečně hlubokých, hlinitojílovitých, jílovitých a hlinitých půdách s neutrální až slabě kyselou reakcí (pH 6,0 - 7,5). Půda k pšenici má být úrodná a strukturní. Má obsahovat dostatek živin - dusíku, fosforu a draslíku, dostatek humusu a vápníku. Zimolka a kol. (2005) dodává, že důležité jsou i půdy s dobrou vodní kapacitou, která napomáhá k překlenutí přísušků s ohledem na celkově dlouhou vegetační dobu pšenice.

Vysoké úrody se může dosáhnout i na ilimerizovaných půdách (luzizemě) a lužních půdách (černice). Pšenice se dá s úspěchem pěstovat i na nivních půdách (fluvizemě), pokud hladina podzemní vody má dostatečnou hloubku. Nevyhovují jí půdy písčité, kyselé s pH pod 5,5 s vysokou hladinou podzemní vody méně než 1,1 m. Pro pšenici nejsou vhodné ani půdy s obsahem skeletu nad 25%, mělké, zamokřené a rašelinové. Nevhodné jsou všechny kyselé půdy chudé na bazické kationty  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$  (Marko a kol., 1992).

Vzhledem k tomu, že se podstatná část kořenového systému pšenice ozimé rozprostírá v hloubce do 40 cm, je důležité, aby měla v tomto prostoru dostatek živin pro svůj růst a vývoj a obsah přístupných živin se pohyboval nejlépe na úrovni dobré zásoby (Prugar a kol., 2008).

### **3.4.5 Nároky na živiny**

Pšenice využívá živiny z půdní zásoby, takže je nutné je do půdy pravidelně dodávat v různých formách - v průmyslových a organických hnojivech. Na 100 kg zrna a odpovídající množství slámy pšenice odebírá v průměru 3 - 3,5 kg dusíku, 0,44 - 0,57 kg fosforu a 1,7 - 2,5 kg draslíku (Faměra, 1993). Podle výsledků pokusů, domácích i zahraničních, bylo zjištěno že na 100 kg sklizně odčerpá pšenice, při poměru zrna ke slámě 1:1,5 asi 3,1 kg dusíku. Z toho asi 1,9 kg zabezpečuje vysokou nutriční hodnotu zrna, 0,6 kg obsahuje sláma a asi 0,6 kg obsahují kořeny.

Spotřeba fosforu na 100 kg sklizně je 0,57 kg a draslíku 2,4 kg. V jednotlivých letech a různých oblastech toto množství vlivem rozdílných klimatických, půdních i pěstitelských podmínek kolísá (Foltýn a kol., 1970). Zimolka a kol. (2005) udává, že na 100 kg zrna a odpovídající množství slámy a kořenů odčerpá v průměru 2,5 kg dusíku, 0,5 kg fosforu, 2 kg draslíku, 0,24 kg hořčíku, 0,4 kg síry.

Na chudších půdách je vyšší příjem živin z dodaných průmyslových hnojiv k plodině, kdežto na úrodnějších stanovištích rostliny využívají z hnojiva v roce hnojení jen menší část a větší část živin z hnojiv přechází do půdní zásoby (Faměra, 1993).

## **3.5 Růst a vývoj**

Během svého životního cyklu pšenice prochází změnami, které jsou souhrnně nazývány růstem a vývojem. Zahrnuje období od nabobtnání a vyklíčení obilky do vytvoření nové obilky, přičemž za růstové změny považujeme kvantitativní přírůstky organické hmoty (růst a diferenciaci buněk, pletiv), tvorba rostlinných orgánů a jejich prostorové uspořádání (architektura). Jak vidno, i během růstu dochází ke kvalitativním změnám (diferenciaci). Tyto změny vedou k přechodu z vegetativního období do generativního, jež vrcholí vytvořením reprodukčních orgánů - zrna. Tyto kvalitativní změny jsou podmíněny splněním limitovaných požadavků na vnější faktory (vývojové požadavky), především teplotní a světelné.

Z hlediska pěstitelského je významné dělení vegetace pšenice, které vypracovali italští fyziologové (Draghetti a Gola). Celé období vegetace pšenice dělí se na tři fáze: předzimní fáze, zimní fáze a jarní růst (Špaldon, 1963).

Z hlediska praktického využití ontogeneze rostlin zahrnuje tato základní období:

**vegetativní** - klíčení, vzcházení a odnožování

**generativní** - sloupkování, metání, kvetení a zrání

V rámci uvedených základních období lze přesně definovat fáze sestavené do stupnic fáze růstu, zaznamenávajících momentální stav rostlin v porostech, pro určení optimálních termínů vhodných agrotechnickým zásahům. K nejběžnějším (zároveň nejstarším) patří makrofenologická stupnice dle Feekese, kterou u nás rozšířil na 12 fází. Petr (1980), pro potřeby sblížení s makrofenologickou stupnicí Kupermanové (XII etap organogeneze vzrostného vrcholu). V současné době převažuje využití stupnice dle Zadokse - mezinárodní stupnice s desetinným kódem - DC, jež nejlépe vyhovuje registraci moderní výpočetní technikou (Zimolka a kol., 2005).

## **3.6 Vegetativní období**

### **3.6.1 Klíčení**

Předpokladem včasného a vyrovnaného klíčení ozimé pšenice je kromě biologicky hodnotného osiva především dostatečná zásoba půdní vláhy (Foltýn, 1989). Pšenice může klíčit při teplotě 3 - 4 °C, v přírodních podmínkách však rovnoměrnost klíčení zabezpečuje optimální vlhkost (60 - 70 % polní vodní kapacity) a teplota 14 - 18 °C (Špaldon a kol., 1986).

Při klíčení přecházejí nerozpustné rezervní látky endospermu působením fermentů v rozpustné látky, které přijímá zárodek prostřednictvím štítku. Doba potřebná k nabobtnání je různá - záleží nejen na odrůdě, velikosti endospermu, ale také na podmínkách prostředí (Foltýn, 1970).

V začátku klíčení zrna nejdříve rostou zárodečné kořínky a teprve po nich začíná růst stéblový výhonek (Špaldon a kol., 1986).

### **3.6.2 Vzcházení**

Vzcházení pšenice začíná v okamžiku, kdy koleoptile prorazí obal a začne pronikat přímo na povrch půdy. Koleoptile se důsledkem zpomaleného růstu trhá a objevuje se první list. Rychlost vzcházení závisí na teplotě a na množství půdní vody, na struktuře půdy, termínu a kvalitě setí. Za vhodných podmínek se první rostlinky objevují 7 - 10 dní po setí (Špaldon a kol., 1986).

Organogeneze vzrostného vrcholu je v tomto období dle Kupermanové v I. etapě, kdy vzrostný vrchol je zcela jednoduchý, nediferencovaný, vytváří polokulovitý útvar. Velikost je asi 0,3 - 0,6 mm, někdy i více. U jeho základu se tvoří první listy. Můžeme jej nalézt ve fázích od klíčení přes vzcházení až do odnožování (Zimolka a kol., 2005).

### **3.6.3 Odnožování a zakořeňování**

Odnožování nastává několik dní po vzejití, když se z podzemních stéblových kolonek vytvářejí odnože (Špaldon a kol., 1986). Foltýn (1989) udává, že odnožování začíná po vytvoření 3 - 4 listu. Délka období od vzcházení do odnožování závisí na teplotě, množství půdní vody, agrotechnice a jiných podmínkách.

Odnožovací kolénko je velmi důležitý orgán, jehož poškození má za následek oslabení růstu a odumření rostliny (Špaldon a kol., 1986). Při odnožování se rostliny rozvětvují pod povrchem půdy z odnožovacího uzlu a postupně zakládají odnože jednotlivých řádů a jim odpovídající kořenový systém (Foltýn, 1970).

Kořenové vlášení vytvořené před a v průběhu odnožování lépe přijímá dusičnanový (ledkový, nitrátový) dusík než čpavkový. Přijaté dusičnany se částečně upotřebí na životní pochody a částečně se jako rezerva v minerální formě shromažďují v pletivech kořenů a listové pochvy (pochva zásobuje listy) (Špaldon, 1963).

Hloubka odnožovacího uzlu pod povrchem půdy ovlivňuje dynamiku odnožování i zakořeňování, a tím i stupeň přezimování je závislá především na průběhu počasí v době po zasetí.

Dynamika a stupeň odnožování záleží na odrůdě a na podmínkách prostředí (době výsevu, normě výsevu, intenzitě hnojení, půdní vláze, teplotě apod.). Zvýšená teplota při dostatečné zásobě živin, zvláště dusíku, a úměrné zásobě půdní vláhy podporuje odnožování a zakládání sekundárních kořínků (Foltýn, 1970). V případě, že je suchý podzim a termín setí je opožděn, může se odnožování přesunout až do jarního období (Špaldon a kol., 1986). Foltýn (1989) doplňuje, že opožděný výsev snižuje počet odnoží na rostlinu a zvyšuje jejich vyrovnanost a dále, že u některých odrůd odnože založené až zjara nejsou ve většině případů

produktivní a naopak ochuzují hlavní stéblo a odnože prvních řádů o živiny a vodu, čímž výrazně ovlivňují výnos a vyrovnanost zrna.

Pokusy prokázaly, že pro dosažení nejvyššího výnosu nesmí počet produktivních odnoží na rostlinu překročit počet tří. Při vyšším počtu odnoží je porost přehoustlý a silně poléhá (Foltýn, 1970).

Organogeneze vzrostného vrcholu je v tomto období dle Kupermanové v II. a III. etapě.

Ve II. etapě vzrostný vrchol začíná prodlužovat, má stále jednoduchý tvar a jeho velikost dosahuje 0,5 - 0,8 mm. Nastává diferenciací dělivého pletiva na budoucí články stébla, kolénka a hlavně se formují základy listů. V úžlabí každého listu se vytvoří nový vzrostný vrchol - základ budoucí odnože.

Ve III. etapě se vrchol značně prodlužuje a nastává rýhování - vytváření valů. U pšenice se vytváří větší počet listových základů a celý vzrostný vrchol představuje základ klasového větene (Zimolka a kol., 2005). Základ klasového větene je ve formě segmentů a čím více těchto segmentů se v tomto období vytvoří, tím bude delší budoucí klas a tím více klásků bude moci vytvořit (Špaldon, 1963). Zimolka a kol. (2005) dodává, že vše probíhá v závislosti na podmínkách průběhu tohoto období a na ostatních podmínkách růstu (výživy, vláh a tepla). Délka vrcholu může být 0,7 - 1,5 mm (Zimolka a kol., 2005)

V našich podmínkách přechází ozimá pšenice z podzimu do zimy zpravidla ve II. etapě a III. etapa začíná obvykle ve fázi odnožování na začátku jarní vegetace (Špaldon, 1963).

## **3.7 Generativní období**

### **3.7.1 Sloupkování**

Sloupkování začíná na konci fáze odnožování, kdy můžeme uvnitř listové pochvy hlavního stébla lehce nahmatat stéblová kolénka (Špaldon, 1986). Sloupkování je proces, při němž se od sebe oddalují stébelná kolénka na nejstarším vrcholu, čímž se vytvářejí stébelná internodia. Začátek intenzivního prodlužovacího růstu je velmi citlivý na nedostatek živin a půdní vláh. Počátek sloupkování se shoduje s V. etapou organogeneze (podle Kupermanové) (Špaldon, 1986). Při nedostatku vláh se prodlužuje průběh V. etapy organogeneze a tím současně schopnost rostlin k dodatečnému neproduktivnímu odnožování. Opožďuje se také

metání, zkracuje se období tvorby zrna na úkor absolutní váhy zrna, osivo je nevyrovnané a celkový výnos zrna je nižší (Foltýn, 1970).

Délka období od počátku jarní vegetace do sloupkování ozimé pšenice (25 - 45 dní) závisí na termínu, způsobu setí a na průběhu počasí.

IV. etapa organogeneze vzrostného vrcholu, která probíhá až do fáze 2. hmatného kolénka, je charakterizována tvorbou kláskových hrbolků. Vzrostný vrchol se zplošťuje a poznáváme v něm tvar budoucího klasu. V závislosti na dědičném založení odrůdy a podmínkách pro vývoj a růst se formuje určitý počet klásků. S nástupem této etapy se začínají od sebe oddalovat kolénka nahloučená pod vzrostným vrcholem, což je vlastně začátek sloupkování. Tato etapa je indikátorem přechodu z vegetativního do generativního období (Zimolka a kol., 2005).

V V. etapě se formují květy v kláscích s plevami a v VI. etapě se formují jednotlivé květní orgány (tyčinky, blizna a pestík) (Špaldon, 1963). V VII. etapě se dokončuje formování pohlavních orgánů - prašníků a pestíků. Prodlužují se tyčinky a rostou květní obaly. Prodlužují se články klasového vřetene a u osinatých odrůd rychle rostou osiny. V této etapě se v podstatě dokončí skryté procesy organogeneze, probíhající v pochvě posledního listu.

Další etapy (dle Kupermanové) lze již definovat fenologickými fázemi: VIII. etapa - metání, IX. - kvetení, X. tvorba obilky, XI. - mléčná zralost, XII. - žlutá a plná zralost (Zimolka a kol., 2005).

### **3.7.2 Metání**

Metání ozimé pšenice je fází, kdy se objevují květenství v pochvách horních listů. Formování klasu závisí na termínu setí, teplotě vzduchu a délce dne a může se podle ročníků odchýlit o 8 - 10 dní (Špaldon, 1986).

### **3.7.3 Kvetení**

Kvetení může za příznivých podmínek následovat hned po vymetání. Pšenice je samosprašná rostlina, za příznivých podmínek se však může opylit i cizím pylem.

Kvetení probíhá po dobu 24 hodin, i když je v noci méně intenzivní než ve dne. Jednotlivé klasy kvetou 3 - 5 dní, celý porost kvete 6 - 9 dní. Délka kvetení závisí na odrůdě a průběhu počasí (Špaldon, 1986).



### **3.7.4 Zrání**

Zrání je období formování zrna (Špaldon, 1986). Po oplodnění nastává přívod asimilačních produktů ve formě jednodušších látek do zárodku zrna, které se formuje a nalévá. Zde dochází ke slučování jednodušších látek a tvorbě složitých rezervních látek, jako jsou bílkoviny, škrob, tuky (Špaldon, 1963). Z oplozeného vajíčka se formuje klíček a z obalů semeníku vzniká osemení a oplodí (Foltýn 1970). Růst stébla se zastavuje a živiny z listů a stébla přecházejí do vznikajícího zrna (Špaldon, 1986).

Nejprve začínají zrát zrna ze středních klásků a dále zrna od středu nahoru a dolů.

Zrání je složitý biochemický proces, kdy se z jednotlivých asimilátů tvoří složitější zásobní látky, hlavně bílkoviny a škrob (Foltýn, 1970).

### **3.7.5 Mléčná zralost**

Zrno dosahuje za 12 - 16 dní mléčné zralosti (Špaldon, 1986). Zatím co Zimolka udává, že mléčná zralost začíná 22 - 28 dní po oplodnění a získává svoji konečnou podobu a délku (Zimolka a kol., 2005).

Potom následuje období nalévání zrna, které je charakteristické zřetelným zvětšováním šířky i síly zrna, které také nabývá svoji typickou barvu. Obsah vody v zrnu dosahuje na počátku nalévání 70 - 65 % a na konci se snižuje na 42 - 38 %. Počasí v období dozrávání značně ovlivňuje přesun plastických látek do zrna a tím i hmotnost 1000 zrn. Mírně chladné a vlhké počasí zlepšuje proces nalévání zrna a kladně ovlivňuje hmotnost zrna (hmotnost 1000 zrn) (Špaldon a kol., 1986).

Na začátku mléčné zralosti začínají žloutnout a zasychat spodní listy, všechna kolénka jsou však zelená a šťavnatá. Plevy, pluchy a plušky jsou zelené. Zrno má největší objem a při stisknutí z něho vytéká mlékovitá tekutina (Foltýn, 1970).

Po formování zrna v mléčné zralosti ustává přívod látek z vegetativních orgánů do zrna (Špaldon a kol., 1963).

### **3.7.6 Vosková, žlutá a plná zralost**

Vosková zralost nastupuje asi 12. - 15. den po mléčné zralosti. Jejím charakteristickým znakem je žloutnutí zrna (Špaldon, 1986). Foltýn (1989) charakterizoval

voskovou zralost u ozimé pšenice žlutými stébly i listy, slabě zeleným zbarvením a šťavnatostí kolének a dále jemným zeleným nádechem zrna. Foltýn dále udává, že zrno je v období voskové zralosti mazlavé, v prstech se hněte a má voskovou konzistenci

Při konci voskové zralosti obsah vody klesá na 40 - 35 % (Špaldon, 1986). Zimolka a kol. (2005) udává hodnoty 25 - 30 %. Klíčivost v období voskové zralosti se pohybuje okolo 40 - 60 % .

Po voskové zralosti následuje žlutá zralost, při které stěbla a listy žloutnou a odumírají (Špaldon, 1986). Při vrypu nehtem zůstává na obilce rýha, obsah vody se pohybuje mezi 25 - 30 %. Formování klíčku je zcela ukončeno - je plně klíčivý. Přívod zásobních látek do obilky se zastavuje (Foltýn, 1970). Na konci žluté zralosti by měla začít sklizeň (Zimolka a kol., 2005).

Zrno dále vysychá a následuje plná zralost, za které tvoří obsah vody v zrnu jen 20 - 16 % (Špaldon, 1986). V plné zralosti jsou všechny části rostliny žluté a odumřelé. Zrno je tvrdé s obsahem vody 20 až 25 %, nedá se do něho rýpnout nehtem, těžko se láme (Foltýn, 1989).

Formování, nalévání a dozrávání zrna trvá za příznivých vlhkostních podmínek a průběhu počasí koncem června a v červenci asi 30 dní. Nástup jednotlivých fází zralosti závisí nejen na pěstitelské oblasti pšenice, ale zejména na povětrnostních podmínkách v průběhu pěstitelského ročníku, použité agrotechnice, výživě a na odrůdě (Špaldon, 1986).

### **3.8 Fyziologicky aktivní látky**

Růstové regulátory a stimulanty jsou látky, které značně ovlivňují fyziologické procesy v rostlinách, činnost jejich metabolismu, zapříčiňují stimulaci jejich růstu nebo naopak růst zpomalují a zastavují. Přenos jednotlivých signálů je založen na chemických reakcích uvnitř jednotlivých buněk a orgánů a reakcí mezi nimi. Tyto látky se dají rozdělit na fytohormony a ostatní látky s regulační aktivitou. Fytohormony jsou přítomny v rostlině ve velmi malých množstvích a jsou účinné již v koncentracích  $10^{-8}$  až  $10^{-6}$  M. Přítomnost fytohormonů v místě účinku je dána jejich biosyntézou, rozkladem nebo jinou inaktivací a také transportem vodivými pletivy, apoplastem a symplastem. Jejich působení v buňce je podmíněno vazbou na receptor. Vytvoření komplexu hormon-receptor spouští řetěz biochemických změn, který představuje přenos signálu v buňce (Šetlík, 2004).

Regulace rostlinného růstu i látky s tím spojené, označované jako regulátory rostlinného růstu, nemají vztah jen k růstu, ale i k vývoji rostlin.

Rostlinný hormon je organická sloučenina, syntetizovaná v jedné části rostliny a translokovaná do části jiné, kde vyvolávají fyziologickou reakci. Rostlinné hormony jsou přirozené regulátory růstu, to jsou syntetizovány rostlinou samotnou. Jak fytohormony, tj. přirozené růstové regulátory, tak i syntetické regulátory růstu často rozlišujeme na regulátory povahy stimulační (stimulátory) a povahy inhibiční (inhibitory). Rozlišení je však málo přesné, neboť i stimulátor může ve vyšší koncentraci růst inhibovat a naopak inhibitor ve velmi nízké koncentraci může působit stimulačně. Definice hormonu uvádí, že hormon musí být translokován v rostlině, ale neříká se jakým způsobem nebo jak daleko, také to neznamena, že hormon nepůsobí reakce v buňce, ve které je syntetizován (Procházka a Šebánek a kol., 1997).

Rostlinné hormony se dělí do pěti skupin. Jsou to auxiny, cytokininy, giberiliny, kyselina abscisová a etylen. Mimo ně existuje v rostlinách množství látek s růstově regulační aktivitou, které mezi hormony zařazeny nejsou, neboť jsou účinné ve vyšších koncentracích, či není znám mechanismus jejich působení. Jsou to zejména brassinosteroidy, polyaminy, kyselina jasmonová, oligosachariny a velké skupiny fenolických látek (Procházka, 1998). Anorganické ionty, jako  $K^+$  nebo  $Ca^{2+}$ , byť způsobují důležité fyziologické reakce, nelze považovat za hormony. Nemůžeme za ně považovat ani organické regulátory růstu, které byly syntetizovány uměle nebo v jiných organismech, než jsou rostliny (Procházka a Šebánek a kol., 1997).

Většina fytohormonů je syntetizována na více místech v rostlině. Každý z fytohormonů ovlivňuje několik často odlišných procesů a naopak, týž proces bývá ovlivněn větším počtem různých fytohormonů (Procházka, 1998). Rostlinné růstové stimulátory patří do relativně nové kategorie sloučenin s různými formulacemi, které pozitivně ovlivňují životně důležité procesy rostlin. Jejich efekt je více patrný, pokud se používají tam, kde jsou rostliny vystaveny nepříznivým vlivům. Při správném použití zvyšují toleranci rostlin ke stresovým faktorům a napravují škody, které byly způsobeny nepříznivými podmínkami. (Calvo *et al.*, 2014).

Růstové rostlinné regulátory mohou být přírodního nebo syntetického původu a jsou tvořeny z různých organických a anorganických složek. Mezi přirozeně se vyskytující regulátory jsou přípravky na bázi volných aminokyselin, výtažky z mořských řas a ovoce, účinné mikroorganismy, humínové látky, a chitosan.

### 3.9 Auxiny

Auxiny jsou jedny z hlavních látek, které zásadním způsobem ovlivňují rostlinný růst. Hlavní funkcí je stimulace prodlužovacího růstu nadzemní části rostliny, stimulace dělení buněk a podpora zakládání postranních kořenů (Davies et. al., 2010). Jejich působením je ovlivňována apikální dominance, která je dále ovlivňována vzájemným poměrem auxinů a cytokininů. Poměr těchto látek v rostlině rozhoduje o odnožování a jeho míře. Vliv auxinů na rostlinu začíná již u vývoje embrya, diferenciaci cévního pletiva až po zralost. Fototropismus a gravitropismus jsou odpovědi rostliny na její vnější podmínky. Tyto děje jsou také řízené auxiny (Woodward et. al., 2005).

Prvním objeveným a nejlépe prozkoumaným fytohormonem je kyselina indolyl-3-octová (IAA). Mezi další látky s auxinovým účinkem patří např. kyseliny Indolyl-3-máselná (IBA), 4-chlor-IAA a kyselina fenylacetová (PAA). Biosyntéza IAA vychází z aminokyseliny tryptofanu a jsou známy 4 biosyntetické cesty. Aktivní formou je volný auxin a zdrojem jsou u vyšších rostlin rostoucí nadzemní orgány, zejména pupeny (Dřimalová, 2005). Procházka (1998) uvádí dvě nejzásadnější metabolické dráhy a to dráhu indolylpyruvátovou, se kterou se nejčastěji setkáváme u vyšších rostlin a dráhu tryptaminovou, vyskytující se zejména u čeledi Poaceae. V tryptaminové dráze se tryptofan dekarboxyluje na tryptamin, který je převeden na indolylacetaldehyd. Oxidací indolylacetaldehydu vzniká IAA (Procházka, 1998). Stimulace růstu je vyvolána auxinem obvykle v rozmezí koncentrací  $10^{-7}$ - $10^{-5}$  mol/l. Vyšší koncentrace auxinu naopak v řadě případů růst inhibují, často v důsledku zvýšené tvorby etylenu. Auxin je produkován z větší části v apikální oblasti (apexu, mladých listech, květech a plodech) a transportován bazipetálně. Tento transport je důležitý pro udržení apikální dominance. Při inhibici transportu IAA dochází k uvolnění úžlabních pupenů z apikální dominance a jejich růstu.

Stejně jako u ostatních hormonů můžeme i u auxinů rozlišit účinky brzké, rychlé (tj. rozpoznatelné řádově v minutách), pozdní a pomalé (rozpoznatelné asi po hodině a později).

Pro brzké i pozdní účinky je nutná stálá přítomnost auxinu. Pro většinu z nich je nutná funkční syntéza RNA a proteinů. Některé účinky se však projevují tak rychle, že není pravděpodobné, že by zahrnovaly aktivaci genů. Zvýšení rychlosti proudění cytoplazmy je pozorovatelné během 20 sekund až několika minut po aplikaci IAA, změna membránového potenciálu během 2-10 minut, stimulace růstu koleoptilí do 10 minut (Procházka a Šebánek a kol., 1997).

### 3.10 Cytokininy

Biosyntéza probíhá ve všech rostlinných orgánech, převážně však ve vrcholové části kořenů.

Mezi základní zástupce patří: Z–zeatin, diHZ–dihydrozeatin, BAP–benzylaminopurin, mT–meta-topolin, iP–isopentenyladenin.

Základní fyziologickou funkcí cytokininů je stimulace buněčného dělení. Mají vliv na reakce ve fázi S buněčného cyklu a na replikaci DNA během mitózy. Spolu s auxiny jsou základem regeneračních procesů. Snižují také apikální dominanci, zpomalují stárnutí (degradaci chlorofylu) a udržují vysokou metabolickou aktivitu pletiv (Dřímálová, 2005). (Arteca, 1996) doplňuje, že cytokyniny mají také vliv na růst kořenů. V závislosti na koncentraci buď stimuluje nebo inhibuje růst kořenů.

Působení cytokininů můžeme potlačit aplikací auxinů, čímž dojde k podpoření růstu kořenů. Cytokininy a kyselina abscisová vykazují antagonistické působení na řadu procesů, jako je otvírání průduchů, stárnutí pletiv a rychlost vývoje mladých rostlin (Kutina a kol., 1988). V ranných fázích vývoje obilovin lze působením cytokininů zvýšit odnožování. U všech obilovin aplikace cytokininů v době kvetení zvyšuje počet zrn v klasech. Cytokininy také prodlužují období fotosyntetické produktivity rostlin a zvyšují celkovou produkci biomasy (Procházka, 1998).

### 3.11 Gibereliny

Fytohormony odvozené od gibbanu. Aktivita hormonu je dána ent-giberelanovým skeletem a liší se podle struktury (Dřímálová, 2005). Giberiliny vznikají ve všech rostlinných orgánech. Největší množství giberelinů bývá v místech aktivního růstu a v nově vzniklých rostlinných orgánech (Pharis & Reid, 1985). Kořeny mají také schopnost syntetizovat gibereliny, které jsou xylémem transportovány do vrchních částí rostliny (Arteca, 1996).

Hlavní fyziologické účinky giberelinů jsou stimulace prodlužovacího růstu nadzemních částí rostlin. Dále indukují kvetení a regulují období juvenilnosti (Dřímálová, 2005). Gibereliny ovlivňují ontogenezi při klíčení semen indukcí produkce enzymů mobilizujících zásobní látky. Jsou to promotory klíčení a mají schopnost přerušit dormanci (Takahashi, 1991).

Komerční retardanty růstu se ukázaly být inhibitory biosyntézy giberelinů. Mechanismus účinku je založen na přerušení syntézy giberelinů v určité fázi (nejznámější je

chlorcholinchlorid CCC), nebo inhibicí oxidačních a hydroxylačních reakcí vedoucích k tvorbě aktivních giberelinů (Procházka a Šebánek a kol., 1997). Rademacher (2000) k tomu dodává, že komerční retardanty působící jako inhibitory syntézy giberelinů se dělí podle různého mechanismu inhibice syntézy do tří skupin. První skupina, do které patří např. Chlorcholinchlorid (CCC) blokuje syntézu látek nezbytných pro vlastní syntézu giberelinů. Druhá skupina, do které patří např. paclobutrazol inhibuje oxidační procesy, nutné pro syntézu giberelinu. Třetí skupina jsou látky svojí stavbou podobné 2-oxoglutarátu, vstupující do syntézy giberelinů a svým zabudováním znemožňují navázání látek, nutných pro dokončení syntézy giberelinu. Do této skupiny patří například trinexapak-ethyl.

Přípravky s účinnou látkou (CCC) a trinexapak-ethyl vykazují velmi dobré výsledky při regulaci výšky rostliny.

### **3.12 Kyselina abscisová**

Chemicky se jedná o seskviterpen s 15 uhlíkovými atomy a cyklickou částí v molekule. Fyziologicky aktivní je výhradně (+) -S-izomer. Nejvíce se jí tvoří v dormantních orgánech a rychle rostoucích pletivech. Pro své funkce je nazývána také jako hormon stresu (Dřimalová, 2005).

Kyselina abscisová je syntetizována v listech a kořenech. Je volně pohyblivá z rostliny do půdy a opačně. Pokud je rostlina vystavena stresovým podmínkám, mění se koncentrace kyseliny abscisové v pletivech, a tím ovlivňuje celou řadu rostlinných procesů (Gupta, 2005). Kyselina abscisová ovlivňuje vodní režim rostlin regulací transpirace, zpomaluje růst a přizpůsobuje metabolismus rostliny na období klidu. Jejím působením jsou ovlivněny degradační procesy a urychleno stárnutí rostliny, opad listů a dormance (Sauter et. al., 2001). Kyselina abscisová brání ztrátám vody snížením transpirace a zvyšováním odolnosti cytoplazmy. Stimuluje degradační procesy a urychluje stárnutí (Procházka a Šebánek a kol., 1997).

### **3.13 Etylen**

Biosyntéza vychází z aminokyseliny L-methioninu. Mezi jeho fyziologické účinky patří účast na procesech stárnutí, inhibice prodlužovacího růstu a stimulace radiálního růstu. Signalizuje fyziologický stres a vyvolává ochranné reakce (Dřimalová, 2005).

Nejvyššího využití v praxi dosáhl regulátor, ze kterého je etylen uvolňován v rostlinných pletivech, kyselina 2 chloretylfosfonová, známá pod komerčními názvy Ethrel (ethephon), Camposan, Flordimex. Je to dosud jediný regulátor, rozkládající se v pletivech rostlin výhradně na přirozené složky (etylen, chloridy a fosforečnany). Využívá se zejména v obilnářství jako retardant, zejména v kombinaci s Chlorcholinchloridem (Retacel Super) (Procházka a Šebánek a kol., 1997).

### **3.14 Interakce mezi hormony**

Jednotlivé děje v rostlině jsou ovládány momentálním množstvím a poměrem jednotlivých hormonů v rostlině. Snížený nebo zvýšený obsah jednoho hormonu vyvolává syntézu nebo naopak inhibici syntézy hormonu druhého. Gibereliny zvyšují obsah auxinů v rostlině a to tím, že podporuje přeměnu tryptofanu na auxin. Zatímco v apikální dominanci růstového vrcholku auxiny inhibují růst odnoží, aplikací cytokininů dochází k přerušení apikální dominance. V růstu buněk působí auxiny gibereliny a cytokininy synergicky. Etylen a auxin v některých případech působí antagonisticky (apikální dominance, dormance apod.), v jiných synergicky. Někdy aplikace auxinoidů vyvolá syntézu IAA-oxidázy. Při klíčení a tvorbě adventivních kořenů etylen a auxin působí kladně. Inhibice prodlužovacího růstu vysokými koncentracemi auxinoidů je nakonec způsobena produkcí etylenu, protože vysoká koncentrace auxinu vyvolává jeho syntézu. Pokud jde o stárnutí, urychluje je etylen a kyselina abscisová, gibereliny jsou prakticky bez účinku, kdežto auxiny a zvláště cytokininy stárnutí brzdí. IAA stimuluje transport cytokininů a jejich distribuci zejména syntetizovaných kořenů, stejně jako působí na přísun kyseliny abscisové z kořenů. Auxiny a cytokininy mají hlavní úlohu pro regulaci růstu odnoží, stébel a kořenů (Kutina a kol., 1988). Koncentrace cytokininů může být ovlivněna dalšími hormony např. vyšší hladiny auxinu a etylenu potlačují akumulaci cytokininů (Procházka, 1998).

### **3.15 Ošetření porostu regulátory růstu**

Jednou z možností regulace výnosu a výnosových prvků jsou růstové regulátory. Použitím růstových regulátorů v rostlinné výrobě se zvyšuje účinnost vkladů do výrobního procesu, což umožňuje zvyšovat ekonomickou efektivnost pěstování. Regulátory jsou v praxi využívány hlavně:

- ke zpomalení růstu a vývoje rostlin

- k potlačení apikální dominance a stimulace odnožování
- k navozování a stimulaci (sinku), podpoře transportu asimilátů do zrna
- k antistresovému působení (vymrzání, suchu apod.)
- ke zvyšování aktivity kořenového systému
- k omezování stárnutí a udržování vysoké metabolické aktivity orgánů rostlin

V pěstitelských technologiích se využívá několik morforegulačních přípravků. Nejlepších výsledků bylo dosaženo s přípravky na bázi chlormequat-chloridu, ethephonu a jejich směsí (Křen a kol., 1998).

### **3.15.1 Chlormequat-chlorid**

Chlormequat zvyšuje hladinu cytokininů a brzdí biosyntézu hormonu giberelinu. Giberelin podporuje dlouhivý růst. Antigiberelinovým působením chlormequatu dochází ke zkrácení stébla. Při časnější aplikaci (období odnožování) je silnější účinek na spodní internodia a postupně se účinnost vytrácí. Současný efekt ošetření je i v zesílení stěn stébla internodií. Oba účinky zlepšují odolnost rostlin k poléhání. Účinnou látku chlormequat obsahuje řada přípravků různých firem: CCC – Stefes 720, Cycocel 750 SL, Retacel extra R 68, Stabilan 750 (Žirovnická, 2000). Aplikací látky chlormequat-chlorid ve jmenovaných přípravcích ve fázi odnožování (BBCH 21-25) dochází k narušení apikální dominance vzrůstného vrcholu hlavního stébla a podpoří se růst a vývoj vedlejších odnoží. Vytvoří se tak porost s větším počtem klasů na jednotce plochy. Aplikaci je možno provádět s dalším ošetřením, např. s herbicidy, přihnojením aj. (Horčíčka a kol., 2012). Procházka a Šebánek a kol. (1997) dodávají, že kromě pozitivního vlivu na odnožování má aplikace Chlormequatu v růstové fázi 21-22 velký stimulační účinek na růst kořenové soustavy.

### **3.15.2 Ethephon**

Ethephon proniká do rostlinných pletiv, kde podporuje biosyntézu ethylenu. Jeho působením na hormonální systém je ovlivněno utváření stébla, podobně jako po aplikaci chlormequatu. Vzhledem k pozdějšímu ošetření (období sloupkování) přípravky s obsahem ethephonu dochází ke zkrácení horních internodií stébla. Na bázi ethephonu jsou na trhu přípravky Cerone 480 SL, Flordimex T extra. U přípravku Terpal C je kombinován účinek chlormequatu a ethephonu (Žirovnická, 2000).



### 3.15.3 Trinexapac-ethyl

Z pokusů vychází Trinexapac-ethyl jako nejúčinnější látka pro zkrácení stébla rostliny. Trinexapac-ethyl je však náročnější na dobu aplikace oproti CCC a ethephonu. Ideální je aplikace ve stupni 8 (dle Feekese). Aplikace v 6. stupni Feekese ve velkém měřítku podporuje zkrácení pouze spodních internodií zatímco pozdnější aplikace podporuje celkové snížení rostliny. Při aplikaci je třeba dbát na správný termín aplikace, protože při příliš pozdní aplikaci může dojít k redukci výnosotvorných prvků (Espindula et. al., 2010). Tato účinná látka se nachází například v přípravku Moddus.

### 3.15.4 Huminové látky

Huminové látky jsou především huminové kyseliny a fulvinové kyseliny (fulvové kyseliny). Huminové kyseliny mají hlavní podíl na příznivé struktuře půdy a jsou špatně rozpustné až nerozpustné. Fulvinové kyseliny (fulvové kyseliny) plní funkci „transportní“, tedy nosiče živin a jsou velmi dobře rozpustné. Huminové látky jsou důležitou součástí sorpčního komplexu v půdě. Jejich úloha je naprosto nezastupitelná pro život edafonu v půdě a zásadně ovlivňují i růst rostlin, úsporu základních živin. Používání huminových preparátů obsahující huminové látky, které jsou hlavní složkou humusu, však v rostlinné výrobě není dosud rozšířené. Je-li v půdě málo huminových látek, je narušena rovnováha (harmonie) základních faktorů úrodnosti půdy. Dodáním huminových látek do půdy dochází ke zvýšení aktivity fotosyntézy a tvorby chlorofylu, rozvoji kořenového systému, využití živin z půdy i listem, větší odolnosti rostlin vůči stresům, zlepšení zdravotního stavu, odolnosti vůči chorobám, zvyšují se výnosy a kvalita sklizně, zlepšuje se i skladovatelnost (Zedník, 2011).

## 3.16 Vliv fyziologicky aktivních látek na růst a vývoj

Každá rostlina, díky tvorbě fytohormonů a schopnosti regulace jejich vzájemných poměrů, disponuje do určité míry možností autoregulace svých výnosových prvků (Mach, 2011). Semena vyžadují pro své klíčení určitou sumu nízkých teplot. U semen lze dormanci přerušit aplikací giberelinů. O přerušení dormance a době jejího trvání rozhoduje poměr mezi gibereliny a kyselinou abscisovou, jejíž množství se v průběhu dormance snižuje. Při větším poměru giberelinů rostlina začíná klíčit. Auxiny, ethylen a cytokyniny ovlivňují klíčení velice málo a v případě auxinů dochází k mírné podpoře klíčení v nízké koncentraci (Nickell, 1982).

V jarním období, dokud jsou trvale nízké teploty, jsou všechny růstové i fyziologické reakce silně utlumené. Jakmile na jaře dojde ke zvýšení teplot, dochází k odbourávání inhibičních látek, zvláště kyseliny abscisové a tím vytvoření možnosti růstu a silnější syntéze hormonů (Mach, 2011). Regulátory růstu lze v regeneračním období aplikovat za podmínek, že rostlina obnovila růst kořenů a asimilaci, denní teplota vzduchu neklesá pod +8 °C a rostliny mají 3 - 4 listy (Palík a kol., 2009).

Po zvýšení syntézy hormonů rostlina začne regenerovat svoji hmotu a v aktivních zelených částech rostlin se začnou tvořit auxiny. Ty v nadzemní části posilují apikální dominanci hlavního vegetačního vrcholu a současně proudí do kořenů, kde podporují jejich růst. Po začátku růstu kořenů se začnou v nových přírůstcích tvořit cytokininy, které v kořeni dále podporují jeho prodlužovací růst a odnožování. Zároveň proudí do nadzemní části rostliny. Zde mají funkci podobnou jako antigiberiliny, které dodáváme aplikací regulátorů růstu. Zvýšením jejich hladiny v nadzemní části rostliny dojde k zúžení poměru auxinu a cytokininu. Tím je oslabena apikální dominace a rostliny začínají odnožovat (Šaroun, 2011). V rostoucích odnožích dochází k produkci dalších auxinů, které podpoří další růst kořenů, které produkují další zvýšený objem cytokininů. Jedná se o velmi křehkou rovnováhu, kterou lze snadno narušit aplikací přípravku např. s auxinovým účinkem. Tento fyziologicky nestabilní proces se definitivně mění ve fázi BBCH 29, kdy porost vstupuje do prodlužovacího růstu a v rostlině dominují auxiny, díky větší produkci auxinů odnožemi, než je produkce cytokininů kořenových špiček (Mach, 2011).

Okamžikem, kdy rostlina vstoupí do sloupkování, dochází ke změně vzájemných poměrů hlavních rostlinných hormonů. Je to dáno tím, že rostlina již v průběhu odnožování vytvořila velký objem nadzemní, aktivně rostoucí zelené hmoty, která syntetizuje auxiny. Tvorba těchto auxinů z aktivně rostoucích nadzemních částí převážila tvorbu cytokininů z kořenových špiček. (Svoji roli samozřejmě hraje i délka dne. Prodlužující den a vysoké teploty „vytahují“ rostliny vzhůru). Zvýšená hladina auxinů zvyšuje v rostlině postupně apikální dominanci, počínaje hlavním stéblem až k odnožím prvního, druhého a dalších řádů. Od tohoto okamžiku se postupně stále větší suma asimilátů začíná směřovat do rostoucího klasu, který si svojí produkcí auxinů zajišťuje přednostní zásobování živinami. Celý proces postupného zvyšování apikální dominance klasů vrcholí v období narůstání zrna až do konce mléčné zralosti. Pokud jsou aplikovány ve druhé polovině sloupkování přípravky s auxinovým účinkem, pak je zesílen přirozený tok živin do klasu a podpořeno zvýšení HTS (Mach, 2012).

### 3.17 Syntetické regulátory

Synteticky vyrobené látky mají většinou silnější účinek než látky přírodní. Negativní vlivy stresových faktorů během vegetace lze částečně eliminovat aplikací biologicky aktivních látek na bázi humínových kyselin a fulvokyselin, nebo jejich směsí spolu s auxiny (Štranc *et al.*, 2008).

Syntetické regulátory při exogenní reakci prokazují silnou růstovou aktivitu, ať již ve smyslu povzbuzení růstu (auxinoidy), nebo ve smyslu útlumu (retardanty). Z nich nejvýznamnější jsou 2,4-dichlorfenoxyoctová kyselina 2,4 D, maleinohydrazid MH, chlorcholinchlorid CCC, kyselina 2,3,5-trijodbenzoová TIBA (Nováček, 2009).

Syntetické růstové regulátory jsou složeny mimo jiného z fenolových sloučenin, anorganických solí a dalších složek, které působí na rostliny stimulačním účinkem (Calvo *et al.*, 2014).

Tato syntetická analoga se často liší ve struktuře, ale jejich biologická aktivita je v celé řadě případů shodná nebo srovnatelná s endogenními hormony.

### 3.18 Syntetické auxiny

Syntetické auxiny se používají komerčních přípravcích, pro jejich účinky na růst rostlin jako je například iniciace růstu kořenového systému a zrovnoměrnění a urychlení vzcházení. (Grossmann, 2010 ).

Syntetické auxiny, jako je NAA (naphtalen acetic acid) a IBA (indolebutyric acid) mají v zemědělství a zahradnictví mnohá využití. Jedním z nejdůležitějších je použití jako prevence proti chorobám, způsobujícím padání listů nebo jiných rostlinných orgánů. Syntetické auxiny se např. používají k zabránění poklesu opadu plodů u jabloňovitých. Jsou také používány na podporu kvetení, plodnosti a pro lepší tvorbu kořenových řízků (Raven, 2002).

Chemická struktura sloučenin, které mají podobné vlastnosti jako auxiny, ukazuje, že indolová skupina není podstatná pro aktivitu auxinu, a může být nahrazena aromatickým řetězcem nebo kondenzovaným aromatickým řetězcem o srovnatelné velikosti.

Syntetická analoga auxinu jsou kyselina 1-naftalenoctové (NAA), 2,4-dichlorfenoxyoctová kyselina (2,4-D), 2,4,5-trichlorfenoxyoctové kyseliny (2,4,5-T), 3,6-dichlor- kyseliny 2-methoxybenzoové (dicamba), 4-amino-3,5,6-trichloropicolinic kyseliny (tordon nebo picloram), a mnoho dalších.

Tyto syntetické auxiny jsou stabilnější než IAA, pravděpodobně proto, že tyto sloučeniny nemají v metabolismu rostliny přirozené metabolické cesty k jejich rozkladu. (Dunlap *et al.*, 1986). Přirozený rozklad IAA v rostlině je způsoben činností IAA oxidázy, která však na syntetická analoga auxinů nemá vliv (Arteca, 1996).

Syntetické auxiny mohou být inaktivovány pomocí enzymatické konjugace s glukózou (KLEMS *et al.*, 1998).

Auxiny jsou při vysokých koncentracích toxické. Jejich toxicita se projevuje jak u jednoděložných tak i u dvouděložných rostlin. Díky těmto vlastnostem, mnohé sloučeniny s auxinovou aktivitou byly použity jako herbicidy.

### **3.19 Syntetické regulátory jako herbicidy**

Syntetické auxiny se také běžně používají jako herbicidy. Při regulaci plevelů se aplikují ve vyšších koncentracích, než se IAA obvykle v rostlinách vyskytuje. Jedním z nejdůležitějších syntetických herbicidů auxinu je 2,4-dichlorfenoxycetová kyselina, známá jako 2,4-D. Tato kyselina hubí plevely v trávnických porostech selektivním výběrem tak, že zastavuje veškerý axiální růst stonků dvouděložných plevelů. Herbicid s obsahem kyseliny 2,4,5-trichlorfenoxycetové, známé jako 2,4,5-T, je velmi podobný 2,4-D. Kyselina 2,4,5-T byla nadměrně používána jako širokospektrální herbicid k eliminaci výskytu plevelů a sazenic dřevin. Tato skutečnost vešla do povědomí a stala se notoricky známou především během Vietnamské války, a to jako součást defoliantu džungle – tzv. Agent Orange a v roce 1979 byla ve Spojených státech plošně zakázána. Jedním z hlavních důvodů byl fakt, že při výrobě nebylo možné se vyvarovat kontaminaci, byť jen nepatrným množstvím dioxinů. Dioxiny i v sebemenších dávkách způsobují vážná plicní onemocnění, leukémie, potraty, porodní vady a v minulosti byly zaznamenány i případy úmrtí laboratorních zvířat. Mezi oběťmi tzv. Agent Orange byli v první řadě váleční veteráni z Vietnamu a pak také jejich potomci (Raven, 2002).

### **3.20 Využití fyziologicky aktivních látek při moření**

Fyziologicky aktivní látky lze aplikovat v různých fázích růstu rostlin. Tyto látky lze používat i v rámci „moření osiva“. Moření osiva je aplikace biologicky aktivní látky na povrch semen, tj. speciální úprava osiva. Tento postup speciální úpravy osiva patří k nadstandardním předseťovým úpravám osiva, a provádí se za účelem zvýšení výkonnosti komerčních osiv, která jsou v praxi běžně používána (Pazdera, 2002).

Klíčivost je ovlivněna především vnitřní kvalitou osiva (vitalitou) a podmínkami prostředí. Mezi základní podmínky prostředí patří teplota a množství přijatelné vody. Teplota je primární ekologický regulátor klíčení semen (Alvarado a Bradford, 2002).

K aplikaci se používají přípravky ve formulaci kapalných koncentrátů s obsahem auxinů, vysokomolekulárních humínových kyselin, dále pak nízkomolekulárních fulvokyselin. Účinné látky v přípravcích u rostlin stimulují dlouhý buněčný růst a buněčné dělení. Podporuje rovněž diferenciaci buněk a tvorbu cévních svazků. Má pozitivní vliv na propustnost buněčných membrán. Vzhledem k tomu, že příznivě ovlivňuje využívání a příjem živin rostlinou, ovlivňuje pozitivně látkový metabolismus a stimuluje nejen dlouhý růst rostlin, ale i jejich regeneraci, rhizogenezi apod. (Štranc et al., 2006).

Úpravy osiv mají zlepšit semenářské parametry osiva s důrazem na dosažení rychlejšího a vyrovnanějšího klíčení a vzcházení, při současném rozšíření podmínek prostředí, ve kterých semena mohou klíčit (Copeland a McDonald, 1995).

Na procesech dormance semen, při řízení klíčení semen a v prvních fázích růstu klíčících rostlin se podílejí fytohormony. Pozitivní výsledky aplikace auxinů na semena byly zaznamenány i při klíčení kořenové zeleniny (Procházka *et al.*, 1998).

Stresové podmínky výrazně ovlivňují kvalitu osiva již při jeho produkci, tedy u rostlin semenářských porostů. Osivo vyprodukované ve stresových podmínkách obvykle nedosahuje kvality osiva z podmínek nestresovaných (Pazderů, 2010).

### **3.21 Přípravek M-Sunagreen**

M-Sunagreen obsahuje dvě účinné látky, první z nich (kyselina 2-aminobenzoová) je metabolizována v rostlinách na přímý prekurzor pro tvorbu auxinu (IAA) a druhá (kyselina 2-hydroxybenzoová) zpomaluje odbourávání IAA v rostlinách, a tudíž navyšuje obsah přirozených auxinů v rostlině. Kombinace těchto dvou látek je klíčová pro tvorbu auxinů v semínku, které podporují dělení buněk i tvorbu a rychlost růstu kořenů. Auxiny mimo jiné ovlivňují utváření a délku jemných vláskových kořínků rostlin, ty jsou důležité především pro získávání vody a živin z půdy. Velkou výhodou M-Sunagreenu, který obsahuje „pouze“ prekurzory auxinu, nikoliv syntetické auxiny, je, že tento přípravek citlivě reaguje na odrůdy i různé klimatické podmínky, bez „tvrdého“ zásahu do růstu rostlin. Pomocný rostlinný přípravek M-Sunagreen aplikujeme u obilnin v dávce 1,5 l/t na osiva v kombinaci s fungicidními/insekticidními mořidly. Pozitivní vliv aplikace stimulačního mořidla M-Sunagreenu na nárůst kořenové soustavy obilnin sledujeme soustavně již několik let bez

ohledu na ročník, odrůdu či klimatické podmínky. Dlouhodobé výsledky pokusů jasně poukazují na pozitivní vliv M- -Sunagreenu na zvětšení kořenové soustavy. Větší a bohatší kořenový systém založený od počátečních růstových fází porostu příznivě ovlivňuje jeho parametry po celý zbytek vegetace.(Dundálková 2014)

Složení: kyselina 2-aminobenzoová neboli kyselina anthranilová, PABA – vitamín B (0,5 g/l), kyselina 2-hydroxybenzoová neboli kyselina salicylová (0,5 g/l). Hodnota pH: 5,0 - 7,0

- stimulátory růstu s protistresovým účinkem (chlad, zamokření, sucho, nedostatek slunečního svitu, pesticidní šok);
- zvýšení kvality i výnosu semen, plodů i hlíz kulturních rostlin
- Kyselina 2-aminobenzoová (kyselina antranilová) je velmi vzdálený prekurzor auxinu. Pro dosažení auxinové aktivity musí být nejdříve metabolizována na aminokyselinu tryptofan (ta je součástí bílkovin), ze kterého může být dále syntetizována kyselina indolyloctová (tj. auxin). Reakce je pod přísnou metabolickou kontrolou.
- Endogenní kyselina 2-hydroxybenzoová (kyselina salicylová) se podílí na přenosu stresového signálu (hlavně u biotického stresu).
- Kyselina 2-amino-pentandiová (kyselina glutamová) je jednou ze základních aminokyselin. Patří k primárním metabolitům N a tvoří významný podíl v celkovém obsahu volných aminokyselin. Aplikované množství její metabolismus asi příliš neovlivní.

Aplikace na obilniny: sloupkování, před metáním; po odkvětu

Aplikace na řepku: období dlouhivého růstu, butonizace, po odkvětu (ÚKZÚZ, 2016).

Do zemědělské praxe se začalo prosazovat, jako intenzifikační vstup, ošetření osiva přípravkem M-Sunagreen na bázi prekurzoru auxinu. Jeho smyslem je založení silného porostu s odezvou prakticky během celého vegetačního období. Výsledkem je efektivnější využití potenciálu rostliny s projevem ve výnose, ale i kvalitě produkce. Běžné uplatnění tohoto přípravku v praxi také podporuje snadná aplikovatelnost spolu s „klasickým“ fungicidním a insekticidním mořidlem, příznivá cena v poměru k přínosům (obilniny shruba 100 Kč/ha; řepka 30 Kč/ha), navíc nijak nezatěžuje půdu. Charakteristické znaky moření M-Sunagreenem Ošetření osiva proauxinovým přípravkem vyvolává v semeni (následně v rostlině) reakci vedoucí k založení silných porostů. Primárním projevem je zvýšení intenzity zakořenění, respektive stimulace vývoje kořínků od raných vývojových fází. Rostliny rovnoměrněji vzcházejí a zároveň jsou tolerantnější vůči nepříznivým podmínkám v tomto

období a také vůči případným agrotechnickým prohřeškům. S posílením intenzity zakořenění dochází ke zvýšení výkonu kořenové soustavy a zlepšení příjmu živin. To se projeví v posílení nadzemní části rostlin, včetně ovlivnění generativních orgánů. Vitální rostliny se silným kořenovým systémem jsou také podstatně odolnější vůči případným stresům (zimní období, přísušky atd.). Náskok ve zvýšeném objemu kořenů, a tudíž i lepším příjmu živin, jež si rostliny tvoří od počátečních vývojových fází, se s ohledem na charakter počasí v jarním období zmenšuje. Mohutnější kořenová soustava ještě během června zaručuje jistou výhodu pro případ stresu. Vliv aplikace auxinotvorných látek (prekurzorů) na urychlení tvorby kořenů a následně bohatší kořenový systém se přirozeně projeví na výnosotvorných faktorech. Vyživenější rostliny lépe odnožují a tvoří silnější odnože. Porosty mořené M-Sunagreenem seté v řádných agrotechnických termínech jsou před zimou silnější, zjara procházejí rychleji regenerací. Intenzivnější jarní rozvoj a vyšší vitalitu rostlin m. j. charakterizuje vyšší počet klasů. V případě pozdního setí dochází, prostřednictvím zlepšené tvorby kořenů, k určitému smazání počáteční ztráty. Do zimního období porosty nastupují v lepší kondici než nemořené, tudíž s vyšším potenciálem odolávat nepříznivým zimním podmínkám a také urychlit jarní rozvoj. Nezanedbatelné je zmíněné ovlivnění procesu vzcházení. Ošetřením osiva M-Sunagreenem dochází ke stimulaci vývoje již prvních kořínků, čímž se částečně eliminuje vliv případných nepříznivých podmínek při vzcházení, které je rovnoměrnější. Z ozimých plodin to platí především pro řepku. S ohledem na zkušenosti z pokusů s mořením pšenice, ječmene, řepky, kukuřice a máku M-Sunagreenem, lze uvedené informace zobecnit napříč plodinami. Funkce proauxinového přípravku aplikovaného na osivo je charakterizována u ozimých i jarních plodin intenzivnějším zakořeněním od prvotních vývojových fází. Moření auxinovými přípravky lze považovat za základ silného a vyrovnaného porostu s potenciálem pro zvýšení kvality produkce i samotného výnosu.(Petrásek 2010)

### **3.21.1 Kyselina 2-aminobenzoová (Anthranilová kyselina)**

Při zkoumání biosyntézy Tryptophanu u mikroorganismů bylo zjištěno, že Anthranilová kyselina jako Indol může bez problémů nahradit Tryptophan v růstovém metabolismu *Lactobacillus arabinous*. Dalším výzkumem bylo zjištěno, že kyselina 2-aminobenzoová (Anthranilová) je prekurzorem Indolu v biosyntetickém řetězci vedoucím k syntéze Tryptophanu (Rhuland 1951). Toto tvrzení později potvrdili Bonner a Beadle, kteří pokusy na více kulturách založených na Indolu a Anthranilové Kyselině prokázali, že kyselina

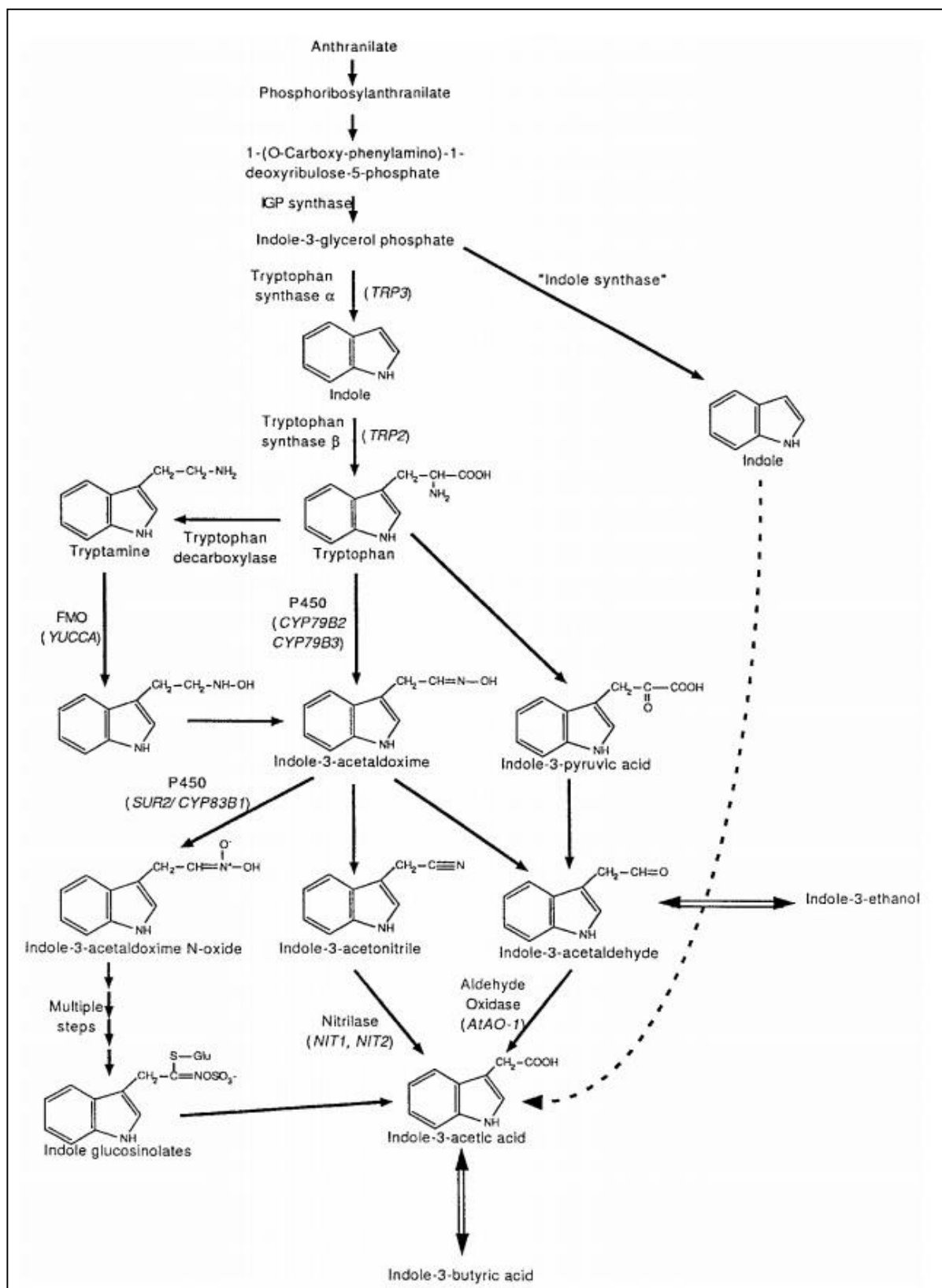
Anthranilová je skutečně prekurzorem Indolu, který je velice důležitou součástí syntézy Tryptophanu.

Biosyntéza kyseliny Indolil octové u vyšších rostlin dále pokračuje z Tryptophanu dvěma možnými cestami.

Jednou možnou cestou biosyntézy IAA je přeměna Tryptophanu na indolylpyruvát, následně na indolylacetaldehyd a dále přes indolylacetát na Kyselinu indolyloctovou.

Druhá cesta syntézy se liší v prvním kroku a to, že tryptophan není přeměněn transaminásou na indolylpyruvát ale je dekarboxylován na tryptamin a následně se oxidační deaminací mění na auxin. (Rydon 1947)





Obrázek 1: Schéma syntézy kyseliny indolyloctové

### 3.22 Nitrofenoláty

Syntetický rostlinný stimulant s antistresovým účinkem ATONIK® určený ke stimulaci výnosu je složen ze 3 fenolických sloučenin: 2-nitrofenol Na (2 g/l), 4-nitrofenol Na (3 g/l); 2-methoxy-5-nitrofenol Na (1 g/l).

Atonik je relativně nová růstová látka, která podporuje a zvyšuje růst a ovlivňuje další zásadní metabolické procesy ošetřovaných rostlin. Tento proauxinový přípravek přispívá v raných vývojových fázích rostlin k rychlejšímu a vyrovnanějšímu klíčení a vzcházení semen. Urychluje tvorbu kořínků a zvyšuje toleranci k nepříznivým vegetačním podmínkám (Guo a Oosterhuis, 1995).

Postřikový regulátor růstu a vývoje ve formě rozpustného koncentrátu (SL) určený ke stimulaci výnosu chmele otáčivého, cukrovky, papriky zeleninové polní, rajčete, řepky olejky, bramboru, kukuřice, pšenice ozimé, mrkve, okurky polní, rybízu černého a maliníku, ke zvýšení odolnosti rostlin, zlepšení kvality a stimulace výnosu jabloně, hrušně, třešně, višně a jahodníku a ke stimulaci růstu a výnosu máku setého.

Atonik je úspěšně používán při pěstování většiny důležitých plodin na celém světě. Jeho pozitivní vliv na výnos se již osvědčil, avšak znalost o působení jeho mechanismu je doposud nejednoznačná až kontroverzní (Budzynski et al., 2008).

Pozitivní účinky jsou mnohem víc patrné, pokud jsou rostliny pěstovány za nepříznivých podmínek. Regulátory hrají ochrannou roli, proti různým abiotickým vlivům, jako je například působení nízkých/vysokých teplot, sucha, při výskytu těžkých kovů a při vysoké salinitě půdy (Borowski a Blamowski, 2009).

Přípravek zvyšuje intenzitu fotosyntézy a rychlost transpirace, ale obvykle bez snížení relativního obsahu vody. Některé výsledky naznačují, že pokud byly rostliny pěstovány za optimálních podmínek, pozitivní účinek tohoto přípravku nebyl zaznamenán (Budzynski *et al.*, 2008).

### 3.23 Biologický mechanismus působení regulátorů na bázi nitrofenolátů:

Stimulace postihuje rostlinu na všech biologických úrovních – rostlina je z hlediska struktury, funkce, prostřednictvím jednotlivých orgánů a buněk zapojena do fyziologických a biochemických procesů.

- stimulace růstu a vývoje rostliny, zejména generativní;
- akumulace biomasy, a to jak čerstvé hmoty, tak i sušiny;
- vyšší účinnost fotosyntetického aparátu se projevuje:
  - o vyšší listovou plochou,
  - o vyšším obsahem chlorofylu,
  - o větší intenzitou fotosyntézy,
  - o zlepšením fluorescenčních parametrů.
- vyšší transpirace a nižší odpor průduchů,
- ošetřené rostliny mají vyšší potřebu vody, z důvodu vývinu kořenů
- vliv na kvalitu a chemické složení ovoce byl různý a závisel na měřených hodnotách a zkoušené odrůdě;
- za optimálních podmínek není účinek zřetelný;
- chrání před jarními mrazíky a suchem;
- pozitivní efekt je mnohem výraznější, když jsou rostliny vystaveny stresovým podmínkám (Przybysz et al., 2010)

### **3.24 Sodné soli nitrofenolů:**

- ovlivňují proudění plasmu v buňce → lepší zakořeňování, příjem živin a intenzivnější růst;
- antistresové účinky;
- nízkomolekulární fenolické látky mohou ovlivnit rychlost odbourávání auxinů;
- aplikace v raných fázích vývoje a v období intenzivního růstu by mohla ovlivnit diferenciaci a růst kořenů.

Aplikace na obilniny – urychlení jarní regenerace, před metáním

Aplikace na řepku – urychlení jarní regenerace, před kvetením, po odkvětu (ÚKZÚZ, 2016).

Rostliny ošetřené nitrofenoláty mají větší inhibici IAA oxidáz, což zvyšuje přirozenou aktivitu syntézy auxinů (Djanaguiraman at al., 2009). Nitrofenoláty významně zvyšují aktivitu nitrátoreduktázy, což je důležitý enzym v metabolismu dusíku. Novější studie dokazují, že Atonik pozitivně ovlivňuje četné růstové procesy, produktivitu a další parametry, které byly kontrolovány a hodnoceny. (Przybysz at al., 2010)

## 3.25 Role rostlinných hormonů při klíčení

### 3.25.1 Gibereliny

Gibereliny jsou významným endogenním regulátorem klíčení (a tedy i dormance) semen. V embryu vyvíjejícího semen se hromadí gibereliny ve vázané formě. Po nabobtnání semen se gibereliny uvolní z vázané formy a embryo začíná syntetizovat gibereliny *de novo*. U obilky ječmene, kde byl tento proces nejpodrobněji prostudován, difundují pak volné gibereliny do aurelonové vrstvy, ve které indukují *de novo* tvorbu  $\alpha$ -amylázy a dalších hydrolytických enzymů. Hydrolytické enzymy přecházejí do endospermu, kde odbourávají zásobní cukry a bílkoviny, a poskytují tak substráty bohaté na energii a stavební kameny pro rostoucí embryo do doby, než se stane autotrofní. Indukce  $\alpha$ -amylázy je velmi účinně inhibována kyselinou abscisovou (ABA). Protože v semenech bývají obsaženy oba tyto regulátory, je to zřejmě jejich vzájemný koncentrační poměr, který rozhoduje o tom, jak dlouhá bude dormance a kdy semeno vyklíčí. (Procházka et.al 1998)

### 3.25.2 Kyselina abscisová

V dormantních pupenech, semenech a hlízách nacházíme obvykle vysoký obsah ABA. U semen (obilky) brání předčasnému vyklíčení vyvíjejícího se embrya, a jak se můžeme přesvědčit u některých mutantů ABA, jejichž obilky klíčí již v klasech (viviparie). Sledujeme-li obsah ABA ve zrajícím semeni, na počátku silně stoupá, zejména v embryu, a v druhé polovině zrní klesá, ale stoupá obsah vázaných forem ABA. Klíčení semen či hlíz může začít až v okamžiku kdy obsah ABA klesne pod určitou hraniční hodnotu. Délka dormance není určována pouze kyselinou abscisovou, ale vzájemným koncentračním poměrem ABA/gibereliny. (Procházka et.al 1998)

### 3.25.3 Auxiny

Důležitou funkcí auxinů je stimulace tvorby kořenů při klíčení a podpory tvorby adventivních kořenů v pozdějších etapách ranného vývoje rostliny. Kyselina indolyl máselná je látka s auxinovým účinkem, která má podle pokusů nejvyšší podíl na stimulaci tvorby kořenů. Kyselina indolyl máselná se řadí mezi endogenní auxiny a v metabolismu může být přeměněna z indolyl octové kyseliny. (Davies 2010)

## 4. Hypotéza

Aplikací fyziologicky aktivních látek na osivo pšenice lze dosáhnout rostlin s mohutnějším kořenovým systémem, větším počtem produktivních odnoží a tím i vyššího výnosu zrna.

## 5. Materiál a metody

### 5.1 Popis lokality

Přesné polní maloparcelkové pokusy byly založeny na Výzkumné stanici FAPPZ ČZU v Praze v Červeném Újezdě, o.Praha západ. Stanice se nalézá na rozhraní okresů Kladno a Praha-západ, cca 25 km od Prahy. Zeměpisné údaje: 50°04' zeměpisné šířky a 14°10' zeměpisné délky.

Ornice je šedohnědá, hlinitá, s drobtovitou strukturou. Její hloubka je od 28 do 35 cm a má střední až silné prokořenění a biologickou činnost. Podorniční horizont (50 - 70 cm) je hnědý až rezavý, hlinitý s příměsí opuky. Prokořenění a biologická aktivita je střední.

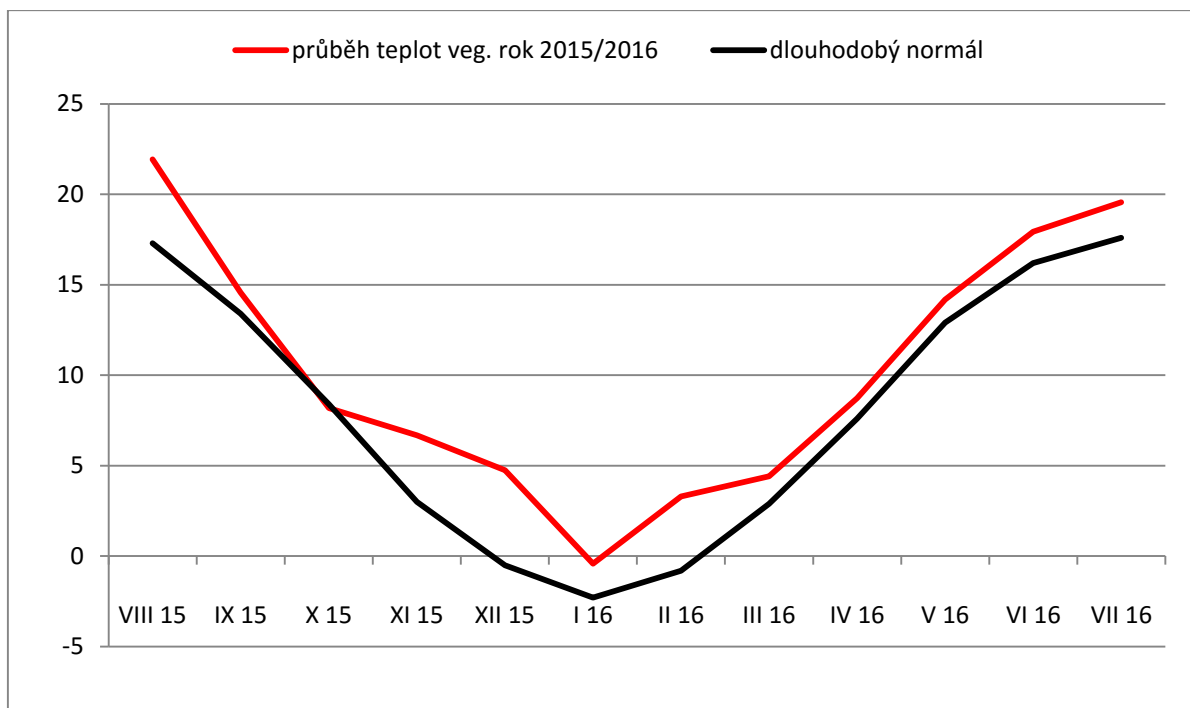
Na pokusných plochách převažuje BPEJ 4.10.00. Po stránce zrnitostního složení se jedná o půdy středně těžké.

Klimaticky pokusné stanoviště spadá do oblasti mírně teplé, klimatického okrsku mírně suchého, převážně s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu činí 6,9 °C. Průměrný roční úhrn srážek činí 549 mm. Průměrná teplota ve vegetačním období (1.4. - 30.9.) je 12,9 °C, průměrný vegetační úhrn srážek činí 361 mm.

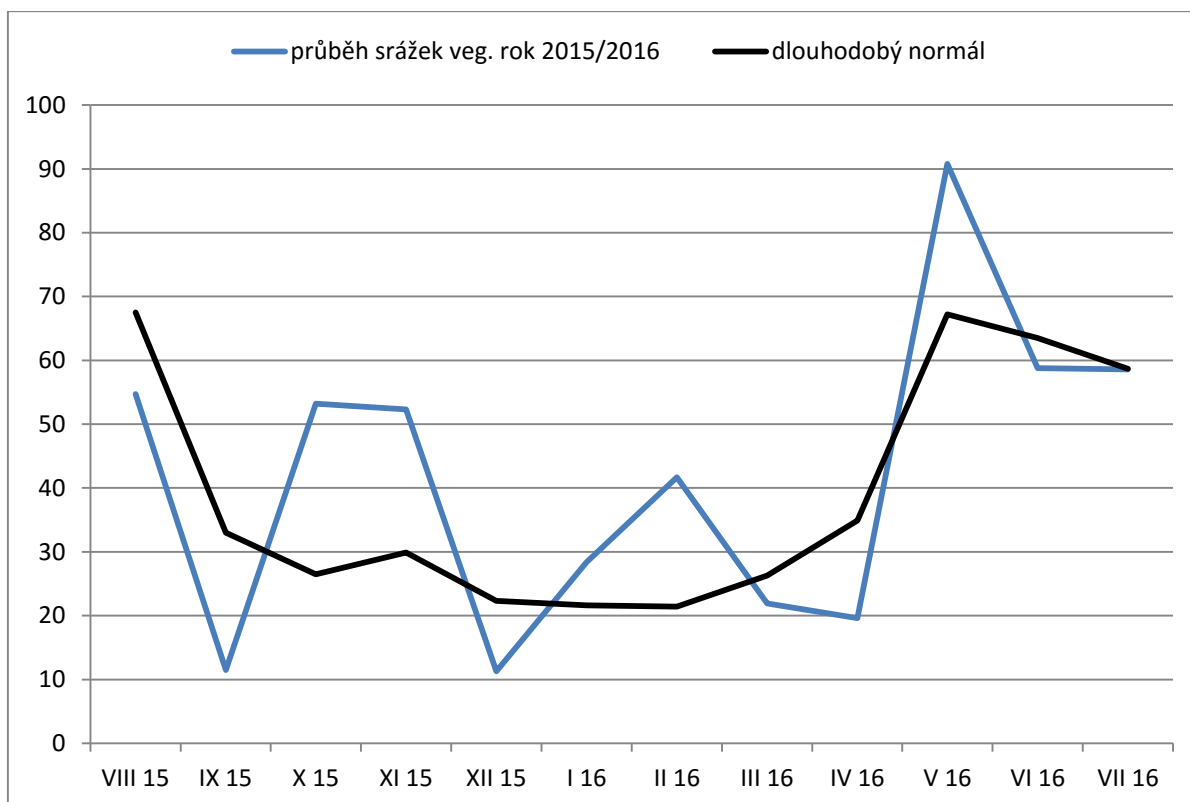
### 5.2 Průběh počasí

Podzim roku 2015 kdy byl založen pokus v Červeném Újezdě byl srážkově rozdělen do dvou období. Zatím co v září se množství srážek nedostalo ani na 70% dlouhodobého normálu, měsíce říjen (125% DN) a listopad (150% DN) byly srážkově nadprůměrné a postupně se tak doplnila půdní zásoba vody, která mohla být využita pro podzimní vegetaci. Podzimní teploty se pohybovaly také nad dlouhodobým normálem. V období mezi listopadem 2015 a březnem 2016 se průměrné měsíční teploty pohybovaly poměrně vysoko nad dlouhodobým normálem. V prosinci a únoru byla kladná odchylka od DN více jak + 4°C. Od jarního období, které poskytovalo porostům výborné podmínky pro optimální růst se hodnoty teplotní a srážkové téměř shodovaly s hodnotami dlouhodobého normálu. Přesto, že se úhrn

srážek v červnu a v červenci pohyboval v podobných hodnotách jako dlouhodobý normál, působily srážky často negativně a to hlavně díky jejich rozložení. V červnu a červenci totiž docházelo k poměrně častým prudkým dešťům a lokálně i ke krupobití, které působily škody poléháním porostu a v některých případech docházelo i k větším škodám. Ve většině případů ale srážky pouze oddalovaly termín sklizně. Celkově lze tak vegetační rok hodnotit jako velmi příznivý, a svým průběhem se velice podobal dvěma předešlým úrodným rokům. Vysokých výnosů a poměrně dobré kvality produkce bylo dosaženo díky optimálnímu rozložení srážek v období vegetace v kombinaci s příznivými teplotami.



Graf 2: Průběh teplot ve vegetačním roce 2015/16



Graf 3: Průběh srážek ve vegetačním roce 2015/16

### 5.3 Agrotechnické zásahy na pozemku

22.9. 2015 Orba + hrubá příprava půdy, předplodina řepka

1.10. 2015 Příprava půdy (kompaktor)

2.10 2015 Setí Odrůda Sailor 3,5 MKS **moření dle metodiky + Divident 030 FS**

26.10. 2015 Aplikace Bizon 0,5 l/ha + Karate Zeon 0,1 l/ha TM

24.2.2016 Hnojení 55 kg N v LAD

4.4. 2016 Hnojení 52 kg N v DASA

22.4. 2016 Aplikace Modus 0,4 l/ha

28.4. 2016 Hnojení 55 kg N v LAD

27.5. 2016 Aplikace Archer Turbo 0,8 l/ha

13.6. 2015 Aplikace Prosaro 1 l/ha

13.6. 2016 Hnojení 27 kg N v LAD

15.6. 2016 Odběry rostlin

8.8. 2016 Odběr klasů a sklizeň



## 5.4 Zadání pokusu

Varianta	Přípravek	Dávka přípravku 1/t osiva	Dávka vody l/t osiva
1.	Kontrola - moř. Divident 030 FS	0,0	0,0
2.	Standard M-Sunagreen	1,5	8,0
3.	ATONIK	1,0	8,0
4.	ATONIK	0,6	8,0
5.	ATONIK + M-Sunagreen	0,6 + 1,5	8,0
6.	ATONIK + M-Sunagreen	0,6 + 1,0	8,0

Tabulka 2: Schéma fyziologických aplikací použitých pokusů

### **5.4.1 Varianty pokusu**

#### **VARIANTA 1. Kontrola**

Tato varianta byla použita pro porovnání jednotlivých variant. U této varianty byl sledován především vliv ročníku, lokality a agrotechnického postupu.

#### **VARIANTA 2.**

V této variantě bylo osivo mořeno pouze přípravkem M-Sunagreen v dávce 1,5 l na tunu osiva. U rostlin této varianty byl očekáván silný vyrovnaný porost s dobře založeným silným kořenovým systémem.

#### **VARIANTA 3.**

V této variantě bylo osivo mořeno pouze přípravkem ATONIK v dávce 1,0 l na tunu osiva. Aplikace přípravku ATONIK na osivo měla za úkol odstranit stresové vlivy na rostliny v začátku jejich růstu a na začátku vegetace a pomoci tak porostu vstoupit do zimního a následného jarního období v plné síle.

#### **VARIANTA 4.**

V této variantě bylo osivo mořeno pouze přípravkem ATONIK v dávce 0,6 l na tunu osiva. Stejně jako u varianty 3. byl aplikován přípravek ATONIK a to pouze ve změněném dávkování pro porovnání případné odlišné reakce porostu na změněnou dávku stimulačního přípravku.

#### **VARIANTA 5.**

V této variantě byla použita kombinace přípravků ATONIK a M-Sunagreen. Přípravek ATONIK byl aplikován v dávce 0,6 l na tunu osiva a M-Sunagreen 1,5 l na tunu osiva. Společná aplikace těchto přípravků měla prokázat kladný synergický efekt na rostliny ozimé pšenice.

#### **VARIANTA 6.**

Varianta 6 se lišila od varianty 5 snížením dávky M-Sunagreen na dávku 1,0 l na tunu osiva. U této varianty bylo účelem porovnat a stanovit dávku přípravku M-Sunagreen v tankmixu s přípravkem ATONIK, která kladněji působí na porost vybrané odrůdy pšenice.

## 5.5 Popis pokusného materiálu

### 1) Odrůda Sailor

Odrůda SAILOR je novinkou v portfoliu pekařských odrůd registrovanou v roce 2011. Vysokých až velmi vysokých výnosů dosahuje jak v neošetřené variantě tak v ošetřené variantě pěstování. Odrůda se vyznačuje velmi dobrým zdravotním stavem a to hlavně v odolnosti k braničnatce plevové v klasu a padlí travnímu na listu. Pekařská kvalita A je dána především vynikající hodnotou objemové hmotnosti. Velmi vysoké hodnoty dosahuje také ve vaznosti mouky a objemu pečiva. Vyniká také velmi dobrou mrazuvzdorností.

### Charakteristika

Ranost: středně raná

Rostliny: středně vysoké až vysoké

Zrno: středně velké

HTZ: 44,5g

Udržovatel: SECOBRA Saatzucht GmbH, D Registrace: ČR 2011

Zdravotní stav

- Odolná až středně odolná proti napadení padlím travním na listu a v klase
- Středně odolná až odolná proti napadení braničnatkou plevovou v klase
- Středně odolná rzi pšeničné a plevové i fuzariózám v klase
- Středně až méně odolná k poléhání (nutné ošetření morforegulátory)

### 2) Přípravek ATONIK

Postřikový regulátor růstu a vývoje ve formě rozpustného koncentrátu (SL) určený ke stimulaci výnosu chmele otáčivého, cukrovky, papriky zeleninové polní, rajčete, řepky olejky, bramboru, kukuřice, pšenice ozimé, mrkve, okurky polní, rybízu černého a maliníku, ke zvýšení odolnosti rostlin, zlepšení kvality a stimulace výnosu jabloně, hrušně, třešně, višně a jahodníku a ke stimulaci růstu a výnosu máku setého.

#### Účinné látky:

natrium-5-nitroguajakolát 1 g/l (0,1 % hmot.)

natrium-2-nitrofenolát 2 g/l (0,2 % hmot.)

natrium-4-nitrofenolát 3 g/l (0,3 % hmot.)

#### Působení přípravku

Atonik ovlivňuje pohyb plasmu v buňkách rostlin, což se projevuje lepším zakořeňováním, zvýšeným příjmem živin a intenzivnějším růstem. Aplikace před květem významně ovlivňuje klíčení pylových zrn, má pozitivní vliv na násadu plodů, semen a jejich lepší vyžrávání. Atonik výrazně pomáhá rostlinám překonávat stres (např. po negativním působení některých pesticidů, po poškození rostlin mrazem, krupobitím, přesazením apod.)

použití u pšenice ozimé: Přípravek aplikujte od počátku odnožování do fáze, kdy je pochva praporcového listu naduřelá (BBCH 21 – 45). Maximální počet ošetření: 2x za vegetační sezónu Interval mezi aplikacemi: 20 – 50 dnů Dávka vody: 300 l/ha

### 3) Přípravek M-Sunagreen

M-Sunagreen je pomocný rostlinný přípravek používaný jako rostlinný stimulátor s formulací vyhovující použití jako součást kapaliny určené pro ošetření osiva. Aplikace na osivo se projeví ve zvýšení objemu kořenové soustavy (lépe vyživený vitálnější porost), v rovnoměrnějším a rychlejším vzházení. Jedná se o ošetření společně s „klasickým“ mořidlem, popř. o následné přemoření již namořeného osiva. Zvyšuje intenzitu počátečního vývoje rostlin v průběhu klíčení a nárůst hmotnosti kořenového systému.

Moření auxinovými přípravky lze považovat za základ silného a vyrovnaného porostu s potenciálem pro zvýšení kvality produkce i samotného výnosu.

#### Složení:

Kyselina 2-aminobenzoová (g/l)  $5,0 \pm 0,5$

Kyselina 2-hydroxybenzoová (g/l)  $2,5 \pm 0,5$

Hodnota pH 5,0 - 7,0

Druh úpravy přípravku: SL-Postřikový přípravek ve formě kapalného koncentrátu ředitelného vodou

## 5.6 Metodika pokusu

Velikost pokusné parcely byla 15m<sup>2</sup> brutto a 11,25 m<sup>2</sup> netto. Celkem měl pokus 6 variant, kdy každá byla vedena ve čtyřech opakováních. Při jarním odběru 22.2.2016 i při pozdějším odběru 15.6.2016 byly vždy shodně odebrány rostliny z 0,5 m řádku a to ve stejných místech jednotlivých parcel.

První jarní měření bylo provedeno 22.2.2016 kdy porosty vycházející z mírného a poměrně příznivého zimního období již plně vstupovaly do vegetace. Z každé pokusné parcely bylo odebráno 10 rostlin, u kterých byla zvážena kořenová biomasa společně s obilkou a nadzemní biomasa, změřena délka kořenů a nadzemní části. Dále byl sledován počet odnoží na jednotlivých rostlinách.

Druhé měření bylo provedeno již po vymetání porostu 15.6.2016. U porostu byla opět zvážena kořenová a nadzemní biomasa a změřena délka kořenů a nadzemní části rostlin. Dále byly sledovány počty neproduktivních odnoží na rostlinách a vypočten průměrný počet klasů na m<sup>2</sup>.

Další data byla získána při sklizni porostů. Pro co nejpřesnější vyhodnocení pokusu byla získána data: Výnos zrna z jednotlivých variant

Hmotnost tisíce zrn

Objemová hmotnost zrna

Množství dusíkatých látek v zrně

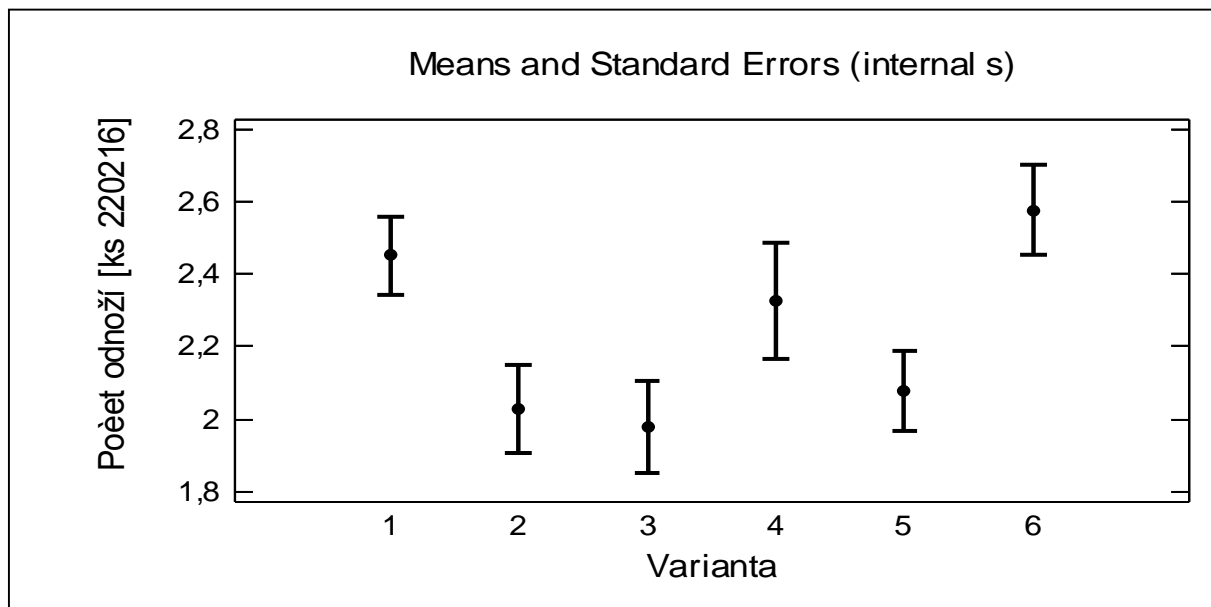
Počet zrn v klasu

Výsledky z těchto odběrů a měření byly následně statisticky vyhodnoceny.

## 6. Výsledky

### 6.1 Statisticky zpracované výsledky

#### 6.1.1 Počet jarních odnoží 22.2.2016



Graf 4: Statistické vyhodnocení znaku - Počet jarních odnoží [ks 220216]

Contrast	Difference	+/- Limits
1 - 2	0,425	0,351743
1 - 3	0,475	0,351743
1 - 5	0,375	0,351743
2 - 6	-0,55	0,351743
3 - 6	-0,6	0,351743
5 - 6	-0,5	0,351743

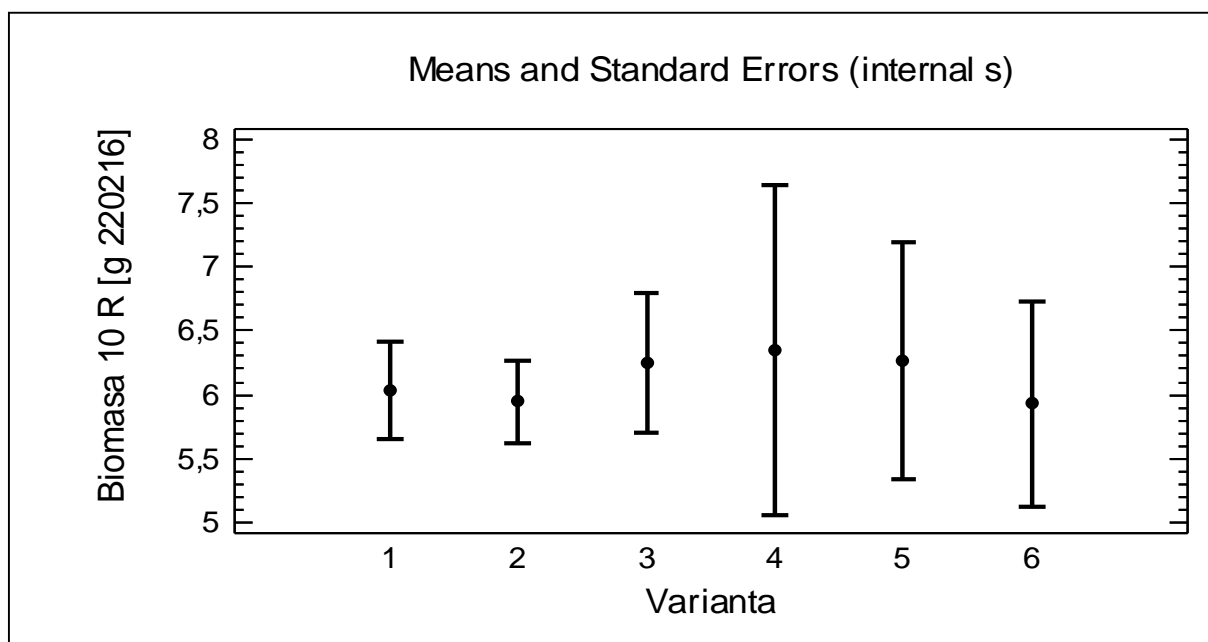
Tabulka 3: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku počet jarních odnoží

varianta	1	2	3	4	5	6
počet odnoží ks	2,45	2,025	1,975	2,325	2,075	2,575

Tabulka 4: Počet jarních odnoží u jednotlivých variant

Největší počet odnoží 22.2. 2015 byl u varianty 6. ATONIK. + M-Sunagreen 0,6 + 1 /t. Druhý nejvyšší pak na kontrolní variantě. Počet odnoží u těchto variant je statisticky průkazně vyšší než u variant 3,2,5.

## 6.1.2 Hmotnost nadzemní biomasy 22.2. 2016



Graf 5: Statistické vyhodnocení znaku - Hmotnost nadzemní biomasy 10 R [g 220216]

Contrast	Difference	+/- Limits
1 - 2	0,08575	2,34275
1 - 3	-0,225	2,34275
1 - 4	-0,32425	2,34275
1 - 5	-0,23125	2,34275
1 - 6	0,10075	2,34275
2 - 3	-0,31075	2,34275
2 - 4	-0,41	2,34275
2 - 5	-0,317	2,34275
2 - 6	0,015	2,34275
3 - 4	-0,09925	2,34275
3 - 5	-0,00625	2,34275
3 - 6	0,32575	2,34275
4 - 5	0,093	2,34275
4 - 6	0,425	2,34275
5 - 6	0,332	2,34275

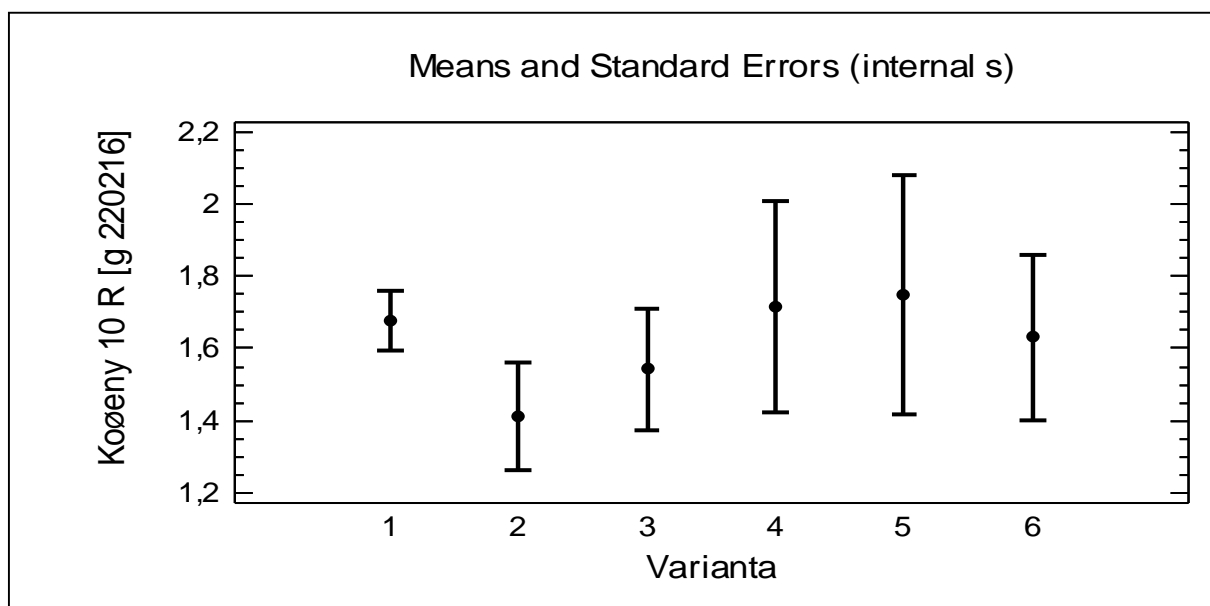
Tabulka 5: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku biomasa nadzemní části

varianta	1	2	3	4	5	6
Hmotnost nadzemní biomasy v g	6,02425	5,9385	6,24925	6,3485	6,2555	5,9235

Tabulka 6: Hmotnost nadzemní biomasy u jednotlivých variant

Ve hmotnosti biomasy 22.2. 2016 nebyly mezi variantami žádné statisticky průkazné rozdíly.

### 6.1.3 Hmotnost biomasy kořenů 22.2. 2016



Graf 6: Statistické vyhodnocení znaku - Hmotnost biomasy kořenů 10 R [g 220216]

<i>Contrast</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 - 2	0,2655	0,672877
1 - 3	0,137	0,672877
1 - 4	-0,03575	0,672877
1 - 5	-0,071	0,672877
1 - 6	0,04675	0,672877
2 - 3	-0,1285	0,672877
2 - 4	-0,30125	0,672877
2 - 5	-0,3365	0,672877
2 - 6	-0,21875	0,672877
3 - 4	-0,17275	0,672877
3 - 5	-0,208	0,672877
3 - 6	-0,09025	0,672877
4 - 5	-0,03525	0,672877
4 - 6	0,0825	0,672877
.5 - 6	0,11775	0,672877

Tabulka 7: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku hmotnost biomasy kořenů

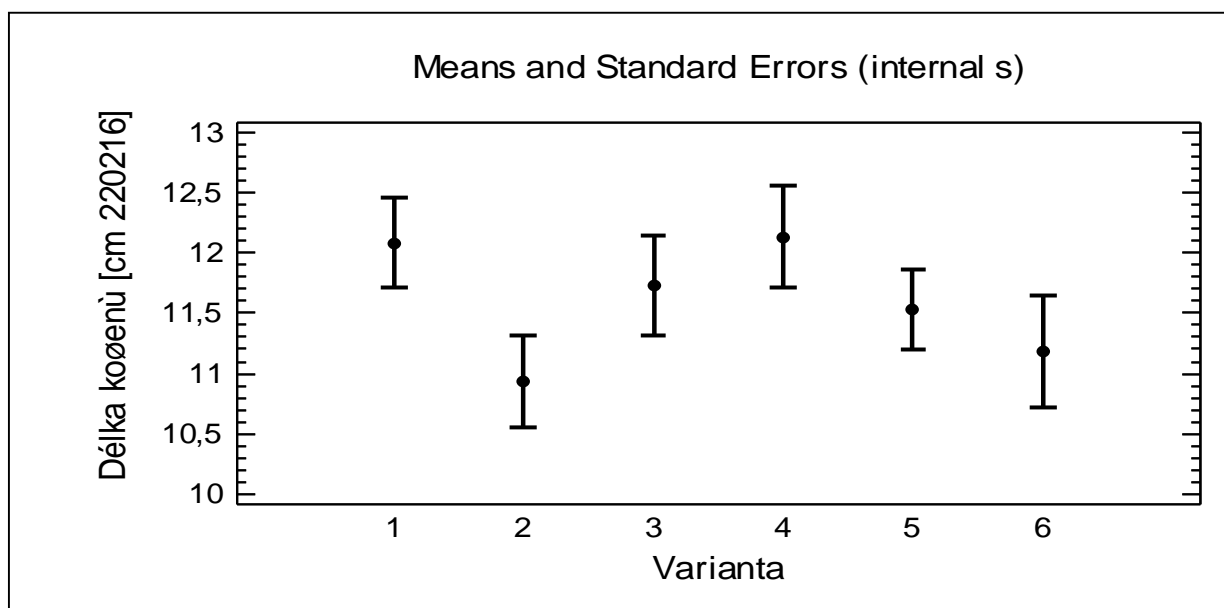
Varianta	1	2	3	4	5	6
Hmotnost biomasy kořenů v g	1,6765	1,411	1,5395	1,71225	1,7475	1,62975

Tabulka 8: Hmotnost biomasy kořenů u jednotlivých variant

Hmotnost kořenů 22.2. 2016 se u pokusu ASA pohybovala od 1,41 (var 2) do 1,75 g.



### 6.1.4 Délka kořenů rostlin v cm 22.2. 2016



Graf 7: Statistické vyhodnocení znaku - Délka kořenů [cm 220216]

<i>Contrast</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 - 2	1,15	1,11748
1 - 3	0,35	1,11748
1 - 4	-0,05	1,11748
1 - 5	0,55	1,11748
1 - 6	0,9	1,11748
2 - 3	-0,8	1,11748
2 - 4	-1,2	1,11748
2 - 5	-0,6	1,11748
2 - 6	-0,25	1,11748
3 - 4	-0,4	1,11748
3 - 5	0,2	1,11748
3 - 6	0,55	1,11748
4 - 5	0,6	1,11748
4 - 6	0,95	1,11748
5 - 6	0,35	1,11748

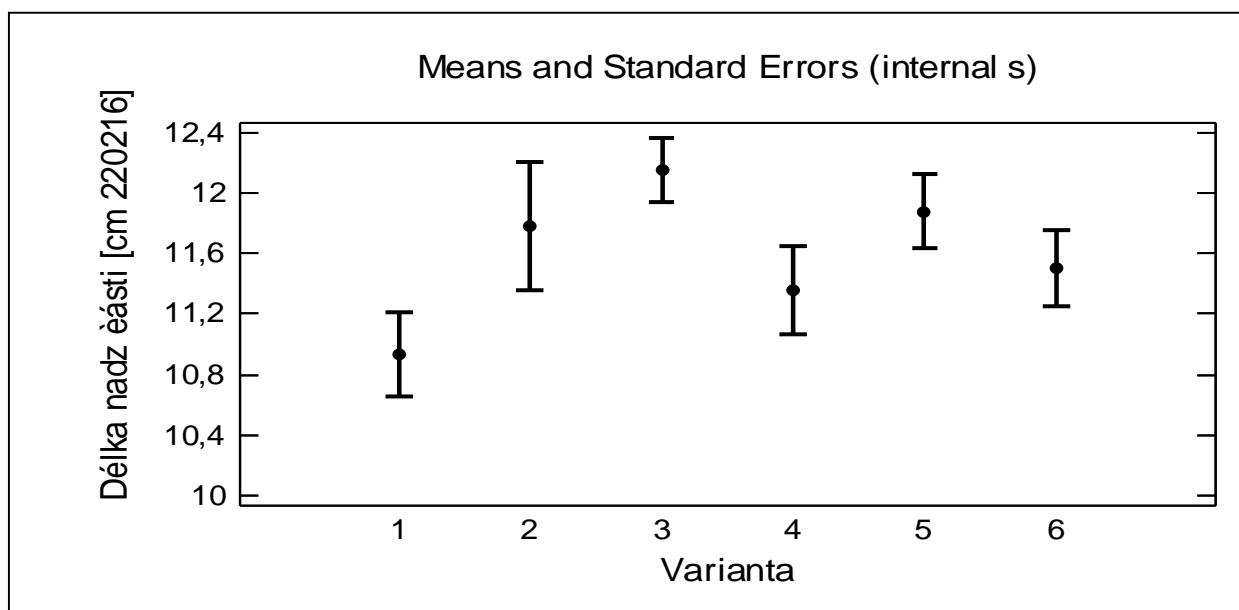
Tabulka 9: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku délka kořenů

varianta	1	2	3	4	5	6
Délka kořenů rostlin cm	12,075	10,925	11,725	12,125	11,525	11,175

Tabulka 10: Délka kořenů u jednotlivých variant

Nejdelší kořeny 22.2. byly u varianty 4 a kontroly, naopak nejkratší u varianty 2. Rozdíl mezi těmito variantami je statisticky průkazný.

### 6.1.5 Délka nadzemní části rostlin v cm 22.2. 2016



Graf 8: Statistické vyhodnocení znaku - Délka nadzemní části [cm 220216]

Contrast	Difference	+/- Limits
1 - 2	-0,85	0,812687
1 - 3	-1,225	0,812687
1 - 4	-0,425	0,812687
1 - 5	-0,95	0,812687
1 - 6	-0,575	0,812687
2 - 3	-0,375	0,812687
2 - 4	0,425	0,812687
2 - 5	-0,1	0,812687
2 - 6	0,275	0,812687
3 - 4	0,8	0,812687
3 - 5	0,275	0,812687
3 - 6	0,65	0,812687
4 - 5	-0,525	0,812687
4 - 6	-0,15	0,812687
5 - 6	0,375	0,812687

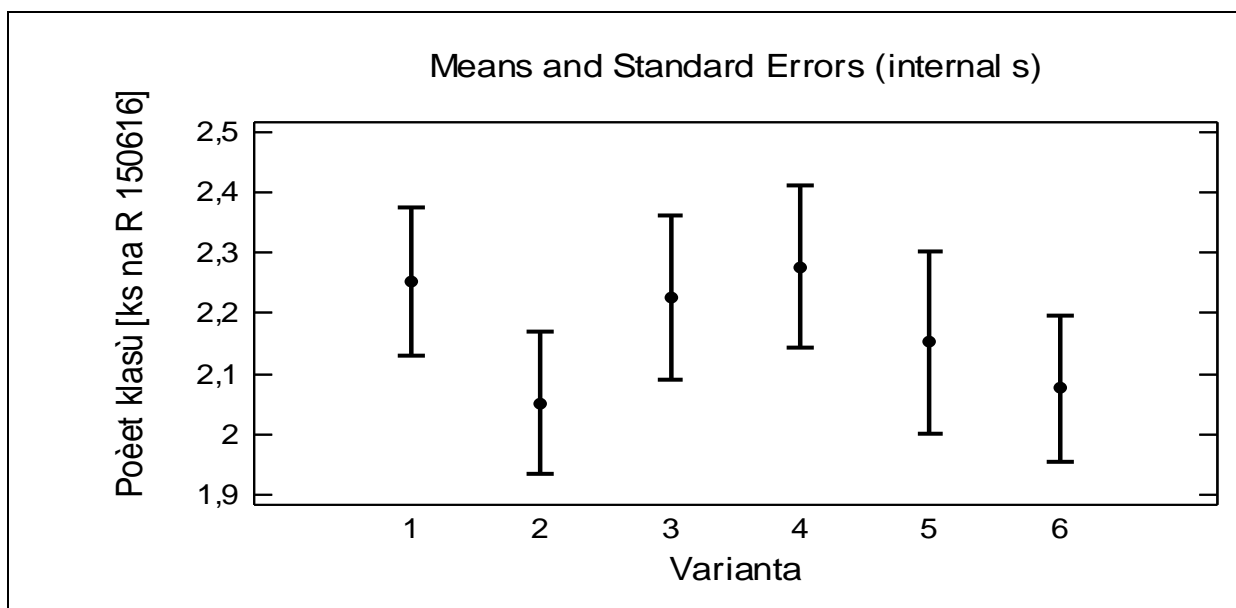
Tabulka 11: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku nadzemní část rostlin v cm

Varianta	1	2	3	4	5	6
Délka nadzemní části rostlin v cm	10,925	11,775	12,15	11,35	11,875	11,5

Tabulka 12: Nadzemní část rostlin u jednotlivých variant

Všechny testované varianty vykazovaly 22.2. 2016 delší nadzemní část než kontrola. U variant 2,3,5 byl rozdíl od kontroly statisticky průkazný.

### 6.1.6 Počet klasů na rostlině v ks 15.6. 2016



Graf 9: Statistické vyhodnocení znaku - Počet klasů na rostlinu [ks na R 150616]

<i>Contrast</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 - 2	0,2	0,364538
1 - 3	0,025	0,364538
1 - 4	-0,025	0,364538
1 - 5	0,1	0,364538
1 - 6	0,175	0,364538
2 - 3	-0,175	0,364538
2 - 4	-0,225	0,364538
2 - 5	-0,1	0,364538
2 - 6	-0,025	0,364538
3 - 4	-0,05	0,364538
3 - 5	0,075	0,364538
3 - 6	0,15	0,364538
4 - 5	0,125	0,364538
4 - 6	0,2	0,364538
5 - 6	0,075	0,364538

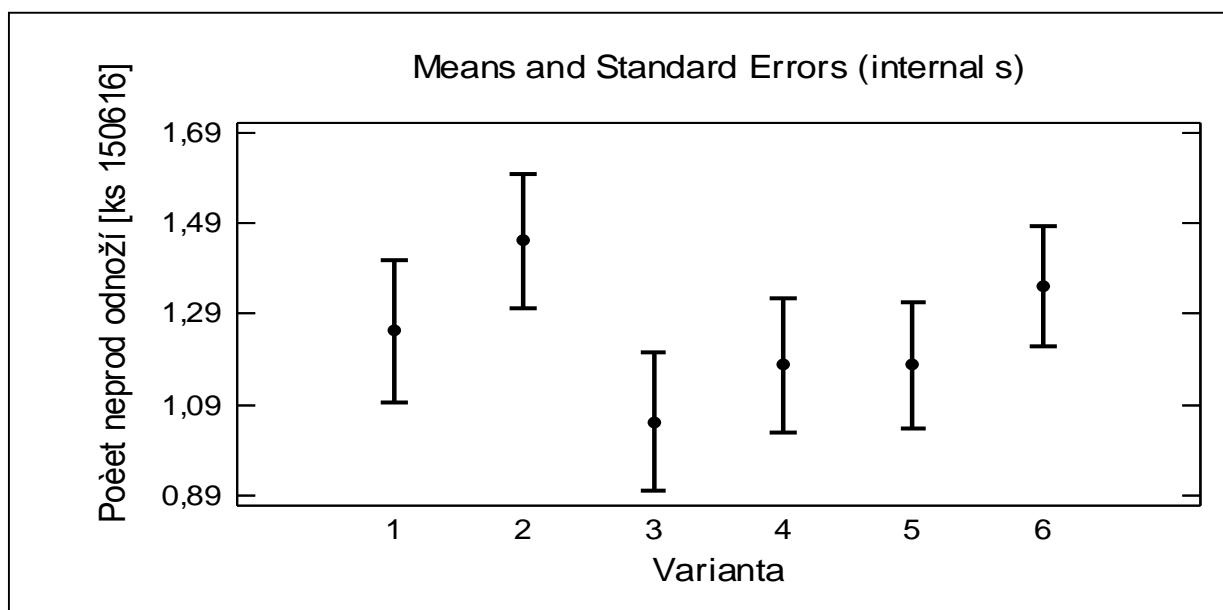
Tabulka 13: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku počet klasů na rostlině v ks

varianta	1	2	3	4	5	6
Počet klasů na rostlině v ks	2,25	2,05	2,225	2,275	2,15	2,075

Tabulka 14: Počet klasů na klasů na rostlině v cm u jednotlivých variant

Největší počet odnoží byl 15.6. stanoven na kontrole. Z testovaných variant je tento údaj vyšší tam, kde byl k moření použit přípravek Atonik sólo. Rozdíly mezi variantami nejsou stat. průkazné.

### 6.1.7 Počet neproduktivních odnoží v rostlině v ks 15.6.2016



Graf 10: Statistické vyhodnocení znaku - Počet neprod odnoží [ks 150616]

<i>Contrast</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 - 2	-0,2	0,405187
1 - 3	0,2	0,405187
1 - 4	0,075	0,405187
1 - 5	0,075	0,405187
1 - 6	-0,1	0,405187
2 - 3	0,4	0,405187
2 - 4	0,275	0,405187
2 - 5	0,275	0,405187
2 - 6	0,1	0,405187
3 - 4	-0,125	0,405187
3 - 5	-0,125	0,405187
3 - 6	-0,3	0,405187
4 - 5	0	0,405187
4 - 6	-0,175	0,405187
5 - 6	-0,175	0,405187

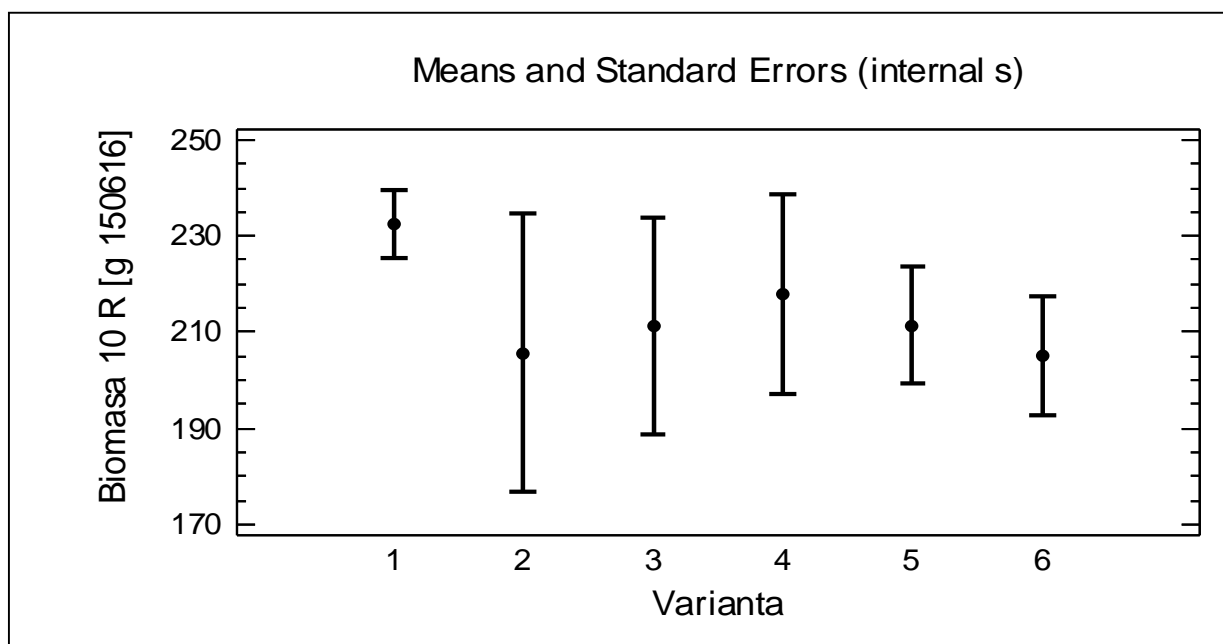
Tabulka 15: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku počet neproduktivních odnoží v rostlině v ks

Varianta	1	2	3	4	5	6
Počet neproduktivních odnoží na rostlině ks	1,25	1,45	1,05	1,175	1,175	1,35

Tabulka 16: Počet neproduktivních odnoží v rostlině v ks u jednotlivých variant

Největší počet neproduktivních odnoží byl 15.6. stanoven u variant, kde byl použit standard M Sunagreen v dávce 1 l a to sólo nebo TM. Naopak nejnižší počet je u variant s přípravkem Atonik. Rozdíly mezi variantami nejsou statisticky průkazné.

### 6.1.8 Hmotnost biomasy nadzemní části stanovená 15.6. 2016



Graf 11: Statistické vyhodnocení znaku - Biomasa nadzemní části 10 R [g 150616]

Contrast	Difference	+/- Limits
1 - 2	26,75	55,9954
1 - 3	21,25	55,9954
1 - 4	14,5	55,9954
1 - 5	21,0	55,9954
1 - 6	27,25	55,9954
2 - 3	-5,5	55,9954
2 - 4	-12,25	55,9954
2 - 5	-5,75	55,9954
2 - 6	0,5	55,9954
3 - 4	-6,75	55,9954
3 - 5	-0,25	55,9954
3 - 6	6,0	55,9954
4 - 5	6,5	55,9954
4 - 6	12,75	55,9954
5 - 6	6,25	55,9954

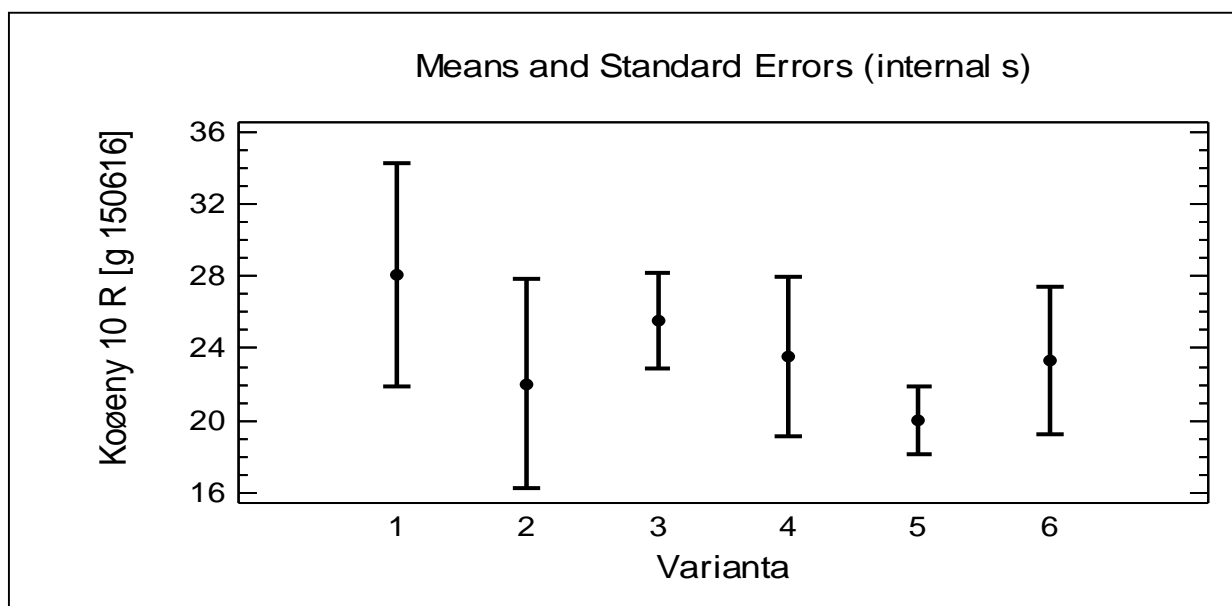
Tabulka 17: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku hmotnost biomasy nadzemní části

varianta	1	2	3	4	5	6
Hmotnost nadzemní biomasy v g	232,25	205,5	211	217,75	211,25	205

Tabulka 18: Hmotnost biomasy nadzemní části u jednotlivých variant

Nejvyšší biomasa nadzemí byla 15.6. 2016 stanovená u kontroly. Rozdíly mezi variantami nejsou statisticky průkazné.

## 6.1.9 Hmotnost biomasy kořenů stanoveno 15.6. 2016



Graf 12: Statistické vyhodnocení znaku - hmotnost biomasy kořenů [g 150616]

<i>Contrast</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 - 2	6,0	13,2354
1 - 3	2,5	13,2354
1 - 4	4,5	13,2354
1 - 5	8,0	13,2354
1 - 6	4,75	13,2354
2 - 3	-3,5	13,2354
2 - 4	-1,5	13,2354
2 - 5	2,0	13,2354
2 - 6	-1,25	13,2354
3 - 4	2,0	13,2354
3 - 5	5,5	13,2354
3 - 6	2,25	13,2354
4 - 5	3,5	13,2354
4 - 6	0,25	13,2354
5 - 6	-3,25	13,2354

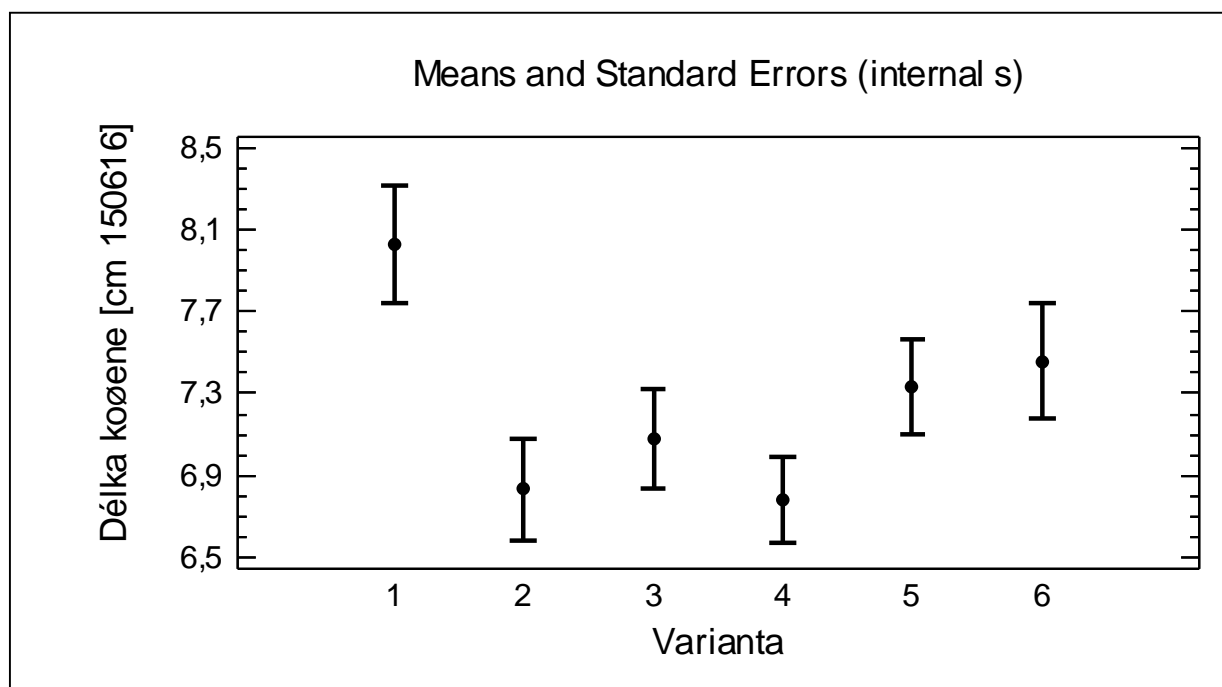
Tabulka 19: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku hmotnost biomasy kořenů

Varianta	1	2	3	4	5	6
Hmotnost biomnasy kořenů g	28	22	25,5	23,5	20	23,25

Tabulka 20: Hmotnost biomasy kořenů u jednotlivých variant

Hodnoty hmotnosti 10 kořenů 15.6. jsou zatíženy značnou variabilitou. Rozdíly mezi variantami nejsou stat. průkazné.

### 6.1.10 Délka kořenů v cm 15.6. 2016



Graf 13: Statistické vyhodnocení znaku - Délka kořene [cm 150616]

Contrast	Difference	+/- Limits
1 - 2	1,2	0,703767
1 - 3	0,95	0,703767
1 - 4	1,25	0,703767
1 - 5	0,7	0,703767
1 - 6	0,575	0,703767
2 - 3	-0,25	0,703767
2 - 4	0,05	0,703767
2 - 5	-0,5	0,703767
2 - 6	-0,625	0,703767
3 - 4	0,3	0,703767
3 - 5	-0,25	0,703767
3 - 6	-0,375	0,703767
4 - 5	-0,55	0,703767
4 - 6	-0,675	0,703767
5 - 6	-0,125	0,703767

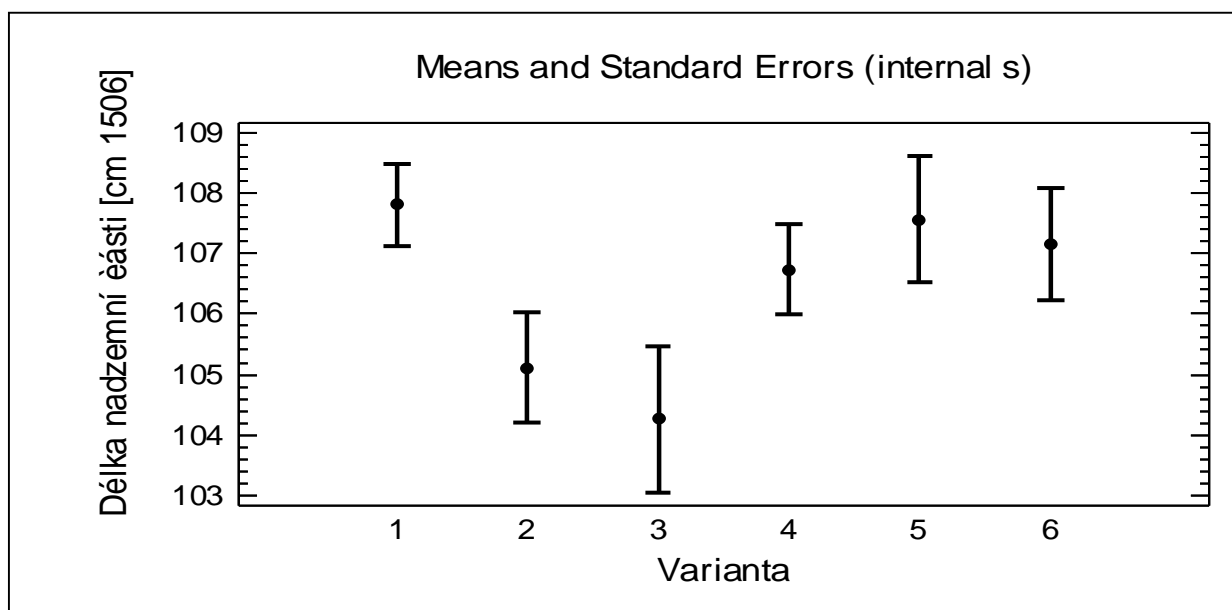
Tabulka 21: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku délka kořenů v cm

Varianta	1	2	3	4	5	6
Délka kořenů cm	8,025	6,825	7,075	6,775	7,325	7,45

Tabulka 22: Délka kořenů v cm u jednotlivých variant

Nejdelší kořeny 15.6. 2016 byly u kontroly, naopak nejkratší u varianty 4 tj Atonik 0,6 l/t. Rozdíly mezi těmito variantami jsou stat. průkazné.

### 6.1.11 Délka rostlin v cm 15.6.2016



Graf 14: Statistické vyhodnocení znaku - Délka nadzemní části [cm 1506]

Contrast	Difference	+/- Limits
1 - 2	2,7	2,59934
1 - 3	3,55	2,59934
1 - 4	1,075	2,59934
1 - 5	0,25	2,59934
1 - 6	0,65	2,59934
2 - 3	0,85	2,59934
2 - 4	-1,625	2,59934
2 - 5	-2,45	2,59934
2 - 6	-2,05	2,59934
3 - 4	-2,475	2,59934
3 - 5	-3,3	2,59934
3 - 6	-2,9	2,59934
4 - 5	-0,825	2,59934
4 - 6	-0,425	2,59934
5 - 6	0,4	2,59934

Tabulka 23: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku délka rostlin v cm

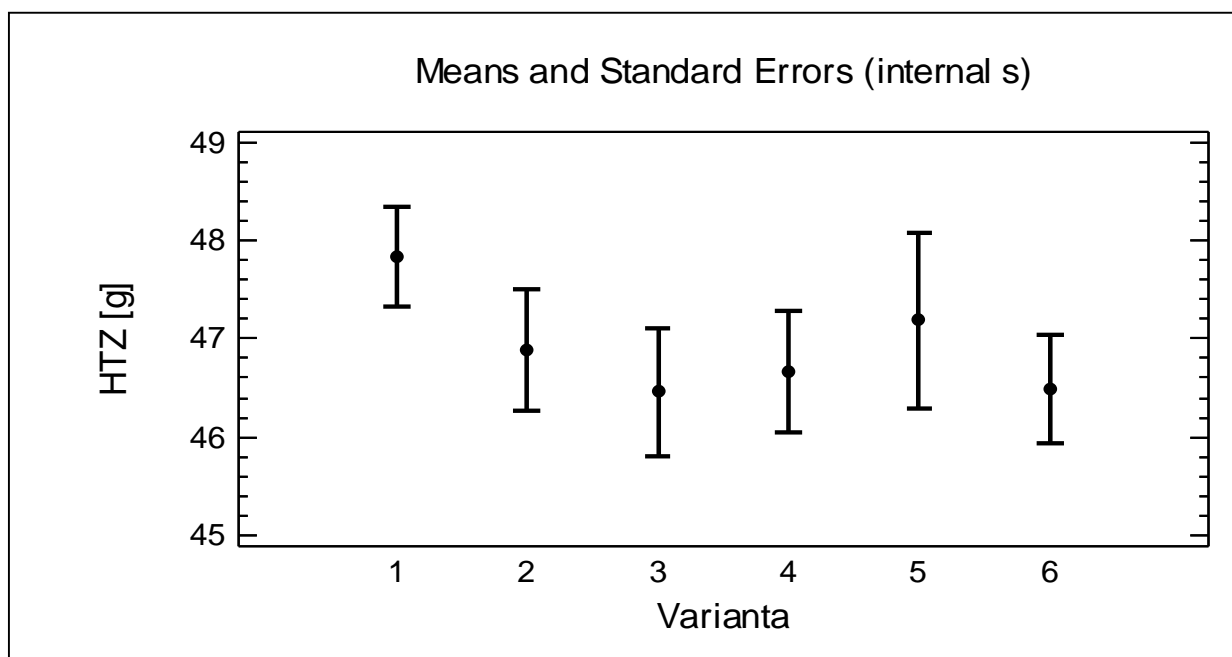
Varianta	1	2	3	4	5	6
Délka rostlin cm	107,8	105,1	104,25	106,725	107,55	107,15

Tabulka 24: Délka rostlin v cm u jednotlivých variant

V délce rostlin (výšce porostu) byly mezi variantami pozorovány malé rozdíly. Nejdelší byly rostliny u varianty 1 (kontrola) 108 cm a nejkratší u var. 3 (Atonik 1l/t).



## 6.1.12 HTZ



Graf 15: Statistické vyhodnocení znaku - HTZ [g]

Contrast	Difference	+/- Limits
1 - 2	0,95	1,93347
1 - 3	1,375	1,93347
1 - 4	1,175	1,93347
1 - 5	0,65	1,93347
1 - 6	1,35	1,93347
2 - 3	0,425	1,93347
2 - 4	0,225	1,93347
2 - 5	-0,3	1,93347
2 - 6	0,4	1,93347
3 - 4	-0,2	1,93347
3 - 5	-0,725	1,93347
3 - 6	-0,025	1,93347
4 - 5	-0,525	1,93347
4 - 6	0,175	1,93347
5 - 6	0,7	1,93347

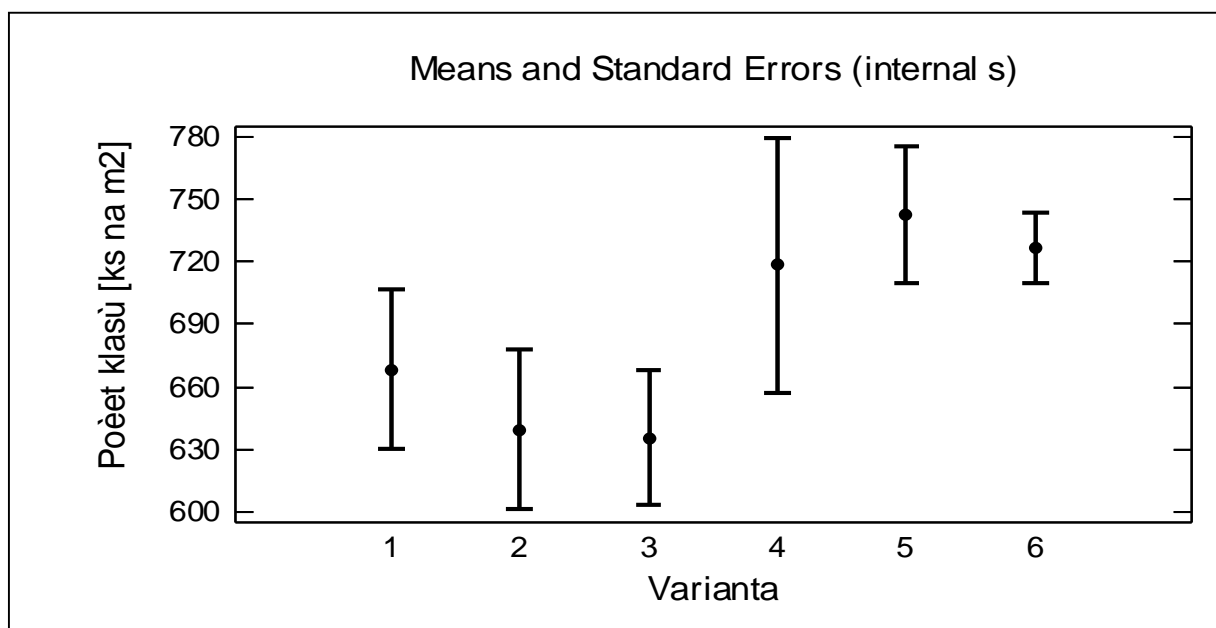
Tabulka 25: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku HTZ

Varianta	1	2	3	4	5	6
HTZ v g	47,825	46,875	46,45	46,65	47,175	46,475

Tabulka 26: HTZ u jednotlivých variant

V hodnotě HTZ nebyly mezi variantami pozorovány žádné stat. průkazné rozdíly.

### 6.1.13 Počet klasů ks na m<sup>2</sup>



Graf 16: Statistické vyhodnocení znaku - počet klasů na m<sup>2</sup> [ks na m<sup>2</sup>]

<i>Contrast</i>	<i>Difference</i>	<i>+/- Limits</i>
1 - 2	29,0	115,943
1 - 3	33,0	115,943
1 - 4	-50,0	115,943
1 - 5	-74,0	115,943
1 - 6	-58,0	115,943
2 - 3	4,0	115,943
2 - 4	-79,0	115,943
2 - 5	-103,0	115,943
2 - 6	-87,0	115,943
3 - 4	-83,0	115,943
3 - 5	-107,0	115,943
3 - 6	-91,0	115,943
4 - 5	-24,0	115,943
4 - 6	-8,0	115,943
5 - 6	16,0	115,943

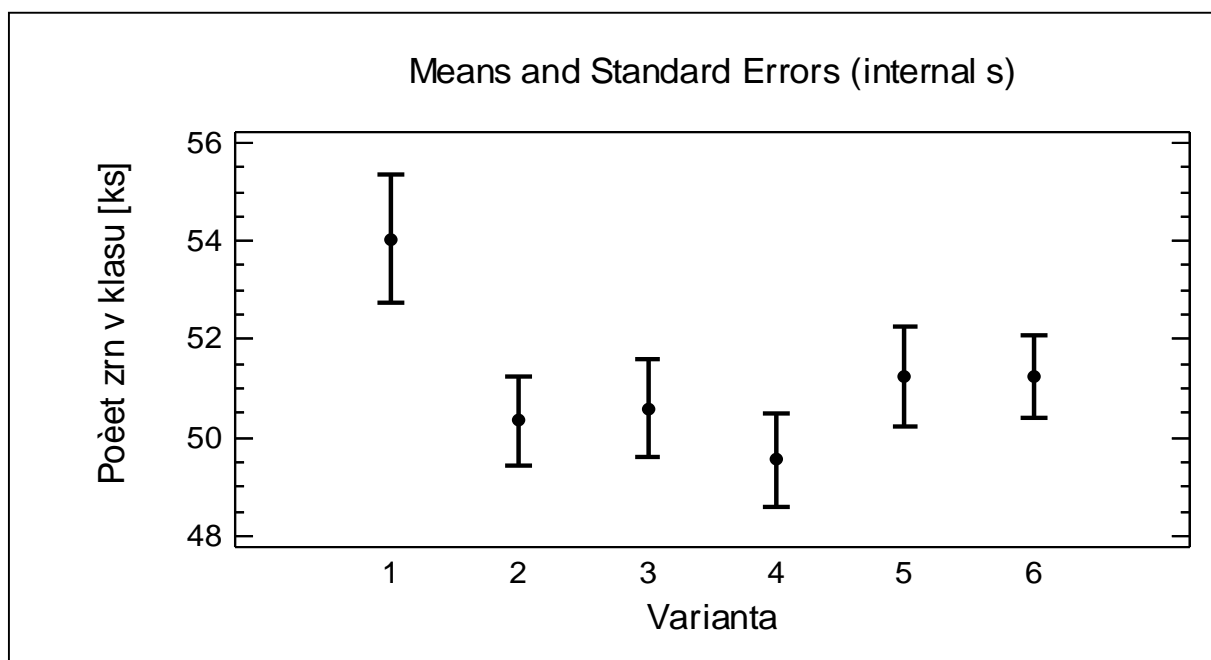
Tabulka 27: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku počet klasů ks na m<sup>2</sup>

Varianta	1	2	3	4	5	6
Počet neproduktivních odnoží na rostlině v	668	639	635	718	742	726

Tabulka 28: Počet klasů ks na m<sup>2</sup>

Nejnižší počet klasů byl pozorován u variant, které vykazovaly nejnižší výnos. Nejvyšší hodnoty pak jsou u variant Atonik 0,6 l/t a u TM aplikací Atoniku 0,6l/t s přípravkem M Sunagreen. Je zřejmé, že díky těmto aplikacím jsou na rostlinách vytvořeny optimální počty produktivních odnoží

### 6.1.14 . Počet zrn v klasu ks



Graf 17: Statistické vyhodnocení znaku - Počet zrn v klasu [ks]

Contrast	Difference	+/- Limits
1 - 2	3,7	2,81987
1 - 3	3,45	2,81987
1 - 4	4,5	2,81987
1 - 5	2,8	2,81987
1 - 6	2,8	2,81987
2 - 3	-0,25	2,81987
2 - 4	0,8	2,81987
2 - 5	-0,9	2,81987
2 - 6	-0,9	2,81987
3 - 4	1,05	2,81987
3 - 5	-0,65	2,81987
3 - 6	-0,65	2,81987
4 - 5	-1,7	2,81987
4 - 6	-1,7	2,81987
5 - 6	0	2,81987

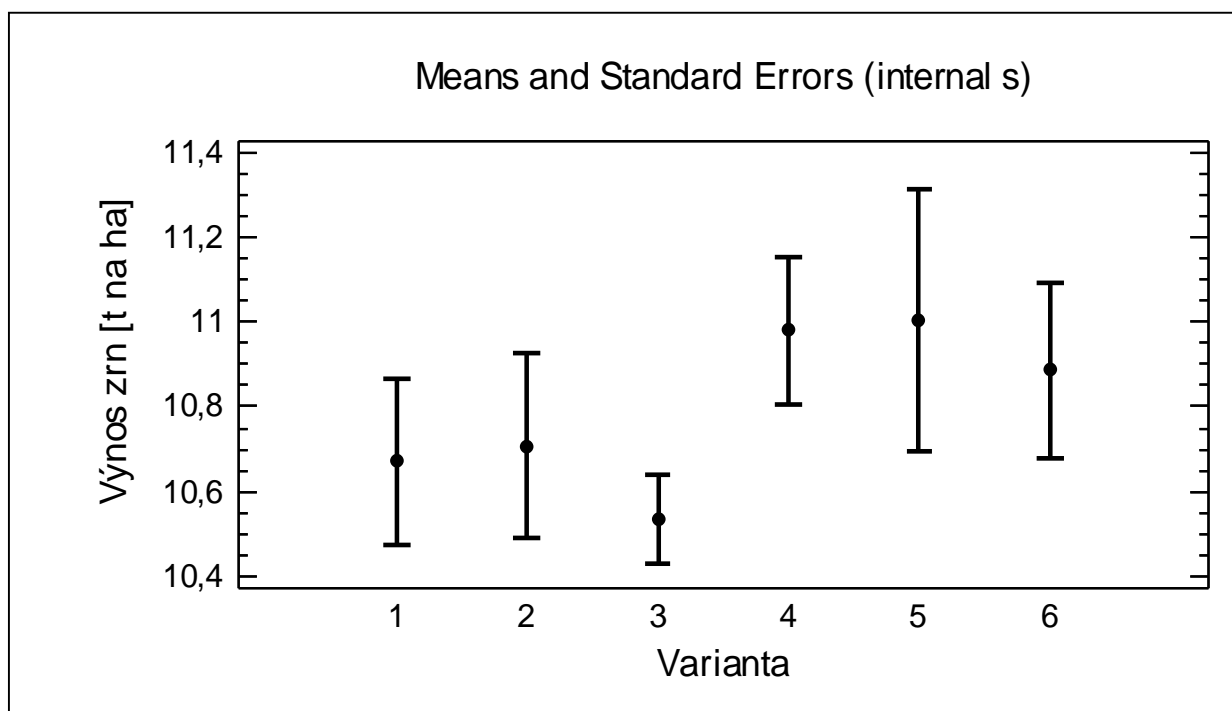
Tabulka 29: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku počet zrn v klasu ks

varianta	1	2	3	4	5	6
Počet neproduktivních odnoží na rostlině v	54,025	50,325	50,575	49,525	51,225	51,225

Tabulka 30: Počet zrn v klasu ks u jednotlivých variant

Nejvyšší počet zrn v klasu byl stanoven u varianty kontrola. Rozdíl mezi testovanými variantami není velký ani statisticky významný.

### 6.1.1 Výnos zrna (přepočteno na 14% vlhkost)



Graf 18: Statistické vyhodnocení znaku - Výnos zrn [t /ha]

Contrast	Difference	+/- Limits
1 - 2	-0,035785	0,625556
1 - 3	0,137878	0,625556
1 - 4	-0,309435	0,625556
1 - 5	-0,333643	0,625556
1 - 6	-0,21471	0,625556
2 - 3	0,173663	0,625556
2 - 4	-0,27365	0,625556
2 - 5	-0,297858	0,625556
2 - 6	-0,178925	0,625556
3 - 4	-0,447313	0,625556
3 - 5	-0,47152	0,625556
3 - 6	-0,352588	0,625556
4 - 5	-0,0242075	0,625556
4 - 6	0,094725	0,625556
5 - 6	0,118932	0,625556

Tabulka 31: Statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami ve znaku výnos zrna

Varianta	1	2	3	4	5	6
Výnos zrna t/ha	10,6692	10,705	10,5313	10,9786	11,0028	10,8839

Tabulka 32: Výnos zrna u jednotlivých variant

Vegetační rok 2015/16 byl na lokalitě Červený Újed pro ozimou pšenici již třetí rok v řadě mimořádně příznivý. To se odrazilo ve velmi vysokých výnosech zrna. I když nejsou rozdíly mezi variantami statisticky průkazné, jsou přesvědčivé a lze z nich vyvodit následující závěry: Již třetím rokem se potvrdilo, že nejvýnosnější variantou v pokusu je TM aplikace přípravků M Sunagreen a Atonik na osivo pšenice v dávce 0,6 + 1,5 l/t.

## 6.2 Komentáře k jednotlivým variantám

### **Varianta M-Sunagreen 1,5 l/t**

U této varianty byly naměřeny nízké hodnoty při měření kořenové biomasy a délky kořenů v prvním jarním měření 22.2.2017. Ve stejném termínu byly měřeny i další parametry. Nadzemní biomasa oproti ostatním variantám byla jedna z nejvyšších. Celkově u této varianty bylo velice málo odnoží - 2.nejnižší hodnota. U této varianty bylo napočítáno oproti ostatním variantám podprůměrný počet klasů na rostlinu a zároveň nejvíce neproduktivních odnoží. U rostlin této varianty byl zaznamenán porost s nejméně klasy na rostlinu a v kombinaci s velkým množstvím neproduktivních odnoží bylo napočítáno i nejméně klasů na m<sup>2</sup>. V letním období patřila délka i hmotnost kořenové biomasy mezi nejnižší mezi variantami. Nadzemní biomasa patřila mezi nejslabší v pokusu. Výnos byl srovnatelný s kontrolou. HTZ i přes to, že byla 2. nejlepší mezi sledovanými variantami, nedosahovala hodnot kontroly.

### **Varianta ATONIK 0,6 l/t**

U této varianty v jarním měření byly zaznamenány 2. nejvyšší hodnoty hmotnosti kořenové biomasy. Tato varianta měla nejvyšší hodnoty délky kořenů. Tato varianta měla také 2. nejvyšší počet odnoží. Hmotnost nadzemní biomasy byla ze všech sledovaných variant nejvyšší. Stejně tak i délka nadzemní biomasy dosahovala 2. nejvyšších naměřených hodnot. U této varianty byly počty klasů na rostlinu mezi nejvyššími ze sledovaných variant. Zároveň počet sterilních odnoží byl nízký v porovnání s ostatními variantami. V letních měřeních byla délka nadzemní biomasy druhá nejvyšší. Biomasa kořenů se držela v průměrných číslech, ale délka kořenů byla druhá nejmenší. Výnos u této varianty byl druhý nejlepší. Hmotnost tisíce zrn se držela v průměru mezi všemi variantami. U rostlin této varianty byl napočítán nejvyšší počet klasů na m<sup>2</sup> a zároveň menší počty zrn v klasu.

### **Varianta ATONIK 1,0 l/t**

U této varianty byl nejnižší počet odnoží. Hmotnost nadzemní biomasy byla průměrná, i přesto byla nadzemní část nejdelsí. Naopak kořenová biomasa a délka kořenů byly v porovnání s ostatními variantami podprůměrné. U této varianty byl napočítán druhý nejvyšší počet klasů a zároveň nejméně sterilních odnoží. V letních měřeních hmotnost nadzemní biomasy byla podprůměrná. Kořeny s průměrnou hmotností patřili mezi délkově kratší mezi variantami. Délka rostlin v letním období byla nejkratší ze všech sledovaných variant. U této

varianty bylo dosaženo nejnižšího výnosu a hmotnost tisíce zrn byla rovněž nejnižší. Množství klasů na m<sup>2</sup> byl nejnižší společně s variantou M-Sunagreen 1,5 l/t. Počet klasů na rostlinu byl druhý nejvyšší a byl srovnatelný s kontrolou. U této varianty bylo nejméně sterilních odnoží.

#### **Varianta ATONIK 0,6 l/t + M-Sunagreen 1,5 l/t**

U této varianty bylo poměrně málo odnoží. Hmotnost nadzemní biomasy byla slabě vyšší spíše průměrná. Délka nadzemní biomasy patřila mezi nejdelší ze sledovaných variant. Hmotnost kořenové biomasy patřila do průměru. Délka kořenové biomasy byla podprůměrná. U této varianty bylo napočítáno podprůměrné počty klasů. U této varianty bylo méně neproduktivních odnoží než na kontrole. Délka letní kořenové biomasy i přes to že byla pod hodnotami kontroly byla mezi sledovanými variantami druhá nejvyšší. I přes délku letních kořenů byla hmotnost kořenové biomasy druhá nejnižší. U této varianty byly naměřeny nejvyšší hodnoty u délky nadzemní biomasy. Počet klasů na rostlinu byl mezi variantami nižší až průměrný. U této varianty bylo dosaženo nejvyššího výnosu. Hodnoty HTZ patřili mezi vyšší, ale nedosahovali hodnot kontrolní varianty. U této varianty byl také druhý nejvyšší počet klasů na m<sup>2</sup>. U této varianty bylo také napočítáno nejvíce zrn v klase, ale i přesto jsou napočítané hodnoty hluboko pod kontrolní variantou.

#### **Varianta ATONIK 0,6l/t + M-Sunagreen 1,0 l/t**

Tato varianta měla nejvyšší počet odnoží. Hmotnost nadzemní biomasy byla mezi variantami spíše nižší. Délka nadzemní biomasy patřila mezi nejmenší ze sledovaných variant. Hmotnost biomasy kořenů patřila do nižšího průměru. I délka kořenů byla poměrně nízká. U této rostliny bylo napočítáno jeden z nejnižších počtů klasů na rostlinu. a zároveň byla tato varianta druhá s nejnižším počtem neproduktivních odnoží. Hmotnost letní nadzemní biomasy byla velice nízká a byla srovnatelná s kontrolou. Letní hmotnost kořenů nevybočovala z průměru, pouze jejich délka byla po kontrolní variantě druhá největší. U této varianty bylo dosaženo třetího nejvyššího sklizňového výnosu i přesto, že hmotnost tisíce zrn byla nejnižší ze všech sledovaných variant. Stejně jako výnos počet klasů na m<sup>2</sup> a počet zrn v klasu byl třetí v pořadí mezi sledovanými variantami.

## 7. Diskuse

### 7.1 Vliv ročníku a agrotechniky

Schopnost rostlin dosáhnout svého kvalitativního a výnosového potenciálu je do značné míry ovlivněna nejen agrotechnikou, ale také vnějšími vlivy. Jako velice významné vlivy jsou uváděny vliv stanoviště a ročníku. (Prugar a kol. 2008).

Ve vegetačním roce 2015/2016 byly jako v předešlých sklizňových letech nadprůměrné výnosy a to hlavně díky dostatečnému množství a rozložení srážek. Zatím co září bylo velice chudé na srážky, v měsíci říjnu a listopadu již bylo pro dobrý počáteční vývoj rostlin vláhý dostatek. Jak uvádí Remeslo a kol., (1989) nedostatek vláhý v počátečním období růstu by mohl znamenat zpomalení vývinu, opožděné nejednotné vzcházení a horší podmínky pro rozvoj kořenové soustavy. V případě nedostatku srážek, jak uvádí Špaldon a kol. (1986), může dojít k přesunutí odnožování do jarního období a negativně tak ovlivnit výnos. Dostatek vláhý na podzim 2015 však poskytoval rostlinám dobré podmínky pro vzcházení a odnožování. I přes to rostliny na jaře měly v průměru 2 odnože.

Kořenový systém u všech variant by poměrně slabý a mezi variantami velice vyrovnaný. Síla a mohutnost kořenového systému mohla být ovlivněna dostatkem vody v půdě. Jak uvedl Hnilička a kol.,(2001) některé abiotické stresy jako je sucho nebo nedostatek živin mohou pozitivně ovlivňovat růst kořenů rostlin. Tento jev se projevil v zimě v roce 2013/2014 kdy vysoké teploty v zimním období a nedostatek vláhý ve vrchních vrstvách půdy nutily porosty k vytvoření hlubšího kořenového systému pro dosažení vláhý v hlubších vrstvách půdy. Stejně tak v pokusu na stejné lokalitě se stejnou agrotechnikou v roce 2014/2015 byly při jarním odběru naměřeny o více jak 5 cm delší kořeny.a to zřejmě díky sušší teplé zimě. Situaci, která zřejmě nastala v popisovaném pokusu popsal Bláha (1990) jako chování rostliny v optimálních vláhových podmínkách, kdy se mění poměr kořenů a nadzemní části ve prospěch nadzemní biomasy. Na snížení kořenové biomasy upozornil také Ayad (2010), který uvádí, že v zamokřené půdě probíhá redukce kořenového vlášení.

Zřejmě negativní vliv na odnožování měly nízké srážky v období března a poloviny dubna. Tento předpoklad vychází z toho , že u kontrolní varianty 22.2.2016 bylo v průměru napočítáno 2,45 ks odnoží a při měření 15.6.2016 byl celkový počet klasů na rostlinu vypočítán na 2,05 ks. Jak uvádí Lipavský (2000) rostliny více odnožují při zpomalení vývoje, který může být způsoben morforegulátory nebo nižšími teplotami. V průběhu odnožování na

jaře 2016 k žádné stresové situaci, která by zpomalila vývoj rostlin nedošlo, a tak rostliny nebyly ničím nuceny k dalšímu odnožování.

Další příčinou nízkého počtu odnoží a ještě nižšího počtu klasů na rostlinu mohla být přirozená autoregulační schopnost rostlin. K tomuto pokusu byla vybrána odrůda ozimé pšenice Sailor, která se řadí mezi kompenzační odrůdy, tedy odrůdy, které dokáží dosáhnout vysokých výnosů jak hustotou porostu tak i nižší hustotou porostu a vysokou produktivitou klasu. Ideální počet klasů na m<sup>2</sup> pro odrůdu Sailor je mezi 550-650 klasy na m<sup>2</sup>.

U tohoto pokusu byl počet klasů na m<sup>2</sup> mezi 635 - 742 ks tedy mírně vyšší. Vyšší hustota porostu by se v jiných případech alespoň částečně projevila na snížení produktivity klasu, ale vlivem extrémně příznivého ročníku si i hustší porosty udržely HTZ mezi 46-48 g a počet zrn v klase mezi 50-54 ks zrn na klas. Vyšší hustota porostu a vysoká produktivita klasu se tedy značně projevila na výsledném výnosu, který se pohyboval mezi 10,5 - 11 t/ha a také na kvalitě, která nedosahovala pekárenské kvality. Pro dosažení Pekárenské kvality u takto vysokého výnosu by muselo být dodáno, jak uvádí Vaněk a kol.(2007), min 22 kg N na tunu produkce což by znamenalo 231 -242 kg N. U tohoto pokusu bylo ale dodáno pouze 180 kg dusíkaté výživy.

## 7.2 Vliv Fyziologicky aktivních látek

Průběh počasí ovlivnil průběh vegetace, moření osiva fyziologicky aktivními látkami tak mělo v případě tohoto pokusu pouze menší vliv.

Z výsledků vyplývá, že u vybrané odrůdy pozitivně nejvíce ovlivnily konečné parametry výnosotvorných prvků fyziologické aplikace přípravků M-Sunagreen v dávce 1litr/tunu osiva s přípravkem ATONIK v Dávce 0,6 l/tunu osiva

Varianta 2. kde byl aplikován pouze M-Sunagreen 1,5 l/t osiva měla oproti kontrolní variantě výnos vyšší pouze o 0,036 t/ha. Výsledky pokusu byly porovnány s výsledky pokusů z předešlých let, kdy byla použita shodná metodika a agrotechnika pokusu. Byla využita data ze sklizňových let 2014,2015 a aktuální 2016. Ve všech těchto sledovaných ročnících shodně vycházely v porovnání s kontrolní variantou horší růstové a výnosové parametry v měření počtu odnoží, délky jarních kořenů, hmotnosti kořenové biomasy na jaře, hmotnosti nadzemní biomasy, počtu klasů na rostlinu, délky kořenů v letním měření, délky rostlin v letním měření a hmotnosti tisíce zrn. I přes to, že růstové ukazatele naznačovaly i nižší výnosové ukazatele výnos byl v letech 2015 a 2016 vyšší než u kontrolních variant. Počet klasů na m<sup>2</sup> zvyšovala aplikace M-Sunagreenu pouze ve sklizňovém roce 2014 a počet



zrn v klase pouze ve sklizňovém roce 2015. Jak vychází z předešlých pokusů, aplikace M-Sunagreenu má především vliv na dobré přezimování rostlin. Toto tvrzení vychází z pokusů prováděných v Červeném Újezdě, kdy ve dvou po sobě jdoucích letech byl kladný rozdíl v počtu rostlin počítaných v zimě a na jaře v porovnání s kontrolou.

Z výsledků ze zkušební stanice Kluky naopak vychází, že v letech 2009, 2010 a 2011 opakovaně aplikace M-Sunagreenu prokazatelně zvyšovala hmotnost kořenové biomasy a to se projevilo i v pozdních červnových odběrech. Z výsledků z let 2009, 2010 a 2011 ZS Kluky vychází komplexní kladný účinek na rostliny jak na kořenový systém, tak na HTZ, počet klasů na m<sup>2</sup> počet odnoží a výnos, který byl ve všech zkušebních letech na úrovni více jak 106% kontrolní varianty. Pozitivní vliv aplikace M-Sunagreenu na růst kořenového systému v dávce 1,5 l byl prokázán i v pokusech, které byly provedeny na pokusnických plochách firmy Ditana s.r.o v letech 2013 až 2015, kdy tato aplikace průměrně zvyšovala hmotnost kořenové hmoty o 45 %.

Varianta 3., kde byl aplikován přípravek ATONIK v dávce 1,0 l/t osiva, měla oproti variantě 1.kontrola výnos nižší a to o 0,14 t/ha.

Tato aplikace v pokusu sklízeném v roce 2016 snižovala všechny.růstové i výnosové ukazatele, kromě měření délky nadzemní části, která byla nejdelší a hmotnosti nadzemní biomasy, která byla 3. nejvyšší ze sledovaných variant. Tyto výsledky se zcela liší s výsledky z roku 2014 na stejné lokalitě, kdy stejná aplikace většinu růstových a výnosových ukazatelů zvyšovala, kromě délky jarních kořenů a počtu klasů na m<sup>2</sup>, který byl na optimálních 660 ks. Celkový výnos byl u této varianty oproti kontrole vyšší o 0,1 t/ha. Počet jarních odnoží byl v roce 2014 vyšší oproti kontrole dokonce o 2 ks na rostlinu. Ve srážkově chudém ročníku 2015 byl vliv. na jednotlivé růstové a sklizňové ukazatele různorodý. Vliv dávky 1,0 l/t ATONIKU se projevil v podpoře délky a hmotnosti kořenů jak v jarním, tak v letním období. Počet odnoží, letní hmotnost nadzemní biomasy, počet zrn v klase byly v roce 2015 a 2016 shodně touto aplikací snižovány. Výnos byl v roce 2015 zvýšen pouze o 0,03 t/ha.

Varianta 4.,kde byl aplikován přípravek ATONIK v dávce 0,6 l/t osiva, měla oproti variantě 1.kontrola výnos vyšší o více jak 0,3 t/ha. Tato varianta v letech 2014, 2015 a 2016 shodně snižovala počet odnoží, hmotnost letních kořenů, hmotnost letní nadzemní biomasy, výrazně počet zrn v klasu a zároveň shodně zvyšovala hmotnost jarních kořenů, hmotnost nadzemní jarní biomasy a celkový výnos a to v průměru o 0,25 t/ha. V roce 2016 byl velký výkyv u této varianty v délce kořenů. Zatím co v předešlých letech aplikace Atoniku 0,6l délku jarních kořenů snižovala v roce 2016 měla tato varianta jarní kořeny nejdelší ze všech

variant. A naopak v letním období byla délka kořenů nejnižší, což se neshoduje s měřeními z předešlých let.

Aplikace přípravku ATONIK v obou testovaných dávkách v roce 2016 shodně snižovala počet odnoží, hmotnost tisíce semen, počet zrn v klasu, hmotnost a délku letní kořenové biomasy a hmotnost a délku letní nadzemní biomasy. Pozitivní vliv se shodně u obou variant dávkování projevil pouze u jarní hmotnosti a délky nadzemní biomasy a snížením počtu sterilních odnoží.

Varianty dávky ATONIKU 0,6 a 1,0 l/t v pokusech v letech 2014,2015 a 2016 měly celkově vliv na snížení jarních odnoží ve 4 případech ze 6, zvýšení hmotnosti jarní nadzemní biomasy (6/6), snížení počtu zrn v klasu (5/6), zvýšení HTZ (4/6), snížení hmotnosti letní kořenové biomasy(4/6), snížení počtu sterilních odnoží (5/6) a celkově zvýšení výnosu (5/6). Tato data vychází z pokusů, které měly velice podobný průběh zimy.

Varianta 5., kde byl aplikován na osivo ATONIK 0,6 l společně s M-Sunagreenem 1,5 l dosáhla nejvyššího výnosu ze všech sledovaných variant. Rozdíl mezi variantou 5 a kontrolní variantou byl + 0,33 t/ha. Při porovnání dat se stejným pokusem, který probíhal na pokusnické stanici v Červeném Újezdě v roce 2015, tato aplikace shodně snižovala počet odnoží na jaře, počet sterilních odnoží a počet zrn v klasu. Naopak kladný vliv byl v obou ročnících na délku nadzemní hmoty, hmotnost nadzemní biomasy a celkový výnos, který byl v obou případech nejvyšší ze sledovaných variant.

Varianta 6 se lišila od varianty 5 sníženým množstvím aplikovaného M-Sunagreenu z dávky 1,5 l na 1,0 l/t osiva. Snížení dávky se v porovnání s variantou 5. projevilo na zvýšení počtu jarních odnoží, záporně působila na hmotnost jarních kořenů a nadzemní biomasy a zvýšením počtu sterilních odnoží. Zvýšení počtu sterilních odnoží se snížením množství aplikovaného M-Sunagreenu může být vysvětlováno společným působením ATONIKU a M-Sunagreenu, protože samostatně aplikovaný M-Sunagreen 1,5 l/t silně zvyšoval počet sterilních odnoží, ale stejná dávka v kombinaci s Atonikem ne. Snížení množství M-Sunagreenu se ale projevilo opětovným zvýšením počtu sterilních odnoží.

Celkově se v pokusu nepotvrdilo tvrzení Horčičky a kol. (2012), který píše, že se zvyšující se hustotou porostu klesá počet zrn v klasu. Horčička a kol. (2012) dále uvedl, že zvyšující se hustota porostu snižuje hmotnost tisíce semen pouze nepatrně. V tomto pokusu měly hustší porosty spíše vyšší HTZ a počet zrn v klasu.

Jak uvádí Mach (2014) a Procházka (1998), rostoucí kořenové vlášení zvyšuje produkci cytokininů, podporuje tím odnožování rostlin. Toto tvrzení částečně potvrzují výsledky varianty 1 a 4, které měly nejdelší kořeny a vyšší počty odnoží.

## 8. Stanoviska k hypotézám

Hypotéza byla potvrzena u varianty 4. ATONIK 0,6 l/t, varianty 5. ATONIK 0,6 l/t + M-Sunagreen 1,5l/t a u varianty 6. ATONIK 0,6 l/t + M-Sunagreen 1,0 l/t. U těchto variant byl pozorován kladný vliv na založení kořenového systému, vytvoření více produktivních odnoží a celkový vliv na konečný výnos. U zbylých variant se hypotéza nepotvrdila.

## 9. Závěr

Ve sklizňovém roce 2016, kdy byly nadprůměrné výnosy díky dobrému průběhu počasí, byly rozdíly mezi jednotlivými variantami poměrně malé.

Samostatná aplikace M-Sunagreenu 1,5 l/t na osivo i přes to, že nejvíce zvyšovala počet neproduktivních odnoží a jarní kořenová biomasa patřila mezi nejslabší z variant, byla v konečném výnosu těsně nad výnosem kontroly. Pro svůj vliv byla zhodnocena jako celkově nevýhodná.

Samostatná aplikace ATONIKU 1,0 l/t osiva měla negativní vliv na všechny sledované znaky.

Samostatná aplikace ATONIKU v dávce 0,6 l/t osiva měla pozitivnější vliv na porost než dávka 1,0 l/t. Nižší dávka pozitivně ovlivnila biomasu jarních kořenů, zvýšila počet klasů na rostlinu a m<sup>2</sup> a celkově zvedla výnos o 0,31 t/ha.

Společná aplikace ATONIKU 0,6 l/t a M-Sunagreenu 1,5 l/t dosáhla nejvyššího výnosu ze všech sledovaných variant. Výnos byl vyšší oproti kontrole o 0,33 t/ha. Byla pozitivně ovlivněna jarní kořenová biomasa a hlavně počet klasů na m<sup>2</sup>, který byl u této varianty celkově nejvyšší.

Společná aplikace ATONIKU 0,6 l/t a M-Sunagreenu 1,0 l/t dosáhla 3. nejvyššího výnosu, který byl vyšší oproti kontrole o 0,21 t/ha. Oproti variantě 5. měla tato varianta více jarních odnoží ale zároveň tato aplikace zvyšovala počet neproduktivních odnoží a snižovala počet klasů na m<sup>2</sup>.

## **10. Doporučení pro praxi**

Aplikací fyziologicky aktivních látek na osivo má podle výsledků pokusů z předešlých let pozitivní vliv na přezimování, podporu odnožování, založení silného kořenového systému a celkový výnos. Tyto aplikace by měly být zváženy s ohledem na zvolený výsevek, termín setí, zvolenou odrůdu a lokalitu. Celkově lze aplikaci fyziologicky aktivních látek na osivo doporučit hlavně pro porosty zakládané v pozdějších termínech než je agrotechnická lhůta a v oblastech s opakovaným nepříznivým průběhem počasí na začátku vegetace.

## 11. Seznam literatury

1. Alvarado, V., Bradford K. J. A hydrothermal time model explains the cardinal temperatures for seed germination. *Plant, Cell and Environment*. [online]. 2002. 25. [cit. 2016-12-20]. Dostupné z <<http://www.plantsciences.ucdavis.edu/bradford/Alvarado%20PCE%202002.pdf>>
2. Arteca, R. N. 1996. *Plant growth substances : principles and applications*. Chapman and Hall. New York. 332 s. ISBN 0-412-03911-7.
3. Ayad, J. Y. 2010. Variation in Root Water and Nitrogen Uptake and their Interactive Effects on Growth and Yield of Spring Wheat and Barley Genotypes. *Internatoinal Journal of Botany*. 6 (4). 404 - 413. ISSN: 1811 - 9700.
4. Bláha, L., Haberle, J., 1990. *Kořenový systém zemědělských plodin - šlechtitelské a agrotechnické*. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Praha. 70 s.
5. Borowski, E., Blamowski, Z. K. The effects of triacontanol 'TRIA' and Asahi SL on the development and metabolic activity of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) plants treated with chilling. *Folia Hort* 21, 39–48. doi: 10.2478/fhort-2013-012. [online]. 2009. [cit. 2016-12-20]. Dostupné z <<http://www.ptno.ogr.ar.krakow.pl/Wydawn/FoliaHorticulturae/Spisy/FH2009/PDF21012009/fh2101p04.pdf>>
6. Budzynski, W., Dubis, B., and Jankowski, A. (2008). "Response of winter oilseed 'rape to the biostimulator Asahi SL applied in spring," in *Monographs Series: Biostimulators in Modern Agriculture: Field Crop*, ed Z. T. D łabrowski (Warsaw: Editorial House Wies Jutra). [online]. 2008. [cit. 2016-12-19]. Dostupné z <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4267195/>>.
7. Bynum, J. B., Cothren, J. T., Lemon, R. G., Fromme, D. D., and Boman, R. K. Field evaluation of nitrophenolate plant growth regulator (Chaperone) for the effect on cotton lint yield. *J. CottonSci*. [online]. 2007. 11 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z <<https://www.cotton.org/journal/2007-11/1/upload/jcs11-20.pdf>>

8. Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plantsoil* 383, 3–41.doi:10.1007/s11104-014-2131-8. [online]. 2014. [cit. 2016-12-20]. Dostupné z <<http://link.springer.com/article/10.1007/s11104-014-2131-8#enumeration> >
9. Copeland, L., McDonald, M. B. Principles of Seed Science and Technology. Seed Enhancements. Chapman and Hall, New York Esehie, H.A., 1994: Interaction of salinity and temperature on the germination of sorghum, *Journal of Agronomy and Crop Science-zeitschrift fur Acker und Pflanzenbau*. [online]. 1995. [cit. 2016-12-19]. Dostupné z <<http://download.springer.com/static/pdf/271/bfm%>>
10. Davies, P.J. 2010. Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action!. Springer-Verlag. New York. 802 s. ISBN 978-1-4020-2686-7
11. Djanaguiraman, M., Sheeba, J. A., Devi, D. D., Bangarusamy, U. Cotton leaf senescence can be delayed by nitrophenolate spray through enhanced antioxidant defence system. *J. Agron. CropSci.* doi: 10.1111/j.1439-037X.2009.00360.x Dobromilská, R., Gubarewicz, K. [online]. 2009. [cit. 2016-12-19]. Dostupné z <[https://www.openaire.eu/search/publication?articleId=dedup\\_wf\\_001::5edddd43ba6d4452f968893719024d73](https://www.openaire.eu/search/publication?articleId=dedup_wf_001::5edddd43ba6d4452f968893719024d73) >
12. Dunlap JR , Kresovich S , McGee RE, 1986 . Vliv koncentrace soli na auxinovou stabilitu v kultivačním médiu . *Plant Physiology* 81, 934 - 936 .
13. Dundálková, L., 2014. Dlouhodobé výsledky pozitivního vlivu M-Sunagreenu na růst kořenů a dalších parametrů porostů obilnin. *Agromanuál* 7(9), 64-65.
14. Dřímálová, D. Růstové regulátory v řasách. [online]. srpen 2005. [cit. 2014-12-01] Dostupné z <<http://fottea.czechphycology.cz/pdfs/fot/2005/01/08.pdf> >
15. . Espindula, M. C., Rocha, V. S., Souza, L. T., Grossi, J. A., 2010. Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo (Vliv regulátorů růstu na dlouhivý růst pšenice). *Acta Scientiarum. Agronomy.* 2(1). 109-116.
16. Faměra, O. 1993. Základy pěstování ozimé pšenice. Institut výchovy a vzdělání ministerstva zemědělství České republiky. Praha. 51 s. ISBN 80-7105-045-8.

17. Foltýn, J., 1989. Pšenice - systém. Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR. České Budějovice. 110 s. ISBN: 80-7084-020-X .
18. Foltýn, J., a kol., 1970. Pšenice. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 441 s.
19. Gawronska, H., Przybysz, A., Szalacha, E., Słowiński, A. "Physiological and molecular mode of action of AsahiSL biostimulátor under optima and stress conditions," in Monographs Series: Biostimulators in Modern Agriculture: General Aspects, edH. Gawronska (Editorial House Wie's Jutra). [online]. 2008. [cit. 2016-12-21]. Dostupné z <  
<http://www.asahi.pl/bio/GENERAL%20ASPECTS.pdf> >
20. Gupta, C.B., 2005. Plant Physiology. Oxford & IBH Publishing Company. Oxford. 598 s. ISBN 978-8-1204-1674-1.
21. Guo, C. and Oosterhuis, D.M. Atonik: a new plant growth regulator to enhance yield of cotton. Proceeding Belt wide cotton Conference. San Antonio, Texas. USA, 2: Memphis USA; National Cotton Council. [online]. 1995. [cit. 2016-12-18]. Dostupné z <  
<https://www.cotton.org/journal/2007-11/1/upload/jcs11-20.pdf> >
22. Grajkowski, J., Ochmian, I. Influence of three biostimulants on yielding and fruit quality of three primocane raspberry cultivars. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus 6. [online]. 2007. [cit. 2016-12-20]. Dostupné z <  
[https://www.researchgate.net/publication/237659747\\_Influence\\_of\\_three\\_biostimulants\\_on\\_yielding\\_and\\_fruit\\_quality\\_of\\_three\\_primocane\\_raspberry\\_cultivars](https://www.researchgate.net/publication/237659747_Influence_of_three_biostimulants_on_yielding_and_fruit_quality_of_three_primocane_raspberry_cultivars) >.
23. Hnilička F., Vliv abiotických stresů; na tvorbu kořenů; pšenice. Agrární portál [online] 2001 [cit.2016-01-04] <http://www.agris.cz/clanek/116911/vliv-abioticky-ch-stresu-na-tvorbu-korenu-psenice>
24. Horčíčka, P., a kol.(a), 2012. Pěstební doporučení k odrůdám ozimé pšenice. Kurent s.r.o. České Budějovice. 37 s. ISBN: 978-80-87111-31-4.
25. Křen, J., a kol., 1998. Metodika pěstování ozimých obilnin: Pšenice ozimá, ječmen ozimý, žito, tritikale. Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž s.r.o. Kroměříž. 143 s. ISBN 80-902545-2-7

26. Kutina, J., 1988, Regulytory rüstu a jejich využití v zemödélsství a zahradnictví. Státní zemödélské nakladatelství. Praha. 413 s.
27. Lipavský, J., 2000, Tvorba výnosu obilnin a možnosti modelování těchto procesü. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha. [online] 2000. [cit 2016-02-01]  
Dostupné z < <http://www.agris.cz/clanek/106805> >
28. Mach, J., 2011. Listová výživa a stimulace: Aktuální fyziologie pšenice Úroda. 59 (3) 60-61.
29. Mach, J., Zvýšení HTS a pravidla auxinových aplikací ve sloupkování obilnin. [online]. 2012. [cit. 2015-04-04]  
Dostupné z: <<http://www.energen.info/files/dokumenty/auxinove-aplikace-ve-sloupkovani-kvalitativni-davka-n-2012.pdf>>
30. Mach, J., 2014. Pomocné rostlinné přípravky ENERGEN: Stimulátory a adaptogeny. 49 s.
31. Marko, F., Miština, T., Kováč, K., 1992. Metodiky pro zavádění výsledkü výzkumu do zemödélské praxe: Agrotechnické opatrenia pri pestovaní ozimej pšenice. Ústav vědeckotechnických informací pro zemödélsství. Nitra. ISSN:. 0231-9470.
32. Nickell, L. G., 1982, Plant growt regulators. Agricultural uses. Springer. Berlin, 173 s. ISBN 3-540-10973-0
33. NIIR Board of Consultants & Engineers. 2006. Wheat, Rice, Corn, Oat, Barley and Sorghum Processing Handbook. Asia Pacific Business Press Inc. 464 s. ISBN 81-7833-002-4
34. Nováček, F., Fytochemické základy botaniky. Vyd. 2., dopl. Olomouc: Fontána, 2008. ISBN 978-80-7336-457-1.
35. Novák, J., Skalický, M., 2012. Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika. Ed. 3. Powerprint, Praha. 336 s. ISBN 978-80-87415-53-5.
36. Pazdera, J. Speciální úpravy osiv In Houba, M., Hosnedl, V., Osivo a sadba. Ing. Martin Sedláček, Praha. [online]. 2002 [cit. 2016-12-21]. Dostupné z ≤ [http://organicfarming.agrobiology.eu/proceedings\\_pdf/54\\_pazdera\\_s169-171.pdf](http://organicfarming.agrobiology.eu/proceedings_pdf/54_pazdera_s169-171.pdf) >



37. Pazderů, K. Od klíčivosti osiva k jeho vitalitě. *Zahradnictví*, 2010, roč. 9, č. 12, s. 68 - 68. ISSN: 1213-7596.
38. Palík, S., a kol., 2009. Metodika pěstování ozimé pekárenské pšenice. Agrotest. Kroměříž. 68 s. ISBN: 978-80-86888-07-1.
39. Pessaraki, M., (ed.) 2014. Handbook of Plant and Crop Physiology Third Edition. CRC Press. 1031 s. ISBN 978-1-4665-5329-3
40. Petr, J., Černý, V., Hruška, L. 1980. Tvorba výnosu hlavních polních plodin. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 448 s.
41. Pharis, R.P., Reid, D., 1985. Hormonal regulation of Development III. Springer-Verlag. Berlin. 443 s. ISBN 978-3-642-67734-2
42. Procházka, S., a kol., 1998. Fyziologie rostlin. Akademie věd České republiky. Praha. 484 s. ISBN 80-200-0586-2
43. Procházka, S., Macháčková, I., Krekule, J., Šebánek, J. et. al., (1998): Fyziologie rostlin, Academia, Praha: 483 s. [online]. 1998. [cit. 2016-12-19]. Dostupné z <  
<http://www.rustreg.upol.cz/cs/pro-studenty/materialy/fyziologie-rostlin-lrr-frp-lrr-fzrsb> >
44. Procházka, S., Šebánek, J., a kol., 1997. Regulátory rostlinného růstu. Akademie věd České republiky. Praha. 395 s. ISBN 80-200-0597-8.
45. Prugar, J., a kol., 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a.s. Praha. 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2
46. Przybysz, A., Janowiak, F., Słowiński, A., Gawrońska, H.. Protective role of Asahi SL against drought stress. *Zeszyty Problemowe Postępowania Nauk Rolniczych PAN* 545. [online]. 2010. [cit. 2016-12-20]. Dostupné z <  
<http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.agro-b4d4b4ca-2cb5-4615-b1fc-d65f51c6e7c9> >
47. Rademacher, W., 2000. Growth retardants: Effects on gibberellin bioproduction synthesis and other metabolic pathways. *Annals Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*.5(1). 501-531

48. Raven, P. H. & Johnson, G. B. 1942- & Singer, Susan R & Losos, Jonathan B. Biology, 6th ed, McGraw-Hill, Boston. [online]. 2002. [cit. 2016-12-19]. Dostupné z <[http://www.mhhe.com/biosci/genbio/raven6b/graphics/raven06b/other/raven06\\_41.pdf](http://www.mhhe.com/biosci/genbio/raven6b/graphics/raven06b/other/raven06_41.pdf)>
49. Remeslo, V. N., 1986. Šlechtění a odrůdová agrotechnika pšenice intenzivního typu. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 288 s.
50. Rhuland, L. E., Bard, R. C., 1951. The role of anthranilic acid in the nutrition of lactobacillus arabinosus. Indiana University. Department of Bacteriology 63, 133-143
51. Richter, R., Příjem živin kořeny.[online] 24.1.2004. [cit. 2015-03-31]. Dostupné z <[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/html/prijem\\_zivin/prijem\\_koreny.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/prijem_zivin/prijem_koreny.htm)>
52. Rydon, H. N. 1947. Anthranilic acid as an intermediate in the biosynthesis by *bact. typhosum*. From the *Journal of Bacterial Chemistry* (Medical Research Council). Lister Institute. London. S.W.H.E. 1. [online] prosinec 1947. [cit.02-02-2016] Dostupné z <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2073081/?page=2>>
53. Sauter, A., Davies, W., Hartug, W., The long-distance abscisic acid signal in the droughted plant: the fate of the hormone on its way from root to shoot. [online] *Journal of experimental botany*. 52 (363) 10 May 2001. [cit. 2015-01-22]. Dostupné z <<http://jxb.oxfordjournals.org/content/52/363/1991.full.pdf>>
54. Scade, J. 1975. Cereals. Oxford University Press. Oxford. 70 s. ISBN 978-0-19-859432-1
55. Šetlík, I., Seidlová, F., Šantrůček, J., 2004. Regulace růstu. [online] *Fyziologie rostlin*. 5. 3. 2004[cit. 2014-12-01]. Dostupný z <<http://web.natur.cuni.cz/biochem/kucera/rostliny/is/kap02.pdf>>
56. Špaldon, E., a kol., 1986. Rostlinná výroba. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 720s. ISBN 40-29-07-124-86.

57. Špaldon, E., 1963. Za vyšší výnosy obilnin. Ministerstvo zemědělství, lesního a vodního hospodářství v Podohospodářském vydavatelství. Praha. 38 s.
58. Štranc, P., Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin : (sborník příspěvků). Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. [online]. 2001. [cit. 2016-12-19].  
Dostupné z < <http://www.vurv.cz/files/Publications/ISBN80-86555-85-2.pdf> >
59. Štranc, P., Štranc, J., Štranc, D., Pokorný, J., Kohout, L. Výsledky pokusů s vybranými stimulatory v chmelářství, Moderní trendy v zemědělství, Agromanuál, 4. [online]. 2008. 6 [cit. 2016-12-19]. Dostupné z <[http://konference.agrobiologie.cz/2013-08-20/pdf/03-Prochazka-Stranc-Stranc-Kriz\\_VLIV\\_MORENI\\_OSIVA\\_SOJI\\_BIOLOGICKY\\_AKTIVNIMI\\_LATKAMI\\_NA\\_NEKTERE\\_JEJI\\_VYNOSOVE\\_PRVKY.pdf](http://konference.agrobiologie.cz/2013-08-20/pdf/03-Prochazka-Stranc-Stranc-Kriz_VLIV_MORENI_OSIVA_SOJI_BIOLOGICKY_AKTIVNIMI_LATKAMI_NA_NEKTERE_JEJI_VYNOSOVE_PRVKY.pdf)>.
60. Takahashi, N., 1991. Gibberellins. B. O. Phinney, J. Macmillan. Berlin: Springer-Verlag, pp. 426, DM178. ISBN 3-540-97259-5
61. Vaněk, V., a kol., 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi press. Praha. 176 s. ISBN 976-80-86726-25-0.
62. Woodward, A. W., Bartel, B., (2005): Auxin: Regulation, action, and interaction. *Annals of Botany* 95(5). 707-735
63. Wrochna, M., Łata, B., Borkowska, B., Gawronska, H..“The effect Asahi SL of biostimulátors on ornament amaranth (*Amaranthus* sp.) plants exposed to salinity in growing medium, in *Monographs Series:Biostimulators in Modern Agriculture:Ornamentand Special Plants*, ed A.Łukaszewska (Warsaw:Editorial HouseWie’s Jutra). [online]. 2008. [cit. 2016-12-19]. Dostupné z <  
[http://wydawnictwo.up.lublin.pl/acta/hortorum\\_cultus/2010/acta\\_hort\\_9\(2\)\\_art\\_06.pdf](http://wydawnictwo.up.lublin.pl/acta/hortorum_cultus/2010/acta_hort_9(2)_art_06.pdf)>
64. Zedník, Z. 2011. Lignohumát dodává chybějící huminové látky.in: Bečka, D., Vašák, J., Zukalová, H., Kosek, Z. 2011. Sborník prosperující olejnin. 204 s. ISBN 978-80-213-2218-9
65. Zimolka, J., a kol., 2005. Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna. Profi Press, s.r.o., Praha. 180 s. ISBN: 80-86726-09-6.

66. Žirovnická, J., Regulátory růstu proti polehnutí obilí. [online] Úroda 4.5. 2000.  
[cit. 2015-01-12]. Dostupný z <<http://uroda.cz/regulatory-rustu-proti-polehnuti-obili/>>

**Další použité prameny:**

Český statistický úřad - [www.csu.cz](http://www.csu.cz)

ÚKZÚZ. Přehled pomocných rostlinných přípravků. [online]. 2016 [cit. 2016-12-21].

Dostupné

z<[http://www.vurv.cz/files/P%C5%99ehled\\_pomocn%C3%BDch\\_rostlinn%C3%BDch\\_p%C5%99%C3%ADpravk%C5%AF\\_M.pdf](http://www.vurv.cz/files/P%C5%99ehled_pomocn%C3%BDch_rostlinn%C3%BDch_p%C5%99%C3%ADpravk%C5%AF_M.pdf)>.

## 12. Přílohy

### 12.1 Seznam příloh:

Tabulka č.14 - Růstové fáze obilovin (BBCH)

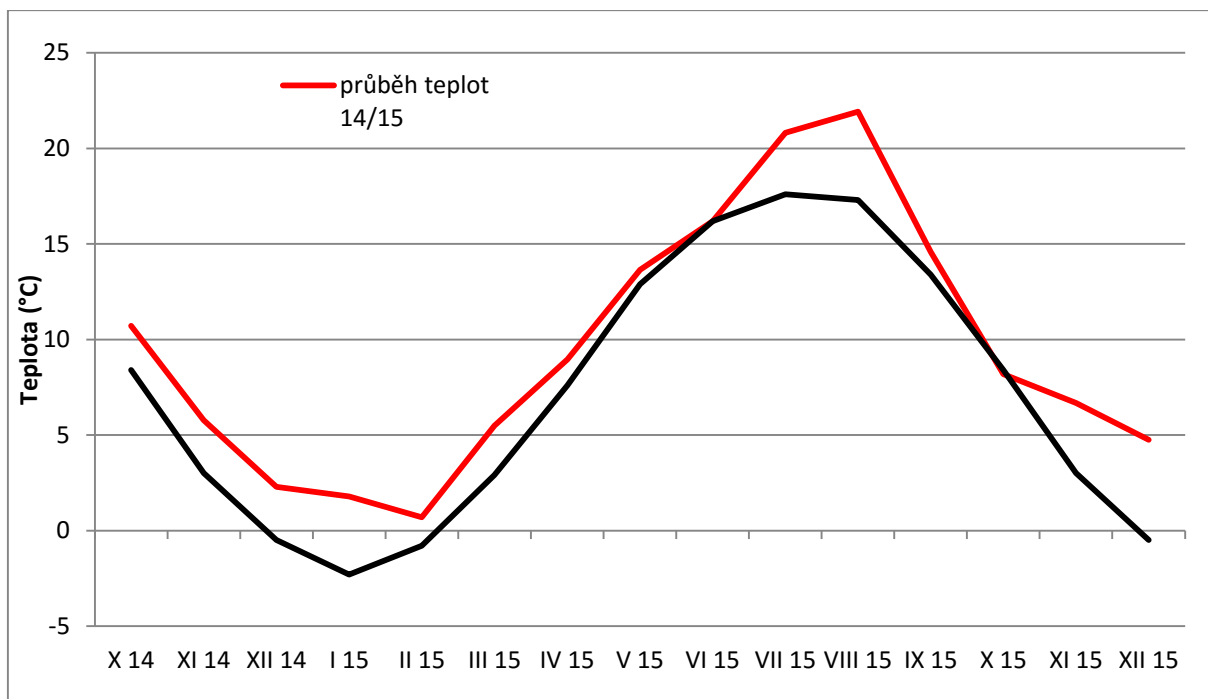
Graf č. 19 - Průběh teplot ve vegetačním období 2014/2015

Graf č. 20 - Průběh srážek ve vegetačním období 2014/2015

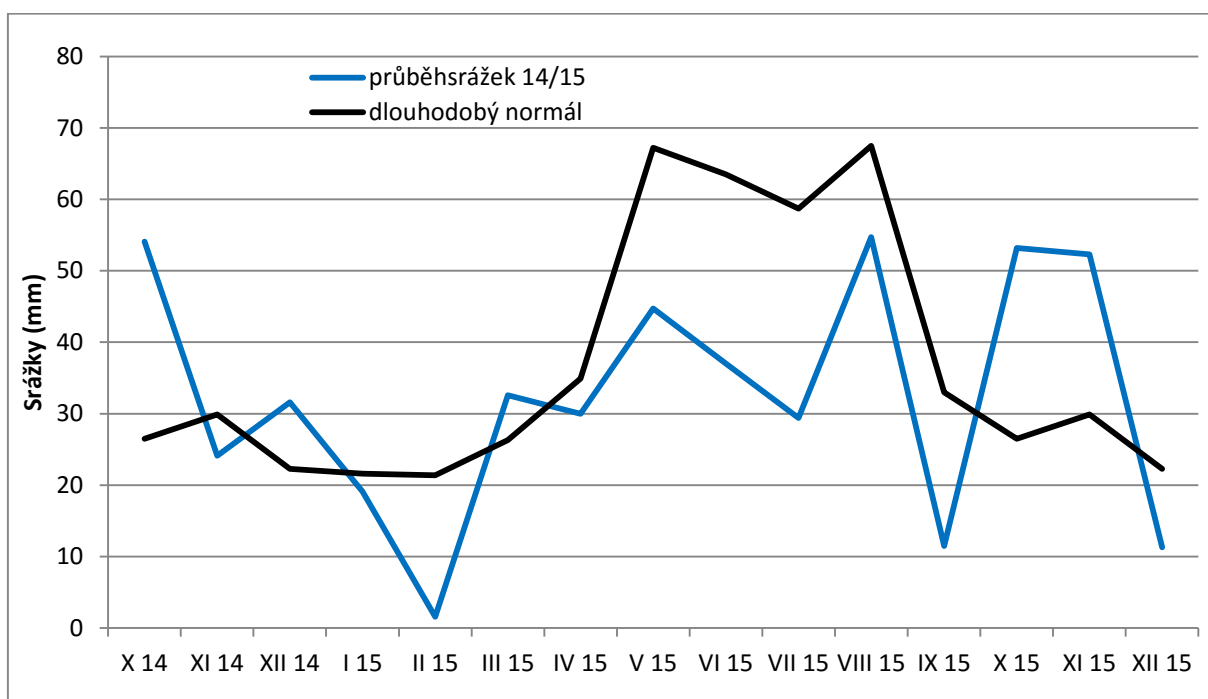
Klíčení :	0
Suchá obilka	00
Nabobtnalá obilka	03
Vyražení primárního kořínku	05
Objevení koleoptile na obilce	07
Vzcházení:	08
Objevení koleoptile nad povrchem půdy)	09
Růst listů :	1
Fáze 1. listu (2. list vyrůstá z pochvy 1. listu)	11
Fáze 2. listu (3. list vyrůstá)	12
Fáze 3. listu (4. list vyrůstá)	13
Fáze 4. listu a dalších (9.listu)	14 - 19
Odnožování:	2
Neodnožená rostlina, odnož uvnitř pochvy listu	20
Zač. odnožování, 1. viditelná odnož	21
Plné odnožování, 5 viditelných odnoží	25
Konec odnožování, 9 a více odnoží	29
Sloupkování:	3
Začátek sloupkování, hlavní stéblo a odnože se vzpřimují	30
1. kolénko 1 cm nad odnožovacím uzlem	31
2. kolénko je patrné (2 cm nad kol. 1)	32
3. - 6. kolénko je patrné	33 - 36
Objevení posledního listu (stočený)	39
Objevení jazýčku posledního listu	
Naduřování listové pochvy :	4
Začátek naduřování pochvy horního listu	41
Naduřelá pochva	47
Prasklá pochva	49
Metání :	5
Začátek metání, první klásek viditelný	51
30 % klasu vymetáno	53
50 % klasu vymetáno	55
70 % klasu vymetány	57

Celý klas vymetán	59
Kvetení:	6
Začátek kvetení, prvé prašníky viditelné	61
Plné kvetení, 50 % prašníků	65
Konec kvetení, většina klásků odkvetlá	69
Tvorba obilky :	7
Mléčná zralost	
Tvorba obilky, první obilky dosáhly poloviny velikosti, obsah je vodnatý	71
Raně mléčná zralost	73
Středně mléčná zralost, obilky mají konečnou velikost, stále zelené	75
Pozdně mléčná zralost	77
Zrání:	8
Vosková zralost	
Raně vosková zralost	83
Vosková zralost - obsah obilky je měkký, ale mezi prsty se hněte, je tvárný	85
Žlutá zralost - obsah obilky pevný, při vrypu nehem se tvoří rýha	87
Plná zralost, obilka tvrdá	89
Stáří:	9
Mrtvá zralost	91
Přezrálost	92
Dormance obilek	94
Životaschopné obilky klíčí z 50%	95
Ztráta dormance obilek	96
Vznik druhého období dormance obilek	97
Ztráta druhé dormance obilek	98

Tabulka 33: Růstové fáze obilovin (BBCH)



Graf 19: Průběh teplot ve vegetačním období 2014/2015



Graf 20: Průběh srážek ve vegetačním období 2014/2015