

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

DISERTAČNÍ PRÁCE

2019

Ing. Monika Strejčková

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: P4102 Fytotechnika

Studijní obor: Speciální produkce rostlinná

Katedra: Genetiky a speciální produkce rostlinné

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

DISERTAČNÍ PRÁCE

**Fyzikální a biologické ošetření osiva jako alternativa
chemického moření.**

Autor disertační práce
Ing. Monika Strejčková

Školitel
prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

České Budějovice, duben 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci vypracovala samostatně, na základě vlastních zjištění a materiálů, které uvádím v seznamu použité literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 11/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své disertační práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

.....
datum

.....
Ing. Monika Strejčková

Poděkování

Děkuji svému školiteli prof. Vladislavu Čurnovi, Ph.D. a vedoucí Ing. Andreji Bohaté, Ph.D. za metodické a odborné vedení, cenné připomínky během konzultací při zpracování disertační práce. Také děkuji všem zaměstnancům z katedry zemědělské, dopravní a manipulační techniky za odbornou pomoc. Poděkování patří i pracovníci Olze Divišové za technickou a praktickou výpomoc při zakládání pokusů v disertační práci.

ABSTRAKT

Disertační práce je zaměřena na zjištění, zda je kombinace fyzikálního a biologického ošetření osiva u vybraných polních plodin (řepka olejka, ječmen jarní) srovnatelné s chemickým ošetřením. Hodnotila se účinnost fyzikálního ošetření semen nízkoteplotním plazmatem (Gliding Arc, mikrovlnné), biologického ošetření kulturou mykoparazitické houby *Trichoderma virens* a kulturou entomopatogenní houby *Metarhizium anisopliae*. V rámci experimentů v laboratorních podmínkách, byl hodnocen vliv ošetření na vývoj obilek, (semen), procento klíčivosti obilek, (semen) a procento zdravých obilek, (semen). Individuální plazmatické ošetření v kombinaci s biologickým ošetřením mělo významný pozitivní účinek na rychlost klíčení obilek, (semen). Nebyl pozorován žádný negativní účinek fyzikálního a biologického ošetření na obilkách, (semenech). Proběhlo hodnocení vzházivosti ošetřených semen v laboratorních a polních podmínkách. V polních podmínkách u vybraných plodin na různých lokalitách a v jednotlivých letech, byl hodnocen vliv ošetření na vývoj porostu, zdravotní stav a výnosové parametry. Plazmové a plazmové s *T.virens* ošetření pozitivně ovlivnilo u modelových rostlin lepší zapojení porostu, délku klasů, (šešulí) a výnos. Kombinovaná úprava měla u řepky olejky pozitivní vliv na rychlejší vývoj na jaře, délku a sílu kořene, dřívější kvetení a dozrávání. Naproti tomu kombinovaná úprava u ječmene jarního pozitivně ovlivňovala vzházivost a odnožování. Podle získaných výsledků se zdá, že kombinované fyzikální a biologické ošetření semen je účinnou alternativou k chemické úpravě semen.

Klíčová slova: nízkoteplotní plazma, ječmen jarní, řepka olejka, *Trichoderma virens*, *Metarhizium anisopliae*

ANNOTATION

The dissertation is focused on the findings, whether it is combination of physical and biological seed treatment for selected field crops (oilseed rape, spring barley) comparable with chemical treatment. Evaluated the effectiveness of the physical seed treatment, low temperature plasma (Gliding Arc, microwave), a biological treatment culture mycoparasitic of the fungus *Trichoderma virens* and culture entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. In the context of experiments in laboratory conditions, was evaluated the effect of treatment on the evolution grains (the seeds), the percentage of germination grains (the seeds) and the percentage of healthy grains (the seeds). Individual plasma treatment in combination with biological treatment had a significant positive effect on the germination rate of grains (the seeds). There was no negative effect of physical and biological treatments on the grains (seeds). Involved the evaluation of emergence of the treated seed in laboratory and field conditions. In the field conditions for the selected crops in different localities and in different years, was assessed the effect of treatment on the development of the crop health and yield parameters. Plasma and plasma with *T. virens* treatments positively affected by the model of the plant better integration of crops, the length of the cob, (shell) and yield. The combined adjustment should in oilseed rape positive effect on the faster development of the spring, the length and strength of the root, earlier flowering and ripening. In contrast, the combined adjustment for barley spring positively influenced the emergence and tillering. According to the obtained results it seems that the combined physical and biological seed treatment is an effective alternative to the chemical treatment of seeds.

Key words: low-temperature plasma, spring barley, oilseed rape, *Trichoderma virens*, *Metarhizium anisopliae*

Prohlášení o impaktovaných a recenzovaných publikacích

Prohlašuji, že moje role na přípravě publikací, jenž jsou uvedeny na této stránce, byla následující:

Impaktované publikace:

1. Strejčková M., Bohatá A., Olšan P., Havelka Z., Kríž P., Beran P., Bartoš P., Čurn V., Špatenka P. (2018): Enhancement of the Yield of Crops by Plasma and Using of Entomopathogenic and Mycoparasitic Fungi: From Laboratory to Large-Field Experiments. Journal of Biomaterials and Tissue Engineering, Number 6, pp. 829-836(8).

Provádění ošetření osiva, zakládání polních pokusů, hodnocení rostlin, zpracování dat a příprava podkladů pro metodiku a literární přehled. Spoluúčast na přípravě článku ze 40 %.

Recenzované publikace:

1. Strejčková M., Bohatá A., Čurn V., Bartoš P., Olšan P., Havelka Z., Kríž P., Špatenka, P. (2015): Vliv fyzikálního a biologického ošetření osiva na vývoj porostu a na zdravotní stav modelových plodin. *Úroda* 12, roč. LXIII, vědecká příloha, s. 61-64. ISSN 0139-6013.

Provádění ošetření osiva, zakládání polních pokusů, hodnocení rostlin, zpracování dat a příprava podkladů pro metodiku a literární přehled. Spoluúčast na přípravě článku z 20 %.

2. Strejčková M., Olšan P., Havelka Z., Bohatá A., Kríž P., Bartoš P., Čurn V., Špatenka, P. (2016): Vliv fyzikálního a biologického ošetření osiva ječmene jarního na výnos zrna. *Úroda* 12, roč. LXIV, vědecká příloha, s. 45-51. ISSN 0139-6013.

Provádění ošetření obilek ječmene jarního, zakládání polního pokusu, hodnocení rostlin, zpracování dat a příprava podkladů pro metodiku a literární přehled. Spoluúčast na přípravě článku z 20 %.

3. Bohatá A., Tichá E., Konopická J., Strejčková M., Olšan P., Havelka Z., Kríž P., Bartoš P., Čurn V., Špatenka P. (2017): Vliv biologického ošetření osiva ječmene na klíčení obilek a mortalitu larev *Tenebrio molitor* po vysetí osiva do substrátu. *Úroda* 12, roč. LXV, vědecká příloha, s. 283- 286. ISSN 0139-6013.

Provádění ošetření obilek ječmene jarního, hodnocení klíčivosti semen. Spoluúčast na přípravě článku z 10 %.

4. Havelka Z., Olšan P., Strejčková M., Bohatá A., Kríž P., Bartoš P., Čurn V., Špatenka P., Konopická J. (2017): Vliv plazmatu na klíčivost modelové houby *Trichoderma virens*. *Úroda* 12, roč. LXV, vědecká příloha, s. 291- 294. ISSN 0139-60

Příprava modelové houby *T. virens* pro plazmové ošetření, stanovení indexu klíčivosti a procenta klíčivosti spor. Zpracování dat a příprava podkladů pro metodiku a literární přehled. Spoluúčasť na přípravě článku z 20 %.

Za spoluautory a školící pracoviště pravdivost prohlášení potvrzuje:

prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

.....

V Českých Budějovicích dne

Ostatní činnost

Příspěvky na konferencích ve sborníku:

1. Strejčková M., Čurn V., Bohatá A., Bartoš P., Olšan P., Havelka Z., Kříž P., Špatenka, P. (2015): Vliv fyzikálního a biologického ošetření na klíčivost osiva. Konference - XX. česká a slovenská konference o ochraně rostlin. Praha, 49.
2. Strejčková M., Bohatá A., Čurn V., Bartoš P., Olšan P., Havelka Z., Kříž P., Špatenka, P. (2015): Vliv fyzikálního a biologického ošetření osiva na růst, výnos a na zdravotní stav modelových plodin. Konference Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů. Troubsko, 61-64.
3. Strejčková M., Bohatá A., Čurn V., Bartoš P., Olšan P., Havelka Z., Kříž P., Špatenka, P. (2015): Vliv fyzikálního a biologického ošetření osiva na vývoj porostu a na zdravotní stav modelových plodin. Konference Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů. Troubsko, 45-51.

Řešené granty:

1. Spolu řešitelka grantu TAČR TA 04021252 na téma: Vývoj zařízení pro fyzikální ošetření semen a sladu pomocí nízkoteplotního plazmatu. V rámci řešeného grantu jsem měla dvacetiprocentní úvazek na projektu.

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Literární část.....	11
2.1 Integrovaná ochrana rostlin.....	11
2.2 Chemická ochrana.....	13
2.3 Fyzikální metody ochrany.....	14
2.3.1 Plazma.....	15
2.3.2 Typy plazmových výbojů.....	16
2.4 Biologická ochrana.....	17
2.4.1 Biologické přípravky.....	18
2.4.2 Přípravky na bázi mikroorganismů.....	19
2.4.3 Biologická agens.....	22
2.5 Mikoparazitické a Entomopatogenní houby.....	22
2.5.1 Trichoderma virens.....	23
2.5.2 Metarhizium anisopliae.....	24
2.6 Faktory ovlivňující kvalitu osiva.....	25
2.6.1 Choroby přenosné osivem.....	25
2.6.2 Moření osiva.....	27
2.6.3 Klíčení semen.....	29
2.7 Charakteristika modelových plodin.....	31
2.7.1 Ječmen jarní.....	31
2.7.2 Řepka olejná.....	33
3. Hypotézy a cíle.....	34
4. Materiál a metodika.....	35
4.1 Rostlinný materiál.....	35
4.2 Druhy mikoparazitických a entomopatogenních hub.....	36
4.3 Kultivace hub.....	37

4.4 Vliv plazmatu na modelovou houbu.....	38
4.5 Ošetření osiva.....	39
4.6 Maloparcelkové polní pokusy s ječmenem jarním.....	42
4.7 Poloprovozní pásové pokusy s řepkou olejnou.....	47
4.8 Poloprovozní plošný pokus s řepkou olejnou.....	49
5. Výsledky.....	54
5.1 Vliv fyzikálního ošetření na modelovou houbu.....	54
5.2 Umělá infekce osiva.....	58
5.3 Maloparcelkové polní pokusy s ječmenem jarním.....	62
5.4 Poloprovozní pokusy s řepkou olejnou.....	79
6. Diskuze.....	105
7. Závěr.....	115
8. Seznam použité literatury.....	118
9. Přílohy.....	135

1. Úvod

Obiloviny provázejí lidskou společnost od nepaměti. I dnes spolu s olejninami tvoří významný podíl stravy v našich zeměpisných šířkách. Obiloviny a olejninny jsou doménou Číny, USA, Brazílie a EU. Ke světově nejpěstovanějším obilninám patří kukuřice, ječmen, čirok, oves a žito. Podle USDA v roce 2017 dosahovala světová produkce obilovin 2,61 mld. tun. Podle údajů IGC v roce 2017 činila světová produkce ječmene 143,50 mil. tun. Za období 2013 – 2017 vzrostla celosvětová produkce obilovin o 2,6 %. V EU dosahovala v roce 2017 produkce ječmene 58,96 mil. tun. Celková produkce obilovin v EU poklesla o 5,3 %. Celková nabídka obilovin na trhu EU dosahující 360,10 mil. tun bohatě pokrývá celkovou domácí spotřebu. V ČR podle ČSÚ k 31. 5. 2017 vzrostla celková osevní plocha obilovin o 0,5 tis. ha na 1 352,40 tis. ha, z toho ječmen jarní tvoří 221,70 tis. ha. Česká republika je povinná dodržovat principy a pravidla Společné zemědělské politiky, která zabezpečuje regulaci trhu s obilovinami. V roce 2017 ČR dovezla 209,50 tis. tun obilovin a vyvezla 2 423,0 tis. tun. Obiloviny nacházejí uplatnění rovněž pro nepotravinářské účely, jsou mimo výrobu krmiv pro hospodářská zvířata využívány také pro produkci paliv (Kůst a Stehlíková, 2016).

Ke světově nejpěstovanějším olejninám patří dlouhodobě sója, řepka, semeno bavlníku, podzemnice olejná, slunečnice a palmová jádra. Podle údajů USDA - Foreign Agricultural Service dosáhla v roce 2014/15 produkce řepky 71,90 mil. t a v roce 2016/17 až 72,86 mil. t. EU je dlouhodobě největším dovozním regionem, ale i vývozcem zemědělských produktů. V marketingovém roce 2014/15 dosáhla celková produkce semen řepky v EU 24 401 tis. t a v roce 2016/17 už jen 21 895 tis. t. Druhý největší producent je Čína, která produkuje 11 724 tis. tun semen ročně. Řepka se stala druhou nejvýznamnější olejninou, ale její světová produkce za posledních 5 let o 4 % klesla. Od roku 2014 došlo v EU k poklesu produkce řepky o 11 % a produkce obilovin o 9 %. Ozimá řepka se z hlediska plochy stala druhou nejpěstovanější plodinou v ČR. V roce 2014/15 byla její osevní plocha 464 274 ha a v roce 2016/17 až 470 178 ha. V roce 2016/17 ČR dovezla ze zahraničí 121,1 tis. t semen řepky a vyvezla 375,1 tis. t (Liška, 2016; 2017; Volf, 2018).

Pro pěstování obilnin a olejnin je důležitý kvalitní rozmnožovací materiál, který je základním vstupem pro rostlinnou výrobu. Osivo musí splňovat všechny předpoklady pro vytvoření vyrovnaného a výnosného porostu. Hlavním důvodem oblíbenosti ječmene a řepky je fakt, že obě plodiny po sklizni mají širokou škálu uplatnění. V současné době je dostupné velké množství odrůd zaručujících při správné technologii pěstování vysoké výnosy (Černý a kol., 2007). Bohužel většina ploch obilnin a olejnin je v současné době ošetřována chemicky. Při používání jakékoli ochrany rostlin je hlavním cílem jejich ochrana před patogenními organismy a zároveň případné zvyšování jejich výnosu. Nežádoucí vlivy chemických přípravků byly jasně prokázány – jedná se především o toxicitu, vliv na ekosystémy, tak i na abiotickou a biotickou složku. Protože chemická ochrana v sobě nese riziko tvorby reziduí, je snaha ji minimalizovat, nebo nahradit metodami, které méně zatěžují životní prostředí. Jednou z možností je správná agrotechnika, biologická nebo fyzikální ochrana rostlin. Při dodržení vhodných pěstitelských zásad je možné dosáhnout vyšších výnosů bez škodlivých reziduí. Pro zemědělce je důležitá dobrá znalost biologických cyklů rostlin a živočichů, bionomie škodlivých činitelů, aby zvolili správné metody ochrany, které zatěžují přírodu co nejméně. Dosavadní přípravky na ochranu rostlin se vyznačují tím, že rychlé a účinně působí proti jednotlivým škodlivým činitelům a snižují jejich výskyt na minimum (Čača, 1990).

Použití plazmových výbojů v praxi nachází v dnešní době stále větší spektrum uplatnění. Samotný výzkum nízkoteplotního plazmatu je však náročný, jelikož částice v plazmatu tvoří velice složitý systém. Ať už jde o aplikace nízkoteplotních plazmových výbojů v průmyslu - elektronice, vakuové technice, optice, laserové a supravodičové technice, nebo ve strojírenství, automobilovém, leteckém, kosmickém, chemickém a textilním průmyslu, lze také nízkoteplotní plazmový výboj použít v odvětví biologie, lékařství, zemědělství (Kulhánek, 2011). V této oblasti se nízkoteplotního plazmatu úspěšně užívá k fyzikální sterilizaci a dezinfekci od některých patogenů. V oblasti rostlinných patogenů je ošetření nízkoteplotním plazmatem velmi málo prozkoumáno. Fytopatogenní bakterie a houby způsobují velmi významné ekonomické ztráty a mnohdy bývají pro řadu zemědělců a pěstitelů likvidační. V zemědělství a lesnictví se nízkoteplotního plazmatu úspěšně užívá k ošetření povrchu semen a k eliminaci fytopatogenních a bakteriálních původců onemocnění rostlin. Dále nízkoteplotní plazma pozitivně ovlivňuje klíčivost semen. Osivo ošetřené plazmatem a biologicky ošetřené lze sít v ochranných pásmech vod, ekologickém zemědělství, chráněných krajinných oblastech.

2. Literární přehled

2.1 Integrovaná ochrana rostlin (IOR)

Integrovaný systém ochrany rostlin je označován zkratkou IPM (Integrated Pest Management). Tento termín byl poprvé použit v roce 1972 v USA Výborem pro ochranu životního prostředí (Hrdý, 1991). Termín je velice užívaný ve výzkumu, moderní biologii a zemědělství. IPM definuje: sjednocený systém ochrany před škodlivými organismy – před hmyzem, houbami, viry, bakteriemi, roztoči, ale také plevelem nebo dalšími živočichy, které rostliny ničí. V české literatuře se setkáváme se zkratkou IOR (integrovaná ochrana rostlin), je to systém opatření zaměřených na regulaci četnosti populací škůdců se záměrem udržet četnost populací škůdců na tolerovatelné úrovni (Soukup, 2005; Pernicová, 2013). Základní principy integrované ochrany rostlin byly definovány na počátku 60. let minulého století jako alternativa vůči vysokému nárůstu spotřeby syntetických pesticidů. IOR zahrnuje velké množství principů a metod ochrany rostlin v závislosti na plodině, lokalitě, podnebí, škůdci a výskytu plevelů případně chorob rostlin, které mají vliv na stabilní výnos a kvalitu zemědělských produktů. V rámci IOR se využívají k ochraně rostlin metody přímé a nepřímé. Metody nepřímé mají preventivní charakter, patří mezi ně agrotechnické metody, metody organizační a šlechtění rostlin. Mezi tyto metody řadíme v podstatě pěstitelská opatření, která primárně vedou ke zvýšení úrody a sekundárně omezují výskyt škůdců. Metody přímé využívají prostředky, které přímo hubí patogena, nebo znemožňují rozmnožení a šíření škůdce. Řadíme sem metody mechanické, fyzikální, biologické a chemické (Kohout, 1996; Tichá, 2001; Beránek a kol., 2016).

V rámci IOR se jedná o přechod mezi konvenčním a ekologickým systémem hospodaření, kdy pesticidy se smí používat jen v takovém případě, že nelze regulovat populace škodlivých organismů (ŠO) na odpovídající úrovni jiným způsobem. Musí se aplikovat takové pesticidy, které vykazují vysokou specifitu k danému škodlivému organismu a mají co nejmenší vedlejší účinky na lidské zdraví a životní prostředí (Poncová, 2013). IOR je v současnosti definována jako: „Opatření integrované ochrany rostlin udržují používání přípravků a ostatních metod ochrany rostlin na úrovních, které lze z hospodářského a ekologického hlediska odůvodnit, přičemž je kladen důraz na růst zdravých plodin při co nejmenším narušení zemědělských a lesních ekosystémů“. Definice IOR klade důraz na záměrné využívání biologických a bioracionálních metod regulace populací škůdců

(Gall, 2015; Beránek a Sojneková, 2016). Hlavním principem IOR je využití co nejefektivnějšího, ekologického a ekonomického výhodného postupu (van Lenteren, 1995). Právě díky těmto faktům může být IOR využito nejen ve sklenících, ale i v zemědělství a na zahrádkách.

Na základě OECD vznikly doporučení pro IOR v rámci EU:

- biologická ochrana jako náhrada chemické ochrany
- vhodné pěstitelské technologie pro všechny plodiny
- podpora ozdravování polních a speciálních plodin
- podpora tvorby rostlinných genotypů
- výměna informací mezi farmáři a poradci
- zemědělci i poradci musí být přímo zapojeni do vývoje IOR
- IOR musí být pro zemědělce přínosem
- poradenství pro rostlinnou výrobu
- podpora IOR ze strany státu
- pojištění sklizňových ztrát

Česká legislativa upravuje IOR v rámci zákona 299/2017 Sb., o rostlinolékařské péči. Dále sem patří zákon č. 295/2017 Sb., o uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu. Zákon č. 61/2017 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích, substrátech a agrochemické zkoušení půd. Zákon č. 455/1991, Sb. o živnostenském podnikání a zákon č. 321/2004 Sb., o vinohradnictví a vinařství. Také vyhláška č. 334/2017 Sb., o podrobnostech uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu. Vyhláška č. 237/2017 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva (Bezdičková a kol., 2014; Záruba a Kúst., 2017). Členy Evropské Unie byla přijata směrnice 2009/128/ES. V souladu s požadavkem směrnice byl připraven návrh Národního akčního plánu k zajištění udržitelného používání pesticidů (NAP). Český NAP stanovuje dva hlavní cíle: 1) omezení rizik vycházejících z používání přípravků na ochranu rostlin, a to v oblastech ochrany zdraví lidí, vod a životního prostředí a za 2) optimalizace využívání přípravků na ochranu rostlin bez vlivu na snižování kvality rostlinných produktů (MZe, 2012; Hnízdil a kol., 2016).

System integrované ochrany rostlin je provázen komplexem 8 zásad, které jsou stanoveny vyhláškou č. 205/2012 Sb., a které jsou stejné se zásadami uvedenými v příloze III směrnice o pesticidech. Tím došlo k naplnění zákonných povinností českých zemědělců začít tyto obecné zásady naplňovat v praxi (Gall, 2015). Většina významných pěstitelů v ČR se dobrovolně zavázala, že budou dodržovat přísné zásady hospodaření. Zemědělec musí pečlivě zvážit, zda je z ekonomického hlediska možné těmito zásadami omezit šíření škodlivých organismů. Pokud se ukazuje, že jsou tyto zásady dostatečně neúčinné, může použít jiné způsoby ochrany. Vypěstované produkty musí splňovat limity na nízké obsahy cizorodých látek. Z tohoto důvodu byl Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZÚZ) zaveden kontrolní systém (pro polní plodiny, zeleninu a pro ostatní kultury - ovoce, vinná réva, chmel), podle něhož jsou prováděny kontroly dodržování zásad u zemědělců, kteří používají přípravky na ochranu rostlin v rámci svého podnikání. Kontrolní systém je hodnocen pomocí bodového systému. Limit pro splnění podmínek je 120 bodů, maximum 350 bodů (Gall, 2015; Beránek a kol., 2016). Sankce jsou ze strany ÚKZÚZ udělovány za prokazatelné porušení povinností jasně definovaných v zákonech, pokud je toto porušení spojeno s následným snížením dotace za porušení podmínek stanovených v rámci systému Cross Compliance, tak následuje správní řízení o snížení této dotace.

IOR nezahrnuje jen jeden samotný postup, který by se bez výjimky používal na všechny rostliny a škodlivé organismy. V praxi je tvořen základními kroky: prevence-monitoring – intervence. Prvním a nejdůležitějším krokem je prevence. V rámci

preventivních způsobů ochrany rostlin se převážně jedná o nepřímé způsoby ochrany s cílem omezit výskyt škůdců. Do preventivních opatření řadíme: výsev vhodných plodin na určitou lokalitu, střídání plodin, výsev odolných odrůd, výsev certifikovaného osiva a sadby, vyvážené hnojení, vápnění a podpora užitečných organismů. Dalším krokem je monitoring škodlivých organismů. Znalost aktuální situace výskytu škodlivých organismů na dané lokalitě. Provádět monitoring rezistence škodlivých organismů k pesticidům, využívat antirezistentních strategií. V rámci intervence provádět ošetření podle prahů škodlivosti. Vybírat selektivní přípravky k přirozeným nepřítelům. Přípravky musí mít co nejmenší vedlejší účinky na životní prostředí a na lidské zdraví (Kazda a kol., 2014; Šandera, 2015). Velkým přínosem takto uplatňované integrované ochrany je nejen zlepšení kvality pozemku, ale i snížení nebezpečí případného zamoření životního prostředí nežádoucími chemickými látkami (Dent, 2000).

2.2 Chemická ochrana

Chemická ochrana se zakládá na používání chemických pesticidů. Jako pesticidy jsou obvykle označovány chemické látky přirozeného, polysyntetického nebo syntetického původu. Pesticidy jsou přípravky určené k hubení rostlinných a živočišných škůdců, k ochraně rostlin, zvířat (Pavela, 2011). V současné době existuje více než 1 200 registrovaných aktivních látek s pesticidním účinkem ve více než 100 skupinách. V České Republice je používáno zhruba 251 z nich ve formě některého z komerčních přípravků na ochranu rostlin (POR), kterých je u nás používáno kolem 900. Uvádí se, že celosvětová spotřeba pesticidních účinných látek se pohybuje kolem 2 - 3 mil. tun ročně, 350 - 400 tis. tun v Evropě a 5 – 6 tis. tun v České Republice. Studie ECPA ukazují, že v roce 2000 bylo vyvíjeno 70 nových účinných látek, ovšem v roce 2012 jich bylo jen 28 (Jensen a kol., 1996). Chemické přípravky jako jsou fungicidy, herbicidy a insekticidy se používají na 95 % zemědělské půdy. V roce 2014 byl počet povolených účinných látek podle skupin biologické účinnosti následující: zoocidy – 48, fungicidy – 91, herbicidy – 101, regulátory – 11, pomocné prostředky – 147. V současné době je ze skupiny insekticidů povoleno 78 přípravků s 27 účinnými složkami na všechny plodiny v České Republice. Z toho je pro obiloviny povoleno jen 29 přípravků s 10 účinnými složkami, 16 účinných složek je určeno pro řepku ozimou. Použití přípravků na ochranu rostlin je upraveno zákonem č. 299/2017 Sb., o rostlinolékařské péči. Dalšími právními normami o používání přípravků na ochranu rostlin je zákon č. 61/2017 Sb., o hnojivech; zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny; zákon č. 254/2001 Sb., o vodách. Dále vyhláška č. 237/2017 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva; vyhláška č. 229/2017 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv.

Pesticidy se skládají z účinné látky a ostatních přísad. Účinná látka přímo působí proti škodlivým činitelům. Přípravky se používají cíleně ke snížení hustoty výskytu škůdců pod hranici hospodářské škodlivosti. Chemické přípravky jsou stále pokládány za nejúčinnější prostředky ochrany rostlin proti škodlivým činitelům (Janků a kol., 2012). Chemické přípravky se dělí podle: 1) určení - fungicidy, herbicidy, zoocidy (insekticidy, rodenticidy, akaricidy, moluskocidy, nematocidy), 2) formulace – emulgovatelné koncentráty (EC), smáčitelné prášky (WP, DP), rozpustné koncentráty (SL), suspenzní koncentráty (SC), 3) původu – přírodního původu, syntetické látky, 4) působení - kontaktní, systémové, respirační, požerové, 5) mechanismu působení – inhibitory, analogy, 6) chemické povahy – organofosfáty, pyrethroidy, sulfonáty, měďnaté fungicidy, karbamáty, triazoly a další. Samotný způsob použití a údaje o přípravku musí být uvedeny na obalu a na příbalové dokumentaci. Přípravky, které se užívají na ochranu rostlin, musí být uvedeny v seznamu registrovaných přípravků. U pesticidů se hodnotí: účinnost na cílový organismus, toxicita, ochranná lhůta, vedlejší účinky a podmínky pro nakládání s pesticidy.

Charakteristika účinné látky je upřesněna tzv. R - větami (specifikují způsob ohrožení) a S - větami (pokyny pro bezpečné zacházení). Chemické přípravky mají rychlý nástup účinnosti. Největší účinnost vykazují těsně po aplikaci, potom účinnost postupně klesá. Samotná účinnost je ovlivňována pH, teplotou a počtem aplikací. Chemické přípravky zanechávají rezidua v půdě (Kazda a kol., 2010). Vedlejším účinkům chemických látek jsou vystaveny všechny složky biosféry - vzduch, půda, voda, ale i rostliny a živočichové. Chemická ochrana nesmí snižovat výskyt necílových a užitečných organismů, k nimž se řadí i půdní mikroorganismy. Rozsáhlé aplikace pesticidů při ochraně rostlin proti škodlivým činitelům způsobily vznik rezistence škodlivých organismů vůči konkrétním účinným látkám a nastal problém s jejich hubením (Šebesta, 1991). Došlo k narušení stability agroekosystémů a znečištění životního prostředí. Spotřebu POR v České Republice za poslední dva roky ukazuje tabulka č. 1. (SRS, 2016).

Tabulka č. 1: Spotřeba POR v České republice za roky 2014 - 2015

PŘÍPRAVKY (kg, l)	2014	2015
ZOOCIDY, MOŘIDLA	1 405 577	1 154 677
HERBICIDY A DESIKANTY	6 334 269	5 986 093
FUNGICIDY, MOŘIDLA	3 611 868	3 588 704
REGULATORY RŮSTU	1 138 975	1 222 713
RODENTICIDY	179 721	278 437
OSTATNÍ	470 522	501 390
CELKEM	13 140 930	12732 014

(SRS, 2016)

Tím, že se zvyšuje a rozšiřuje rezistence škodlivých činitelů k pesticidům, nastupují biologické či fyzikální způsoby ochrany rostlin. Mohou být dostatečně účinné i na konvenčních plochách a jsou jedinou možností v ekologických systémech hospodaření.

2.3 Fyzikální metody ochrany

Fyzikální metody mechanické, termické a biotechnické lze při boji proti chorobám a škůdcům na ochranu rostlin použít jen omezeně. Fyzikální metody uplatňované ke sterilizaci povrchu osiva: (větrání, sušení, čištění, horká voda, pára, CO₂, N₂, podtlak nebo přetlak vzduchu). Vyšší teploty se využívají k hubení patogenních mikroorganismů přenosných uvnitř semen nebo na jejich povrchu i na vegetativních částech rostlin (viry, některé druhy hub). Ošetření osiva obilovin horkou vodou (52 - 53 °C) je jeden z historických příkladů, při kterém jsou zničeny sněti uvnitř semen. Je známo, že mnoho původců chorob je k vyšším teplotám citlivých vzhledem ke svým specifickým enzymovým systémům (Zidek a kol., 1992). Produkty dalších fyzikálních metod je možné ve skladovacích prostorech nahradit kyslík jiným plynem např. CO₂ nebo N₂.

Ve sklenících pro ochranu rostlin se nejčastěji využívá propařování substrátů a zeminy horkou párou nebo potažení půdy černou fólií. Vysoké teploty v kombinaci s vlhkostí substrátu během několika desítek minut zničí většinu důležitých patogenních činitelů. Je třeba si uvědomit, že při propařování půdy jsou ničeny i užitečné půdní organismy (žížaly, chvostokoci, larvy a dospělci střevlíků, atd.). Na fyzikálních principech jsou založeny speciální optické lapače, kde bývá použita kombinace světla a elektrického proudu. Hmyz je světlem přilákan k mřížce, kterou protéká elektrický proud a výbojem je

zahuben. Dále se používají světelné a barevné lapače k monitorování výskytu škodlivých druhů. Barevné pasti jsou účinné např. ve sklenicích na trásněnky, které jsou atrahovány modrou barvou. V dřívější době se nejčastěji používalo teplo k ošetření prostor, náradí, osiv, cibulovin a hlíz (Hrudová, 2015). V dnešní době lze využít i k ošetření UV záření, gama záření, mikrovlnou energii, rádiovou frekvenci, hydrostatický tlak, nízkenergetické elektrony (Yao a kol., 2005; Błaszczak, 2007; Al-Bachir, 2007). Elektromagnetické záření se používá při čištění semen na elektromagnetických čističkách (separátorech). V současné době různá pracoviště testují ošetření plazmou. Metody ošetření plazmou jsou intenzivně studovány v souvislosti s ekologickým zemědělstvím a se zásadami IOR. V případě obilnin zatím nejsou tyto metody ošetření plazmou akceptovány jako dostatečné v uznávacím řízení. V oblasti úprav osiv jsou rozvíjeny i další metody, například využití hydratačních úprav pro zlepšení klíčení a vzházení ve stresových podmínkách prostředí (sucho, zasolené půdy), (Eskandari a kol., 2012; Jisha a kol., 2013).

Vedle hydratačních úprav semen se dnes rozvíjí i ošetření semen nízkofrekvenčním magnetickým polem. Řada autorů ve svých pracích uvádí, že po vystavení semen magnetickému poli došlo ke zvýšení vitality osiv, k lepšímu růstu rostlin a zvýšení výnosu (de Sousa a kol., 2014). Payez a kol., (2013) zaznamenali kromě zvýšení vitality osiv také vyšší obsah prolinu a nižší aktivitu enzymu peroxidázy spolu s nižší degradací membránových lipidů. Podobně Krawiec a kol., (2013) potvrzují nárůst energie klíčení u osiva ředkvičky. U semen sóji byl po úpravě magnetickým polem zjištěn lepší růst kořínků v porovnání s neošetřenou kontrolou (Parvaiz, 2017). V současné době se používají nízkenergetické elektrony k likvidaci choroboplodných zárodků na semenech. Elektrony působí na zrno popř. jeho slupku, přičemž nemají negativní vliv na klíčivost ani genom. V Německu v dlouholeté spolupráci s JKI (Julius Kühn-Institut), kde byla prokázána účinnost této metody na mnoho různých druhů patogenů. (Koubová, 2011). Metoda ošetření semen nízkofrekvenčním magnetickým polem byla potvrzena jako vhodná k ošetření osiva pro různé pěstitelské podmínky. Kromě JKI doporučuje tuto metodu také Evropská a středozemní organizace pro ochranu rostlin (EPPO) jak pro konvenční, tak i ekologické zemědělství. Fyzikální metody se v současnosti nejvíce využívají v biologii a lékařství, kde se jedná především o sterilizaci bakterií pomocí nízkoteplotního plazmatu. Plazma se využívá ke sterilizaci zdravotnického materiálu a vybavení. Význam sterilizace pomocí plazmatu spočívá v možnosti sterilizace látek, které nemohou být vystaveny vysokým teplotám (Moisan a kol., 2001). Tyto metody jsou rychlejší, účinnější, levnější a bezpečnější než např. sterilizace pomocí toxických a chemických činidel, nebo sterilizace pomocí nákladného ohřívání vodní páry (Ermolaeva a kol., 2011).

2.3.1 Plazma

Plazma bývá často označována za čtvrté skupenství hmoty vedle skupenství pevného, kapalného a plynného (Chen, 1995; Libra, 2000; Černý, 2011). Termín plazma ve fyzikálním smyslu zavedli v roce 1928 Američané Irving Langmuir a Levy Tonks. Z fyzikálního hlediska je plazma kvazineutrální ionizovaný plyn složený z iontů a elektronů, (případně z neutrálních atomů a molekul). Plazma vzniká odtržením elektronů z elektronového obalu atomů plynu, či odtržením molekul. Kvazineutralita je vlastnost plazmatu, která říká, že by v celkovém objemu plazmatu mělo být stejné množství záporných i kladných částic (Libra, 2000; Kulhánek 2011). V plazmatu se nachází volné náboje a ty právě odlišují plazmu od plynů. Elektrická vodivost plazmatu závisí především na teplotě a na koncentraci plazmatu. Koncentrace udává počet částic (iontů nebo elektronů) stejného znaménka v jednotce objemu. Stupeň ionizace plazmatu závisí na teplotě a udává poměr ionizovaných částic k celkovému počtu částic. Elektrické pole způsobuje změny směru v plazmatu. S rostoucí

teplotou klesá počet srážek, částice se míjejí vysokou rychlostí. Částice na sebe působí jen krátkou dobu a způsobují, že odchylky od původních drah jsou malé. Elektronů jelikož jsou lehčí, získají v elektrickém poli mnohem větší energii, než ionty. Elektron pro ztrátu své energie musí uskutečnit několik srážek. Při nízké koncentraci plazmatu a tlaku je počet srážek elektronů poměrně nižší. S rostoucí koncentrací plazmatu se zvyšuje počet srážek elektronů. S rostoucí teplotou vzrůstá vodivost elektronů (Chen, 1995). Aby došlo k vyrobení plazmatu, je potřebné dodávat plynu energii v podobě tepla nebo elektromagnetického záření (Mc Donnell, 2007).

V rámci plazmatu rozlišujeme složky plazmatu (teplotu, UV záření, oxidační radikály, ozón) a parametry (vzdálenost trysky, průtok vzduchu, čas ošetření). Teplota je ovlivněna průtokem vzduchu a vzdáleností trysky od vzorku „menší průtok vzduchu a tlaku s menší vzdáleností trysky od vzorku = vyšší teplota“. Oxidační radikály vznikají při plazmatickém výboji. Vznik ozónu závisí na pracovním plynu. Plazma působí na mikroorganismy zejména UV zářením, volnými radikály a jinými reaktivními částicemi, nabitými ionty nebo teplotou. Důležité je aby v průběhu plazmového ošetřování nedošlo k tepelnému ovlivnění povrchu materiálů nebo dokonce k jeho destrukcím (Petráž, 2012).

2.3.2 Typy plazmových výbojů

Plazmové výboje rozdělujeme do dvou skupin, podle tlaku za kterého se odehrávají a to na nízkotlaké a atmosférické výboje. Nízkotlaké výboje se odehrávají při nižším tlaku v porovnání s hodnotami atmosférického tlaku. Nevýhodou nízkotlakých výbojů je nutnost mít vakuového zařízení, které je dosti nákladné. Atmosférické výboje probíhají za atmosférického tlaku. Aparatury jsou značně jednodušší a méně nákladné (Černý, 2011). V plazmovém výboji mohou vznikat nestabilní částice a volné radikály (např. hydroxylový radikál - OH). Hydroxylové radikály jsou vysoce reaktivní, protože mají nespárované elektrony. Proto při vystavení mikroorganismů těmto radikálům dochází k různým efektům, které způsobují strukturní a funkční poškození buněk včetně proteinů, lipidů, nukleových kyselin a to má za následek smrt buněk. Je prokázáno, že když se excitované elektrony vracejí do přirozeného stavu, dochází k uvolnění energie ve formě tepla nebo fotonů, např. UV záření o vlnové délce 100 až 350 nm. To přispívá k antimikrobiální aktivitě buněk (Petráž, 2012).

Klouzavý oblouk - *gliding arc Discharge (GAD)*

Gliding arc (GAD) je ionizovaný plyn charakteristický poměrně vysokou hustotou plazmy, velkou silou a vyšším provozním tlakem. Gliding arc probíhá za vyššího atmosférického tlaku (Fridman a kol., 1998; Kala, 2012). Lesueur s kolegy v roce 1988 patentovali princip GAD. Czernichowski s kolegy dále rozvíjeli tento přístroj (Moreau a kol., 2008). Přístroj gliding arc se skládá z plazmové hlavice se dvěma či více kovových elektrod (měď, hliník) s divergentním okrajem (Fridman a kol., 1998; Havelka, 2013). Ke vzniku plazmatu se užívají různé druhy pracovních plynů (kyslík, oxid dusný, argon), (Chan a kol., 1996). Pracovní plyn je za určitého tlaku vehnán do mezery mezi elektrodami, kde klouže podél elektrod, dokud nevznikne v nejužším místě obloukový klouzavý výboj. Při výboji vznikají reaktivní částice (radikály OH a NO), vzniklý výboj se okamžitě přeměňuje (Benstaali a kol., 1998). Gliding arc se považuje za pokročilou oxidativní techniku s antimikrobiálním účinkem, jenž způsobuje poškození nukleových kyseliny mikroorganismu (Moreau a kol., 2008).

Mikrovlnný výboj (MW)

Mikrovlnný výboj (MW) používá tzv. ECR (electron cyclotron resonance) princip výboje. Kombinací magnetického pole a mikrovlnného záření je elektronům předávána energie z mikrovlnného zdroje. Vznik plazmatu je založen na srážkách elektronů s neutrálními částicemi plynu (Petráž, 2012). Mikrovlnné plazma obsahuje větší množství vysokoenergetických elektronů, které se projevují vyšší excitační, ionizační efektivitou a vyšší teplotou výboje. Pro výboj je charakteristická elektronová plazmová frekvence v rozsahu 300 MHz až 10 GHz. Mikrovlnný výboj může vznikat za širokého rozmezí podmínek. Tlak může být od hodnot 0,1 Pa až po hodnoty atmosférického tlaku. Výkon od W do 100 kW a může být užito inertních i molekulových plynů. Moisan (2001) uvádí, že mikrovlnné plazma je účinné pouze ve spolupráci s UV zářením a chemickými složkami plazmatu. První pokusy s mikrovlnným plazmatem byly prováděny na počátku 80. let 20. století (Boucher, 1980; Tensmeyer a kol., 1981).

2.4 Biologická ochrana

Biologická ochrana je metoda využívající znalostí reakcí organismů na přirozené podmínky. Termín biologická ochrana obecně označuje potlačování škůdců pomocí jejich přirozených nepřátel. V širším slova smyslu se užívá pro jakoukoliv podporu organismů, které se nějak podílejí na omezování škůdců. V omezeném významu pro cílené vysazování uměle namnožených užitečných organismů - bioagens. Biologická ochrana v širším i užším slova smyslu je považována za ekologicky, hygienicky i ekonomicky nejvhodnější metodu (Hluchý a kol., 1994; Tichá, 2001). Biologická ochrana "Bio Control" je metoda, která umožňuje provádět cílenou ochranu rostlin a je chápána jako introdukce parazitoidů, predátorů nebo patogenních mikroorganismů k potlačení škodlivých organismů, plevelů a chorob (Dirlbeková., 1991; Hokkanen, 1995). Popřípadě aplikace suspenzí hub, metabolitů nebo látek rostlinného původu (Pal a Gardener, 2006). Základem biologické ochrany je využití přirozených vztahu mezi organismy v prostředí. Cílem biologické ochrany je zamezit nadměrnému zvětšení populace škodlivého činitele na úroveň, která by způsobila významné ekonomické ztráty (Prokinová, 1996). Podstatou biologické ochrany je udržení nebo obnovení přirozené rovnováhy prostředí. Mezi hostitelem, patogenem a vnějším prostředím existuje přirozená rovnováha v rámci daného ekosystému (Čača, 1990). Definice: „využívání přírodních nebo modifikovaných organismů, genů nebo genových produktů, která má omezit účinky nežádoucích organismů a upřednostnit žádoucí organismy, jako plodiny, užitečný hmyz, a mikroorganismů, "(US Congress, 1995; Prokinová, 1996).

Biologická ochrana se nejvíce využívá v ekologickém zemědělství, v ochranném pásmu vod, dále při produkci skleníkové zeleniny, květin, v ovocných sadech a vinicích, ale začíná se používat i u polních plodin a na zahrádkách (Hrdý, 1991). Biologické způsoby ochrany se v ochraně rostlin využívaly mnohem dříve než chemické přípravky (Čača, 1990; Jirátko, 1990). Biologická ochrana se v současné době užívá ve formě živého dravého hmyzu, nematodů, entomopatogenních nebo mikrobiálních patogenů k potlačení populace hmyzích škůdců. U rostlin se využívají mikrobiální antagonisté pro potlačení onemocnění. Celosvětově je studována řada organismů s cílem jejich využití pro ochranu rostlin proti chorobám. Biologické způsoby ošetření rostlin patří k metodám, po jejich aplikacích nedochází k zatížení životního prostředí. Biologické metody nenarušují přirozenou rovnováhu v biocenózách a nepředstavují nebezpečí pro kulturní rostliny, zvířata a člověka.

Věchet (1991) uvádí přednosti biologických metod a to specifičnost a metodičnost. Mezi základní biologické metody se řadí introdukce antagonisty do prostředí, inokulace (např. aplikace tuhého inokula do půdy při setí), indukce rezistence rostlin, oslabení patogena a indukce supresivity.

Podle Kocourka (1994) biologicky intenzivní metody ochrany proti škodlivým organismům zahrnují:

- vlastní biologické metody – predátory, parazitoidy, entomopatogenní viry, bakterie, houby, prvoky, nematody
- biotechnologické metody ochrany – autocidní metoda (sterilizace samců), regulátory růstu hmyzu, juvenoidy, metody genetického inženýrství jako jsou selekce a redukce specifických biotypů patogenů škůdců nebo metabolitů patogenů a tvorba transgenických rostlin
- semiochemikálie – feromony, kairomony, allomony; včetně využití feromonů k přímé ochraně na principu přerušení sexuální komunikace
- rezistentní odrůdy k chorobám a škůdcům

2.4.1 Biologické přípravky

Biologické přípravky jsou určeny k ochraně rostlin proti škodlivým činitelům. Biologické přípravky jsou dostupné v sušené formě (granule, alginátové pelety) nebo ve formě kapalné (smáčitelné prášky), jako samotné mikroorganismy, či s aditivou (tabulka č. 2). Biologické přípravky se vyznačují určitou specifičností. Přípravky na bázi větší specifičnosti neohrožují větší cílové skupiny, zatímco širokospektré preparáty usmrcující ve velké části i necílové organismy (Tjamos a kol., 1992). Přípravky se vyznačují tím, že nemají na rozdíl od pesticidů škodlivé vedlejší účinky na teplokrevné živočichy, nepůsobí toxicky, nezanechávají v prostředí rezidua, nekontaminují podzemní vody ani potraviny. Dále se vyznačují nižšími nároky na bezpečnost práce při aplikacích než u chemických přípravků (Koubková, 2006). Aplikují se ve velmi malých dávkách v dostatečném časovém předstihu, a to v počáteční fázi rozvoje choroby. Výhodou biologických přípravků je i minimální až nulové riziko vzniku rezistence patogena (Prokinová, 1996). Přípravky lze aplikovat v různých fázích ontogeneze rostliny. Aplikace biologických přípravků je velmi jednoduchá, provádí se rovnoměrná kolonizace agroekosystémů nebo aplikace bioagens do ohniska přemnožení škůdce. Většina biologických prostředků musí být aplikována ihned. Po aplikaci neúčinkují přípravky okamžitě (nejsou tak razantní jako pesticidy) nástup účinnosti je až po překonání lag- fáze, kdy dojde k namnožení mikroorganismů v prostředí. Po namnožení mikroorganismů účinkuje přípravek v prostředí delší dobu (Hrdý, 1991). Účinnost přípravků je závislá na podmínkách vnějšího prostředí, znalosti bionomie patogena, tak účinného organismu (Bagar, 2007). Limitujícími faktory v účinnosti mohou být nejrozličnější abiotické faktory. Samotná účinnost je ovlivňována vlhkostí a teplotou prostředí, proto se přípravky musí uchovávat za určitých teplotních podmínek (biopreparáty, 2019). Použitý organismus musí být schopný přežít a konkurovat dalším mikroorganismům v prostředí, schopný kolonizovat a dobře se šířit po aplikaci, schopný tolerance k běžným pesticidům.

Biologické přípravky jsou cenově dražší než chemické přípravky. V současné době je snaha, aby biologické přípravky byly cenově srovnatelné nebo levnější. Sortiment biologických přípravků užívaných k ochraně rostlin proti chorobám je nepoměrně užší než u preparátů proti škůdcům. Poslední desetiletí je trh v Evropské unii ve znamení nástupu výrobků a přípravků fungujících na biologickém základě. Použití biologických přípravků je efektivní alternativou k chemickým přípravkům v ekologických oblastech. V současné době biologické přípravky nacházejí uplatnění v čištění povrchových vod, jezírek i v medicíně.

Tabulka č. 2: Biologické přípravky na ochranu rostlin.

Živé organismy		Aktivní látky	
Mikroorganismy	Makroorganismy	Přírodní látky	Semio-chemikálie
Bakterie	Parazité (Parazitoidi)	Živočišné	Sex. feromony
Houby	Predátoři	Mikrobiální	Kairomony (atraktanty)
Viry	Hlístice	Minerální	Synomony
Kvasinky	Obratlovci	Rostlinné	Allomony

(Hrdý, 1991)

2.4.2 Biologické přípravky na bázi mikroorganismů

Přípravky na bázi mikroorganismů, tzn. mikrobiální přípravky, biopreparáty. Biopreparáty obsahují jako účinnou složku bakterie, houby, viry, viroidy, řasy a prvoky. Mikroorganismy jsou živé organismy, se kterými je třeba nakládat opatrně oproti chemickým přípravkům (Pokorný a kol., 1996; Ondřej a kol., 2012). K běžným formulacím biopreparátů patří formulace WP, WDS, SC (Landa, 1998, 2001). Etiketa biologického přípravku obsahuje informace, které jsou shodné s konvenčními pesticidy.

U biopreparátů na bázi mykoparazitických hub tvoří účinnou složku konidie. Naproti tomu u biopreparátů na bázi entomopatogenních hub účinnou složku tvoří konidie nebo blastospor (Landa, 2002). Konidie jsou produkovány kultivací na pevném médiu nebo přirozeném substrátu. Tenkostěnné blastospor jsou produkovány pomocí fermentačních technologií tzv. submerzní kultivace na tekuté živné půdě (Landa, 2002). Biopreparáty obsahují konkrétní počet vitálních a virulentních jednotek schopných vyvolat infekci. Součástí biopreparátů jsou interní přísady, ochranné a výživné složky. Standardní biopreparáty musí splňovat řadu kvalitativních a kvantitativních kritérií a podléhají kompletnímu registračnímu procesu. Standardní registrace biologického přípravku je v rozsahu požadavků buď shodná, nebo náročnější než registrace klasických pesticidů. Mezi hlavní kvalitativní parametry patří garance druhu a kmene patogena. Mezi hlavní kvantitativní parametry houbových biopreparátů patří: počet infekčních jednotek, klíčivost konidií, garantovaná vitalita konidií nebo blastospor udávaná v %, CFU – (colony forming units) udává, kolik jednotek patogena přítomných v 1 ml biopreparátu utvoří samostatnou kolonii na umělé živné půdě (Krátká, 2007). Hlavní metodické aspekty jsou uchovávání, aplikace, kontrola účinnosti (Landa, 2001, 2002).

Biopreparáty na bázi entomopatogenních hub jsou přímo vázány na hmyz a mohou vyvolávat primární onemocnění u různých stádií škůdců a tím snižovat infekční tlak škůdců. Vyrábí se biopreparáty na bázi myceliových granulí a na bázi alginátových pelet. V biopreparátech se vyskytují nejvýznamnější druhy hub: *Aschersonia aleyrodis*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea*, *Lecanicillium lecanii*. *Beauveria bassiana* a *Metarhizium anisopliae* patří mezi přirozené nepřátele škůdců v agroekosystémech a jsou využívány k zachování biologické kontroly v oblastech mírného pásma (Meyling a Eilenberg, 2007). V současnosti je ve světě oficiálně registrováno více než 170 komerčních přípravků.

Biopreparáty na bázi mykoparazitických hub potlačují zvláště mikromycety rodů *Fusarium*, *Gaeumannomyces*, *Pseudocercospora*, (syn. *Oculimacula*) *Drechslera* a další. Využitím těchto přípravků dochází k redukci výskytu fytopatogenních hub v půdě i v rostlinách. Houby rodu *Trichoderma spp.* se osvědčily jako účinné bioagens v ochraně rostlin proti celé řadě ekonomicky důležitých půdou i vzduchem přenosných patogenů. Navíc se poměrně snadno a v širším měřítku vyrábějí a snášejí případnou společnou aplikaci s některými pesticidy. V České Republice skončila platnost používání biopreparátů na bázi mykoparazitických hub: Supresivit, Triatum, Trichodex - *Trichoderma harzianum*, Gliorex - *Clonostachys rosea* + *Trichoderma asperellum*. V současné době není v České Republice žádný registrovaný biopreparát s houbou *Trichoderma spp.* ani biopreparát na bázi entomopatogenních hub. Biopreparáty na bázi EH a *Trichoderma spp.* jsou registrovány v zahraničí (tabulka č. 3).

Tabulka č. 3: Biopreparáty registrované v zahraničí.

Obchodní název	Držitel	Účinná látka	Biologická funkce
BotaniGard 22WP	Lam International Corporation USA	<i>Beauveria bassiana</i>	Biological insecticide
Bauveril	Laboratorios Laverlam S. A. Kolumbia	<i>Beauveria bassiana</i>	Biological insecticide
Mycotrol	Bio Works Victor, NY, USA	<i>Beauveria bassiana</i>	Mycoinsecticide
PreFeRal WG	Biobest Belgie, Holandsko, Francie, Norsko, Švédsko a Finsko	<i>Isaria fumosorosea</i>	Biological insecticide
PreFeRal	SePro USA	<i>Isaria fumosorosea</i>	Mycoinsecticide
Bio 1020	Bayer Německo	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Biological insecticide
Bio-Cane Granules	Infopest Austrálie	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Biological insecticide
Gran Met-P	Samen Schwarzenberger Rakousko, Agrifutur s. r. Itálie	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Biological insecticide
Green Muscle	BASF J. Amerika	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Biological insecticide
SoilGard	Certis USA	<i>Trichoderma virens</i>	Biological fungicide

(Srivastava a kol., 2009)

Počet registrovaných biopreparátů pro rostliny dle jednotlivých států povolených používat v roce 2017: Ukrajina 183, Česká Republika 11, Slovenská Republika 9, Polsko 15, Německo 4, Čína 2, USA.

Tabulka č. 4: Seznam povolených biologických přípravků na ochranu rostlin v ČR aktualizovaný k 14. 01. 2019 (SRS,2019).

1. Biopreparáty na bázi hub

Obchodní název	Držitel	Účinná látka	Biologická funkce	Integrovaná produkce	Ukončení používání
Contans WG	Prophyta Biologischer Pflanzenschutz GmbH	<i>Coniothyrium minitans</i> strain CON/M/91-08	biopreparát, fungicid	ovoce, zelenina, réva	31. 10. 2021
Euro-Chem Thyriumtans	Euro Chemicals s.r.o.	<i>Coniothyrium minitans</i> strain CON/M/91-08	biopreparát, fungicid	ovoce, zelenina, réva	31. 10. 2021
Polydresser	Biopreparáty, spol. s r.o.	<i>Pythium oligandrum</i> M1	biopreparát, moření osivo	ovoce, zelenina, réva	30. 4. 2020
Polyversum	Biopreparáty, spol. s r.o., T. Staněk, T. Salinger, Rakovec a.s,	<i>Pythium oligandrum</i> M1- oospóry	biopreparát, moření osivo	ovoce, zelenina, réva obilniny, mák řepka, hořčice	30. 4. 2019
Polyversum-Polygandron	Biopreparáty, spol. s r.o.	<i>Pythium oligandrum</i> M1	biopreparát, fungicid, moření osiva	ovoce, zelenina, réva, dřeviny	30. 4. 2019

2. Biopreparáty na bázi virů

Obchodní název	Držitel	Účinná látka	Biologická funkce	Integrovaná produkce	Ukončení používání
Carpovirusene	Arysta LifeScience S. A.S	<i>Cydia pomonella</i> Granulovirus	biopreparát, insekticid	ovoce, zelenina, réva	30. 4. 2019
Madex	Biocont Laboratory, spol. s r.o.	<i>Cydia pomonella</i> Granulovirus (CpGV)	biopreparát, insekticid	ovoce, zelenina, réva	30. 4. 2019
Madex TOP	Andermatt Biocontrol AG	<i>Cydia pomonella</i> Granulovirus (CpGV)	biopreparát, insekticid	ovoce, zelenina, réva	30. 4. 2019
PMV-01	De Ceuster Meststoffen nv.	Virus mozaiky pepina kmen 1962	biopreparát, viroid	ovoce, zelenina, réva	7. 8. 2031

3. Biopreparáty na bázi bakterií

Obchodní název	Držitel	Účinná látka	Biologická funkce	Integrovaná produkce	Ukončení používání
Lepinox Plus	CBC (Europe)	<i>Bacillus thuringiensis</i> spp. kurstaki, strain EG 2348	biopreparát, insekticid	ovoce, zelenina, réva	9. 6. 2019
Proradix	Sourcon Padena GmbH & Co. KG	<i>Pseudomonas</i> sp. kmen DSZM 13134	biopreparát, fungicid	ovoce, zelenina, réva	31. 1. 2025
Serenade ASO	Bayer AG	<i>Bacillus subtilis</i> kmen QST 713	biopreparát, fungicid	ovoce, zelenina, réva	30. 4. 2019

4. Ekologické biopreparáty

Obchodní název	Držitel	Účinná látka	Biologická funkce	Integrovaná produkce	Ukončení používání
Bioton	Forestina s.r.o., Antonín Veverka	olej řepkový, lecitiny	pomocný prostředek	ovoce, zelenina, réva, obilniny	16. 08. 2027

2.4.3 Biologická agens pro ochranu rostlin

Bioagens jsou přípravky na bázi makroorganismů s obsahem živých organismů, jsou bráni jako přirození nepřátelé (antagonisté, kompetitoři), živé organismy (paraziti, parazitoidi, predátoři) a entomopatogenní hlístice. Bioagens snižují živočišné škůdce v prostředí, napomáhají půdotvorným procesům. Jejich podpora tzn. vytváření podmínek pro život a rozmnožování. Jako bioagens jsou nejčastěji používány parazitické vosičky *Trichogramma evanescence*, hlístice *Heterorhabditis megidis*, draví roztoči *Phytoseiulus persimilis*, ploštice *Orius laevigatus*, sluněčka *Hippodamia convergens*, ... jsou základní součástí biologické ochrany.

Seznam povolených Bioagens – makroorganismů v ČR:

- 1) Skleníky – *Amblyseius californicus*, *A. cucumeris*, *A. degenerans*, *Aphidius colemani*, *A. ervi*, *Aphidoletes aphidimyza*, *Craetolaemus montrouzieri*, *Dacnusa sibirica*, *Diglyphus isaea*, *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus*, *Heterorhabditis megidis*, *Hypoaspis aculeifer*, *Leptomastix dactylopii*, *Macrolophus caliginosus*, *Orius laevigatus*, *Phytoseiulus persimilis*, *Steinermata feltiae*, *Phasmarhabditis hermaphrodita*
- 2) Ovocné sady, vinice, kukuřice, zelenina - *Trichogramma evanescence*, *T. pintoi*, *T. brassicae*, *Typhlodromus pyri*
- 3) Sklady – *Cheyletus eruditus*

2.5 Mykoparazitické a Entomopatogenní houby v BO

V biologické ochraně rostlin je možné se setkat s některými důležitými mykoparazitickými a entomopatogenními houbami. Mykoparazitické houby jsou definovány jako houby napadající jiné houby a jsou přirozenými nepřáteli fytopatogenních hub, protože mají schopnost zasahovat do jejich životních procesů. Jejich přítomnost v půdním ekosystému zvyšuje jeho stabilitu a předpokládá se, že je podstatou supresivní schopnosti půd. Houby používané jako prostředek biologické ochrany rostlin mají v porovnání s bakteriemi žijícími rovněž v půdě daleko větší schopnost růst a šířit se půdou v rhizosféře, díky aktivitě hyf (Prokinová, 1996). V současné době je popsáno kolem 2000 druhů mykoparazitických hub, které napadají přibližně 2500 druhů jiných hub (Prokinová, 1996). Existuje celá řada druhů hub, které byly zkoumány jako prostředek biologické ochrany rostlin (*Coniothyrium minitans*, *Trichoderma virens*, *Trichoderma harzianum*, *Pythium oligandrum*...).

Entomopatogenní houby jsou běžnou součástí půdy a parazitují na škůdcích ze všech řádů hmyzu, nejčastěji na druzích z řádů plošnice, rovnokřídlí, třásnokřídlí, stejnokřídlí, motýli, brouci a dvoukřídlí. Houby infikují nejčastěji larvy, méně potom dospělce nebo vajíčka. Entomopatogenní houby byly zkoumány díky své účinnosti v boji proti širokému spektru hmyzích škůdců (Goettel a kol. 2000; Butt a kol. 2001; Lacey a kol. 2001). Ve světě se v biologické ochraně proti hmyzím škůdcům nejčastěji využívají entomopatogenní houby rodů *Aschersonia* (*A. aleyrodis*, *A. placenta*, *A. goldiana*), *Beauveria* (*B. bassiana*), *Isaria* (*I. fumosorosea*), *Metarhizium* (*M. anisopliae*), a *Lecanicillium* (*L. lecanii*), (Inglis et al. 2001).

Vzhledem k zaměření disertační práce jsou detailní informace uvedeny jen pro mykoparazitickou houbu (*T. virens*) a entomopatogenní houbu (*M. anisopliae*).

2.5.1 *Trichoderma virens*

Trichoderma virens oddělení *Ascomycota*, třída *Sordariomycetes*, čeleď *Hypocreaceae*. *T. virens* je saprofytická půdní houba známa svými mykoparazitickými vlastnostmi. Vyskytující se téměř ve všech půdách, nejčastěji se s ní setkáváme v lesních půdách, kompostech a v půdách s dostatečným humusem. Houba dané prostředí dobře osídluje, posiluje supresivní a fungistatické vlastnosti půdy. Houba kolonizuje kořeny rostlin a vytváří s nimi symbiotický vztah (Howell a kol., 1993). Nedávné studie ukázaly, že houba je také schopná kolonizovat i vnitřní tkáň rostlin (Brotman a kol., 2012). *T. virens* má značný ekologický význam v přírodě a je známá svým antagonismem vůči jiným houbovým mikroorganismům i navozením stavu tzv. indukované rezistence (Harman a kol., 2004). Antagonistické působení houby je zpočátku zpuštěno produkcí metabolitů hostitele. Houba se vyznačuje celulolytickou aktivitou, jenž má za následek rychlý rozklad rostlinných zbytků v půdě. Tato půdní houba se používá k ochraně mnoha plodin, protože potlačuje různé původce chorob rostlin, včetně rodu *Pythium spp.*, *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia spp.*, *Sclerotium spp.*, (Okrouhlá, 1993). Tyto fytopatogenní houby způsobují padání a odumírání klíčících a vzcházejících rostlin.

Tento druh houby byl použit jako modelový systémem pro objasnění mechanismů biologické kontroly (Howell a kol., 2005). Kmeny houby *T. virens* mohou být rozděleny do dvou odlišných skupin "P" a "Q" založených na jejich antibiotické produkci (Howell a kol., 1993). Kmeny *T. virens* "Q" produkují antibiotikum gliotoxin, kmeny "P" produkují místo gliotoxinu gliovirin. Gliotoxin je modifikovaný cyklický fenylalanin-serinový dipeptid je nezbytný pro omezení růstu a množení fytopatogenů (Howell a kol., 1993). Kmeny *T. virens* patřící do skupiny "P" jsou neefektivní jako biokontrolní činidla, naopak kmeny patřící do skupiny "Q" jsou účinnými biokontrolními činidly, inhibují *B. subtilis*, *Botrytis cinerea*, *Pythium spp.*, *Rhizoctonia spp.*,... a tím chrání semena a semenáčky proti houbovým chorobám (Howell a kol., 2000; Howell, 2005). Pokusy ukázaly malé rozdíly v produkci fytoalexinu a enzymové aktivitě mezi těmito dvěma skupinami. Naopak HPLC analýzy extraktů z kořenů rostlin ošetřených kmeny "P" nebo "Q" však ukázaly, že kmeny "Q" indukují vysokou hladinu fytoalexinu, zatímco kmeny "P" ne (Harman a kol., 2004). Odě skupiny jsou schopné metabolizovat sloučeniny stimulující klíčení, také syntetizují steroidní viridiol na substrátu s nízkým obsahem dusíku (Jones a Hancock, 1987). Houba *T. virens* má rozvinutý enzymatický systém, produkující komplex celulolytických, amylolytických a dalších enzymů (Kubicek a kol., 1990; Whipps, 1997). Houba působí na jiné organismy: 1. vytvořením prostředí nevhodného pro ostatní organismy vylučováním nespecifických látek, 2. schopností produkovat specifické látky narušující růst a vývoj mikroorganismů, 3. přímý parazitismus.

Houba se v půdě vyskytuje ve formě spor nebo ve formě mycelia, přičemž zimu přežívají pouze spory. Rozmnožuje se nepohlavně pomocí konidií. Snadno se pěstuje v umělé kultuře. Optimální podmínky pro růst houby představují půdy o teplotě 24 – 30 °C bohaté na organické látky s pH 4,0 – 5,0 a vlhkostí substrátu 70 – 100 % (Harman, 1991; Okrouhlá, 1993). Při 20 % vlhkosti nejsou schopny spory klíčit. Růst houby ovlivňuje oxid uhličitý, jehož účinky jsou variabilní v souvislosti s jeho koncentrací a pH. Při pěstování za axenických podmínek produkují houby deriváty indol-3-octové kyseliny, indol-3-acetaldehyd a indol-3-etanol. *T. virens* po aplikaci na agarový substrát vytvoří nejprve mycelium a po 75 hodinách za předpokladu dodržení stálé teploty 27 °C tvoří konidiofory. Na konci konidioforů se vytvářejí masy hyalinních jednobuněčných konidií kulovitého tvaru, konidie jsou široce elipsoidní až vejčité, šířka: 4,5 – 4,7 x 3,9 – 4,0 μm; délka: 1,1 – 1,2 μm (Váňa, 1996). Mycelium je zpočátku bílé vatovité, později světle zelené, nakonec má tmavě zelenou až modrozelenou barvu (Papavizas, 1990). Barva mycelia přímo koreluje se stupněm sporulace kultury. *T. virens* přímo penetruje hyfy hostitele. Nejdříve vytváří apresoria, ze kterých infekčním vláknem proniká přes buněčnou stěnu hostitele. Po proniknutí mykoparazita přes buněčnou stěnu hostitelské buňky apresorium zaniká. Parazitované hyfy hostitele jsou degradovány. Způsob parazitace (extra, intracelulární) je závislý na druhu hostitelského organismu (Nesrsta, 1991). Houba získává živiny z organických zbytků a z produktů metabolismu organismů vyskytujících se v půdě, zejména z rostlin. Využívá bohatou škálu organických sloučenin jako zdroje uhlíku a dusíku. Zdrojem uhlíku a energie jsou pro houbu sacharidy, disacharidy, puriny, pyrimidiny, aminokyseliny, organické kyseliny. Hlavním zdrojem dusíku jsou aminokyseliny, močovina, nitráty a nitridy. Houby mají schopnost degradovat nebezpečné sloučeniny, včetně pesticidů, polyfenolů, polyaromatických uhlovodíků a zachytit těžké kovy, dále mají vysokou schopnost rekolonizovat půdní substrát.

2.5.2 *Metarhizium anisopliae*

Metarhizium anisopliae je široce polyfágní houba, která se nalézá v půdě po celém světě. Tato obligátně parazitická houba představuje účinnou prevenci před poškozením hmyzími škůdci napadající klíčící a vzházející rostliny. Dále houba zajišťuje ochranu sazenic různých druhů zelenin a okrasných rostlin před škůdci, napadající kořenový systém rostlin např. před larvami kovaříků (drátovců), lalokonosců, chroustů a chroustků, krtonožek, osenic. *M. anisopliae* má velmi široký okruh hostitelů – okolo 300 druhů hmyzu převážně vázaných na půdní hmyz (rovnokřídlí - *Orthoptera*, brouci - *Coleoptera*, dvoukřídlí - *Diptera*), (Bridge a kol., 1993; Zimmerman, 1993; Dromph a Vestergard, 2002; Inglis a kol., 2001). Je běžná u ponrav chroustů *Melolontha melolontha*, *M. hipocastanei*, housenek mūr *Autographa gamma*, *Agrotis segetum* atd. (Inglis a kol., 2001). Tyto houby jsou kosmopolitně rozšířené, běžně se vyskytují v zemědělských i nezemědělských půdách. *M. anisopliae* je ekologicky vázaná na mírné a vlhké klima. Její tepelné optimum leží mezi 25 - 32 °C a vyžaduje poměrně vysokou vlhkost (Ouedraogo a kol., 1997). Může však tvořit konidie při vlhkosti nižší než 50 %. Proti vyšším teplotám je málo odolná. Škodí jí i UV záření. Termofilní *M. anisopliae* netvoří spory ve srovnání s *B. bassiana* a *P. farinosus*. Při 10 °C potřebuje *M. anisopliae* téměř dvojnásobek času na zahájení sporulace než *B. bassiana*. (Vänninen a kol., 2000).

Nákazy vyvolané *M. anisopliae* jsou označovány jako zelené muskardiny, protože infikovaný jedinec porůstá hustou, tmavě zelenou masou mycelia. V přirozených podmínkách houba produkuje dva typy spor. Vzdušné konidie jsou produkovány na sporogenních hyfách – phialidy a v průběhu saprotrofní fáze jsou označovány jako asexuální spory (Humber, 1997). Konidie jsou tyčinkovité 3,5 μm a 6,5 až 7,2 μm dlouhé, jsou v

řetízcích přimknuty k sobě. Druhý typ spor je produkován v hmyzí hemolimfě a označuje se jako blastosporý (Leland, 2001). Vzdušné konidie obsahují na svém povrchu látku zvanou hydrophobis, která poskytuje ochranu konidií v přirozeném prostředí. *M. anisopliae* používá při penetraci hmyzí kutikuly podobně jako většina ostatních druhů EH kombinaci biochemických (enzymy) a fyzikálně mechanických prvků (mechanický tlak penetrující hyfy). Nejvýznamnějším kutikulu degradujícím enzymem je subtilisin např. Pr1 (Wang a kol., 2002).

2.6 Faktory ovlivňující kvalitu osiva

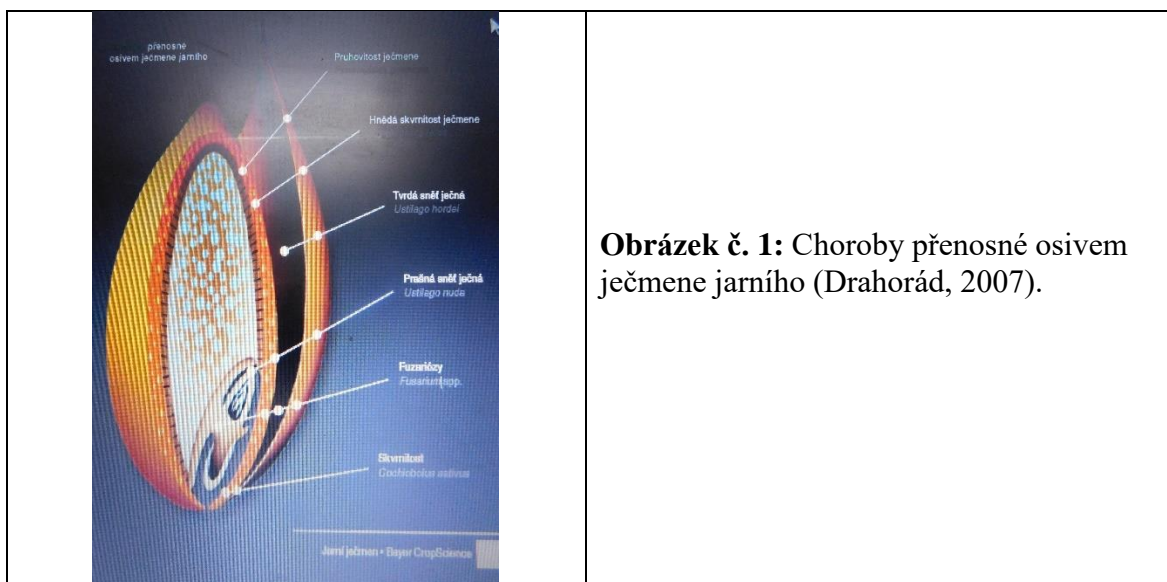
Kvalita osiva je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících tvorbu výnosu, přičemž jde o souhrn vlastností a ukazatelů zařazených pod pojmem jednak semenářská hodnota a jednak biologická hodnota. Semenářská hodnota se nejčastěji vyjadřuje uvedením čistoty, klíčivosti a hmotnosti tisíce semen. Kvalita osiva ovlivňuje polní vzcházejivost, úplnost a vyrovnanost porostu. Tyto vlastnosti osiva jsou výrazně ovlivněny uniformitou osiva, prostředím (Honsová, 2016).

Kvalita osiva je základem pěstitelského úspěchu, měla by být brána jako priorita. Ve světě je stále větší důraz kladen na vysokou vitalitu osiv, která je silně ovlivňována podmínkami prostředí, ve kterých jsou osiva produkována. Kvalita osiva je zaručena legislativně zákonem č. 219/2003 Sb. a prováděcí vyhláškou č. 129/2012 Sb. Formování semen ovlivňuje vazba mateřské rostliny a semene, která je kontrolována genomem rostliny a podmínkami prostředí. Na utváření konečné kvality semen působí mnohé abiotické a biotické faktory (odrůda, ročník, lokalita, půdní podmínky, agrotechnická opatření, předplodina, výživa a hnojení, výskyt škodlivých činitelů). Jakost osiva obilnin je ovlivněna zejména průběhem počasí 10 - 30 dnů před plnou zralostí. Kvalitu osiva nepříznivě ovlivňuje kombinace nižších teplot s vysokými srážkami v tomto období (Houba a kol., 2002). Kvalita osiva nespočívá jen v jeho dobré klíčivosti nebo geneticko-biologických charakteristikách, ale i v jeho zdravotním stavu (Matušínský a Tvarůžek, 2012). Osivem jsou přenášeny některé choroby a do značné míry se mohou rozšiřovat plevele (Honsová, 2016). S vitalitou semen souvisí i hodnocení skladovacího potenciálu semen (Dundálková, 2016). Samotnou kvalitu osiva ovlivňuje moření, škodliví činitelé a způsob skladování (Houba a kol., 2002).

2.6.1 Choroby přenosné osivem

Pomocí osiva ječmene jarního jsou přenosné následující choroby (*Pyrenophora graminea*, *Pyrenophora teres*, *Ustilago hordei*, *Ustilago nuda*, *Fusarium spp.*, *Cochliobolus sativus*), (Váňová, 2007). Osivem přenosné patogeny ječmene mohou přežít v rostoucích rostlinách nebo sklizeném zrně (např. *Ustilago nuda* nebo *Pyrenophora graminea*). Na povrchu semen pod plevou se nachází *Tilletia tritici*. Hluběji do obilky pronikají patogenní organismy: *P. graminea* a *Pyrenophora teres* lokace v perikarpu a patogen *Ustilago nuda* lokace v embryu (obrázek č. 1). Patogenní organismy jsou schopné přežít dlouhé období na odumřelých posklizňových zbytcích, v půdě nebo jiných hostitelských rostlinách (např. *Fusarium spp.* nebo *Cochliobolus sativus*). Nejdelší prokázaná životnost patogenů přenosných osivem: *Fusarium avenaceum*, *Fusarium culmorum* - 2 roky, *Drechslera graminea*, *teres* - 10 let, u řepky *Alternaria brassicicola* - 8 let, *Phoma lingam* - 4 roky. Podle vyhlášky 40/2005 se smí ve vzorku vyskytovat jen určitý nejvyšší povolený limit škodlivých organismů v certifikovaném osivu. U ječmene v 1000 g vzorku se smí

vyskytovat: (*Pyrenophora graminea* - 2 %, *Cochliobolus sativus* - 10 %, *Fusarium spp.* - 10 %, *Ustilago nuda* - 0,8 %, *Ustilago hordei* - 2 %, *Claviceps purpurea* 1ks) a u řepky olejky v 70 g vzorku jen 10 ks *Sclerotinia sclerotiorum* (Chadová, 2006.). Je-li výskyt škodlivých organismů vyšší než normovaná hodnota, lze osivo uznat pouze pod podmínkou účinného namoření. Přesáhne-li výskyt škodlivých organismů hraniční hodnotu, nesmí být zkoušená partie použita jako osivo (Chadová, 2006).



Obrázek č. 1: Choroby přenosné osivem ječmene jarního (Drahorád, 2007).

Patogenní organismy, jejichž zárodek je v semeni ječmene, tak jsou velmi specifické. Tyto patogeny lze obtížně diagnostikovat, na možnost jejich výskytu lze usuzovat jen podle zdravotního stavu porostu. Zdravotní stav veškerého rozmnožovacího materiálu je jedním z hlavních faktorů, které ovlivňují polní vzháživost, ale i zdravotní stav a celkovou vitalitu nové generace rostlin. Jen ze zdravých rostlin vzniká zdravé osivo. Obecně můžeme říct, že zdravé osivo je bez přítomnosti škodlivých organismů (Prokinová, 2012). Choroby semen způsobují výrazné snížení klíčivosti osiva. Semeno buď vůbec nevyklíčí, nebo je klíček oslabený a odumírá. Větší podíl nemocných semen v osivu má za následek mezerovitost vzházení. Původci chorob semen jsou v některých případech současně i původci následného onemocnění rostliny (Prokinová, 1997).

Nejnámějšími příznaky projevu napadení semen patogeny jsou barevné změny (černání špiček), které vyvolávají např. *Ascochyta pisi*, *Fusarium equisetii*, *Drechslera teres*, *Pseudomonas syringae*, *Helminthosporium sativum*, *Alternaria spp.* Dalšími příznaky napadení semen jsou deformace, vrásčitost, zdrsnění osemení. Mykózy semen se projevují různým způsobem: sněti u obilnin způsobují úplné poškození semen, druhy rodu *Fusarium* (*F. culmorum*, *graminearum*) - způsobují špatné dozrávání semena, u řepky houba *Alternaria brassicicola* způsobuje, že se na rostlině tvoří drobná a scvrklá semena (Prokinová, 1997). V posledních letech dochází k výraznému zvýšení chorob přenosných osivem především u obilovin. Ochrana proti chorobám resp. proti původcům chorob přenosným osivem, začíná už při seti a vedení množitelského porostu, vychází ze znalostí biologie patogenů a nároků dané plodiny. Náročnější ošetření osiva probíhá u obilí, kde patogenní organismy pronikají hlouběji do obilky. K nejdůležitějším preventivním opatřením náleží: poznatky o způsobu pronikání patogenů do semen, dodržování agrotechnických zásahů – osevní postupy, kvalitní zpracování půdy, vyrovnaná výživa. Proti chorobám, které jsou přenosné osivem, je třeba používat jak ochranu preventivní, tak chemickou (Chadová, 2006; Hýsek a kol., 2008). Ochrana osiva proti patogenům je založena

na realizaci dvou opatření. Prvním opatřením je výroba zdravého osiva. Preventivně mořit osivo přípravky s vysokou účinností a dbát na to, aby aplikovaná dávka nebyla redukována ani během transportní cesty. Druhým opatřením je vyhodnotit porost ve správné růstové fázi na přítomnost těchto specifických chorob. Některá mořidla chrání rostlinu proti prvnímu napadení chorobou padlí travní (Prokinová, 2012).

2.6.2 Moření osiva

Moření osiva je často ještě dnes nedoceneným opatřením ochrany osiva jak z hlediska výnosu, tak kvality. Použití mořidel přímo na osivo je podstatně účinnější než samotné metody ochrany rostlin. Seed Applied Technologies Committee (SAT Com) se zabývá řešením otázek týkajících se zodpovědného používání mořeného osiva. SAT Com se skládá ze zástupců mezinárodní semenné společnosti na ochranu plodin a sadbových technologií. International Seed Federation (ISF) je mezinárodní semenářská federace zabývající se výrobou certifikovaného osiva a sadby. Moření osiva slouží k prevenci před některými živočišnými škůdci a houbovými chorobami v půdě, ale i k podpoře klíčení a vzcházení. Zavedením povinného moření se omezil výskyt některých chorob přenosných osivem a zároveň se ukazuje, že účinná látka takto ošetřeného osiva působí částečně i proti půdním patogenům. Moření osiva je pokládáno za první vstup přímé ochrany, zamezuje napadení vyklíčených semen patogeny, chrání proti uhynutí mladých klíčících rostlinek. Moření osiva je biologický, chemický a fyzikální proces, který slouží ke zmírnění negativního působení různých vnějších nebo vnitřních vlivů. Mořením osiva podporujeme u osiva jeho lepší klíčivost a vitalitu, a tím podporujeme tvorbu zdravé rostliny se zvýšeným produkčním potenciálem (Honsová, 2011; Procházka a kol., 2015; Muchová a kol., 2006). Pomocí technik moření ničíme choroboplodné zárodky, které ulpěly na povrchu nebo částečně vnikly pod povrch osemení (Prokinová, 2015, 2016). Moření osiva není náhradou chyb v uznávacím řízení. Moření osiva proti patogenům je v současné době u nás v podmínkách konvenčního zemědělství prakticky nutností. Zákon č. 295/2017 Sb., stanovuje podrobnosti o uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu definuje plodiny, jejichž rozmnožovací materiál smí být uveden do oběhu jen mořený (pšenice, žito, tritikále, ječmen, kukuřice a len). Jako nemořený materiál smí být uváděn do oběhu pouze tehdy, pokud v něm nejsou překročeny mezní hodnoty výskytu škodlivých organismů. Vyhláška č. 334/2017 Sb. mění vyhlášku č. 129/2012 Sb., o podrobnostech uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu.

Před vlastním mořením musíme zjistit, jaký je výskyt patogenů na osivu, a na základě zjištění zvolit vhodné mořidlo. Mořidlo s vhodnou účinnou látkou by se mělo zvolit na základě znalosti lokality, výskytu chorob a škůdců v předešlých letech (Chadová, 2006). Osivo pocházející z vlhčích oblastí nebo osivo, u kterého dokonce z vyhlášky vyplývá povinnost mořit díky vyššímu výskytu fuzariózních zrn, by mělo být zvoleno vhodné mořidlo s vysokou účinností na houby rodu *Fusarium spp.* Moření využíváme zejména tam, kde nemůžeme v prvních fázích růstu zajistit semenům příznivé podmínky (teplo, vyrovnaná vláha). Mořící látky zajišťují výživu semen v prvních dnech, podporují tvorbu kořenů, chrání semena před úsuškem. Urychlují uvolňování energie štěpením cukrů a tím podporují vyrovnané vzcházení. Umožňují rostlinám rychlý růst, vývoj až do konce odnožování a posouvají foliární přípravky na ochranu rostlin na dobu mezi BBCH 31 – 32. Moření lze také využít pro aplikaci látek stimulující počátek fáze růstu rostlin. Je prokázáno, že již při produkci osiva a jeho skladování dochází k výraznému ovlivňování kvality osiva (Hosnedl, 2001). Je proto důležité zabývat se zvyšováním vitality osiva pomocí moření a tím vytvořit vhodné předpoklady pro tvorbu kvalitního a vitálního porostu (Honsová, 2016; Doornbos a kol., 1991; Muchová a kol., 2006). Lze konstatovat, že moření osiva patří mezi vysoce

efektivní metody ochrany rostlin a stimulace růstu. Pro moření semen je vhodná doba (záleží na druhu rostlin) od února do dubna. Máme dva způsoby moření semen – suchý a mokrý. Nejsnáze moříme práškovými přípravky za sucha hlavně zeleninové druhy. V současné době se používají mořidla pro moření mokrou cestou, musí se přesně postupovat podle návodu, abychom nesnížili přirozenou klíčivost rostlin v důsledku nabobtnání a následného vysušení (Tichý, 2017).

Osivo, které vstupuje do procesu moření, musí splňovat základní požadavky na kvalitu osiva (vlhkost, klíčivost, čistotu, zdravotní stav). Základní požadavky musí splňovat certifikované i farmářské osivo. Pro správnou kvalitu moření jsou nebezpečné především příměsi (prach, úlomky osiv, plevy). Prach má schopnost na sebe navázat někdy i podstatnou část aplikovaného mořidla až 25 %. Pro kontinuální mokré moření podle legislativy SRS by měla být minimální úroveň na 60 % skutečně vložené dávky mořidla, kdežto pro diskontinuální na 70 % skutečně vložené dávky mořidla (Chadová, 2006). Účinnost mořidla je velmi výrazně ovlivněna kvalitou namoření osiva. Kvalitu osiva zásadně ovlivňuje i jeho mechanické poškození. Hmotnost tisíce zrn (HTZ) hraje důležitou roli u mořičky, která má hmotnostní dávkování, tzn., že vstupní dávka osiva je přesně předem odvážena. Podle HTZ se stanovuje množství účinné látky na jednotlivých semenech. Je důležité dodržovat množství účinné látky, které doporučuje výrobce. Objemová hmotnost ovlivňuje kvalitu namoření u mořičky s objemovým dávkováním. Rovněž tam platí pravidlo, že čím větší objemová hmotnost, tím lepší kvalita namoření jednotlivých semen a naopak (Beran, 2001; Chadová, 2006).

U mořidel je nejdůležitějším ukazatelem jejich formulace, která označuje stupeň obtížnosti aplikace. Současné přípravky, které lze využít jsou ve formulacích SC, FS, ES, LS. Dané přípravky jsou snadno ředitelné s vodou, dobře aplikovatelné již v nízkých dávkách a mají dobré ulpívací schopnosti. Jednou z technologických podmínek přípravku k moření je, že nesmí snižovat tzv. sypnost osiva. Přípravek musí splňovat bezproblémové plnění obalu a dobrou vysévatelnost (Beran, 2001). Při zkouškách pro registraci přípravku musí přípravek prokázat minimální účinnost proti základním chorobám (Beran, 2001). V praxi je zatím nejrozšířenější moření osiva pomocí fungicidů a insekticidů jako jedna z metod ochrany rostlin proti chorobám a škůdcům. Fungicid musí zajistit rovnoměrné ulpívání účinné látky po celé ploše semene. Vzhledem k tomu, že je řada mořidel při předávkování fytotoxická, může za určitých okolností snížit biologickou kvalitu osiva (Graman a kol., 1998). V současné době většina moderních mořidel obsahuje i další látky, které stimulují růst rostliny nebo zlepšují jejich odnožování, tvorbu nadzemní biomasy, velikost HTZ, podíl zrna na sítu 2,2 mm, snižují infekci pruhovitosti ječmene a prašné sněti ječné. Mořidla zajišťují: 1) morforegulační efekt (bez vlivu na klíčení, bohatší kořenové vlášení, kratší a silnější mezokotyl, první listy kratší a širší, zvýšený obsah chlorofylu); 2) fungicidní působení (prašná sněť ječná, tvrdá sněť ječná, pruhovitost ječmen, hnědá skvrnitost ječmen, fuzariózy); 3) stimulace růstu (kořeny silnější a rozvětvenější, mohutnější asimilační aparát, pomalejší stárnutí listů, intenzivnější odnožování, silnější odnože, snížená evapotransporace, zlepšený příjem živin, vyšší odolnost vysokým teplotám), (Drahorád, 2007).

Moderní mořička nemůže jen zabezpečit přesné dávkování mořící látky na určitou hmotnost osiva, ale musí se také co nejvíce přiblížit k ideální aplikaci. Mořičky se člení dle způsobu práce na kontinuální nebo vsádkové. Kontinuální způsob moření znamená, že mořící proces probíhá nepřetržitě s dávkováním osiva i mořící látky ve vzájemném poměru. Vsádkový způsob moření je způsob, při kterém se na předem odvážené množství osiva aplikuje účinná látka. Mořící technologie musí být správně umístěna v čistící lince. Správnou zásadou mořičky je co nejkratší cesta od namoření do obalu a tím zajištění co nejmenších ztrát mořící látky. (Beran, 2001). Zákon č. 299/2017 Sb., o rostlinolékařské péči,

znění zákona č. 131/2006 Sb. a vyhláška č. 334/2004 Sb., o mechanizačních prostředcích na ochranu rostlin stanovuje povinné testování mořičky vždy jednou ze dva roky. Testování namořenosti osiva se provádí několika způsoby: 1) vizuálním posouzením vzorku pomocí stereomikroskopu – se testuje rovnoměrnost rozdělení mořidla v jednotlivých zrnech, 2) biologickým testem – se získává informace o účinnosti mořidla, 3) chemickou analýzou – určíme množství účinné látky.

S vývojem nových moderních mořidel v posledních letech se výrazně zvýšily nároky na jejich aplikaci. Na počátku let 90/91 dochází v našem zemědělství k úplnému zákazu používání rtuťnatých mořidel (Beran, 2001). Po roce 2008 se pro moření osiva ječmene používali mořidla: Dithane DG Neotech, Dithane M 45, Latitude, Maxim Star 025 FS, Premis Universal, Raxil ES, Raxil TNT (Bittner, 2008). Mořidla v současnosti dostupné na našem trhu (Raxil 060 FS, Systiva, Redigo Pro, Vibrance Gold, Vibrance Gold 100 FS, Celest Extra Formula M, Vitavax 2000, Lamardor Difend Pack) jsou dostatečně účinné, podle své specifikace, proti škodlivým činitelům (Drahorad, 2007). V České republice se začalo také nabízet ve větší míře kolem roku 2000 insekticidně mořené osivo řepky. Souviselo to s výskytem mnoha druhů škůdců řepky v podzimním období. Na začátku 21. století bylo zaregistrováno v řepce fungicidní mořidlo Vitavax, insekticidní mořidla Promet 400 CS, Cosmos 500 FS, Chinok 200 FS, Cruiser OSR, Modesto a Elado 480 FS. Z těchto mořidel měly nejlepší účinnost látky na bázi neonikotinoidů, které spolehlivě chránily vzcházející rostliny 4 - 6 týdnů po vzejití a spolehlivě hubili škůdce s kousavým ústrojím po příjmu 1 - 2 soust řepky. Insekticidní složka dříve používaných mořidel v podobě účinné látky clothianidin, imidacloprid a thiametoxam ze skupiny neonikotinoidů zaručovala významné snížení poškození klíčících a vzcházejících rostlin dřepčíky rodu *Phyllotreta*. Insekticidní moření chránilo nejcitlivější vzcházející rostliny i proti dalším škůdcům, kteří se mohou vyskytovat během celého podzimu – larvy dřepčíka olejkového, housenky mūr, nebo housenice pilatky řepkové. Insekticidní moření bylo účinnou ochranou proti malému množství sajících mšic (Kazda a kol., 2015). Po zákazu použití insekticidních mořidel ze skupiny neonikotinoidů od 1. 12. 2013 nastala závažná situace, kdy se začali hledat vhodná řešení pro náhradu za tuto skupinu mořidel. Semena řepky se začali mořit běžně používanými fungicidními mořidly (TMTD, TMTD+DMM, Vitavax 200 WP). V současné době se provádí ošetření semen přípravkem Vitavax 2000 (Drahorad, 2007). Fungicidní mořidla účinkují proti většině houbových chorob vzcházejících rostlin řepky, ale nepokrývají plíseň zelnou a škůdce řepky.

2.6.3 Klíčení semen

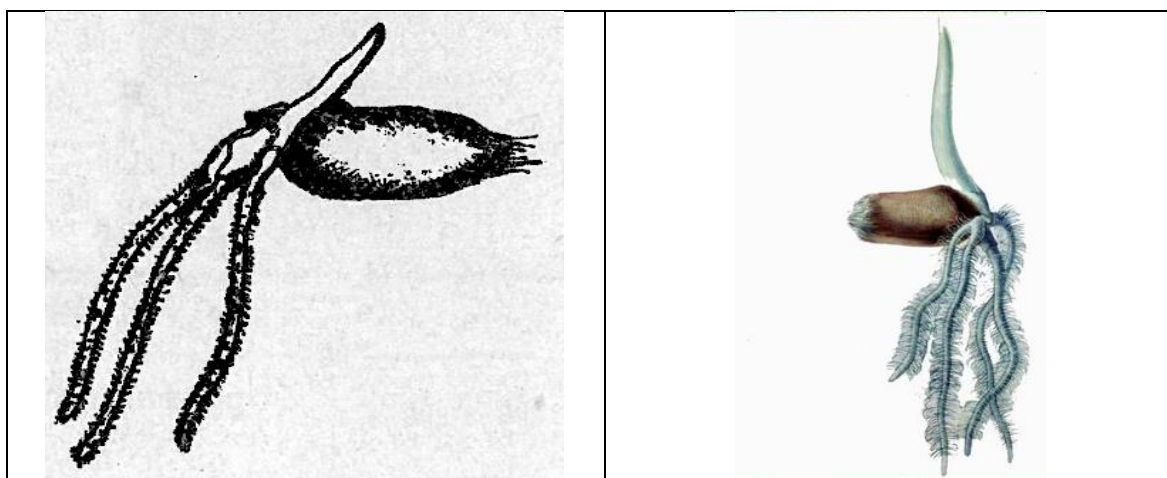
Klíčení semen začíná vždy z fyziologického hlediska příjmem vody a končí prodlužováním embryonální osy, zpravidla kořínku. Klíčení semen zahrnuje řadu složitých biochemických, fyzikálních a biologických procesů (např. hydratace proteinů, strukturální subbuněčné změny, dýchání, makromolekulární syntézy a prodlužování buněk), které probíhají za optimálních teplotních podmínek. Působením složitých procesů uvnitř semene se embryo transformuje z dehydratovaného klidového stádia do stádia se životaschopným metabolismem. Schopnost klíčit získávají semena kulturních druhů již od svého vývoje. Semena aby mohla začít klíčit, vyžadují v půdě dostatečnou teplotu, vodu a kyslík. Semeno řepky, obilka ječmene vyžaduje pro klíčení 50 - 60 hmotnostních procent vody. Optimální teplota pro klíčení obilek je + 15 °C a optimální teplota pro klíčení semen řepky + 20 až + 25 °C (Žimolka a kol., 2006; Baranyk a kol., 2010).

První tři dny potřebuje semeno v půdě dostatečnou teplotu a vláhu. Voda zajišťuje bobtnání semen a tím začíná fáze klíčení. U semen dochází k aktivaci metabolických drah. Od čtvrtého dne začínají semena dýchat. Klíček je již spojen s buněčným dělením, dochází

k hydrataci pletiv a zvyšuje se dýchání. Semena již zásadně reagují na přerušení klíčení z důvodů nedostatku vody. V průběhu klíčení narůstá u semen spotřeba kyslíku. Nedostatek kyslíku se u semen projevuje poklesem procenta klíčivosti. Klíčení v půdě je ovlivňováno kyslíkem, ale i akumulací CO₂ a etylenu. Podle citlivosti semen na množství kyslíku v půdní atmosféře rozlišujeme semena na citlivá a méně citlivá. K inhibici klíčení zpravidla dochází při poklesu obsahu kyslíku v půdní atmosféře pod 1 - 3 %. Mezi vysoce citlivé rostliny na nedostatek kyslíku řadíme ječmen jarní a mrkev (Hosnedl, 2003). Pokud probíhá klíčení v půdě s nadbytkem vody, musí kořínek čerpat kyslík z vody a to je pro semena velice energeticky náročné. Semena musí rychle přejít z heterotrofní výživy na autotrofní. Semena o vysoké kvalitě jsou schopna klíčit při větším rozpětí teplot než semena s nízkou kvalitou. Nízké teploty sice klíčení zpomalují, ale mohou být využity k odstranění dormance způsobené inhibitory a tím uvolňovat klíčivost. Světlo u většiny plodin obvykle není nezbytnou podmínkou klíčení. Na klíčení působí světlo prostřednictvím fytochromového systému. Semena stimulována světlem mají zpravidla nedostatek zásobních látek (Hosnedl, 2003).

K tomu, aby obilka dosáhla plné klíčivosti potřebuje projít obdobím tzv. posklizňového dozrání (4 – 8 týdnů). Při klíčení proráží obaly zrna v bazální části obilky nejdříve hlavní kořínek, zatímco klíček je z počátku zřejmý pod pluchou až za 3 – 5 dnů vyráží na opačném konci zrna (obrázek č. 2). U semen řepky zárodečný kořínek začíná vznikat množением meristemických buněk vzrostného vrcholu a dochází k procesu diferenciaci a tvorby základů rostlinných orgánů (Zimolka a kol., 2006; Baranyk a kol., 2010).

Obrázek č. 2: Průběh klíčivosti obilky



(Obiloviny, 2019)

U semen určujeme biologickou a semenářskou hodnotu. Přestože platí pravidlo, že biologická a semenářská hodnota osiv se zakládá již na poli, je třeba si uvědomit, že sklizeň a následná posklizňová úprava může některé parametry vylepšit, nebo je může nenávratně poškodit. Biologická hodnota osiva vyjadřuje vnitřní vlastnosti osiva dané kvalitou živé hmoty semen. Semenářská hodnota osiva se stanoví laboratorním rozbořením vzorku osiva.

Základními požadavky na test klíčivosti jsou objektivita, rychlost, nízká cena a uniformita. Mezinárodní asociace pro testování osiv (ISTA) a Asociací úředních analytiků osiv (AOSA), kanadská metodika klíčivosti postupně zpřesňují metodiky testů klíčivosti tak, aby bylo dosaženo co největšího stupně jejich standardizace (Hosnedl, 2003). Procento klíčivosti je vyjádřením podílu klíčivých semen v testovaném vzorku, hodnoceném na konci

období, vymezeného počtem dnů, kdy se předpokládá, že klíčení je ukončeno. Jednotlivá semena ve vzorku neklíčí stejnou intenzitou. Značné rozdíly v rychlosti a vyrovnanosti klíčení jednotlivých druhů i partií osiva jsou důležitým znakem vysoké nebo nízké kvality.

Pro semenářské účely je nejvhodnější rychlé a vyrovnané klíčení. I vysoce klíčivé osivo může mít různou vitalitu, což je vlastnost semen, která objektivizuje jeho kvalitu (Honsová, 2012). Vysoká klíčivost je základním znakem kvality osiva. Stanovení minimálního procenta klíčivosti obilnin a olejnin určuje zákon 295/2017. Minimální procento klíčivosti musí být u ječmene jarního a u řepky ozimé 85 %. V semenářských testech semeno může klíčit, je životaschopné, ale pokud je klíčící rostlina anomální (není schopna dalšího vývinu v normální rostlinu) není takové semeno hodnoceno jako klíčivé (je označeno jako vadný klíček). Semenářské předpisy definují dlouhý seznam možných defektů primárního kořínku, hypokotylu, epikotylu a mezokotylu, děloh, primárních listů, terminálního pupenu, koleoptile a prvního listu (*Gramineae*) a klíčenců jako celku. Každý z těchto defektů, sám nebo v kombinaci, může způsobit abnormalitu klíčence (Potyšová, 2012). McDonaldem (1998) na klíčivost, vzcházivost a na inhibici růstu klíčících rostlin, zejména kořenů a kořenových krčků mají vliv mikromycety osidlující semena a obilky např. (*Fusarium oxysporum*, *Fusarium lateritium* a *Alternaria tenuissima*) i sekundární metabolity těchto a dalších zkoumaných hub (*Fusarium sambucinum*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus nigricans*, *Epicoccum purpurascens*).

2.7 Charakteristika modelových plodin

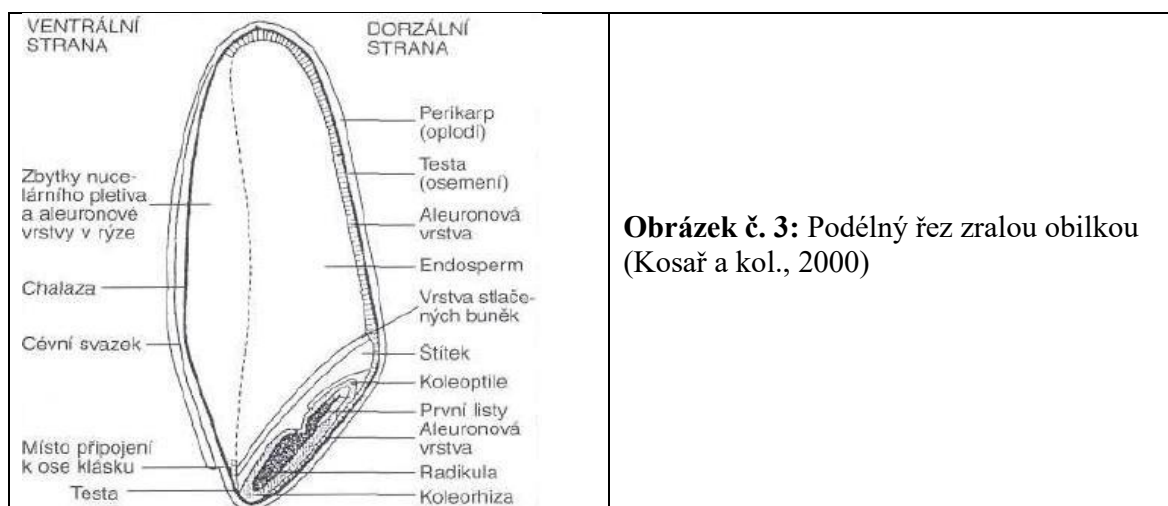
2.7.1 Ječmen jarní

Ječmen jarní (*Hordeum vulgare*) náleží do čeledi *Poaceae*, je jednou z nejstarších obilnin pocházející z divoké formy *Hordeum spontaneum* rostoucí pod Kavkazem (Šašková, 1993). V České republice je ječmen druhou nejpěstovanější obilninou. Ječmen jarní má tři hlavní užitkové směry použití: sladovnictví, lidská výživa a krmivo pro hospodářská zvířata. Ječmen jarní v průběhu celé vegetace citlivě reaguje na stresové podmínky vzhledem ke krátké vegetační době, slabšímu kořenovému systému a tlaku řady houbových chorob (Černý a kol., 2007; Hnízdil, 2014).

Z našich obilnin tvoří ječmen nejvyšší počet zárodečných (primárních) kořínků v počtu 4 - 10, nejčastěji 5 - 6, což závisí mimo jiné na velikosti obilek (větší tvoří vyšší počet). Zárodečné kořínky pronikají u ječmene až do hloubky 140 mm a podílejí se na zásobení vláhou v období sucha. Z bazálních podzemních uzlů v době odnožování vyrůstají kořínky adventivní (sekundární). Jsou mohutnější a anatomicky odlišné od primárních kořínků. Jejich počet se pohybuje mezi třemi – osmi na jednu odnož. Hloubka zakořenění je závislá na půdních vlastnostech. Stéblo ječmene je duté, dlouhé 80 – 130 cm a skládá se z pěti až osmi hladkých článků (internodií). Na jedné rostlině je 2 - 6 stébel. Pevnost a pružnost stébla závisí na jeho mechanických vlastnostech a jeho délce, případně počtu kolének (Zimolka a kol., 2006). Úzké listy vyrůstají střídavě u každého kolénka a jsou pravotočivé. Jazyček je krátký, rovný a končí dlouhými, vzájemně se překrývajícími oušky, která jsou pro ječmen charakteristickým znakem. Listová čepel bývá ojiněná s namodralým voskovým povlakem. Ječmen je rostlina samosprašná, to znamená, že se opyluje vlastním pylem. Jednotlivé kvítky jsou na vnitřní straně chráněny vypouklou pluchou, na vnitřní straně pluškou. Květenství ječmene je složený nerozvětvený klas (lichoklas). Je tvořen pevným větvenem, které se dělí na jednotlivé články, k nimž přisedají tři plodné klásky. Klas je obvykle krátký osinatý, vzprámený a žlutě zbarvený (Zimolka a kol., 2006). V klasu ječmene bývá 15 - 30 slámově žlutých obilek (Šašková, 1993; Kosař a kol., 2000). Zrno (obilka) obsahuje škrob, sacharidy,

tuhy, fosfáty, polyfenoly, dusíkaté látky, minerální látky, 12 až 20 % vody a 80 - 88 % sušiny. Sušinu tvoří organické dusíkaté a bezdusíkaté sloučeniny a anorganické látky (Hrubý, 2004).

Obilka je složena ze tří částí: obalů, endospermu a zárodku (Obrázek č. 3). Obalová vrstva je tvořena pluchou a pluškou. Plucha spolu s pluškou chrání obilku před vnějšími vlivy. Dále směrem ke středu obilky přilehá oplodí (perikarp) a s ním je pevně srostlé osemení (testa), (Zimolka a kol., 2006; Newman, 2008). Endosperm tvoří podstatnou část obilky, kde jsou soustředěny rezervní látky. Na okraji endospermu v tzv. aleuronové vrstvě buněk je obsaženo poměrně hodně bílkovin, minerálních látek a vitaminů. Při dosažení podmínek pro zahájení klíčení je aleuronová vrstva aktivována hormony. Vnitřní část endospermu je tvořena velkými parenchymatickými buňkami vyplněnými téměř výhradně škrobem a cukry (Striegl a Žídková, 1993). Poměr obsahu škrobu k obsahu dusíkatých látek určuje povahu (charakter) endospermu (Kosař a kol., 2000). U obilky ječmene rozlišujeme dva různé typy endospermu: moučný a sklovitý. Moučný endosperm má otevřenější strukturu a škrobová zrna jsou v bílkovinné matici uložena volněji, zatímco sklovitý endosperm je charakteristický svým těsným spojením škrobových zrn, která jsou v bílkovinné matici uložena těsněji (Psota a kol., 2008). Zárodek (klíček, embryo) nese nejdůležitější části pro vývoj nové rostliny a to: zárodečné kořínky a vzrostný vrchol. Zárodek se nachází ve spodní části zrna a je spojený s endospermem prostřednictvím štítku, ve kterém je vrstva cylindrického epitelu a v dolní části zárodečná pochva. Ve štítku je cévní svazek, který jej spojuje s vlastním klíčkem. Klíček obsahuje biologicky vysoce účinné a aktivní látky. Jako limitní koncentrace pro zachování životaschopnosti zárodku se uvádí 10 % vody a 10 - 12 % obsahu CO₂ (Kosař a kol., 2000). Za sladovnický ječmen se považují odrůdy, které splňují jakostní parametry. Požadavky na sladovnický ječmen uvádí norma ČSN 46 1100 – 5. ČSN 46 1011-12 praktická metoda pro třídění sladovnického ječmene, ČSN 461011-13 zajišťuje stanovení klíčivosti sladovnického ječmene a ČSN 46 1011-14 stanovuje energii klíčivosti sladovnického ječmene.



Obrázek č. 3: Podélný řez zralou obilkou (Kosař a kol., 2000)

2.7.2 Řepka olejná (ozimá)

Řepka olejná (*Brassica napus* L. subsp. *napus*) z rodu brukev (*Brassica*) patří do čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*), kam patří dalších 170 rodů s asi 2000 druhy. Brukev řepka nemá planého předka a jde fylogeneticky o velmi mladý a doposud značně proměnlivý a vitální druh, který vznikl křížením brukve zelné (*Brassica oleracea*) a brukve řepice (*Brassica rapa*). Původní oblast rozšíření druhu *B. Napus* L. je západní a střední Evropa a také východní Asie (Fábry a kol., 1992). Řepka olejka se stala majoritní celosvětově pěstovanou plodinou za poslední tři desetiletí (Snowdon, 2007).

Řepka olejná má v našich podmínkách vegetační dobu 300 až 340 dnů (Vašák a kol., 2000). Řepka tvoří kořenový systém s výrazně vyvinutým a bohatě větveným hlavním kulovým kořenem, jehož délka se pohybuje od 1 do 3 m v závislosti na půdě. V orniční vrstvě se nachází přibližně 80 - 90 % kořenové hmoty (Diviš a kol., 2000; Alpmann, 2012). Hmotnost kořenové hmoty dosahuje v podzimním období 1/5 nadzemní hmoty. Začátkem jara podíl kořenové hmoty představuje kolem 2/3 hmotnosti nadzemní hmoty. Hmotnost sušiny nadzemní hmoty do nástupu zimy by neměla překročit 1,5 – 2,5 tuny z hektaru. Hloubka zakořeňování se pohybuje ve velkém rozmezí od 110 do 175 cm. Pro zajištění dobrého přezimování je ideální síla kořenového krčku 8 – 15 mm Podzimní vývoj je ukončen fází listové růžice (Baranyk a kol., 2007, 2010).

Listy jsou střídavé. Dolní lodyžní listy mají řapík a lyrovitě peřenosečný tvar. Střední a horní listy jsou naopak přisedlé ze 2/3, vejčité až čárkovitě kopinaté. Lodyha je vzpřímená, okrouhlá, lysá a je podobně jako vrchní část hypokotylu vyplněna dřevem. Dále je pokryta voskovým povlakem, zbarvení lodyhy je šedozelené nebo šedofialové. Délka hlavní lodyhy se pohybuje v průměru od 125 do 200 cm. Na ní vyrůstá zpravidla 6 – 8 větví prvního řádu, které se dále větví a tvoří větve 2. a 3. řádu. Počet větví je v korelaci s počtem pravých listů. Intenzita větvení je specifickým odrůdovým znakem (Baranyk a kol., 2007). Květenství je volný hrozen, který odkvétá zespoda nahoru třetí den. Korunní lístky mají žlutou barvu. Květy jsou oboupohlavní a skládají se ze čtyř kališních a čtyř do kříže postavených okvětních lístků. Tyčinky jsou čtyřmocné (4 tyčinky delší a 2 kratší). Řepka olejka je fakultativně cizosprašná plodina, která se opyluje cizím pylem pomocí hmyzu (včely, vosy a také v omezeném měřítku blýskáček řepkový) a částečně působením větru. Plodem řepky jsou válcovité nebo mírně zploštělé lysé šešule, ty jsou 50 – 100 mm dlouhé a na konci se zužují v úzký zoban. Šešule vzniká ze semeníku, je složená ze dvou chlopní, vnitřní prostor je rozdělen blanitou přepážkou. Šešule obsahuje 15 – 40 olejnatých semen (Fábry, 1990).

Semeno řepky je kulaté, zbarvení má červenohnědé až modročerné s průměrem 1,5 – 2,8 mm. HTS se pohybuje v rozmezí 3,75 - 6,50 g (Vašák a kol., 2000; Baranyk a kol., 2007). Semeno je složeno z osemení, endospermu a klíčku. Semeno obsahuje 40 - 45 % oleje, 25 % bílkovin. Velikost semene řepky a jeho barva jsou ovlivněny několika faktory, a to odrůdou, pěstitelskými podmínkami a především stupněm zralosti a způsobem sklizně (Fábry a kol., 1992; Alpmann a kol., 2006). U řepky je výnos semen dán počtem šešulí na jednotku plochy, počtem semen v šešuli a hmotností tisíce semen (Baranyk a kol., 2010). Vlastnosti semen řepky jsou hodnoceny podle zákona č. 129/1012 Sb.

3. Hypotézy a cíle disertační práce

Na základě dosavadních publikovaných prací, znalosti problematiky ošetřování semen byly navrženy následující hypotézy:

- Ovlivňuje plazmový výboj typu GDA klíčivost a životnost spor mykoparazitických a entomopatogenních hub?
- Ovlivňuje umělá infekce osiva pozitivně semenářskou hodnotu osiva?
- Má biologické a fyzikální ošetřování semen vliv na průběh klíčení?
- Zvyšuje biologické a fyzikální ošetřování u ječmene základní výnosotvorné prvky a výnos?
- Má biologické a fyzikální ošetřování u řepky vliv na vývoj rostlin, základní výnosotvorné prvky a výnos?

Cílem disertační práce bylo zjištění, zda je kombinace fyzikálního a biologického ošetření osiva u vybraných polních plodin srovnatelné s chemickým ošetřením. Zjistit využitelnost plazmových výbojů a zařadit tuto fyzikální metodu v rámci integrované ochrany rostlin (IOR) jelikož novelizovaný zákon o rostlinolékařské péči (č. 326/2004 Sb.) nařizuje dodržovat zásady IOR od 1. 1. 2014 všem pěstitelům a zemědělcům. Práce se zaměřila především na kultivaci hub *Trichoderma virens* a *Metarhizium anisopliae*, ošetřování osiva, stanovování semenářských hodnot, hodnocení vývoje porostů zemědělských plodin. Multidisciplinární charakter práce vyžadoval použití mnoha různých postupů a metodik, z nichž některé byly vyvinuty zcela nově.

Dílčí cíle disertační práce:

- Charakterizovat parametry plazmových výbojů
- Moření osiva pomocí biopreparátů (biologická metoda ochrany) v rámci IOR (vyvinout metodu nanášení užitečných druhů hub na vybraná osiva)
- Hodnotit vliv působení plazmatu na biologickou a semenářskou hodnotu osiva
- Využití plazmových výbojů v eliminaci fytopatogenních a bakteriálních původců onemocnění rostlin

4. Materiál a medika

4.1 Rostlinný materiál

4.1.1 Pšenice jarní

Odrůda: TERCIE

Udržovatel: Selgen, a.s.

Odrůda Tercie je poloraná odrůda, vznikla křížením odrůdy (Sandra*Hana)* (Linda*KOC585). Odrůda je vhodná k velmi časnému termínu setí. Výsevek 4,0 - 6,0 MKS/ha. Rostliny dosahují nízkého vzrůstu přibližně 81 cm. Pšenice tvoří 571 produktivních stébel na m². Rostliny tvoří středně velké zrno s vysokou objemovou hmotností až 806 g.l⁻¹ a stabilní potravinářskou jakostí typu A. Hmotnost tisíce zrn dosahuje 38 g. Odrůda se vyznačuje dobrou odolností proti poléhání a střední odnožovací schopností. Odrůda vykazuje odolnost proti napadení *Erysiphe graminis*, na listu a v klasu, středně odolná proti napadení *Septoria nodorum* v klasu, středně odolná proti napadení *Puccinia triticina*, středně až méně odolná proti napadení listovými chorobami. Vysoký výnos přes 9 t/ha⁻¹ poskytuje odrůda ve všech oblastech pěstování, a to jak v ošetřené, tak i v neošetřené variantě pokusu.

4.1.2 Ječmen jarní

Odrůda: FRANCIN

Udržovatel: Selgen, a.s.

Odrůda Francin vznikla jako kříženec odrůdy Sebastián x ST3578104 a je poloraná. Tato odrůda je řazena mezi sladovnický ječmen, vhodná pro výrobu českého piva se sladovnickou jakostí 4,8. Rostliny dosahují střední délky stébla (71 – 73 cm). Odrůda se vyznačuje vyšší intenzitou odnožování a vysokým stupněm odolnosti vůči poléhání. Rostliny se vyznačují vysokým podílem předního zrna, vysokým výnosem (11,85 t/ha⁻¹) a HTZ (43 – 49 g). Vysoká odolnost vůči *Blumeria graminis*, *Drechslera teres*, *Rhynchosporium secalis*, *Puccinia hordei*.

4.1.3 Řepka ozimá

Odrůda: CORTES

Udržovatel: Selgen, a.s.

Odrůda Cortes je středně raná liniová odrůda vznikla křížením CH 10/23 x SHANNON a je řazena mezi nízké dobře větvičí odrůdy s vysokým stupněm odolnosti vůči poléhání. Rostliny dosahují délky 138 cm. Odrůda má rychlý podzimní vývoj, výbornou pokryvnost listové růžice, zimovzdornost 91 % a vegetační dobu 202 dnů. Doporučený výsevek je 0,7 MKS/ha. Rostliny mají velmi rané kvetení s délkou kvetení 28 dní. Příznivá je vyšší HTS, pohybuje se od 5,8 g do 6,4 g podle ročníku a vysokým výnosem semen 4,66 – 5,03 t/ha⁻¹. Obsah oleje v semeni je středně vysoký 46,7 %, nízký obsah glukosinolátů 12,85 μmol/g semene, nulový obsah kyseliny erukové a obsah N-látek 21,2 % v sušině semene. Odrůda je odolná vůči *Phoma lingam* a *Sclerotinia sclerotiorum*, v bodovém hodnocení převyšuje

zdravotní stav kontrolních odrůd (Labrador, Ladoga a Chagall). I v odolnosti k dalším houbovým chorobám, tj. *Botrytis cinerea*, *Alternaria* spp., vykazuje střední odolnost.

Odrůda: OREX

UDRŽOVATEL: Selgen, a.s.

Odrůda Orex vznikla v rámci spolupráce sdružení „Česká řepka“ po křížení výchozích rodičovských linií a následovala in vitro regenerace a dihaploidizace rostlin. To znamenalo odvození rostliny z pylového zrna a tím i 100 % homozygotizaci, která je zárukou genetické stabilizace. Jedná se o první českou registrovanou odrůdu ozimé řepky vzniklou dihaploidizací. Odrůda je polopozdní, patří do řepok s kratší vegetační dobou 203 dnů, výbornou pokryvností listové růžice a nadprůměrnou zimovzdorností 94 %. Doporučený výsev je 350 tisíc klíčivých semen/ha. Rostliny dosahují délky 155 cm a jsou dobře odolné proti poléhání. Doba kvetení je 28 dní. Příznivá je středně vysoká hmotnost tisíce semen od 5,07 do 5,33 g a výnosem semen 5,48 t/ha⁻¹. Obsah oleje v semeni je středně vysoký 47,27 % sušiny, nízký obsah glukosinolátů 12,03 μmol/g. Obsah mastných kyselin v oleji je standardní a obsah N-látek průměrný. Výborná a stabilní odolnost k významným chorobám jako je *Phoma lingam*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea* a *Alternaria* spp.

4.2 Druhy mykoparazitických a entomopatogenních hub

Tabulka č. 1: Kmeny *Trichoderma virens* a *Metarhizium anisopliae* použité v pokusech.

Označení kmene ve sbírce	Houba	Označení v práci
CCM 8732	<i>Trichoderma virens</i>	Tvi 001
Man 01	<i>Metarhizium anisopliae</i>	Man 002

Oba druhy hub jsou záměrně využívány v biologické ochraně rostlin po celém světě. Druh *T. virens* je polyfágní druh houby, který je schopen aktivně potlačovat původce významných houbových onemocnění. *T. virens* pozitivně ovlivňuje i zakořeňování a vývoj rostlin. Rostliny reagují na přítomnost této houby i navozením stavu tzv. indukované resistance, zvýšení odolnosti proti spektru škodlivých organismů. Druh *Metarhizium anisopliae* představuje účinnou prevenci před poškozením klíčících a vzházejících rostlin před hmyzími škůdci. Houba *T. virens* kmen Tvi 001 byla na začátku pokusů použita jako modelový organismus, protože v řízených podmínkách je schopna vytvářet homogenní kultury. Dále houba nahrazovala fytopatogenní druhy, které napadají obilniny a tím způsobují značné škody na výnosu. Studie byly zaměřené na hodnocení účinnosti nízkoteplotního plazmatu na klíčivost spor této houby. *T. virens* a *M. anisopliae*, byly později v pokusech použity pro biologické ošetřování osiva. Biologické ošetřování osiva pomocí užitečných druhů hub představuje preventivní prvek v ochraně rostlin před uvedenými druhy škodlivých organismů. Zejména mykoparazitická houba *T. virens* může eliminovat patogeny z povrchu semen resp. obilek.

4.3 Kultivace hub

Kmen Tvi 001 mykoparazitické houby *T. virens* a kmen Man 002 entomopatogenní houby *M. anisopliae*, byly kultivovány formou separačních čar na PDA mediu. Médium PDA (Potato Dextrose Agar) od firmy Himedia, bylo připraveno dle návodu na obale, sterilováno a rozlito do sterilních Petriho misek. Masa konidií byla přenesena do středu misky na PDA pomocí sterilní inokulační kličky. Po inokulaci byly Petriho misky uloženy do plastických sáčků a inkubovány po dobu 7 – 10 dní v termostatu $25 \pm 1^\circ\text{C}$.

4.3.1 Příprava konidiových suspenzí

Konidiová suspenze mykoparazitické houby *T. virens* byla získávána smytím 7 denní staré kultury sterilním roztokem destilované vody s přídavkem 0,05% Tween® 80 z plně sporulující kultury. Konidiová suspenze entomopatogenní houby *M. anisopliae* byla získána s mytím 10 denní staré kultury sterilním roztokem 0,05 % Tween® 80 z plně sporulující kultury. Získané suspenze byly filtrovány přes sterilní gázu a v suspenzích byla pomocí počítací komůrky (Neubauer Improved Chamber, Fisher) stanovena koncentrace spor. Suspenze spor následně adjustována ředěním (sterilní 0,05% Tween® 80) na titer $2,00 \times 10^6$ v 1 ml.

4.3.2 Standardní test klíčivosti – GI (Germination Index)

Test určuje životnost spor houby *T. virens* a *M. anisopliae*, stanovuje index klíčivosti (GI) a procento klíčivosti. Pro test klíčivosti byla použita konidiová suspenze konidií sledovaných kmenů o koncentraci 1×10^7 konidií v 1 ml. Pomocí laboratorní kličky byla takto připravená suspenze konidií *T. virens* nanášena ve formě kapek na povrch podložního sklíčka s tenkou vrstvou 2 % agaru a suspenze *M. anisopliae* nanášena na ½ PDA. Po zaschnutí kapek bylo podložní sklíčko umístěno do vlhké komůrky, plastové sterilní Petriho misky s navlhčeným sterilním filtračním papírem na dně. Poté byly Petriho misky v sáčcích umístěny do termostatu vytemperovaného na teplotu $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$. Klíčivost byla vyhodnocována pomocí světelného mikroskopu po 24 hodinách. Při hodnocení byla využívána následující hodnotící indexová stupnice (GI).

0	Na konidii nejsou patrné žádné morfologické změny. Konidie ve vzorku mají uniformní tvar, neklíčí.
0,5	Konidie je zřetelně protáhlejší a nabobtnalá. Jednostranný klíček je v poměru ke konidii 1: 0,5.
1,0	Velikost klíčku je v poměru 1:1 a více, maximálně však 1: 3.
1,5	Klíček je více než 3 x delší než matečná konidie.
2,0	Dlouhá hyfa, dochází k sekundárnímu větvení hyfy, tvorba mycelia.
2,5	Na hyfách se tvoří konidiofory, ale pouze ojediněle sporulace nebo 1- 4 konidie.
3,0	Úplná sporulace, konidiofory na kterých jsou krátké řetízky konidií, alespoň 5 konidií v řetízku. Konidie jsou soudržné v mucilaginém balíčku.

4.4. Vliv plazmatu na modelovou houbu *T. virens*

Cílem pokusu bylo určit jak jednotlivé složky (teplota, UV záření, oxidační radikály) a parametry plazmatu (vzdálenost trysky, průtok vzduchu, atmosférický tlak a doba ošetření) ovlivňují klíčivost a živostnost spor modelové houby *T. virens* kmene Tvi 001.

4.4.1 Fyzikální ošetření houby *T. virens*

Terčíky houby *T. virens* kmene Tvi 001 byly vystaveny atmosférickému plazmovému výboji typu Gliding Arc (GDA) generovaného v plazmové hlavici mezi dvěma divergentními nerezovými elektrodami s minimální mezerou 3 mm. Plazmová hlavice byla napájena ze zdroje vysokého napětí. Parametry zdroje uváděné výrobcem jsou: napětí 230 V, frekvence 50 Hz, maximální příkon 1,3 kW, krytí IP20. Zapálený výboj byl vyfukován proudem pracovního plynu z prostoru mezi elektrodami přímo na vyříznutý terčík. Pracovním plynem byl stlačený vzduch. Průtok pracovního plynu byl regulován rotametrem, hodnota průtoku byla 30 SCFH (standard cubicfeet per hour). vzdálenost terčíku od ústí plazmové hlavice trysky byla 3 a 4 cm (příloha č. 1).

4.4.2 Vliv vzdálenosti a doby působení trysky na houbu *T. virens*

Pro pokus byla použita 7 denní plně porostlá kultura mykoparazitické houby *T. virens* ze které byly vyříznuty terčíky o Ø 1cm pomocí korkovrtu. Myceliální disk byl umístěn doprostřed podložního sklíčka. Terčíky houby *T. virens* byly vystaveny atmosférickému plazmovému výboji (GDA). Doba působení plazmatu na terčíky byla 60, 80, 100, 120 s. Provedli se 3 opakování pro každou vzdálenost. Po plazmatickém ošetření byly z terčíků smyty spory a byla vytvořena suspenze spor, ze které se stanovil standardní test klíčivosti (příloha č. 1, 2).

4.4.3 Vliv UV záření na houbu *T. virens*

Pro pokus byla použita 7 denní plně porostlá kultura mykoparazitické houby *T. virens* ze které byly vyříznuty terčíky o Ø 1cm pomocí korkovrtu. Myceliální disk byl umístěn doprostřed podložního sklíčka. Terčíky byly překryty křemičitým sklem (průchod UV, eliminace vlivu teploty). Terčíky byly vystaveny atmosférickému výboji (GDA). Doba působení plazmatu na terčíky byla 100, 120, 240, 300 s. Provedli se 3 opakování pro každou vzdálenost. Po plazmatickém ošetření byly z terčíků smyty spory a byla vytvořena suspenze spor, ze které se stanovil standardní test klíčivosti.

4.4.4 Vliv teploty na houbu *T. virens*

Pro pokus byla použita 7 denní plně porostlá kultura mykoparazitické houby *T. virens* ze které byly vyříznuty terčíky o Ø 1cm pomocí korkovrtu. Myceliální disk byl umístěn doprostřed skleněné Petriho misky. Terčíky byly vystaveny horkému vzduchu v horkovzdušné troubě při teplotě 130 °C, 190 °C, 250 °C. Doba působení teploty na terčíky byla 60, 80, 100, 120 s. Provedli se 3 opakování pro každou teplotu. Po ošetření byly z terčíků smyty spory a byla vytvořena suspenze spor, ze které se stanovil standardní test klíčivosti.

4.5 Ošetření osiva

4.5.1 Umělá infekce osiva a následně fyzikální ošetření

Provedla se umělá infekce obilek pšenice jarní odrůdy Tercie houbou *T. virens* kmene Tvi 001. Připravila se suspenze *T. virens* o koncentraci $2,00 \times 10^6$, ta byla smíchána s roztokem 1 % CMC v poměru 1:1; výchozí směs na umělou infekci obsahovala v 1m 0,5 % roztoku CMC $1,5 \times 10^6$ spor. Osivo pšenice jarní bylo obalováno finálním roztokem po dobu 10 minut a po vyjmutí bylo osivo následně sušeno na sítěch aktivním proudem vzduchu ve flow-boxu. Po zaschnutí byly obilky přeneseny do sterilní plastové krabičky a uchovány v lednici při teplotě 8 ± 1 °C (příloha č. 3). Umělá infekce osiva houbou *T. virens* vytvářela imitaci povrchové mikroflóry (za patogeny *Fusarium spp.*, *Alternaria*, aj.). Po umělé infekci osiva pšenice jarní následovalo fyzikální ošetření plazmovým výbojem typu GDA. Parametry zdroje uváděné výrobcem jsou: napětí 230 V, frekvence 50 Hz, maximální příkon 1,3 kW, krytí IP20. Průtok pracovního plynu byl regulován rotametrem, hodnota průtoku byla 30 SCFH (standard cubicfeet per hour). Vzdálenost ústí plazmové hlavice od obilek byla 6 cm, doba ošetření 1, 2, 3, 4 minuty, 8 a 10 cm doba ošetření 1 a 4 minuty. K rovnoměrnému ošetření jednotlivých zrn byla semena míchána v míchacím zařízení vlastní výroby s frekvencí 50-ti otáček za minutu. Hmotnost jedné dávky osiva pro ošetření byla 100 g. Provádělo se hodnocení životaschopnosti spor a biologické hodnoty osiva po fyzikálním ošetření. Sledoval se vliv plazmatu na potlačení spor houby *T. virens* z obilek pšenice.

Stanovení počtu spor na 1 obilku po umělé infekci a následném plazmování

40 ošetřených obilek bylo dodáno do 3 ml vody s přídavkem 0,05 % Tween® 80. Pro každou variantu byla provedena 3 opakování. Obilky byly dokonale vymyté v roztoku za účelem uvolnění spor houby *T. virens*. V získané suspenzi byl spočítán počet spor na 1 ml a stanoven průměr na 1 opakování. Následně bylo množství spor přepočteno na 1 obilku pšenice.

% klíčivosti spor houby *T. virens* po jejich vymytí z ošetřených semen

Z každé varianty bylo vymyto 3 x 40 obilek. Vymyté spory z ošetřených obilek byly naneseny pomocí laboratorní kličky na 2 % vodní agar. Po zaschnutí kapek byly vlhké komůrky s klíčivostmi vloženy do plastových sáčků. Sáčky byly umístěny do termostatu a inkubovány při 25 °C \pm 1°C. Po 24 hodinách byla spočítána klíčivost spor (%) a index klíčivosti (GI).

4.5.2 Fyzikální ošetření

Osivo ječmene jarního (Francin) bylo ošetřeno plazmovým výbojem typu GDA generovaného v plazmové hlavici mezi dvěma divergentními nerezovými elektrodami s minimální mezerou 3 mm. Plazmová hlavice byla napájena ze zdroje vysokého napětí. Parametry zdroje uváděné výrobcem jsou: napětí 230 V, frekvence 50 Hz, maximální příkon 1,3 kW, krytí IP20. Zapálený výboj byl vyfukován proudem pracovního plynu z prostoru mezi elektrodami směrem k opracovávanému vzorku. Pracovním plynem byl stlačený vzduch. Průtok pracovního plynu byl regulován rotametrem, hodnota průtoku byla 30 SCFH (standard cubicfeet per hour). Vzdálenost ústí plazmové hlavice a ošetřovaného povrchu

semen byla 10 cm. K rovnoměrnému ošetření jednotlivých zrn byla semena míchána v míchacím zařízení vlastní výroby s frekvencí 50-ti otáček za minutu. Proces ošetření probíhal v dávkovém režimu, přičemž hmotnost jedné ošetřované dávky osiva byla 150 g. Doba ošetření každé dávky byla 4 minuty (příloha č. 6).

Semena řepky ozimé (Cortes, Orex) byly ošetřeny pomocí nízkoteplotního plazmatu (mikrovlnného) v nízkotlaké aparatuře o objemu 64 l ve firmě SurfaceTreat a.s. Semena řepky obsahují velké množství oleje, a proto nejsou schopné zvládnout vyšší teplotou obloukového výboje. Plazma bylo vyrobeno a udržováno pulzním mikrovlnným výbojem jednotky MNG 1K-08 (Radan Ltd., Česká republika), pracující při frekvenci 2,45 GHz. Parametry procesu byly: délka pulsu mikrovlnného výboje 60 mikrosekund, doba ošetření 4 minuty, průtok vzduchu jako pracovní plyn (100 sccm - standardních krychlových centimetrů) a tlak ve vakuové komoře v okamžiku zapálení výboje 98 – 100 Pa. Pracovní výkon mikrovlnné plazmy odpovídal výkonu 500 W. Provozní tlak se udržoval současným čerpáním vakuové komory a přidáváním pracovního plynu. Odčerpání vakuové komory bylo provedeno pomocí olejového čerpadla LAVAT RV 100/1 (LAVAT s.r.o. Česká republika). Vzduch byl použit jako pracovní plyn. Proud pracovního plynu vytlačoval aktivní reaktivní částice vzniklé v plazmové oblasti směrem k ošetřovanému vzorku. Vnitřní průměr vakuové komory laboratorního zařízení byl 250 mm, míchací zařízení bylo také umístěné uvnitř (příloha č. 6).

Semena řepky ozimé (Cortes), byly také fyzikálně ošetřovány v aparatuře Turnov laboratorní (malá) o objemu 64 l - doba ošetření 4, 8, 12, 16 minut, Cx22 s objemem komory 56,5 dm³ – doba ošetření 4, 8, 12, 16 minut a Turnov ST- 650 do max. velikosti várky 12 kg s dobou ošetření 30, 40, 50, 60 minut. Testovala se účinnost různých zařízení pro plazmatické ošetřování řepky ve velkém objemu. Aparatura Turnov laboratorní odpovídala svými parametry aparatuře společnosti SurfaceTreat a.s. Provádělo se hodnocení vlivu ošetření na % klíčivosti semen, délku kořínku, délku děložní rostliny a na zdravotní stav. Poté zakládání testů vzházivosti a hodnocení % vzházivosti rostlin (příloha č. 12 – 15).

4.5.3 Biologické ošetření osiva

Plazmované osivo a fyzikálně neošetřené osivo ječmene jarního a řepky ozimé bylo obaleno suspenzí *T. virens* a suspenzí *M. anisopliae*. Suspenze spor byly získány s mytím plně sporulujících kultur. Získané suspenze byly filtrovány přes sterilní gázu a v suspenzích byla pomocí počítačí komůrky (Neubauer Improved Chamber, Fisher) stanovena koncentrace spor. Suspenze spor byly následně adjustovány ředěním (sterilní 0,05 % Tween® 80) na titer 2,00 x 10⁶ v 1 ml. Jako nosič spor byla použita 0,5 % karboxymethylcelulóza (CMC), která zajistila lepší přilnavost spor na povrch osiva. Finální suspenze byly získány smícháním suspenze spor s 1 % roztokem CMC v poměru 1: 1. Finální suspenze obsahovaly 1,5 x 10⁶ spor v 1 ml. Osivo bylo převedeno do nádoby a k němu bylo dodáno adekvátní množství suspenze k tomu, aby bylo každé semeno důkladně obaleno připravenou suspenzí. Osivo bylo obalováno finální suspenzí *T. virens* nebo *M. anisopliae* po dobu 10 minut a po vyjmutí, bylo osivo následně sušeno na sítech aktivním proudem vzduchu ve flow-boxu. Osivo musí být rychle a důkladně usušeno, aby nedošlo během jeho skladování k nežádoucímu klíčení semen. Po zaschnutí bylo osivo přeneseno do sterilních plastových krabiček a uchováno v lednici při teplotě 8 ± 1 °C kvůli užitečným druhům hub, aby nedošlo k naklíčení spor nebo jejich rychlé inaktivaci díky vysoké teplotě (příloha č. 5).

Stanovení počtu spor na 1 obilku (1 semínko) po biologickém ošetření, plazmování s následným biologickým ošetřením

20 ošetřených obilek ječmene jarního bylo dodáno do 3 ml vody s přídavkem 0,05 % Tween® 80. 100 ošetřených semínek řepky ozimé bylo dodáno do 2 ml vody s přídavkem 0,05 % Tween® 80. Pro každou variantu byly provedeny 3 opakování. Obilky i semínka byly dokonale omyty v roztoku za účelem uvolnění spor. V získané suspenzi byl spočítán počet spor na 1 ml a stanoven průměr na 1 opakování. Následně bylo množství spor přepočteno na 1 obilku ječmene jarního a 1 semínko řepky ozimé.

% klíčivosti spor houby *T. virens* a *M. anisopliae* po jejich vymytí z obilek a semen po biologickém ošetření, plazmování s následným biologickým ošetřením

Z každé varianty bylo vymyto 3 x 20 obilek ječmene jarního a 3 x 100 semen řepky ozimé. Vymyté spory houby *T. virens* z ošetřených obilek a semen byly naneseny pomocí laboratorní kličky na 2 % vodní agar a spory houby *M. anisopliae* naneseny na ½ PDA. Po zaschnutí kapek byly vlhké komůrky s klíčivostmi vloženy do plastových sáčků. Sáčky byly umístěny do termostatu a inkubovány při 25°C ± 1 °C. Po 24 hodinách byla spočítána klíčivost spor (%) a index klíčivosti (GI).

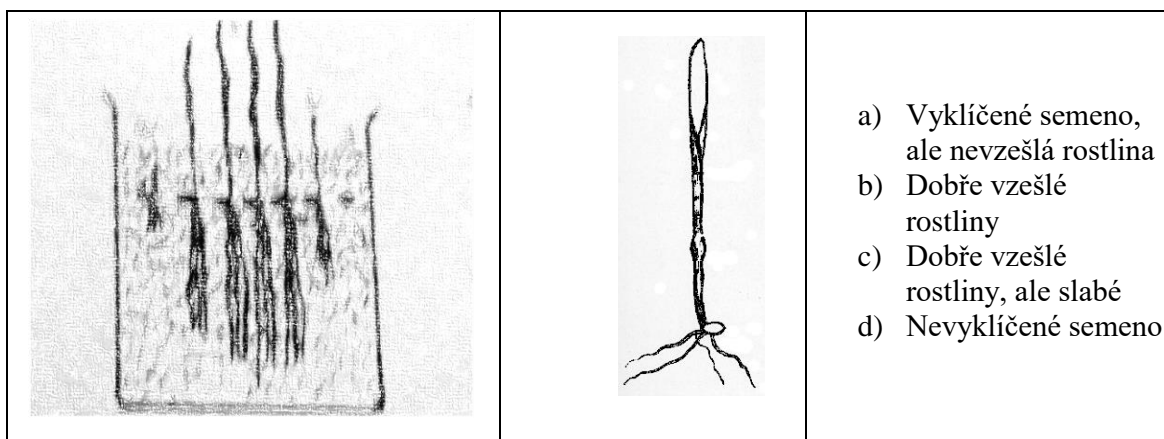
4.5.4 Hodnocení obilek a semen na klíčidlech po ošetření

Do klíčidel byl umístěn sterilní filtrační papír o rozměrech 40 x 40 cm, který zasahoval svými okraji do 500 ml sterilní vody na dně klíčidla s cílem navlhčit tento arch papíru. Na vlhký filtrační papír byly následně rozestavěny obilky resp. semena testovaných rostlin. Pro jednotlivé varianty: kontrolní osivo, biologicky ošetřené osivo, plazmaticky ošetřené osivo, bylo použito 100 obilek ječmene jarního a 100 semen řepky ozimé ve 2 opakováních. Energie klíčivosti semen je ukazatel jakosti určený poměrem počtu vyklíčených semen v průměrném vzorku na začátku a na konci stanovené doby (po 3 dnech) a je vyjádřen v procentech. Laboratorní test klíčivosti byl stanoven po 7 dnech. Klíčivost se udává opět v procentech a vyjadřuje množství semen, která při zkoušce klíčivosti normálně vyklíčila po ukončení testu. Procento klíčivosti bylo stanoveno klasickým způsobem, kdy byly hodnoceny klíčivé a neklíčivé obilky a semena. V rámci klíčivosti obilek ječmene jarního byly dále hodnoceny parametry: index délky kořínků, index délky klíčků a počet kořínků. V rámci klíčivosti semen řepky ozimé byly dále hodnoceny parametry: index délky kořínku, index délky klíčící rostliny. Tyto indexy byly hodnoceny námi vytvořenými stupnicemi (Příloha č. 7), které napomáhají vyjádřit i intenzitu vývoje testovaných obilek, semen. U obilek a semen se hodnotila energie klíčivosti a zdravotní stav. Klíčivost u obilek a semen byla sledována každý den v průběhu jednoho týdne trvání testu. Kontrolní osivo nebylo před zkouškou klíčivosti nikterak upraveno, tj. nebylo namáčeno, sušeno ani mechanicky narušeno. Osivo plazmované a biologicky ošetřené, bylo ošetřeno dle příslušného protokolu. Po vyskládání semen a obilek na klíčidlo, bylo klíčidlo uzavřeno víkem. Klíčidla byla umístěna do klimatizované místnosti. Klíčení tak probíhalo ve tmě při teplotě 20 ± 1 °C.

4.5.5 Laboratorní vzcházivost

Laboratorní vzcházivost semen, obilek se testovala v plastových kontejnerech o rozměrech 19,5 x 14,3 x 6,5 cm naplněných substrátem pro výsev a množení. Do každého kontejneru bylo vyseto 100 semen, obilek. Obilky ječmene byly vysety do hloubky 3 cm a semena řepky do hloubky 2 cm. Kontejnery byly umístěny do klimaboxu s teplotou 25 ± 1 °C, se světelným režimem 12/12. Výsev semen v kontejnerech byl průběžně dle potřeby zvlhčován. Vzcházivost rostlin byla vyhodnocována po 14 dnech dle metodiky (obrázek č. 4) a dále stanovena laboratorní vzcházivost v %.

Obrázek č. 4: Metodika hodnocení vzcházivosti rostlin (Laskoš a kol., 1958).



4.6 Maloparcelkové polní pokusy s ječmenem jarním

4.6.1 Základní informace o ošetření osiva ječmene jarního

Následující tabulka ukazuje způsoby ošetření osiva u testovaných variant.

Var.	Typ	Odrůda	Použité přípravky
1	kontrola	Francin	Nemořené osivo
2	pesticid	Francin	Fungicidní moření ječmene - Raxil Star
3	plazma	Francin	Plazma
4	Pl+Tvi	Francin	Plazma + <i>Trichoderma virens</i>
5	Pl+Man	Francin	Plazma + <i>Metarhizium anisopliae</i>
6	Tvi	Francin	<i>Trichoderma virens</i>
7	Man	Francin	<i>Metarhizium anisopliae</i>

4.6.2 Charakteristika lokalit

Lokalita České Budějovice 2015 - Školní pozemek

se nachází v obilnářské výrobní oblasti (48° 97' severní šířky, 14° 44' východní délky) v nadmořské výšce 383 m. n. m. Půdní typ – hnědozem. Průměrná roční teplota byla 10,37 °C, roční úhrn srážek 496 mm. Hnojení před setím N 50 kg/ha, během vegetace LAV 27 v dávce 200 kg/ha. Pokus byl založen po předplodině brambor. Setí 23. 3. 2015 pomocí secího stroje HEGE střídavě na 21 parcel. Rozloha každé parcely byla 10 m² tj. 8 x 1,25 m. Výsevek 200

g osiva. Hloubka setí 4 cm. Pokus byl veden v režimu bez chemických vstupů v průběhu vegetace. Sklizeň 30. 7. 2015 pomocí sklízecí mlátičky WINT ERSTEIGER ELIETE.

Biometrické schéma pokusu

				3C
1A	5A	2B	6B	4C
2A	6A	3B	7B	5C
3A	7A	4B	1C	6C
4A	1B	5B	2C	7C

Lokalita České Budějovice 2016 - Školní pozemek

se nachází v obilnářské výrobní oblasti (48° 97' severní šířky, 14° 44' východní délky) v nadmořské výšce 383 m. n. m. Půdní typ – hnědozem. Průměrná roční teplota byla 9,45 °C, roční úhrn srážek 627 mm. Hnojení před setím N 50kg/ha, během vegetace LAV 27 v dávce 200 kg/ha. Pokus byl založen po předplodině úhor. Setí 7. 4. 2016 pomocí secího stroje HEGE střídavě na 21 parcel. Rozloha každé parcely byla 10 m² tj. 8 x 1,25 m. Výsevek 200 g osiva. Hloubka setí 4 cm. Pokus byl veden v režimu bez chemických vstupů v průběhu vegetace. Sklizeň 4. 8. 2016 pomocí sklízecí mlátičky WINT ERSTEIGER ELIETE.

Biometrické schéma pokusu

				3C
4C	6C	2C	5C	1C
5B	7C	3B	6B	2B
6A	1B	4B	7B	3A
7A	2A	5A	1A	4A

Lokalita Kluky u Písku 2015 – Zkušební stanice Kluky

se nachází v bramborářské výrobní oblasti (49° 19' severní šířky, 14° 14' východní délky) v nadmořské výšce 460 m. n. m. Průměrná roční teplota byla 9,10 °C, roční úhrn srážek 531 mm. Hnojení před setím N 52 kg/ha, P₂O₅ 28 kg/ha a během vegetace LAV 27 v dávce 200 kg/ha, N 54 kg/ha. Pokus byl založen po předplodině pšenice ozimá. Setí 24. 3. 2015 střídavě na 28 parcel. Rozloha každé parcely byla 11,3 m² tj. 10 x 1,12 m. Výsevek 180 g osiva. Hloubka setí 3 cm. Během vegetace aplikovány herbicidy (Biplay SX 35 g/ha, Starane 250 EC 0,3 lt/ha), fungicid Hutton 0,8 lt/ha. Sklizeň 12. 8. 2015.

Biometrické schéma pokusu (2015 – 2017)

2D	4D	6D	5D	7D	1D	3D
7C	1C	2C	6C	4C	3C	5C
3B	7B	5B	1B	6B	2B	4B
1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A

Lokalita Kluky u Písku 2016 – Zkušební stanice Kluky

se nachází v bramborářské výrobní oblasti (49° 19' severní šířky, 14° 14' východní délky) v nadmořské výšce 460 m. n. m. Průměrná roční teplota byla 8,20 °C, roční úhrn srážek 681 mm. Hnojení před setím N 52 kg/ha, P₂O₅ 28 kg/ha a během vegetace LAV 27 v dávce 100 kg/ha, močovina 200 kg/ha. Pokus byl založen po předplodině pšenice ozimá. Setí 31. 3. 2016 střídavě na 28 parcel. Rozloha každé parcely byla 11,3 m² tj. 10 x 1,12 m. Výsevek 180 g osiva. Hloubka setí 3 cm. Během vegetace aplikovány herbicidy (Biplay SX 35 g/ha, Starane 330 EC 0,4 lt/ha), fungicid Bontima 2 lt/ha. Sklizeň 8. 8. 2016.

Lokalita Kluky u Písku 2017 – Zkušební stanice Kluky

se nachází v bramborářské výrobní oblasti (49° 19' severní šířky, 14° 14' východní délky) v nadmořské výšce 460 m. n. m. Průměrná roční teplota byla 8,66 °C, roční úhrn srážek 633 mm. Hnojení před setím N 52 kg/ha, P₂O₅ 28 kg/ha a během vegetace LAV 27 v dávce 200 kg/ha, močovina 100 kg/ha. Pokus byl založen po předplodině pšenice ozimá. Setí 29. 3. 2017 střídavě na 28 parcel. Rozloha každé parcely byla 11,3 m² tj. 10 x 1,12 m. Výsevek 180 g osiva. Hloubka setí 3 cm. Během vegetace aplikovány herbicidy (Biplay SX 35 g/ha, Starane 330 EC 0,4 lt/ha), fungicid Adexar plus 2 lt/ha, insekticid Decis Mega 0,15 lt/ha. Sklizeň 3. 8. 2017.

4.6.3 Meteorologické údaje

Následující tabulky ukazují průběh teplot a sumu srážek na testovaných lokalitách.

Tabulka č. 2a: Přehled meteorologických údajů pro dané lokality Průměrná teplota vzduchu, suma srážek v roce 2015 dlouhodobý průměr 1961- 1990.

Měsíc	Lokalita	Průměrná teplota (°C)		Suma srážek (mm)		Charakteristika měsíce	
		2015	Dlouhodobý průměr 1961 - 1990	2015	Dlouhodobý průměr 1961 - 1990	Teploty	Srážky
Březen	České Budějovice	3,50	2,30	46,00	39,00	teplý	normální
Duben		7,40	6,90	28,00	49,00	normální	suchý
Květen		12,10	11,80	64,00	75,00	normální	suchý
Červen		15,80	15,10	68,00	94,00	normální	suchý
Červenec		20,20	16,70	30,00	83,00	teplý	suchý
Březen	Kluky u Písku	4,60	2,90	50,20	35,00	teplý	vlhký
Duben		8,40	7,50	34,00	43,00	teplý	suchý
Květen		12,90	12,40	62,20	68,00	normální	normální
Červen		16,50	15,70	73,60	82,00	normální	suchý
Červenec		21,10	17,30	29,40	65,00	teplý	suchý

Tabulka č. 2b: Přehled meteorologických údajů pro dané lokality Průměrná teplota vzduchu, suma srážek v roce 2016 dlouhodobý průměr 1961- 1990.

Měsíc	Lokalita	Průměrná teplota (°C)		Suma srážek (mm)		Charakteristika měsíce	
		2016	Dlouhodobý průměr 1961 - 1990	2016	Dlouhodobý průměr 1961 - 1990	Teploty	Srážky
Březen	České Budějovice	3,00	2,30	25,00	39,00	teplý	suchý
Duben		7,10	6,90	35,00	49,00	normální	suchý
Květen		12,50	11,80	94,00	75,00	normální	vlhký
Červen		16,40	15,10	93,00	94,00	teplý	normální
Červenec		18,10	16,70	114,00	83,00	teplý	vlhký
Březen	Kluky u Písku	4,00	2,90	28,40	35,00	teplý	suchý
Duben		8,00	7,50	29,60	43,00	normální	suchý
Květen		13,40	12,40	107,4	68,00	teplý	vlhký
Červen		17,40	15,70	73,60	82,00	teplý	suchý
Červenec		19,00	17,30	145,80	65,00	teplý	vlhký

4.6.4 Sledování rostlin ječmene během vegetace

1) Rychlost vzcházení

Na každé parcele byly hodnoceny počty vzešlých rostlin v %, tehdy kdy byly znatelné řádky. Rychlost vzcházení byla hodnocena v ČB (05. 04. 2015, 21. 04. 2016) a v Klukách (06. 04. 2015, 13. 04. 2016) v růstové fázi BBCH 10 – 11 dle metodiky PP 1/19 (4). Ve výsledkové části se pracuje s průměrnými hodnotami.

2) Počet rostlin na 1m

Na každé parcele byly počítány rostliny 5 x na 1 m délky podle metodiky PP1/19 (4). Počet rostlin bylo počítáno v ČB (24. 04. 2015, 10. 05. 2016) a v Klukách (24. 04. 2015, 20. 04. 2016) v růstové fázi BBCH 12 – 13. Ve výsledkové části se pracuje s průměrnými hodnotami.

3) Počet odnoží

Na každé parcele byly počítány odnože u 10 náhodně vybraných rostlin a následně byl stanoven průměr odnoží na 1 rostlinu. Odnože byly počítány v ČB (16. 05. 2015, 25. 05. 2016) a v Klukách (17. 05. 2015, 17. 05. 2016) v růstové fázi BBCH 25 – 29 podle metodiky PP 1/19 (4).

4) Měření výšky rostlin

Z každé parcely v ČB bylo náhodně vybráno 10 rostlin po ukončení sloupkování (BBCH 31-39) ve dnech 10. 06. 2015, 22. 06. 2016 a 10 rostlin na začátku kvetení (BBCH 59 - 61) ve dnech 27. 06. 2015, 11. 07. 2016. Výška rostlin se měřila pomocí svinovacího metru od paty rostliny ke konci klasu (bez osin). Na každé testované parcele byla stanovena průměrná výška rostlin.

5) Zjišťování výskytu chorob (druhy původců onemocnění rostlin a procentuální napadení)

U ječmene jarního byl hodnocen výskyt *Pseudocercospora herpotrichoides* a Fuzarióz podle metodiky pro stanovení výskytu (Ackermann, 2008). Na testovaných parcelách byly hodnoceny následující listové choroby- *Puccinia hordei*, *Blumeria graminis*, *Pyrenophora teres*, *Rhynchosporium secalis*, *Ramularia collo-cygni*. U každé hodnocené choroby bylo stanoveno procentuální napadení vztažené na celkovou plochu listu podle metodik PP 1/26 (3), PP 1/28 (3), (Dvořáčková, 2013; Bulletin, 2012). Používala se následující stupnice: 0, 1, 5, 10, 25, 50, 75, 100. Např. 5 znamená, že je danou chorobou napadeno přibližně 5 % listu. 0 znamená zcela zdravý list bez jediné skvrny. Z každé parcely bylo náhodně vybráno 10 listů z listových pater F, F- 1, F- 2, F- 3, F- 4. K hodnocení nebyly vybírány rostliny z okrajů parcely. Klasové choroby- *Fusarium spp.*, *Alternaria* byly hodnoceny podle hodnotící stupnice (Steffenson a kol., 2004; Bulletin, 2012).

6) Zjišťování výskytu škůdců (druhy, procentuální napadení)

U ječmene jarního byly na testovaných parcelách v ČB sledování následující škůdci *Oscinella frit* ve fázi 5 listu, *Rhopalosiphum padi* v době kvetení, *Oulema melanopus* ve středně mléčné zralosti. Z každé parcely bylo náhodně vybráno 10 listů z listových pater F, F- 1, F-2, F-3, F- 4. Při hodnocení napadení rostlin škůdci byla použita následující stupnice: 0 % - rostliny zdravé, 1 - 25 % rostliny slabě napadené, 26 – 50 % rostliny středně napadené, 51- 75 % rostliny silně napadené, 76 – 100 % rostliny velmi silně napadené (Zvára a Voženílková, 1992; Bittner, 2008).

7) Počet klasů

Na každé parcele byl počet klasů zjištěn 14 dní do vymetání na ploše 0,25 m² průměrného porostu pomocí čtvrt metrovky dle metodiky PP 1/19 (4). Ve výsledkové části se pracuje s průměrnými hodnotami. Počet klasů bylo počítáno v ČB (27. 07. 2015, 03. 08. 2016) a v Klukách (27. 07. 2015, 25. 07. 2016) v růstové fázi BBCH 89 - 91.

8) Délka klasu

Z každé parcely bylo před sklizní náhodně vybráno 10 průměrných klasů v růstové fázi BBCH 91. Délka klasu bez osin se měřila v laboratoři pomocí pravítka. Na každou testovanou parcelu byla stanovena průměrná délka klasu. Délka klasu byla měřena v ČB (29. 07. 2015, 03. 08. 2016).

9) Počet zrn v klasu

Z každé parcely bylo před sklizní náhodně vybráno 10 průměrných klasů v růstové fázi BBCH 91. V laboratoři se změřila délka klasu a následně se z klasu vydrolila zrna a zjistil se počet zrn v klasu. Aritmetickým průměrem byl vypočítán průměrný počet zrn v klase. Počet zrn v kase byl počítán v ČB (29. 07. 2015, 03. 08. 2016) a v Klukách (27. 07. 2015, 25. 07. 2016) dle metodiky PP 1/19 (4).

10) Hmotnost zrn v klasu

Z každé parcely v ČB bylo náhodně před sklizní vybráno 10 průměrných klasů. V laboratoři po změření délky klasu, počítání zrn v klasu se zjistila hmotnost zrn. Hmotnost zrn v klasu byla zjištěna na vahách. Pro každou parcelu byla stanovena průměrná hmotnost zrn v jednom klasu (29. 07. 2015, 03. 08. 2016).

4.6.5 Posklizňové rozbory vzorků osiva

1) Skutečný výnos

Po sklizni bylo zrno zváženo na vahách a tímto způsobem byl zjištěn skutečný výnos u každé testované parcely. V ČB bylo zrno váženo (03. 08. 2015, 08. 08. 2016) a v Klukách (12. 08. 2015, 08. 08. 2016).

2) Podíl zrn na sítích v %

Pro určení velikostních podílů zrna se použily 4 obilná síta s podélnými otvory o velikosti 2,5 x 2,2 mm; 2,2 x 2,2 mm; 2,0 x 2,2 mm; 1,8 x 2,2 mm, která rozdělila 1000 g navážku čistého vzorku na 4 frakce.

3) Objemová hmotnost zrna (kg/hl)

Stanovila se z podílu zrn nad sítím 2,0 mm, použil se obilní zkoušeč.

4) Hmotnost tisíce zrn (HTZ)

U sklizeného osiva byla pomocí počítačky semen stanovena hmotnost tisíce zrn. Hmotnost tisíce zrn byla stanovena v plné zralosti z podílu čistých zrn a z podílu zrn ze síta o velikosti 2,5 x 2,2 mm odpočítáním dvakrát 500 zrn a jejich zvážením.

5) Hodnocení osiva po sklizni

V rámci hodnocení vitality obilek byl proveden test klíčivosti na klíčidlech. Na připravená klíčidla byly umístěny obilky (2 x 100 obilek) z každé varianty a to z pytle a ze síta o velikosti 2,5 x 2,2 mm. Po 3 dnech byla stanovena energie klíčivosti, po 7 dnech laboratorní klíčivost a zároveň byly hodnoceny parametry délka hlavního kořínku, počet kořínků, délka koleoptilu a zdravotní stav obilky (příloha č. 7).

4.7 Poloprovozní pásové pokusy s řepkou ozimou

4.7.1 Základní informace o ošetření semen řepky ozimé

Následující tabulka ukazuje způsoby ošetření semen u testovaných variant.

Var.	Typ	Odrůda	Použité přípravky
1	kontrola	Cortes, Orex	Nemořené osivo
2	pesticid	Cortes, Orex	Fungicidní moření řepky Vitavax + Sepiret
3	plazma	Cortes, Orex	Plazma
4	Pl+Tvi	Cortes, Orex	Plazma + <i>Trichoderma virens</i>
5	Pl+Man	Cortes, Orex	Plazma + <i>Metarhizium anisopliae</i>
6	Tvi	Cortes, Orex	<i>Trichoderma virens</i>
7	Man	Cortes, Orex	<i>Metarhizium anisopliae</i>

4.7.2 Charakteristika lokalit

Lokalita Pištín 2014 - 2015

se nachází v obilnářské výrobní oblasti (49° 02' severní šířky, 14° 20' východní délky) v nadmořské výšce 398 m. n. m. Půdní typ hnědozem. Průměrná roční teplota byla 8,67 °C, průměrný roční úhrn srážek 589 mm. Pokus s řepkou ozimou (odrůda Cortes) byl v roce 2014 založen po předplodině pšenice ozimá. Před setím orba a hnojení N 140 kg/ha, P₂O₅ 54 kg/ha, K₂O 40 kg/ha, S 40 kg/ha. Setí 15. 8. 2014 - 7 variant. Rozloha pásů variant 1- 6 byla 3000 m² tj. 12 x 250 m a kolejové řádky varianty Pesticid 1500 m² tj. 6 x 250 m. Během vegetace aplikace regulátorů, desikantů, fungicidů a insekticidů dle doporučení SRS. Sklizeň proběhla 17.7 2015.

Biometrické schéma pokusu

2014-2015	6. Pl + Man	Pesticid	5. Plazma	4. Pl + Tvi	Pesticid	3. CTRL	2. Man	Pesticid	1. Tvi
-----------	-------------------	----------	--------------	-------------------	----------	------------	-----------	----------	-----------

Lokalita Češnovice 2015 - 2016

se nachází v obilnářské výrobní oblasti (49° 02' severní šířky, 14° 21' východní délky) v nadmořské výšce 398 m. n. m. Půdní typ hnědozem. Průměrná roční teplota byla 8,84 °C, roční úhrn srážek 690 mm. Dne 24. 8. 2015 byla provedena orba s následnou aplikací hnoje v dávce 30 t/ha. Hnojení před setím P₂O₅ 50 kg/ ha, K₂O 80 kg/ha. Pokus s řepkou ozimou (odrůda Cortes) byl v roce 2015 založen po předplodině pšenice jarní. Setí 25. 8. 2015 – 6 variant. Rozloha pásů variant 1 - 5 byla 1800 m² tj. 12 x 150 m a kolejové řádky varianty Pesticid 900 m² tj. 6 x 150 m. Varianta (Pl+Man) – nebyla vůbec vyseta. Dále dne 25. 8. 2015 po zasetí bylo provedeno ošetření pozemku proti plevelům (Butisan 400 SC 2 l/ha, Clomate 0,2 l/ha, smáčedlo Grounden) a proti slimáčkům (Metarex Inov – 3 kg/ha). Po zasetí dne 7. 9. 2015 následovalo ošetření výdrolu (Agil-S 1 lt/ha) a ošetření rostlin proti dřepčíkům (Rapid – 0,1 l/ha). Dne 17. 9. 2015 se provedlo přihnojení (DAM 100 lt/ha). Dne 8. 10. 2015 následovalo další ošetření rostlin proti osenici (Nurelle D - 0,6 l/ha, Phoma a vyrovnání porostu (Toprex – 0,3 l/ha). Dále bylo aplikované kapalné hnojivo (Borosan Forte – 1 l/ha). Sklizeň proběhla 23. 7. 2016.

Biometrické schéma pokusu

2015-2016	1. Tvi	Pesticid	2. Man	3. CTRL	Pesticid	4. Pl+Tvi	5. Plazma	Pesticid
-----------	-----------	----------	-----------	------------	----------	--------------	--------------	----------

Lokalita Češnovice 2016 – 2017

se nachází v obilnářské výrobní oblasti (49° 02' severní šířky, 14° 21' východní délky) v nadmořské výšce 398 m. n. m. Půdní typ hnědozem. Průměrná roční teplota byla 8,13 °C, roční úhrn srážek 568 mm. Před setím provedena orba a hnojení, dne 10. 8. 2016 aplikace vápna 20 kg/ha a 16. 8. 2016 aplikace NPK 2 kg/ha. Pokus s řepkou ozimou (odrůda Orex) byl v roce 2016 založen po předplodině pšenice jarní. Setí 17. 8. 2016 – 8 variant. Rozloha pásů variant 1 – 7 byla 2160m² tj. 12 x 180 a kolejové řádky varianty Pesticid (odrůda Cortes) 1080 m² tj. 6 x 180. Po zasetí dne 22. 8. 2016 následovalo ošetření proti plevelům (Butisan Complete 2,3 lt/ha + smáčedlo Grounden) a dne 23. 8. 2016 ošetření proti slimáčkům (Metarex Inov - 3 kg/ha). Dále bylo provedeno ošetření porostu proti výdrolu Agil- S 1 tl/ha) a dřepčíkům to dne 10. 9. 2016 (Garland Forte 0,5 lt/ha + Vztak Active 0,2 lt/ha).

Dne 28. 9. 2016 následovalo přihnojení rostlin (DAM 100 lt/ha). Dne 30. 9. 2016 bylo provedeno opakující ošetření proti výdrolu (Targa 10 EC 0,5 lt/ha), pro lepší přezimování a ochrana proti fomové hnilobě (Caryx 0,7 lt/ha), následovalo ošetření proti osenici (Nurelle D - 0,6 lt/ha) a přihnojení kapalným hnojivem (Borosan Forte 1 l/ ha), (příloha č. 16). Sklizeň proběhla 22. 7. 2017.

Biometrické schéma pokusu

2016-2017	Plazma cortes 15ha	1. Tvi	Pesticid cortes	2. Man	3. CTRL orex	Pesticid cortes	4. Pl+Tvi	5. Plazma orex	Pesticid cortes	6. Pl+Man	7. Pesticid orex	CTRL cortes
-----------	--------------------	--------	-----------------	--------	--------------	-----------------	-----------	----------------	-----------------	-----------	------------------	-------------

4.8 Poloprovozní plošný pokus s řepkou ozimou

4.8.1 Charakteristika lokality

Lokalita Češnovice 2016 – 2017

se nachází v obilnářské výrobní oblasti (49° 02' severní šířky, 14° 21' východní délky) v nadmořské výšce 398 m. n. m. Půdní typ hnědozem. Průměrná roční teplota byla 8,13 °C, roční úhrn srážek 568 mm. Před setím provedena orba a hnojení, dne 10. 8. 2016 aplikace vápna 20 kg/ha a 16. 8. 2016 aplikace NPK 2 kg/ha. Pokus s řepkou ozimou (odrůda Cortes) byl v roce 2016 založen po předplodině pšenice jarní. Setí 17. 8. 2016 plazmaticky ošetřeného osiva na 15 ha (příloha č. 16). Sklizeň proběhla 22. 7. 2017.

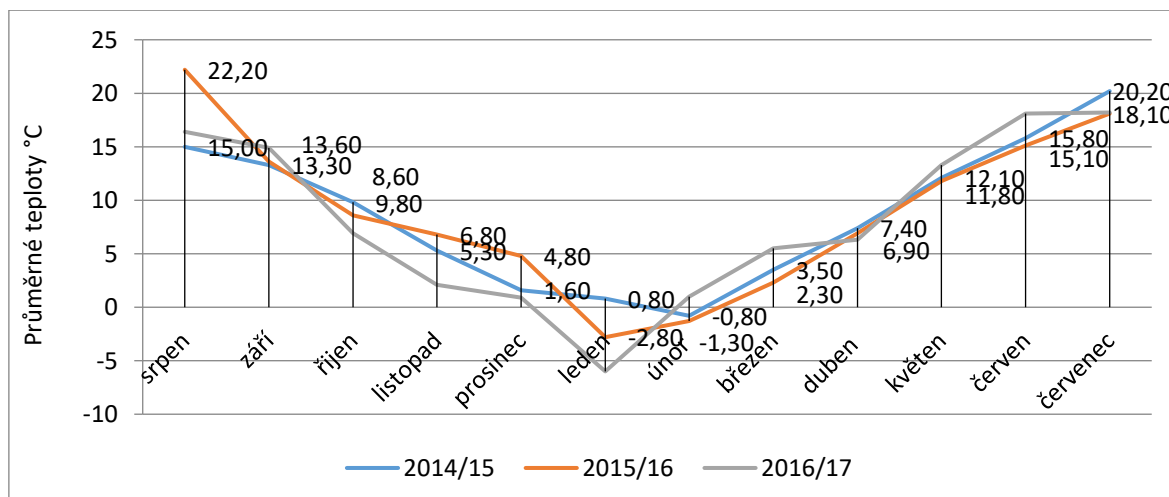
Biometrické schéma pokusu

2016-2017	Plazma cortes 15ha	1. Tvi	Pesticid cortes	2. Man	3. CTRL orex	Pesticid cortes	4. Pl+Tvi	5. Plazma orex	Pesticid cortes	6. Pl+Man	7. Pesticid orex	CTRL cortes
-----------	--------------------	--------	-----------------	--------	--------------	-----------------	-----------	----------------	-----------------	-----------	------------------	-------------

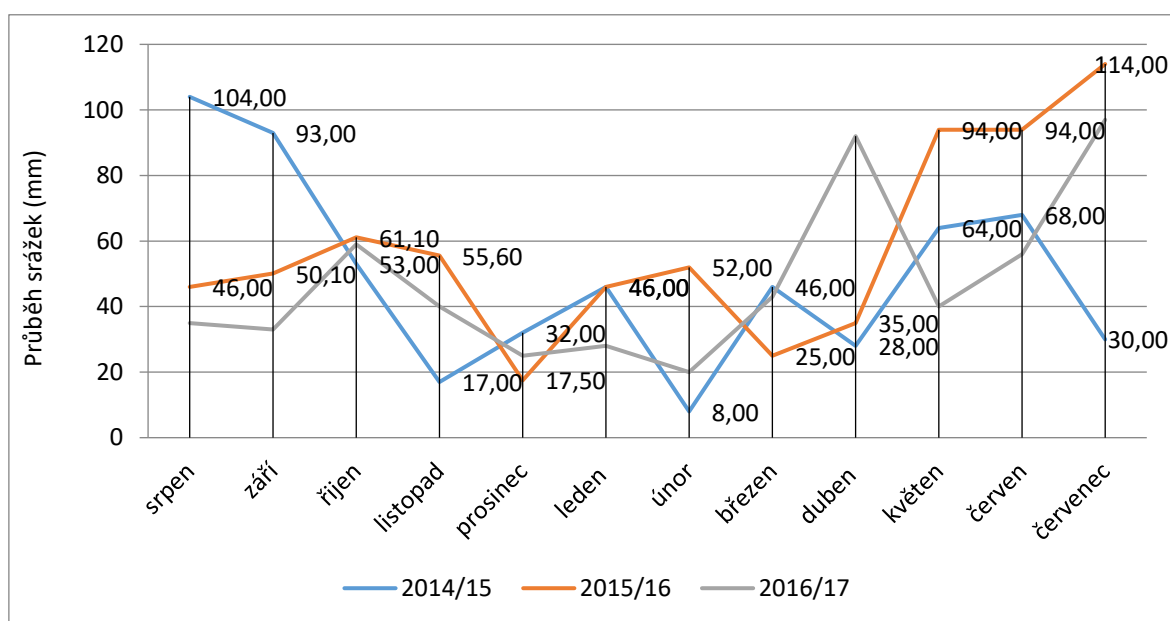
4.8.2 Meteorologické údaje

Následující grafy znázorňují průběh měsíčních teplot a úhrn srážek v letech 2014 – 2017.

Graf. 1a: Průměrné měsíční teploty v letech 2014 - 2017



Graf. 1b: Průměrný měsíční úhrn srážek v letech 2014 – 2017



4.8.3 Sledování rostlin během vegetace

1) Počet rostlin na 1m²

Počet rostlin na 1m² byl proveden pomocí čtvrt metrovky na podzim dne (31. 10. 2014, 15. 12. 2015, 13. 12. 2016) a na jaře dne (23. 03. 2015, 30. 03. 2016, 10. 04. 2017). Ve výsledkové části se pracuje s průměrnými hodnotami.

2) % přezimování rostlin

Hodnotí se hustota porostu po zimě (počet rostlin na jaře*100/ počet rostlin na podzim). Je dobrým ukazatelem odolnosti rostlin.

3) Délka hlavního kořene

Na podzim dne (16. 12. 2014, 15. 12. 2015, 13. 12. 2016) a na jaře dne (23. 03. 2015, 30. 03. 2016, 10. 04. 2017) bylo z každé varianty odebráno 10 průměrných rostlin. V laboratoři byla měřena délka kořene pomocí pravítka od začátku kořenového krčku do konce kořenové čepičky.

4) Průměr kořenového krčku

Na podzim dne (16. 12. 2014, 15. 12. 2015, 13. 12. 2016) a na jaře dne (23. 03. 2015, 30. 03. 2016, 10. 04. 2017) bylo z každé varianty odebráno 10 průměrných rostlin. V laboratoři byl měřen průměr kořenového krčku pomocí posuvného měřítka. Průměr kořenového krčku je užitečné kritérium pro posouzení stavu porostu před zimou.

5) Výška vegetačního vrcholu

Na podzim dne (16. 12. 2014, 15. 12. 2015, 13. 12. 2016) a na jaře dne (23. 03. 2015, 30. 03. 2016, 10. 04. 2017) bylo z každé varianty odebráno 10 průměrných rostlin. V laboratoři byla měřena výška vegetačního vrcholu pomocí posuvného měřítka.

6) Výška rostliny

Na podzim dne (16. 12. 2014, 15. 12. 2015, 13. 12. 2016) a na jaře dne (23. 03. 2015, 30. 03. 2016, 10. 04. 2017) bylo z každé varianty odebráno 10 průměrných rostlin. V laboratoři byla zjišťována výška rostliny. Výška rostlin je na podzim ovlivňována délkou kořene a výškou vegetačního vrcholu, na jaře je ovlivňována délkou kořene a výškou stonku.

7) Počet pravých listů

Na podzim dne (16. 12. 2014, 15. 12. 2015, 13. 12. 2016) a na jaře dne (23. 03. 2015, 30. 03. 2016, 10. 04. 2017) bylo z každé varianty odebráno 10 průměrných rostlin. V laboratoři byl počítán celkový počet listů v listové růžici. Dále bylo u průměrných rostlin měřeno u 6 listů šířka a délka listu pro určení listové plochy ($LA = \text{délka} \cdot \text{šířka} \cdot \text{koeficient } 0,00758$).

8) Průběh kvetení

Na jaře dne 12. 5. 2017 proběhlo hodnocení porostu řepky odrůdy Orex v době květu pomocí dronu s termo-kamerou (příloha č. 20)

9) Počet větví I řádu

V létě dne (29. 06. 2015, 09. 07. 2016, 03. 07. 2017) bylo z každé varianty odebráno 10 průměrných rostlin. U všech rostlin byl spočítán celkový počet větví I řádu.

10) Celkový počet šesulí na 1 rostlině

V létě dne (29. 06. 2015, 09. 07. 2016, 03. 07. 2017) bylo z každé varianty vybrány tři průměrné rostliny, spočítán celkový počet šesulí na rostlině.

11) Velikost šesulí

V létě dne (29. 06. 2015, 09. 07. 2016, 03. 07. 2017) bylo z každé varianty vybráno 40 průměrných šesulí. U šesulí byla měřena délka a šířka šesulí. Délka šesulí byla měřena pomocí pravítka od začátku báze směrem k vrcholu, který je často ukončen zobáčkem. Šířka šesulí byla měřena pomocí posuvného měřítka

12) Počet semen v šesuli

Počet semen v šesuli byl počítán u 40 šesulí dne (29. 06. 2015, 09. 07. 2016, 03. 07. 2017), aritmetickým průměrem byl vypočítán průměrný počet semen v šesuli.

13) Zjišťování výskytu chorob (druhy původců onemocnění rostlin a procentuální napadení)

U řepky ozimé byl v poloprovozních pokusech sledován na listech výskyt následujících chorob: *Peronospora parasitica*, *Botrytis cinerea*, na listech a uvnitř kořenového krčku *Leptosphaeria maculans*, na listech a šesulích *Alternaria brassicae*, na stoncích *Sclerotinia sclerotiorum*.

Poškození kořenového krčku bylo hodnoceno podle stupnice: 0 = žádná infekce, 1 = malá infekce, skvrny na povrchu, 3 = malé skvrny povrch s omezenou nekrotizací, 5 = silná viditelnost nekrotického materiálu v kořenovém krčku. Poškození listové plochy bylo hodnoceno podle stupnice – 1 %, 5 %, 25 %, 50 %. Poškození stonku bylo hodnoceno podle stupnice: 0 = žádná infekce, 1 = malé povrchové skvrny, 3 = větší povrchové skvrny, 5 = větší skvrny, které pronikají hlouběji do stonku. Poškození šesulí hodnoceno podle stupnice: 1 %, 5 %, 10 %, 25 %. Hodnocení bylo provedeno podle metodiky (Bulletin OEPP, 2003; Söchting a kol., 2004).

14) Zjišťování výskytu škůdců

U řepky ozimé bylo v poloprovozních pokusech sledováno poškození rostlin následujícími škůdci rodu *Deroceras*, rodu *Phyllotreta*, *Ceutorhynchus napi*, *Ceutorhynchus pallidactylus*, *Meligethes aeneus*, *Ceutorhynchus obstrictus*, *Dasineura brassicae*. Při hodnocení napadení rostlin škůdci byla použita následující stupnice: 0 % - rostliny zdravé, 1 - 25 % rostliny slabě napadené, 26 – 50 % rostliny středně napadené, 51 – 75 % rostliny silně napadené, 76 – 100 % rostliny velmi silně napadené (Zvára a Voženílková, 1992; Bittner, 2006).

15) Hmotnost kořenů, hmotnost nadzemní části rostliny, % sušiny

Hmotnost kořenů a hmotnost nadzemní části rostlin bylo stanoveno u 10 rostlin z každé varianty vážením před a po usušení na automatických vahách. Poté bylo vypočítáno % sušiny.

4.8.4 Posklizňové rozbory vzorků

1) Výnos semen

Skutečný výnos semen řepky byl zjištěn u každé varianty. Po sklizni bylo osivo zváženo na vahách a tímto způsobem byl zjištěn skutečný výnos. Silniční váha

2) Hmotnost tisíce semen (HTS)

V plné zralosti semen byla stanovena hmotnost tisíce semen. Pomocí počítačky semen bylo odpočítáno dvakrát 500 semen a zváženo.

Legenda

CMC 1 % - Carboxymethylcelulóza

ČB – lokalita České Budějovice

GDA – plazmový výboj typu Gliding Arc

GI - (Germination Index) Standardní test klíčivosti

HTZ – hmotnost tisíce zrn

HTS- hmotnost tisíce semen

Kontrola – nemořené obilky, semena

Kontrola výchozí obilky – obilky pšenice bez umělé infekce

Kontrola *T. virens* - osivo pšenice uměle infikováno houbou *Trichoderma virens*

Man – obilky, semena ošetřena houbou *Metarhizium anisopliae*

Pesticid - Fungicidní ošetření ječmene - Raxil Star, Fungicidní moření řepky Vitavax + Sepiret

Plazma – osivo, semena ošetřena pomocí GDA

PI+Man – Plazma + *Metarhizium anisopliae*

PI+Tvi - Plazma + *Trichoderma virens*

Tvi – obilky, semena ošetřena houbou *Trichoderma virens*

T. virens - houba *Trichoderma virens*

5. Výsledky

5.1 Vliv fyzikálního ošetření na houbu *T. virens*

Hodnotil se vliv působení fyzikálního plazmatu na modelovou houbu *T. virens*. Během ošetření byl modelový organismus *T. virens* vystaven plazmatu po různou dobu a ve dvou vzdálenostech od ústí trysky. U této houby se sledovalo jak jednotlivé složky (teplota, UV záření, oxidační radikály) a parametry plazmatu (vzdálenost trysky, průtok vzduchu, atmosférický tlak a doba ošetření) ovlivňují klíčivost a živostnost spor. Účinnost byla hodnocena pomocí laboratorního testu klíčivosti. Dále následovaly kontrolní testy, které sloužily k ověření funkčnosti technologie (stanovení fyzikálních parametrů ošetření, standardizace postupů pro ošetření semen, stanovení optimálních vzdáleností trysky od povrchu semen a doby expozice, stanovení energetické náročnosti procesu).

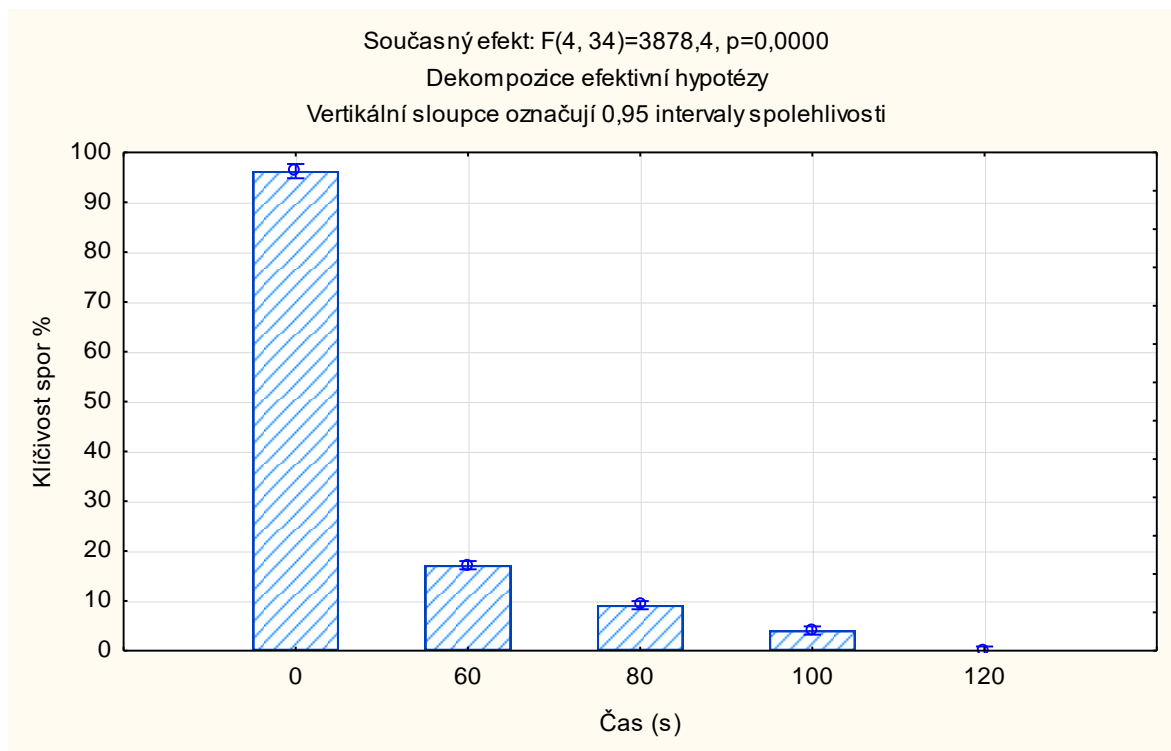
Tabulka č. 1: Vliv vzdálenosti a doby působení trysky nízkoteplotního plazmování na klíčivost (%) spor houby *T. virens*.

Vzdálenost	Doba ošetření (s)	Mean±STDV	HSD 95 %
3 cm	Kontrola	96,26±0,40	a
	60	17,16±1,24	b
	80	9,14±1,01	c
	100	4,05±0,99	d
	120	0,00±0,00	e
4 cm	kontrola	95,10±1,91	a
	60	44,81±0,55	b
	80	29,39±0,70	c
	100	20,08±0,78	d
	120	4,30±0,80	e

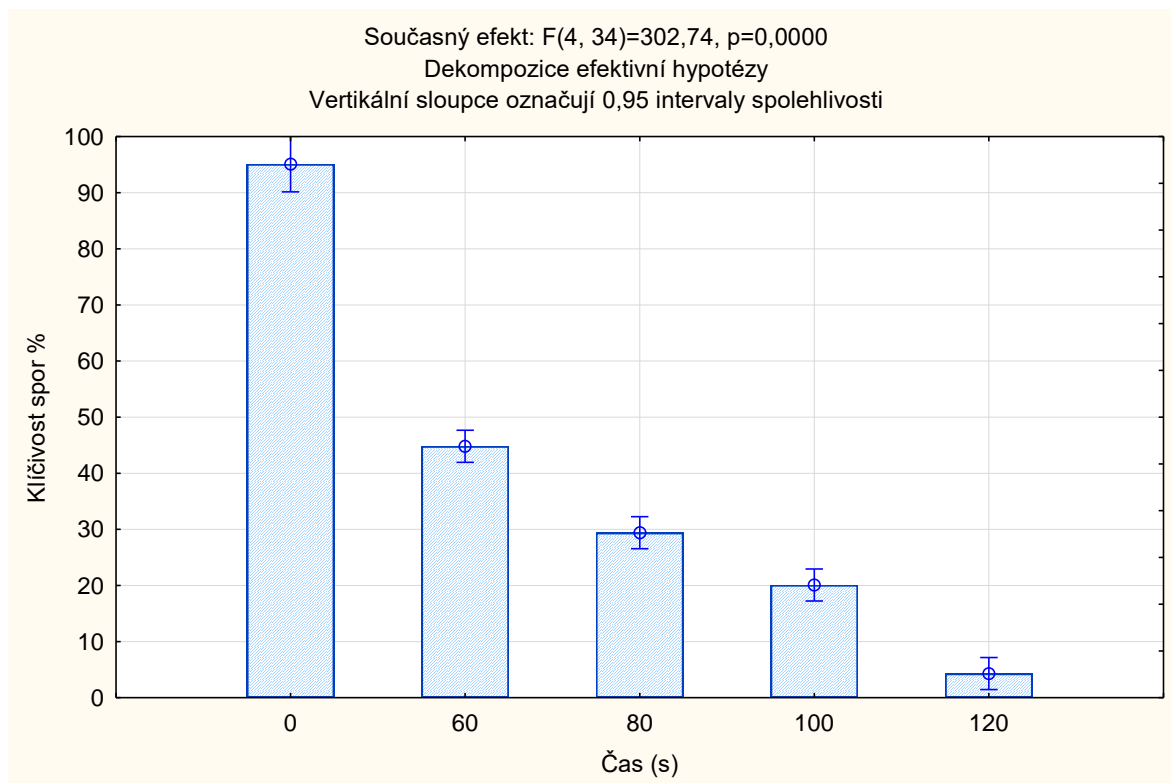
a, b, c.. Průměry ve sloupci se stejným písmenkem nejsou statisticky rozdílné (ANOVA, Tukey HSD test).

T. virens v kontrole bez ošetření GDA dosahovala 95 – 96 % klíčivosti spor s GI 2. U ošetřených terčíků plazmou ve vzdálenosti 3 cm od trysky a dobou působení 120 s došlo ke 100 % úmrtnosti spor, GI se rovnalo 0 (tabulka č. 1, graf č. 1a). Naopak při vzdálenosti 4 cm od trysky přežívaly ještě 4 % spor (tabulka č. 1, graf č. 1b). S rostoucí dobou působení trysky na terčíky klesala životnost spor. Průběh teplot při vystavení terčíků GDA ve vzdálenosti 3, 4 cm s různým časem ošetření znázorňuje (příloha č. 2).

Graf č. 1a: Hodnocení klíčivosti spor houby *T. virens* po vystavení GDA vzdálenosti 3 cm.



Graf č. 1b: Hodnocení klíčivosti spor houby *T. virens* po vystavení GDA vzdálenosti 4 cm.



Účinnost ošetření terčků kultury *T. virens* nízkoteplotním plazmatem, resp. vliv expozice nízkoteplotního plazmatu na vitalitu a životnost spor byla hodnocena 24 hodin po vystavení GDA stanovením klíčivosti spor. Při vzdálenosti trysky 3 cm ($F = 2659,98$; $df = 4,34$; $p = 0,0000$) a 4 cm ($F = 159,02$; $df = 4,34$; $p = 0,0000$) od terčků bylo prokázáno, že mezi skupinami existuje statisticky vysoce významný rozdíl (graf č. 1a,b).

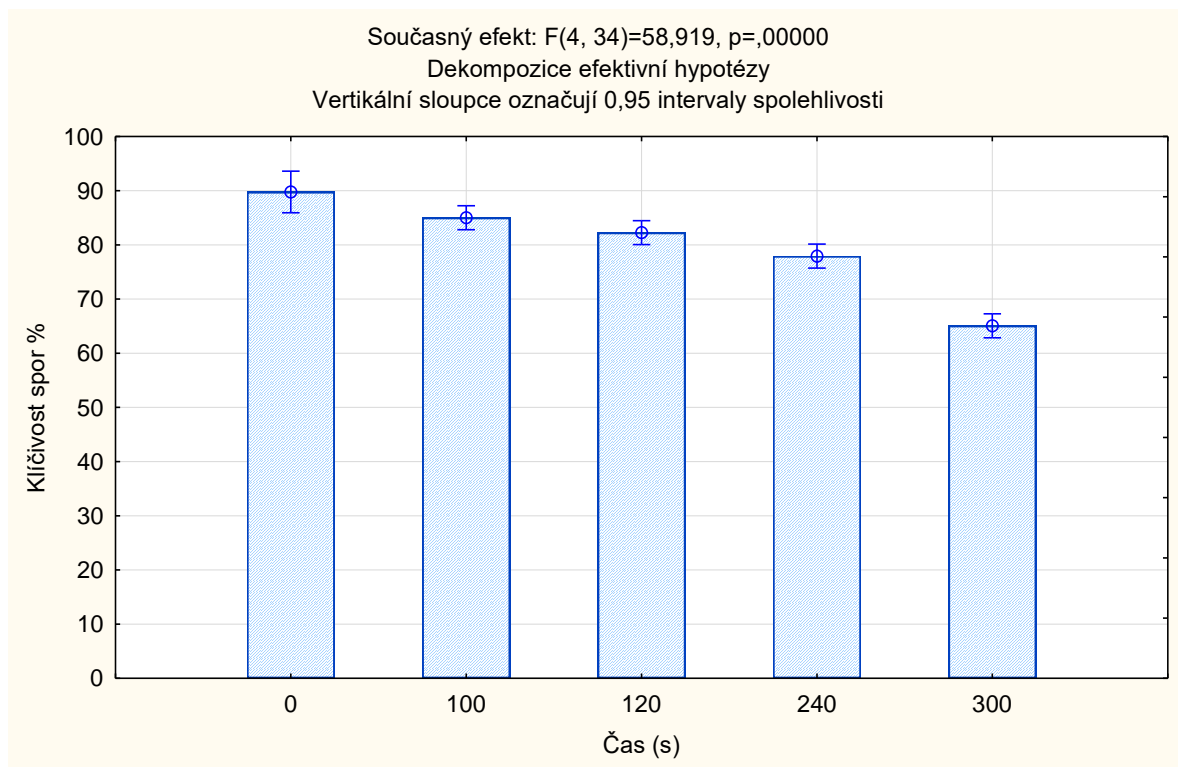
Tabulka č. 2: Hodnocení vlivu UV záření na klíčivost spor.

Vzdálenost	Doba ošetření (s)	Mean±STDV	HSD 95 %
3 cm	kontrola	89,76±5,41	c
	100	85,01±2,80	bc
	120	82,24±0,90	ab
	240	77,93±4,66	d
	300	65,07±2,78	a
4 cm	kontrola	97,13±0,79	c
	100	91,72±1,33	bc
	120	89,33±1,16	ab
	240	86,23±1,61	d
	300	80,66±1,51	a

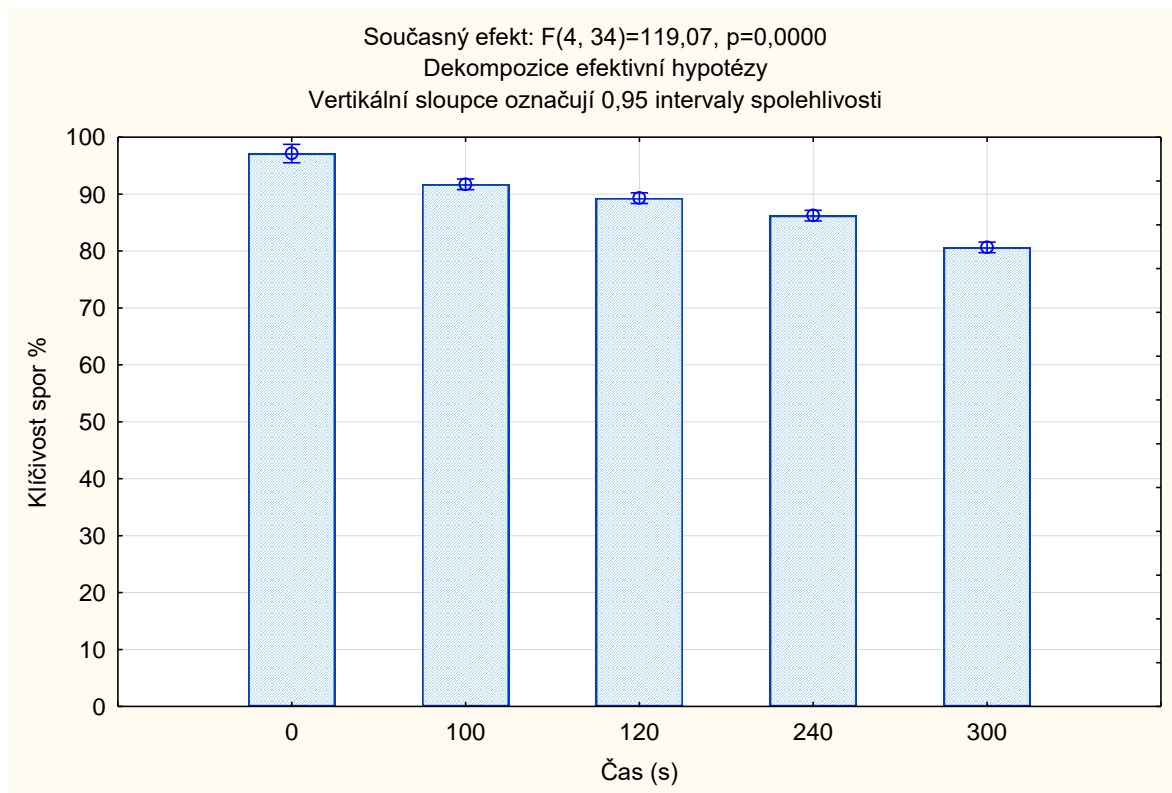
a, b, c.. Průměry ve sloupci se stejným písmenkem nejsou statisticky rozdílné (ANOVA, Tukey HSD test).

T. virens v kontrole bez ošetření plazmou dosahovala 89 – 97 % klíčivosti spor s GI 1,5 - 2. Po překrytí terčků křemičitým sklem při plazmatickém ošetření došlo ke snížení průchodu tepla na terčiky a tím si spory zachovávaly schopnost vysoce klíčit. Spory při vzdálenosti trysky 3 cm od terčků s dobou působení až 300 s dosahovaly 65 % klíčivosti a při vzdálenosti 4 cm dosahovaly až 80 % klíčivosti (tabulka č. 2, graf č 2a,b).

Graf č. 2a: Efekt klíčivosti spor kultury *T. vires* po vystavení GDA vzdálenosti 3 cm a překrytí křemičitým sklem.



Graf č. 2b: Efekt klíčivosti spor kultury *T. vires* po vystavení GDA vzdálenosti 4 cm a překrytí křemičitým sklem.



Efekt účinnosti ošetření terčíků kultury *T. vires* a působení UV na klíčivost spor byl hodnocen 24 hodin po vystavení GDA. Při vzdálenosti trysky 3 cm ($F = 47,859$; $df = 4,34$;

$p = 0,0000$) a 4 cm ($F = 117,07$; $df = 4,34$; $p = 0,0000$) od terčků s křemičitým sklem bylo prokázáno, že mezi skupinami existuje statisticky vysoce významný rozdíl (Graf č. 2a, 2b).

Tabulka č. 3: Vliv teploty na klíčivost spor.

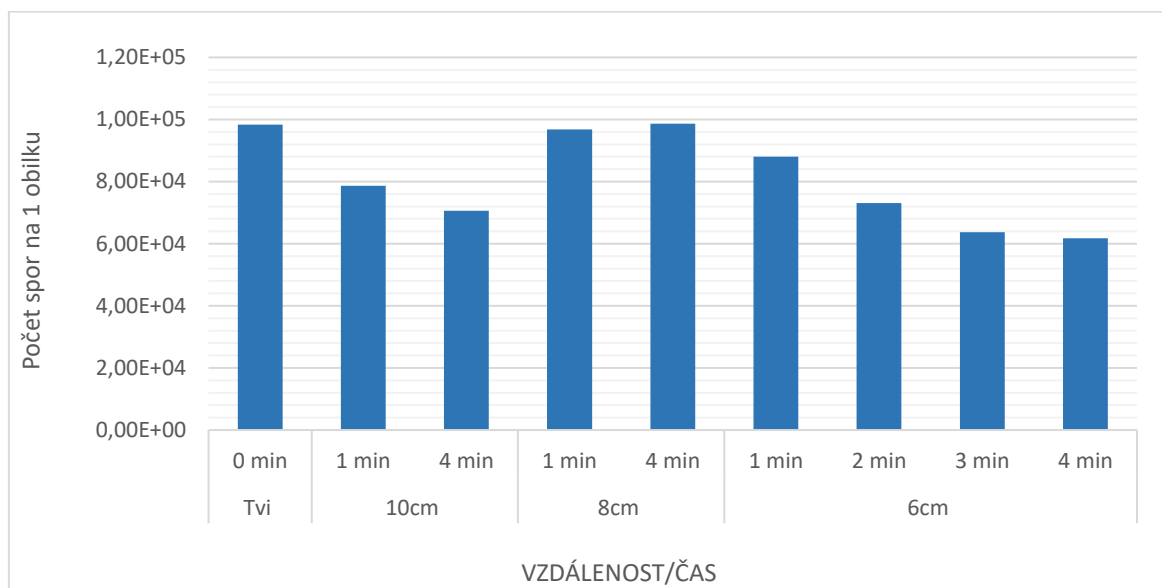
Teplota °C	Čas s	Klíčivost spor %
0	0	95,35
130	60	87,39
	80	75,44
	100	42,80
	120	33,14
190	60	51,97
	80	11,65
	100	4,31
	120	2,81
250	60	0,00
	80	0,00
	100	0,00
	120	0,00

Vliv teploty na klíčivost spor kultury *T. virens* byl hodnocen po 24 hodinách po vystavení terčků horkému vzduchu v horkovzdušné troubě. Po vystavení terčků teplotě 130 °C s dobou ošetření 60 – 120 s se klíčivost spor pohybovala od 87,39 % do 33,14 %. Při teplotě 190 °C s dobou ošetření 60 – 120 s byla klíčivost 51,97 % až 2,81 % a při teplotě 250 °C klesla klíčivost spor na 0 %. Naproti tomu terčky, které nebyly vystaveny horkému vzduchu, vykazovaly až 95 % klíčivost spor (tabulka č. 3).

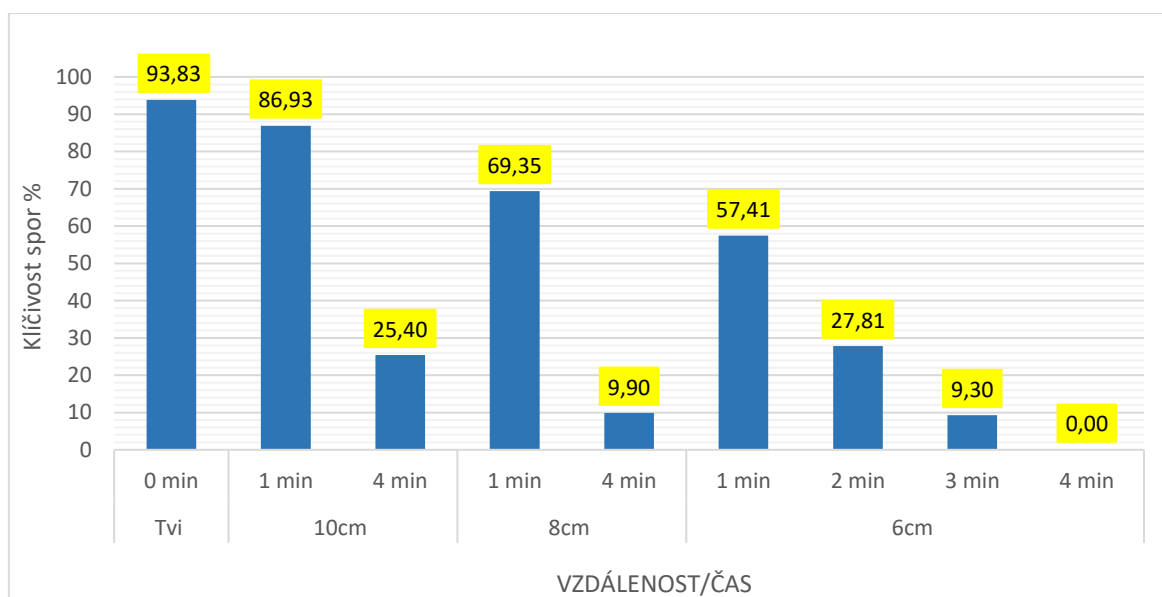
5.2 Umělá infekce osiva a následné fyzikální ošetření

Umělá infekce osiva pšenice houbou *T. virens* vytvářela imitaci povrchové mikroflóry (za patogeny *Fusarium*, *Alternaria*, aj.). Po záměrné umělé infekci obilek a následném GDA se hodnotila koncentrace a vitalita spor na jednu obilku u jednotlivých variant. Provádělo se hodnocení vlivu ošetření nízkoteplotním plazmatem na povrchovou mykofloru obilek. Následně byly založeny testy klíčivosti, kde se hodnotila energie klíčení, laboratorní klíčivost, index délky kořínků, index délky klíčků a počet kořínků.

Graf č. 3a: Stanovení počtu spor na 1 obilku pšenice jarní po umělé infekci a následném GDA plazmování.



Graf č. 3b: Stanovení vitality spor po jejich vymytí z umělé infekce obilek a následném GDA plazmování.



Po záměrné umělé infekci obilek pšenice se hodnotila koncentrace spor na jednu obilku u jednotlivých variant. Na kontrolních *T. vires* obilkách bez plazmatického ošetření ulpělo $9,84 \times 10^4$ spor s 94 % klíčivostí. U obilek ošetřených plazmaticky ve vzdálenosti trysky 10 cm s dobou ošetření 1 minuta ulpělo $7,87 \times 10^4$ spor s 87 % klíčivostí a s dobou ošetření 4 minuty ulpělo $7,06 \times 10^4$ spor s 25 % klíčivostí. U obilek ošetřených plazmaticky ve vzdálenosti trysky 8 cm s dobou ošetření 1 minuta ulpělo $9,68 \times 10^4$ spor s 69 % klíčivostí a s dobou ošetření 4 minuty ulpělo $8,97 \times 10^4$ spor s 10 % klíčivostí. Na závěr u obilek ošetřených pouze ve vzdálenosti trysky 6 cm s dobou ošetření 1 minuta ulpělo $8,80 \times 10^4$ spor s 57 % klíčivostí a s dobou ošetření 4 minuty ulpělo $6,18 \times 10^4$ spor s 0 % klíčivostí (graf č. 3a,b).

Tabulka č. 4a: Hodnocení průběhu klíčení obilek 3. den po umělé infekci a plazmatickém ošetření.

Varianta	Čas (minuty)	Počet kořínků	Délka zárodečného kořínku (cm)	Délka koleoptile (cm)
Kontrola (výchozí obilky)	0	1,86±1,02	2,11±0,82	1,03±0,34
Kontrola <i>T. virens</i>	0	2,27±0,99	2,52±0,99	1,10±0,81
6 cm	1	2,22±1,11	2,49±1,25	1,14±0,56
	2	2,51±0,87	2,71±0,94	1,15±0,44
	3	0,98±0,59	1,33±0,75	0,86±1,0,35
	4	0,28±0,51	0,39±0,72	0,42±0,49
8 cm	1	2,33±1,01	2,61±1,08	1,21±0,58
	4	0,81±0,87	0,90±0,86	0,71±0,49
10 cm	1	2,23±1,02	2,42±0,98	1,12±0,42
	4	2,17±1,07	2,31±1,05	1,12±0,56

Tabulka č. 4b: Hodnocení průběhu klíčení obilek 7. den po umělé infekci a plazmatickém ošetření.

Varianta	Čas (minuty)	Počet kořínků	Délka zárodečného kořínku (cm)	Délka koleoptile (cm)
Kontrola (výchozí obilky)	0	2,88±0,50	3,80±0,75	3,75±0,77
Kontrola <i>T. virens</i>	0	2,93±0,39	3,91±0,52	3,88±1,10
6 cm	1	2,89±0,52	3,80±0,75	3,58±0,96
	2	2,96±0,36	3,91±0,51	3,81±0,66
	3	2,70±0,89	3,59±1,20	3,46±1,23
	4	2,51±1,05	3,22±4,42	2,81±1,43
8 cm	1	2,82±0,70	3,73±0,95	3,52±1,03
	4	2,75±0,90	3,61±1,20	3,40±1,21
10 cm	1	2,85±0,65	3,79±0,88	3,54±0,93
	4	2,84±0,64	3,73±0,87	3,45±1,00

Tabulka č. 4c: Hodnocení procenta klíčivosti a zdravotního stavu infikovaných obilek po plazmatickém ošetření.

Vzdálenost trysky	Čas minuty	Klíčivost		Zdravé obilky	
		3. den	7. den	3. den	7. den
Kontrola (výchozí obilky)	0	95,50±0,34	97,00±0,77	94,50±2,50	91,00±1,00
Kontrola <i>T. virens</i>	0	96,50±0,40	99,00±0,55	99,00±0,00	95,00±0,00
6 cm	1	90,50±0,56	96,00±0,96	92,50±0,50	91,00±0,00
	2	96,50±0,44	98,50±0,66	96,50±0,50	90,50±0,50
	3	86,00±0,35	90,00±1,23	95,00±0,00	91,00±0,00
	4	41,50±0,49	85,50±1,43	96,00±1,00	94,00±1,00
8 cm	1	95,00±0,58	95,50±1,03	93,50±0,50	90,00±0,00
	4	69,00±0,49	91,00±1,22	93,00±1,00	92,00±1,00
10 cm	1	96,00±0,42	96,50±0,93	96,50±1,50	91,00±1,00
	4	91,50±0,56	98,50±1,00	95,00±0,00	93,00±0,00

Po umělé infekci a následném plazmatickém ošetření se třetí a sedmý den na klícidlech (2 x 100 obilek) hodnotila biologická účinnost obilek. Byl hodnocen vliv vzdálenosti trysky od obilek a doba ošetření na délku kořínků, počet kořínků, délku koleoptile, energii klíčení a na zdravotní stav. Třetí den se energie klíčovosti obilek pohybovala od 41 do 96 % z 92 – 99 % zdravých obilek. Klíčivosti 96 % dosahovaly kontrolní *T. virens* obilky spolu s plazmaticky ošetřenými 6 cm 2 minuty, 10 cm 1 minuta. Výchozí kontrolní obilky bez umělé infekce spolu s plazmaticky ošetřenými 8 cm 1 minuta dosahovaly 95 % klíčivosti. Nejmenší energii klíčení dosahovaly obilky po plazmatickém ošetření 6 cm 4 minuty a to pouze 41 %, dále obilky ošetřené 8 cm 4 minuty 69 % a 6 cm 3 minuty 86 %. U ostatních variant dosahovala energie klíčení 91% (tabulka č. 4c). Největší počet zdravých obilek se vyskytoval u kontrolních *T. virens* obilek. Naproti tomu výchozí kontrolní obilky měly pouze 94 % zdravých obilek. Ostatní varianty měly 93 – 95 % zdravých obilek (tabulka č. 4c). Primární zárodečný kořínek o velikosti 0,5 – 1,5 cm vytvořily pouze obilky ošetřené 6 cm 3 a 4 minuty dále 8 cm 4 minuty, na opačném konci obilky prorůstal klíček pod pluchou a vytvářel bílou špičku. Ostatní varianty vytvořily 2 kořínky v délce 2 – 2,5 cm s koleoptilem do velikosti obilky (tabulka č. 4a, příloha č. 4).

Sedmý den se laboratorní klíčivost pohybovala od 85 do 99 % z 90 – 95 % zdravých obilek. Nejvyšší klíčivosti 99 % dosahovaly kontrolní *T. virens* obilky, naopak nejnižší klíčivosti 85 % dosahovaly obilky ošetřené plazmaticky 6 cm 4 minuty. Pouze 90 % klíčivosti dosahovaly obilky ošetřené 6 cm 3 minuty a 8 cm 4 minuty. Kontrolní výchozí obilky dosahovaly klíčivosti 97 %. U ostatních variant se laboratorní klíčivost pohybovala od 96 – 98 % (tabulka č. 4c). Nejvyšší počet zdravých obilek se vyskytoval u kontrolních *T. virens* obilek. Naproti tomu výchozí kontrolní obilky a obilky ošetřené 6 cm 1, 2, 3 minuty, 10 cm 1 minuta měly pouze 91 % zdravých obilek. Ostatní varianty měly 92 – 94 % zdravých obilek (tabulka č. 4c). Všechny obilky v daných variantách vytvořily 3 zárodečné kořínky o délce 3,5 – 4 cm a velikostí koleoptile 3,5 – 4 cm (tabulka č. 4b).

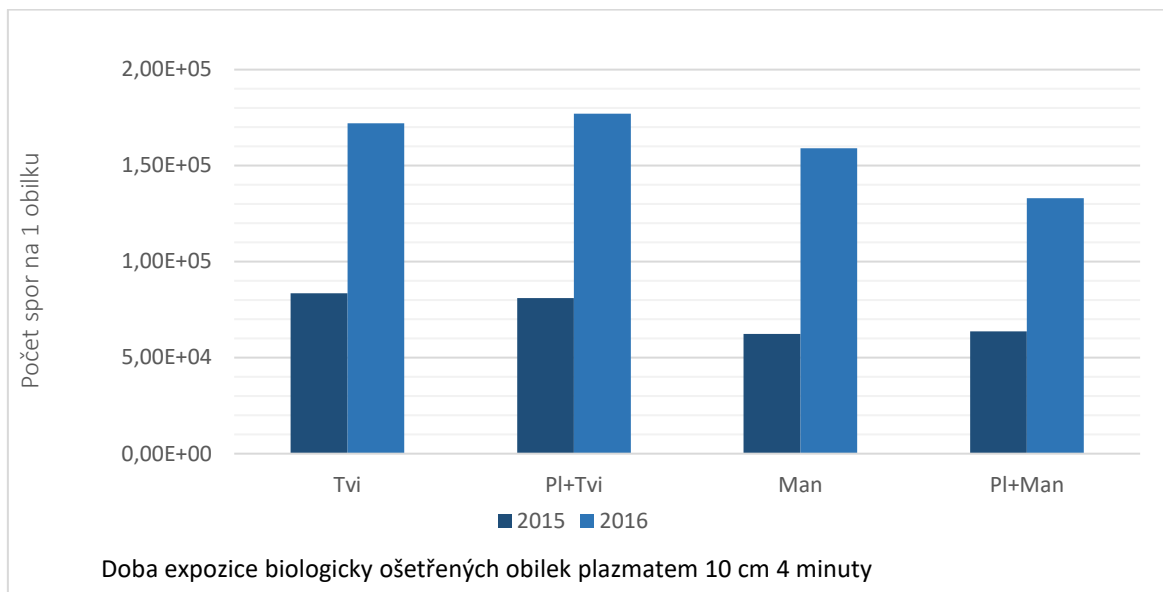
5.3 Maloparcelkové pokusy s ječmenem jarním

Testy na obilkách ječmene představovali aplikaci ověřené pilotní technologie. Obilky ječmene byly vybrány z hlediska velikosti semen, chemického složení. U sladovnického ječmene jarního (odrůda Francin) se hodnotila účinnost fyzikálního ošetření obilek nízkoteplotním plazmatem (GDA), biologického ošetření kulturou mykoparazitické houby *T. virens* a kulturou entomopatogenní houby *M. anisopliae*. Před založením polního pokusu se v laboratoři provádělo stanovení počtu, vitality spor. Zakládaly se testy klíčivosti, kde se hodnotila energie klíčení, laboratorní klíčivost, index délky kořínků, index délky klíčků a počet kořínků. Dále se zakládaly laboratorní testy vzcházivosti. V porostu byl sledován vliv lokality, ročníku a ošetření na vývoj porostu, zdravotní stav a výnosové parametry.

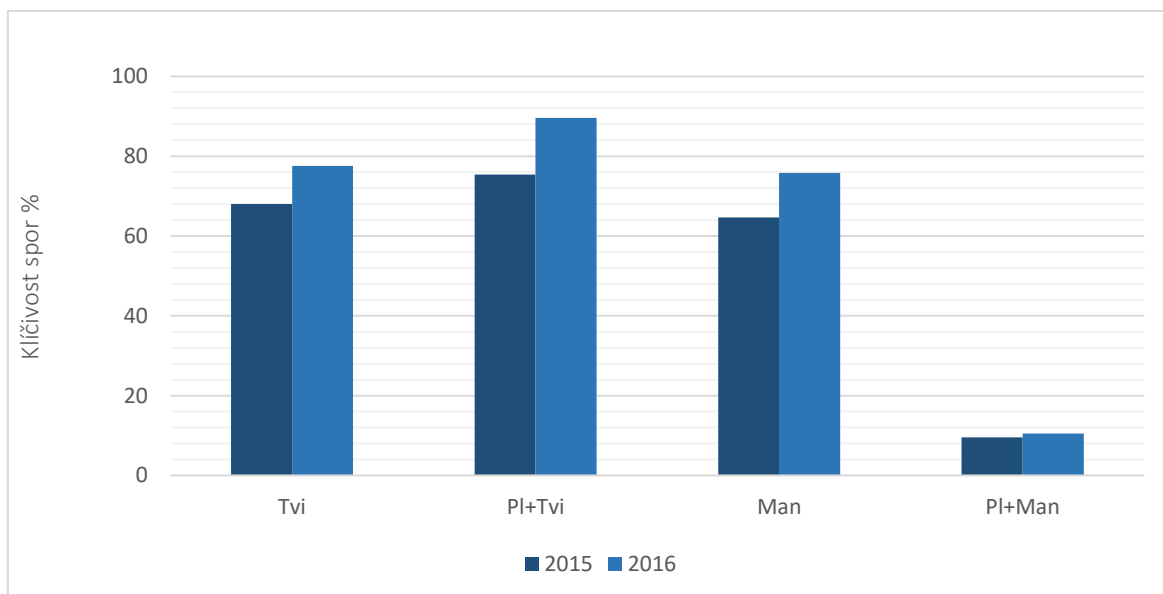
5.3.1 Stanovení počtu a vitality spor

Po plazmatickém ošetření osiva a následném biologickém se hodnotila koncentrace a vitalita spor na jednu obilku v jednotlivých variantách. Na kontrolních *T. virens* obilkách bez plazmatického ošetření ulpělo v roce 2015 - $8,35 \times 10^4$ spor s 68 % klíčivostí a v roce 2016 - $1,72 \times 10^5$ spor se 77 % klíčivostí. U obilek ošetřených plazmaticky a následně suspenzí *T. virens* ulpělo v roce 2015 – $8,10 \times 10^4$ spor se 75 % klíčivostí a v roce 2016 - $1,77 \times 10^5$ spor s 89 % klíčivostí. Na obilkách ošetřených *M. anisopliae* ulpělo v roce 2015 $6,23 \times 10^4$ spor s 64 % klíčivostí a v roce 2016 – $1,59 \times 10^5$ spor se 75 % klíčivostí. U obilek ošetřených plazmaticky a následně suspenzí *M. anisopliae* ulpělo v roce 2015 - $6,37 \times 10^4$ spor a v roce 2016 – $1,33 \times 10^5$ spor s 11 % klíčivostí (graf č. 4a,b).

Graf č. 4a: Stanovení počtu spor na 1 obilku ječmene jarního po GDA plazmování a následného biologického ošetření.



Graf č. 4b: Stanovení vitality spor po jejich vymytí z obilků po GDA plazmování a následného biologického ošetření.



5.3.2 Hodnocení parametrů energie klíčivosti osiva

Tabulka č. 5a: Hodnocení průběhu klíčení osiva ihned po ošetření a těsně před setím.

Varianta	Rok	Počet kořínků	Index délky kořínku	Index délky klíčku	Energie klíčivosti (%)	Zdravé rostliny (%)
Kontrola	2015	5,43±1,18	3,65±0,77	2,55±1,09	98	78
	2016	4,56±0,99	2,79±0,41	2,69±0,47	97	88
Pesticid	2015	4,11±1,35	2,02±0,77	0,56±0,68	99	100
	2016	4,16±0,66	2,74±0,44	2,73±0,45	97	95
Plazma	2015	5,66±0,82	3,89±0,40	2,71±0,89	100	64
	2016	4,26±0,77	2,71±0,52	2,66±0,54	99	81
Pl+Tvi	2015	5,19±1,43	3,29±1,10	1,97±1,24	99	84
	2016	4,50±0,81	2,77±0,49	2,88±0,46	99	89
Pl+Man	2015	5,52±1,18	3,75±0,68	2,65±1,12	98	69
	2016	4,31±1,13	2,59±0,70	2,66±0,68	96	78
Tvi	2015	5,65±0,95	3,76±0,60	2,47±0,83	99	72
	2016	4,27±1,05	2,69±0,72	2,68±0,68	96	84
Man	2015	5,55±1,15	3,77±0,65	2,54±1,15	99	83
	2016	4,31±0,88	2,66±0,59	2,65±0,59	98	76

Tabulka č. 5b: Hodnocení průběhu klíčení osiva po plazmování a 10. měsících skladování.

Varianta	Počet kořínků	Index délky kořínku	Index délky klíčku	Energie klíčivosti (%)	Zdravé rostliny (%)
Kontrola	5,19±1,07	2,84±0,74	1,31±1,12	100	74
Pesticid	4,77±1,10	2,43±0,75	1,06±0,98	100	100
Plazma	5,71±0,77	2,90±0,33	2,77±0,80	100	70
Pl+Tvi	5,26±0,94	2,65±0,67	2,08±0,89	99	81
Pl+Man	5,01±1,25	2,44±0,86	2,03±1,15	98	74
Tvi	5,41±1,18	2,59±0,83	1,88±1,00	100	74
Man	5,45±0,96	2,52±0,71	2,05±1,15	100	85

U ječmene jarního odrůdy Francin se před založením porostu v letech 2015 - 2016 hodnotila 3. den na klícidlech energie klíčivosti a zdravotní stav obilek, dále parametry: index délky kořínků, index délky klíčků a počet kořínků. V roce 2015 bylo v kontrolní variantě, Pl+Man 98 % klíčivých obilek, nejvyšší energii klíčivosti dosahovala varianta Plazma. Obilky ostatních variant měly až 99 % energii klíčivosti. Zdravotní stav obilek se pohyboval od 65 % u varianty Plazma do 100 % u varianty Pesticid. U variant Pl+Man, Tvi bylo 70 % zdravých obilek a u variant Kontrola, Pl+Tvi, Man dokonce až 80 %. Obilky testovaných variant vytvořily 5 kořínků v délce 3 – 4 cm, kromě varianty Pesticid, která vytvořila pouze 4 kořínky o délce 2 cm. Koleoptil obilky u varianty Pesticid měl pouze bílou špičku a u ostatních variant byl dvakrát delší než délka obilky. V roce 2016 měly obilky variant Pl+Man, Tvi 96 % energii klíčivosti, zato varianty Plazma, Pl+Tvi až 99 % klíčivost. U ostatních variant dosahovala energie klíčivosti 97 %. Zdravotní stav obilek se pohyboval od 76 % u varianty Man do 95 % u varianty Pesticid. U ostatních variant byl počet zdravých obilek přes 80 %. Obilky všech variant vytvořily 4 kořínky o velikosti 2,5 cm a délkou koleoptile dvakrát delší než délka obilky (tabulka č.5a, příloha č. 7, 8).

Parametry energie klíčivosti obilek se hodnotili i po 10. měsících skladování. Obilky variant Pl+Tvi, Pl+Man dosahovaly 98 – 99 % klíčivosti, zato ostatní obilky až 100 % energii klíčivosti. Zdravotní stav obilek se pohyboval od 74 % u variant Kontrola, Pl+Man, Tvi do 100 % u varianty Pesticid. U varianty Plazma bylo 70 % zdravých obilek a u variant Pl+Tvi, Man přes 80 %. Obilky varianty Pesticid vytvořily 4 kořínky o délce 2,5 cm a délkou koleoptile do velikosti obilky. Ostatní varianty vytvořily 5 kořínků o velikosti 2,5 – 3 cm a délkou koleoptile dvakrát delší než délka obilky (tabulka č. 5b).

5.3.3 Hodnocení laboratorní vzcházivosti v %

Tabulka č. 6: Hodnocení vzcházivosti obilek po ošetření ve firmě SurfaceTreat.

Varianta	2015	2016
Kontrola	95	99
Pesticid	91	98
Plazma	98	100
Pl+Tvi	94	95
Pl+Man	93	98
Tvi	98	98
Man	93	100

U ječmene jarního odrůdy Francin se před založením porostu v letech 2015 - 2016 hodnotila laboratorní vzcházivost. V roce 2015 dosahovaly obilky laboratorní vzcházivosti od 91 % u varianty Pesticid do 98 % u variant Plazma, Tvi. Varianty Pl+Man, Man měly 93 % vzcházivost obilek a varianta Pl+Tvi 94 %. Obilky kontrolní varianty dosahovaly 95 % vzcházivosti. V roce 2016 se laboratorní vzcházivost pohybovala od 95 % u varianty Pl+Tvi do 100 % u variant Plazma, Man. U variant Pesticid, Pl+Man, Tvi byla vzcházivost 98 % a u kontrolní varianty 99 % (tabulka č. 6).

5.3.4 Hodnocení rostlin během vegetace

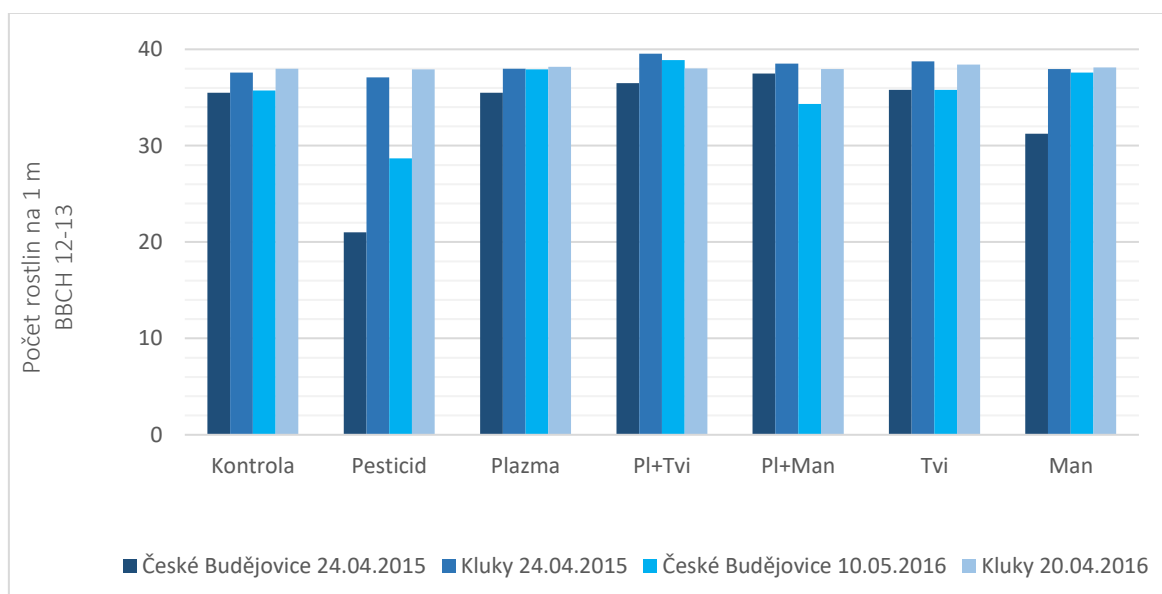
Tabulka č. 7: Rychlost vzcházení rostlin v jednotlivých letech na dvou lokalitách.

Varianta	Lokalita	5. 4. 2015		21. 4. 2016	
		Mean±STDV	HSD 95 %	Mean±STDV	HSD 95 %
Kontrola	České Budějovice	85,00±5,00	a	97,00±1,00	a
Pesticid		81,67±2,89	a	95,33±0,58	a
Plazma		88,33±7,64	a	97,67±1,53	a
Pl+Tvi		86,67±5,77	a	95,67±1,15	a
Pl+Man		83,33±5,77	a	96,00±1,73	a
Tvi		88,33±7,64	a	96,67±2,08	a
Man		83,33±5,77	a	98,33±0,58	a
Varianta	Lokalita	6. 4. 2015	HSD 95 %	13. 4. 2016	HSD 95 %
Kontrola	Kluky u Písku	93,75±2,50	a	92,50±2,89	a
Pesticid		87,50±2,89	a	87,50±2,89	a
Plazma		93,75±2,50	a	92,50±2,89	a
Pl+Tvi		93,75±2,50	a	93,75±2,50	a
Pl+Man		93,75±2,50	a	92,50±2,89	a
Tvi		93,75±2,50	a	92,50±2,89	a
Man		93,75±2,50	a	93,75±2,50	a

Na lokalitě v Českých Budějovicích byla rychlost vzcházení hodnocena v letech 2015, 2016. V roce 2015 byla nejnižší rychlost vzcházení u chemicky ošetřované varianty 81 %, naopak nejvyšší u variant Plazma a Tvi 88 %. U ostatních variant byla vzcházivost přes 83 %. V tomto roce se rostliny vyznačovaly nižším procentem vzcházení u všech variant a nebyly žádné statistické rozdíly v počtu vzešlých rostlin dle jednotlivých variant ($F = 0,57778$; $df = 6,21$; $p = 0,74222$). V roce 2016 byla nejnižší rychlost vzcházení opět u chemicky ošetřované varianty a u PI+Tvi a to 95 %, naopak nejvyšší u varianty Man 98 %. U obílek variant PI+Man, Tvi byla vzcházivost 96 %, u kontrolní varianty, Plazma až 97 %. Tento rok se pro změnu vyznačoval u všech variant vysokým procentem vzcházení. Vliv jednotlivých ošetření na rychlost vzcházení, nebylo opět statisticky průkazné ($F = 1,8333$; $df = 6,21$; $p = 0,16409$), (tabulka č. 7).

Na lokalitě v Klukách u Písku byla rychlost vzcházení hodnocena v letech 2015 – 2017. Při hodnocení počtu vzešlých rostlin v roce 2015 bylo u chemicky ošetřené varianty zaznamenáno o 1,3 % méně vzešlých rostlin než v kontrolní variantě s 93 %. U chemicky ošetřené varianty vzešlo pouze 87 % rostlin. U ostatních variant vzešlo 93 % rostlin. V tomto roce nebyl na 95 % hladině statistické významnosti prokázán rozdíl v počtu vzešlých rostlin dle jednotlivých variant v porovnání s chemickou variantou ($F = 2,8526$; $df = 6,21$; $p = 0,03422$). V roce 2016 byla opět rychlost vzcházení pomalejší u chemicky ošetřené varianty s 87 %. U této varianty byla zjištěna vzcházivost porostu o cca 5 % nižší, než u ostatních variant. U variant Kontrola, Plazma, PI+Man, Tvi byla 92 % vzcházivost rostlin a u variant PI+Tvi, Man 93 %. Při hodnocení počtu vzešlých rostlin nebyl u žádné varianty zjištěn výrazný statistický rozdíl proti chemické variantě ($F = 2,0649$; $df = 6,21$; $p = 0,10146$). Na lokalitě v Klukách u Písku se rychlost vzcházení hodnotila i v roce 2017. V tomto roce bylo opět patrné pomalejší vzcházení rostlin u chemicky ošetřené varianty a to 91 %. U této varianty byla zjištěna vzcházivost porostu o cca 2 % nižší, než u ostatních variant. U variant Kontrola, Plazma, PI+Man, Tvi, Man byla 93 % vzcházivost rostlin a u PI+Tvi až 95 %. Při hodnocení počtu vzešlých rostlin nebyl u žádné varianty zjištěn statisticky průkazný rozdíl v porovnání s chemickou variantou ($F = 0,94444$; $df = 6,21$; $p = 0,48495$), (tabulka č. 7).

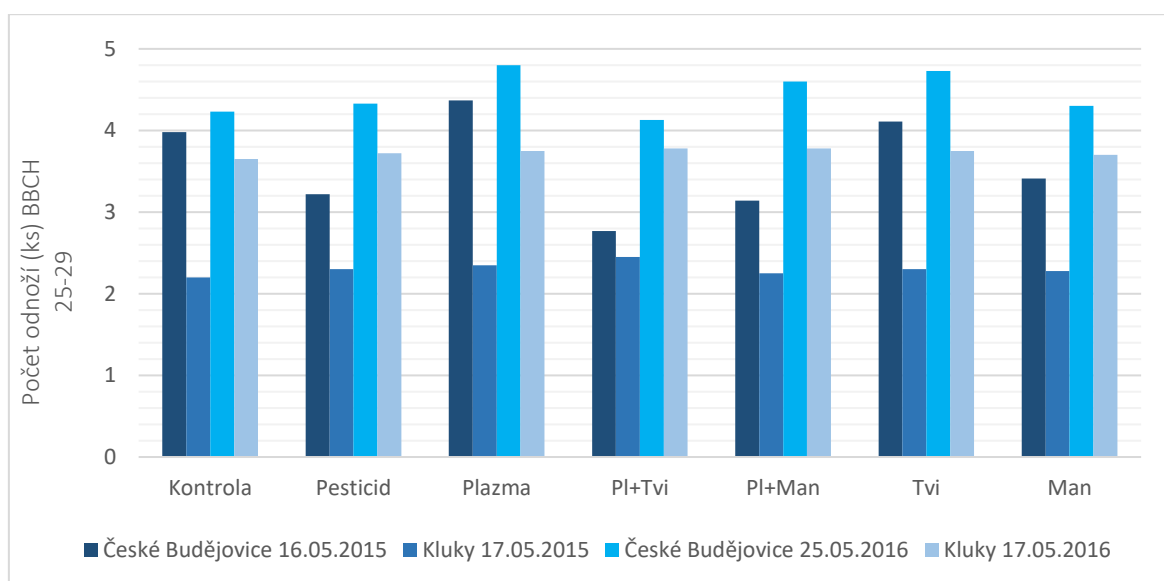
Graf č. 5: Průměrný počet rostlin na 1 m délky u testovaných variant na dvou lokalitách.



Na lokalitě v Českých Budějovicích se v roce 2015, 2016 hodnotil počet rostlin na 1 m délky. V roce 2015 se nacházelo v průměru od 21 do 37 rostlin na 1 m délky. Nejmenší počet rostlin se vyskytoval u variant Pesticid a Man, naopak nejvyšší počet se vyskytoval u variant Pl+Tvi, Pl+Man. U ostatních variant se nacházelo 35 rostlin na 1 m délky. Vliv jednotlivých ošetření na zvyšování počtu rostlin, nebylo statisticky průkazné v porovnání s chemickou variantou ($F= 1,1169$; $df = 6,21$; $p = 0,38606$). V roce 2016 se nacházelo v průměru od 28 do 38 rostlin na 1 m délky. Opět nejnižší počet rostlin se vyskytoval u varianty Pesticid, naopak nejvyšší počet byl u varianty Pl+Tvi. Varianta Pl+Man měla 34 rostlin na 1 m délky, kontrolní varianta a Tvi 35 rostlin a Plazma až 37 rostlin. Vliv jednotlivých ošetření na zvyšování počtu rostlin, nebylo opět statisticky průkazné v porovnání s chemickou variantou ($F= 6,6006$; $df = 6,98$; $p = 0,00001$), (graf č. 5).

Na lokalitě v Klukách u Písku se v letech 2015 – 2017, také hodnotil počet rostlin na 1 m délky. V letech 2015 - 2016 se vytvořilo v průměru 37 – 39 rostlin na 1 m délky. V těchto letech se vytvořil nejnižší počet rostlin u varianty Pesticid a nejvyšší u variant Tvi, Pl+Tvi. Zato v roce 2017 se u všech variant vytvořilo pouze 37 rostlin na 1 m délky. V letech 2015 ($F= 3,0062$; $df = 6,133$; $p = 0,00870$), 2016 ($F= 0,31556$; $df = 6,273$; $p = 0,92861$) a 2017 ($F= 0,54131$; $df = 6,273$; $p = 0,77658$) se nám nepodařilo statisticky prokázat u jednotlivých variant navýšení počtu rostlin na 1 m délky v porovnání s chemickou variantou, (graf č. 5).

Graf č. 6: Průměrný počet odnoží u rostlin testovaných variant na dvou lokalitách.



Na lokalitě v Českých Budějovicích se v roce 2015, 2016 stanovoval průměrný počet odnoží na jednu rostlinu. Rostliny ječmene vytvořily v roce 2015 od 2 do 4 odnoží, nejméně odnoží se vytvořilo u varianty Pl+Tvi a nejvíce u varianty Plazma. Ostatní varianty vytvořily 3 odnože. V roce 2016 vytvořily rostliny všech variant 4 odnože, (graf č. 6). V letech 2015 ($F = 2,6064$; $df = 6,210$; $p = 0,04775$), 2016 ($F = 2,0338$; $df = 6,210$; $p = 0,06273$) se nám nepodařilo statisticky prokázat navýšení počtu odnoží u jednotlivých variant v porovnání s chemickou variantou. Na této lokalitě se hodnotila i výška rostlin na začátku kvetení porostu. Rostliny dosahovaly výšky v roce 2015 od 56,34 do 59,25 cm a v roce 2016 od 75,55 do 80,15 cm. V letech 2015, 2016 byly nejnižší rostliny ve variantě plazma a nejvyšší ve variantě Tvi. V roce 2015 ($F= 2,3479$; $df = 6,203$; $p = 0,03252$) se nám nepodařilo statisticky prokázat nárůst výšky rostlin u jednotlivých variant v porovnání s chemickou

variantou. Zato v roce 2016 ($F= 4,3862$; $df = 6,203$; $p = 0,00034$) došlo u jednotlivých variant k mírnému nárůstu výšky rostlin v porovnání s chemickou variantou.

Na lokalitě v Klukách u Písku se stanovoval průměrný počet odnoží na jednu rostlinu v letech 2015 - 2017. V roce 2015 vytvořil ječmen u všech variant pouze 2 odnože, zato v letech 2016, 2017 vytvořil už 3 odnože, (graf č. 6). Při hodnocení počtu odnoží v roce 2015 ($F=1,9189$; $df = 6,21$; $p = 0,12478$) se ukázalo, že proti neošetřené kontrole byl počet odnoží na ošetřených variantách vyšší o 2,3 - 11,3 %. V roce 2016 ($F= 0,40606$; $df = 6,273$; $p = 0,87476$) byl počet odnoží na ošetřených variantách vyšší pouze o 1,3 - 3,4 % a v roce 2017 ($F= 0,18610$; $df = 6,273$; $p = 0,98054$) vyšší o 2,04 až 4,08 % bez statisticky průkazných rozdílů.

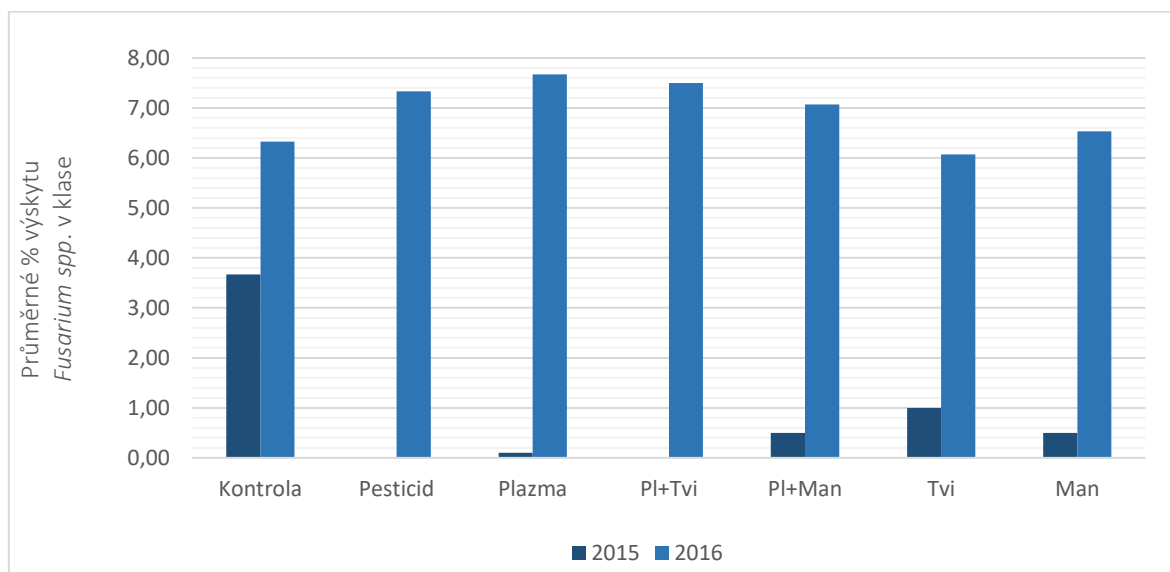
Tabulka č. 8a: Průměrné procento výskytu fusarióz a stupeň napadení pat stébel na lokalitě Kluky u Písku.

Varianta	Fusariózy			Choroby pat stébel		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Kontrola	30,35	30,59	30,27	1,95	1,90	1,67
Pesticid	11,77	11,96	10,85	1,77	1,76	1,54
Plazma	24,70	20,90	19,86	1,78	1,75	1,59
Pl+Tvi	20,72	22,78	19,41	1,74	1,76	1,56
Pl+Man	19,88	22,03	19,30	1,75	1,75	1,56
Tvi	19,17	23,93	18,84	1,76	1,77	1,60
Man	18,77	24,50	20,47	1,75	1,78	1,60

Tabulka č. 8b: Průměrné procento výskytu choroby síťová skvrnitost ječmene na listech ječmene na dvou lokalitách.

Varianta	České Budějovice		České Budějovice		Kluky u Písku	
	Síťová skvrnitost ječmene (F-2)		Síťová skvrnitost ječmene (F-3)		Síťová skvrnitost (F-2)	Síťová skvrnitost (F-3)
	2015	2016	2015	2016	2015	2015
Kontrola	42,50	15,00	21,25	10,50	3,75	7,19
Pesticid	35,00	14,50	16,80	10,00	3,25	6,88
Plazma	37,50	20,00	17,85	10,50	3,50	7,19
Pl+Tvi	34,83	19,17	17,14	14,00	3,50	6,88
Pl+Man	41,25	13,00	21,62	10,00	3,50	7,19
Tvi	34,50	16,00	17,52	10,00	3,50	6,88
Man	37,00	15,50	18,05	10,00	3,75	7,19

Graf č. 7: Průměrné procento výskytu klasových chorob zapříčiněných koloniemi rodu *Fusarium spp.* na lokalitě v Českých Budějovicích.



Na lokalitě v Klukách u Písku byl v letech 2015 – 2017 zjišťován procentuální výskyt fusarióz na rostlinách. V roce 2015 bylo v kontrolní variantě 30 % napadených rostlin. V testovaných variantách, bylo napadení od 18 % u varianty Man do 25 % u varianty Plazma. Varianta ošetřená chemicky vykazala nejnižší napadení 11,7 % a účinnost byla proti všem variantám statisticky průkazně vyšší. U ostatních testovaných variant bylo napadení 20 %. V roce 2016 bylo na Kontrole zjištěno 30 % napadených rostlin. V testovaných variantách bylo napadení od 20 % u varianty Plazma do 24,5 % u varianty Man. U ostatních testovaných variant bylo napadení přes 22 %. U varianty ošetřené chemicky, bylo zjištěno nejnižší napadení a to 11,96 %. Účinnost byla proti všem variantám statisticky průkazně vyšší. V roce 2017 bylo u kontrolní varianty zjištěno cca 30 % napadených rostlin. V testovaných variantách bylo napadení od 18,84 % u varianty Tvi do 20,47 % u varianty Man. U ostatních testovaných variant bylo napadení přes 19 %. U varianty ošetřené chemicky bylo zjištěno nejnižší napadení a to 10,85 %. Účinnost byla proti všem variantám statisticky průkazně vyšší.

Dále se na stejné lokalitě hodnotilo v letech 2015 – 2017 stupeň výskytu choroby pat stébel. V roce 2015 byl v kontrolní variantě stupeň napadení 1,95. V testovaných variantách byl stupeň napadení od 1,4 u varianty Pl+Tvi do 1,78 u varianty Plazma. Mezi Kontrolou a ošetřenými variantami byly rozdíly statisticky neprůkazné. Výjimkou byla varianta Pl+Tvi, která měla napadení statisticky průkazně nižší. U chemicky ošetřené varianty byl stupeň napadení 1,77. V roce 2016 byl v kontrolní variantě stupeň napadení 1,90. V testovaných variantách byl stupeň napadení od 1,75 u variant Plazma, Pl+Man do 1,78 u varianty Man. U chemicky ošetřené varianty byl stupeň napadení 1,76. V roce 2017 bylo napadení vlivem výše uvedených klimatických podmínek slabší. V kontrolní variantě byl stupeň napadení 1,67. V testovaných variantách byl stupeň napadení od 1,56 u variant Pl+Tvi, Pl+Man do 1,60 u variant Tvi, Man. U chemicky ošetřené varianty byl stupeň napadení 1,54, (tabulka č. 8a). Také se v roce 2015 hodnotil na rostlinách výskyt choroby síťová skvrnitost ječmene v listových patrech (F-2, F-3). Na listech (F-2) v roce 2015 bylo u všech variant pouze 3 % napadení listové plochy. Na listech (F-3) bylo v kontrolní variantě napadeno 7 % listové plochy. U ostatních variant se procento napadení pohybovalo od 6 % u variant Pl+Tvi, Tvi do 7 % u variant Plazma, Pl+Man. U chemicky ošetřené varianty, bylo

také 6 % napadení listové plochy. V roce 2016 se na listech vyskytovalo i padlí travní se 4 % napadením listové plochy u všech variant, (tabulka č. 8b)

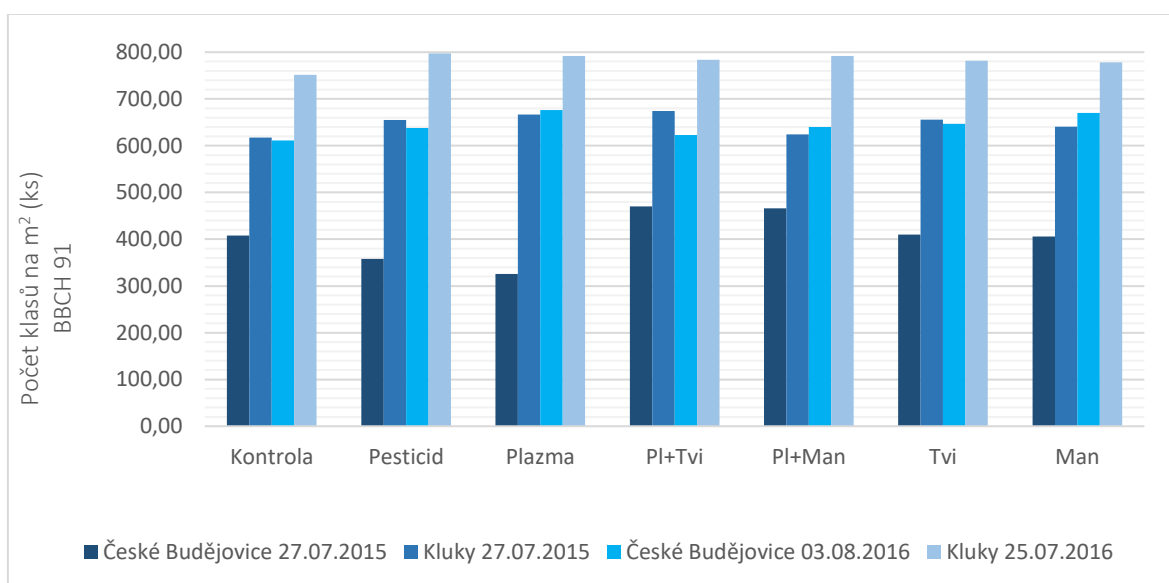
Na lokalitě v Českých Budějovicích se v letech 2015 - 2016 hodnotil výskyt choroby síťová skvrnitost ječmene v listových patrech (F-2, F-3). Na listech (F-2) v roce 2015 bylo v kontrolní variantě napadeno 42 % listové plochy. U testovaných variant se procento napadení pohybovalo od 34 % u variant Pl+Tvi, Tvi do 41 % u varianty Pl+Man. U ostatních variant bylo 37 % napadení listové plochy. U chemicky ošetřené varianty bylo 35 % napadení listové plochy. Na listech (F-3) v tom samém roce bylo v kontrolní variantě napadeno 21 % listové plochy. U testovaných variant se procento napadení pohybovalo od 17 % u variant Pl+Tvi, Plazma, Tvi do 21 % u varianty Pl+Man. U varianty ošetřené chemicky, bylo zjištěno nejnižší 16 % napadení listové plochy, (tabulka č. 8b). V porostu se dále vyskytovaly choroby: padlí ječné, spála ječná, hnědá rzivost ječmene a to pouze do 5 %. Na listech (F-2) v roce 2016 bylo v kontrolní variantě napadeno pouze 15 % listové plochy. U testovaných variant se procento napadení pohybovalo od 13 % u varianty Pl+Man do 20 % u varianty Plazma. U variant Tvi, Man bylo napadení listové plochy 16 %. U chemicky ošetřené varianty bylo jen 14 % napadení listové plochy. Na listech (F-3) v tom samém roce bylo u všech variant 10 % napadení listové plochy, kromě varianty Pl+Tvi se 14 %. V porostu se dále hodnotili v letech 2015 – 2016 klasové choroby zapříčiněné koloniemi rodu *Fusarium spp.*, *Alternaria*. V roce 2015 byly klasy minimálně napadeny *Fusarium spp.*. U kontrolní varianty byly klasy napadeny *Fusarium spp.* pouze ze 3 % a u varianty Tvi z 1 %. Zato na všech klasech testovaných variant se vyskytovala ramuláriová skvrnitost. V roce 2016 došlo k výraznému navýšení výskytu *Fusarium spp.*. U kontrolní varianty byly klasy napadeny z 6 %. U testovaných variant byly klasy napadeny od 6 % u variant Tvi, Man do 7 % u ostatních variant. U chemicky ošetřené varianty byly klasy, také napadeny ze 7 % (graf č. 7). Všechny klasy, byly také napadeny koloniemi rodu *Alternaria*.

Tabulka č. 9: Průměrné % žíru listů kohoutkem černým.

Varianta	2015		2016	
	(F-1)	(F-2)	(F-1)	(F-2)
Kontrola	10,37	6,00	6,50	4,67
Pesticid	7,67	5,17	7,17	5,50
Plazma	4,25	5,80	8,33	5,83
Pl+Tvi	6,83	2,67	6,00	4,83
Pl+Man	5,75	4,00	6,00	4,00
Tvi	3,33	6,17	6,50	5,00
Man	10,00	5,83	5,33	5,17

Průměrné % napadení listů kohoutkem černým na lokalitě v Českých Budějovicích bylo hodnoceno v letech 2015 – 2016. Na listech (F-2) v roce 2015 byl žír v kontrolní variantě 6 %. U testovaných variant se žír pohyboval od 2 % u varianty Pl+Tvi do 6 % u varianty Tvi. U chemické varianty byl žír 5 %. Na listech (F-1) v tom samém roce byl žír listů kohoutkem černým u všech variant vyšší. U kontrolní varianty byl žír až 10 %, zato u chemické varianty jen 7 %. U testovaných variant se žír pohyboval od 3 % u varianty Tvi do 10 % u varianty Man. Na listech (F-2) v roce 2016 byl žír v kontrolní variantě 4 %. U všech ostatních variant dosahoval žír listů 5 %. Na listech (F-1) v tom samém roce byl žír v kontrolní variantě 6 %. U testovaných variant se žír pohyboval od 5 % u varianty Man do 8 % u varianty Plazma. U ostatních variant byl žír listů 6 % a u chemické varianty 7 %, (tabulka č. 9).

Graf č. 8: Průměrný počet klasů na 1 m² počítaných na dvou lokalitách.



Na lokalitě v Českých Budějovicích se v roce 2015, 2016 hodnotil před sklizní počet klasů na 1 m². V roce 2015 se počet klasů pohyboval od 326 ks u varianty Plazma do 470 ks u varianty Pl+Tvi. Varianty Kontrola, Tvi, Man produkovaly 410 klasů. Varianta Pesticid produkovala pouze 358 klasů a varianta Pl+Man až 466 klasů. V roce 2016 došlo u všech variant k výraznému navýšení tvorby klasů. Počet klasů se u jednotlivých variant pohyboval od 611 ks u varianty Kontrola do 670 ks u variant Plazma, Man. Varianty Pl+Man, Tvi, Pesticid produkovaly 640 klasů a varianta Pl+Tvi pouze 623 klasů. (graf č. 8). Zvýšení počtu klasů u testovaných variant v roce 2016 ($F= 14,999$; $df = 6,21$; $p = 0,00002$) ve srovnání s chemickou variantou se podařilo statisticky prokázat.

Na lokalitě v Klukách u Písku se také v letech 2015 – 2017 hodnotil před sklizní počet klasů na 1 m². V roce 2015 se počet klasů pohyboval od 617 ks u varianty Kontrola do 674 ks u varianty Pl+Tvi. Varianta Man měla 640 klasů, varianty Pesticid, Tvi produkovaly 655 klasů a varianta Plazma až 666 klasů. Zato varianta Pl+Man produkovala pouze 624 klasů. Byly zaznamenány průkazné rozdíly v počtu klasů ($F= 26,542$; $df = 6,21$; $p = 0,0000$). V ošetřených variantách byl počet klasů vyšší o 1,2 % až 9,3 % proti neošetřené kontrole. V roce 2016 došlo opět u všech variant k navýšení počtu klasů. Počet klasů se u jednotlivých variant pohyboval od 751 ks u varianty Kontrola do 790 ks u variant Pesticid, Plazma, Pl+Man. Varianty Pl+Tvi, Tvi produkovaly 780 klasů a varianta Man pouze 778 klasů (graf č. 8). Opět byly zaznamenány průkazné rozdíly v počtu klasů ($F= 9,8071$; $df = 6,21$; $p = 0,00003$). V ošetřených variantách byl počet klasů vyšší o 3,6 % až 6,2 % proti neošetřené Kontrole. V roce 2017 došlo opět k navýšení počtu klasů. Počet klasů se u jednotlivých variant pohyboval od 772 ks u varianty Kontrola do 800 ks u variant Pesticid, Tvi. Varianty Plazma, Pl+Tvi, Pl+Man, produkovaly 790 klasů a varianta Man 789 klasů (graf č. 8). Opětovně byly zaznamenány průkazné rozdíly v počtu klasů ($F= 1,0687$; $df = 6,21$; $p = 0,41193$). V ošetřených variantách byl počet klasů vyšší o 2,23 % až 3,75 %, proti neošetřené Kontrole.

Tabulka č. 10a: Hodnocení klasů odebraných na lokalitě v Českých Budějovicích.

Varianta	29. 07. 2015			03. 08. 2016		
	Délka klasu (mm)	Počet zrn v klase (ks)	Hmotnost zrn (g)	Délka klasu (mm)	Počet zrn v klase (ks)	Hmotnost zrn (g)
Kontrola	77,2±75,6	21,80±2,14	1,03±0,29	84,4±13,5	22,93±3,93	0,95±0,24
Pesticid	88,2±84,8	25,00±2,14	1,38±0,17	90,8±16,1	23,50±5,59	1,11±0,31
Plazma	71,2±44,0	21,10±2,26	1,05±0,14	86,0±18,1	23,27±6,55	1,02±0,42
Pl+Tvi	77,8±59,1	22,80±2,27	1,29±0,16	83,9±13,3	22,17±6,77	1,04±0,38
Pl+Man	72,8±84,5	22,20±2,75	1,14±0,20	86,2±13,8	22,60±6,65	1,06±0,37
Tvi	71,9±47,6	21,20±1,60	1,10±0,14	86,5±14,1	23,23±3,93	1,13±0,27
Man	68,4±63,6	20,90±1,76	1,06±0,18	86,4±13,8	23,40±5,46	1,02±0,38

Na lokalitě v Českých Budějovicích se před sklizní 2015, 2016 odebraly klasy z jednotlivých variant a provedlo se stanovení délky klasu, počtu zrn a hmotnosti zrn. Délka klasu se v roce 2015 pohybovala od 68,4 mm u varianty Man do 88,2 mm u varianty Pesticid. Varianty Plazma, Tvi, Pl+Man měly délku klasu 70 mm a varianty Kontrola, Pl+Tvi, až přes 77 mm (příloha č. 9). V tomto roce ($F=8,5365$; $df=6,63$; $p=0,00000$) se podařilo statisticky prokázat rozdíly v délce klasů v rámci jednotlivých variant. Klasy v rámci jednotlivých variant vytvořily od 21 zrn u variant Kontrola, Plazma, Tvi do 25 zrn u varianty Pesticid. Varianty Pl+Tvi, Pl+Man vytvořily 22 zrn. Nepodařilo se statisticky prokázat ($F=3,9390$; $df=6,63$; $p=0,00209$), že by způsob ošetření měl vliv u jednotlivých variant na zvyšování počtu zrn. Průměrná hmotnost zrn se pohybovala od 1,05 g u variant Kontrola, Plazma, Man do 1,30 g u variant Pesticid, Pl+Tvi. U variant Pl+Man, Tvi byla hmotnost zrn 1,10 g. Nepodařilo se statisticky prokázat ($F=4,5471$; $df=6,63$; $p=0,00068$), vliv ošetření na zvyšování hmotnosti zrn. V roce 2016 měly varianty Kontrola, Pl+Tvi délku klasu pouze 84 mm, zato varianta Pesticid vytvořila klasy dlouhé až 90 mm. Ostatní varianty vytvořily klasy o délce 86 mm. Nepodařilo se statisticky prokázat ($F=2,6472$; $df=6,203$; $p=0,01709$) pozitivní vliv ošetření na délku klasu u testovaných variant. Většina variant jako je Kontrola, Pl+Tvi, Pl+Man produkovaly v klase 22 zrn, ostatní varianty měly 23 zrn v klase. Nepodařilo se statisticky prokázat ($F=0,89970$; $df=6,203$; $p=0,49609$), že by testované varianty produkovaly více zrn v klase než chemická varianta. Hmotnost zrn se pohybovala od 0,95 g u varianty Kontrola do 1,13 g u variant Pesticid, Tvi. Varianty Plazma, Pl+Tvi, Pl+Man měly hmotnost zrn do 1,06 g (tabulka č. 10a). U testovaných variant se nepodařilo statisticky prokázat ($F=3,9733$; $df=6,203$; $p=0,00088$) vliv ošetření na zvyšování hmotnosti zrn.

Tabulka č. 10b: Hodnocení počtu zrn v klase odebraných na lokalitě Kluky u Písku.

Varianta	27. 07. 2015		25. 07. 2016		18. 07. 2017	
	Mean±STDV	HSD 95 %	Mean±STDV	HSD 95 %	Mean±STDV	HSD 95 %
Kontrola	23,80±0,24	a	23,90±0,39	a	23,83±0,25	a
Pesticid	23,85±0,37	a	23,88±0,74	a	23,90±0,22	a
Plazma	23,83±0,35	a	24,10±0,38	a	23,92±0,34	a
Pl+Tvi	23,88±0,38	a	23,88±0,39	a	23,80±0,37	a
Pl+Man	24,02±0,40	a	24,00±0,24	a	23,88±0,39	a
Tvi	23,92±0,25	a	23,88±0,41	a	23,90±0,16	a
Man	23,90±0,29	a	23,98±0,28	a	23,92±0,41	a

Na lokalitě v Klukách u Písku se před sklizní v letech 2015 – 2017 hodnotil pouze počet zrn v klase. Většina testovaných variant vytvořila v roce 2015 pouze 23 zrn v klase s výjimkou varianty Pl+Man, která vytvořila 24 zrn. Mezi testovanými variantami, byly zjištěné rozdíly maximálně v rozmezí jednoho % a byly statisticky neprůkazné ($F = 0,20259$; $df = 6,21$; $p = 0,97219$). V roce 2016 produkovaly varianty Plazma, Pl+Man 24 zrn v klase, ostatní varianty měly opět 23 zrn v klase. Mezi testovanými variantami, byly zjištěné rozdíly maximálně v rozmezí 1,5 % a byly statisticky neprůkazné ($F = 0,21287$; $df = 6,21$; $p = 0,97219$). V roce 2017 produkovaly všechny varianty 23 zrn v klase (tabulka č. 10b). V tomto roce bylo zjištěno kolísání, proti neošetřené kontrole od $-0,1$ % do $+0,42$ % bez statistické průkaznosti rozdílů ($F = 0,09479$; $df = 6,21$; $p = 0,99618$).

Tabulka č. 11a: Výnos rostlin na lokalitě v Českých Budějovicích.

Varianta	30. 07. 2015			04. 08. 2016		
	Skutečný (t/ha ⁻¹)	Relace % *	HSD 95 %	Skutečný (t/ha ⁻¹)	Relace % *	HSD 95 %
Kontrola	6,04	100,00	a	3,63	100,00	a
Pesticid	5,87	97,19	a	3,69	101,65	a
Plazma	6,08	100,66	a	3,73	102,75	a
Pl+Tvi	6,12	101,32	a	3,58*	98,62	a
Pl+Man	6,19	102,48	a	3,91	107,71	a
Tvi	6,21	102,81	a	3,57*	98,35	a
Man	6,21	102,81	a	3,95	108,82	a

relace % vůči kontrolní variantě; PL+Tvi - polehnutí porostu s následným výdřelem; Tvi* - porost podmáčen, sklizen kosou

Tabulka č. 11b: Výnos rostlin na lokalitě v Klukách u Písku.

Varianta	12. 08. 2015			08. 08. 2016			03. 08. 2017		
	Výnos (t/ha ⁻¹)	Relace % *	HSD 95%	Výnos (t/ha ⁻¹)	Relace % *	HSD 95%	Výnos (t/ha ⁻¹)	Relace % *	HSD 95%
Kontrola	6,22	100,00	a	6,18	100,00	a	6,52	100,00	b
Pesticid	6,43	103,84	a	6,68	108,21	a	6,78	104,08	a
Plazma	6,77	108,64	a	6,66	107,76	a	6,64	101,89	ab
Pl+Tvi	6,80	105,12	a	6,39	103,53	a	6,61	101,48	ab
Pl+Man	6,30	101,76	a	6,66	107,79	a	6,68	102,48	ab
Tvi	6,54	109,12	a	6,37	103,19	a	6,74	103,47	a
Man	6,38	101,34	a	6,26	101,39	a	6,57	100,77	b

a, b, c.. Průměry ve sloupci se stejným písmenkem nejsou statisticky rozdílné (ANOVA, Tukey HSD test). *relace % vůči kontrolní variantě

Na lokalitě v Českých Budějovicích se v letech 2015 – 2016 hodnotil po sklizni skutečný výnos. V roce 2015 dosahoval výnos u kontrolní varianty 6,04 t/ha⁻¹. U ošetřených variant se pohyboval od 6,08 t/ha⁻¹ u varianty Plazma do 6,21 t/ha⁻¹ u variant Tvi, Man. Varianta Pl+Tvi měla výnos 6,12 t/ha⁻¹ a varianta Pl+Man až 6,19 t/ha⁻¹. Chemicky ošetřená varianta dosahovala v tomto roce nejnižšího výnosu a to 5,87 t/ha⁻¹. Nepodařilo se statisticky prokázat ($F = 0,48680$; $df = 6,21$; $p = 0,99626$), že ošetřované varianty zvyšují výnos oproti chemické variantě. V roce 2016 došlo na této lokalitě u všech variant k rapidnímu poklesu výnosu. U kontrolní varianty dosahoval výnos 3,63 t/ha⁻¹ a u chemické varianty až 3,69 t/ha⁻¹. U ošetřených variant se výnos pohyboval od 3,57 t/ha⁻¹ u variant Pl+Tvi, Tvi do 3,95 t/ha⁻¹ u variant Pl+Man, Man. U varianty Plazma dosahoval výnos 3,73 t/ha⁻¹ (tabulka č. 11a). Nepodařilo se statisticky prokázat ($F = 0,09095$; $df = 6,21$; $p = 0,80760$), že ošetřované varianty zvyšují výnos oproti chemické variantě.

Na lokalitě v Klukách u Písku se v letech 2015 – 2017 hodnotil po sklizni skutečný výnos. Na kontrolní variantě byl v roce 2015 dosažen výnos 6,22 t/ha⁻¹ a u chemické varianty až 6,43 t/ha⁻¹. U ošetřených variant se výnos pohyboval od 6,30 t/ha⁻¹ u variant Pl+Man, Man do 6,80 t/ha⁻¹ u varianty Pl+Tvi. U varianty Tvi dosahoval výnos 6,54 t/ha⁻¹ a u varianty Plazma, až 6,77 t/ha⁻¹. V ošetřených variantách bylo zaznamenáno zvýšení výnosu pohybující se od 1,38 % do 9,43 %. Zvýšení výnosu nebylo u žádné z variant statisticky průkazné ($F = 1,1189$; $df = 6,21$; $p = 0,38505$). Kontrolní varianta v roce 2016 dosahovala nejnižšího výnosu, a to 6,18 t/ha⁻¹ za sledované roky. Zato chemicky ošetřená varianta dosahovala nejvyššího výnosu 6,68 t/ha⁻¹. U ošetřených variant se výnos pohyboval od 6,26 t/ha⁻¹ u varianty Man do 6,66 t/ha⁻¹ u variant Plazma, Pl+Man. U variant Pl+Tvi, Tvi dosahoval výnos 6,37 t/ha⁻¹. V ošetřených variantách, bylo zaznamenáno zvýšení výnosu pohybující se od 1,39 % do 8,21 %. Zvýšení výnosu, nebylo u žádné z variant statisticky průkazné ($F = 0,81365$; $df = 6,21$; $p = 0,57127$). Na kontrole, bylo v roce 2017 dosaženo nejvyššího výnosu 6,52 t/ha⁻¹ za předchozí dva roky. Z testovaných variant, byl nejvyšší výnos dosažen u chemické varianty a to 6,78 t/ha⁻¹. U ošetřených variant se výnos pohyboval od 6,57 t/ha⁻¹ u varianty Man do 6,74 t/ha⁻¹ u varianty Tvi. U varianty Pl+Tvi, byl výnos 6,61 t/ha⁻¹, u varianty Plazma 6,64 t/ha⁻¹ a u Pl+Man to bylo 6,68 t/ha⁻¹ (tabulka č. 11b). V ošetřených variantách, bylo zaznamenáno zvýšení výnosu pohybující se od 0,77 % do 4,08

% . Zvýšení výnosu, nebylo u žádné z variant statisticky průkazné ($F= 1,0234$; $df = 6,21$; $p = 0,43750$).

Po sklizni osiva z lokalit České Budějovice a Kluky u Písku se stanovoval podíl zrn na sítu v % z 1 kg. Ze sklizeného osiva z testovaných variant z lokalit České Budějovice a Kluky u Písku, bylo odváženo osivo a pote roztríděno pomocí sít o velikosti 2,5 x 2,2 mm; 2,2 x 2,2 mm; 2,0 x 2,2 mm; 1,8 x 2,2 mm. V Českých Budějovicích v roce 2015 dosahoval podíl zrn na sítu o velikosti 2,5 x 2,2 mm 93 % u variant Kontrola, Pesticid, Pl+Tvi, Man a 94 % u variant Plazma, Pl+Man, Tvi. Na sítu 2,2 x 2,2 mm dosahoval podíl zrn 3 % u variant Plazma, Pl+Tvi, Pl+Man, Tvi a 4 % u variant Kontrola, Pesticid, Man. Na sítu 2,0 x 2,2 mm se pohyboval podíl zrn od 1 % u varianty Tvi do 1,51 % u varianty Man. U variant Pl+Tvi, Kontrola dosahoval podíl zrn 1,40 %, u variant Pesticid, Pl+Man 1,20 %. U varianty Plazma, byl podíl zrn 1,09 % a u varianty Tvi pouze 1,05 %. Na sítu 1,8 x 2,2 mm dosahoval podíl zrn u všech variant 0,5 %. V roce 2016 se pohyboval podíl zrn na sítu o velikosti 2,5 x 2,2 mm od 77 % u variant Kontrola, Tvi. do 81 % u variant Pesticid, Pl+Tvi, Man. U variant Plazma, Pl+Man, byl podíl zrn 79 %. Na sítu 2,2 x 2,0 mm, byl podíl zrn od 13 % u variant Pesticid, Pl+Tvi, Pl+Man, Man do 15 % u variant Kontrola, Tvi. U varianty Plazma, to bylo 14 %. Na sítu 2,0 x 2,2 mm se podíl zrn pohyboval od 3 % u varianty Man do 5 % u variant Kontrola, Tvi. U variant Pesticid, Plazma, Pl+Tvi, Pl+Man, byl podíl zrn pouze 4%. Na sítu 1,8 x 2,2 mm, byl podíl zrn 1 % u variant Pesticid, Plazma, Pl+Tvi, Pl+Man, Man a 1,5 % u variant Kontrola, Tvi (příloha č. 10).

Na lokalitě v Klukách u Písku se v roce 2015 pohyboval podíl zrn na sítu 2,5 x 2,2 mm od 74 % u varianty Plazma do 84 % u varianty Man. U varianty Pl+Tvi byl podíl 77 %, u variant Kontrola, Pesticid, Pl+Man 79 % a u varianty Tvi 82 %. Na sítu 2,2 x 2,2 mm se podíl zrn pohyboval od 10 % u varianty Man do 19 % u varianty Plazma. U varianty Tvi, byl podíl pouze 12 %, u variant Kontrola, Pesticid, Pl+Man 14 % a u varianty Pl+Tvi 16 %. Na sítu 2,0 x 2,2 mm dosahoval podíl zrn 3 % u variant Plazma, Pl+Tvi, Tvi, Man a 4 % u variant Kontrola, Pesticid, Pl+Man. Na sítu 1,8 x 2,2 mm se podíl zrn pohyboval od 1,11 % u varianty Man do 1,44 % u varianty Pl+Man. U variant Kontrola, Plazma byl podíl zrn 1,25 %, u variant Pesticid, Tvi 1,30 % a u varianty Pl+Tvi 1,42 %. V roce 2016 se podíl zrn na sítu 2,5 x 2,2 mm pohyboval od 82 % u varianty Plazma do 85 % u varianty Pesticid. U variant Pl+Man, Tvi byl podíl zrn 83 % a u variant Kontrola, Pl+Tvi Man 84 %. Na sítu 2,2 x 2,0 mm dosahoval podíl zrn 9 % u variant Pesticid, Pl+Tvi, Man a 10 % u variant Kontrola, Plazma, Pl+Man, Tvi. Na sítu 2,0 x 2,2 mm dosahoval podíl zrn u varianty Plazma 4 % a u ostatních variant 3 %. Na sítu 1,8 x 2,2 mm se podíl zrn pohyboval od 4,45 % u varianty Pesticid do 1,97 % u varianty Plazma. U variant Kontrola, Pl+Tvi, Pl+Man, Tvi dosahoval podíl zrn 1,60 % a u varianty Man 1,71% (příloha č. 10).

Tabulka č. 12: Objemová hmotnost zrn (kg/hl).

Varianta	České Budějovice		Kluky u Písku	
	2015	2016	2015	2016
Kontrola	59,29	57,36	52,92	62,32
Pesticid	59,96	54,60	50,04	62,57
Plazma	61,80	56,73	53,97	62,55
Pl+Tvi	56,42	54,23	57,79	63,12
Pl+Man	59,59	55,46	56,07	62,80
Tvi	61,50	54,30	54,42	63,27
Man	57,15	58,80	54,32	62,90

Po sklizni osiva z lokalit České Budějovice, Kluky u Písku se v letech 2015, 2016 stanovila objemová hmotnost zrn. Na lokalitě v Českých Budějovicích se v roce 2015 pohybovala objemová hmotnost od 57,15 kg/hl u varianty Man do 61,80 kg/hl u varianty Plazma. U variant Kontrola, Pesticid, Pl+Man, byla objemová hmotnost přes 59,00 kg/hl. Varianta Pl+Tvi měla objemovou hmotnost 56,24 kg/hl a Tvi až 61,50 kg/hl. Nepodařilo se statisticky prokázat vliv ošetření na zvýšení objemové hmotnosti semen ($F = 0,58295$; $df = 6,14$; $p = 0,73848$). V roce 2016 se objemová hmotnost pohybovala od 54,23 kg/hl u varianty Pl+Tvi do 58,80 kg/hl u varianty Man. U variant Pesticid, Tvi, byla objemová hmotnost přes 54,30 kg/hl a u varianty Pl+Man 55,46 kg/hl. Varianta Kontrola měla objemovou hmotnost až 57,36 kg/hl a varianta Plazma 56,73 kg/hl (tabulka č. 12). Nepodařilo se statisticky prokázat vliv ošetření na zvýšení objemové hmotnosti semen ($F = 2,0739$; $df = 6,14$; $p = 0,12236$).

Na lokalitě v Klukách u Písku se v roce 2015 pohybovala objemová hmotnost od 50,04 kg/hl u varianty Pesticid do 57,79 kg/hl u varianty Pl+Tvi. U kontrolní varianty, byla objemová hmotnost 53,00 kg/hl, u variant Plazma, Tvi, Man přes 54,00 kg/hl a u Pl+Man až 56,07 kg/hl. Nepodařilo se statisticky prokázat vliv ošetření na zvýšení objemové hmotnosti semen ($F = 0,64029$; $df = 6,21$; $p = 0,69702$). V roce 2016 se pohybovala objemová hmotnost od 62,32 kg/hl u varianty Kontrola do 63,27 kg/hl u varianty Tvi. U variant Pesticid, Plazma, byla objemová hmotnost 62,50 kg/hl, u variant Pl+Man, Man přes 62,80 kg/hl a u varianty Pl+Tvi až 63,12 kg/hl (tabulka č. 12). Nepodařilo se statisticky prokázat vliv ošetření na zvýšení objemové hmotnosti semen ($F = 1,3252$; $df = 6,21$; $p = 0,28975$).

Tabulka č. 13a: HTZ ze sklizeného osiva a z podílu zrn ze síta o velikosti 2,5 x 2,2 mm z lokality České Budějovice.

Varianta	2015		2016	
	Netříděné (g)	Síto 2,5x2,2 (g)	Netříděné (g)	Síto 2,5x2,2 (g)
Kontrola	43,30	47,90	42,07	43,20
Pesticid	43,67	46,63	41,67	43,10
Plazma	44,33	46,63	41,20	42,87
Pl+Tvi	43,57	46,90	39,67	43,03
Pl+Man	45,37	45,93	40,53	43,97
Tvi	45,23	45,08	40,47	42,93
Man	42,53	47,30	42,07	44,23

Tabulka č. 13b: HTZ ze sklizeného osiva a z podílu zrn ze síta o velikosti 2,5 x 2,2 mm z lokality Kluky u Písku.

Varianta	2015		2016	
	Netříděné (g)	Síto 2,5x2,2 (g)	Netříděné (g)	Síto 2,5x2,2 (g)
Kontrola	39,98	41,68	45,70	47,25
Pesticid	40,90	42,58	46,95	48,85
Plazma	40,88	42,20	45,75	47,38
Pl+Tvi	42,15	43,88	46,70	47,73
Pl+Man	40,86	41,88	46,25	46,75
Tvi	40,45	41,85	46,85	47,98
Man	41,80	41,88	45,35	45,68

Po sklizni osiva z lokalit České Budějovice, Kluky u Písku se v letech 2015, 2016 hodnotila HTZ z netříděného osiva a ze síta o velikosti 2,5 x 2,2 mm. Na lokalitě v Českých Budějovicích se v roce 2015 u netříděného osiva pohybovala HTZ od 42,53 g u varianty Man do 45,37 g u varianty Pl+Man. U variant Kontrola, Pesticid, Pl+Tvi dosahovala HTZ přes 43,00 g. Varianta Plazma měla HTZ 44,33 g a Tvi až 45,23 g. Nepodařilo se statisticky prokázat vliv ošetření na zvýšení HTZ ($F= 1,4035$; $df = 6,14$; $p = 0,28049$). HTZ ze síta o velikosti 2,5 x 2,2 mm se pohybovala od 45,08 g u varianty Tvi do 47,90 g u varianty Kontrola. Varianta Pl+Man tvořila HTZ 45,93 g, Man až 47,30 g. U ostatních variant dosahovala HTZ přes 46,00 g. Nepodařilo se statisticky prokázat vliv ošetření na zvýšení HTZ ($F= 1,6326$; $df = 6,14$; $p = 0,21051$). V roce 2016 se HTZ u netříděného osiva pohybovala od 39,67 g u varianty Pl+Tvi do 42,07 g u kontrolní varianty, Man. U variant Pl+Man, Tvi dosahovala HTZ přes 40,00 g a u variant Pesticid, Plazma až 41,00 g. Nepodařilo se statisticky prokázat vliv ošetření na zvýšení HTZ ($F= 2,7735$; $df = 6,14$; $p = 0,05429$). HTZ ze síta o velikosti 2,5 x 2,2 mm se pohybovala od 42,87 g u varianty Plazma do 44,23 g u varianty Man. Varianta Tvi měla HTZ až 42,93 g. U kontrolní varianty,

Pesticidu, PI+Tvi, PI+Man dosahovala HTZ přes 43,00 g, (tabulka č. 13a). Nepodařilo se statisticky prokázat vliv ošetření na zvýšení HTZ ($F= 1,0717$; $df = 6,14$; $p = 0,42400$).

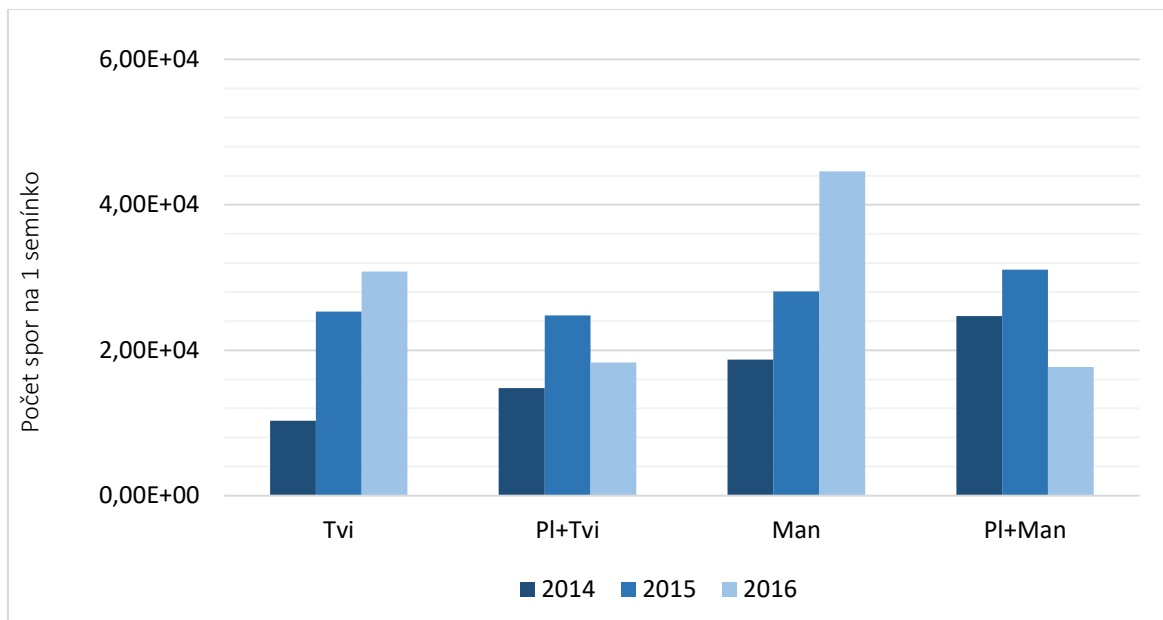
Na lokalitě v Klukách u Písku se v roce 2015 u netříděného osiva pohybovala HTZ od 39,98 g u varianty Kontrola do 42,15 g u varianty PI+Tvi. Varianty Pesticid, Plazma, PI+Man, Tvi dosahovaly HTZ přes 40,00 g a varianta Man až 41,80 g. Nepodařilo se statisticky prokázat vliv ošetření na zvýšení HTZ ($F= 0,58993$; $df = 6,21$; $p = 0,73470$). HTZ ze síta o velikosti 2,5 x 2,2 mm se pohybovala od 41,68 g u varianty Kontrola do 43,88 u varianty PI+Tvi. U variant PI+Man, Tvi, Man dosahovala HTZ přes 41,85 g. U varianty Plazma dosahovala HTZ 42,20 g a u varianty Pesticid až 42,58 g. Nepodařilo se statisticky prokázat vliv ošetření na zvýšení HTZ ($F= 0,53691$; $df = 6,21$; $p = 0,77418$). V roce 2016 se HTZ u netříděného osiva pohybovala od 45,35 g u varianty Man do 46,95 g u varianty Pesticid. U kontrolní varianty a varianty Plazma, byla HTZ 45,70 g. Varianta PI+Man měla HTZ 46,25 g, varianta PI+Tvi 46,70 g a varianta Tvi až 46,85 g. Nepodařilo se statisticky prokázat vliv ošetření na zvýšení HTZ ($F= 1,1128$; $df = 6,21$; $p = 0,38820$). HTZ ze síta o velikosti 2,5 x 2,2 mm se pohybovala od 45,68 g u varianty Man do 48,85 g u varianty Pesticid. Varianta PI+Man měla HTZ 46,75 g. U kontrolní varianty, byla HTZ 47,25 g, u varianty Plazma 47,38 g. Varianta PI+Tvi měla HTZ 47,73 g a Tvi až 47,93 g, (tabulka č. 13b). Nepodařilo se statisticky prokázat vliv ošetření na zvýšení HTZ ($F= 2,2554$; $df = 6,21$; $p = 0,07760$).

5.4 Poloprovozní pokusy s řepkou ozimou

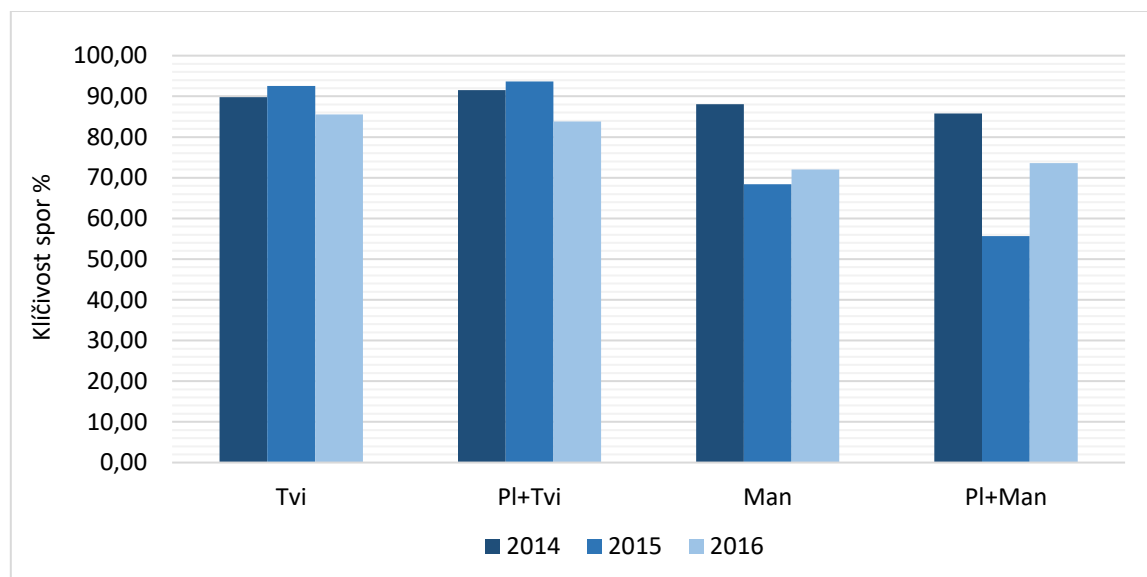
Testy na semenech řepky představovaly aplikaci ověřené pilotní technologie. Semena řepky byla vybrána z hlediska velikosti semen - drobnosemenné, chemického složení a citlivosti na vyšší teplotu (olejnatá semena). U řepky ozimé (odrůda Cortes, Orex) se hodnotila účinnost fyzikálního ošetření semen nízkoteplotním plazmatem (mikrovlnné), biologického ošetření kulturou mykoparazitické houby *T. virens* a kulturou entomopatogenní houby *M. anisopliae*. Před založením polního pokusu se v laboratoři provádělo stanovení počtu, vitality spor. Provádělo se testování aparatur, zakládali se testy klíčivosti, kde se hodnotila energie klíčení, laboratorní klíčivost, index délky kořínků, index klíčící rostlinky. Dále se zakládali laboratorní testy vzcházivosti. V porostu byl sledován vliv lokality, ročníku a ošetření na vývoj porostu, zdravotní stav a výnosové parametry.

5.4.1 Stanovení počtu a vitality spor

Graf č. 9a: Stanovení počtu spor na 1 semeno řepky ozimé po biologickém ošetření a následném plazmování.



Graf č. 9b: Stanovení vitality spor po jejich vymytí z biologicky ošetřených semen a následném plazmování.



Po biologickém a následném plazmatickém ošetření semen (odrůda Cortes, Orex) se hodnotila koncentrace a vitalita spor na jedno semínko v jednotlivých variantách. Na kontrolních *T. virens* semínkách, bez plazmatického ošetření v letech 2014 – 2016 ulpělo $1,03 \times 10^4$ až $3,08 \times 10^4$ spor s 85 – 92 % klíčivostí. U semínek ošetřených suspenzí *T. virens* a následně plazmaticky, ulpělo v letech 2014 – 2016 na semínkách $1,48 \times 10^4$ až $2,48 \times 10^4$ spor s 83 – 93 % klíčivostí. Na semínkách ošetřených suspenzí *M. anisopliae* ulpělo v letech 2014 – 2016 od $1,87 \times 10^4$ do $4,46 \times 10^4$ spor s 68 – 88 % klíčivostí. U semínek ošetřených

suspenzi *M. anisopliae* a následně plazmaticky ulpělo v letech 2014 – 2016 od $1,77 \times 10^4$ do $3,11 \times 10^4$ spor s 55 – 58 % klíčivostí (graf č. 9a,b).

5.4.2 Hodnocení parametrů energie klíčivosti

Tabulka č. 14a: Hodnocení průběhu klíčení semen ihned po plazmování a těsně před setím.

Varianta	Odrůda	Rok	Index délky kořínku	Index délky děložní rostlinky	Energie klíčivosti (%)	Zdravé rostliny (%)
Kontrola	Cortes	2014/2015	3,00±1,12	2,15±0,78	99	99
	Cortes	2015/2016	2,04±0,80	1,49±0,81	97	98
	Orex	2016/2017	2,36±0,72	1,87±0,40	96	97
Plazma	Cortes	2014/2015	2,78±0,98	2,94±1,00	99	97
	Cortes	2015/2016	2,38±0,73	1,79±0,59	98	99
	Orex	2016/2017	2,60±0,59	1,97±0,26	99	97
Pl+Tvi	Cortes	2014/2015	2,45±0,82	2,66±1,30	99	96
	Cortes	2015/2016	1,90±0,75	1,59±0,57	98	100
	Orex	2016/2017	2,40±0,60	1,86±0,38	99	97
Pl+Man	Cortes	2014/2015	2,67±0,83	2,43±0,89	98	100
	Cortes	2015/2016	2,17±0,76	1,73±0,58	96	100
	Orex	2016/2017	2,41±0,67	1,93±0,38	97	96
Tvi	Cortes	2014/2015	2,45±0,82	2,38±0,80	97	100
	Cortes	2015/2016	1,80±0,77	1,57±0,55	98	100
	Orex	2016/2017	2,46±0,67	1,93±0,43	97	96
Man	Cortes	2014/2015	2,46±0,97	2,64±0,79	98	99
	Cortes	2015/2016	2,20±0,80	1,76±0,63	97	99
	Orex	2016/2017	2,41±0,59	1,86±0,43	99	98

Tabulka č. 14b: Hodnocení průběhu klíčení semen po plazmování a 10. měsících skladování.

Varianta	Index délky kořínku	Index délky děložní rostlinky	Energie klíčivosti (%)	Zdravé rostliny (%)
Kontrola	2,17±0,90	1,65±0,78	100	99
Plazma	2,50±1,13	1,76±0,84	99	96
Pl+Tvi	2,58±1,18	1,78±0,81	97	97
Pl+Man	2,83±0,97	1,95±0,74	100	97
Tvi	2,83±1,06	2,02±0,79	100	97
Man	2,95±1,01	1,97±0,77	100	94

Po biologickém a následném plazmatickém ošetření se třetí den na klíčidlech (2 x 100 semen) hodnotila biologická účinnost semen u odrůd Cortes a Orex . Byl hodnocen vliv ošetření na délku kořínku, délku děložní rostliny, energii klíčení a na zdravotní stav. Třetí den semena odrůdy Cortes v roce 2014 u variant Kontrola, Plazma, Pl+Tvi dosahovaly, až 99 % energie klíčivosti semen. Naproti tomu semena řepky ošetřené pouze Tvi dosahovaly pouze 97 % energie klíčivosti. Semena ostatních variant dosahovaly 98 % energie klíčivosti. V roce 2015 dosahovaly semena řepky ve variantách Plazma, Pl+Tvi, Tvi 98 % energie klíčivosti. Naproti tomu ve variantě Pl+Man, byla energie klíčivosti semen pouze 96 %. U ostatních variant, byla energie klíčivosti 97 %. V letech 2014 - 2015, bylo na klíčidlech u variant Pl+Man, Pl+Tvi, Tvi 100 % zdravých semen, u ostatních variant, bylo 97 – 99 % zdravých semen. Semena jednotlivých variant vytvořily v roce 2014 kořínky dlouhé 2,5 – 3 cm a děložní rostlinku vysokou 2 – 3 cm. Naproti tomu semena v roce 2015 vytvořily kořínky dlouhé pouze 2 – 2,5 cm a děložní rostlinku vysokou 1,5 – 2 cm. Ukázalo se, že semena varianty Plazma vytvořily v obou letech nejdelší kořínky a děložní rostlinku, naproti tomu semena kontrolní varianty vytvořily nejkratší děložní rostlinky (tabulka č. 14a, příloha č. 11).

U odrůdy Cortes bylo provedené hodnocení parametrů klíčivosti semen i po 10. měsících skladování. Semena většiny variant dosahovaly 100 % energie klíčivosti, pouze u varianty Pl+Tvi došlo k poklesu klíčivosti na 97 %. Počet zdravých semen na klíčidlech se pohyboval kolem 97 %. Pouze u varianty Man došlo k poklesu zdravých semen na 94 %. Semena jednotlivých variant vytvořily 2 – 3 cm dlouhý kořínky a 1,5 – 2 cm vysokou děložní rostlinku. Semena kontrolní varianty vytvořily nejkratší kořínky a děložní rostlinku (tabulka č. 14b). U semen odrůdy Orex dosahovala energie klíčivosti v roce 2016 na klíčidlech třetí den u variant Plazma, Pl+Tvi, Man 99 %. Naproti tomu v kontrolní variantě dosahovala energie klíčivosti pouze 96 %. U ostatních variant, byla energie klíčivosti 97 %. Na klíčidlech u jednotlivých variant, bylo 96 – 98 % zdravých semen. Semena jednotlivých variant vytvořily kořínky dlouhé 2,5 – 3 cm a děložní rostlinku vysokou necelé 2 cm. Ukázalo se, že semena odrůdy Orex ošetřené plazmou, také vytvořily nejdelší kořínky a děložní rostlinku (tabulka č. 14a).

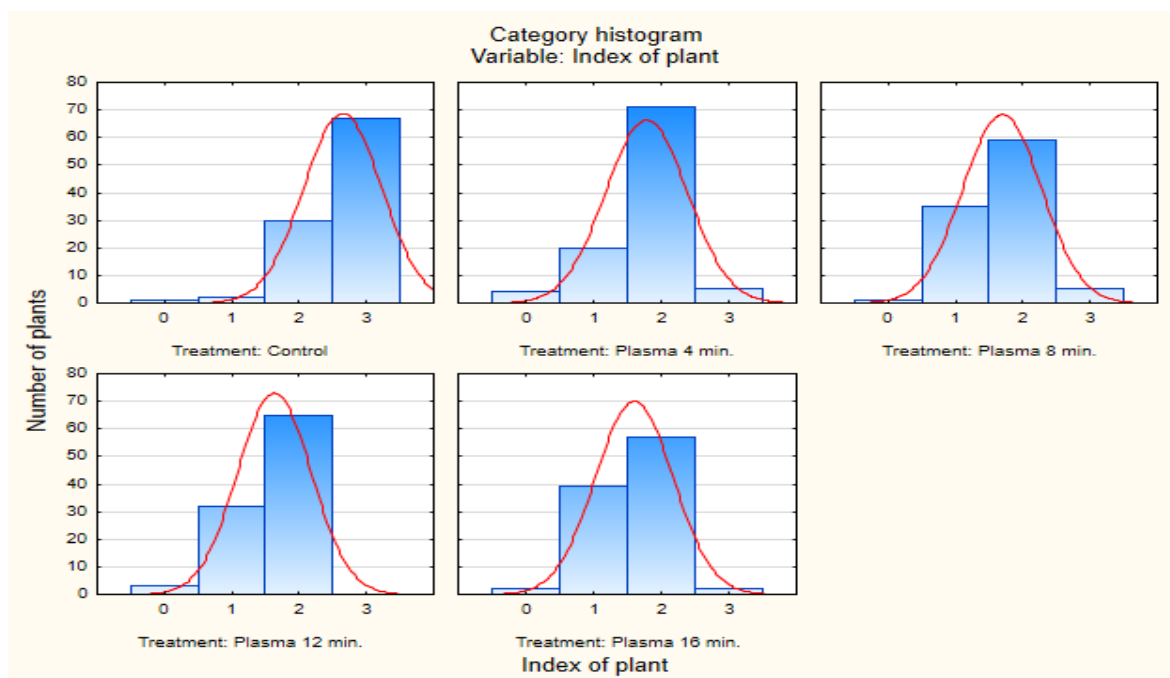
5.4.3 Testování aparatur pro plazmatické ošetřování semen

Tabulka č. 15: Testování aparatur, pro plazmatické ošetřování semen ve velkém objemu.

Varianta	Aparatury	Index délky kořínku	Index délky rostlinky	Energie klíčivosti %	Zdravé rostliny %
Kontrola		2,78±0,66	2,63±0,58	99	100
Plazma 4 minuty	Cx22	2,60±0,60	1,77±0,60	100	99
	Turnov laboratorní	2,66±0,74	1,73±0,61	97	98
Plazma 8 minut	Cx22	2,68±0,68	1,68±0,58	99	99
	Turnov laboratorní	2,60±0,73	1,68±0,56	100	96
Plazma 12 minut	Cx22	2,65±0,67	1,62±0,54	98	97
	Turnov laboratorní	2,43±0,82	1,67±0,58	99	98
Plazma 16 minut	Cx22	2,60±0,71	1,59±0,57	98	98
	Turnov laboratorní	2,37±0,89	1,53±0,57	97	98
Plazma 60minut	Cx22	2,68±0,76	2,50±0,77	96	96
	Turnov laboratorní	2,27±1,03	2,05±0,93	94	99
	Turnov ST-650	2,40±0,71	1,99±0,56	99	97
Plazma 30 minut	Turnov ST-650	2,61±0,72	2,30±0,85	98	97
Plazma 40 minut		2,36±0,73	2,25±0,78	98	96
Plazma 50 minut		2,58±0,76	2,07±0,79	97	97

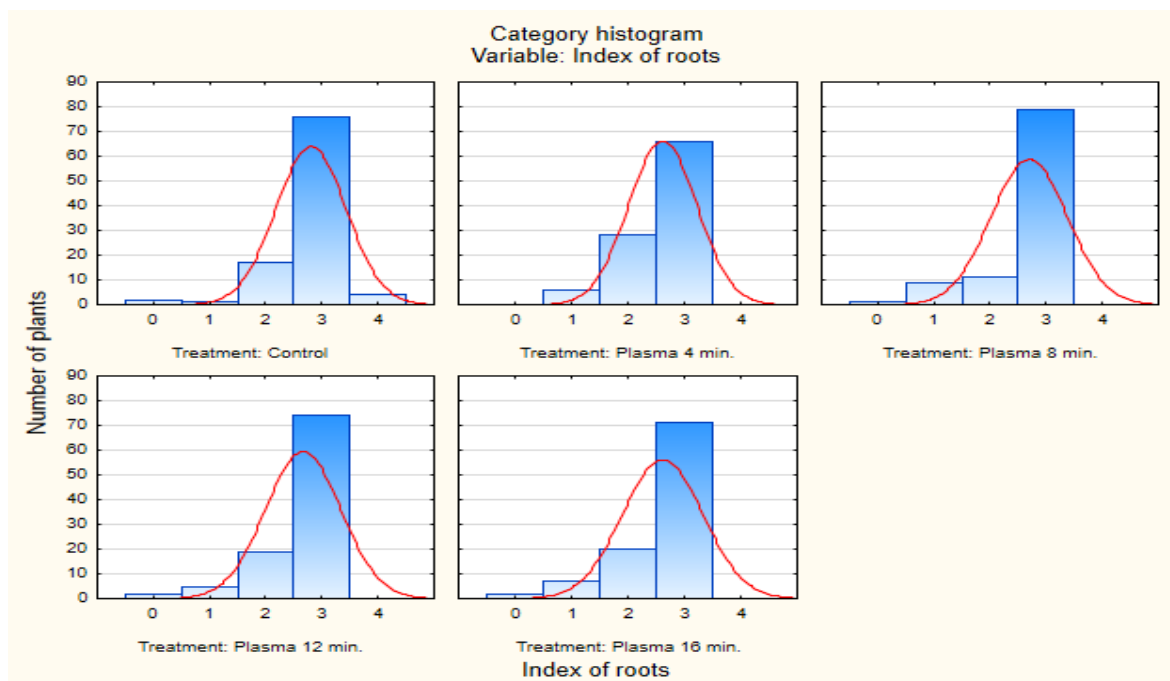
Během roku se provedlo testování jednotlivých aparatur, pro plazmatické ošetřování semen řepky ve velkém objemu. Kontrolní semena bez ošetření v aparatuře měly na klíďdlech 99 % klíčivých a zdravých semen. Semena ošetřena 4 minuty v aparatuře Cx22 dosahovala 100 % energie klíčivosti a měly 99 % zdravých semen. Ukázalo se, že při zvyšujícím se čase ošetření, se v této aparatuře snižuje procento klíčivých a zdravých semen. Pro ošetření semen v aparatuře Turnov laboratorní se ukázala jako nejlepší doba šetření 8 minut. Semena ošetřena v tomto čase měly 100 % energii klíčivosti. V aparatuře ST-650 se ukázala jako nejlepší doba ošetření 30 minut. Kontrolní semena vytvořily ve srovnání se semeny ošetřenými v aparatuře až 3 cm dlouhý kořínek a děložní rostlinky. Semena ošetřena v aparatuře Cx22 vytvořily delší kořínek, než v obou aparaturách, kde tento kořínek dorůstal až délky 2,5 – 3 cm. Semena ošetřena v aparatuře Turnov ST-650 vytvořily větší děložní rostlinky, než semena ošetřena v jiné aparatuře (tabulka č. 15, příloha č. 12, 13, 14).

Graf č. 10a: Hodnocení indexu délky rostlin řepky po 3 dnech na klíčidlech a po ošetření v aparatuře Cx22.



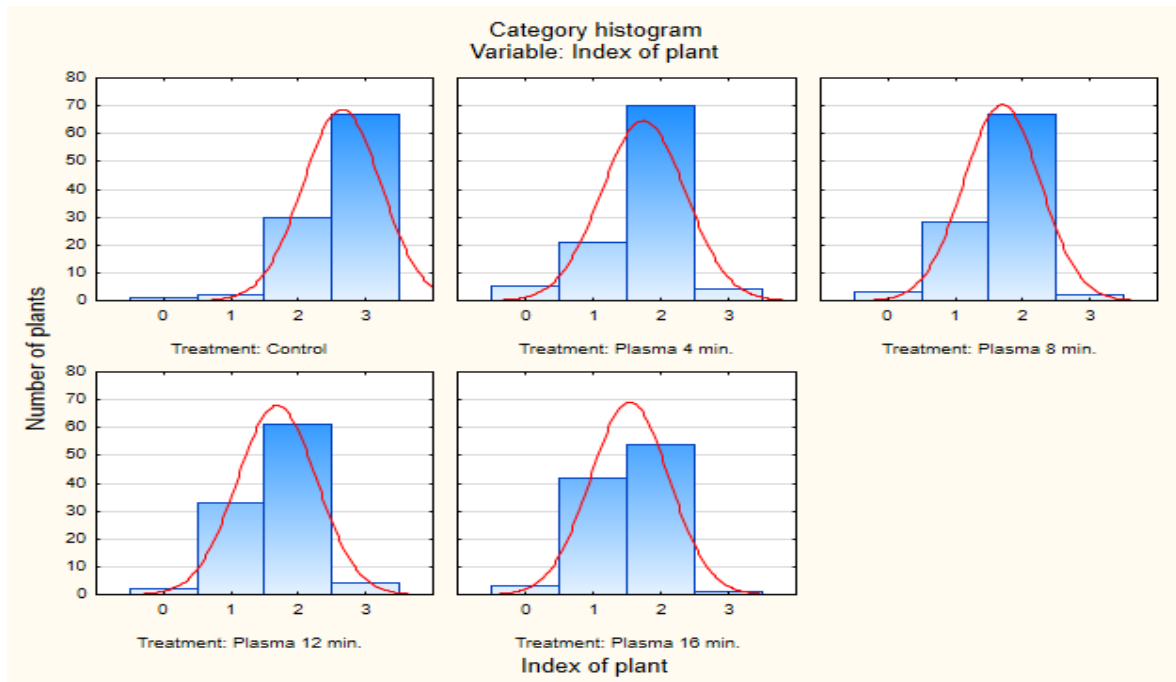
The Kruskal–Wallis test: $H(4, N=500) = 160,4806$ $p = ,0000$

Graf č. 10b: Hodnocení indexu délky kořínku řepky po 3 dnech na klíčidlech a po ošetření v aparatuře Cx22.



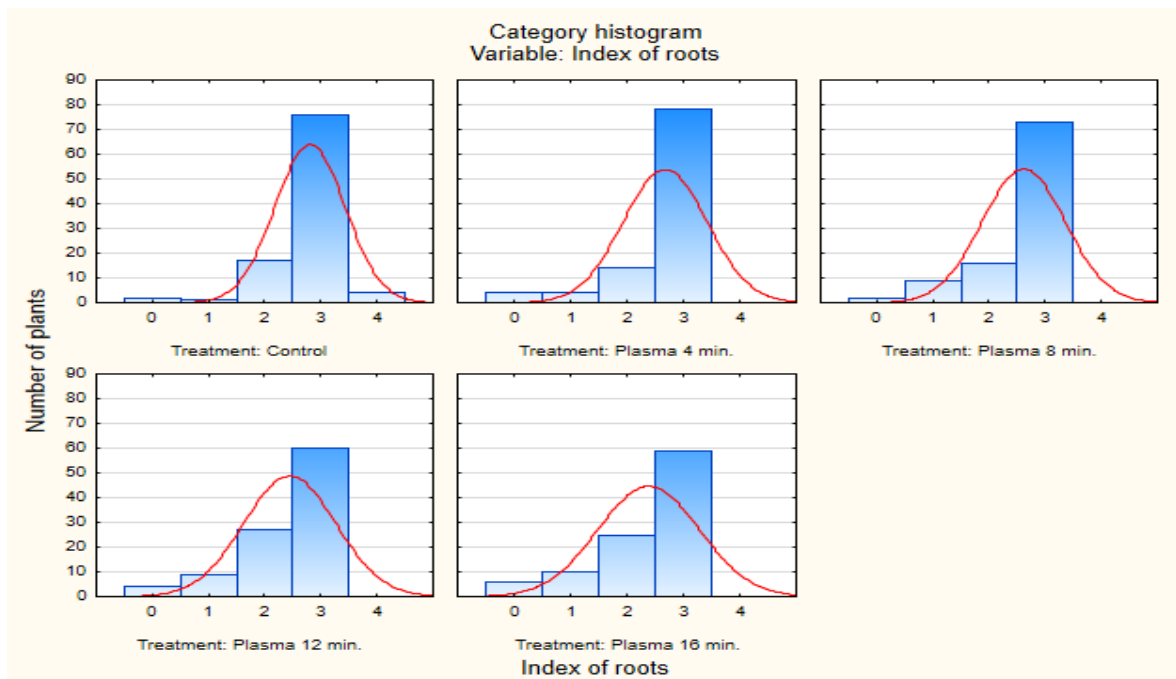
The Kruskal–Wallis test: $H(4, N=500) = 8,113669$ $p = ,0875$

Graf č. 11a: Hodnocení indexu délky rostlin řepky po 3 dnech na klíčidlech a po ošetření v aparatuře Turnov laboratorní.



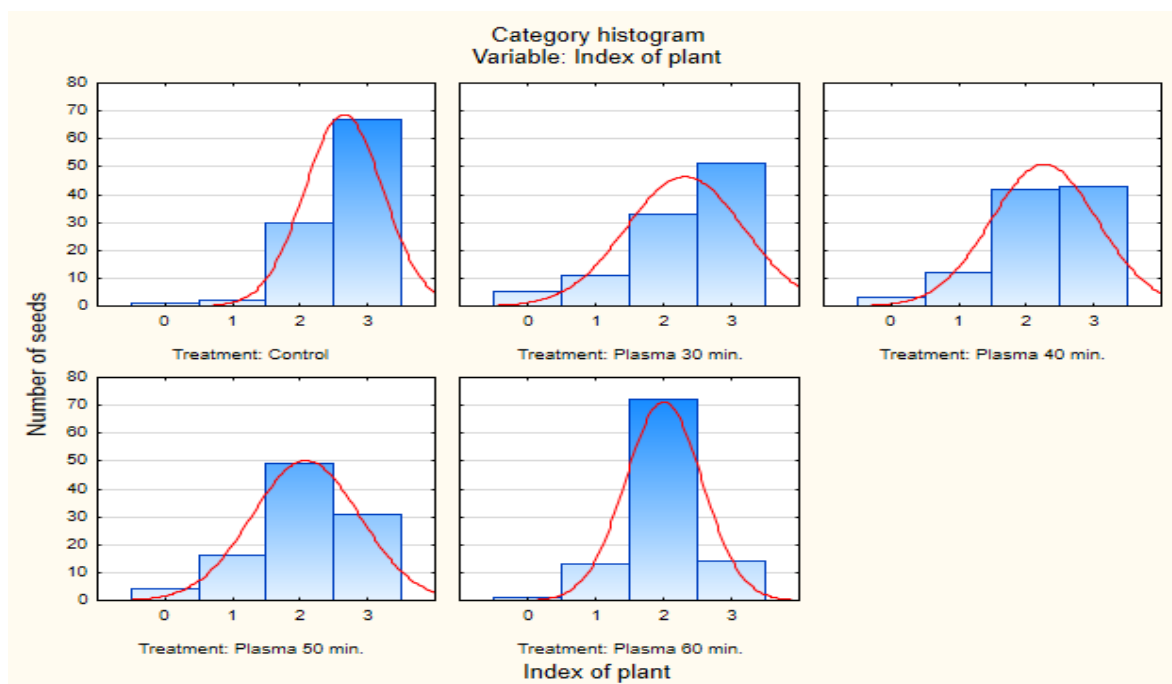
The Kruskal–Wallis test: $H(4, N=500) = 162,5545$ $p = ,0000$

Graf č. 11b: Hodnocení indexu délky kořínku rostlin řepky po 3 dnech na klíčidlech a po ošetření v aparatuře Turnov laboratorní.



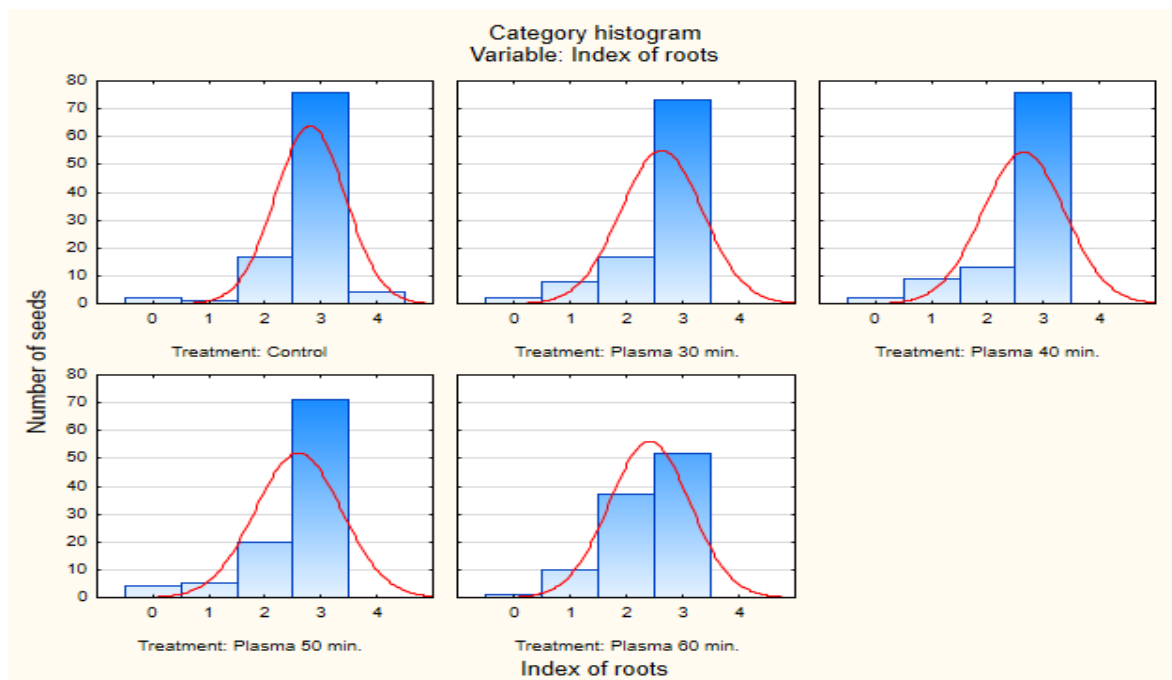
The Kruskal–Wallis test: $H(4, N=500) = 21,79812$ $p = ,0002$

Graf č. 12a: Hodnocení indexu délky rostlin řepky po 3 dnech na klíčidlech a po ošetření v aparatuře Turnov ST-650.



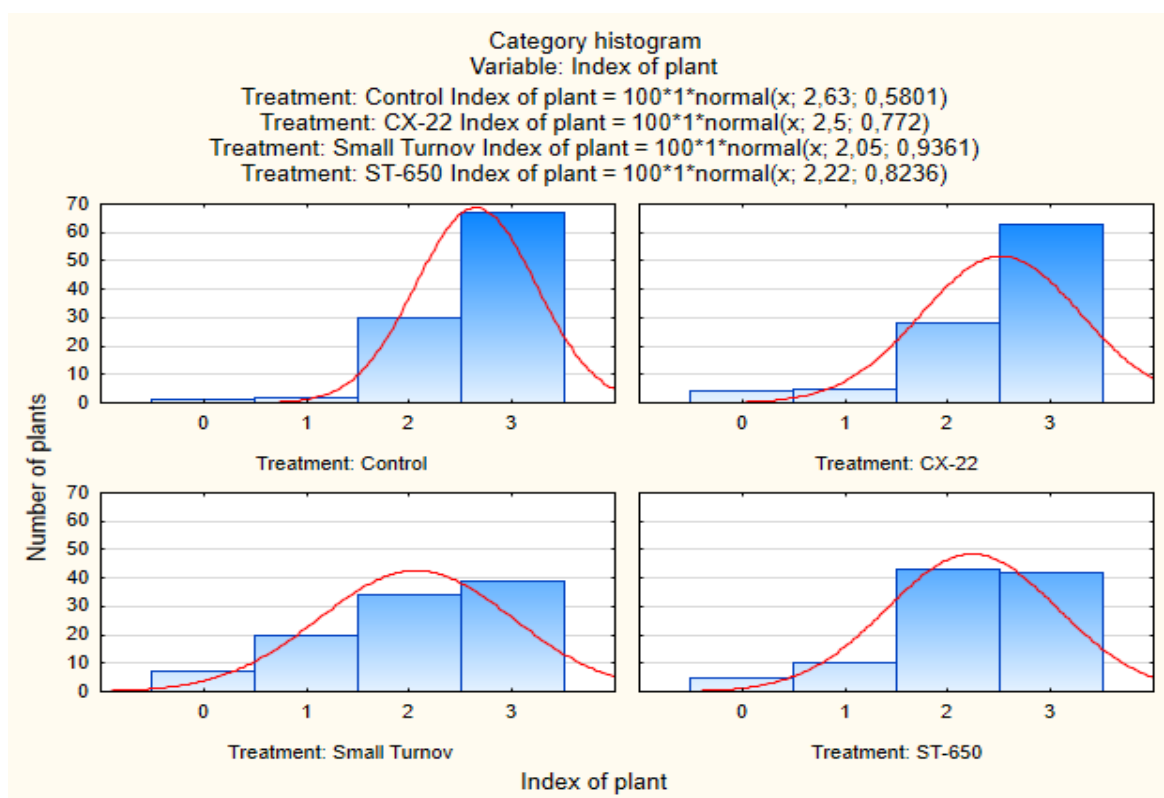
The Kruskal–Wallis test: $H(4, N=500) = 56,08443$ $p = ,0000$

Graf č. 12b: Hodnocení indexu délky kořínku rostlin řepky po 3 dnech na klíčidlech a po ošetření v aparatuře Turnov ST- 650.



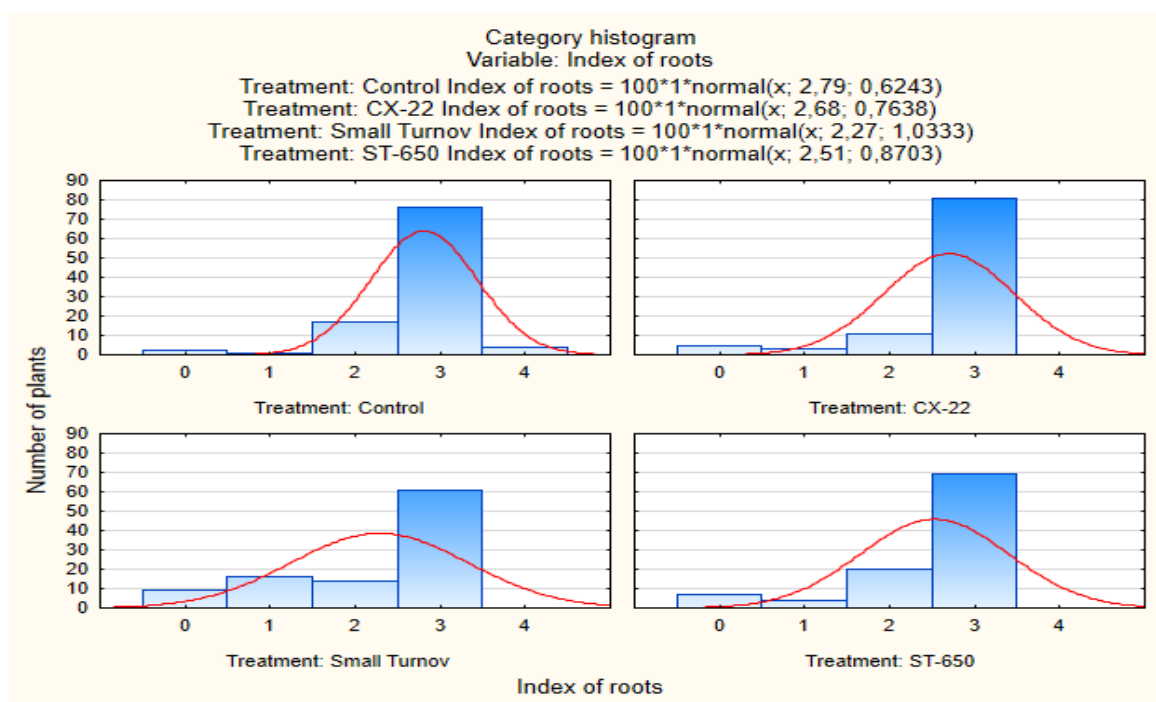
The Kruskal–Wallis test: $H(4, N=500) = 22,34827$ $p = ,0002$

Graf č. 13a: Srovnání indexu délky rostlin řepky po 3 dnech na klíčidlech po 60 minutovém ošetření ve všech aparaturách.



The Kruskal–Wallis test: $H(3, N=400) = 31,01015$ $p = ,0000$

Graf č. 13b: Srovnání indexu délky kořínku rostlin řepky po 3 dnech na klíčidlech po 60 minutovém ošetření ve všech aparaturách.



The Kruskal–Wallis test: $H(3, N=400) = 18,59693$ $p = ,0003$

5.4.4 Hodnocení laboratorní vzcházivosti v %

Tabulka č. 16a: Hodnocení vzcházivosti semen po ošetření ve firmě SurfaceTreat.

Varianta	2014/15	2015/16	2016/17
Kontrola	100	98	97
Plazma	100	99	100
Pl+Tvi	100	99	100
Pl+Man	99	97	98
Tvi	98	99	98
Man	99	98	100

Tabulka č. 16b: Hodnocení laboratorní vzcházivosti semen po ošetření ve velkých aparaturách.

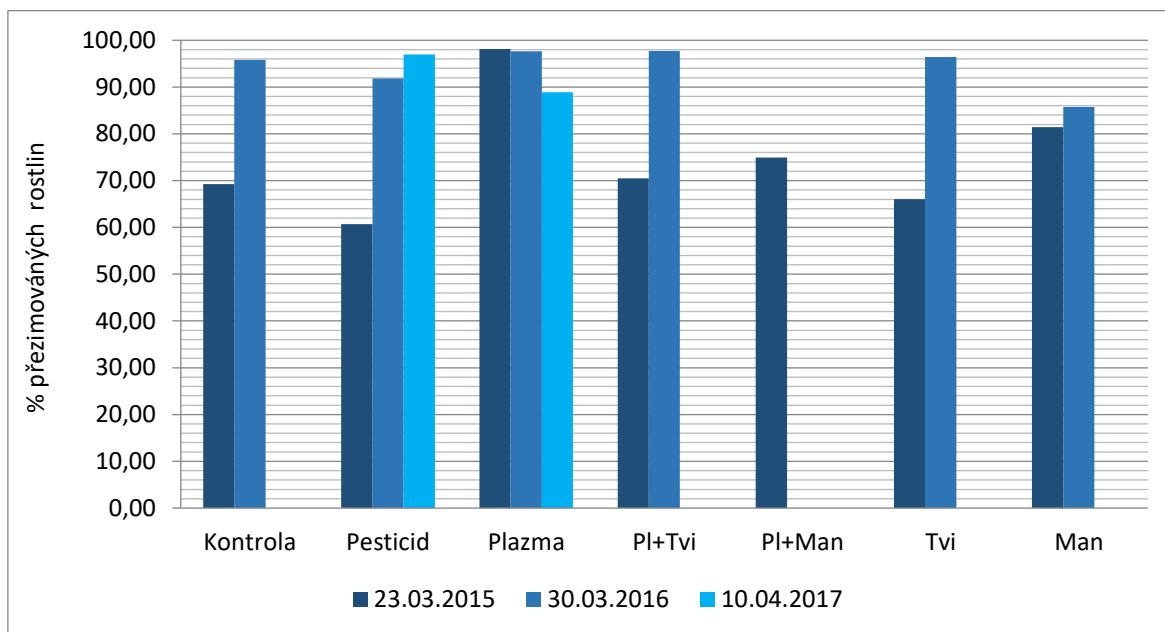
Varianta	Čas ošetření	Vzcházivost %
Kontrola	0 minut	97
Turnov laboratorní	4 minuty	100
	8 minut	100
	12 minut	100
	16 minut	98
	4 minuty	98
Cx22	8 minut	92
	12 minut	96
	16 minut	97
	30 minut	100
Turnov ST-650	40 minut	95
	50 minut	89
	60 minut	74

Semena odrůdy Cortes ošetřena v aparatuře SurfaceTreat měla v roce 2014 vyšší laboratorní vzcházivost, než v roce 2015. Varianty Kontrola, Plazma, Pl+Tvi dosahovaly 100 % laboratorní vzcházivosti. V roce 2015 měly varianty Plazma, Pl+Tvi, Tvi laboratorní vzcházivost jen 99 %. U odrůdy Orex si 100 % laboratorní vzcházivost udržely varianty Plazma, Pl+Tvi, Man. Varianty Plazma a Pl+Tvi si zachovávaly u obou odrůd vysokou laboratorní vzcházivost (tabulka č. 16a).

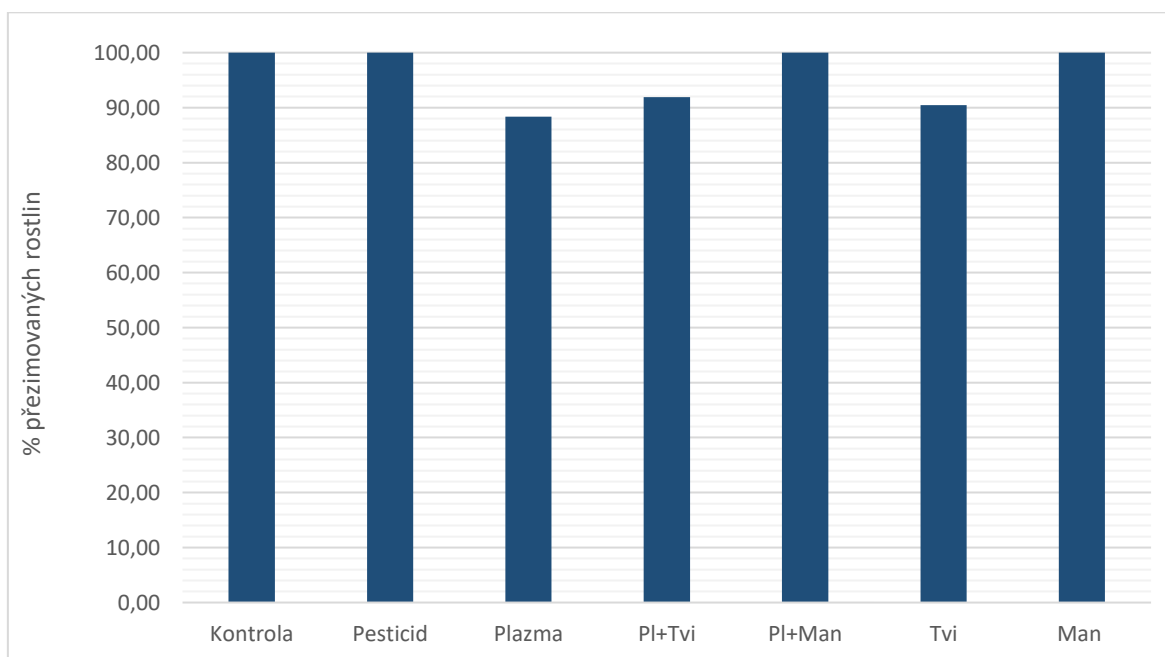
U semen odrůdy Cortes se hodnotila laboratorní vzcházivost i po ošetření ve velkých aparaturách. Semena ošetřena v aparatuře Turnov laboratorní v čase 4 - 12 minut a Turnov ST-650 v čase 30 minut dosahovaly 100 % laboratorní vzcházivosti. Semena ošetřena 4 minuty v aparatuře Cx22 měla 98 % laboratorní vzcházivost a kontrolní semena měla pouze 97 % laboratorní vzcházivost (tabulka č. 16b, příloha č. 15).

5.4.5 Hodnocení rostlin během vegetace

Graf č. 14a: Procento přezimovaných rostlin řepky odrůdy Cortes v letech 2015 – 2017.



Graf č. 14b: Procento přezimovaných rostlin řepky odrůdy Orex v roce 2017.



V pásovém pokusu se procento přezimovaných rostlin odrůdy Cortes v roce 2015 pohybovalo od 60 % u varianty Pesticid do 98 % u varianty Plazma. U variant Kontrola, PI+Tvi, PI+Man, Man přezimovalo více jak 70 % rostlin. Naproti tomu procento přezimovaných rostlin v roce 2016 se pohybovalo od 86 % u varianty Man do 98 % u varianty fyzikálně ošetřené s kombinací houby Tvi. U variant Kontrola, Plazma, Tvi, PI+Tvi přezimovalo více jak 95 % rostlin. U rostlin chemicky ošetřených přezimovalo pouze 92 % rostlin. Ukázalo se, že u chemicky ošetřovaných rostlin pěstovaných v letech 2015 – 2016

přezimovalo nejméně rostlin, tak jako v roce 2017, kdy se podařilo přezimovat 97 % rostlin. U rostlin varianty Plazma pěstovaných pouze v plošném pokusu v roce 2017 přezimovalo 89 % rostlin (graf č. 14a).

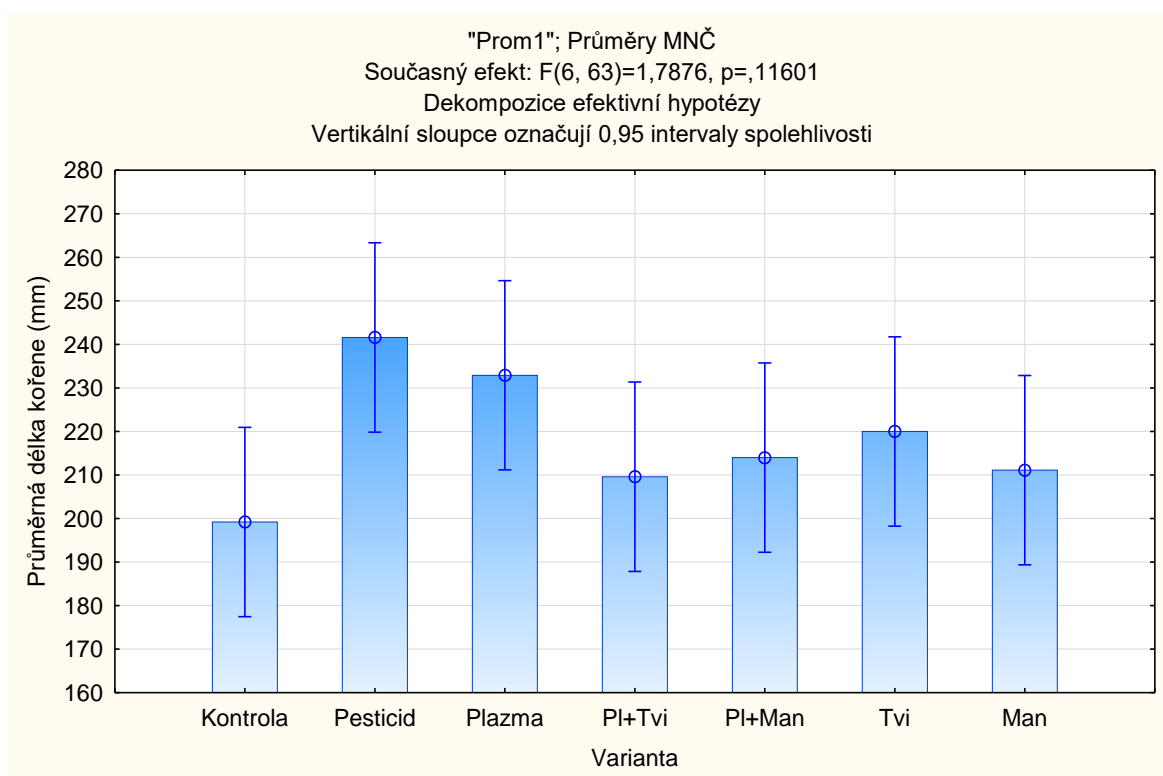
Procento přezimovaných rostlin odrůdy Orex v pásovém pokusu se v roce 2017 pohybovalo od 88 % u varianty Plazma do 100 % u variant Kontrola, Pesticid, Pl+Man, Man. U variant Tvi, Pl+Tvi, bylo 91 % přezimovaných rostlin. Ukázalo se, že u rostlin odrůdy Orex hůře přezimovala varianta Plazma, naopak lépe pro změnu přezimovala varianta Pesticid (graf č. 14b). U odrůd Cortes v roce 2015 ($F = 1,2664$; $df = 6,28$; $p = 0,30430$), 2016 ($F = 1,7595$; $df = 6,28$; $p = 0,17223$) a Orex v roce 2017 ($F = 1,3539$; $df = 8,27$; $p = 0,26066$) se nepodařilo statisticky prokázat vliv jednotlivých variant ošetření na zvýšení počtu rostlin v porovnání s chemickou variantou.

Tabulka č. 17: Průměrná délka kořene rostlin řepky odrůdy Cortes na podzim v letech 2014 – 2016 na různých lokalitách.

Varianta	16. 12. 2014		15. 12. 2015		13. 12. 2016	
	Mean±STDV (mm)	HSD 95 %	Mean±STDV (mm)	HSD 95 %	Mean±STDV (mm)	HSD 95 %
Kontrola	188,60±5,59	bc	186,00±31,08	ab		
Pesticid	160,00±19,07	a	186,70±25,98	ab	200,50±12,98	a
Plazma	185,40±7,94	bc	206,60±38,24	ab	232,10±22,32	a
Pl+Tvi	191,20±4,83	c	215,60±36,09	b		
Pl+Man	153,40±12,97	a				
Tvi	159,50±9,14	a	167,10±25,01	a		
Man	170,50±9,38	ab	176,90±33,25	ab		

2014: $F = 1,3029$; $df = 6,63$; $p = 0,00000$; 2015: $F = 2,9098$; $df = 5,54$; $p = 0,02132$
a, b, c.. Průměry ve sloupci se stejným písmenkem nejsou statisticky rozdílné (ANOVA, Tukey HSD test).

Graf č. 15: Průměrná délka kořene rostlin řepky odrůdy Orex na podzim v roce 2016



U rostlin odrůdy Cortes v pásovém pokusu v roce 2014 dorůstal kořen délky od 153 mm u varianty PI+Man do 191 mm u varianty PI+Tvi. U variant Pesticid a Tvi, byl kořen dlouhý pouze 160 mm, naopak u variant Kontrola, Plazma dorůstal, až do délky přes 180 mm. V roce 2014 ($F = 1,3029$; $df = 6,63$; $p = 0,00000$) se statisticky podařilo prokázat pozitivní vliv různého ošetření na délku kořene v porovnání s chemickým ošetřením. V roce 2015 dorůstal kořen délky od 167 mm u varianty Tvi do 250 mm u varianty PI+Tvi. Ukázalo se, že v obou letech nejdelší kořen vytvořila varianta PI+Tvi. U varianty Man, byl kořen dlouhý pouze 176 mm, naopak u variant Kontrola, Pesticid 186 mm a u varianty Plazma dokonce 200 mm (tabulka č. 17). V roce 2015 ($F = 2,9098$; $df = 5,54$; $p = 0,02132$) se statisticky nepodařilo prokázat pozitivní vliv různého ošetření na zvýšení délky kořene v porovnání s chemickým ošetřením. U rostlin chemicky ošetřených v roce 2016 dorůstal kořen, až do délky 200 mm. Naproti tomu v plošném pokusu v roce 2016 u varianty Plazma dorůstal kořen, až do délky 232 mm (tabulka č. 17, příloha č. 18).

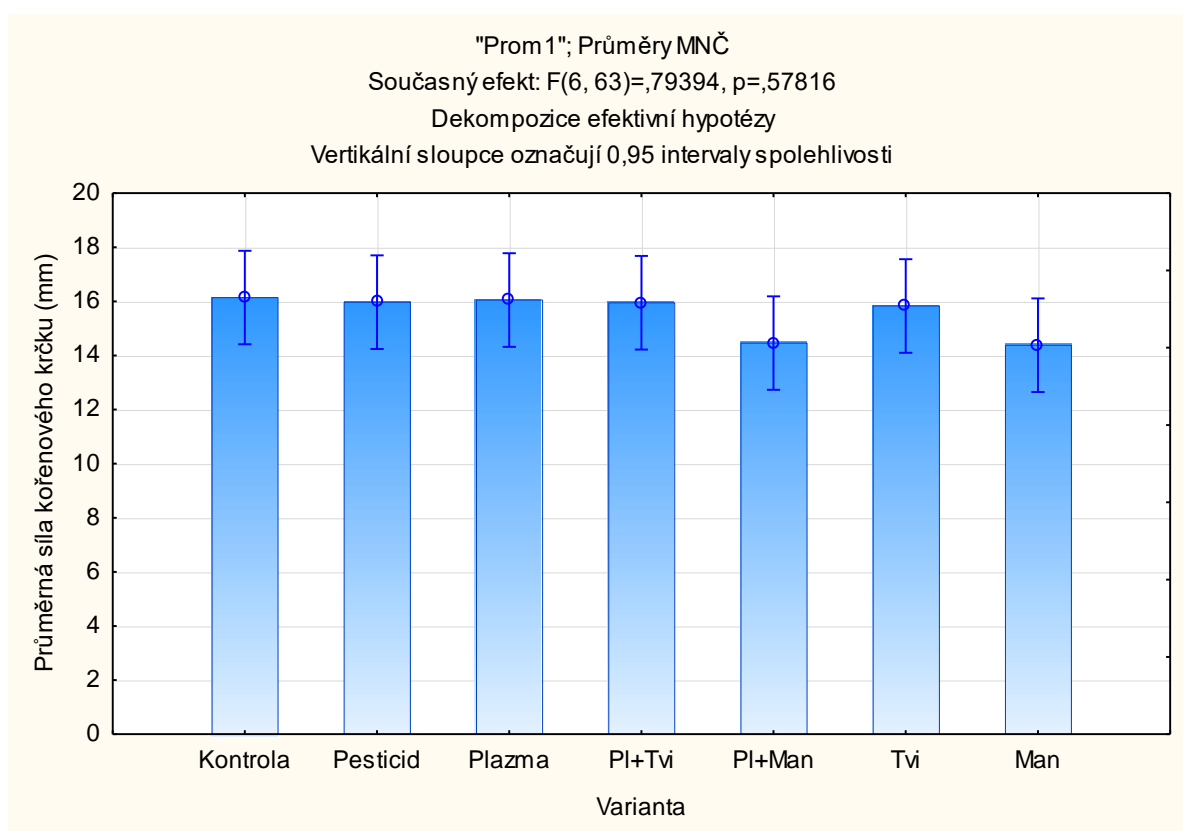
U rostlin odrůdy Orex v pásovém pokusu v roce 2016 dorůstal kořen délky od 199 mm u varianty Kontrola do 242 mm u varianty Pesticid. U variant PI+Tvi, PI+Man, Man, byl kořen dlouhý pouze 210 mm, naopak u varianty Tvi dlouhý 220 mm. Zato u varianty Plazma dorůstal kořen, až do délky 232 mm (graf č. 15, příloha č. 18). U odrůdy Orex ($F = 1,7876$; $df = 6,63$; $p = 0,11601$) se nepodařilo statisticky prokázat pozitivní vliv různého ošetření na zvýšení délky kořene v porovnání s chemickým ošetřením.

Tabulka č. 18: Průměrná síla kořenového krčku rostlin řepky odrůdy Cortes na podzim v letech 2014 – 2016 na různých lokalitách.

Varianta	16. 12. 2014		15. 12. 2015		13. 12. 2016	
	Mean±STDV (mm)	HSD 95 %	Mean±STDV (mm)	HSD 95 %	Mean±STDV (mm)	HSD 95 %
Kontrola	10,27±1,98	a	11,01±1,23	a		
Pesticid	15,03±2,36	b	10,40±1,73	a	13,94±2,69	a
Plazma	10,28±1,16	a	11,81±0,94	a	17,00±1,87	a
Pl+Tvi	10,79±3,15	ac	12,28±0,69	a		
Pl+Man	9,42±1,80	a				
Tvi	16,41±3,68	b	10,21±1,29	a		
Man	14,16±2,38	b	12,46±4,43	a		

2014: $F = 10,991$; $df = 6,63$; $p = 0,00000$; 2015: $F = 1,8369$; $df = 5,54$; $p = 0,12110$ a, b, c.. Průměry ve sloupci se stejným písmenkem nejsou statisticky rozdílné (ANOVA, Tukey HSD test).

Graf č. 16: Průměrná síla kořenového krčku rostlin řepky odrůdy Orex na podzim v roce 2016.



Rostliny odrůdy Cortes v pásovém pokusu v roce 2014 vytvořily kořen se silou kořenového krčku od 9 mm u varianty Pl+Man do 16 mm u varianty Tvi. U variant Kontrola, Plazma, Pl+Tvi byla síla kořenového krčku pouze 10 mm, zato u variant Pesticid a Man dorůstal kořen do 15 mm. V roce 2015 vytvořily rostliny kořen se silou kořenového krčku od 10 mm u variant Pesticid, Tvi do 13 mm u variant Pl+Tvi, Man. U variant Kontrola, Plazma byla síla kořenového krčku jen 11 mm. Na podzim roku 2015 vytvořily rostliny u všech variant kořenový krček v průměru 11 mm. V pásovém pokusu v roce 2016 vytvořily rostliny varianty Pesticid kořenový krček o síle 14 mm. Zato rostliny varianty Plazma v plošném pokusu ve stejném roce vytvořily kořenový krček až o síle 17 mm (tabulka č. 18, příloha č. 19). U odrůdy Cortes se v roce 2014 ($F = 10,991$; $df = 6,63$; $p = 0,00000$) podařilo statisticky prokázat pozitivní vliv ošetření na sílu kořenového krčku, zato v roce 2015 ($F = 1,8369$; $df = 5,54$; $p = 0,12110$) nikoli.

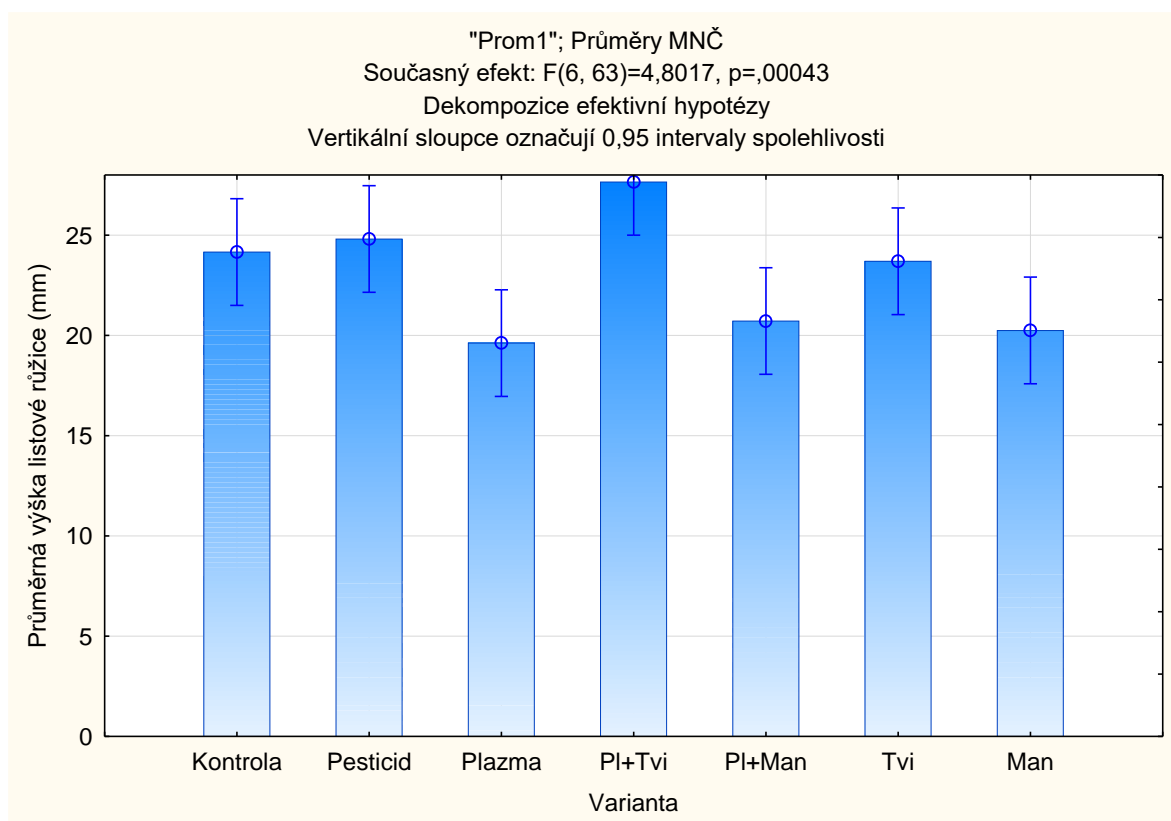
Rostliny odrůdy Orex v pásovém pokusu v roce 2016 vytvořily kořen se silou kořenového krčku od 14 mm u varianty Man do 16 mm u variant Kontrola, Pesticid, Plazma, Tvi (graf č. 16, příloha č. 19). Rostliny variant Pl+Tvi, Pl+Man vytvořily kořenový krček o síle 15 mm. Při hodnocení síly kořenového krčku se u obou odrůd projevilo jako nejlepší ošetření fyzikální, nebo s kombinací houby Tvi. Odrůda Orex vytvořila ve všech variantách silnější kořenový krček než odrůda Cortes. U odrůdy Orex ($F = 0,79394$; $df = 6,63$; $p = 0,57816$) se v roce 2016 nepodařilo statisticky prokázat pozitivní vliv ošetření na sílu kořenového krčku.

Tabulka č. 19: Průměrná výška listové růžice u rostlin řepky odrůdy Cortes na podzim v letech 2014 – 2016 na různých lokalitách.

Varianta	16. 12. 2014		15. 12. 2015		13. 12. 2016	
	Mean±STDV (mm)	HSD 95 %	Mean±STDV (mm)	HSD 95 %	Mean±STDV (mm)	HSD 95 %
Kontrola	18,05±4,14	cd	16,36±2,18	a		
Pesticid	24,50±2,58	ab	17,38±3,50	b	18,95±2,93	a
Plazma	20,29±2,07	bc	16,07±2,43	a	19,46±3,33	ab
Pl+Tvi	17,50±1,93	ab	16,27±2,77	a		
Pl+Man	14,51±2,48	a				
Tvi	22,66±1,95	c	14,87±1,80	a		
Man	26,62±2,58	d	15,59±2,97	a		

2014: $F = 20,7922$; $df = 6,63$; $p = 0,00000$; 2015: $F = 9,4178$; $df = 5,54$; $p = 0,00000$
a, b, c.. Průměry ve sloupci se stejným písmenkem nejsou statisticky rozdílné (ANOVA, Tukey HSD test).

Graf č. 17: Průměrná výška listové růžice u rostlin řepky odrůdy Orex na podzim v roce 2016.



Na podzim roku 2014 vytvořily rostliny odrůdy Cortes v pásovém pokusu u varianty Pl+Man listovou růžici vysokou 14 mm a rostliny varianty Man až 26 mm. U kontrolní varianty a Pl+Tvi, byla listová růžice vysoká pouze 18 mm. U varianty Plazma dosahovala listová růžice výšky 20 mm a u varianty Tvi, to bylo 22 mm. U chemicky ošetřené varianty vytvořily rostliny listovou růžici až do výšky 24 mm. Zato v roce 2015 vytvořily rostliny o hodně menší listovou růžici, v porovnání s předchozím rokem. Listová růžice se pohybovala od 14 mm u varianty Tvi do 17 mm u varianty Pesticid. Ostatní varianty vytvořily listovou růžici vysokou 16 mm. U odrůdy Cortes se v roce 2014 ($F = 20,7922; df = 6,63; p = 0,00000$) a 2015 ($F = 9,4178; df = 5,54; p = 0,00000$) podařilo statisticky prokázat pozitivní vliv ošetření na výšku listové růžice. V roce 2016 měly rostliny varianty Pesticid v pásovém pokusu listovou růžici vysokou 18 mm. V tom samém roce rostliny varianty Plazma v plošném pokusu měly listovou růžici vysokou 19 mm (tabulka č. 19).

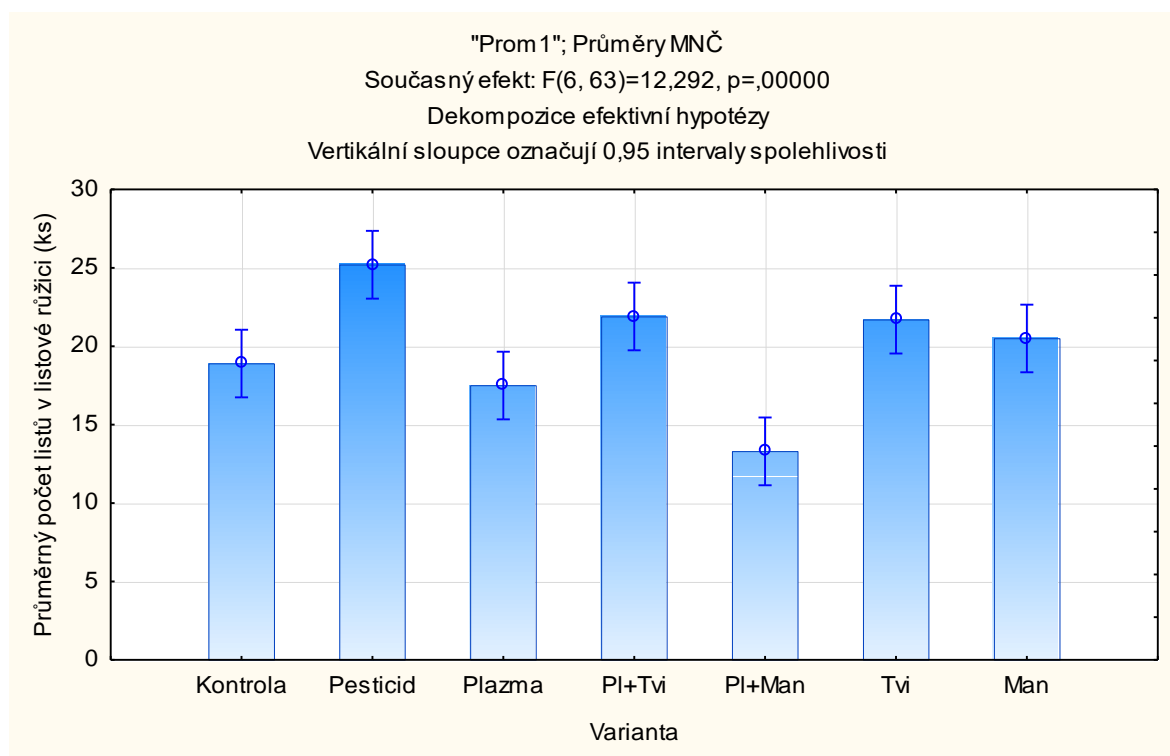
Rostliny odrůdy Orex vytvořily v pásovém pokuse v roce 2016 listovou růžici vysokou od 19 mm u varianty Plazma do 27 mm u varianty Pl+Tvi. Varianty Pl+Man, Man měly listovou růžici vysokou 20 mm, zato ostatní varianty Kontrola, Pesticid, Tvi ji měly až 24 mm vysokou (graf č. 17). U odrůdy Orex ($F = 4,8017; df = 6,63; p = 0,00043$) se nepodařilo statisticky prokázat pozitivní vliv ošetření na výšku listové růžice.

Tabulka č. 20: Průměrný počet listů v listové růžici u rostlin řepky odrůdy Cortes na podzim v letech 2014 – 2016 na různých lokalitách.

Varianta	16. 12. 2014		15. 12. 2015		13. 12. 2016	
	Mean±STDV (ks)	HSD 95 %	Mean±STDV (ks)	HSD 95 %	Mean±STDV (ks)	HSD 95 %
Kontrola	9,80±3,40	ab	10,60±1,85	a		
Pesticid	10,70±2,19	ab	8,70±1,19	b	29,10±5,86	d
Plazma	7,50±0,50	a	10,80±1,94	a	30,70±4,38	d
Pl+Tvi	9,00±1,34	ab	13,10±3,08	a		
Pl+Man	6,90±0,70	b				
Tvi	12,70±5,02	b	10,30±1,95	a		
Man	9,70±2,24	ab	11,30±1,27	a		

2014: $F = 4,8758$; $df = 6,63$; $p = 0,00038$; 2015: $F = 4,7020$; $df = 5,54$; $p = 0,00123$
 a, b, c.. Průměry ve sloupci se stejným písmenkem nejsou statisticky rozdílné (ANOVA, Tukey HSD test).

Graf č. 18: Průměrný počet listů v listové růžici u rostlin řepky odrůdy Orex na podzim v roce 2016.



Na rostlinách odrůdy Cortes se v pásovém pokusu v roce 2014 vytvořilo v listové růžici od 7 listů u variant Plazma, Pl+Man do 13 listů u varianty Tvi. Rostliny varianty Pl+Tvi měly 9 listů v listové růžici, zato varianty Kontrola, Pesticid, Man 10 listů. V roce 2015, bylo u rostlin jednotlivých variant v listové růžici od 8 listů u varianty Pesticid do 13 listů u varianty Pl+Tvi. U varianty Man měly rostliny 11 listů v listové růžici, zato u variant Kontrola, Plazma, Tvi jen 10 listů. Zato v roce 2016 se u varianty Pesticid vytvořilo v listové růžici, až 29 listů. Ve stejném roce, ale v plošném pokusu, se u varianty Plazma vytvořilo

v listové růžici, až 30 listů (tabulka č. 20). V roce 2014 ($F = 4,8758$; $df = 6,63$; $p = 0,00038$) se nepodařilo statisticky prokázat pozitivní vliv různého ošetření, na zvýšení počtu listů v listové růžici v porovnání s chemickým ošetřením. Zato v roce 2015 ($F = 4,7020$; $df = 5,54$; $p = 0,00123$) se podařilo vliv ošetření statisticky prokázat.

U rostlin odrůdy Orex se v pásovém pokusu v roce 2016 vytvořilo na rostlinách v listové růžici od 13 listů u varianty Pl+Man do 25 listů u varianty Pesticid. U variant Kontrola, Plazma se listová růžice skládala z 18 listů a u variant Pl+Tvi, Tvi, Man, až z 21 listů (graf č. 18). U této odrůdy ($F = 12,292$; $df = 6,63$; $p = 0,00000$) se podařilo statisticky prokázat pozitivní vliv různého ošetření, na zvýšení počtu listů v listové růžici v porovnání s chemickým ošetřením. Také se ukázalo, že u této odrůdy se listová růžice tvořila z více listů, než u odrůdy Cortes. U odrůdy Cortes i Orex, byla listová růžice s největším počtem listů tvořena u rostlin ošetřených chemicky, fyzikálně, fyzikálně s kombinací houby Tvi a samotnou houbou Tvi.

Tabulka č. 21a: Hodnocení výskytu choroby fomové černání stonku řepky u rostlin odrůdy Cortes na podzim v letech 2014 – 2016 na různých lokalitách.

Varianta	16. 12. 2014		15. 12. 2015		13. 12. 2016	
	Mean (%)	HSD 95 %	Mean (%)	HSD 95 %	Mean (%)	HSD 95 %
Kontrola	4,00±3,00	a	2,40±3,10	a		
Pesticid	5,90±3,00	a	0,90±1,45	a	4,00±2,00	a
Plazma	3,50±3,20	a	1,80±2,75	a	6,10±2,81	a
Pl+Tvi	2,50±3,35	a	1,70±1,68	a		
Pl+Man	2,50±2,50	a				
Tvi	2,50±3,35	a	0,40±0,49	a		
Man	3,50±3,91	a	0,40±0,49	a		

2014: $F = 1,3899$; $df = 6,63$; $p = 0,23263$; 2015: $F = 2,6357$; $df = 5,54$; $p = 0,03331$

a, b, c.. Průměry ve sloupci se stejným písmenkem nejsou statisticky rozdílné (ANOVA, Tukey HSD test).

Tabulka č. 21b: Hodnocení výskytu choroby fomové černání stonku řepky u rostlin odrůdy Orex na podzim v roce 2016.

Varianta	13. 12. 2016	
	Mean (%)	HSD 95 %
Kontrola	5,60±2,50	a
Pesticid	4,20±1,60	a
Plazma	4,30±2,61	a
Pl+Tvi	5,60±2,50	a
Pl+Man	4,10±3,65	a
Tvi	4,70±2,37	a
Man	3,80±2,89	a

2016: $F = 1,0335$; $df = 6,63$; $p = 0,41221$

a, b, c.. Průměry ve sloupci se stejným písmenkem nejsou statisticky rozdílné (ANOVA, Tukey HSD test).

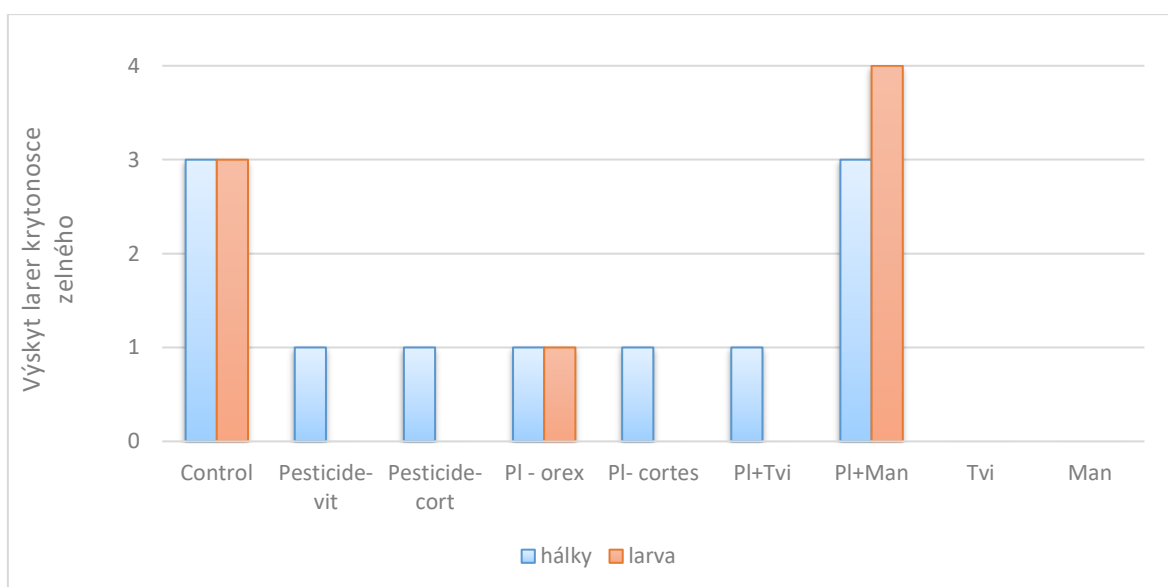
Na podzim roku 2014 se na listech rostlin řepky odrůdy Cortes v pásovém pokusu objevovala choroba fomové černání stonku řepky v rozsahu od 3 % u variant Pl+Tvi, Pl+Man, Tvi do 6 % u varianty Pesticid. U variant Kontrola, Plazma, Man se tato choroba vyskytovala do 4 %. V roce 2015 se tato choroba na listech vyskytovala jen zřídka a to od 0,5 % u variant Pesticid, Tvi, Man do 3 % u varianty Kontrola. U variant Plazma a Pl+Tvi, to bylo do 2 %. V roce 2016 došlo u varianty Pesticid k opětovnému nárůstu této choroby na 4 %. V tom samém roce, ale u plošného pokusu s variantou Plazma došlo k nárůstu na 6 % (tabulka č. 21a). V roce 2014 ($F = 1,3899$; $df = 6,63$; $p = 0,23263$) a 2015 ($F = 2,6357$; $df = 5,54$; $p = 0,03331$) se nepodařilo statisticky prokázat vliv počátečního ošetření semen na snížení výskytu chorob během vegetace.

V roce 2016 se na listech rostlin řepky odrůdy Orex v pásovém pokusu objevovala choroba fomové černání stonku řepky v rozsahu od 4 % u variant Pesticid, Plazma, Pl+Man, Man do 6 % u variant Kontrola, Pl+Tvi. U varianty Tvi, byl 5 % výskyt (tabulka č. 21b). V tomto roce ($F = 1,0335$; $df = 6,63$; $p = 0,41221$) se opět nepodařilo statisticky prokázat vliv počátečního ošetření semen na snížení výskytu chorob během vegetace.

Tabulka č. 22: Celkový počet larev krytonosce zelného v hálku na kořenech u rostlin řepky odrůdy Cortes v letech 2014 – 2017 na různých lokalitách.

Varianta	16. 12. 2014 (ks)	23. 3. 2015 (ks)	15. 12. 2015 (ks)	30. 3. 2016 (ks)	13. 12. 2016 (ks)	10. 4. 2017 (ks)
Kontrola	2	1	0	0		
Pesticid	1	0	0	0	0	0
Plazma	1	0	0	0	0	0
Pl+Tvi	0	0	0	0		
Pl+Man	0	1	0	0		
Tvi	0	0	0	0		
Man	0	0	0	0		

Graf č. 19: Celkový počet larev krytonosce zelného v hálku na kořenech u rostlin řepky odrůdy Orex v letech 2016 – 2017.



V letech 2014 – 2017 se na kořenech rostlin odrůdy Cortes u variant Pl+Tvi, Tvi a Man nevyskytovaly žádné háčky s larvou krytonosce zelného. Zato podzim 2014 se ukázal jako teplotně příznivý pro výskyt larev krytonosce zelného, hlavně u kontrolní varianty. Na podzim roku 2014 se na kořenech rostlin variant Pesticid, Plazma tvořil pouze jeden háček s jednou larvou. Stejný počet larev, se také vyskytoval na jaře roku 2015 u variant Pl+Man, Kontrola (tabulka č. 22). Pěstování rostlin v pásovém nebo v plošném pokusu nemělo vliv na tvorbu háček na kořenech.

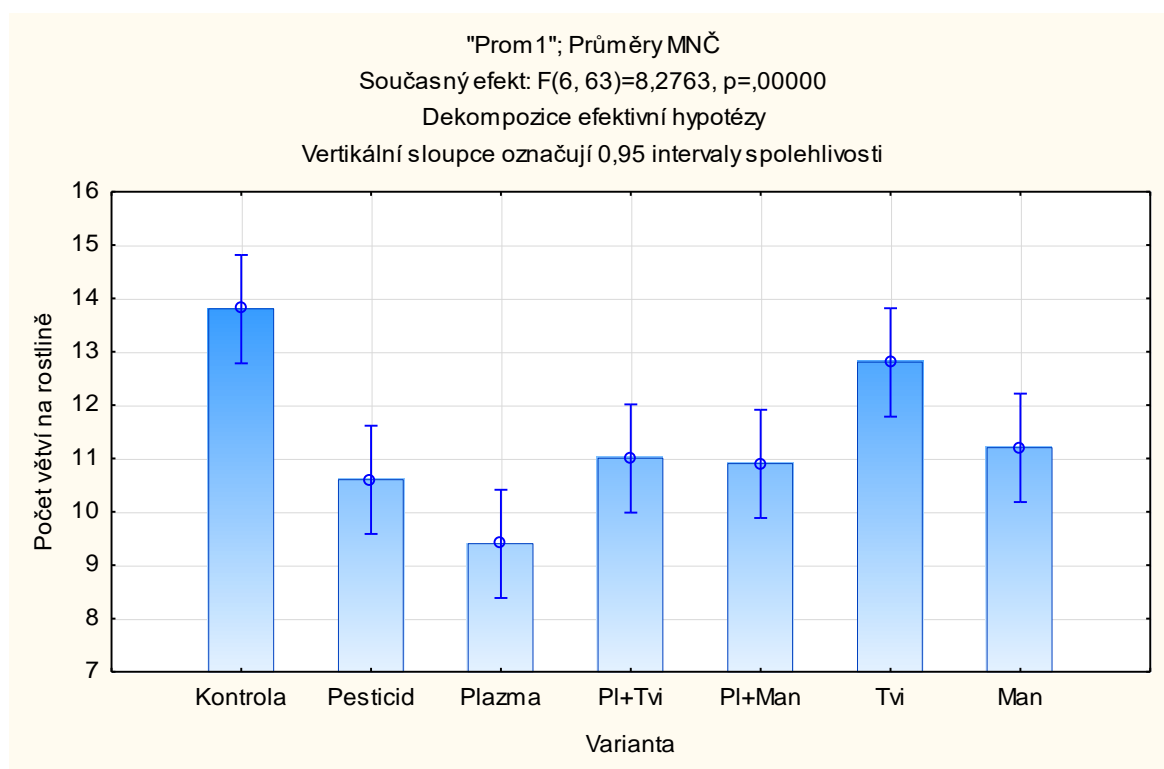
Na podzim i na jaře se na kořenech rostlin odrůdy Orex v letech 2016 – 2017 vyskytoval stejný počet háček. Během roku se nevyskytovaly žádné háčky s larvou krytonosce zelného u variant Tvi, Man. Zato u kontrolní varianty a Pl+Man se vytvořily až tři háčky na kořenu. U těchto variant se vyskytovaly dokonce až dvě larvy v jednom háčku. U variant Pl+Tvi, Pesticid se vyskytoval jeden háček bez larvy a u varianty Plazma s larvou (graf č. 19).

Tabulka č. 23: Počet větví na jedné rostlině u rostlin řepky odrůdy Cortes v létě, v letech 2015 – 2017 na různých lokalitách.

Varianta	29. 6. 2015		9. 7. 2016		3. 7. 2017	
	Mean±STDV (ks)	HSD 95 %	Mean±STDV (ks)	HSD 95 %	Mean±STDV (ks)	HSD 95 %
Kontrola	10,80±1,78	ab	9,30±1,73	a		
Pesticid	12,60±3,38	ab	10,00±1,48	a	9,50±3,57	a
Plazma	11,80±2,52	ab	9,60±1,43	a	9,90±1,37	a
Pl+Tvi	14,10±2,74	b	9,30±1,19	a		
Pl+Man	13,00±2,28	ab				
Tvi	10,60±1,56	a	10,30±1,27	a		
Man	12,10±1,14	ab	9,50±1,50	a		

2015: F = 2,5498; df = 6,63; p = 0,02834 2016: F = 0,7016; df = 5,54; p = 0,62465
a, b, c.. Průměry ve sloupci se stejným písmenkem nejsou statisticky rozdílné (ANOVA, Tukey HSD test).

Graf č. 20: Počet větví na jedné rostlině u rostlin řepky odrůdy Orex v roce 2017.



Rostliny odrůdy Cortes vytvořily v létě roku 2015 v pásovém pokusu více větví na rostlinách, než v letech následujících. V roce 2015 se u rostlin vytvořilo od 10 větví u variant Kontrola, Tvi do 14 větví u varianty PI+Tvi. Rostliny varianty Plazma měly pouze 11 větví. Zato rostliny ošetřované chemicky nebo houbou Man vytvořily 12 větví a varianta PI+Man, až 13 větví. V roce 2016 vytvořily rostliny variant Kontrola, Plazma, PI+Tvi, Man pouze 9 větví, ostatní varianty měly 10 větví. V letech 2015 ($F = 2,5498; df = 6,63; p = 0,02834$) a 2016 ($F = 0,7016; df = 5,54; p = 0,62465$) se nepodařilo statisticky prokázat vliv počátečního ošetření na tvorbu většího počtu větví u rostlin. V roce 2017 měly rostliny chemicky ošetřované v pásovém pokusu pouze 9 větví, zato rostliny varianty Plazma v plošném pokusu 10 větví (tabulka č. 23).

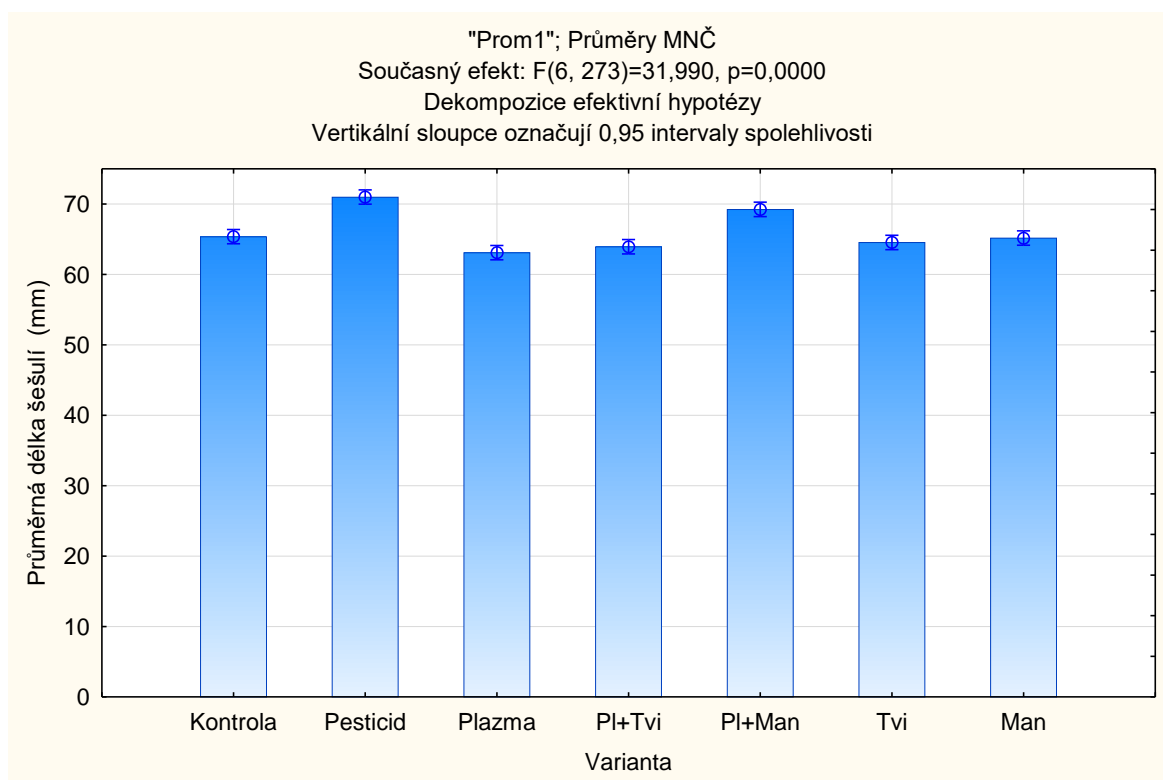
U rostlin odrůdy Orex se v pásovém pokusu v roce 2017 vytvořilo 9 větví u varianty Plazma a 14 větví u varianty Kontrola. Rostliny variant Pesticid, PI+Tvi, PI+Man, Man vytvořily 11 větví a rostliny varianty Tvi až 13 větví (graf č. 20). U jednotlivých variant ($F = 8,2763; df = 6,63; p = 0,00000$) se podařilo statisticky prokázat vliv počátečního ošetření na tvorbu většího počtu větví u rostlin.

Tabulka č. 24: Průměrná délka šesulí u rostlin řepky odrůdy Cortes v létě, v letech 2015 – 2017 na různých lokalitách.

Varianta	29. 6. 2015		9. 7. 2016		3. 7. 2017	
	Mean±STDV (mm)	HSD 95 %	Mean±STDV (mm)	HSD 95 %	Mean±STDV (mm)	HSD 95 %
Kontrola	99,75±8,33	c	75,85±4,53	a		
Pesticid	90,55±6,27	a	74,65±2,50	a	75,28±5,41	c
Plazma	93,70±3,78	ab	86,88±7,77	b	64,98±4,12	a
Pl+Tvi	96,48±5,26	bc	79,95±2,22	d		
Pl+Man	92,40±4,65	ab				
Tvi	90,32±7,45	a	84,53±5,97	b		
Man	95,48±6,90	bc	70,10±4,51	c		

2015: $F = 10,778$; $df = 6,413$; $p = 0,00000$; 2016: $F = 62,832$; $df = 5,234$; $p = 0,00000$
a, b, c.. Průměry ve sloupci se stejným písmenkem nejsou statisticky rozdílné (ANOVA, Tukey HSD test).

Graf č. 21: Průměrná délka šesulí u rostlin řepky odrůdy Ores v létě 2017.



V létě roku 2015 vytvořily rostliny odrůdy Cortes v pásovém pokusu nejdelší šesule ve srovnání s následujícími roky. V tomto roce nejdelší šesule, až 99 mm vytvořily rostliny kontrolní varianty, naopak nejkratší šesule pouze 90 mm vytvořily varianty Pesticid a Tvi. U rostlin variant Pl+Man, Plazma dorůstaly šesule do délky 92 – 93 mm. Zato varianty Pl+Tvi, Man měly šesule dlouhé, až 96 mm. Před sklizní roku 2016 vytvořily rostliny šesule

dlouhé od 70 mm u varianty Man do 86 mm u varianty Plazma. Varianty Kontrola a Pesticid měly šesule dlouhé jen 75 mm. U variant Pl+Tvi, Tvi dorůstaly šesule do délky 80 - 84 mm. V roce 2015 ($F = 10,778$; $df = 6,413$; $p = 0,00000$) i 2016 ($F = 62,832$; $df = 5,234$; $p = 0,00000$) se podařilo statisticky prokázat navýšení délky šesulí u jednotlivých variant v porovnání s chemickou variantou. V roce 2017 v pásovém pokusu u varianty Pesticid měly rostliny šesule dlouhé 75 mm. V tom samém roce, ale v plošném pokusu vytvořily rostliny varianty Plazma šesule dlouhé pouze 64 mm (tabulka č. 24).

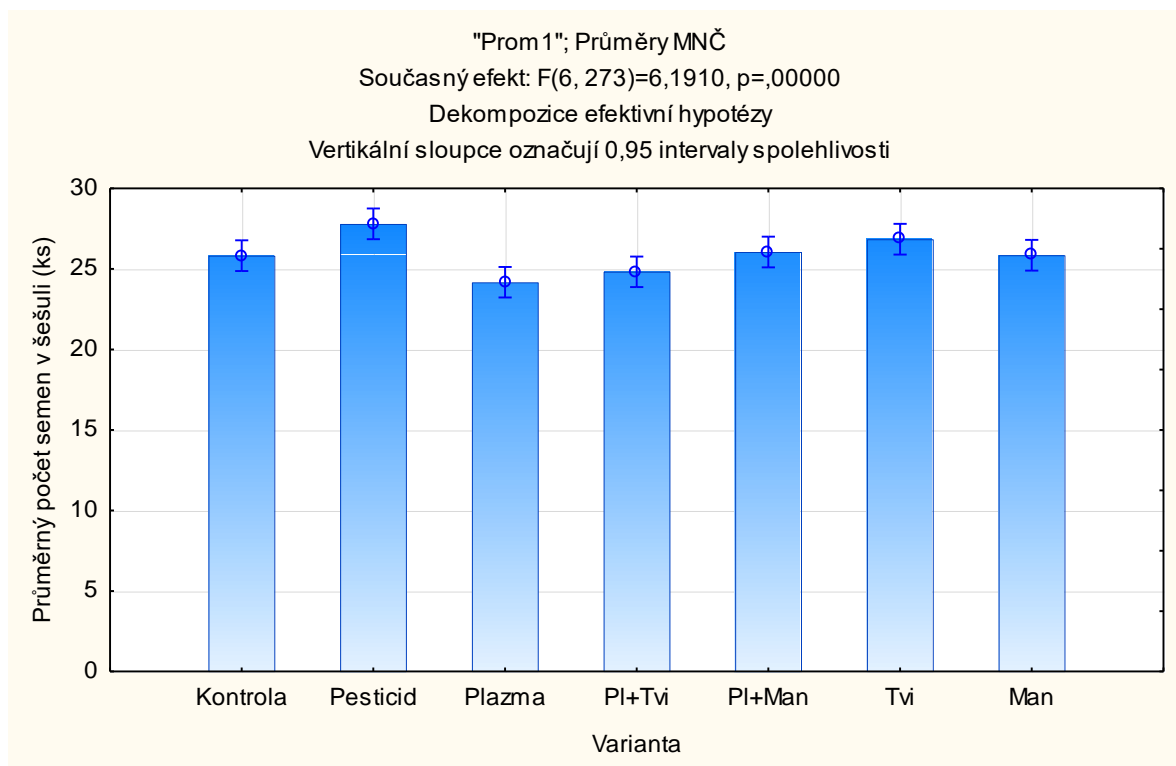
Před sklizní roku 2017 vytvořily rostliny odrůdy Orex v pásovém pokusu šesule dlouhé od 63 mm u varianty Plazma do 71 mm u varianty Pesticid. U variant Pl+Tvi, Tvi, byly šesule dlouhé 64 mm a u variant Kontrola, Man dlouhé 65 mm. U rostlin varianty Pl+Man dorůstaly šesule, až do délky 69 mm (graf č. 21). V tomto roce, se u odrůdy Orex ($F = 31,990$; $df = 6,273$; $p = 0,00000$) statisticky ukazuje snížení délky šesulí u jednotlivých variant v porovnání s chemickou variantou.

Tabulka č. 25: Průměrný počet semen v šesuli u rostlin řepky odrůdy Cortes na podzim v letech 2014 – 2016 na různých lokalitách.

Varianta	29. 6. 2015		9. 7. 2016		3. 7. 2017	
	Mean±STDV (ks)	HSD	Mean±STDV (ks)	HSD	Mean±STDV (ks)	HSD 95 %
Kontrola	33,07±4,59	a	29,28±3,33	a		
Pesticid	30,40±3,77	b	29,35±2,12	a	28,40±4,44	d
Plazma	32,97±3,50	a	30,40±2,93	a	24,50±3,32	a
Pl+Tvi	33,15±3,62	a	30,20±2,87	a		
Pl+Man	31,55±3,10	ab				
Tvi	31,72±3,84	a	29,55±3,19	a		
Man	32,03±4,49	ab	24,45±3,43	b		

2015: $F = 5,5448$; $df = 6,413$; $p = 0,00002$; 2016: $F = 20,945$; $df = 5,234$; $p = 0,00000$
a, b, c.. Průměry ve sloupci se stejným písmenkem nejsou statisticky rozdílné (ANOVA, Tukey HSD test).

Graf č. 22: Průměrný počet semen v šesuli u rostlin řepky odrůdy Orex v létě 2017.



Před sklizní roku 2015, se u odrůdy Cortes v pásovém pokusu vytvořilo v šesulích u rostlin jednotlivých variant nejvíce semen v porovnání s následujícími roky. V roce 2015 se počet semen v šesulích pohyboval od 30 semen u varianty Pesticid do 33 semen u variant Kontrola, Plazma, PI+Tvi. U ostatních variant PI+Man, Tvi, Man, se vytvořilo 32 semen v šesulích. V létě roku 2016 měly rostliny variant Kontrola, Pesticid, Tvi v šesulích 29 semen a rostliny variant Plazma a Tvi, až 30 semen. Zato rostliny varianty Man měly v šesulích pouze 24 semen. V roce 2015 ($F = 5,5448$; $df = 6,413$; $p = 0,00002$) i 2016 ($F = 20,945$; $df = 5,234$; $p = 0,00000$) se podařilo statisticky prokázat navýšení počtu semen u jednotlivých variant ve srovnání s chemickou variantou. V roce 2017 v pásovém pokusu u varianty Pesticid měly rostliny v šesulích 28 semen a rostliny varianty Plazma v plošném pokusu měly v šesulích 24 semen (tabulka č. 25).

V roce 2017 rostliny jednotlivých variant odrůdy Orex vytvořily v pásovém pokusu v šesulích od 24 semen u variant Plazma, PI+Tvi do 27 semen u varianty Pesticid. Varianty PI+Man a Tvi měly v šesulích 26 semen. U variant kontrola a Man, bylo v šesulích pouze 25 semen (graf č. 22). V tomto roce se u odrůdy Orex ($F = 6,1910$; $df = 5,273$; $p = 0,00000$) podařilo statisticky prokázat navýšení počtu semen v šesulích u jednotlivých variant v porovnání s kontrolou nikoli s chemickou variantou.

Tabulka č. 26a: Hodnocení skutečného a relativního výnosu semen řepky odrůdy Cortes v letech 2015 – 2017.

Varianta	Výnos (t.ha ⁻¹)			Výnos relativně k pesticidu (%)		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Pesticid	3,45	4,16	2,18	100,00	100,00	100,00
Kontrola	3,86	4,29		111,86	103,12	
Plazma	4,17	3,78	3,18	120,87	90,87*	145,87
Pl+Tvi	3,51	4,13		101,74	99,28	
Pl+Man	3,33	NA		96,52	NA	
Tvi	4,39	4,39		127,25	105,53	
Man	3,55	4,23		102,90	101,68	

* výrazné ztráty semen během sklizně.

Tabulka č. 26b : Hodnocení skutečného a relativního výnosu semen řepky odrůdy Orex v roce 2017.

Varianta	Výnos (t.ha ⁻¹)	Výnos relativně k pesticidu (%)
	2017	2017
Pesticid	2,31	100,00
Kontrola	3,29	142,42
Plazma	3,05	132,03
Pl+Tvi	3,24	140,26
Pl+Man	3,12	135,06
Tvi	3,62	156,71
Man	3,78	163,64

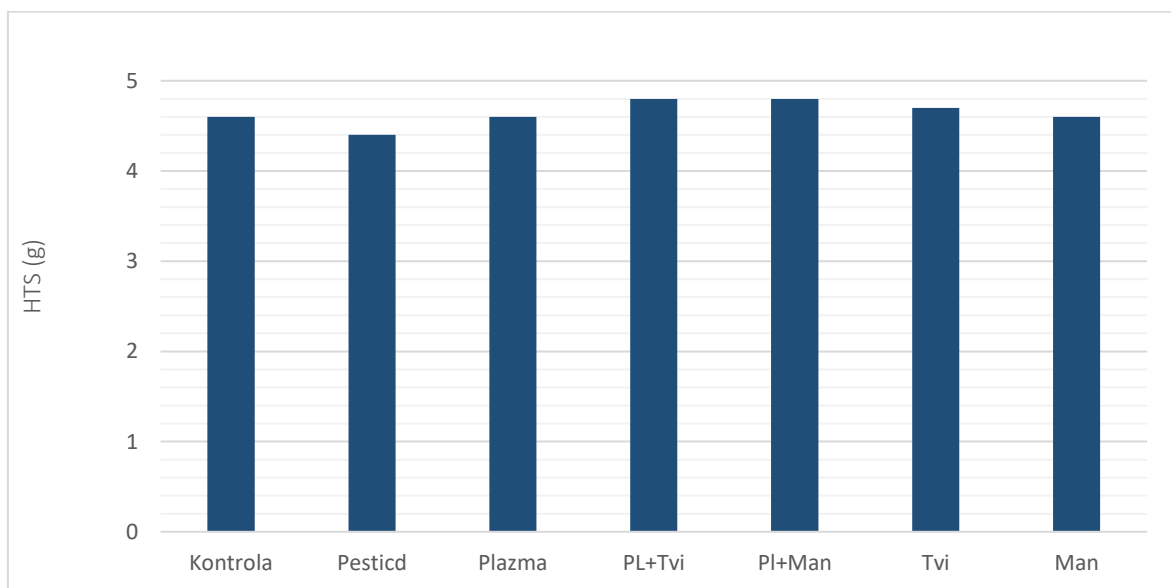
Jednotlivé varianty jsou vztahovány k variantě Pesticid se 100 % výnosem. Po sklizni rostlin odrůdy Cortes v roce 2015 se relativní výnos semen z pásového pokusu pohyboval od 96 % u varianty Pl+Man do 127 % u varianty Tvi. U variant Pl+Tvi a Man dosahoval výnos 102 % a kontrolní varianty 111 %. U varianty Plazma, byl výnos dokonce až 120 %. V roce 2016 výnos dosahoval 90 až 105 %. U varianty Plazma, byl výnos pouze 90 % U varianty Pl+Tvi dosahoval výnos 99 % a u Man 101 %. Zato u kontrolní varianty výnos přesahoval přes 103 % a u Tvi až 105 %. V roce 2017 rostliny varianty Plazma v plošném pokusu dosahovaly výnosu až 145 % (tabulka č. 26a).

Rostliny odrůdy Orex dosahovaly v roce 2017 v pásovému pokusu až 163 % výnosu u varianty Man. Varianty Plazma, Pl+Man měly výnos 132 %, kontrolní varianta a Pl+Tvi 140 %. Zato u varianty Tvi, byl výnos až 156 % (tabulka č. 26b).

Tabulka č. 27: Hodnocení hmotnosti tisíce semen řepky odrůdy Cortes v letech 2015 – 2017.

Varianta	2015	2016	2017
	Mean±STDV (g)	Mean±STDV (g)	Mean±STDV (g)
Kontrola	4,50±0,07	4,90±0,07	
Pesticid	4,80±0,00		
Plazma	4,70±0,07	5,10±0,07	5,10±
Pl+Tvi	4,90±0,07	5,00±0,00	
Pl+Man	4,90±0,07		
Tvi	4,80±0,00	4,80±0,00	
Man	4,80±0,14	5,00±0,00	

Graf č. 23: Hodnocení hmotnosti tisíce semen řepky odrůdy Orex v roce 2017.



Po sklizni rostlin odrůdy Cortes z pásového pokusu se stanovila HTS, která v roce 2015 dosahovala 4,90 g u variant Pl+Tvi a Pl+Man. U variant Pesticid, Tvi, Mna, byla HTS 4,80 g. Zato u kontrolní varianty pouze 4,50 g. V roce 2016 došlo k nárůstu HTS na 5,00 g u variant Pl+Tvi, Man a u varianty Plazma až na 5,10 g. U varianty Tvi dosahovala HTS 4,80 g a u Kontroly 4,90 g. Rostliny varianty Plazma z plošného pokusu měly HTS 5,10 g (tabulka č. 27).

U Rostlin odrůdy Orex se HTS po sklizni z pásového pokusu pohybovala od 4,40 g u varianty Pesticid do 4,80 g u variant Pl+Tvi, Pl+Man. U variant Plazma, Kontrola, Man, byla HTS 4,60 g a u varianty Tvi až 4,70 g (graf č. 23).

6. Diskuze

Vliv plazmového ošetření na houbu *T. virens*

Tato práce sledovala vliv nízkoteplotního plazmového ošetření (teplota, UV záření, vzdálenost trysky, doba ošetření) na vitalitu spor modelové houby *T. virens*. Během ošetření byl modelový organismus *T. virens* vystaven plazmatu po různou dobu a ve dvou vzdálenostech od ústí trysky. Účinnost byla hodnocena pomocí laboratorního testu klíčivosti. Z výsledků vyplývá, že plazmatické ošetření má statisticky průkazný vliv na snížení životaschopnosti spor modelové houby *T. virens* ($F = 13,897$; $df = 4,68$; $p = 0,0000$). Míra snížení životaschopnosti spor je závislá na vzdálenosti povrchu terčíku houby od ústí plazmové hlavice a taky doba ošetření hraje důležitou úlohu. V kontrolních variantách byla po 24 hodinách zaznamenána 95 %, resp. 96 % klíčivost. Po ošetření povrchu houby ze vzdálenosti 4 cm, byla po 60 sekundách zaznamenána více než 50 % redukce klíčivosti spor. Po 2 minutovém ošetření přežívalo ještě 4,30 % spor ($F = 159,02$; $df = 4,34$; $p = 0,0000$). Při snížení vzdálenosti mezi ústím hlavice a povrchem terčíku o 1 cm, došlo k výraznějšímu snížení klíčivosti spor. Po 1 minutovém ošetření, bylo zaznamenáno v populaci pouze 17,16 % vitálních spor a při prodloužení doby ošetření o 20 sekund došlo ke snížení klíčivosti spor o dalších 8 %. Po dvou minutách ošetření došlo k úplné eliminaci houbového organismu ($F = 2659,98$; $df = 4,34$; $p = 0,0000$). Míra snížení životaschopnosti spor je velmi závislá i na tom, zda na terčíky působí UV záření. Terčíky po vystavení UV záření si zachovávaly velmi vysoké % klíčivosti spor. V kontrolních variantách byla po 24 hodinách zaznamenána 89 %, resp. 97 % klíčivost. Po 2 minutovém ošetření povrchu houby ze vzdálenosti 4 cm a s působením UV, klíčilo 89 % spor a po 5 minutách klesla klíčivost spor na 80 % ($F = 117,07$; $df = 4,34$; $p = 0,0000$). Při snížení vzdálenosti hlavice o 1 cm s působením UV, došlo po 2 minutovém ošetření k mírnému snížení klíčivosti spor na 82 % a po 5 minutovém, až na 65 % ($F = 47,859$; $df = 4,34$; $p = 0,0000$). Z výsledků vyplývá, že teplota v kombinaci s dobou ošetření má významný vliv na snížení klíčivosti spor. Plazmová tryska při ošetření GDA působila na terčíky teplotou 130 – 200 °C. Po 2 minutovém ošetření povrchu houby při teplotě 130 °C, bylo zaznamenáno v populaci 33 % vitálních spor. Při zvýšení teploty na 190 °C došlo ke snížení vitálních spor na 3 % a při teplotě 250 °C došlo k úplné eliminaci houbového organismu. Naproti tomu při působení UV záření dosahovala teplota trysky pouze 30 – 80 °C. Obdobné výsledky dosáhli Amini a Ghoranneviss (2016) kteří prokázali, že ošetření plazmovou tryskou dokázalo eliminovat *Aspergillus flavus* na povrchu sušených vlašských ořechů. Dasan a kol., (2016) zkoumali mikrobiální floru kukuřičných zrn a zjistili, že na povrchu zrn se vyskytovaly spory hub *Aspergillus flavus* a *Aspergillus parasiticus*. Po plazmatickém ošetření se jim podařilo zlikvidovat životaschopnost spor.

Umělá infekce pšenice jarní

Druhá část práce se zabývala umělou infekcí osiva pšenice jarní houbou *T. virens*, která vytvářela imitaci povrchové mikroflóry (za patogeny *Fusarium*, *Alternaria*). Po záměrné umělé infekci obilek a následném GDA se hodnotila koncentrace, vitalita spor na jednu obilku u jednotlivých variant a klíčivost obilek. Na kontrolních *T. virens* obilkách bez plazmatického ošetření ulpělo, až $9,84 \times 10^4$ spor s 94 % klíčivostí. U obilek ošetřených plazmaticky ve vzdálenosti trysky 10 cm/1 minutu klíčilo více spor, než při ošetření 8 a 6 cm/1 minutu. U obilek ošetřených plazmaticky ve vzdálenosti trysky 10 cm/4 minuty, byla ještě klíčivost spor 25 % a při ošetření ve vzdálenosti 6 cm/4 minuty došlo již k úplné eliminaci klíčivosti spor. Ukázalo se, že při 4 minutovém plazmatickém ošetření

obilek docházelo k poklesu koncentrace spor na jednu obilku i k poklesu samotné klíčivosti spor. Po umělé infekci a následném plazmatickém ošetření se třetí den energie klíčivosti obilek pohybovala od 41 do 96 % s 92 – 99 % zdravých obilek. Kontrolní *T. virens* obilky spolu s plazmaticky ošetřenými 6 cm/2 minuty a 10 cm/1 minutu dosahovaly 96 % klíčivosti, zato obilky ošetřené 6 cm/4 minuty pouze 41 %. Největší počet zdravých obilek se vyskytoval u kontrolních *T. virens* obilek. Naproti tomu obilky ošetřené 6 cm/1 minutu měly pouze 94 % zdravých obilek. Většina obilek z testovaných variant vytvořila 2 kořínky v délce 2 – 2,5 cm s koleoptilem do velikosti obilky s výjimkou variant 6 cm/3 a 4 minuty a 8 cm/4 minuty.

Umělá infekce osiva se používá pro testy pšenice na odolnost k snětím mazlavým a sněti zakrslé (Dumalášová a kol., 2007a, b), dále na odolnost k stéblolamu (Venclová, 2018). Umělá infekce ječmene jarního *Fusarium spp.*, vede ke zjištění obsahu fusariových mykotoxinů v odrůdách (Sýkorová a kol., 2002). Umělá polní inokulace jednotlivých rostlin řepky olejky myceliem patogena *Sclerotinia sclerotiorum* na počátku kvetení se používá pro hodnocení délky a hloubky infekce (Poslušná, 2014). Zahoranová a kol., (2016) zaznamenaly vysoce pozitivní vliv plazmatu na eliminaci plísní z povrchu zrn pšenice uměle infikovaném druhu rodu *Aspergillus spp.* a *Fusarium spp.*. Plazma je zdrojem vysoce reaktivních částic, ultrafialového záření, u něhož je všeobecně znám jeho sterilizační účinek (Scholtz a kol., 2015). Při aplikaci plazmového výboje dochází také k dezinfekci povrchu plodů (Perni a kol., 2008) a inhibici spor hub na povrchu i uvnitř semen (Basaran, 2008, Mitra a kol., 2014). Plazma za atmosférického tlaku je schopno degradovat i mykotoxiny, jako AFB1, DON, NIV (Park a kol., 2007).

Pokusy na jarním ječmeni

Práce se ve třetí části zabývala hodnocením účinnosti fyzikálního ošetření obilek nízkoteplotním plazmatem (GDA), biologického ošetření kulturou mykoparazitické houby *T. virens* a kulturou entomopatogenní houby *M. anisopliae*. Nicméně entomopatogenní houba *M. anisopliae* spolu s mykoparazitickou houbou *T. virens* může hrát velmi významnou roli v biologické ochraně rostlin proti půdním škůdcům respektive patogenům (Bailey a kol., 2010). Důvodem je skutečnost, že užitečné druhy hub přichycené na povrchu osiva jsou snadno vneseny do půdy a po jejich aktivaci může docházet ke kolonizaci půdního prostředí, což má pozitivní efekt na navýšení supresivity půdy (Weller a Cook, 1983; Mazzola, 2002). Houby rodu *Trichoderma spp.*, jsou účinné proti rostlinným patogenům přenášených půdou a mají potenciál jako nechemická metoda kontroly chorob. Houby *M. anisopliae* jsou v půdě velmi přínosné, protože můžou regulovat larvální stádium škůdců v půdě (Zimmermann, 2007; Skalický a kol., 2014).

Biologické ošetření osiva je nejčastější způsob, kdy na povrch obilných zrn aplikujeme přímo biopreparát. V roce 2016 nám při ošetřování obilek suspenzí *T. virens*, *M. anisopliae* ulpělo na obilkách více spor, vitalita spor dosahovala 77 %. U obilek ošetřených suspenzí *T. virens* a následně plazmaticky ošetřených ulpívalo v obou letech více spor, než v kombinaci s houbou *M. anisopliae*. Před setím ječmene jarního se v laboratoři hodnotila energie klíčivosti obilek, index délky kořínku, index délky klíčku, počet kořínků, zdravotní stav obilek a laboratorní vzcházivost. Šerá a kol., 2017; Dobrin a kol., 2015; Hosseini a kol., (2009) používali podobnou metodu plazmatického ošetření. Obilky testovaných variant vytvořily 3. den 5 kořínků v délce 3 – 4 cm a měly délku klíčku dvakrát delší, než délka obilky. Rozdíl byl u obilek ošetřených chemicky, které vytvořily pouze 4 kořínky o délce 2 cm a místo klíčku vytvořily pouze bílou špičku. Obilky ošetřené fyzikálně dosáhly 100 % energie klíčivosti. Zato kontrolní varianta a Pl+Man měly energii klíčivosti pouze 98 %. Podle katalogu odrůd dosahovala odrůda Francin klíčivosti 98 % (Selgen- Francin, 2019).

Úplné eliminace patogenů se nám dařilo u obilek ošetřených chemicky, u ostatních testovaných variant bylo 80 – 88 % zdravých obilek na klíčidle. Nižší klíčivost je dána vyšším tlakem fytopatogenních hub, jak uvádí (Širůčková a Kroutil, 2007). V roce 2015 dosahovaly obilky laboratorní vzcházivosti 91 – 98 % a v roce 2016 až 100 %. V obou letech byla nejnižší vzcházivost u varianty Pl+Tvi. Jak uvádí následující autoři (Mikla, 2014; Dundálková, 2015; Hašková, 2015; Klap, 2016) mořené osivo přípravky (Galleko, M-Sunagreen, Systiva) snižuje mortalitu klíčících rostlin, rychleji vzcházejí rostliny, podporuje růst a vývoj rostlin ječmene, zajišťuje rychlejší růst kořenů i nadzemních částí, vysoký počet odnoží, vyšší HTZ, výnos a podíl předního zrna. Honsová (2014) uvádí, že mořené osivo ječmene biopreparáty (Polyversum, Gliorex) mělo kladný vliv na laboratorní klíčivost. Plazmové ošetření pozitivně ovlivňuje semenářské parametry osiva (procento a energie klíčivosti semen), což vede ke zkrácení doby klíčivosti a ke zvýšení rychlosti vzcházivosti rostlin v polních podmínkách (Šerá a kol., 2010). Živkovic a kol., 2004; Šerá a kol., 2010; Mildaziene a kol., (2016), oni hlásili jiný čas expozice testovaných semen se stejnou technologií plazmové úpravy. Kawakami a kol., (2008) uvádějí, že fyzikální metody používané při ošetřování osiva mají pozitivní vliv na vitalitu obilek (energii a rychlost klíčení), nedochází k chemickým změnám v zrnině. Dále uvádějí, že s délkou uskladnění osiva v plazmovém prostředí klesají hodnoty klíčivosti. Ošetřením osiva plazmovým výbojem se nesnižuje klíčivost obilek a je tedy vhodnou alternativní metodou pro ošetření osiva mnoha zemědělských plodin (Dhayal a kol., 2006; Selcuk a kol., 2008, Mitra a kol., 2014): pšenice, kukuřice, luštěniny (Bormashenko a kol., 2012; Filátová a kol., 2011, 2013 a, b; Jiang a kol., 2014) a olejnin (Li a kol., 2015).

Polní experimenty objasnili, zda fyzikální a biologické ošetření zvyšuje růst rostlin a výnosové parametry. Během vegetace se hodnotil průběh počasí. Počasí na školním pozemku v Českých Budějovicích v roce 2015 bylo z hlediska průběhu počasí teplotně nadnormální a srážkově podnormální. Zima byla neobyčejně teplá, bez sněhu a větších mrazů. Setí na jaře probíhalo za příznivé půdní vlhkosti. Ječmen dobře rostl a pěkně se vyvíjel. V červnu a červenci se k deficitu srážek přidali vlny tropických teplot, které zrání ječmene velmi urychlily. Z relativního srovnání údajů jsou dobře patrné výrazně teplé měsíce březen a červenec a srážkově chudé měsíce duben, červen a červenec. Rok 2016 teplotně i srážkově nadnormální. Zima mírná s malou sněhovou pokrývkou. Setí probíhalo za sucha, poté nastalo období dešťů. Vzcházení ječmene bylo pomalejší u všech variant. Vydatné dešťové srážky v měsíci červenci způsobily výrazné podmáčení půdy, porosty špatně dozrávaly, podrůstaly, polehaly, docházelo k prodlužování sklizně. Počasí na lokalitě v Klukách u Písku bylo v roce 2015 podobné jako v Českých Budějovicích. Od počátku března, byl průběh počasí charakteristický nadprůměrnými teplotami a s výjimkou března podprůměrnými srážkami, což bylo patrné hlavně v měsíci červenci. Pokusný ročník 2016 se vyznačoval teplým a suchým počátkem jara. V průběhu května došlo k zesílení intenzity srážek a období od poloviny května do sklizně bylo srážkově nadnormální. Na lokalitě v Klukách u Písku pokračoval pokus i v roce 2017, tento rok se vyznačoval velmi mrazivým lednem, teplým únorem a březnem. Duben byl ve srovnání s několika posledními ročníky netypicky vlhký. Od poloviny května panovalo velmi suché a teplé počasí, které vydrželo až do konce vegetace.

V maloparcelkovém pokusu ječmene jarního byl během vegetace sledován vliv ošetření na vzcházivost rostlin, odnožování, výšku rostlin, počet zrn a výnos. Zároveň byl sledován výskyt škůdců a onemocnění rostlin. Na obou lokalitách vzcházel nejméně rostlin v chemicky ošetřené variantě. Na lokalitě v Českých Budějovicích, bylo vzcházení rostlin nejlepší v obou letech u variant Plazma, Tvi. Na lokalitě v Klukách u Písku u ostatních variant vzcházel pouze 93 % rostlin. Zimolka (2006) uvádí, že kritéria optimální hustoty porostu pro ječmen jarní je 25 – 30 rostlin na 1m. Na lokalitě v Českých Budějovicích byl u

chemicky ošetřené varianty porost řídký. U ostatních variant i na lokalitě v Klukách u Písku byl porost hustý. Dundálková (2015) uvádí, že biologicky ošetřené osivo dokáže navýšit počet vzešlých rostlin o 14 rostlin. Na lokalitě v Českých Budějovicích připadly v roce 2015 na jednu rostlinu 2 – 4 odnože a v roce 2016 už 4 odnože. Na této lokalitě se nejméně odnoží vytvořilo u varianty PI+Tvi a nejvíce u varianty Plazma. Na lokalitě v Klukách u Písku se v roce 2015 vytvořilo nejméně odnoží u všech variant a to pouze 2 odnože na jednu rostlinu. V ostatních letech se počet odnoží zvýšil na 3 odnože na jednu rostlinu. Tvarůžek a kol., (2016) uvádí, že odrůda Francin v kontrolní variantě měla 2 – 3 odnože na rostlinu. Dundálková (2015) uvádí, že biologicky ošetřené osivo vytváří o 0,5 odnoží více.

Na lokalitě v Českých Budějovicích dosahovaly rostliny na začátku kvetení v roce 2015 u všech variant výšky 60 cm. Zato v roce 2016 v kontrolní variantě, PI+Tvi dosahovaly rostliny výšky 75 cm, Tvi až 80 cm. Ostatní varianty dosahovaly výšky 78 cm. Podle katalogu odrůd dosahovala odrůda Francin v neošetřené variantě pěstování výšky 71 - 74 cm a v ošetřené variantě pěstování 89 cm (Selgen-Francin, 2019). Na jednotlivých lokalitách jsem u ječmene jarního hodnotila v letech 2015 – 2017 choroby: fusariózy, choroby pat stébel, síťová skvrnitost ječmene, růžovění klasů. V Českých Budějovicích byl rok 2015 teplotně nadnormální a srážkově podnormální. Po menších srážkách v druhé polovině jara nastalo období sucha, které mělo za následek vyšší výskyt síťové skvrnitosti, ramulariové skvrnitosti hlavně v druhé části vegetace. Převažoval slabý výskyt chorob pat stébel a klasových chorob. Zato rok 2016 byl teplotně i srážkově nadnormální. Projevoval se vyšší výskyt chorob pat stébel, ale došlo k poklesu choroby síťová skvrnitost. Ke konci vegetace byl vyšší výskyt klasových chorob u variant Pesticid, Plazma, PI+Tvi. Sychrová a kol., (2006), kteří zmiňují, že rozhodujícím faktorem pro napadení klasů jsou právě povětrnostní podmínky v době květu obilnin. Výskyt fuzarióz stoupá s nadmořskou výškou a srážkami (Chrpová a kol., 2007). V Klukách u Písku se rok 2015 vyznačoval nadprůměrnými teplotami a podprůměrnými srážkami, to mělo vliv na slabší výskyt chorob pat stébel a v pozdějších fázích vegetace zejména na absenci napadení klasovými fuzariózami. Z listových chorob se v porostu vyskytovala síťová skvrnitost, hlavně ve druhé části vegetace. Listové choroby ovlivňují samotný výnos (Zimolka, 2006). Padlí travní nebylo v testované odrůdě prakticky vůbec zaznamenáno, stejně jako rhynchosporiová skvrnitost. V roce 2016 byl ječmen jarní v dobré kondici, až do ataku ramulariové skvrnitosti, která napadla ječmen jarní na přelomu června a července. V roce 2017 bylo opět suché a teplé počasí, které mělo za následek velmi nízké procento napadení listovými chorobami. V Klukách u Písku byl ve všech letech u kontrolní varianty 30 % výskyt fusarióz, u chemicky ošetřené varianty došlo k poklesu na 11 % a u ostatních ošetřených variant byl 20 % výskyt. Choroba pat stébel dosahovala u všech variant hodnoty 2. Síťová skvrnitost se více vyskytovala u kontrolní varianty a pak u variant Man, PI+Man. U chemicky ošetřené varianty byl minimální procentuální výskyt, u ostatních ošetřených variant byly srovnatelné hodnoty. Ošetření jarního ječmene biopreparáty Supresivit, Ibefungin a Polyversum ve formě mořidla mělo jednoznačně pozitivní vliv na potlačení parazitických hub přenosných půdou a vyskytujících se i na povrchu rostlin (Hýsek a Vach 2008). Dále se hodnotilo průměrné % napadení listů kohoutkem černým na lokalitě v Českých Budějovicích, kde v roce 2015 byl nejvyšší žír na listech (F1, F-2) u variant Kontrola, Man. Zato v roce 2016 byl nejvyšší žír na listech (F1, F-2) u variant Pesticid, Plazma. Mšice, kohoutci i bejlmorky mohou způsobit na jarním ječmeni významné výnosové ztráty, i když jejich výskyt je velmi nepravidelný. (Polák a kol., 1998). Baker a Scher (1987), kteří zjistili, že *Trichoderma* spp., která se používá jako bioagens do obilí pěstovaného v polních podmínkách, vyžaduje vysoké teplotní optimum, takže může účinkovat v teplém podnebí, ale zároveň může být neúčinná na studených půdách, tak má stejný vliv i na patogenní organismy.

Počet plodných stébel se na lokalitě v Českých Budějovicích pohyboval v roce 2015 u jednotlivých variant od 326 do 470 ks/m² a v roce 2016 od 611 do 670 ks/m². Na lokalitě v Klukách u Písku se v roce 2015 počet plodných stébel pohyboval od 617 do 674 ks/m², v roce 2016 od 751 do 790 ks/m² a v roce 2017 dokonce od 772 do 800 ks/m². Podle katalogu odrůd vytvořila odrůda Francin v neošetřené variantě pěstování počet plodných stébel 824 – 852 ks/m² a v ošetřené variantě pěstování 1000 ks/m² (Selgen- Francin, 2019). Na lokalitě v Českých Budějovicích se před sklizní v letech 2015 - 2016 odebraly klasy z jednotlivých variant a provedlo se stanovení délky klasu, počtu zrn a hmotnosti zrn. Délka klasu se na lokalitě v Českých Budějovicích pohybovala v roce 2015 u jednotlivých variant od 68 mm do 88 mm a v roce 2016 od 83 mm do 90 mm. V obou letech vytvořily nejdelší klasy rostliny ošetřené chemicky. Klasy v rámci jednotlivých variant vytvořily v roce 2015 od 21 do 25 zrn o hmotnosti 1,03 – 1,38 g a v roce 2016 od 22 do 23 zrn o hmotnosti 0,95 – 1,11 g. Klasy v rámci jednotlivých variant vytvořily na lokalitě v Klukách u Písku v letech 2015 - 2016 od 23 do 24 zrn a v roce 2017 všechny varianty 23 zrn. Tvarůžek a kol., (2015) uvádí, že odrůda Francin v kontrolní variantě vytvořila 18 – 24 zrn v klase. V klasu ječmene bývá 15 - 30 slámově žlutých obilek o hmotnosti 0,74 g (Šašková a Štolfa, 1993; Kosař a kol., 2000).

Skutečný výnos zrna u ječmene jarního na lokalitě v Českých Budějovicích byl v roce 2015 v rozmezí 5,87 – 6,21 t/ha⁻¹ a v roce 2016 v rozmezí 3,57 – 3,95 t/ha⁻¹. V roce 2016 došlo na této lokalitě u všech variant k rapidnímu poklesu výnosu důsledkem vydatných srážek v době sklizně a polehnutím porostu s následným výdrolem. Nejvíce polehlé porosty byly u variant Tvi a Pl+Tvi, které měly nejdelší délku stébel. Ke ztrátám na výnosu i na kvalitě dochází, také při pozdní sklizni důsledkem dešťových srážek (Zimolka, 2006). V obou letech nejvyššího výnosu dosahovaly varianty ošetřené biologicky. Skutečný výnos zrna u ječmene jarního na lokalitě v Klukách u Písku byl v roce 2015 v rozmezí 6,22 – 6,80 t/ha⁻¹, v roce 2016 v rozmezí 6,18 – 6,68 t/ha⁻¹ a v roce 2017 v rozmezí 6,52 – 6,78 t/ha⁻¹. Ve všech letech nejvyššího výnosu dosahovala varianta chemicky ošetřená. Podle odhadu ČSÚ byl průměrný skutečný odhad sklizně v ČR u ječmene jarního v roce 2015 - 5,44 t/ha⁻¹, v roce 2016 - 5,67 t/ha⁻¹ a v roce 2017 – 5,23 t/ha⁻¹ (ČSÚ-ječmen, 2019). Podle katalogu odrůd vytvořila odrůda Francin v neošetřené variantě v bramborářské oblasti výnos 6,72 t/ha⁻¹ a v ošetřené variantě 7,67 t/ha⁻¹. V obilnářské oblasti vytvořila odrůda Francin v neošetřené variantě výnos 6,83 t/ha⁻¹ a v ošetřené variantě 7,93 t/ha⁻¹ (Selgen-Francin, 2019). Hýsek a Vach, (2008) pojednává o jednoznačně pozitivním vlivu *Trichoderma spp.*, na vyšší hodnoty výnosů při aplikaci biofungicidu ve formě mořidla osiv. Hýsek a kol., (2001) prokázali zvýšení výnosu u obilnin, po aplikaci hnojiva NPK obohaceného o houbu *Trichoderma harzianum*, o 3,5 - 6,5 %. Například Chet, Inbar a Hadar (1997) uvedli zvýšení výnosu až o 300 %. Honsová (2014) uvádí, že mořené osivo ječmene přípravky (Polyversum, Gliorex) výnos nenavyšovalo. Filátová a kol., (2009) uvádí, že ošetření obilovin plazmatem umožňuje dosáhnout vysokých výnosů.

Ze sklizeného osiva z testovaných variant z lokalit České Budějovice a Kluky u Písku, bylo odváženo osivo a pote roztříděno pomocí sít, dále stanovena objemová hmotnost, HTZ. Na lokalitě v Českých Budějovicích dosahoval v roce 2015 podíl zrn na sítu 2,5 x 2,2 mm 93,01 – 94,51 % a v roce 2016 pouze 77,03 – 81,98 %. Na lokalitě v Klukách u Písku dosahoval v roce 2015 podíl zrn na sítu 2,5 x 2,2 mm pouze 74,19 – 84,19 % a v roce 2016 až 82,90 – 85,13 %. Nejvyšší podíl zrn na sítu 2,5 x 2,2 mm vytvořily varianty biologicky ošetřené. Objemová hmotnost u ječmene jarního na lokalitě v Českých Budějovicích byla v roce 2015 v rozmezí 57,13 – 61,80 kg/hl a v roce 2016 v rozmezí 54,23 – 58,80 kg/hl. Na lokalitě v Klukách u Písku byla objemová hmotnost v roce 2015 v rozmezí 50,04 – 57,79 kg/hl a v roce 2016 v rozmezí 62,32 – 63,27 kg/hl. Tvarůžek a kol., (2015) uvádí, že ječmen jarní dosahuje v kontrolní variantě objemové hmotnosti 62,0 kg/hl. Nejvyšší objemové

hmotnosti dosahovaly zrna biologicky ošetřena. Na kolísání objemové hmotnosti má největší vliv ročník a stanoviště Moudrý (2003). U osiva sklizeného na lokalitě v Českých Budějovicích a nepřetříděného na sítích se HTZ u jednotlivých variant v roce 2015 pohybovala v rozmezí 42,53 – 45,37 g a v roce 2016 v rozmezí 39,67 – 42,07 g. U osiva sklizeného a přetříděného na sítích o velikosti 2,5 x 2,2 mm se HTZ v roce 2015 pohybovala v rozmezí 45,08 – 47,90 g a v roce 2016 v rozmezí 42,87 – 44,23 g. U osiva sklizeného na lokalitě v Klukách u Písku a nepřetříděného na sítích se HTZ u jednotlivých variant v roce 2015 pohybovala v rozmezí 39,98 – 42,15 g, v roce 2016 pohybovala v rozmezí 45,35 – 46,95 g. U osiva sklizeného a přetříděného na sítích o velikosti 2,5 x 2,2 mm se HTZ v roce 2015 pohybovala v rozmezí 45,68 – 48,85 g. Podle katalogu odrůd dosahovala odrůda Francin v neošetřené variantě HTZ 49 g (Selgen-Francin, 2019). Tvarůžek a kol., (2015) uvádí, že ječmen jarní dosahuje HTZ 43 – 47 g. Nejvyšší HTZ dosahovaly zrna variant Pesticid a Pl+Tvi. Honsová, (2014) uvádí, že mořené osivo ječmene přípravky (Polyversum, Gliorex) snižuje HTZ ječmene. V případě malého počtu klasů má rostlina tendenci zvyšovat právě hmotnost zrn (Petr a kol., 1980).

Pokusy na řepce ozimé

Poslední část práce se zabývala hodnocením účinnosti fyzikálního ošetření semen řepky ozimé (odrůda Cortes, Orex) nízkoteplotním plazmatem (mikrovlnné v aparatuře Surface Treat), biologického ošetření kulturou mykoparazitické houby *T. virens* a kulturou entomopatogenní houby *M. anisopliae*. Biologické ošetření semen řepky je v současné době bráno jako náhrada za používání mořidel na bázi neonikotinoidů. V letech 2014 – 2016 u odrůd Cortes, Orex při ošetřování semen suspenzí *T. virens*, *M. anisopliae* a následně plazmaticky, ulpělo na semenech více spor a vitalita spor dosahovala 93 %. Bormashenko a kol., 2012; Vernerová a kol., (2016) prokázali pozitivní vlastnosti plazmatu na zvýšení smáčivosti a propustnosti vody u semen fazolí, vojtěšky, řepky ozimé, rajčat a paprik. Před setím řepky ozimé se v laboratoři hodnotila energie klíčivosti, index délky kořínku, index klíčící rostlinky, zdravotní stav a laboratorní vzcházivost. Semena všech testovaných variant odrůdy Cortes vytvořily 3. den kořínky v délce 3 cm a klíčící rostlinku do velikosti 1,5 - 3 cm, naproti tomu odrůda Orex vytvořila 3. den kořínky v délce 3 cm a klíčící rostlinku do velikosti 0,5 – 1,5 cm. Semena obou odrůd ošetřena fyzikálně nebo s kombinací houby *T. virens* dosahovaly 99 % energie klíčivosti. Zato ostatní varianty měly energii klíčivosti pouze 97 %. Podle katalogu odrůd dosahují odrůdy řepky ozimé klíčivosti 99 % (Selgen- řepka, 2019). Úplné eliminace patogenů se nám dařilo u semen ošetřených fyzikálně s kombinací hub, nebo biologicky. U ostatních variant bylo 96 – 99 % zdravých semen na klíčidle. Li a kol., (2014) prokázali pozitivní vliv plazmatu na klíčení semen olejnin. Dhayal, a kol., 2006; Šerá a kol., (2008), uvádí, že plazma podporuje a urychluje klíčení semen máku, řepky, konopí a růst sazenic. Bormashenko a kol., (2012) prokázali, že plazmatické ošetření zvyšuje klíčivost semen fazolí o 10 % ve srovnání s neošetřenými semeny za stejných podmínek. Zato procento klíčivosti semen jetele a vojtěšky je téměř stejné u plazmově ošetřených a neošetřených vzorků. Kazda (2009) uvádí, že fungicidní mořidlo Vitavax 2000 zvyšuje biologickou účinnost semen. U odrůdy Cortes bylo provedené hodnocení parametrů klíčivosti i po 10. měsících skladování. Semena si zachovávaly vysoké procento klíčivosti, pouze u variant Plazma, Pl+Tvi došlo k mírnému poklesu. Baranyk a Štěřík, (2001) uvádí, že stárnutím osiva řepky se může procento klíčivosti snížit až na 42,0 %.

Při testování jednotlivých aparatur, pro plazmatické ošetřování semen řepky ve velkém objemu bylo zjištěno, že při zvyšujícím se čase ošetření se snižuje procento klíčivých a zdravých semen. Pro ošetření semen v aparatuře Cx22 se ukázala jako nejlepší doba ošetření 4 minuty, v aparatuře Turnov laboratorní 8 minut a v aparatuře Turnov ST650 doba

30 minut. Semena variant Plazma, Pl+Tvi obou odrůd ošetřena v aparatuře SurfaceTreat dosahovaly 100 % laboratorní vzcházivosti. Semena ošetřena v aparatuře Turnov laboratorní v čase 4 - 12 minut a Turnov ST 650 v čase 30 minut dosahovaly 100 % laboratorní vzcházivosti. Tong a kol., (2014), uvádí, že plazmové ošetření má pozitivní vliv na časný růst a vývoj rostlin a kvalitní založení porostu.

Polní experimenty objasnily, zda fyzikální a biologické ošetření ovlivňuje vývoj porostu, zdravotní stav a výnosové parametry. Během vegetace se hodnotil průběh počasí. Rok 2014/15 byl z hlediska průběhu počasí teplotně normální a srážkově podnormální. Měsíce srpen až září byly teplotně normální s vydatnými srážkami. Řepka byla zasetá v termínu, rostliny dobře vzcházely. Na pozemku byla provedena špatná agrotechnika, jednotlivé varianty byly podmáčené. Podzim teplý s minimem srážek. Zima byla neobyčejně teplá, bez sněhu, mrzlo na sucho. Jaro bylo teplé s minimem srážek. Rok 2015/16 počasí teplotně i srážkově nadnormální. Měsíce srpen až září byly teplotně normální s minimem srážek. Řepka byla zasetá v termínu, rostliny dobře vzcházely. Podzim teplý s minimem srážek. Zima byla dlouhá se sněhovou pokrývkou. Jaro bylo teplé, ke konci jara nastaly vydatné srážky. Před sklizní nastalo dlouhodobé období dešťů, které způsobilo oddálení doby sklizně. Rok 2016/17 byl z hlediska průběhu počasí teplotně normální a srážkově podnormální. Řepka byla založena ve správném technologickém termínu setí. Řepku postihlo sucho hned dvakrát, nejprve na podzim v září a poté na jaře. Zimu řepka přečkala bez závažných škod. V měsíci říjnu a dubnu byly vydatné srážky. Velmi teplý červen negativně ovlivnil porosty řepky. Nejideálnější jsou oblasti s ročním úhrnem srážek v rozmezí 500 – 700 mm a průměrnou roční teplotou mezi 6,5 – 8,5 °C (Baranyk, 2002; Kazda, 2007). Při velmi suchém počasí, kdy semena dlouhou dobu nevzcházejí, se významně snižuje účinek mořidel (Baranyk a Fábry, 2007). Wu a kol., (2007) prokázali, že ošetření semen pomocí LTP ovlivnilo odolnost semenáčků a rostlin vůči stresu suchem u řepky olejky a kukuřice.

Baranyk (2002) uvádí, že řepka je jednoznačně náročná na vysokou úroveň agrotechniky, při nekvalitní přípravě půdy se snižuje počet vzešlých rostlin. Po přezimování musí mít liniové odrůdy 45 – 60 rostlin na 1m², hybridní 25 – 40 rostlin. Leach a kol., 1999; Baranyk a Fábry, 2007; Bečka, (2013) uvádí, že porost je řídký do 35 rostlin/m², optimální 35 – 60 rostlin/m², hustý nad 60 rostlin/m². Porost v roce 2015 byl řídký v ostatních letech optimální z důvodů špatné agrotechniky. Kazda a kol., (2010) uvádí, že výdrol způsobuje poškození porostu ozimé řepky a takový porost špatně přezimuje. Odrůdy Cortes, Orex měly po přezimování u variant Pesticid, Man nejmenší počet rostlin. Rostliny řepky dokáží velmi dobře nahradit nízký počet rostlin zvýšením počtu větví a počtu šesulí na jedné rostlině (Ort, 2009). Štěnička (2016) uvádí, že rostliny z řídkého porostu bývají mohutnější se silným kořenovým krčkem a ve vyšší míře poškození škůdci a rostliny z hustého porostu na jaře pomaleji regenerují. Podle katalogu odrůd (Selgen-řepka, 2019) se procento přezimování pohybuje u odrůdy Cortes okolo 90 - 98 % a u odrůdy Orex okolo 94 %. V pásovém pokusu přezimovalo v roce 2016, 2017 o 20 - 30 % více rostlin než v roce 2015 díky teplejšímu počasí, delším a silnějším kořenům, lepší agrotechnice. U odrůdy Cortes nejlépe přezimovaly rostliny u varianty Plazma. Zato na plošném pokusu u varianty Plazma přezimovalo jen 88 % rostlin. Naopak to bylo u odrůdy Orex, tam lépe přezimovaly rostliny u Kontroly, Pesticidu, Man. Podstatou pro lepší přezimování řepky je posílení kořenového systému (délka kořene, průměr kořenového krčku). Rozvoj kořenové soustavy řepky umožňuje lepší příjem vody a živin z půdy do rostliny (Knor, 2016). Baranyk a kol., (2005) uvádí, že moření zmírňuje důsledky nepříznivého počasí, ale nedokáže zabránit vyzimování. Baranyk a kol., (2014) uvádí, že neonikotinoidní moření mělo pozitivní vliv na přezimování, rostliny vytvořily vyšší počet rostlin během podzimu.

Vašák, 1997; Baranyk, 2006; Šnobl a Pulkrábek, 2007 uvádí, že ideální délka kořene na konci podzimu by měla být 150 – 200 mm. Obě odrůdy vytvořily na konci podzimu ideální délku kořene pro přezimování. Ukázalo se, že v obou letech u odrůdy Cortes nejdelší kořen vytvořila varianta Pl+Tvi s délkou 200 mm, dále pak byla Plazma a Kontrola. U rostlin odrůdy Orex v pásovém pokusu dorůstal kořen až do délky přes 242 mm u chemicky a fyzikálně ošetřené varianty. Zato u rostlin varianty Plazma odrůdy Cortes v plošném pokusu dorůstal kořen až do délky 232 mm. Baranyk a Fabry, (2007) uvádí, že biologicky aktivní látky podporují tvorbu kořenů s mohutnější kořenovou soustavou. Moření semen přípravkem Sunagreen v pokusech podporovalo růst kořenové soustavy (Šamalík, 2012). Jiang a kol., (2014) prokázali, že fyzikálně ošetřené osivo má vliv na délku kořene. Průměr kořenového krčku je důležitý ukazatel rostliny. Síla kořene rovná se základ vysokého výnosu. Každá rostlina by pak ideálně měla mít do zamrznutí půdy 8 - 12 mm široký kořenový krček, aby dobře přezimovala (Vašák, 1997; Balodis a Gaile, 2010; Baranyk a kořenového krčku umožňuje rostlině založit větší počet listů a větví. Obě odrůdy měly na konci podzimu ideální sílu kořenového krčku pro přezimování. Rostliny odrůdy Cortes vytvořily v roce 2014 silnější kořeny, hlavně u variant Tvi, Man. Odrůda Orex vytvořila ve všech variantách silnější kořenový krček (14 – 16 mm), než odrůda Cortes (9 – 16 mm). Zato rostliny varianty Plazma odrůdy Cortes v plošném pokusu vytvořily nejsilnější kořeny. Podle katalogu odrůd (Selgen-řepka, 2019) dosahuje síla kořenového krčku u odrůdy Cortes 11,8 mm a u odrůdy Orex 12,4 mm.

Ideální výška listové růžice by měla být na podzim 18,5 mm (Hnilička a kol., 2015). Rostliny odrůdy Cortes vytvořily v roce 2015 menší listovou růžici (14 - 16 mm) v porovnání s předchozím rokem (14 – 26 mm). Rostliny odrůdy Orex měly listovou růžici vysokou (19 – 27 mm). U odrůdy Cortes byla nejvyšší listová růžice u chemicky ošetřené varianty a u odrůdy Orex varianta Pl+Tvi. Rostliny varianty Plazma v plošném pokusu měly listovou růžici do 19 mm. Jiang a kol., (2014) uvádí, že fyzikální ošetření má pozitivní vliv na výšku rostlin. Biologicky aktivní látky podporují růst rostlin a tím vytváří vyšší porost (Baranyk a Fábry, 2007). Řepka ozimá je odolná proti mrazu jen pokud vytvoří před zimou 8 – 10 pravých listů. Počet listů souvisí s počtem založených úžlabních pupenů, to vede k základu budoucích větví (Hnilička a kol., 2015). Knor (2016) uvádí, že větší počet listů vede k lepšímu ukládání asimilátů. Rostliny odrůdy Cortes vytvořily v obou letech před zimou v průměru 8 - 13 listů. Naproti tomu rostliny odrůdy Orex vytvořily vyšší počet listů (13 – 26). Rostliny varianty Plazma v plošném pokusu měly nejvyšší počet listů. Podle katalogu odrůd (Selgen-řepka, 2019) rostliny odrůdy Cortes tvoří v průměru – 10,8 listů a rostliny odrůdy Orex - 12 listů na podzim. Délka listu v řepky dosahuje v průměru 50 – 150 mm. Rostliny odrůdy Cortes vytvořily na podzim roku 2014 listy dlouhé 100 - 116 mm a v roce 2015 dlouhé 90 – 140 mm. Rostliny odrůdy Orex vytvořily na podzim roku 2016 listy dlouhé pouze 70 – 90 mm. U obou odrůd nejdelší listy vytvořily rostliny varianty Tvi. V roce 2014 dosahovala hmotnost nadzemní části u odrůdy Cortes až 187,54 g a v roce 2015 jen 65,29 g. Hmotnost kořene byla v roce 2014 – 19,31 g a v roce 2015 – 8,59 g. U odrůdy Orex dosahovala hmotnost nadzemní části - 14,72 g a hmotnost kořene - 19,22 g. U rostlin varianty Plazma v plošném pokusu dosahovala hmotnost nadzemní části – 111,71 g a hmotnost kořene 29,97 g. U řepky ozimé dosahuje hmotnost nadzemní části 67,10 g a hmotnost kořene 17,70 g (Hnilička a kol., 2015). Knor, (2016) uvádí, že zvýšením hmotnosti kořenů se zvyšuje výnos.

Fomová hniloba napadá nejprve listy a postupně se objevuje i na kořenových krčcích způsobuje ztráty na výnose 0,5 - 0,7 t/ha⁻¹. Na listech rostlin řepky odrůdy Cortes v pásovém a plošném pokusu se objevovaly skvrny choroby fomové černání stonku v rozsahu 3 - 6 %, nejvíce byly napadeny rostliny varianty Pesticid. V roce 2015 se tato choroba na listech vyskytovala jen zřídka. U odrůdy Orex se v roce 2016 objevovaly skvrny choroby fomové

černání stonku řepky v rozsahu 4 – 6 %, nejvíce byly napadeny rostliny varianty Kontrola. V létě roku 2016 se na rostlinách odrůdy Cortes vyskytovala bílá hniloba řepky. V Čechách nebyly výjimkou porosty s více než 50 % napadením stonků rostlin chorobou bílá hniloba. Sekundární tlak této choroby byl natolik silný, že docházelo k napadení kromě stonků, také postranních větví rostlin a dokonce i samotných šesulí (Pištínek, 2016). Podle katalogu odrůd dosahuje odrůda Cortes odolnost k významným chorobám (fomové černání - 6,0; bílá hniloba - 6,0; plíseň šedá - 7,4; alternariová skvrnitost - 6,6) a odrůda Orex (fomové černání - 6,0; bílá hniloba - 6,0; alternariová skvrnitost - 7,1; verticiliové vadnutí - 6,2), (Selgen-řepka, 2019). Backman a Rodriguez-Kabana (1975) aplikovali *Trichoderma harzianum* proti *Sclerotinia rolfii* u podzemnice olejné. Výnos byl zvýšen a výskyt choroby byl eliminován. Baranyk a kol., (2014) uvádí, že dříve používaná mořidla snižovala výskyt skvrn choroby fomové černání stonku. Základním předpokladem pro snížení výskytu chorob v dnešní době je moření osiva a důsledná ochrana proti stonkovým krytonoscům (Kazda a kol., 2010). Nerad a kol., (2007) uvádí, že samotné insekticidní moření snižuje výskyt suché fomové hniloby. Rostliny vzešlé z osiva mořeného byly statisticky průkazně méně poškozeny, než rostliny vzešlé z kontroly. Choroby řepky mohou snížit výnos semene až o 20 – 50 %. (Kazda a kol., 2010).

Řepka ozimá patří mezi plodiny se silným ohrožením živočišnými škůdci. Rostliny odrůdy Cortes byly na podzim v roce 2014 více poškozeny slimáčky a dřepčíky, než v roce 2015. Slimáčci škodili také na podzim v roce 2016 u odrůdy Orex. Příznivé podmínky pro výskyt plžů jsou vhodné roky s mírnou zimou a vyššími srážkami v době po zasetí a při vzcházení řepky, dále teplé a vlhké počasí v létě (Kazda a kol., 2010). Bitner, (2006) uvádí, že řepka ozimá patří mezi nejchutnější rostliny pro plže. Vašák a Štranc, (2002) uvádí, že poškození od dřepčíka olejkového otevírá vstup fomě do kořenového krčku. V letech 2014 - 2017 se na kořenech rostlin odrůdy Cortes u variant Pl+Tvi, Tvi a Man nevyskytovaly žádné háčky s larvou krytonosce zelného. Na podzim i na jaře se na kořenech rostlin odrůdy Orex v letech 2016 – 2017 nevyskytovaly žádné háčky s larvou krytonosce zelného u variant Tvi, Man. Baranyk a kol., 2014; Kazda a kol., (2015) uvádí, že insekticidní složka dříve používaných mořidel významně snižovala poškození rostlin různými škůdci (dřepčík, krytonosec, osenice a pilatky). Baranyk a Fábry, (2007) uvádí, že biologicky aktivní látky zvyšují odolnost rostlin vůči šesulovým škůdcům.

Rostliny odrůdy Cortes vytvořily v létě roku 2015 v pásovém pokusu více větví (10 -14) na rostlinách, než v letech následujících (9 – 10) větví. Rostliny varianty Plazma odrůdy Cortes vytvořily v plošném pokusu nejnižší počet větví. Rostliny odrůdy Orex vytvořily, také v roce 2017 (9 – 14) větví. U odrůdy Cortes, Orex se nejvíce větví vytvořilo u varianty Tvi. Podle katalogu odrůda Cortes, mohutně větví výše nad zemí a tvoří vzdušný porost a odrůda Orex tvoří 10 – 14 větví na hlavní větví (Selgen-řepka, 2019). Vašák, (1997), uvádí, že řepka ozimá vytváří 8 – 12 větví prvního řádu na jednu rostlinu podle hustoty porostu. Knédl a Hřeka, (2014) uvádí, že rostliny po fungicidní aplikaci zvyšují přírůstek větví až o 3 % v porovnání s kontrolou. V létě roku 2015 vytvořily rostliny odrůdy Cortes v pásovém pokusu šesule dlouhé 90 – 99 mm a v létě 2016 dlouhé pouze 70 – 86 mm dle variant. Před sklizní roku 2017 vytvořily rostliny odrůdy Orex v pásovém pokusu šesule dlouhé pouze 63 – 71 mm. U odrůdy Orex byly nejdelší šesule u varianty Pesticid. Rostliny varianty Plazma odrůdy Cortes vytvořily v plošném pokusu nejmenší šesule. Řepka ozimá tvoří šesule dlouhé 50 – 100 mm a na konci se zužují v úzký zoban (Striegl, 1984). Před sklizní roku 2015, se u odrůdy Cortes v pásovém pokusu vytvořilo v šesulích (30 – 33) semen a v roce 2016 pouze (29 – 30) semen. Zato rostliny varianty Plazma v plošném pokusu měly pouze 24 semen. V roce 2017 rostliny jednotlivých variant odrůdy Orex vytvořily v pásovém pokusu v šesulích (24 – 27) semen. Nejvyšší počet semen u odrůdy Cortes se vytvořilo u varianty Pl+Tvi a u odrůdy Orex to bylo u varianty Pesticid. U řepky ozimé se

pohybuje počet semen v šesulích od 15 – 30 semen (Šnobl a Pulkrábek, 2007, Baranyk a Fábry, 2007). V červenci roku 2015 docházelo k předčasnému dozrávání šesulí kvůli dlouhotrvajícímu suchu. Zdravá a zelená plocha šesulí a listů prodlužuje dobu tvorby výnosu a obsahu oleje (Neckář, 2014). Kazda a kol., (2010) uvádí, že choroby bílá hniloba řepky, alternariová skvrnitost způsobují předčasně pukání šesulí a plíseň šedá snižuje počet semen v šesulích.

Po sklizni rostlin odrůdy Cortes v roce 2015 se relativní výnos semen z pásového pokusu pohyboval od 96 do 127 %, (3,33 – 4,39 t/ha⁻¹) a v roce 2016 se pohyboval od 90 – 105 % (3,78 – 4,39 t/ha⁻¹). Zato rostliny varianty Plazma z plošného pokusu měly výnos pouze 3,18 t/ha⁻¹. Rostliny odrůdy Orex dosahovaly v roce 2017 v pásovém pokusu výnosu od 100 – 163 % (2,31 – 3,78 t/ha⁻¹). U obou odrůd byl nejvyšší výnos u varianty Tvi. Podle katalogu odrůda Cortes dosahuje výnosu 100 – 106 % a odrůda Orex 101 – 108 % (Selgen-řepka, 2019). V České Republice dosahoval výnos řepky v roce 2015 až 3,95 t/ha⁻¹ a v roce 2016 se snížil na 3,43 t/ha⁻¹ (ČSU-řepka, 2019). Nejvyšší výnosy má řepka ve vegetačně mírných zimách (Vašák, 2000). V roce 2015 odhadovala Agrární komora kvůli dlouhotrvajícímu suchu až 25 % ztráty na výnosech řepky. V době sucha dosahoval výnos 3,8 t/ha⁻¹ a v lepších klimatických podmínkách 6 t/ha⁻¹. Průměrné hektarové výnosy za poslední tři roky atakují hranici 3,5 t/ha. Za dosaženými výnosy na provozních plochách se skrývá zejména úroveň agrotechniky, pěstovaná odrůda a průběh počasí v daném ročníku (Pištínek, 2016). Biologické přípravky zajišťují dosažení vyšší a kvalitnější sklizně. Je prokázán nárůst výnosu až o 10 – 20 % (Ličková, 2017). Varianty mořené mořidlem Chinook a Chinook+fungicid měly v roce 2003 významně vyšší výnos proti nemořené kontrole (Nerad a kol., 2007). Prokázalo se, že fyzikálně ošetřené osivo mělo pozitivní vliv na zvýšení výnosu u rostlin řepky (Zhou a kol., 2011; Jiang a kol., 2014). Po sklizni rostlin odrůdy Cortes z pásového pokusu se stanovila HTS, která se v roce 2015 pohybovala od 4,50 do 4,90 g a v roce 2016 od 4,80 – 5,10 g. U rostliny varianty Plazma z plošného pokusu dosahovala HTS, také 5,10 g. U Rostlin odrůdy Orex se HTS po sklizni z pásového pokusu pohybovala od 4,40 – 4,80 g. U obou odrůd nejvyšší HTS dosahovala varianta Pl+Tvi. Podle katalogu odrůda Cortes dosahuje v neošetřené variantě HTS - 5,95 g a v ošetřené variantě 6,04 g. U odrůdy Orex dosahuje HTS v neošetřené variantě 4,88 g a v ošetřené variantě 5,15 g (Selgen-řepka, 2019). U řepky ozimé se HTS pohybuje v rozmezí 3,75 – 6,50 g (Vašák, 2000; Šnobl a Pulkrábek, 2007; Baranyk a Fábry, 2007; Bečka, 2007).

7. Závěr

Terčíky:

1. Plazmatické ošetření má statisticky průkazný vliv na snížení životaschopnosti spor modelové houby *T. virens*.
2. Po dvou minutovém ošetření ve vzdálenosti 3cm došlo k úplné eliminaci houbového organismu.
3. Terčíky po vystavení UV záření si zachovávaly velmi vysoké % klíčivosti spor.
4. Z výsledků vyplývá, že teplota v kombinaci s dobou ošetření má významný vliv na snížení klíčivosti spor.
5. Plazmová tryska při ošetření GDA působila na terčíky teplotou 130 – 200 °C.

Umělá infekce:

6. U obilek ošetřených plazmaticky ve vzdálenosti trysky 10 cm/1 minutu klíčilo více spor, než ve vzdálenosti 8, 6 cm/1 minutu.
7. Ukázalo se, že při 4 minutovém plazmatickém ošetření obilek došlo k poklesu koncentrace spor na jednu obilku i k poklesu klíčivosti spor.
8. U obilek ošetřených 6 cm/3, 4 minuty a 8 cm/4 minuty došlo ke snížení životaschopnosti obilek.

Ječmen jarní:

9. V roce 2016 při ošetřování obilek suspenzí *T. virens*, *M. anisopliae* v kombinaci s fyzikálním ošetřením ulpělo na obilkách více spor s vyšší vitalitou.
10. Obilky ošetřené chemicky vytvořily 3. den pouze 4 kořínky v délce 2 cm a místo klíčku vytvořily pouze bílou špičku, zato ostatní varianty vytvořily 5 kořínků v délce 3 – 4 cm a měly délku klíčku dvakrát delší, než délka obilky. Obilky ošetřené fyzikálně dosahovaly 100 % energie klíčivosti. Ostatní varianty dosahovaly klíčivosti podle katalogu odrůd.
11. Na obou lokalitách (České Budějovice, Kluky u Písku) vzházelo nejméně rostlin v chemicky ošetřené variantě a nejvíce u variant Plazma, Tvi.
12. Na lokalitě v Klukách u Písku se v roce 2015 vytvořilo nejméně odnoží u všech variant a to pouze 2 odnože na jednu rostlinu, zato na lokalitě v Českých Budějovicích až 4 odnože.
13. Na lokalitě v Českých Budějovicích dosahovaly rostliny varianty Tvi vyšší výšky než podle katalogu odrůd. Houby *T. virens* výrazně ovlivňují výšku rostlin.

14. Na obou lokalitách byl v roce 2015 vyšší výskyt listových chorob a nižší výskyt klasových chorob než v letech 2016 – 2017. Nejnižší výskyt chorob byl u chemicky ošetřené varianty. Biologické a fyzikální ošetření osiva mělo minimální vliv na snižování listových a klasových chorob.
15. Všechny odrůdy na obou lokalitách produkovaly nižší počet plodných stébel v porovnání s katalogem odrůd.
16. Na lokalitě v Českých Budějovicích v letech 2015 - 2016 vytvořily nejdelší klasy rostliny ošetřené chemicky s 25 zrn o hmotnosti až 1,38 g a poté rostliny varianty Pl+Tvi. Na lokalitě v Klukách u Písku měly klasy v průměru 23 zrn. Rostliny všech variant na obou lokalitách vytvořily průměrný počet zrn.
17. V obou letech nejvyššího výnosu dosahovaly varianty ošetřené biologicky. V roce 2016 došlo na lokalitě v Českých Budějovicích u všech variant k rapidnímu poklesu výnosu důsledkem vydatných srážek.
18. HTZ ze sklizeného osiva a z podílu zrn ze síta o velikosti 2,5 x 2,2 mm z lokality České Budějovice byla v roce 2015 daleko vyšší než HTZ z lokality Kluky u Písku, v roce 2016 tomu bylo na opak důsledkem nepříznivých klimatických podmínek.

Řepka olejná:

19. V roce 2016 při ošetřování semen suspenzí *T. virens*, *M. anisopliae* ulpělo na semenech více spor s vyšší vitalitou než ostatní roky.
20. V roce 2014 semena odrůdy Cortes jednotlivých variant vytvářely 3. den na klíčidle delší kořínek a děložní rostlinku než v roce 2015. Semena odrůdy Orex vytvářely daleko kratší kořínek a děložní rostlinku než odrůda Cortes. Semena obou odrůd ošetřených biologicky a fyzikálně dosahovaly 99 % energie klíčivosti a měly 100 % zdravých semen.
21. Při testování jednotlivých aparatur, pro plazmatické ošetřování semen řepky ve velkém objemu bylo zjištěno, že při zvyšujícím se čase ošetření se snižuje procento klíčivých a zdravých semen. Pro ošetření semen v aparatuře Cx22 se ukázala jako nejlepší doba ošetření 4 minuty, v aparatuře Turnov laboratorní 8 minut a v aparatuře Turnov ST650 doba 30 minut.
22. Odrůdy Cortes, Orex měly po přezimování u variant Pesticid, Man nejnižší počet rostlin. Rostliny odrůdy Cortes varianty Plazma lépe přezimovaly v pásovém pokusu než v plošném.
23. Obě odrůdy měly na konci podzimu ideální délku a sílu kořene pro přezimování. U odrůdy Cortes nejdelší a nejsilnější kořen vytvořila varianta Pl+Tvi a u odrůdy Orex varianty Pesticid a Plazma. Odrůda Orex vytvořila ve všech variantách silnější kořenový krček, než odrůda Cortes. Rostliny odrůdy Cortes varianty Plazma vytvářely delší a silnější kořeny v plošném pokusu.
24. Rostliny odrůdy Orex vytvářely vyšší listovou růžici než rostliny odrůdy Cortes. U odrůdy Cortes nejvyšší listovou růžici vytvářely rostliny variant Tvi, Man, Pesticid.

U varianty Orex nejvyšší listovou růžici měla varianta Pl+Tvi. Rostliny odrůdy Cortes vytvářely v pásovém i plošném pokusu srovnatelnou výšku listové růžice.

25. Rostliny odrůdy Orex vytvářely vyšší počet listů než varianta Cortes. U odrůdy Cortes nejvíce listů vytvářela varianta Tvi a u odrůdy Orex varianta Pesticid. Rostliny odrůdy Cortes měly vyšší počet listů v plošném pokusu než v pásovém.
26. Na listech rostlin řepky odrůdy Cortes, Orex se objevovaly skvrny choroby fomové černání stonku v rozsahu 3 - 6 %. Stejně procentuální zastoupení bylo v pásovém i plošném pokusu.
27. V letech 2014 – 2017 se na kořenech rostlin odrůdy Cortes u variant Pl+Tvi, Tvi a Man nevyskytovaly žádné háčky s larvou krytonosce zelného.
28. Rostliny obou odrůd vytvářely srovnatelný počet větví, nejvyšší počet větví byl u variant Tvi, Pl+Tvi. Rostliny odrůdy Cortes vytvářely v plošném pokusu nižší počet větví než v pásovém.
29. Rostliny odrůdy Cortes vytvářely daleko delší šesule s vyšším počtem semen než odrůda Orex. U odrůdy Orex byly nejdelší šesule u varianty Pesticid a u odrůdy Cortes u varianty Tvi. Rostliny odrůdy Cortes vytvářely delší šesule s vyšším počtem semen v pásovém pokusu než v plošném.
30. Rostliny odrůdy Cortes dosahovaly vyššího výnosu než rostliny odrůdy Orex. U odrůdy Cortes byl vyšší výnos u variant Tvi, Plazma a u odrůdy Orex u variant Tvi, Man. U odrůdy Cortes byl v pásovém pokusu vyšší výnos než v plošném.
31. Semena odrůdy Cortes dosahovaly vyšší HTS než odrůdy Orex. U obou odrůd měly vyšší HTS varianty Pl+Tvi, Pl+Man. V pásovém i plošném pokusu byla HTS srovnatelná.

8. Seznam použité literatury

- Ackermann, P.** (2008): Metodická příručka IOR proti chorobám, škůdcům a plevelům. Polní plodiny, Česká společnost rostlinolékařská, Praha, 503.
- Al-Bachir, M.** (2007): Effect of gamma irradiation on microbial load and senso characteristic of aniseed (*Pimpinella anisum*). *Bioresource Technology*, 98, 102-123.
- Alpmann, L., Baranyk, P., Bothe, C., Feifer, A.** (2006): Raps - Anbau und Verwertung einer Kultur mit Perspektive. *Landwirtschaftsverlag GmbH. Münster*, 264.
- Alpmann, L., Andreas, B., Gerrit, D., Angelika, H., Rainer, K.** (2012): Vysoké výnosy, hluboké kořeny. Malá publikace o kořenech řepky. *Rapool*, 6-48.
- Amini, M., Ghoranneviss, M.** (2016): Effects of cold plasma treatment on antioxidants activity, phenolic contents and shelf life of fresh and dried walnut (*Juglans regia* L.) cultivars during storage. *Food Sci. Technol.*, **73**, 178–184.
- Backman, P. A., Rodriguez-Kabana, R.** (1975): A system for the growth and delivery of biological control agents to the soil. *Phytopathology*, **65**, 819-821.
- Bagar, M.** (2007): Biologická ochrana rostlin. Metodické listy č. 12, Spolek poradců v ekologickém zemědělství ČR. [online]. [cit. 2018-02-08]. Dostupné z: [http://www.eposcr.eu/files/informac/vyd_publ/ML12 % 20Biologicka%20ochrana](http://www.eposcr.eu/files/informac/vyd_publ/ML12%20Biologicka%20ochrana).
- Bailey, A., Chandler, D., Grant, W. P., Greaves, J., Prince, G., Tatchell, M.** (2010): Biopesticides: pest management and regulation. CAB International, *Wallingford, UK*, 88-90.
- Baker, R., Scher, F. M.** (1987): Enhancing the activity of biological control agents, In Chet, I.: Innovative approaches to plant disease control, The Hebrew university of Jerusalem. *Rehovot, Izrael*, 471-489.
- Balodis, O., Gaile, Z.** (2010): Impact of some agroecological factors on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) plant density. International Scientific Conference: Research for Rural Development, Jelgava (Latvia), **16**, 35-41.
- Baranyk, P., Štěřík J.** (2001): Odrůdy řepky ozimé pro příští výsev. *Zemědělec*, 9, 24. 5-15.
- Baranyk, P.** (2002): Základy pěstování řepky. 2. vydání. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha, 31.
- Baranyk, P., Kazda, J.** (2005): Řepka olejka v českém zemědělství, (komplexní pěstitelská technologie), SPZO, Praha, 161.
- Baranyk, P.** (2006): Reakce odrůd ozimé řepky na různou intenzitu agrotechniky. *Úroda*, roč. 7, č. 2, 20 -21.

- Baranyk, P., Fábry, A.** (2007): Řepka – Pěstování – Využití – Ekonomika. *Profi Press Praha*, 208.
- Baranyk, P., Balík J., Hájková, M.** (2010): Olejniný. *Profi Press Praha*, 206.
- Baranyk, P., Krček, V., Pulkrábek, J., Urban, J.** (2014): Vliv různých způsobů založení a organizace porostu na hmotnost tisíce semen ozimé řepky olejné. In *Prosperující olejniný 2014, Praha*, 42-47.
- Basaran, P., Basaran-Akqul N., Oksuz, L.** (2008): Elimination of *Aspergillus parasiticus* from nut surface with low pressure cold plasma (LPCP) treatment. *Food Microbiology*, **25**, 626-632.
- Bečka, D.** (2007): Řepka ozimá: pěstitelský rádce. Vyd. 1. Praha- FAPPZ, ČZU, 56.
- Bečka, D.** (2013): Řepka ozimá- inovace pěstitelské technologie. Certifikovaná metodika. Praha: Česká zemědělská univerzita, 44.
- Benstaali, B., Moussa, D., Addou, A., Brisset, J. L.** (1998): Plasma treatment of aqueous solutes: Some chemical properties of a gliding arc in humid air. *The European Physical Journal Applied Physics*, 171-179.
- Beran, J.** (2001): Co ovlivňuje moření osiva. *Úroda* **7**, roč. IL, vědecká příloha, 18-19.
- Beránek, J., Jedlička, T., Šandera, A., Radová, Š., Sojneková, M.** (2016): Průvodce Integrovanou ochranou rostlin pro rok 2016. IOR z pohledu současné legislativy. *ÚKZÚZ*, 1-27.
- Beránek, J., Sojneková, M.** (2016): Rostlinolékařský Portál uživatelský manuál. *ÚKZÚZ*, 3-6.
- Bezdičková, A., Vašák, J., Hnízdil, M., Jursík, M., Kazda, J., Tvarůžek, L.** (2014): Integrovaná ochrana rostlin a její vliv na ochranu obilnin. Jak dále v intenzivním pěstování obilnin. *ČZU Praha*, 3-9 .
- Biopreparáty** (2019): Aplikace přípravku Polyversum. [online]. [cit. 2019-01-02]. Dostupné:http://www.biopreparaty.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=42:aplikace-pipravku-polyversum&catid=4:faq&Itemid=25.
- Bittner, V.** (2006): Škodlivé organismy řepky. Abiotické poškození, choroby, škůdci. Hradec Králové, 54.
- Bittner, V.** (2008): Škodlivé organismy ječmene – abiotická poškození, choroby, škůdci. *Kurent s.r.o.*, České Budějovice, 54.
- Błaszczak, M.** (2007): Mikroorganizmy w ochronie Srodowiska. Technika, przemysk – opracowania ogólne. 266.
- Bormashenko, E., Drori, E.** (2012a) : Plasma treatment of seeds, its influence on wetting and germination of seeds. *Scientific Reports*, **2**, 1-14.

Bormashenko, E., Grynyov, R., Bormashenko, Y., Drori, E. (2012b): Cold Radiofrequency Plasma Treatment Modifies Wettability and Germination Speed of Plant Speeds. *Scientific Reports*, **2**, 1-8.

Boucher, R. M. G. (1980): Patent and Trademark Office. Washington, DC, *U.S. Patent No. 4*, 207-286.

Bridge, P. D., Williams, M. A. J., Prior, C., Paerson, R. R. M. (1993): Morphological biochemica and molecular characteristics of *Metarhizium anisopliae* and *M. flavoviride*. *J. Gen Mocrbiol*, **139**, 1163-1169.

Brotman, Y., Lisee, J., Méret, M., Chet, I., Willmitzer, L., Viterbo, A. (2012): Transcript and metabolite analysis of the *Trichoderma* – induced systemic resistance response to *Pseudomonas syringae* in *Arabidopsis thaliana*. *Microbiology*, **158**, 139-146

Bulletin OEPP/EPPO (2012): Efficacy evaluation of fungicides. Foliar and ear diseases on cereals. *Praha*, **42** (3), 413-425.

Bulletin OEPP/EPPO (2003): Efficacy evaluation of fungicides. Root, stem, foliar and pod diseases of rape. *Praha*, **33**, 25-32.

Butt, T. M., Jackson, C., Magan, N. (2001): Fungi as biocontrol agents – progress, problems and potential. *CAB International, Wallingford, UK*, 23-69.

Čača, Z. (1990): Ochrana polních a zahradních plodin. Státní zemědělské nakladatelství, *Praha*, 80-209.

Černý L., Vašák J., Křováček J., Hájek M., (2007): Jarní sladovnický ječmen. Pěstitelský rádce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra rostlinné výroby, *Kurent, s.r.o., Praha*, 39.

Černý, P. (2011): Plazmová modifikace práškových materiálů. Diplomová práce, JU České Budějovice, 31-35.

ČSN 46 1011-13: Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin. Část 13 : Zkoušení obilovin – Stanovení klíčivosti sladovnického ječmene. *Praha: ČNI 2005*, 1-4.

ČSN 46 1011-14: Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin. Část 14: Zkoušení obilovin - Stanovení energie klíčení sladovnického ječmene. *Praha ČNI 2005*, 1- 6.

ČSÚ-ječmen. (2019): Výnos ječmene. [online]. [cit. 2019-03-07]. Dostupné z <https://www.czso.cz/csu/xb/odhady-sklizni-v-jihomoravskem-kraji-k-15-8-2016>.

Dasan, B. G., Boyaci, I. H., Mutlu, M. (2016): Inactivation of aflatoxigenic fungi (*Aspergillus* spp.) on granular food model, maize, in an atmospheric pressure fluidized bed plasma system. *Food Control*, **70**, 1–8.

Dent, D. (2000): Insect pest management. *Cabi*, 35-39.

- de Sousa, R. T., Zarate, C. A Jr., Zanrtti M. V., Costa A. C., Talib, L. L., Gattaz, W. F., Machado-vieira, R.** (2014): Oxidative stress in early stage Bipolar Disorder and the association with response to lithium. *J Psychiatr Res* **50**, 36-41.
- Dhaya, M., Lee, S. Y. & Park, S. U.** (2006): Using low-pressure plasma for *Carthamus tinctorium* L. seed surface modification. *Vacuum* **80**, 499-506.
- Dirlbeková, O.** (1991): Biologické zdroje pro mechanickou ochranu rostlin I. *Deuteromycetes, Beauveria bassiana*) Studie VTR, ÚVTIZ, Ř. *Rostl. Vyr.* **11**, 10-21.
- Diviš, J. Jůza, J., Moudrý, J., Vondryš, J.** (2000): Pěstování rostlin, skripta Zemědělské fakulty JU v ČB, 17-45.
- Dobrin D., Magureanu M., Mandache N. B., Ionita M. D.** (2015): The effect of non-thermal plasma treatment on wheat germination and early growth. *Innovative Food Science and Emerging Technology*, **29**, 255-260.
- Doornbos, D. L., Mullen, R. E.** (1991): Influence of stress during soybean seed fill on seed weight, germination, and seedling growth-rate. *Canadian Journal of Plant Science* **71**, 373-383.
- Drahorád, J.** (2007): Moření osiva jarního ječmene. Ječmen jarní od A-Z. *Praha*, 8-11.
- Dromph, K. M., Vestergaard, S.** (2002): Pathogenicity and attractiveness of entomopathogenic hyphomycete fungi to collembolans. *Applied Soil Ecology*, **21**, 197-210.
- Dumalasová, V., Bartoš, P.** (2007a): Reaction of spring wheat cultivars to common bunt caused by *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint. and *Tilletia laevis* (Kühn). *Czech J. Genet. Plant Breed.*, **43**, 82–86.
- Dumalasová, V., Fajferová, M., Bartoš P.** (2007b): Opatření k omezení škod působených snětí mazlavou a snětí zakrslou na pšenici. *Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha*, 2-28.
- Dundálková, L.** (2015): Zlatá sklizeň. Systém stimulace jarních obilnin. *Agromanuál*, roč 10, č. 1, profesionální ochrana rostlin, 32.
- Dundálková, L.** (2016): Semenářská hodnota ekologického a konvenčního osiva ječmen. *Úroda*, **7**, roč. LXIV, vědecká příloha, 26.
- Dvořáčková, O.** (2013): Metodika zkoušení užitné hodnoty ječmen *ÚKZÚZ*, 5-18.
- Ermolaeva S. A, Varfolomeer A. F, Chernukha, M. Y.** (2011): Bactericidal effects of non thermal argon plasma in vitro, in bio films and in the animals model of infected wounds. *J Med Microbio*, **60**, 75- 83.
- Eskandari, MR., Fard, JK., Hosseini, MI., Pourahmad, J.** (2012): Glutathione mediated reductive activation and mitochondrial dysfunction play key roles in lithium induced oxidative stress and cytotoxicity in liver. *Biometals*, **25**, 863-873.

- Fábry, A.** (1990): Jarní olejniny, *Ministerstvo zemědělství*. 139-140.
- Fábry, A.** (1992): Morfologie a anatomie brukvovitých olejnin. *Praha*, 41–51.
- Filátová, I., Azharonok, V., Kadyrov, M., Beljavsky, V., Gvozdov, A., Shik, A., Antonuk, A.** (2009): Plasma-radiowave stimulation of plant seeds germination and inactivation of pathogenic microorganisms. *Proceedings of the International Plasma Chemistry Society*, **19**, 627.
- Filátová, I., Azharonok, V., Kadyrov, M., Beljavsky, V., Gvozdov, A., Shik, A., Antonuk, A.** (2011): The effect of plasma treatment of seeds of some grain and legumes on their sowing quality and productivity. *Romanian Journal of Physics*, **56**, 139-143.
- Filátová, I., Azharonok, V., Goncharik, S. V.** (2013a): Effect of Plasma Treatment on the Germination and Phytosanitary State of Seeds. *Journal of Applied Spectroscopy*, **81**, 250-256.
- Filátová, I., Azharonok, V., Lushkevich, V., Zhukovsky, A., Gadzhieva, G., Spasic, K.** (2013b): Plasma seeds treatment as a promising technique for seed germination improvement. ICPIG Granada, 14-19.
- Fridman, A., Sergei, N., Lawrence, A., Kennedy, A. S., Ozlem, M. Y.** (1998): Gliding arc gas discharge. *Department of Mechanical Engineering, University of Illinois at Chicago*, 842.
- Gall, J.** (2015): Aktuální přehled ochrany rostlin. *Agromanuál*, **1**, roč. 10, vědecká příloha, 4.
- Goettel, M. S., Inglis, G. D. Wraighr, S. P.** (2000): Fungi. In Lacey L. A. Kaya H. K. (Eds). *Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology*, Chapter IV- 4. Kluwer Academic Publishers, *Printed in the Netherlands*, 255-282.
- Graman, J., Čurn, V.** (1998): Šlechtění zemědělských plodin (obiloviny, luskoviny). *České Budějovice JU ZF*, 194.
- Harman, G. E., Chet, I., Baker, R.** (1991): Factors affecting *Trichoderma hamatum* applied to seeds as biocontrol agent. *Phytopathology*, **71**, 569-572.
- Harman, G. E., Howell, Ch. R., Vitebro, A., Chet, I., Lorito, M.** (2004): *Trichoderma speciesopportunistic*, avirulent plant symbionts, *Nature reviews mikrobiology*, **5**, 43-56.
- Hašková, P.** (2015): Biostimulační moření jarních obilnin. *Agromanuál*, roč. 10, č. 1, profesionální ochrana rostlin, 33.
- Havelka, Z.** (2013): Využití atmosférického plazmového zdroje GA při ošetřování obilovin. Diplomová práce. *JU České Budějovice*, 6-20.
- Hluchý, M., Zacharda, M.** (1994): Prostředky a systémy biologické ochrany rostlin, Biocont Laboratory s.r.o., *Brno*, 80-90.

Hnilička, R., Říha, K., Spitzer, T. (2015): Jarní seminář pro pěstitele olejnin. Regulace růstu a fungicidní ochrana. Praha, 23-33.

Hnízdil, M. (2014): Jak dále v intenzivním pěstování obilnin? Současný stav integrované ochrany rostlin v ČR, vývoj do budoucna. *MZe Praha*, 3-8.

Hnízdil, M., Peterka, V. (2016): Racionální používání přípravků na ochranu rostlin. *Agromanuál*, 1, roč. 11, vědecká příloha, 40-45.

Hokkanen, H. M. T. (1995). Biological control: benefits and risks. Cambridge University Press, *Cambridge*, 304.

Honsová, H. (2011): Moření osiva jarního ječmene může zvýšit polní vzcházivost i výnos. *Úroda*, 12, 18-20.

Honsová H. (2012): Nové možnosti při pěstování sladovnického ječmene. *Úroda*, 4, 9-11.

Honsová, H. (2014): Přeskladněním osiva ječmene klesá klíčivost a polní vzcházivost. *Úroda* 10, roč. 2, 23-26.

Honsová H. (2016): Semenařská hodnota ekologického a konvenčního osiva ječmene. *Úroda*, 7, 26- 28.

Hosnedl, V. (2003): Klíčivost a vzcházivost osiva. Osivo a sadba. Sborník referátů, *ČZU Praha*, 64-66.

Hosnedl, V. (2001): Podíl pěstebních systémů na semenařské a produkční hodnotě osiva obilnin. *Praha, Sb.konf. Scientia-Prosperita*, 1-6.

Hosseini K. M., Lomholt, A., Matthews S. (2009): Mean germination time in the laboratory estimates the relative vigour and field performance of commercial seed lots of maize (*Zea mays* L.). *Science and Technology*. 37, 446.

Houba, M., Hosnedl, V., Prokinová, E. (2002): Osivo a sadba. Praktické semenařství. *Praha*, 1-15.

Howell C. R., Stipanovic, R. D., Lumsdem, R. D. (1993): Antibiotic production by strains of *Gliocladium virens* and its relation to the biocontrol of cotton seedling diseases. *Biocontrol Science and Technology*, 3, 435-441.

Howell, C. R., Hanson, L. E., Stipanovic, R. D., Puckhaber, L. S. (2000): Induction of *Trichoderma* species. *Transactions of the British Mycological Society*, 71, 469-474.

Howell, C. R., Puckhaber, L. S. (2005): A study of the characteristics of „P” and „Q” strains of *Trichoderma virens* to account for differences in biological control efficacy against cotton seedling diseases. *Biological Control*, 33, 217-222.

Hrdý, J. (1991): Biopesticidy v zemědělství, *MZe ČR*, 107.

Hrubý, J., Nedělník, J. (2004): Nové poznatky v pěstování, šlechtění a ochraně rostlin, Výzkumný ústav pícninářský, sekce rostlinolékařství, Brno, 261-264.

- Hrudová, E.** (2015): Ochrana rostlin v ekologickém zemědělství. *AF a ZF Mendelu*, 7-46.
- Humber, R. A.** (1997): Fungi. Identification. In: Lacey L. A. (Ed): Manual of Techniques in Insect Pathology. *Academic Press, London*, Chapter V-1, 153-185.
- Hýsek, J., Vach, M., Brožová, J.** (2001): Směsi minerálních hnojiv s biopreparátem Supresivit v ochraně rostlin. *Rostlinolékař* 1, 7-8.
- Hýsek, J., Vach, M.** (2008): Studium škodlivých hub rodu *Fusarium* na obilninách, *Úroda* 11, roč. XL, 20-22.
- Hýsek, M., Vach, M., Javůrek, M.** (2008): Biologická ochrana obilnin proti houbovým fytopatogenům. Metodika pro praxi. *Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha*, 7-10.
- Chadová, J.** (2006): Přehled chorob a skladištních škůdců na osivu vybraných druhů plodin. Metodika zkoušení zdravotního stavu osiva. *Praha*, 4-13.
- Chan, C. M., Ko, T.-M., Hiraoka, H.** (1996): Polymer Surface Modification by Plasmas and Photons. *Surf. Sci. Reports*, 1-54.
- Chen F. F.** (1995): Plasma processing and processing science. NRL Strategic Series. Washington, DC: *National Academy Press*, 35.
- Chet, I., Inbar, J., Hadar, I.** (1997): Fungal antagonists and mycoparasites, In: Wicklow, D. T., Söderström, B. : The Mycota IV: Environmental and microbial relationships, Springer-Verlag. *Berlin*, 165-184.
- Chodová, J.** (2006): Moření osiva. Kvalita moření. *Agrotip*, 12, 2-5.
- Chrprová, J., Šíp, V., Sýkorová, S., Sychrová, E.** (2007): Možnosti snížení rizika napadení obilnin klasovými fuzariózami. *Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha*, 24.
- Inglis, G. D., Goettel, M. S., Butt, T. M.** (2001): Use of hypomyces fungi for managing insect pests. In: Butt, T. M., Jackson, C., Magan, N. (Eds.): Fungi as biocontrol agents. CAB International, *Wallingford, UK*, 23-69.
- Janků, J., Jursík, M., Soukup, J.** (2012): Adjuvanty (1.). *Agromanuál*, 7, 53-54.
- Jensen, B., Knudsen, I. M. B., Jensen, D. F and Hockenhull, J.** (1996): Development of a formulation of *Gliocladium roseum* for biological seed treatment. In: Alabouvette C (ed) Biological and integrated control of root diseases in soilless cultures. *IOBC/WPRS Bulletin* 19, 164–169
- Jiang J. F., Lu, Y. F., Li, J. G., Li, L., He, X., Shao, H. L., Dong Y. H.** (2014): Effect of seed treatment by cold plasma on the resistance of tomato to *Ralstonia solanacearum* (bacterial wilt). *PloS ONE*, 9, 1–6.
- Jirátko, J.** (1990): Biologická ochrana rostlin-možnosti a perspektivy, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, *Praha*, 2- 10.

- Jisha K. C., Vijayakumari K. J. T., Puthur J. T.** (2013). Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. *Acta Physiol. Plant*, **3**, 1381–1396.
- Jones, R., Hancock, J. G.** (1987): Conversion of viridin to viridiol by viridin-producing fungi. *Can J. Microbiol*, **33**, 963-966.
- Kala, J.** (2012): Gliding art. Diplomová práce. *JU České Budějovice*, 24-27.
- Kawakami, A., Sato, Y., Yoshida, M.** (2008): Genetic engineering of rice capable of synthesizing fructans and enhancing chilling tolerance. *Journal of Experimental Botany*, **59**, 793-802
- Kazda, J.** (2007): Ochrana řepky proti chorobám a škůdcům. Řepka: pěstování, využití, ekonomika. Praha, 208.
- Kazda, J.** (2009): Historie a současnost moření osiva řepky. *Úroda*, roč. 1, č. 4, 46.
- Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E.** (2010): Encyklopedie ochrany rostlin: polní plodiny. 1. vyd. Praha: Profi Press, 10- 399.
- Kazda, J., Vašák, J., Hnízdil, M., Jursík, M., Bezdičková, A., Tvarůžek, L.** (2014): Možnosti integrované ochrany obilnin a kukuřice proti živočišným škůdcům podle nových pravidel dle legislativy EU. Jak dále v intenzivním pěstování obilnin. *ČZU Praha*, 25-28.
- Kazda, J., Hřivna, L., Vašák, J., Žák, M., Sypták, K.** (2015): Historie a současnost ochrany řepky proti škodlivým organizmům. Intenzita v pěstování řepky ozimé? *Praha*, 22-28.
- Klap, O.** (2016): Třetí sezóna unikátní technologie ochrany ječmene. *Úroda* č. 9, roč. LXIV, 18.
- Knédl, Z., Hřčka, P.** (2014): Jak zvýšit potenciál řepky fungicidními aplikacemi na jaře? *Agromauál*, roč. 9, č. 3, profesionální ochrana rostlin, 54.
- Knor, P.** (2016): Každá řepka na poli potřebuje podzimní ošetření. Odborný časopis pro rostlinnou produkci. *Úroda*, roč. 9, č. LXIV, 38.
- Kocourek, F.** (1994): Zásady integrované ochrany ovoce. In: Kocourek, F., Beránková, J., Mikulka, J. (Eds.): Maximalizace biologických metod v systému integrované ochrany ovoce. Výzkumný ústav rostlinné výroby, *Praha- Ruzyně*, 1-8.
- Kohout, V.** (1996): Herbologie: plevele a jejich regulace. Vyd. 1. *Česká zemědělská univerzita Praha*, 115.
- Kosař, K., Procházka, S.** (2000): Technologie výroby sladu a piva. 1. vyd. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, *Praha*, 398.
- Koubová, D.** (2006): Bakterie a viry v ochraně proti chorobám a škůdcům rostlin. Biologické přípravky. *Praha*, 21-27.

Koubová, D. (2011): Informační centrum bezpečnosti potravin. [online]. [cit. 2019-01-02]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/sterilizace-pomoci-urychlenych-elektronu.aspx>.

Krátká, J. (2007): Laboratorní metody. In: Kůdela V., Breunová M. a kol. (Eds.): Českoanglická rostlinolékařská terminologie - Czech-English plant health terminology. *Academia, Praha*, 1. vyd.: 534-555.

Krawiec, M., Kornarzyński, K., Palonka, S., Kaplan, M., Baryła, P. (2013): Does the magnetic field improve the quality of radish seeds? *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, **12**, 93-102.

Kubicek, C. P., Eveleigh, D. E., Esterbauer, H., Steiner W., Kubicek-Pranz E. M. (eds.) (1990): *Trichoderma reesei* cellulases: biodiversity, genetics, physiology and applications. *Royal Society of Chemistry, Cambridge*, 125.

Kulhánek P. (2011): Úvod do teorie plazmatu. *Praha*, 372.

Kůst, F., Stehlíková, J. (2016): Situační a výhledová zpráva obilovin. *Mze Praha*, 3- 97.

Landa, Z. (1998): Biopreparáty na bázi entomopatogenních hub. *Agro*, **10**, 7-12.

Landa Z, Bieliková, L., Osborne, L. S., Bobková, P. (2001): Assessment of isolates of entomogenous fungi collected from spruce bark beetle *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae) in the Bohemian Forest, *Silva Gabreta*, **6**, 273-286.

Landa, Z. (2002): Biologická ochrana zahradních rostlin proti chorobám a škůdcům v polních podmínkách, ve sklenících a fóliovnících. In: Demo M., Hričovský I. (Eds.): Trvalo udržatelné technologie v záhradnictve. *Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre*: 225-280.

Lacey, L. A., R. Frutos, H. K. Kaya, P. (2001): Vail. Insect Pathogens as Biological Control Agents: Do They have a future? *Biological control*, **21**, 230 -248.

Laskoš, J., Labounek, V., Fábry, A. (1958): Praktikum rostlinné výroby. Katedra rostlinné výroby Praha, 5-25.

Leach, J. E., Stevenson, H. J., Rainbow, A. J., Mullen, L. A. (1999): Effects of high plant population on growth of winter oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agriculture Science*, **132**, 173-180.

Leland, J. E. (2001): Environmental-stress tolerant formulations of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* for control of African Desert Locust (*Schistocerca gregaria*) Ph.D. Thesis. Faculty od Virginia Polytechnic Institute and *State University*, **3**, 125-144.

Li, L., Jiafenf, J., Jiangang, L., Minchong, S. (2014): Effects of cold plasma on seed germination and seedling growth of soybean. *Scientific Reports.*, **4**, 5859-5865.

Li L., Li J., Shen M., Zhang C., Dong Y. (2015): Cold plasma treatment enhances oilseed rape seed germination under drought stress. *Science Report*, **5**,13-33.

- Libra, M., Štěrbá, J., Bláhová, I.** (2000): Fyzikální podstata světla. Plazma je všude kolem nás. *Světlo*, **1**, roč. 4, 3-4.
- Liška, M.** (2016): Situační a výhledová zpráva olejnin. *MZe Praha*, 2016,3-33.
- Liška, M.** (2017): Situační a výhledová zpráva olejnin. *MZe Praha*, 2016,4- 36.
- Lišková, S.** (2017): Kořen rovná se srdce rostliny. Získejte z vašich řepok víc. Agromanuál roč. 12, č. 8, profesionální ochrana rostlin, 77s.
- Matušinsky, P., Tvarůžek, L.** (2012): Umístění původců osivem přenosných chorob v obilce ječmene. *Obilnářské listy* **1**, roč. XX, 3-5.
- Mazzola, M.** (2002): Mechanisms of natural soil suppressiveness to soilborne diseases. *Antonie Van Leeuwenhoek*, **81**, 557-564.
- McDonald,** (1998): Seed quality assessment. *Seed Science Research*, **8**, 265-275.
- MCDonnell, Gerald, E.** (2007): Antisepsis, disinfection, and sterilization: types, action, and resistance. *Washington, D. C.*, 361.
- Meyling, N. V., Eilenberg J.** (2007): Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: Potential for conservation biological control. *Biological Control*, **43**, 145–155.
- Mildaziene, V., Pauzaite, G., Malakauskiene, A., Zukiene, R., Nauciene, Z., Filatova, I., Azharonok, V., Lyushkevich, V.** (2016): Response of perennial woody plants to seed treatment by electromagnetic field and low-temperature plasma. *Bioelectromagnetics*, 10-22.
- Mikla, M.** (2014); Přípravky Galleko – použití v jarním ječmeni. Agromanuál, roč. 9, č. 3, profesionální ochrana rostlin., 100s.
- Mitra, A., Li, Y., Morfill, G., Zimmermann, J.** (2014): Inactivation of Surface-Borne Microorganisms and Increased Germination of Seed Specimen by Cold Atmospheric Plasma. *Food Bioprocess Technol*, **7**, 645-653.
- Moisan, M., Barbeau, J., Moreau, S., Pelletier, J., Tabrizian, M., Yahia, L. H.** (2001): Low- temperature sterilization using gas plasma. *Pure Applied Chemistry*, **74**, 349-358.
- Moudrý, J.** (2003): Tvorba výnosu a kvality ovsa. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice, 167.
- Moreau, M., Orange, N. & Feuilloley, M. G. J.** (2008). Nonthermal plasma technologies: new tools for bio-decontamination. *Biotechnol Adv*, **26**, 610–617.
- Muchová, D., Ondrejčák, F., Lichvárová, M.** (2006): Morenie osív. Prvý krok k zdravým a úrodným porastom obilnin. *Agrotip*, **12**, 7.

- MZe** (2012): Národní akční plán (NAP) k zajištění udržitelného používání pesticidů v ČR. Návrh, Příloha č. IV směrnice EP a Rady 2009/128/ES. 2-33.
- Navrátilová, M.** (2016): Možnosti použití nechemických způsobů ochrany v rámci IOR. *ÚKZÚZ*, 2-30.
- Neckář, K.** (2014): Řepka olejka- Komplexní technologie. Syngenta Czech s.r.o., 1-4.
- Nerad, D., Kazda, J.** (2007) : Zkušenosti s mořením osiva řepky. *Zemědělec*, roč. 4, č. 2, 12-14.
- Nerad, D., Kazda, J., Škeřík, J., Kuchtová, P.** (2007): *Ekologická řepka na českých polích*; *Farmář* 6, 20-22.
- Nesrsta, M.** (1991) : Produkce antibiotik a toxinů u rodu *Trichoderma*. cit. dle Okrouhlá, M. (1993): Biologické zdroje pro nechemickou ochranu rostlin (II. *Deuteromycetes*, *Trichoderma harzianum* Rifai aggr.), Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 6, 9-27.
- Newman, Rosemary, K., Newman, C.** (2008): *Barley for Food and Health: Science, Technology, and Products*. Hoboken, N. J.: John Wiley, 245.
- Obiloviny** (2019): online]. [cit. 2019-03-08] <https://www.slideserve.com/audi/obiloviny>
- Okrouhlá, M.** (1993): Biologické zdroje pro nechemickou ochranu rostlin (*Deuteromycetes*, *Trichoderma harzianum*, Rifai aggr.), Ústav zemědělských a potravinářských informací, *Praha*, 35-62.
- Ondřej, M., Ondráčková, E., Nesrsta, M.** (2012): Využití hub rodu *Clonostachys* proti půdním patogenům. *Úroda*, 3, 64-66.
- Ouedraogo, A., Faegurs, J. Goettel, M. S., Lomer, C. J.** (1997): Effect of temperature on vegetative growth among isolates of *Metarhizium anisopliae* and *M. flavoviride*. *Mycopathological*, 37, 37-43.
- Ort, P.** (2009): Podzimní ochrana proti houbovým chorobám a růstová regulace řepky ozimé. *Agromanuál*, roč. 9, č. 10, profesionální ochrana rostlin, 28-29.
- Pal, K. K., Gardener, B. M.** (2006): Biological control of plant pathogens. *The Plant Health Instructor*, 2, 1117-1142.
- Papavizas, G. C.** (1990): *Trichoderma* and *Gliocladium*: biology, ecology and the potential for biocontrol. *Annual Review of Phytopathology*, 23, 23–54.
- Park, B. J., Takatori, K., Sugita-Konishi, Y., Kim, I. H., Lee, M. H., Han, D. W., Chung, K. H., Hyun, S. O., Park, J. C.** (2007): Degradation of mycotoxins using microwave-induced argon plasma at atmospheric pressure. *Surf. Coatings Technol.*, 201, 5733–5737.

- Parvaiz, A.** (2017): Oil seed crops. Yield and Adaptations under Environmental Stress. *John Wiley & Sons Wiley*, 312.
- Pavela, R.** (2011) – Botanické pesticidy. Kurent, s. r.o., České Budějovice, 128.
- Payez, A., Ghanati, F., Behmanesh M., Abdolmaleki P., Hajnorouzi A., Rajabbeigi E.** (2013): Increase of seed germination, growth and membrane integrity of wheat seedlings by exposure to static and a 10 kHz electromagnetic field. *Electromagn Bio Med*, **32**, 417-429.
- Perni S., Liu, D. W., Shama, G., Kong, M. G.** (2008): Cold atmospheric plasma decontamination of the pericarps of fruit. *Journal of Food Protect.*, **71**, 302-308.
- Pernicová, A.** (2013): Integrovaný systém ochrany rostlin. Diplomová práce. *MU Brno*, 13-18.
- Petr, J., Černý, V., Hruška, L.** (1980): Tvorba výnosu hlavních polních plodin. Vyd. 1. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 448.
- Petráží, A.** (2012): Využití plasmových procesů v biologii a lékařství. Diplomová práce, *Liberec*, 14-19.
- Pišťínek, T.** (2016): Výnosy řepky v ohrožení? *Úroda*, roč. 6, č. 3, 23- 29.
- Polák, B., Váňová, M., Onderka, M.** (1998): Základy pěstování a zpracování sladovnického ječmene. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha, 39 s.
- Poncová, K.** (2013): Bioprospect. Bioinsekticidy. *Ústav biochemie a mikrobiologie*, **1**, roč. 23, 12- 15.
- Poslušná, J.** (2014): Možnosti ochrany vůči bílé hnilobě řepky. *Farmář*, 26 – 28.
- Potyšová, H.** (2012): Hodnocení klíčnic rostlin. [online]. [cit. 2019-01-02]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/216377/Hodnoceni_klicence.pdf.
- Procházka, P., Přemysl, Š., Štran, J., Kříž, J.** (2015): Vliv moření osiva biologicky aktivními látkami při zakládání semenářských porostů na vitalitu vyprodukovaných semen. Osivo a sadba. Sborník referátů, *ČZU Praha*, 114- 115.
- Prokinová, E.** (1996): Biologická ochrana proti houbovým chorobám rostlin. Rostlinná výroba, *ÚZPI*, 7-39.
- Prokinová, E.** (1997): Škodlivost patogenů přenosných osivem. Odborná konference *ČZU Praha*, 35-38.
- Prokinová, E.** (2012): Osiva v ekologickém zemědělství. Prevence chorob, ošetření osiva před výsevem. *Praha*, 1-77.

- Prokinová, E., Ondráčková, E., Ondřej, M.** (2015): Osivo a sadba. Biologické ošetření osiva obilovin. *Praha*, 28- 34.
- Prokinová, E.**, (2016): Význam ošetření osiva obilnin. *Agromanuál*, **9**, roč. 10, 32-35.
- Pokorný, V., Jiskra, K.** (1996): Hmyzí škůdci zahradních rostlin, predátoři a paraziti, Květ, *Praha*, 96.
- Psota, V.** (2008): Vliv struktury endospermu obilky ječmene (*Hordeum vulgare L.*) na kvalitu sladu. *Kvasny Prum.*, **54**, č. 10, 294-299.
- Selcuk, M., Oksuz, L., Basaran, P.** (2008): Decontamination of grains and legumes infected with *Aspergillus* spp. and *Penicillium* spp. by cold plasma treatment. *Bioresource Technology*, **99**, 11.
- Selgen-Francin.** (2019): Odrůda Francin. [online]. [cit. 2019-03-07]. Dostupné z <https://www.selgen.cz/obiloviny/jecmen-jarni/francin/>
- Selgen-řepka.** (2019): odrůda Cortes, [online]. [cit. 2019-03-07]. Dostupné z <https://selgen.cz/olejniny/repka-ozima/cortez/>
- Selgen-řepka,** (2019): odrůda Orex, [online]. [cit. 2019-03-07]. Dostupné z <https://selgen.cz/olejniny/repka-ozima/orex/>
- Scholtz, V., Pazlarova, J., Souskova, H., Khun, J., Julak, J.** (2015): Nonthermal plasma - A tool for decontamination and disinfection. *Biotechnol. Adv.*, **33**, 1108–1119.
- Skalicky, A., Bohata, A., Simkova, J., Osborne, L. S. Landa, Z.** (2014): Selection of indigenous isolates of entomopathogenic soil fungus *Metarhizium anisopliae* under laboratory conditions. *Folia Microbiologica*, **59**, 269-276.
- Snowdon, R., Luhs, W., Friedt, W.** (2007): Oilseed Rape. Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants, *Volume*, **2**, 26-32.
- Söchting, H. P., Verreet, A.** (2004): Effects of different cultivation systems (soil management, nitrogen fertilization) on the epidemics of fungal diseases in oilseed rape (*Brassica napus L. var. napus*). *Journal of Plant Diseases and Protection*, **33**, 25-32.
- Soukup, J.** (2005): Metody regulace zaplevelení In: Mikulka J., Kneifelová M., Martinková Z., Soukup J., Uhlík J. (Eds.): Plevelné rostliny. *Vydavatelství Profi Press r.o. Praha*, 39-42.
- SRS** (2016): Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin. SRS, ÚKZÚZ, [online]. [cit. 2019-01-02]. <http://eagri.cz/public/web/file/436848/celek>
- SRS** (2019): POR. Vyhledávání v registru přípravků. [online]. [cit. 2019-01-1414]. Dostupné z <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>
- Srivastava C. N., Maurya P., Sharma P., Mohan L.** (2009): Prospective role of insecticides of fungal origin. Review, *Entomological Research*, 341-355.

- Steffenson, B. J., Dahl, S., Rosengeren, E., Szinyei, T.** (2004): Fusarium head blight in barely, percentage of ear area affected. Digital Disease Images for Estimating Fusarium Head Blight Severity in Barley. Proceedings of the 2nd International Symposium on Fusarium Head Blight. Orlando, *Florida*, 419-425.
- Striegl, M.** (1984): Biologie olejnin. Rostlinná výroba II. [skriptum], VŠZ, Praha
- ŠAMALÍK, J.** (2012): Systém stimulace základních olejnin. In: Prosperující olejnin, 153-154.
- Striegl, M., Žídková, D.** (1993): Základy pěstování krmného ječmene. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, *Praha*, **1**, 58.
- Sychrová, E., Chrpvá, J., Šíp, V.** (2006): Klasové fuzariózy, výskyt, infekčnost, bionomie a ochrana obilnin, *Agromanuál*, roč. 1, č. 6, profesionální ochrana rostlin, 20-21.
- Sýkorová, S., Papoušková, L., Šíp, V., Chrpvá, J., Hýsek, J., Sychrová, E.** (2002): Obsah fusariových mykotoxinů v odrůdách jarního ječmene (umělá a přirozená infekce). *Kvasný průmysl*, roč. 48, č. 6, 149-153.
- Šandera, J.** (2015): Integrovaná ochrana rostlin- zkušenosti v praxi. *Agromanuál*, **1**, roč. 10, vědecká příloha, 30- 31.
- Šašková, D., Štolfa, V.** (1993): Trávy a obilí. *Praha Artia a.s.*, **1**, 64.
- Šebesta, J.** (1991): Hodnocení chorob polních plodin z hlediska šlechtění na odolnost, Ústav vědeckotechnologických informací pro zemědělství, *Praha*, 63.
- Šerá, B., Stranák, V., Šerý, M., Tichý, M. & Špatenka, P.** (2008): Germination of *Chenopodium Album* in response to microwave plasma treatment. *Plasma Science and Technology* **10**, 506-511.
- Šerá, B., Špatenka, P., Šerý, M., Vrchotová, N. & Hrušková, I.** (2010): Influence of plasma treatment on wheat and oat germination and early growth. *IEEE Transactions on Plasma Science* **38**, 2963-2968.
- Šerá, B., Sery, M., Gavril, B., Gajdová, I.** (2017): Seed Germination and Early Growth Responses to Seed Pre-treatment by Non-thermal Plasma in Hemp Cultivars (*Cannabis sativa* L.). *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, **37**, 207-221.
- Širůčková, I., Kroutil, P.** (2007): Fuzariozy na obilninách. Ministerstvo zemědělství ve spolupráci se Státní rostlinolékařskou správou, Praha, 8.
- Šnobl, J.; Pulkrábek, J.** (2007): Základy rostlinné produkce. Praha, Fakulta agrobiologie a potravinových a přírodních zdrojů v Praze, 172.
- Štěnička, M.** (2016): Přípravy a založení porostu ozimé řepky. Odborný časopis pro rostlinnou produkci. *Úroda*, roč. 7, č. LXIV, 7.

Tensmeyer, L. G., Wright, P. E., Fegenbush, D. O., & Snapp, S. W. (1981): Sterilization of glass containers by laser initiated plasmas. *PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, **35**, 93-97.

Tichá, K. (2001): Biologická ochrana rostlin. *Grada Publishing*, 28- 51.

Tichý, R. (2017): Klonování, rozmnožování a starost o semenáčky. Jak na správné moření semen. [online]. [cit. 2019-01-02] <https://magazin.specialnizahradnictvi.cz/jak-na-spravne-moreni-semen/>

Tjamos, E. C., Papavizas, G. C., Cook, R. J. (1992): Billogical control of plant diseases, Progress and challenges for the futere, Plenum Press, Cit. dle Benitez, T., Rincon, A. M., Limon, M. C. (2004): Mecanismos de biocontrol de cepas de *Trichoderma*, *Int. Microbiology*, **17**, 249-260,

Tong, J. Y., Xiaoli, Z., He, R., Routing, Z. (2014): Effects of atmospheric pressure air plasma pretreatment on the seed germination and early growth of *Andrographis paniculata*. *Plasma Science and Technology* **16**, 260-266.

Tvarůžek, L., Matušínský, P., Spáčilová, V. (2015): Zdravotní stav obilnin a tvorba výnosů v roce 2014 na Moravě a ve Slezku. Agromanuál, roč. 10, č. 1, profesionální ochrana rostlin, 20-22.

US Congress (1995): Office of Technology Assessment. Biologically-based technologies for pest control. OTA-ENV. US Government Printing Office, *Washington, DC*, 636.

Váňa, J. (1996): Systém a vývoj hub a houbových organismů, *UK Praha*, 71- 84.

Vänninen, I., Tynijuslin J., Hokkanen H. (2000) Persistence of augmented *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in Finnish agricultural soils. *BioControl*, **45**, 201–222.

Van Lenteren, J. C. (1995): Integrated pest management in protected crops. Integrated Pest Management, *D. Dent, ed. Chapman and Hall London*, 311-343.

Váňová, M. (2007): Choroby jarního ječmene přenosné osivem. Ječmen jarní od A-Z. *Praha*, 6-8.

Vašák, J. (1997): Systém výroby řepky - česká a slovenská pěstitelská technologie ozimé řepky pro roky 1997 – 1999. SPZO, *Praha*, 116.

Vašák, J. (2000) Variantní pěstitelské technologie řepky ozimé In: VAŠÁK, J. a kol. (2000) Řepka, Agrospoj, *Praha*, 321.

Vašák, J., Štranc, P. (2002): Moření a odrůdy řepky k osevu. *Zemědělec*, roč. 10, č. 25,16.

Venclová, B. (2018): Odolnost odrůd pšenice k stéblolamu a zakrslé snětivosti pšenice. Úroda 12, roč. IL, vědecká příloha, 18-19.

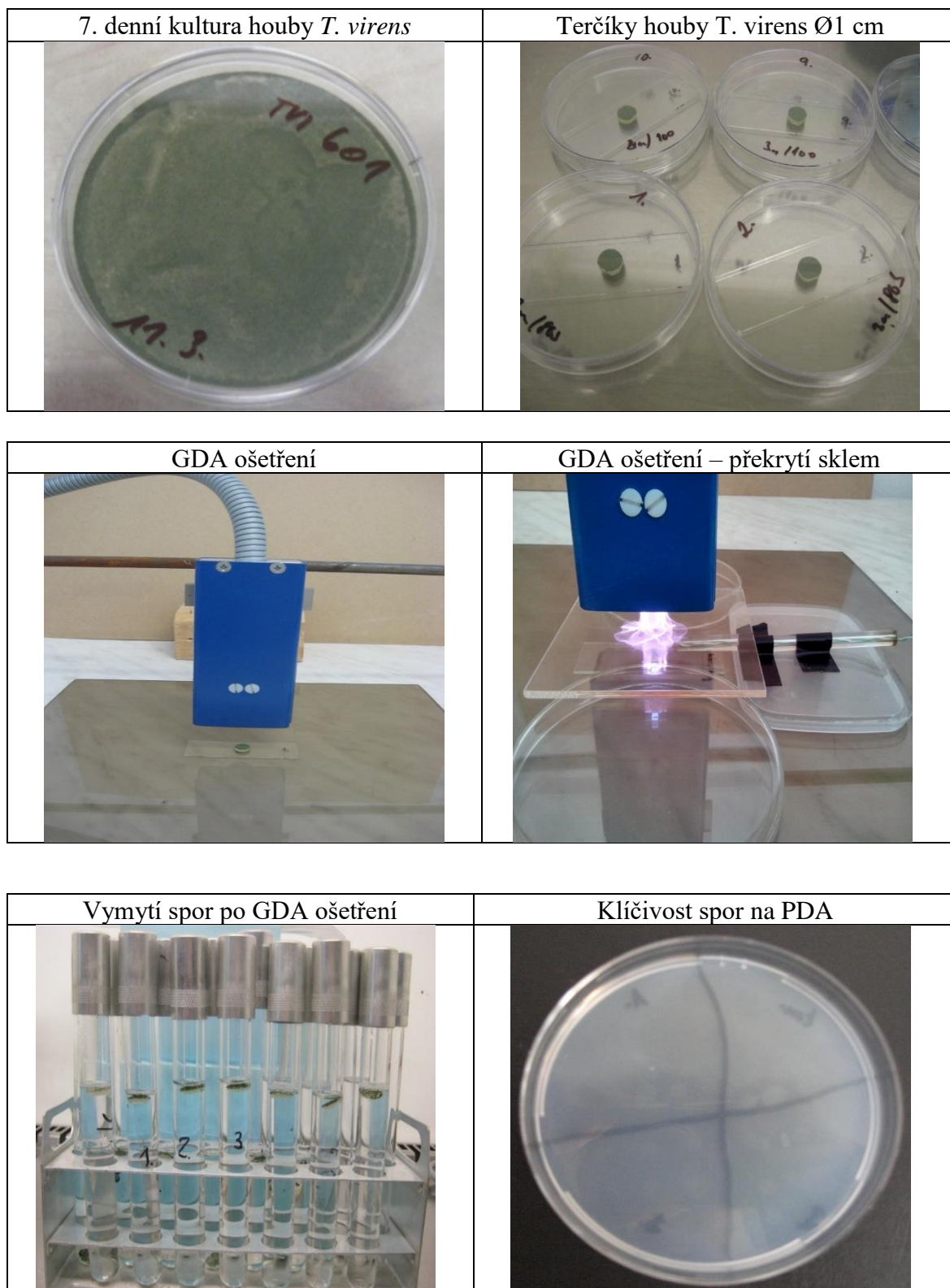
Věchet, L. (1991): Řízení ochranných zásahů proti houbovým chorobám zemědělských plodin. Studie VTR, ÚV, 48.

- Vernerová, K., Jelínková, I., Čurn, V., Olšan, P., Havelka, Z., Bartoš, P., Špatenka, P.** (2016): Změna povrchové struktury semen řepky po ošetření nízkoteplotním plazmatem. *Úroda*, roč. 12, č. 1, 4.
- Volf, M.** (2018): Nové možnosti v pěstování řepky ozimé. Výhled pěstování řepky ozimé v České republice a zemích EU. *Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin*, 3-10.
- Wang C., Typas, M. A., Butt, T. M.** (2002): Detection and characterisation of *pr1* virulent gene deficiencies in the insect pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *FEMS Microbiology Letters*, **213**, 251-255.
- Weller, D. M., Cook, R. J.** (1983): Suppression of take-all of wheat by seed treatments with *Pseudomonads fluorescent*. *Phytopathology.*, **73**, 463-469.
- Whipps, J. M.** (1997): Ecological considerations involved in commercial development of biological control agents for soil-borne diseases. In: van Elsas JD, Wellington EMH and Trevors JT (eds) *Modern Soil Microbiology*. Elsevier, *The Netherlands*, 312- 330.
- Wu, Z. H., Chi, L. H., Bian, S. F., Xu K. Z.** (2007): Effects of plasma treatment on maize seeding resistance. *Journal of Maize Sciences*, **15**, 111–113.
- Yao, N., Nan, O., Wang, A., Zhong, L.** (2005): Handbook of Microscopy for Nanotechnology. *PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, **7**, 3 -24.
- Zahoranová, A., Henselová, M., Hudecová, D., Kaliňáková, B., Kováčik, D., Medvecká, V., Černák, M.** (2016): Effect of Cold Atmospheric Pressure Plasma on the Wheat Seedlings Vigor and on the Inactivation of Microorganisms on the Seeds Surface. *Plasma Chem. Plasma Process.*, **36**, 397–414.
- Záruba, J., Kůst, F.** (2017): Situační a výhledová zpráva obiloviny. Legislativa ČR vztahující se k obilovinám. *Praha MZe*, 11-15.
- Zhou, Z. W., Huang, Y. F., Yang, S. Z., Chen, W.** (2011): Introduction of a new atmospheric pressure plasma device and application on tomato seeds. *Agricultural Sciences*, **2**, 23–27.
- Zídek, T., Lokaj, Z., Moudrý, J.** (1992): Nechemická ochrana rostlin. *České Budějovice*, 65-78.
- Zimmermann, G.** (1993): The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* and its potential as a biocontrol agent. *Pesticide Science*, **37**, 375- 379.
- Zimmermann, G.** (2007): Review on safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology.*, **17**, 879-920.
- Zimolka J.** (2006): Ječmen – formy a užitkové směry v České republice. *Profi Press, s.r.o. Praha*, 200.
- Zvára, J., Voženílková, B.** (1992): Poškození jetele lučního houbami rodu *Fusarium*. *Sborník JU ZF v Českých Budějovicích*, **2**, 2- 4.

Živkovič, S., Puač, N., Giba, Z., Grubišič, D., Petrovič, Z. (2004) The stimulatory effect of non-equilibrium (low temperature) air plasma pretreatment on light-induced germination of *Paulownia tomentosa* seeds. *Seed Sci. and Technol.*, **32**, 693-701.

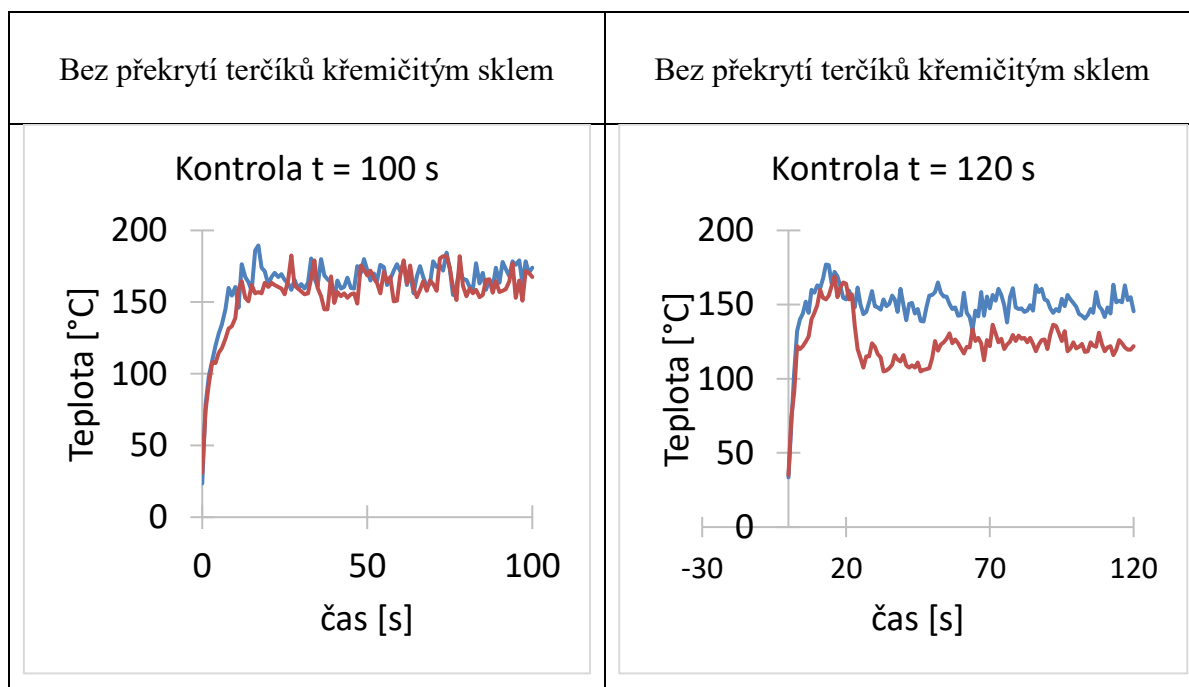
9. Přílohy

Grafický list č. 1: Fyzikální ošetření terčků houby *Trichoderma virens*.

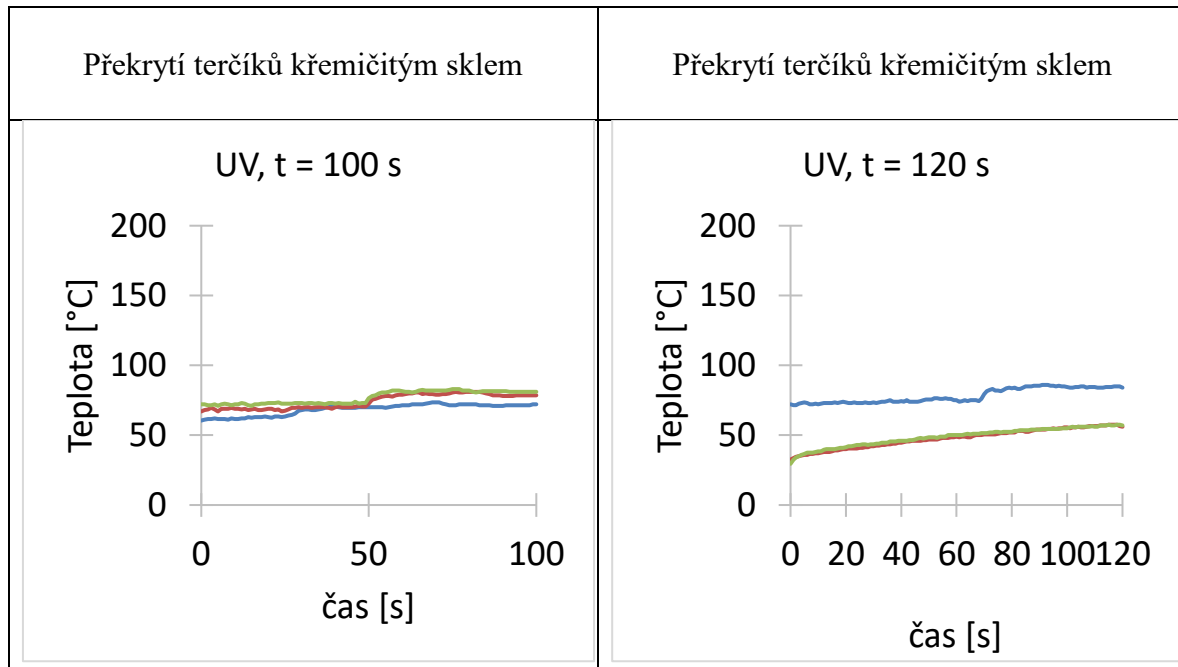


„Foto: Monika Strejčková“

Grafický list č. 2: Průběh teplot při vystavení terčků GDA vzdálenosti 3cm, čas ošetření 100, 120 s.

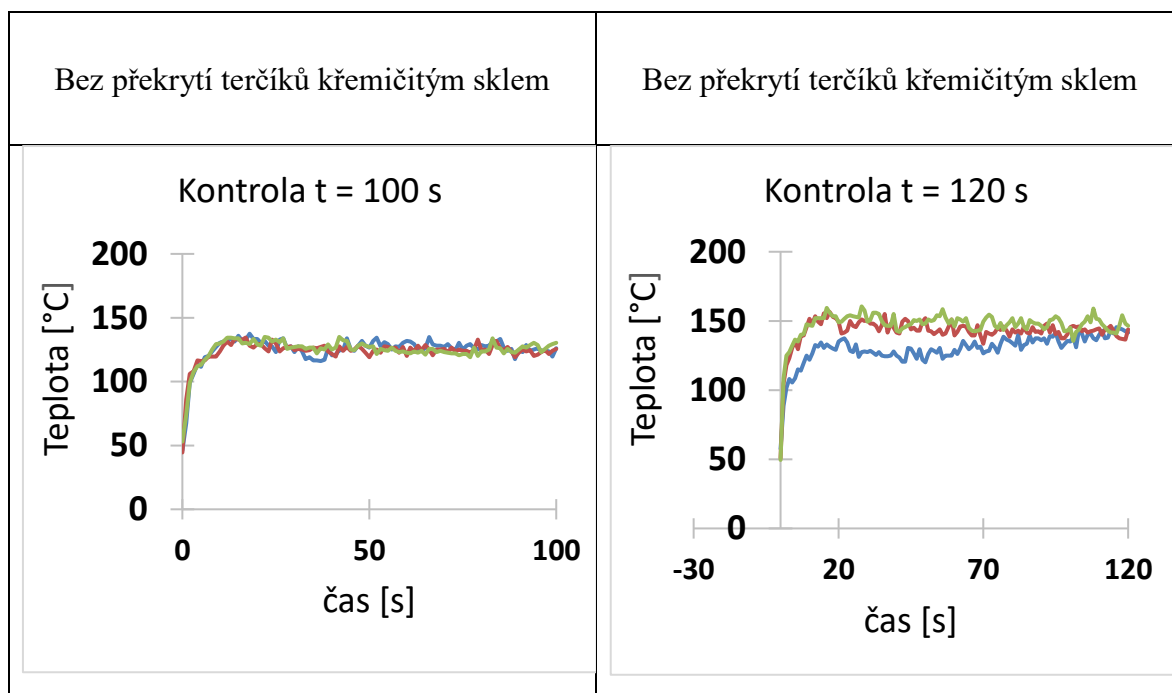


Průběh teplot při překrytí terčků křemičitým sklem a vystavení GDA vzdálenosti 3cm, čas ošetření 100, 120s



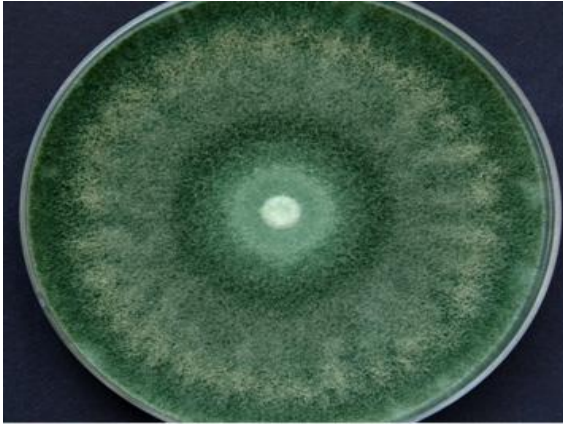
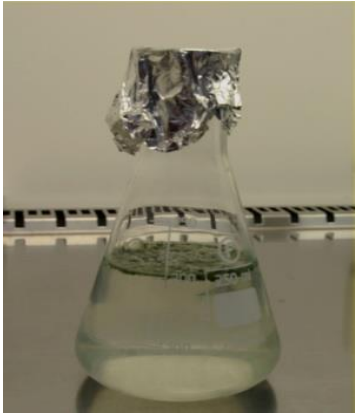




„Autor: Zbyněk Havelka, Pavel Olšan“

Průběh teplot při vystavení terčů GDA vzdálenosti 4cm, čas ošetření 100 s, 120 s.








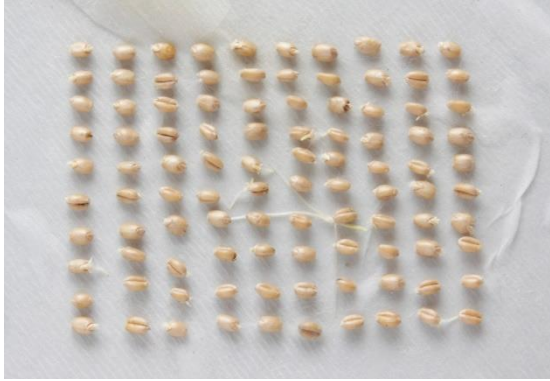
„Autor: Zbyněk Havelka, Pavel Olšan”

Grafický list č. 3: Umělá infekce osiva pšenice jarní.

7. denní kultura houby <i>T. virens</i>	0,5 % CMC
	
Suspenze - houba <i>T. virens</i> a CMC	Umělá infekce obilek
	
Smáčení obilek houbou	Sušení ošetřených obilek ve Flow boxu
	





„Foto: Andrea Bohatá, Monika Strejčková”

Grafický list č. 4: Vliv umělé infekce a atmosférického plazmatu na vývoj obilek pšenice jarní (3. den).

Kontrolní výchozí osivo	Infikováno houbou <i>T.virens</i>
	
Infikováno + ošetřeno 6 cm 1 minutu	Infikováno + ošetřeno 6 cm 2 minuty
	
Infikováno + ošetřeno 6 cm 3 minuty	Infikováno + ošetřeno 6 cm 4 minuty
	

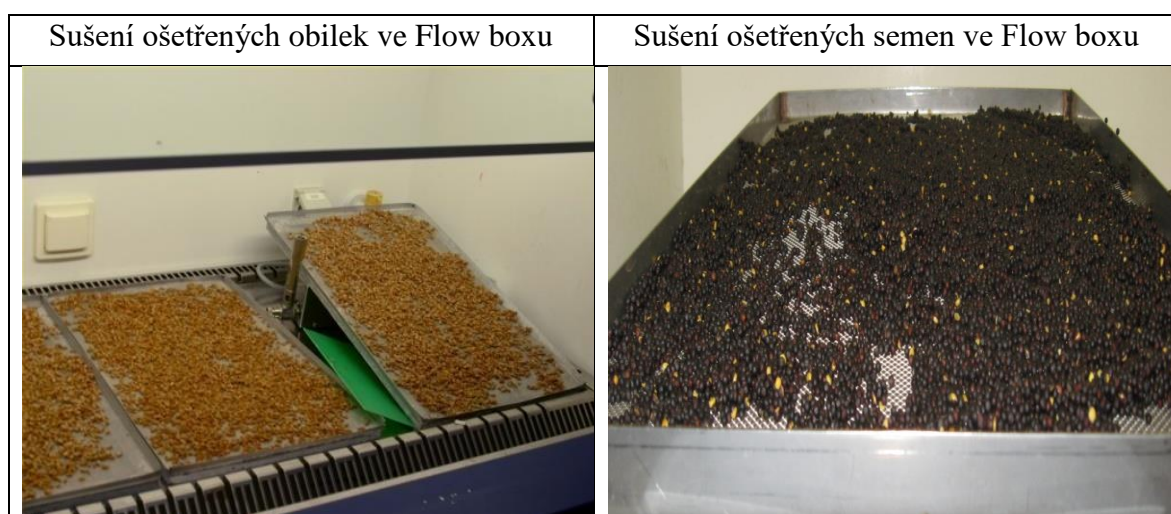
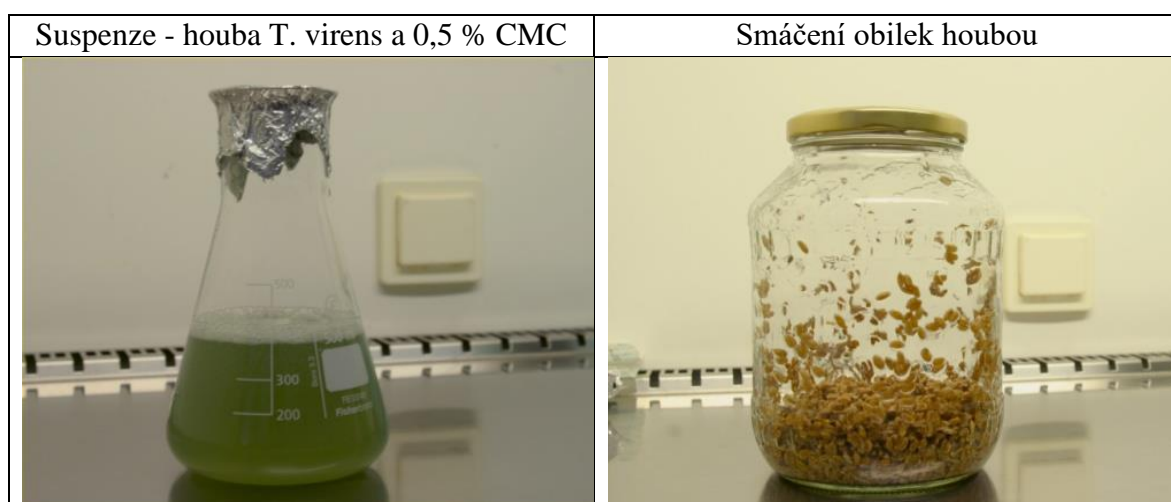
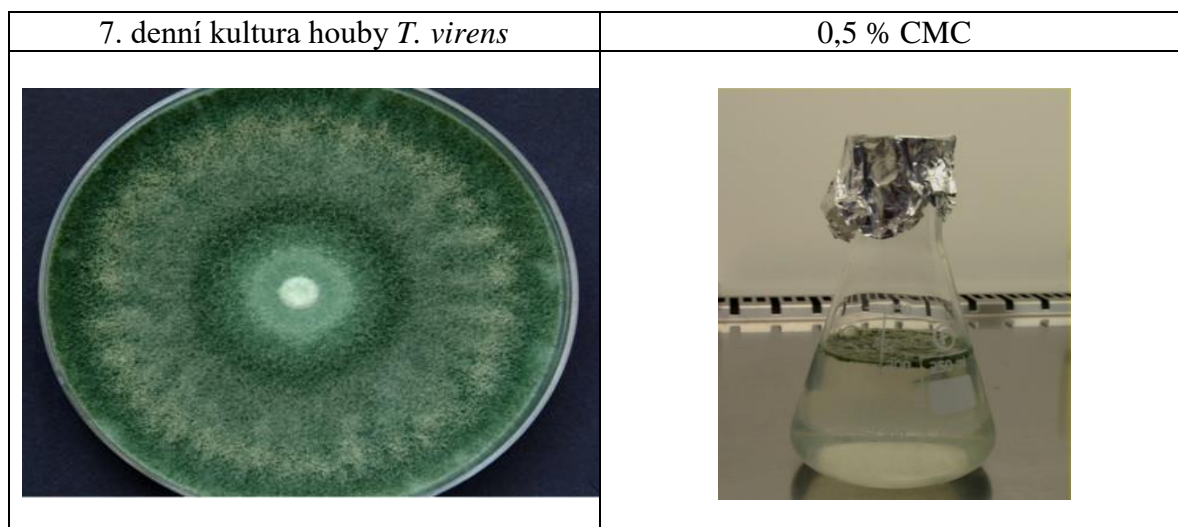
„Foto: Monika Strejčková“

Vliv umělé infekce a atmosférického plazmatu na vývoj obilek pšenice jarní (3. den).

Infikováno + ošetřeno 8 cm 1 minutu	Infikováno + ošetřeno 8 cm 4 minuty
	
Infikováno + ošetřeno 10 cm 1 minutu	Infikováno + ošetřeno 10 cm 4 minuty
	

„Foto: Monika Strejčková”

Grafický list č. 5: Biologické ošetření obilek a semen.



„Foto: Andrea Bohatá, Monika Strejčková”








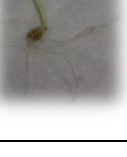
Grafický list č. 6: Fyzikální ošetření obilek a semen.

	
<p>Ošetření obilek - plazmovým výbojem typu Gliding Arc</p>	<p>Ošetření obilek - plazmovým výbojem typu Gliding Arc</p>
	
<p>Ošetření semen nízkoteplotním plazmatem - mikrovlnné</p>	<p>Ošetření semen nízkoteplotním plazmatem - mikrovlnné</p>

„Foto: Pavel Olšan, Zbyněk Havelka”







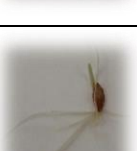
Grafický list č. 7: Hodnotící stupnice pro pšenici, ječmen, řepku

Hodnocení velikosti koleoptile pro ječmen, pšenici

	Obilka neklíčí	0
	Klíček prorůstá pod pluchou (bílá špička)	1
	Klíček tvoří koleoptile	1
	Koleoptile obilky je delší než 0,3 mm až do velikosti obilky	1
	Koleoptile obilky je dvakrát delší než délka obilky	2
	Koleoptile obilky je dvakrát delší než délka obilky	2
	Koleoptile je třikrát delší než délka obilky	3
	Koleoptile je čtyřikrát delší než délka obilky	4










„Foto: Monika Strejčková”

Hodnocení velikosti kořínků pro ječmen, pšenici

	Obilka netvoří primární zárodečný kořínek	0
	Primární zárodečný kořínek	1
	Primární kořínek do velikosti obilky, tvoří se vedlejší kořínky	1
	Primární kořínek je dvakrát delší než délka obilky	2
	Primární kořínek je třikrát delší než délka obilky	3
	Primární kořínek je čtyřikrát delší než délka obilky	4
	Primární kořínek je čtyřikrát delší než délka obilky	4

„Foto: Monika Strejčková”

Hodnocení délky kořínku u ozimé řepky

	Semínko netvoří kořínek	0
	Kořínek prorůstá osemením (bílá špička)	1
	Kořínek do velikosti semínka	1
	Délka kořínku je do 1 cm	1
	Délka kořínku je v rozmezí od 1 do 2 cm	2
	Délka kořínku je rozmezí od 2 do 2,5 cm	3
	Délka kořínku je rozmezí od 2 do 2,5 cm	3
	Délka kořínku je nad 2,5 cm	4
	Délka kořínku je nad 2,5 cm	4

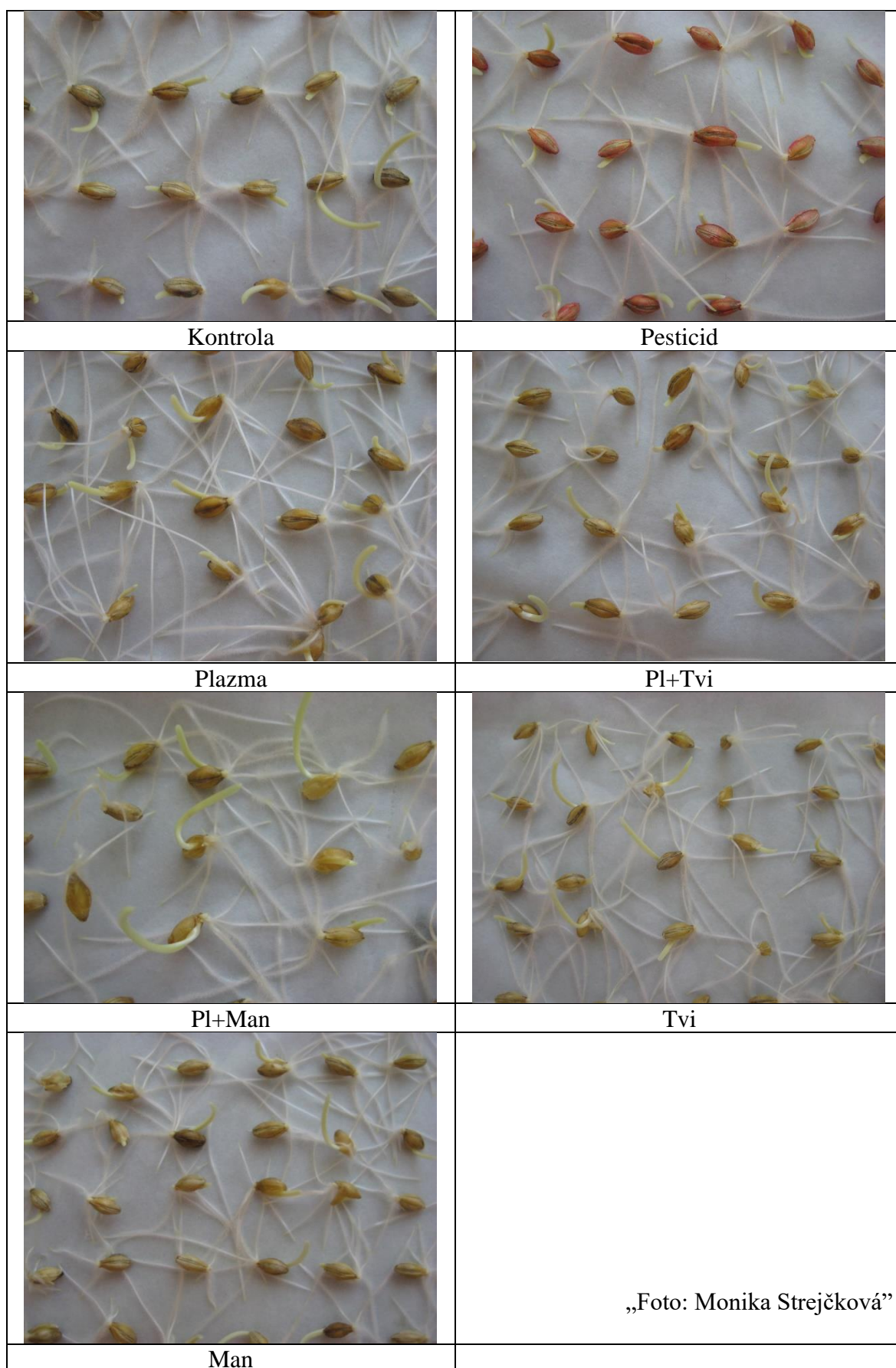
„Foto: Monika Strejčková”

Hodnocení velikosti klíčící rostliny u ozimé řepky

	Semínko neklíčí	0
	Objevují se děložní listy	1
	Klíčící rostlinky do velikosti 0,5 cm; objevují se děložní listy, které jsou uvězněny v osemeni	1
	Klíčící rostlinky do velikosti 1,5 cm; děložní listy plně vyvinuty, někdy stále uvězněny v osemeni	2
	Klíčící rostlinky do velikosti 1,5 cm; listy plně vyvinuty a uvolněny z osemeni	2
	Klíčící rostlinky jsou vzpřímené; výška od 1,5 do 3 cm; děložní lístky jsou uvolněny	3
	Klíčící rostlinky jsou vyšší než 3 cm	4
	Klíčící rostlinky jsou vyšší než 3 cm	4

„Foto: Monika Strejčková”

Grafický list č. 8: Hodnocení průběhu klíčení obilek na klíčidlech 3. den těsně před setím.



Grafický list č. 9: Hodnocení velikostí klasů ječmene na lokalitě v Českých Budějovicích v roce 2016.



Kontrola

Pesticid

Plazma

PI+Tvi

PI+Man

Tvi

Man

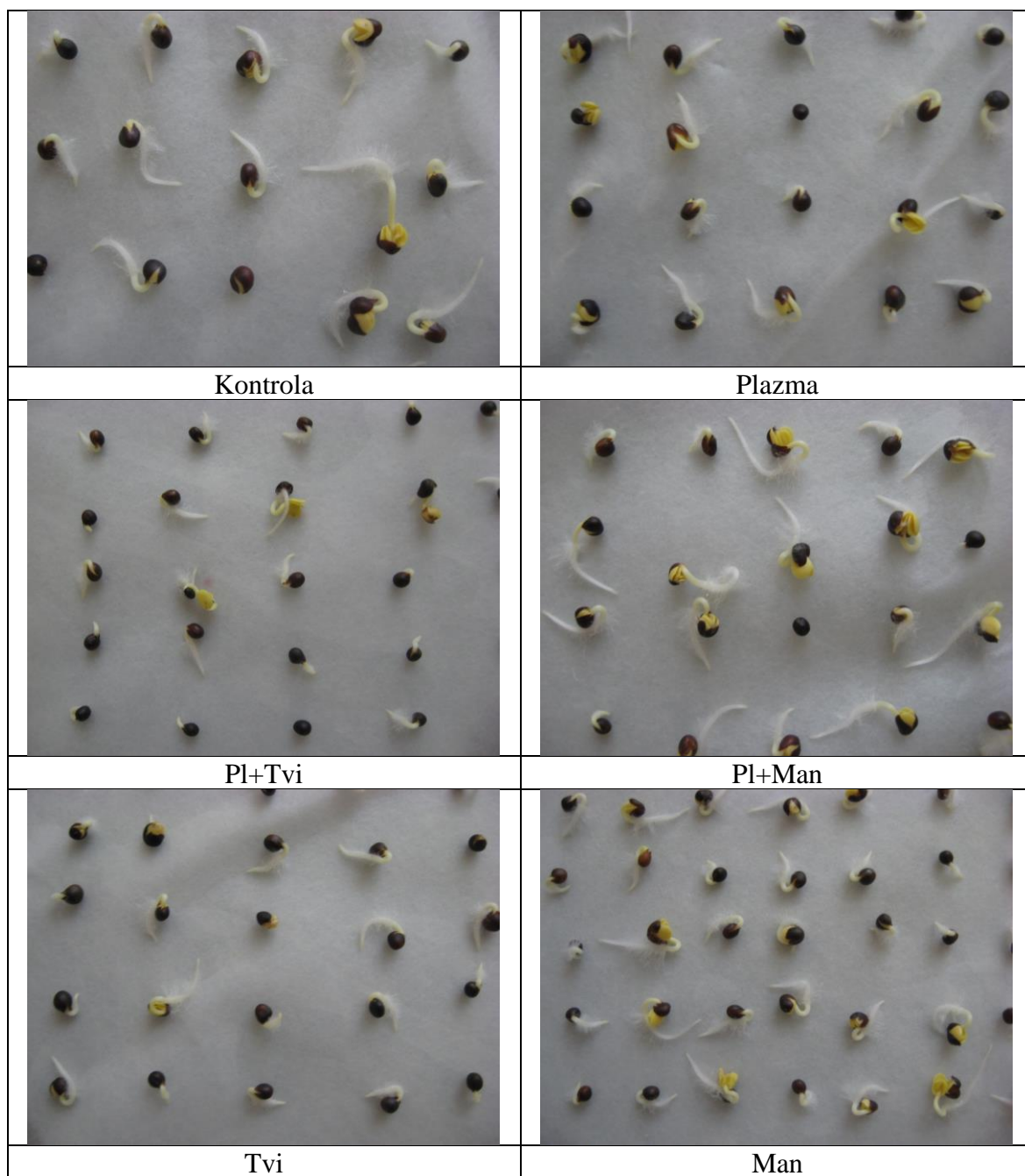
„Foto: Monika Strejčková”

Grafický list č. 10: Podíl zrn na sítu v % z 1 kg.

Varianta 2015	Síto 2,5 x 2,2 mm		Síto 2,2 x 2,2 mm		Síto 2,0 x 2,2 mm		Síto 1,8 x 2,2 mm	
	ČB	Kluky	ČB	Kluky	ČB	Kluky	ČB	Kluky
Kontrola	93,01	79,23	4,48	14,52	1,41	4,09	0,51	1,26
Pesticid	93,59	79,60	4,19	14,46	1,21	4,01	0,52	1,30
Plazma	94,33	74,19	3,58	19,58	1,09	3,93	0,29	1,25
Pl+Tvi	93,38	77,28	3,81	16,81	1,49	3,77	0,62	1,42
Pl+Man	94,31	79,09	3,70	14,34	1,25	4,06	0,42	1,44
Tvi	94,51	82,04	3,26	12,28	1,05	3,73	0,52	1,31
Man	93,49	84,19	4,29	10,95	1,51	3,04	0,51	1,11

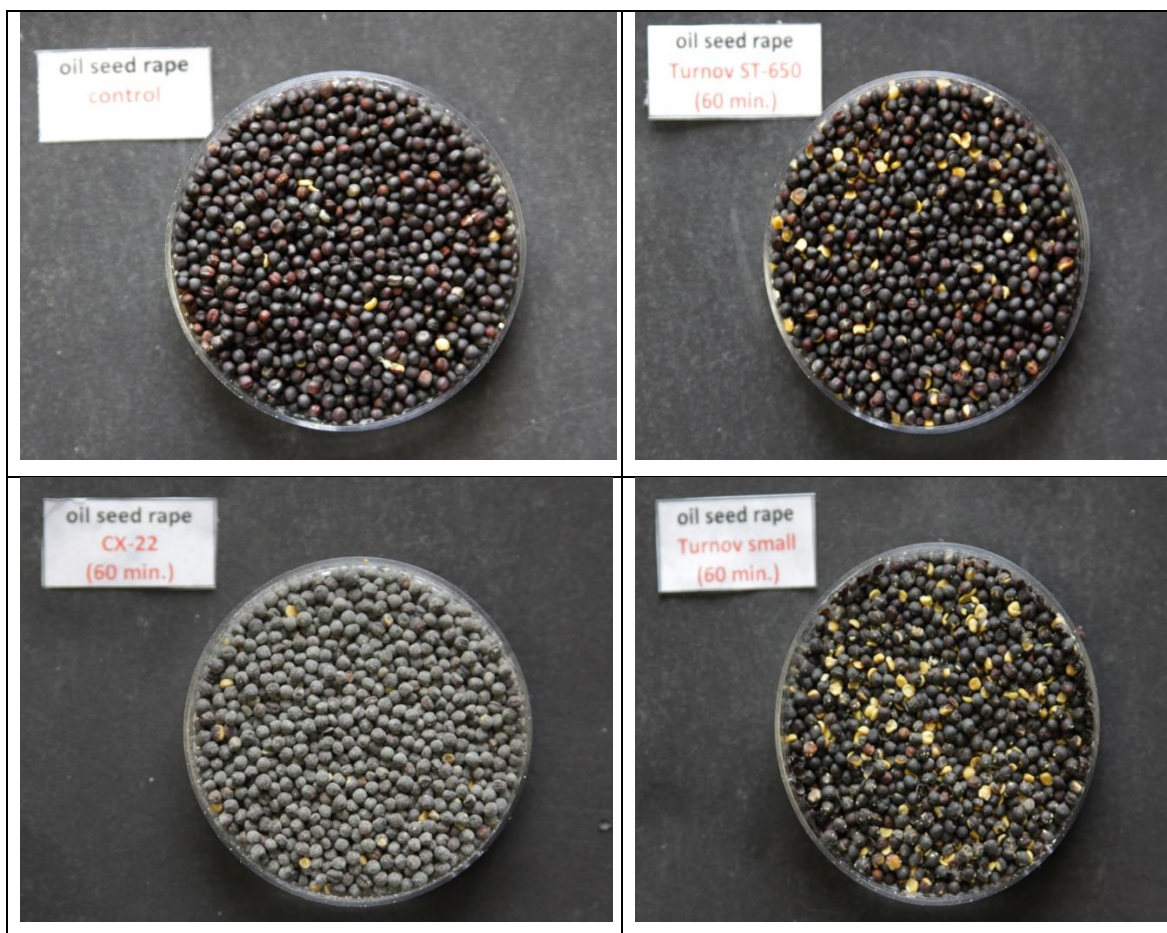
Varianta 2016	Síto 2,5 x 2,2 mm		Síto 2,2 x 2,2 mm		Síto 2,0 x 2,2 mm		Síto 1,8 x 2,2 mm	
	ČB	Kluky	ČB	Kluky	ČB	Kluky	ČB	Kluky
Kontrola	77,18	84,11	15,25	10,10	5,53	3,67	1,51	1,58
Pesticid	80,62	85,13	13,29	9,50	4,68	3,36	1,03	1,45
Plazma	79,21	82,90	14,54	10,39	4,58	4,24	1,06	1,97
Pl+Tvi	80,85	84,49	13,46	9,76	4,09	3,57	0,99	1,60
Pl+Man	79,74	83,70	13,90	10,23	4,47	3,89	1,08	1,64
Tvi	77,03	83,96	15,52	10,30	5,30	3,57	1,41	1,66
Man	81,98	84,43	12,62	9,69	3,60	3,62	0,92	1,71

Grafický list č. 11: Hodnocení průběhu klíčení semen na klíčiidlech 3. den těsně po ošetření v aparatuře SurfaceTreat. (Cortes)







„Foto: Monika Strejčková”

Grafický list č. 12: Porovnání aparatur po 60 minutách plazmování, ST-650 je brána doba 60 minut, která odpovídá, ale 16 minutám laboratorní Trutnov.





„Foto: Andrea Bohatá”

Grafický list č. 13: Hodnocení průběhu klíčení semen ihned po 60 minutách plazmování v různých aparaturách.

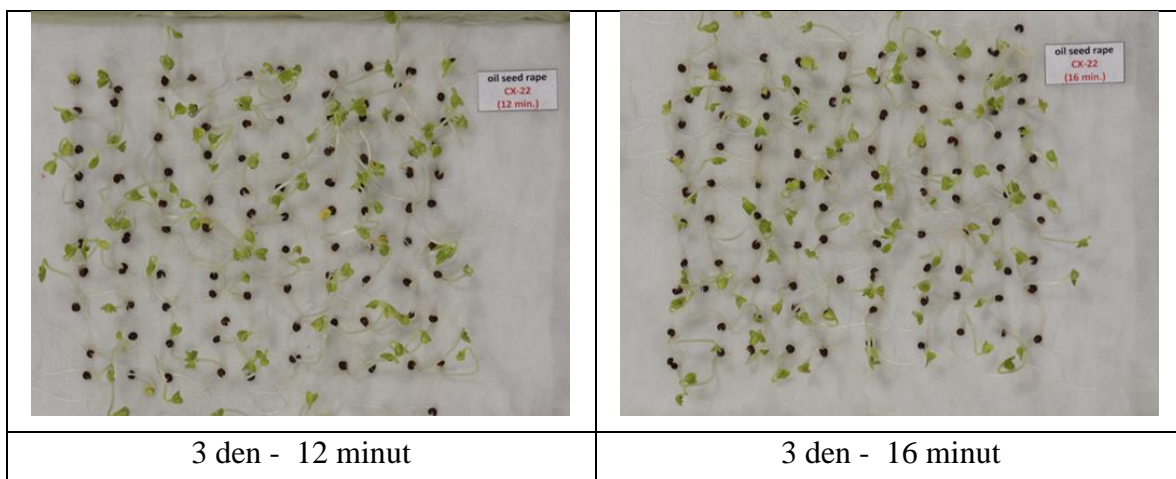
	
Kontrola	T. mala - 60 minut
	
Cx22 - 60minut	ST 650 – 60 minut

Grafický list č. 14: Hodnocení průběhu klíčení semen ihned po ošetření v různých aparaturách.

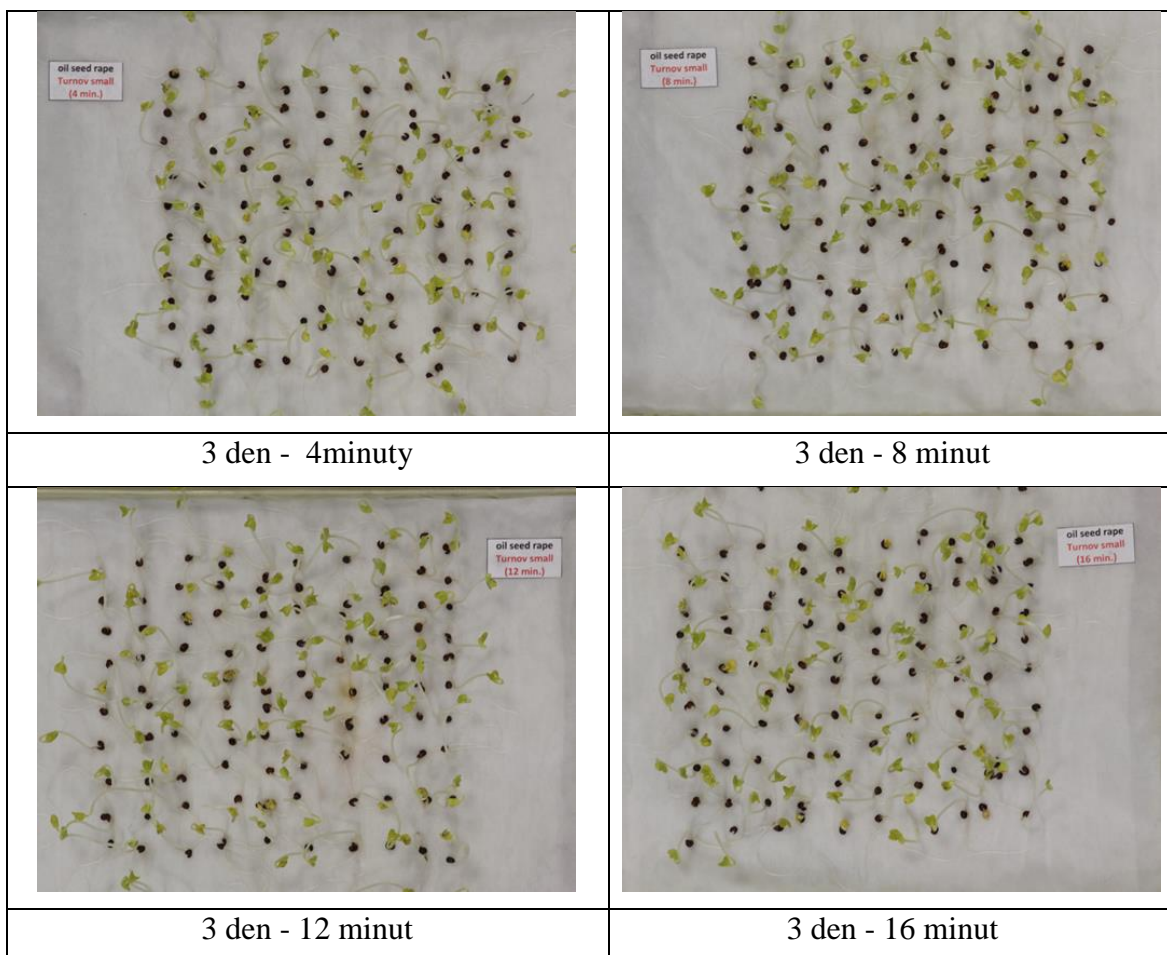
Cx22	
	
3 den – 4 minuty	3 den - 8 minut

„Foto: Monika Strejčková, Andrea Bohatá”

Cx22

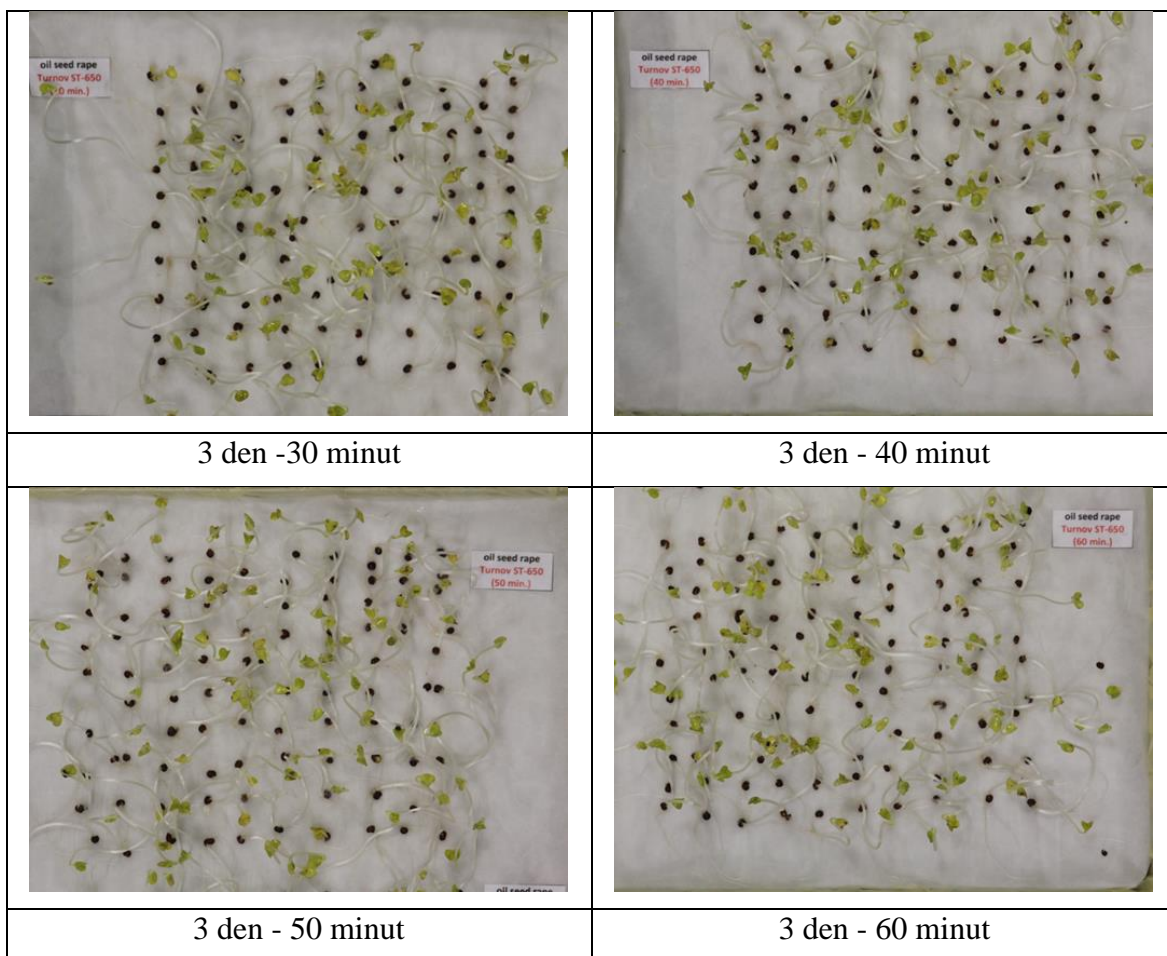


Trutnov laboratorní



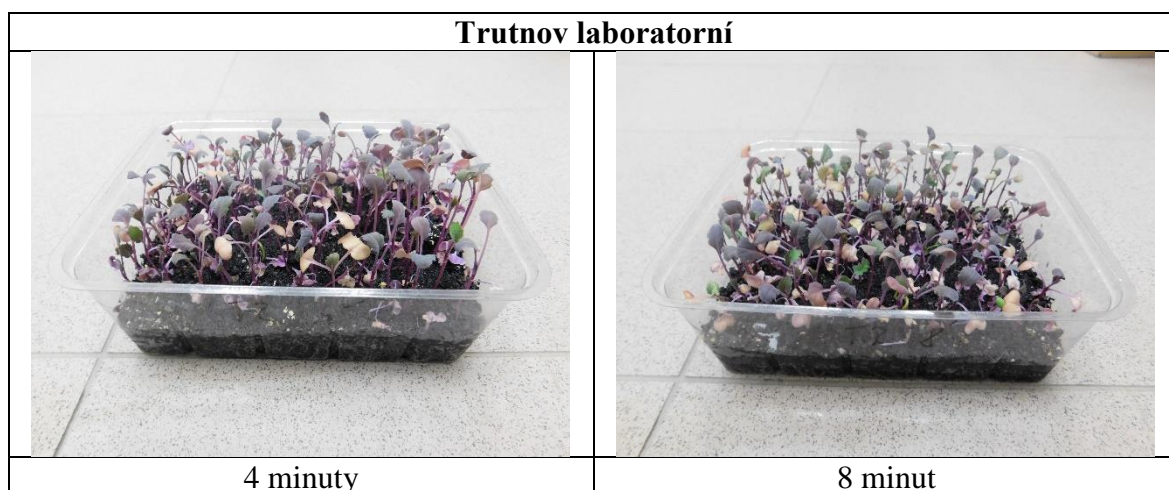
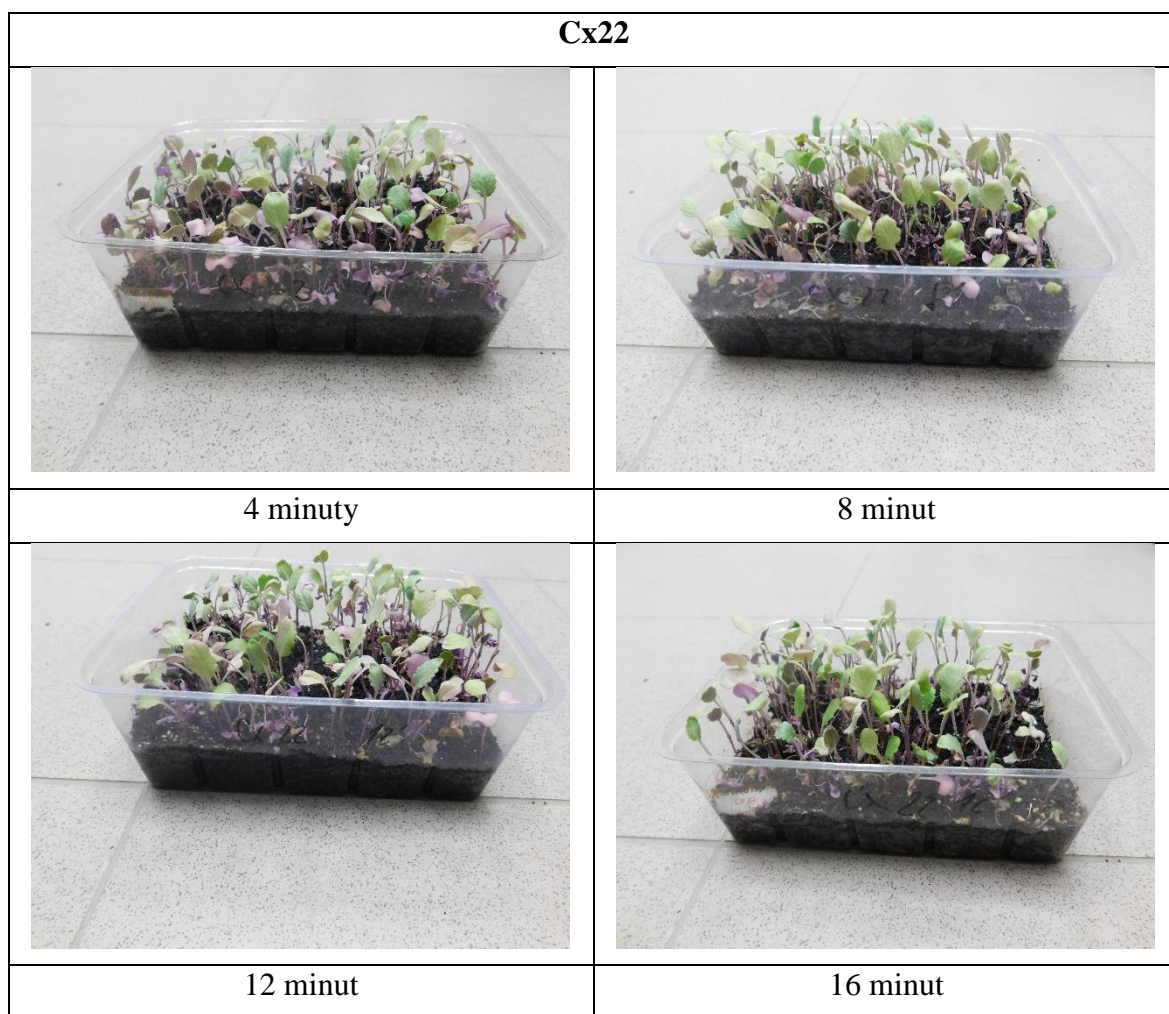
„Foto: Monika Strejčková, Andrea Bohatá”

ST- 650



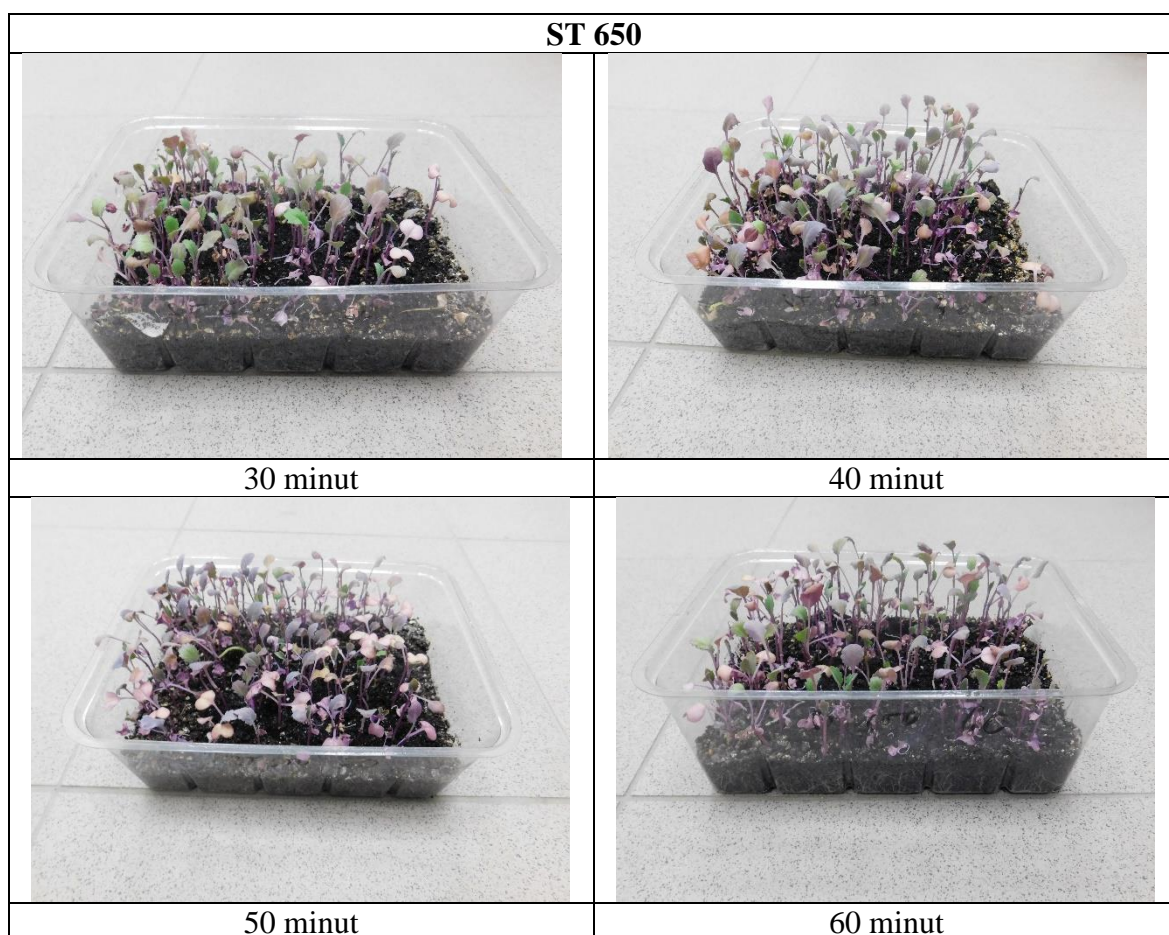
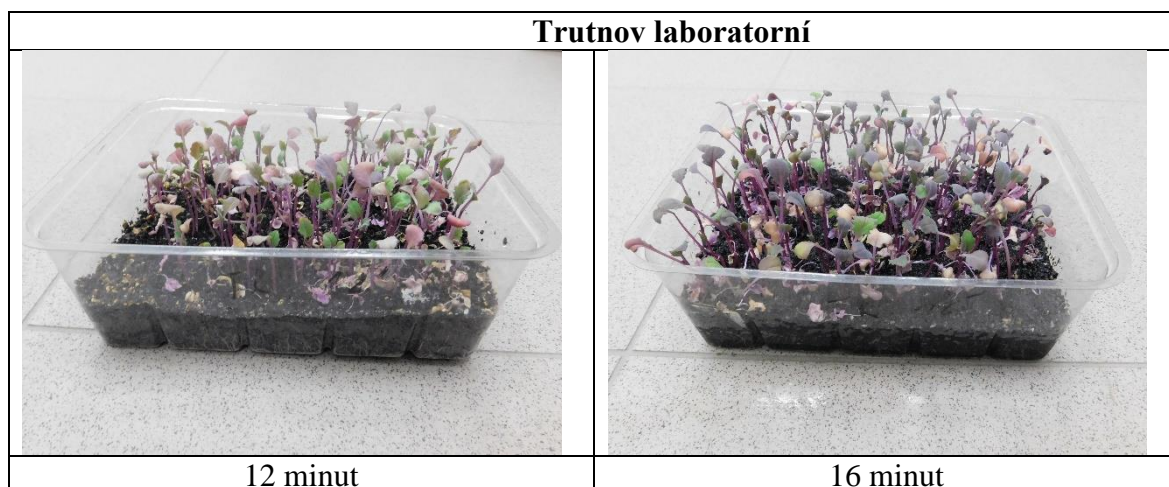
„Foto: Monika Strejčková, Andrea Bohatá”

Grafický list č. 15: Vzcházivost semen řepky po ošetření v různých aparaturách.



„Foto: Monika Strejčková, Andrea Bohatá”

Vzcházivost semen řepky po ošetření v různých aparaturách.



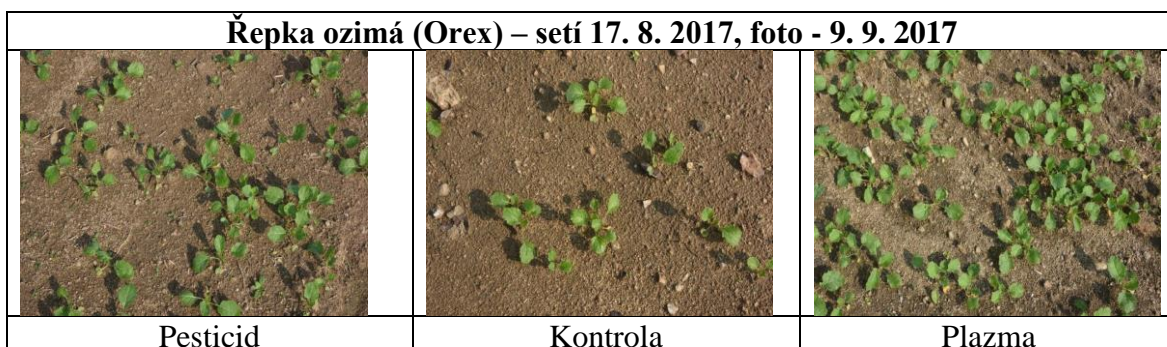
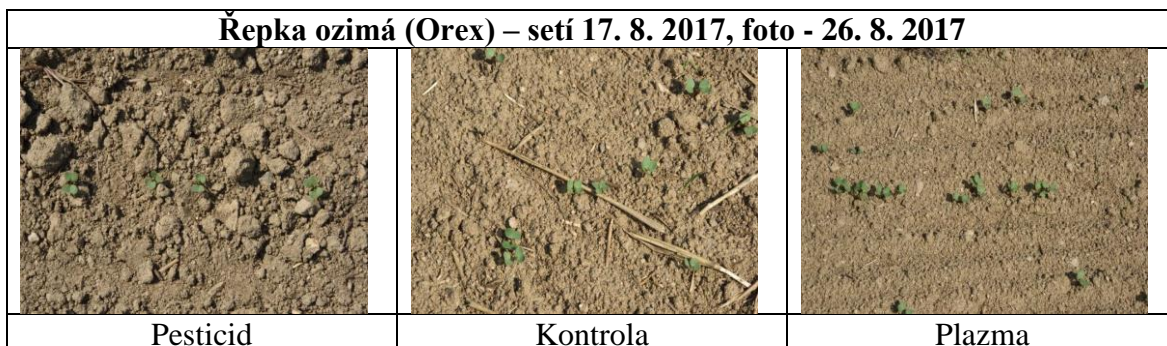
„Foto: Monika Strejčková, Andrea Bohatá”

Grafický list č. 16: Letecký pohled na experimentální plochy

Provozní pokusy 2017










Grafický list č. 17: Pozitivní vliv ošetření LTP na rychlejší počáteční růst.












„Foto: Vladislav Čurn”

Grafický list č. 18: Hodnocení délky kořene rostlin řepky v jednotlivých letech 2014-2016.

Odrůda Cortes – podzim 2014		
		
Kontrola	Pesticid	Plazma
		
Pl+Tvi	Pl+Man	Tvi
		
Man	Foto Monika Strejčková, Andrea Bohatá	

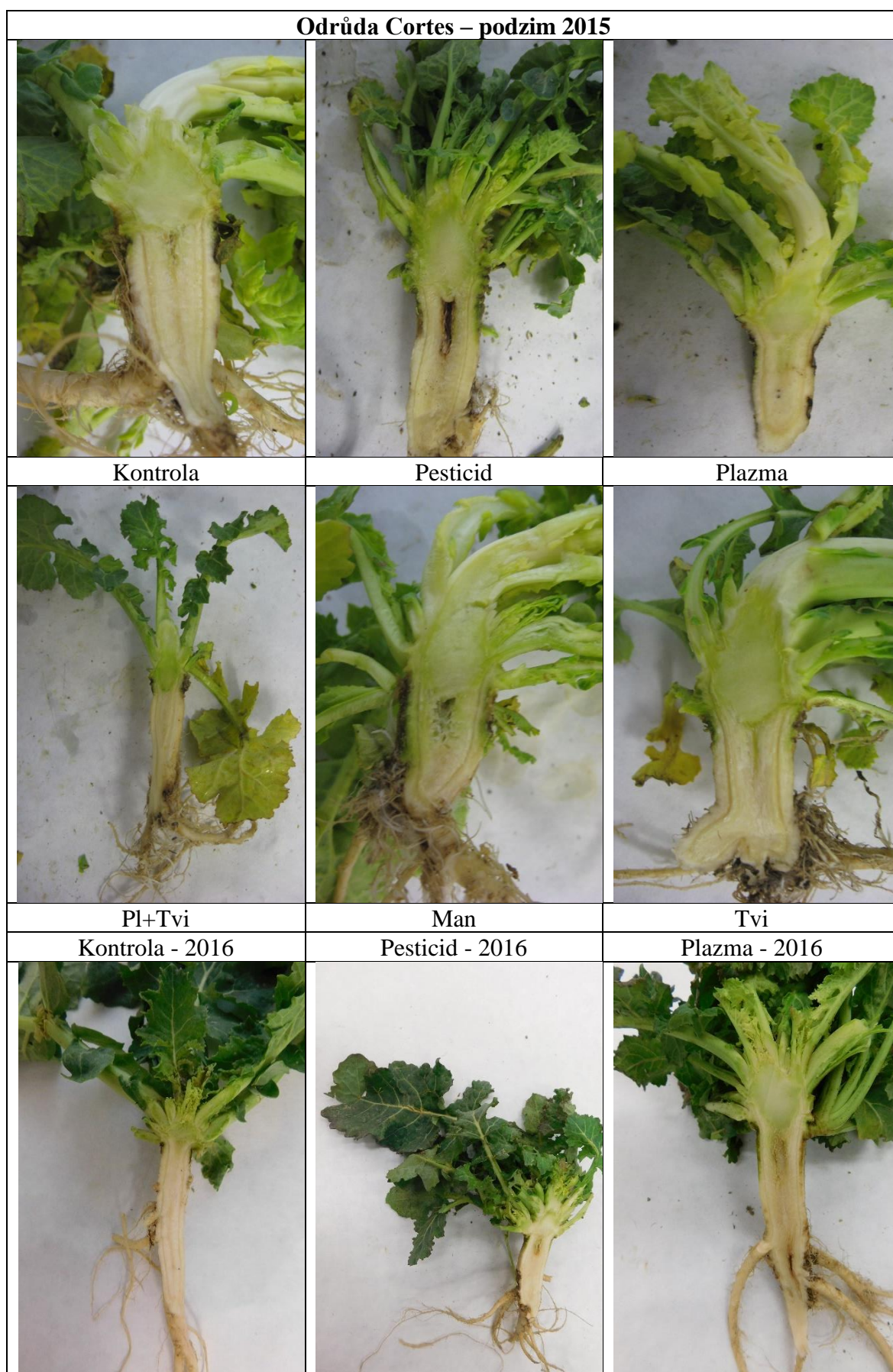
Hodnocení délky kořene rostlin řepky v jednotlivých letech.

Odrůda Cortes – podzim 2015		
		
Kontrola	Pesticid	Plazma
		
Pl+Tvi	Tvi	Man
Kontrola - 2016	Pesticid - 2016	Plazma - 2016
		

Hodnocení délky kořene rostlin řepky v jednotlivých letech.

Kontrola	Pesticid	Plazma
		
Pl+Tvi	Pl+Man	Tvi
		
Man	<p data-bbox="805 1691 1220 1729">Odrůda6 Orex – podzim 2015</p> <p data-bbox="829 1915 1388 1953">„Foto: Monika Strejčková, Andrea Bohatá”</p>	
		

Grafický list č. 19: Síla kořenového krčku rostlin v letech 2014 – 2016.



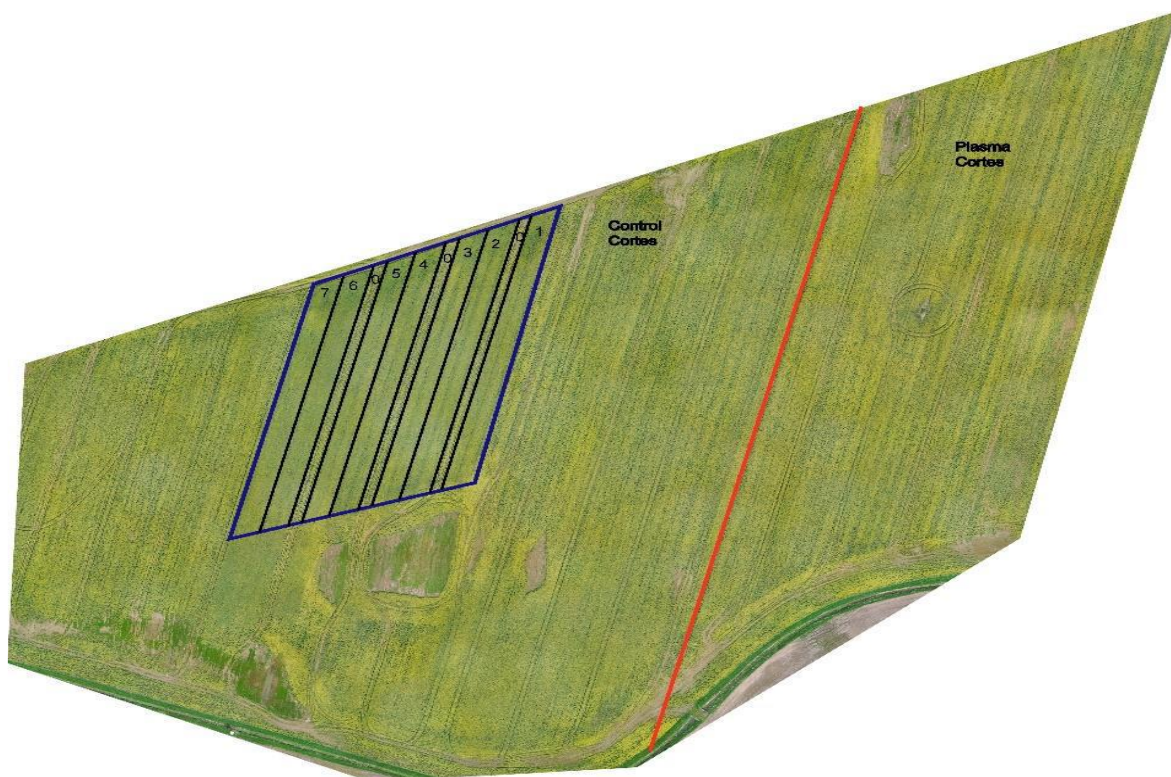
Síla kořenového krčku rostlin řepky.



„Foto: Monika Strejčková, Andrea Bohatá”

Grafický list č. 20: Hodnocení porostu řepky v době květu pomocí dronu s termo-kamerou (12. 5. 2017)

1) **RGB camera:** 7 variant –180*12 m (Tvi, Man, Kontrola, Pl+Tvi, Pl, Pl+Man, Pesticid)



2) **Multispectral camera** - 7 variant –180*12 m (Tvi, Man, Kontrola, Pl+Tvi, Pl, Pl+Man, Pesticid)

