

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a biometeorologie



**Výskyt sněti *Ustilago trichophora* na ježatce kuří noze
(*Echinochloa crus-galli*)**

Bakalářská práce

Autor práce: Martina Fikrová

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

© 2014 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Výskyt sněti *Ustilago Trichophora* na ježatce kuří noze" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne:

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Josefu Holci, Ph.D., za vedení a pomoc k této bakalářské práci. Dále pak mému příteli za pozitivní motivaci.

Výskyt sněti *Ustilago trichophora* na ježatce kuří noze (*Echinochloa crus-galli*)

Souhrn

Biologická ochrana rostlin se stále dostává více do popředí. Je to dáno jistě tím, že v dnešní době se člověk snaží více navrátit ke svým kořenům, a to k přírodě. Rozhodně tato metoda ochrany má jisté zastoupení v ekologickém zemědělství. Tato ochrana má jistě mnoho zastánců i odpůrců, tato práce se snaží trochu nastínit její možné další využití.

Cílem této bakalářské práce je zmapování výskytu lokalit plevelné rostliny ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*), která se převážně nachází v blízkosti širokořádkých plodin (*Zea mays*, *Beta vulgaris*,...). A následně vyhodnotit výskyt a intenzitu patogenní sněti *Ustilago trichophora*, jež je specifickým parazitem pro ježatku kuří nohu (*Echinochloa crus-galli*). Byť je tato sněť téměř neznámá, pomalu se dostává do popředí díky svým mykoherbicidním účinkům, a možnosti jejího využití jako biologická ochrana k redukci její hostitelské rostliny ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*). Rostliny ježatky a jejího patogena byly hledány ve třech krajích České republiky. Následně byla vyhodnocena její intenzita v námi vybraných krajích. Z výsledků vyplývá, že sněť *Ustilago trichophora* se vyskytovala pouze v jedné námi zvolené lokalitě. Z následujícího dále vyplývá, že vlivem počasí v daném roce mohly být výsledky ovlivněny. Nelze tedy s přesností vyjádřit zda *Ustilago trichophora* má v daném roce nějaký markantní vliv na redukci ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*).

Klíčová slova: *Echinochloa crus-galli*, ochrana rostlin, biologická ochrana, *Ustilago trichophora*, bioagens

Occurrence of the fungus *Ustilago trichophora* on *Echinochloa crus-galli*

Summary

Biological plants are protection still getting more into the foreground. It is certainly due to the fact that nowadays more one tries to return to its roots, and to nature. Certainly, this method of protection has some representation in organic agriculture. This protection has certainly many supporters and opponents, this work tries to outline a little of its possible future use.

The aim of this work is to map the sites of occurrence weeds barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*), which are mainly located near crop (*Zea may*, *Beta vulgaris*,...). And then evaluate the incidence and severity of canker pathogen *Ustilago trichophora* which is specific for parasite control of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). Although this blight almost unknown, slowly coming to the fore because of its herbicidal effects and the possibility of its use as a biological control to reduce its host plants barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). Plants barnyard grass and its pathogens were sought in three regions of the Czech Republic. It was subsequently evaluated its intensity in our chosen regions. The results suggest that the *Ustilago trichophora* blight was found only in one our chosen location. The following also shows that due to the weather in a given year can affect results. It is therefore not accurate to state that *Ustilago trichophora* a given year a marked influence on the reduction of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*).

Keywords: *Echinochloa crus-galli*, plant protection, biological protection, *Ustilago trichophora*, bioagents

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíl.....	9
3 Literární přehled.....	10
3.1 Plevel.....	10
3.2 Škodlivost plevelů.....	11
3.3 Ochrana rostlin.....	11
3.3.1 Regulace plevelných rostlin.....	12
3.3.2 Rezistence plevelných rostlin	13
3.3.3 Herbicidy	13
3.4 Obecná charakteristika biologické ochrany	14
3.4.1 Historie biologické ochrany rostlin.....	15
3.4.2 Vývoj biologické ochrany rostlin	15
3.4.3 Výzkum biologické ochrany rostlin.....	16
3.4.4 Vztahy hostitele a patogenu	17
3.4.5 Vztah hostitel a houbový patogen.....	18
3.5 Ježatka kuří noha.....	18
3.6 Charakteristika ježatky kuří nohy	19
3.7 Regulace ježatky kuří nohy	19
3.8 Charakteristika <i>Ustilago trichophora</i>	20
3.9 Mykoherbicidní účinky <i>Ustilago trichophora</i>	21
3.9.1 Mykoherbicid ježatky kuří nohy.....	21
3.9.2 Testování mykoherbicidu	21
3.9.3 Další využití mykoherbicidů.....	22
4 Materiál a metody	24
4.1 Hodnocení počasí v roce 2013	24
4.2 Výběr lokalit	24
4.3 Jednotlivá stanoviště	26
4.3.1 Praha – Kunratice.....	26
4.3.2 Vlkov pod Oškobrhem.....	26
4.3.3 Šestajovice	27
4.3.4 Mochov	27
4.3.5 Kopidlna	27
4.3.6 Horní Olešnice	27
4.4 Vlkov pod Oškobrhem.....	28
4.5 Charakteristika pokusného pole.....	28
4.6 Průzkum pokusného pole	29

4.7	Rozměry ohniska výskytu ježatky kuří nohy	30
4.8	Vyhodnocení výsledků	31
5	Výsledky	32
5.1	Vyhodnocení ježatky v daných lokalitách.....	32
5.2	Vyhodnocení rostlin na experimentálních stanovištích	33
5.3	Měření proporcí nádorů	33
5.4	Vážení semen a HTS	36
6	Diskuze	38
7	Závěr.....	40
8	Seznam literatury	41

1 Úvod

Regulace plevelů vykazuje poslední dobou značné náklady (ruční práce, práce zemědělských strojů, herbicidy, atd.). Celosvětově se jedná o významný problém. Toto je jeden z důvodů, proč je nutné hledat nějaké jiné alternativy v ochraně rostlin. Takovou možností může být i biologická ochrana rostlin. A i když je tato metoda velice stará, do podvědomí zemědělské, ale i zahrádkářské praxe, se dostala teprve nedávno, tím pádem se teprve v dnešní době začíná využívat jejích poznatků v praxi.

Jednou z možností, jako malá alternativa za herbicidy, by mohlo být použití biologických agens. Oproti klasickým chemickým herbicidům, jejichž náklady představují více než 60% celkových nákladů na ochranu rostlin, se biologické agens vyznačují svojí specifíčností vůči danému druhu. Tato specifíčnost je dána evolučním vývojem.

Cíl práce hodnotí využití jednoho z mykoherbicidu v praxi.

2 Cíl

Cílem bakalářské práce je vysledovat intenzitu výskytu typické parazitické sněti *Ustilago trichophora* na plevelných rostlinách ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*).

Z výše uvedeného vyplývá:

1. Zmapování sněti *Ustilago trichophora* na lokálních místech České republiky.
2. Stanovit její možné využití jako biologickou ochranu k regulaci ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*) jako významného plevele širokořádkých plodin.

3 Literární přehled

3.1 Plevel

Obecná definice označuje jako plevel každou rostlinu, která se na určitém stanovišti vyskytuje proti vůli člověka. Stanovištěm v tomto případě rozumíme jak porosty polních či zahradních plodin, tak i okrasné výsadby, sady, vinice, trvalé travní porosty (louky, pastviny, trávníky), ale i plochy, na kterých je jakákoliv vegetace nežádoucí - kolejiště, chodníky, komunikace a podobně. V případě polních plevelů se jedná především o rostliny, které jsou schopny s porostem pěstovaných plodin negativně interagovat. Touto negativní interakcí je nejčastěji konkurence, ale může se jednat i o parazitismus či alelopatii. Důsledkem těchto interakcí je určitá hospodářská škoda - snižování množství či kvality sklízeného produktu. V rostlinné produkci figurují plevely jako významná skupina škodlivých organismů, většina agrotechnických opatření je již od počátků zemědělství prováděna za účelem regulace jejich negativního vlivu na plodiny (Jursík, 2011).

Polní plevely představují rozmanitý soubor rostlinných druhů, které mají takové vlastnosti, které jim umožňují úspěšně se prosazovat v kulturních porostech. Kromě celkového sladění životního cyklu s plodinou se v případě jednoletých druhů může jednat především o tyto:

- schopnost klíčit za širokého rozpětí podmínek prostředí a v průběhu delšího období,
- rychlý růst,
- rychlý přechod do generativní fáze,
- vysoká konkurenceschopnost,
- průběžné dozrávání a schopnost produkovat semena tak dlouho, jak dlouho trvají příznivé podmínky vegetačního období,
- vysokou produkci semen za vhodných podmínek a současně zachovat si schopnost reprodukce i za nepříznivých podmínek,
- toleranci k širokému rozpětí podmínek stanoviště,
- schopnost šíření jak na kratší, tak i na delší vzdálenosti,
- schopnost vytvářet dlouhodobou půdní zásobu semen (Jursík, 2011).

3.2 Škodlivost plevelů

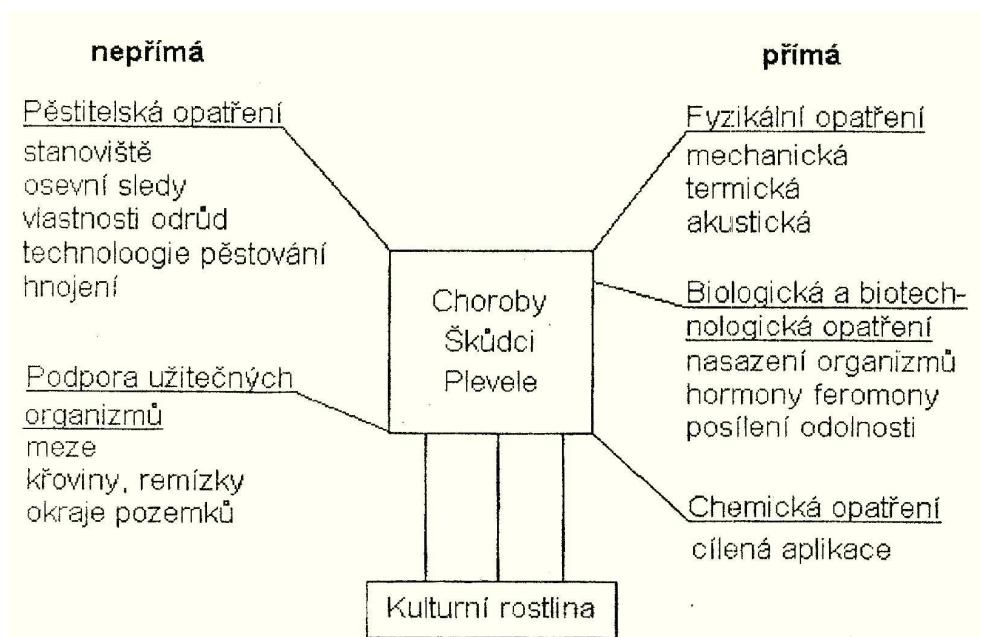
- Negativní vztah s plodinou
 - konkurence (vztah dvou organismů, které směřují ke stejnému cíli, mají společné zdroje (prostor, voda, živiny); úspěšnější je ten, kdo si dokáže vzít víc zdrojů
 - parazitismus – využívá produkty látkové výměny toho druhého organismu (potřebuje se dostat do jeho těla), u plevelů spíše výjimečný
 - alelopatie - (negativně se ovlivňují produkty svého metabolismu)
- Snížení kvality produkce
 - vlhkost
 - příměsi a nečistoty
 - dieteticky nevhodné (i jedovaté) látky
- Hostitelství chorob a škůdců
 - pokud je rostlina podobná s nějakým plevellem, napadají jí stejné choroby
- Zdravotní rizika
 - alergie (pelyněk černobýl)
 - poškození zdraví (Herbologie, 2013)

3.3 Ochrana rostlin

V ochraně rostlin v současné době jednoznačně převládá snaha o využití všech metod příznivě působících na potlačování škodlivých činitelů rostlin. V maximální míře se uplatňuje tzv. systém integrované ochrany rostlin, který klade důraz na správnou agrotechniku, na využití odolných odrůd, metod mechanické, fyzikální nebo biologické ochrany. Klasická chemická ochrana se stala součástí komplexu všech uvedených ochranných opatření. Ochrana rostlin je významný intenzifikační faktor, který „nezvyšuje“ výnosy, ale snižuje ztráty, omezuje redukci výnosu a zhoršení kvality produkce způsobené hlavními škodlivými činiteli. Činnost na tomto úseku vychází ze zákona o rostlinolékařské péči. Rostlinolékařská péče je souhrnem právních, technických, organizačních a odborných opatření za účelem uchování zdraví rostlin (Pulkrábek, 2002).

O plevelných rostlinách je známo, že každoročně způsobují více než 10% ztrát na rostlinné produkci a odplevelení porostů vyžaduje značné náklady (ruční práce, práce

mechanismů, herbicidy, atd.). Náklady na herbicidy představují celosvětově přes 60% celkových nákladů na pesticidy (Kohout, 1993).



Obr.1: Přehled opatření integrované ochrany rostlin (Podle Pulkrábka, 2002)

3.3.1 Regulace plevelných rostlin

Všeobecně je známý vliv střídání plodin na výskyt plevelů. Dodržování zásad střídání plodin, kdy dochází ke střídání obilnin a širokolistých plodin, okopanin a využívání vytrvalých a jednoletých píceň vytváří základní předpoklady pro snížení zaplevelení polí. V současné době s ohledem na významný pokles stavů skotu z polí téměř vymizely píceň, po luskovinách není poptávka, význam řepy cukrové stále klesá a hlavní zřetel je kladen na pěstování obilnin a řepky olejky. Tento stav vytváří vhodné podmínky pro expanzní šíření celé řady plevelných druhů. Z tohoto pohledu je zřejmé, že funkci střídání plodin v žádném případě nemůžeme využít v systémech regulace plevelů (Mikulka a Štrobach, 2008).

Při regulaci (nikoliv hubení nebo boji proti plevelům) není cílem plevelné druhy zničit za každou cenu - už toho bylo dost zničeno - ale omezit je na relativně neškodný stupeň. Při současné skladbě agresivních plevelných druhů to však není a nebude jednoduché (Kohout, 1993).

Regulací plevelů na orné půdě rozumíme používání herbicidních přípravků před setím nebo výsadbou plodin na vyrašené a vzešlé plevelé. Význam těchto aplikací spočívá v eliminaci jednoletých plevelů a vytrvalých plevelů včetně zasažení jejich kořenového systému a zabránění jejich regeneraci. Podmínkou pro dosažení optimálního účinku je výskyt

plevelných druhů s dostatečně vytvořenou listovou plochou, která zajistí dokonalý příjem účinné látky rostlinami (Mikulka a Štrobach, 2008).

Proto cílem nového pojetí výzkumu v širším agroekologickém pohledu by mělo být především studium vlivu zemědělské činnosti na složení plevelných společenstev na zemědělské půdě, studium vztahu – plodina – plevel – půda, a vztahů zemědělská půda – nezemědělská půda – krajina jako koncepce. Tento postoj vede k vytvoření podmínek pro zachování nejvyšší diversity plevelných rostlin, tedy co nejvíce plevelných druhů, ale s co nejmenším výskytem jedinců na ploše (Mikulka, 2003).

Regulace zaplevelení polí a luk se stává stále složitější, přestože jsou v současné době k dispozici vysoce účinné chemické prostředky (herbicidy) do všech plodin. Současné změny v systémech hospodaření změnilly i způsoby regulace zaplevelení (Kohout, 1993).

Podle Mikulky (2003), plevele jsou součástí agroekosystému a obecně vzato jsou v podstatě nevyhubitelné.

3.3.2 Rezistence plevelných rostlin

Rezistence plevelů je u nás známá déle než 25 let. První nález laskavce ohnutého rezistentního vůči atrazinu byl zveřejněn v roce 1985 (Mikulka a Chodová, 2002).

Pravděpodobnost postupného šíření všech plevelných druhů v rezistentních populacích je velmi vysoká. Dá se předpokládat, že v řadě pěstitelských oblastech převládnu rezistentní populace, nebo se budou vyskytovat tzv. směsné populace rezistentních a citlivých plevelů, které budou z hlediska agronomického velmi těžko regulovatelné. Dále je nutné vycházet z toho, že výčet rezistentních populací plevelů není zdaleka konečný (Mikulka a Chodová, 2002).

3.3.3 Herbicidy

Růstová fáze plevelů je velmi důležitým aspektem majícím přímou spojitost s účinností herbicidů. V případě jednoletých obecně platí zásada, že menší rostliny jsou k herbicidu citlivější. Do tohoto období by tedy měl být načasován herbicidní zásah. V případě vytrvalých plevelů je často vhodnější naopak herbicidní ošetření načasovat do termínu, kdy mají plevele vytvořené dostatečné množství listové plochy, jež zachytí větší množství účinné látky, jež je následně translokována do podzemních orgánů (Smutný a kol., 2011).

Z praktického hlediska se herbicidy dělí do dvou hlavních skupin, a to na herbicidy selektivní (výběrové) a neselektivní (totální) (Smutný a kol., 2011).

Selektivní herbicidy jsou takové sloučeniny nebo přípravky, jimiž jsou při vhodném použití ničeny určité druhy plevelů nebo jejich skupiny, aniž jsou poškozeny kulturní rostliny, v jejichž porostu byl herbicid aplikován (Dvořák & Smutný, 2003).

Neselektivní herbicidy ničí všechny rostliny bez rozdílu, a proto se zpravidla používají k hubení veškeré vegetace (Zbirovský et al., 1959).

Dle způsobu účinku herbicidy dělíme na kontaktní (herbicid působí v místě kontaktu s rostlinným pletivem) a systémové (účinná látka je absorbována rostlinou a posléze rozváděna xylémem, floémem i do těch částí rostliny, jež nebyly látkou přímo zasaženy). Účinnost herbicidů je ovlivňována celou řadou faktorů. K nejvýznamnějším z nich patří povětrnostní vlivy před, během i po aplikaci, ale neméně důležité jsou také aspekty technologické, ale také aspekty morfologické a fyziologické (Smutný a kol., 2011).

3.4 Obecná charakteristika biologické ochrany

Ochrana plodin před škodlivými činiteli patřila vždy mezi významné součásti pěstitelských systémů. Bez dokonalé ochrany rostlin nebylo, není a nebude možné hospodařit rentabilně na zemědělské půdě. Zvláště regulace plevelů byla vždy náročná na lidskou energii a v neposlední řadě na finanční prostředky. Do systému správné regulace plevelů zasáhly v minulosti poznatky o vlivu šíření plevelů v závislosti na střídání plodin, nových technologiích zpracování půdy a kultivace a zvláště rychlý vývoj na poli chemické ochrany (Mikulka, 2003).

Biologická ochrana je pojem, který se v oboru ochrana rostlin objevuje stále častěji. Souvisí to s nutností věnovat čím dál větší pozornost celkovému životnímu prostředí, jeho udržení, stabilizaci ve všech směrech. Významný podíl na ovlivnění prostředí má právě zemědělství a jako významná část rostlinné produkce právě ochrana rostlin před škodlivými činiteli. Několik desítek let se v celém světě zintenzivňuje snaha omezit v ochraně rostlin používání chemických látek, které jsou přirozenému prostředí cizí a tedy více či méně narušují jeho rovnováhu, stabilitu. Pozornost je zaměřena na řadu nechemických metod. Jednou z nich je biologická ochrana. V odborné veřejnosti se setkáváme s různými přístupy k využívání této metody ochrany rostlin – od jednoznačně negativního (častěji) až po druhý extrém – aplikovat výhradně biologickou ochranu. Velmi často jsou tyto krajní přístupy způsobeny nedostatečnými nebo zkreslenými informacemi. V rámci celé ochrany rostlin je výrazně lepší informovanost a širší využití biologické ochrany proti škůdcům (skleníky,

sady). Do značné míry je to dáno tím, že výzkum v tomto směru začal a rozvíjel se mnohem dříve než výzkum v oblasti biologické ochrany proti chorobám (Prokinová, 1996).

Samotný výklad pojmu „biologická ochrana rostlin“ (dále se rozumí jen biologická ochrana rostlin proti chorobám) má několik různých úrovní. V nejširším smyslu bychom sem mohli zařadit i některé nechemické metody, které mají vliv na četnost populací patogenních organismů v prostředí (Prokinová, 1996).

Biologická ochrana rostlin je ochrana prováděná biologickými prostředky, tj. záměrným využíváním živých organismů – přirozených nepřátel škodlivých organismů nebo antagonistických organismů, případně jejich metabolitů. K potlačení populací škodlivých druhů omezováním jejich vývoje a šíření. Jejím cílem není vymýcení populací škodlivých činitelů, ale regulace jejich četnosti na tolerované úrovni, tj. pod ekonomickým prahem škodlivosti (Věchet 2010).

Biologická ochrana rostlin je metoda, která umožňuje provádět aktivní, přímou, cílenou ochranu rostlin, aniž by rušivě zasahovala do daného ekosystému s poškozovala životní prostředí. Biologické přípravky proti houbovým chorobám se vesměs vyznačují i nulovou toxicitou pro živočichy. Ve vztahu k rostlinám se však mohou při nevhodném výběru a nesprávné aplikaci stát druhotnými patogeny (Prokinová, 1996).

3.4.1 Historie biologické ochrany rostlin

Biologickou ochranu v širším slova smyslu používali neuvědoměle už národy ve starém Egyptě a Sumeru. Např. systém zavlažovacích kanálů, každoroční nánosy říčního bahna a pěstování směsných kultur ve starém Egyptě (5. tisíciletí př. n. l.) bylo důvodem, proč v té době nebyl problémem výskyt bílé hniloby cibule (způsobované houbou *Sclerotium cepivorum*). Po postavení Asuánské přehrad, která ukončila každoroční záplavy kolem Nilu a tím dočasné anaerobní podmínky na polích, které znamenaly likvidaci většiny životních propagulí houby, se toto onemocnění cibule stalo v Egyptě velmi významným. Hnojení hnojem a střídání plodin v Číně již před 5000 lety, před 3000 lety zavedli závlahy (Prokinová, 1996).

3.4.2 Vývoj biologické ochrany rostlin

Podle Veverky (2000) můžeme na historickém vývoji ochrany rostlin prokázat, že problém způsobený kterýmkoliv škodlivým organismem se nikdy nepodařilo zcela a trvale řešit využitím jediné metody. Bohužel často zdánlivě naprostý úspěch určité metody vedl k opomíjení jiných možností ochrany. Pokud tato metoda přestala být účinná, nebo nemohla

být využívána, tím více pak vynikla tato koncepční chyba. Tím více chyběly jiné dostupné a efektivní metody ochrany.

Pojem „biologická ochrana rostlin“ zavedl H. S. Smith v roce 1919 a navázal tak na L. O. Howarda, který v roce 1916 hovořil o „biologických metodách“ v souvislosti s ochranou proti škůdcům pomocí přirozených nepřátel (uvedené údaje jsou převzaty z publikace Cook, Baker, 1989). Za první úspěšnou biologickou ochranu je považována introdukce slunéčka (*Rodolia cardinalis*) z Austrálie do citrusových sadů v Kalifornii proti červci perlovci zhoubnému (*Icerya purchasi*) v roce 1888. První pokusy s přímou aplikací antagonistických mikromycetů jako ochrany proti fytopatogenům byly prováděny v letech 1920 – 1940. Hartley (1921) inokuloval půdu lesní školky 13 antagonistickými houbami ve snaze dosáhnout ochrany proti padání semenáčků (Prokinová, 1996).

Další výzkum se rozvíjel v závislosti na úrovni rozvoje laboratorní techniky a poznání biologie dalších mikroorganismů a jeho intenzita byla značně ovlivněna rozvojem chemie a vývojem chemických prostředků pro ochranu rostlin. Především v 50. a 60. letech došlo k velkému rozvoji chemických ochranných metod a výzkum biologické ochrany byl v pozadí zájmu. Přesto ale pokračoval a v závislosti na dalším rozvoji poznání v oboru ochrana rostlin (a v souvislosti s vazbou na životní prostředí) se na něj opět soustředila pozornost. Za počátek současného intenzivního výzkumu biologických metod ochrany rostlin je považován rok 1969, kdy se v Berkeley v Kalifornii (USA) konalo první mezinárodní sympozium s touto tematikou (Prokinová, 1996).

Jako biologickou ochranu bychom charakterizovali i zásah, který doporučoval již v roce 1657 Austen – ošetření čerstvých ran jabloní směsí chlévského hnoje a močůvky jako ochranu proti rakovině (Prokinová, 1996).

3.4.3 Výzkum biologické ochrany rostlin

Výzkum v oboru biologická ochrana rostlin vede k podrobnějšímu poznávání vztahů mezi organismy, především mezi mikroorganismy a rostlinami. Je docela pravděpodobné, že postupně bude přehodnocen celkový přístup k mnoha organismům, dnes jednoznačně označovaným za patogenní. Vždy bychom měli mít na paměti, že každý organismus má na Zemi svou úlohu ve vzájemných vazbách - v podstatě v potravním řetězci – a nemělo by být naším cílem ho zlikvidovat jen proto, že my tuto úlohu zatím neznáme. Obor biologická ochrana rostlin přispívá právě k rozvoji poznání postavení a role jednotlivých organismů na naší planetě (Prokinová, 1996).

Výzkum biologické ochrany rostlin se soustřeďuje převážně na mikrobiální interakce v půdě. Relativně málo prací se orientuje na manipulaci populacemi mikroorganismů na povrchu listů a ostatních nadzemních orgánů. Úspěšní antagonisté a (nebo) jejich antagonistické nebo inhibiční metabolity introdukované na povrch nadzemních orgánů musí být s to odolávat rychle se měnícím podmínkám, včetně denního kolísání teploty a relativní vzdušné vlhkosti, UV záření, působení ostatní mikroflóry i metabolitů rostlin (Kůdela, 2000).

Podle Prokinové (1996) když si uvědomíme složitost existujících vztahů, jejichž základ je na molekulární úrovni a které jsou ovlivňovány jak vnějším, tak vnitřním prostředím najdeme odpověď na otázku, proč po několika desetiletích výzkumů jsou dosavadní výsledky použitelné pro širokou praxi v biologické ochraně rostlin zdánlivě relativně malé.

Biologické prostředky působí pomaleji, než chemické a závisí na biotických a abiotických podmínkách daného prostředí. Umožňuje však provádět aktivní, přímou, cílenou ochranu rostlin, aniž by rušivě zasahovala do daného ekosystému. Biologické prostředky nejsou toxické pro živočichy a mohou mít dlouhodobý efekt (Věchet 2010).

3.4.4 Vztahy hostitele a patogenu

Když rostlina a patogen přicházejí do vzájemného kontaktu, vytvářejí se mezi těmito dvěma organismy těsné komunikace (Hammound-Kosack a Jones, 2000).

Téměř každá interakce hostitel – patogen je jedinečná v jednotlivostech vzájemného kontaktu, to je v aktivaci, lokalizaci, časovém rozvržení a velikosti obranných reakcí. Aktivity patogena směřují na kolonizaci hostitele a k využití jeho zdrojů, zatímco rostliny jsou adaptovány ke zjištění přítomnosti patogenů a k reakci na antimikrobiální obranu a ostatní stresy (Věchet 2007).

Z doposud uvedeného vyplývá, že základním předpokladem pro úspěšnou aplikaci biologické ochrany rostlin proti chorobám je znalost vztahů mezi organismy v prostředí, neboť je zcela evidentní, že bez takové znalosti nejsme schopni dané vztahy a vazby ovlivňovat a využívat. Za výchozí je pak nutné považovat znalost vztahu hostitel – patogen a podmínek, za kterých dochází k onemocnění (Prokinová, 1996).

Podle Prokinové (1996) se vždy jedná o využití nějakého organismu, v případě ochrany rostlin proti houbovým chorobám o využití vlastností některých bakterií a mikroskopických hub, popř. virů a virům podobných částic.

3.4.5 Vztah hostitel a houbový patogen

Interakce hostitel – patogen mohou být rozděleny přinejmenším do dvou kategorií: specifické a nespecifické. Specifické interakce se vyskytují, když jednotlivý izolát patogena vzájemně působí s jednotlivým genotypem hostitelem, aby tvořil odlišné reakce choroby než další izolát s tím samým hostitelem, ve stejném prostředí. Viditelnými reakcemi interakcí hostitel - patogen – prostředí jsou infekční typy. Nespecifické interakce se vyskytují, když všechny izoláty končí v podobné reakci na daném genotypu hostitele. Každému genu, který ve specifické interakci řídí reakci hostitelské rostliny k patogenu, odpovídá specifický gen pro patogenitu u patogenní houby (Věchet, 2000).

3.5 Ježatka kuří noha

Ježatka – *Echinochloa crus-galli* je jednoletá, pozdně jarní rostlina z čeledi Poaceae-lipnicovité. Pochází původně ze střední a východní Asie, dnes je rozšířena téměř po celém světě a svou expanzí činí velké potíže. Je považována za třetí nejexpanzivnější plevel ve světě a nejvýznamnější plevel v rýži. Patří mezi C4 rostliny (Mikulka a kol., 2008).

Rostliny ježatky jsou v porostu konkurenčně silné. Odebírají z půdy intenzivně vláhu a živiny. Nejrozšířenější prosovitá tráva v našich podmínkách. V posledním období se rychle šíří i do podhorských oblastí. V Polabí byly lokálně nalezeny rezistentní biotopy vůči herbicidům atrazin a simazin (Mikulka a Chodová, 2002).

Vyhovují jí teplé nížinné oblasti, ale v posledních letech stoupá i do vyšších poloh. Roste na vlhkých, výživných, humózních půdách podél cest, v příkopech, na rumišťích, úhorech, skládkách, březích vod a na orné půdě. Rostlina se postupně přizpůsobuje novým podmínkám, lze ji nalézt i na suché, nevyživné lokalitě, avšak její habitus je malý. Na výživných půdách vytváří mohutné rostliny. Na orné půdě škodí převážně v širokořádkových plodinách, okopaninách, zavlažované zelenině a kukuřici. V posledních letech velmi často i v řídkých porostech jarních obilnin, kde zvláště po vyšších dešťových srážkách na počátku června vytváří mohutné rostliny, kde zůstávají dlouho vegetačně aktivní, a proto výrazně komplikují sklizeň obilovin (Mikulka a Kneifelová, 2005).

3.6 Charakteristika ježatky kuří nohy

Volně trsnatá tráva s bohatým svazčítým kořenem. Její lodyha je přímá až vystoupavá, tmavě šedozelená, často nafialovělá, vysoká 30 - 100cm. Vytváří 4 - 20 odnoží (Mikulka a Kneifelová, 2005).

Stéblo je lysé, na kolénkách řídce chlupaté. Listy jsou lysé, hladké, na okrajích drsné, na líci probíhá středem bělavý proužek, jazýček je nahrazen řadou bělavých chloupků, ouška chybí. Klásky jsou jednokvěté, mají tři nestejně dlouhé štětinaté plevy, z nichž jedna vybíhá v osinu. Kvete od července do října. Plodem je obilka, která je okrouhlá až vejčitá, s ostrou hranou, hladká, lesklá, barvy černé. Rozmnožuje se obilkami, kterých má jedna rostlina až několik tisíc (Mikulka a Kneifelová, 2005).

Květenstvím je hustá, převislá lata tvořená lichoklasy. Jednokvěté klásky jsou 3- 4mm dlouhé (Mikulka a kol., 2008).

Obilky na rostliny dozrávají postupně, dopadají na půdu v okolí mateřské rostliny, čímž doplňují půdní zásobu. Obilky si udržují dlouhou klíčivost, až 10 let. K dozrání jsou semena 3 - 6 měsíců dormantní (Mikulka a Slavíková, 2008).

Aby obilky dobře vyžrály, potřebují teplé léto. Pro vzcházení vyžadují vyšší teploty, proto vzchází pozdě na jaře, maximálně z hloubky 12cm. Optimální teploty klíčení se pohybují v rozmezí 25 – 27°C. Na další lokality se dostává prostřednictvím vody, osiva, balíčkové sadby, chlévského hnoje, kompostu a mechanizačních strojů (Mikulka a Kneifelová, 2005).

3.7 Regulace ježatky kuří nohy

Cílem je v první řadě zamezení dalšího šíření ježatky, proto se doporučuje používání statkových hnojiv, čistého osiva, časně setí jařin, vytváření dobře zapojených porostů. Vhodné je zařazovat do osevního sledu takové plodiny, které ježatku potlačí, protože pro svůj vývoj potřebuje světlo. Jedná se např. o letní směsky, víceleté pícniny apod. Z přímých zásahů je účinné plečkování v širokořádkových porostech okopanin, zvláště v červenci a srpnu, na které by měla navazovat podmítka s orbou. Ve většině jarních plodin je možné použít široké spektrum poměrně účinných herbicidů. Problémem je však etapovité vzcházení v průběhu vegetace ve vlhkých periodách, a proto je velmi často nutné aplikace opakovat (Mikulka a Kneifelová, 2005).

Na území České republiky byly nalezeny biotopy rezistentní vůči přípravkům ze skupiny inhibitorů PSIII, konkrétně vůči atrazinu s možností křížové rezistence vůči jiným přípravkům z téže skupiny. Biotopy se nacházely v porostech kukuřice. Nejdříve byly rezistentní biotopy nalezeny v USA v roce 1978. Z dalších mimoevropských států se rezistentní ježatka vyskytuje v Thajsku, Srí - Lance, Filipínách, Brazílii, Kanadě a Číně, v Evropě v Itálii, Řecku, Francii, Polsku, Španělsku, Bulharsku a bývalé Jugoslávii. V některých státech byla zjištěna dokonce i vícenásobná rezistence (Mikulka a Slavíková, 2008).

3.8 Charakteristika *Ustilago trichophora*

Podle Šaška (2000) v právě končícím století bylo po dlouhou dobu pod pojmem mykologie podvědomě považováno studium taxonomie a systematiky hub. Postupně se však začalo rozvíjet i studium hub, které především s využitím mikrobiologických metod, se zaměřovalo na houby jako modely pro výzkum fyziologie, biochemické aktivity a genetiky. Pro odlišení od „klasické mykologie“ se začal používat název experimentální mykologie. Definice tohoto oboru není, příliš přesně vymezená; spadá sem každý výzkum, jehož cílem je, s použitím experimentálního přístupu, přispět k dalším poznatkům o houbách, tedy k mykologii.

Je například nemožné některé druhy zařadit do tradičně pojímaných řádů *Ustilaginales* či *Tilletiales*, protože potřebná data o způsobu klíčení jejich chlamydospor chybějí. Naopak nově získané poznatky mohou vést k překvapivým závěrům o příslušnosti daného druhu k vyšším taxonům (Prášil a Marková 2000).

Rzi a sněti bývaly vzhledem k přítomnosti odpočinkové probasidie (tj. teliospory a chlamydospory) ve starších systémech pojímány jako zvláštní podtřída *Teliosporae* nebo třída *Teliomycetes*. Postavení snětí v systému hub však bylo vždy problematické zejména díky tomu, že v průběhu životního cyklu tvoří kvasinkovité formy. V posledních desetiletích byla zvláštní pozornost věnována studiu stopkovýtrosých dimorfických hub (tj. hub, vyskytujících se jak v myceliální, tak kvasinkovité formě), které mají řadu společných ultramikroskopických, fyziologických, biochemických a molekulárně biologických znaků. Výsledky těchto studií vedly ke znovu vzkříšení již dříve definovaného zvláštního oddělení *Ustomycota*, kam jsou řazeny i sněti (Moore, 1996).

3.9 Mykoherbicidní účinky *Ustilago trichophora*

Mykoherbicidní účinnost sněti *Ustilago trichophora* proti ježatce je pozoruhodná. Tato účinnost nebyla zatím ale ověřena v polních podmínkách. Pěstitelská praxe má sice k dispozici širokou škálu graminicidů proti jednoletým (ježatka aj.) i proti víceletým (pýr aj.), ale komerční uplatnění mykoherbicidního přípravku, byť proti jednomu druhu plevelné trávy, vidíme zejména v ekologickém zemědělství (Ondřej a Ondráčková, 2012).

Možnost využití sněti *Ustilago trichophora* k redukci výskytu plevelné trávy ježatky kuří nohy a metoda použití a složení inokula byla popsána v Japonsku a je předmětem US patentu 5434120 (1995). Patent k výrobě mykoherbicidu poskytuje tři nejúčinnější kmeny *Ustilago trichophora* (B- 171, B- 174, B- 185), které jsou uloženy v Fermentation Research Institute of Industrial Science and Technology v Japonsku. Všem kmenům byla přidělena nová pořadová čísla, odpovídající mezinárodnímu uložení podle Budapešťské smlouvy (FERM BP-3968, FERM BP-3969 a FERM BP-3970). Uvedené kmeny vykazují vysokou virulenci a patogenitu proti ježatce a neovlivňují růst obilnin (rýže, pšenice, ječmen, kukuřice), luskovin (sója) aj. Kmeny byly získány selekcí ze sběrů napadených rostlin ježatky z různých míst Japonska (Ondřej a Ondráčková, 2012).

3.9.1 Mykoherbicid ježatky kuří nohy

Snětivost ježatky byla na území ČR poprvé zjištěna již ve 20. letech minulého století. Její současný výskyt je možné označit za ojedinělý. Na pokusných plochách firmy Agritec, Šumperk na lokalitě Vikýřovice se snětivost ježatky objevila na rostlinách v druhé polovině srpna 2011 na herbicidně neošetřených parcelkách se sójou. Napadené rostliny ježatky byly sterilní, s nápadnou růstovou depresí a s výskytem poměrně velkých zduřelých novotvarů (hálek) o průměrné velikosti 1- 3,6cm v úžlabí listů. Háčky byly zpočátku zeleně zbarvené, později se zbarvily hnědočerveně. Vnitřek hálek byl vyplněn černými teliosporami houby *Ustilago trichophora* (Ondřej a Ondráčková, 2012).

3.9.2 Testování mykoherbicidu

Herbicid vyráběný podle tohoto patentu by měl splňovat následující kritéria: Účinná látka- *Ustilago trichophora*, by měla být ve formě spor s optimálním množstvím 107- 109 spor/ml. Ačkoli přípravek může obsahovat pouze uvedené mikroorganismy samotné, doporučuje se použití jednoho nebo více běžně používaných nosičů, jež nemají nepříznivý vliv na použité kmeny hub. Mykoherbicid lze použít na rostliny v jakémkoli stadiu vývoje,

možná je i preemergentní aplikace na povrch půdy. Množství přípravku závisí na růstovém stadiu a množství plevelu (Ondřej a Ondráčková, 2012).

Získané kmeny byly testovány na mykoherbicidní účinnost v nádobových skleníkových pokusech. K další práci byly vybrány kmeny s vysokou patogenitou. Inokulum bylo aplikováno postřikem na rostliny ve fázi 1-5 listů. Inokulum bylo získáno buď kultivací na pevné půdě (PDA), nebo z tekuté živné půdy (10g krypton, 5g kvasnicový extrakt, 10g dextróza/1 l H₂O) v koncentraci 5 x 10¹⁰ CFU/Petriho misku a 5 x 10⁸ CFU/ml. Inokulované rostliny byly inkubovány 24 hodin při teplotě 22°C ve vlhké komoře a následně pět týdnů při teplotě 25°C ve skleníkových podmínkách. V testech patogenity byly testovány různé titry inokula (10⁷- 10⁹ spor/ml) (Ondřej a Ondráčková, 2012).

Všechny testované kmeny prokázaly na ježatku vysokou účinnost (69- 100%), z nichž neúčinnější byl kmen B-171. Nejlepší (100%) mykoherbicidní účinnost ve skleníkových testech byla při titru inokula 10⁹ spor/ml. Se snižujícím se titrem klesala i účinnost proti ježatce. Ošetřené rostliny byly sterilní a jejich výška byla čtyřikrát nižší ve srovnání s kontrolou. Ověřování mykoherbicidní účinnosti v polních podmínkách nebylo realizováno (Ondřej a Ondráčková, 2012).

Herbicid vyráběný podle tohoto patentu by měl splňovat následující kritéria: Účinná látka- *Ustilago trichophora*, by měla být ve formě spor s optimálním množstvím 10⁷- 10⁹ spor/ml. Ačkoli přípravek může obsahovat pouze uvedené mikroorganismy samotné, doporučuje se použití jednoho nebo více běžně používaných nosičů, jež nemají nepříznivý vliv na použité kmeny hub. Mykoherbicid lze použít na rostliny v jakémkoli stadiu vývoje, možná je i preemergentní aplikace na povrch půdy. Množství přípravku závisí na růstovém stadiu a množství plevelu (Ondřej a Ondráčková, 2012).

Výroba mykoherbicidního přípravku na bázi sněti (*Ustilago*) nebyla zatím realizována (Ondřej a Ondráčková, 2012).

3.9.3 Další využití mykoherbicidů

Možnosti využívání patogenních hub (mykoherbicidů) v ochraně rostlin proti plevelům jsou ve vědeckých literárních zdrojích často zmiňovány. Jejich mykoherbicidní účinnost proti cílovým hostitelským rostlinám je nejčastěji ověřována jen v laboratorních testech in vitro a v nádobových skleníkových pokusech. Údaje o účinnosti v polních podmínkách často chybí (Ondřej a Ondráčková, 2012).

Problematika praktického využívání mykoherbicidních hub k redukci výskytu plevelů spočívá ve skutečnosti, že se jedná o specifické druhy patogenních hub, paralyzujících jen na

jednom druhu hostitelské rostliny (resp. na příbuzných rodech rostlin stejné čeledě) (Ondřej a Ondráčková, 2012).

Aplikace takového mykoherbicidního přípravku je pak výhodná jen v případech vysokého podílu cílového plevele v porostu (nad 40 – 50 %) nebo v případě, kdy daný druh plevele je rezistentní proti používaným herbicidním přípravkům (Ondřej a Ondráčková, 2012).

Získané izoláty – účinné kmeny mykoherbicidních hub, metody jejich izolace, kultivace, přípravy inokula a jeho aplikace postřikem na plevelné rostliny bývají téměř vždy patentovány. Autoři patentů ve většině případů komerční výrobu mykoherbicidního přípravku nerealizují. Jejich podmínky a finanční požadavky odrazují případné výrobce natolik, že k výrobě nedochází (Ondřej a Ondráčková, 2012).

V současné době z celosvětového hlediska vyrábí komerční mykoherbicidní přípravky 16 výrobců (sedm v USA, tři v Kanadě, dva Jižní Africe a po jednom v Nizozemsku, Číně, Finsku a na Novém Zélandu). Z mykologických hub jsou k výrobě využívány čtyři druhy rodu *Colletotrichum* (*C. aescynotes*, *C. cuscatae*, *C. malvae*, *C. acutatum*), dva rody druhu *Puccinia* (*P. thlaspeos* a *P. canaliculata*), dále pak druhy *Phytophthora palmivora*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Claviceps purpurea*, *Plebiopsis gigantea* a *Cylindrobasidium leave* (Ondřej a Ondráčková, 2012).

4 Materiál a metody

V průběhu vegetačního období 2013 byl proveden terénní průzkum s cílem zjistit intenzitu výskytu *Ustilago trichophora* na ježatce kuří noze (*Echinochloa crus-galli*). Průzkum proběhl v oblastech ČR, kde jsou klimaticky příznivé podmínky pro výskyt hostitelské rostliny. Průzkum konkrétně probíhal v období od 6.9. do 30.9.2013. V místech kde je vyšší zastoupení okopanin a zelenin. Byla sledována intenzita napadení hostitele a stanoven vliv parazita na růst reprodukční charakteristiky hostitelských rostlin.

4.1 Hodnocení počasí v roce 2013

Rok 2013 byl podobně jako předchozí dva roky teplotně i srážkově nadprůměrný, i když tak výrazně. Jednou z největších zvláštností onoho roku byl nadnormálně suchý červenec s úhrnem srážek 13,8 mm. V první polovině ledna mírná zima přešla postupně v chladnou a dlouhou, a dokonce březen se stále choval jako zimní měsíc. A až do konce května Českou republiku trápil chlad. Tím pádem, nástup jara byl značně opožděn. Začátek června je zapsán povodněmi, ale již v druhé dekádě června přišly teploty vrcholového léta. Červenec byl jedním z nejteplejších. Byla velmi malá oblačnost, a to 34%, byl tím pádem naměřen i rekordní sluneční svit, 316,2 hodin. Srpen vrcholil tropickými teplotami, a navíc i vydatně přšelo. Nástup podzimu byl pozvolný, a až do října vydrželo babí léto. Byl též nadprůměrně teplý. Posléze nastoupila rozpačitá zima, která se vyznačovala téměř žádnými sněhovými srážkami. Tento rok se vyznačoval i prudkými a náhlými změnami tlaku vzduchu v listopadu a prosinci, což je dost zvláštní, protože takové změny obvykle probíhají v červnu. Padající srážky všeho druhu se vyskytly ve 192 dnech, z toho sněžilo v 60 dnech. S denním úhrnem srážek 1,0 mm a více bylo 105 dní, s denním úhrnem srážek 10,0 a více jich bylo 18. Slunce celkem svítilo 1507,4 hodin. Nejdéle svítilo v červenci (316,2 hodin) a nejméně v únoru (21,3 hodin).

4.2 Výběr lokalit

Lokality možných výskytů sněti *Ustilago trichophora*, byly vybírány dle pravděpodobného výskytu hostitelské rostliny ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*). Důležitou roli v tomto výběru hrály i půdně klimatické charakteristiky dané lokality, nadmořská výška a výskyt ploch širokořádkých plodin. Vzhledem k tomu, že ježatce vyhovují

teplé nížinné oblasti, ale v poslední době i vyšší chladnější oblasti, bylo toto rozhodnutí jedním z faktorů výběru lokalit.

Sledování probíhalo ve třech krajích České republiky. Jednalo se konkrétně o kraj Středočeský, Královehradecký a Prahu. Lze tedy říci, že průzkum probíhal v širokém rozpětí naší republiky. Stanovení výskytu ježatky probíhal na šesti stanovištích. Na Středočeský kraj vycházela tři stanoviště, na Královehradecký kraj dvě stanoviště, a na Prahu jedno stanoviště.

A to konkrétně:

- Středočeský kraj
 - Vlkov pod Oškobrhem
 - Šestajovice
 - Mochov
- Královehradecký kraj
 - Kopidlno
 - Horní Olešnice
- Praha
 - Praha- Kunratice

Tab. 1: Základní charakteristiky daných lokalit

Stanoviště	Kraj	GPS	Nadmořská výška	Klimatický region
Praha- Kunratice	Praha	50° 0'44.997 N	305 m n. m.	Teplá - T2
		14° 28'58.745 E		
Vlkov pod Oškobrhem	Středočeský	50° 9'21.502 N	285 m n. m.	Teplá - T2
		15° 13'14.233 E		
Šestajovice	Středočeský	50° 6'31.697 N	254 m n. m.	Teplá - T2
		14° 40'44.458 E		
Mochov	Středočeský	50° 12'36.448 N	193 m n. m.	Teplá - T2
		14° 53'7.5 E		
Kopidlno	Královehradecký	50° 19'51.067 N	219 m n. m.	Mírně teplá - MT11
		15° 16'13.055 E		
Horní Olešnice	Královehradecký	50° 31'57.583 N	364 m n. m.	Mírně teplá - MT3
		15° 40'38.624 E		

4.3 Jednotlivá stanoviště

4.3.1 Praha – Kunratice

Městská část Kunratice se nachází ve východní části Prahy. Tato skutečnost je jedním z faktorů, že Kunratice neztratily venkovský ráz. Kunratice patří do teplého klimatického regionu s urbanistickými vlastnostmi krajiny. Zde se výborně daří jahodám (*Fragaria*). Průzkum probíhal v blízkosti kukuřičných polí v období první dekády měsíce září 2013. Průzkum nepotvrdil výskyt *Ustilago trichophora*, ale naopak ježatka v této lokalitě se vyskytovala hojně.

4.3.2 Vlkov pod Oškobrhem

Vlkov pod Oškobrhem je malá vesnička nacházející se jen pár kilometrů od lázeňského města Poděbrady. Toto místo je typické pro teplý klimatický region, bohatý na černozem. Průzkum na tomto stanovišti probíhal 6.9.2013 v bohatém porostu kukuřice (*Zea mays*). Toto místo je jedním z těch, kde se *Ustilago trichophora* vyskytuje.

4.3.3 Šestajovice

Šestajovice se nacházejí ve Středočeském kraji, v blízkosti Úval. Tato oblast se nachází v teplém klimatickém regionu. Toto území je typické pro své kambizemě, kde se s převahou pěstují širokořádké plodiny. Zde průzkum probíhal v období od 21.9. do 22.9.2013. Centrem tohoto průzkumu byla pole s porostem kukuřice (*Zea mays*). I když se zde ježatky v malé míře vyskytovala, nebyla zde nalezena žádná sněť *Ustilago trichophora*.

4.3.4 Mochov

Mochov, nacházející se mezi Prahou – Poděbrady, je jednou z hlavních tepen zeleninářského průmyslu ČR. V této na hnědozem bohaté a teplém klimatickém regionu oblasti, se nachází jedno z hlavních center pro pěstování zeleniny. V době průzkumu, 22.9.2013, již byla veškerá zelenina sklizená, centrem průzkumu bylo pole s kukuřicí (*Zea mays*). Zde se nepotvrdil výskyt *Ustilago trichophora* ani ježatky.

4.3.5 Kopidlno

Kopidlno, vyhlášené svojí zahradnickou školou, se nachází 15 km od Jičína. Oblast Kopidlno se nachází převážně v mírně teplém klimatickém regionu s bohatými černozeměmi. Tato oblast je vyhlášena svými jabloňovými sady. V blízkosti jednoho takového sadu se nacházelo i zkoumané pole s cukrovkou (*Beta vulgaris*). Průzkum probíhal 21.9.2013, kde se ježatka nacházela pouze v úvozu pole, zde se též nepotvrdil výskyt *Ustilago trichophora*.

4.3.6 Horní Olešnice

Horní Olešnice je vzdálena od Trutnova 14 km. Je typickou podhorskou vesnicí, a vlivem snižující se zemědělské produkce jak živočišné tak rostlinné, mizí zde i toto odvětví. Tato oblast se nachází v mírně teplém klimatickém regionu s kyselými kambizeměmi. Průzkum výskytu zde probíhal v období od druhé dekády srpna do druhé dekády září 2013. Zkoumanými objekty byla „zrušená“ pole v posledních dvou letech. I zde se ježatka vyskytovala ve vysoké míře, bohužel bez přítomnosti sněti *Ustilago trichophora*.

Tab. 2: Půdní vlastnosti stanovišť

Stanoviště	Půdní typ	Půdní suptyp	Půdotvorné substráty
Praha- Kunratice	Antropozem	urbanní	antropogenní substráty
Vlkov pod Oškobrhem	Černozem	arenický	spraše či prachovice na terase, výrazně zahliněné terasy
Šestajovice	Kambizem	pelický	svahoviny pevných - zpevněných sedimentárních hornin, těžké
Mochov	Hnědozem	modální	spraše či prachovice na terase, výrazně zahliněné terasy
Kopidlno	Černozem	černický, pelický	slíny
Horní Olešnice	Kambizem	kyselý	svahoviny pevných - zpevněných sedimentárních hornin, střední

4.4 Vlkov pod Oškobrhem

Hlavním střediskem pro průzkum výskytu *Ustilago Trichophora* byla lokalita Vlkov pod Oškobrhem. Tato obec, o katastrálním území 142 ha, je členem Mikroregionu Poděbradské Polabí, jež má za cíl celkový rozvoj mikroregionu. Nadmořská výška zde činí 285 m n. m. a přesné souřadnice jsou 50° 9'21.502 s. š. a 15° 13'14.233 v. d. V blízkosti se rozprostírá obora pro chov spárkaté zvěře. Východním směrem od obce se nachází přírodní rezervace nazývaná Libický luh. Jedná se o přírodní lužní les s tůněmi a slepými říčními rameny řeky Labe. Nedaleko místa se nachází soutok Labe s Cidlinou.

Celková orná půda v místě i okolí se pohybuje dle statistických údajů na 1424 ha, z toho na zemědělskou půdu připadá 1295 ha. Ostatní výměru zaujímají zahrady a ovocné sady.

4.5 Charakteristika pokusného pole

Zkoumaným objektem bylo již zmíněné pole v blízkosti Vlkova pod Oškobrhem. Zde se jedná o typickou arenickou černozem, doplněnou o spraše či prachovice a zahliněné terasy

jako půdotvorné substráty. Výzkum byl proveden na ploše rovnoramenného lichoběžníku. Vlivem položení místa a jeho přírodních podmínek, ve kterých se nachází, je toto místo dobrým předpokladem pro pěstování širokořádkých plodin. V roce 2013 byl zde vyset porost kukuřice (*Zea mays*), který v době výzkumu dosahoval již poslední fáze svého biologického růstu. A v doprovodu sněti *Ustilago trichophora* se i tady vyskytovala významná sněť kukuřice (*Zea mays*), a to *Ustilago maydes*.

Obr.2: Vzhled zkoumané oblasti pole



4.6 Průzkum pokusného pole

Terénní průzkum byl proveden na poli o rozloze 71 m². Terén byl pečlivě prozkoumán v pravidelných 4 intervalech o celkové rozloze 4 m². Zbytek objektu byl shledán nepříliš

odlišným od výše zmíněných experimentálních stanovišť. Na těchto vyznačených stanovištích byl vizuálním kontaktem hledán patogen *Ustilago trichophora* na jeho hostitelské rostlině ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*). Všechny zde vyskytující se hostitelské rostliny byly důkladně ohledány. Všechny nalezené hostitelské rostliny ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*) infikované snětí *Ustilago trichophora* byly odebrány k rozměrové analýze nádorů hálek. Pro porovnání byly též odebrány zdravé rostliny ve stejném poměru k infikovaným. Infikované rostliny byly pečlivě odseparovány od zdravých a u obou variant byly dále zkoumány následující parametry:

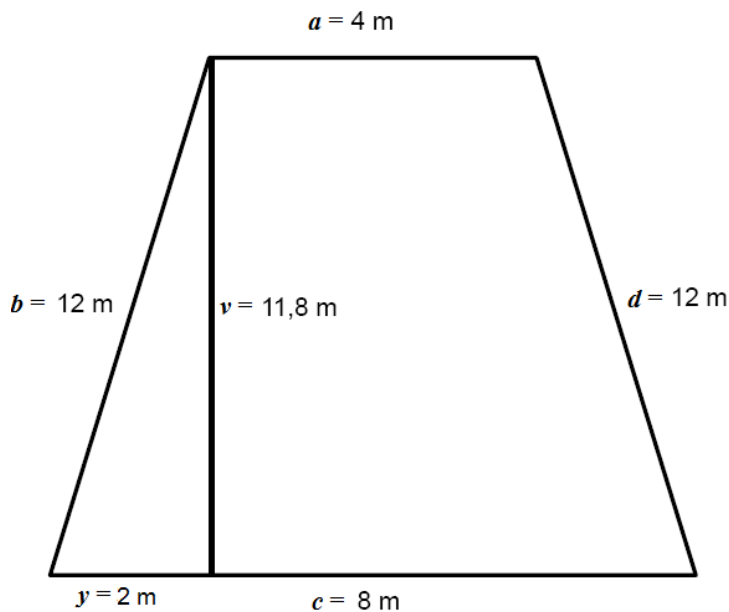
- Měření velikostí šířek a délek nádorů napadených rostlin a jejich procentuelní zastoupení
- Vážení hmotnosti semen z deseti vybraných zdravých jedinců
- Vážení hmotnosti semen z deseti vybraných infikovaných jedinců
- Vážení hmotnosti tisíce semen po 2 x 500 kusů semen zdravých jedinců
- Vážení hmotnosti tisíce semen po 2 x 500 kusů semen infikovaných jedinců

4.7 Rozměry ohniska výskytu ježatky kuří nohy

Nejprve bylo nutné stanovit rozlohu experimentálního terénu. Bylo zjištěno, že tvar pole velmi dobře odpovídal rovnoramennému lichoběžníku. Pro výpočet plochy pole bylo nutno změřit jednotlivé strany lichoběžníku. Z výše uvedených skutečností byla spočítána rozloha pole pomocí vztahu pro výpočet obsahu rovnoramenného lichoběžníku:

$$S = \frac{a + c}{2} \cdot v \quad (1)$$

Obr.3: Rozměry experimentálního pole



Pro výpočet výšky lichoběžníku byla využita Pythagorova věta:

$$v^2 = b^2 + y^2 \quad (2)$$

Výpočet výšky dosazením do vzorce (2):

$$v = \sqrt{12^2 + 2^2} = 11,83m$$

Výpočet rozlohy pokusného pole dosazením do vztahu (1):

$$S = \frac{4+8}{2} \cdot 11,83 = 71m^2$$

4.8 Vyhodnocení výsledků

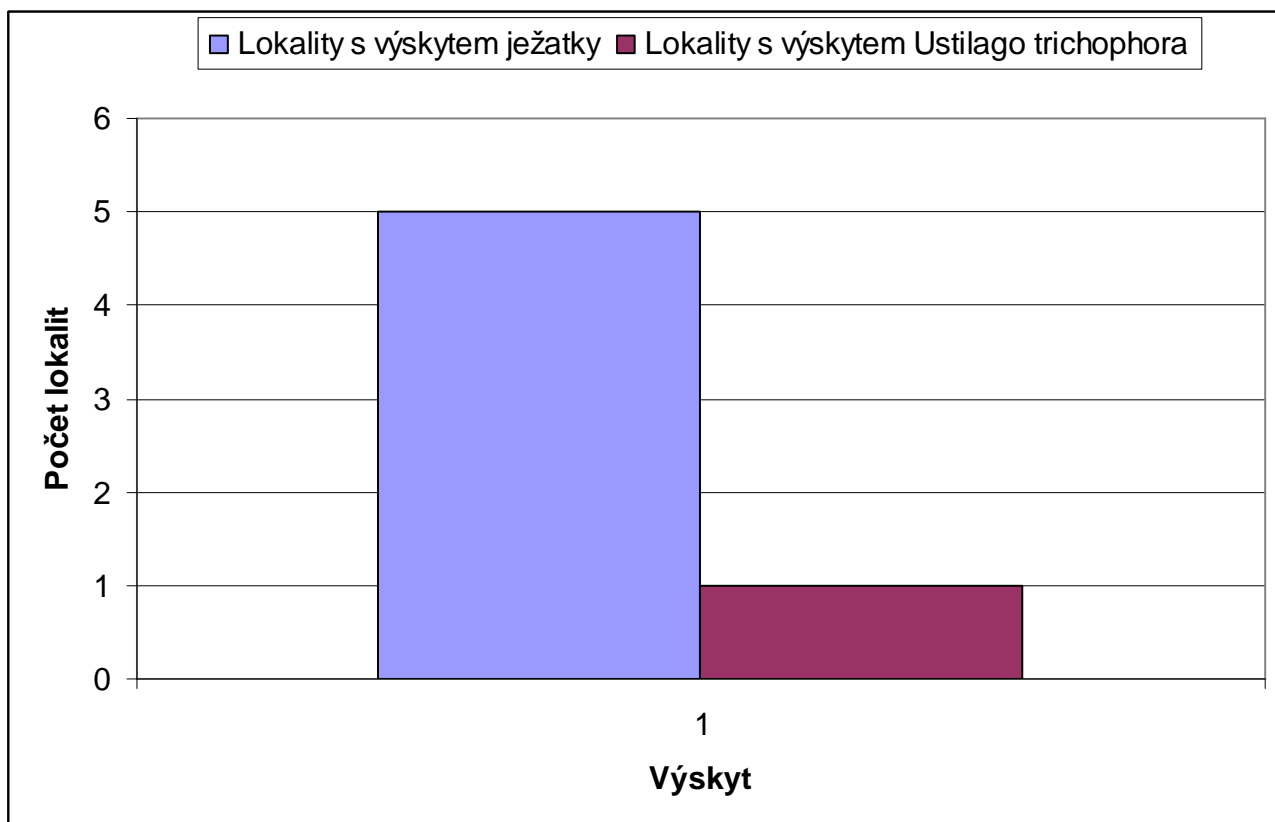
Získané výsledky byly následně vyhodnoceny na základě jednoduchých statistických a matematických výpočtů.

5 Výsledky

5.1 Vyhodnocení ježatky v daných lokalitách

- **Praha- Kunratice:** v našem případě se jednalo o výskyt 721 rostlin ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*), výskyt *Ustilago trichophora* zde nebyl zjištěn
- **Vlkov pod Oškobrhem:** toto místo je jedním z těch, kde se *Ustilago trichophora*, bylo zde nalezeno 35 infikovaných stébel
- **Šestajovice:** konkrétně zde bylo nalezeno 180 rostlin ježatky, *sněť Ustilago trichophora* zde nebyla zjištěna
- **Mochov:** v této lokalitě nebyl zjištěn žádný výskyt ježatky, ani *Ustilago trichophora*
- **Kopidlno:** zde se jednalo o 39 rostlin ježatky, *Ustilago trichophora* bez výskytu
- **Horní Olešnice:** v tomto místě se ježatky vyskytovala ve vysoké míře a to 634 rostlin, výskyt *Ustilago trichophora* zde nebyl potvrzen

Graf 1: Výskyt ježatky a *Ustilago trichophora* v daných lokalitách



Z grafu 1 vyplývá, že v některých lokalitách se ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*) vyskytovala v hojném počtu, naopak v některých místech se vůbec nevyskytuje nebo

v malé míře. Z grafu dále vyplývá, že ježatka infikovaná snětí *Ustilago trichophora* se vyskytovala pouze na jedné námi zvolených lokalit.

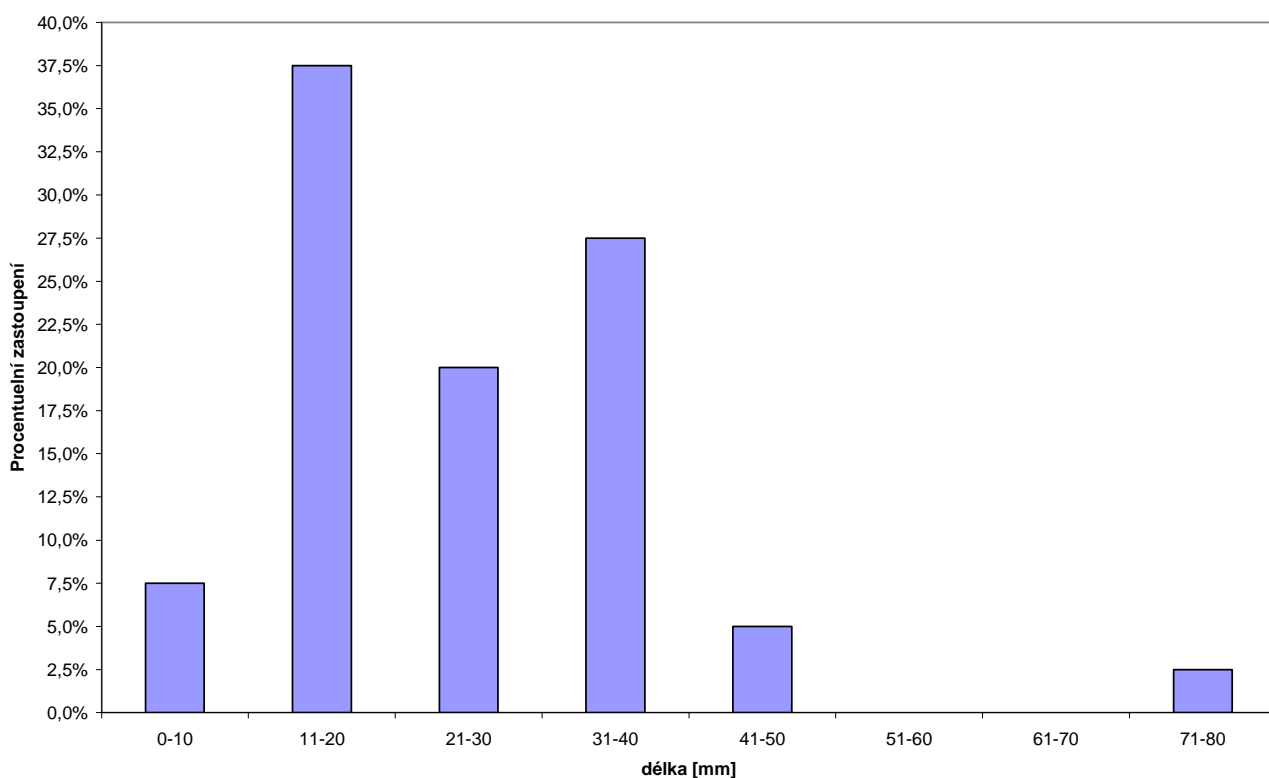
5.2 Vyhodnocení rostlin na experimentálních stanovištích

Z celkového počtu rostlin ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*) bylo nalezeno na prvním stanovišti 310 stébel, na druhém stanovišti 256 stébel, na třetím stanovišti 126 stébel a na čtvrtém stanovišti 132 stébel. Dohromady bylo k dispozici 824 stébel, a z tohoto množství bylo infikováno snětí *Ustilago trichophora* 35 rostlin. Na 1 m² se průměrně nacházelo 206 rostlin. Z celkového ohniska 71 m² připadalo na 1 m² 0,49 % infikovaných rostlin.

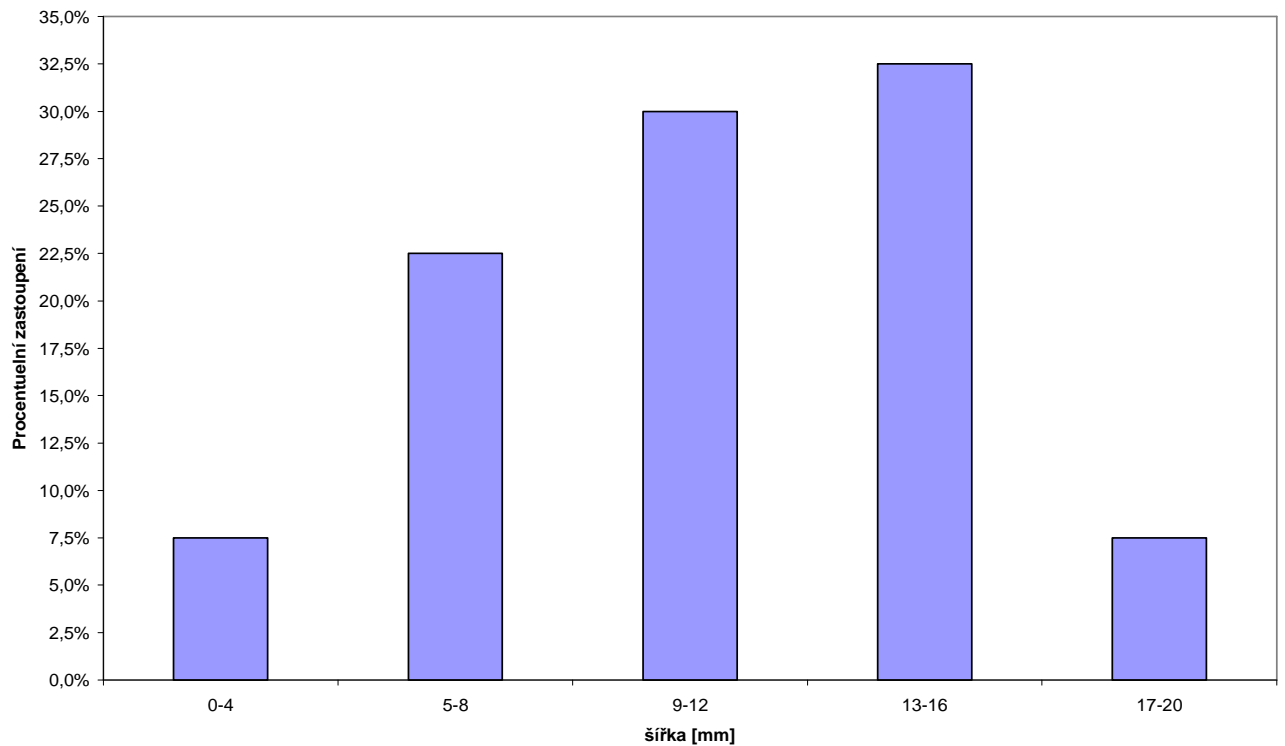
5.3 Měření proporcí nádorů

Měření proporcí nádorů bylo provedeno na 40 reprezentativních napadených rostlinách, což zahrnovalo měření šířek a délek jednotlivých nádorů na stéblech napadených rostlin. Výsledky jsou dále interpretovány v následujících grafech:

Graf 2: Délky nádorů dle jednotlivých intervalů



Graf 3: Šířky nádorů dle jednotlivých intervalů



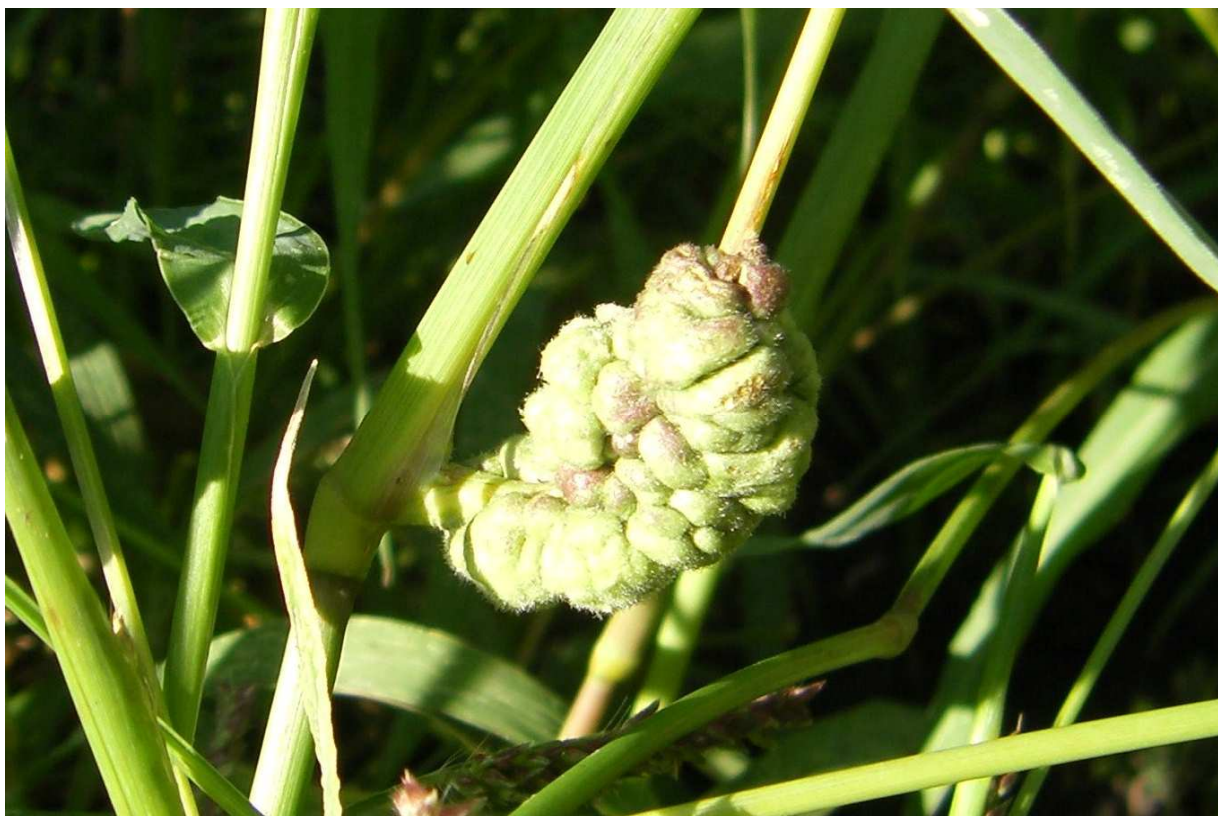
Z uvedených grafů 2 a 3 vyplývá, že největší zastoupení mají nádory o šířkách 13 – 16 mm, a délkách 11 – 20 mm. Největší nalezená nádor měl rozměry o délce 71 mm a šířce 20 mm. Naopak nejmenší nalezená nádor měl rozměry o délce 7 mm a šířce 4 mm.

Obr.3: Napadená rostlina sněti *Ustilago trichophora*



Foto: J. Holec

Obr.4: Ukázka nádoru sněti *Ustilago trichophora*



5.4 Vážení semen a HTS

Pro vážení hmotností bylo vybráno z každé varianty (zdravé a infikované) reprezentativních 10 lat. Následná jejich manipulace byla prováděna již v laboratorním prostředí a výsledky jsou interpretovány v následující tabulce:

Tab.3: Vážkové měření hmotnosti obilek

	Echinochloa neinfikovaná [g]	Echinochloa infikovaná [g]
1.	0,539	0,247
2.	0,689	0,187
3.	0,230	0,178
4.	0,236	0,313
5.	0,625	0,143
6.	0,496	0,447
7.	0,380	0,092
8.	0,303	0,160
9.	0,384	0,168
10.	0,407	0,233
průměr	0,429	0,217
směrodatná odchylka	0,148	0,096

Použité barevné znázornění v tabulce vyjadřuje nejvyšší a nejmenší naměřenou hmotnost u jednotlivých variant, přičemž žlutá barva značí nejvyšší naměřenou hmotnost a oranžová barva značí nejmenší naměřenou hmotnost. Dále tabulka znázorňuje průměrnou hmotnost obilek a jejich odchylek. Z tabulky je patrné, že hmotnosti zdravých obilek jsou o 49,4 % těžší než hmotnosti infikovaných obilek.

Tab.4: Hmotnost tisíce semen ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*)

HTS Echinochloa crus- galli		
Hmotnost	Echinochloa crus-galli neinfikovaná	Echinochloa crus-galli infikovaná
1. 500 semen	0,534g	0,524g
2. 500 semen	0,542g	0,510g
Celková hmotnost	1,078g	1,034g

Tabulka vyjadřuje rozdílnou hmotnost semen zdravých a infikovaných jedinců ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*). Z tabulky vyplývá, že HTS infikovaných obilek se liší o **4 %** od neinfikovaných obilek.

6 Diskuze

Ondřej a Ondráčková (2012) uvádí, že mykoherbicidní účinnost sněti *Ustilago trichophora* proti ježatce je pozoruhodná. Tato účinnost nebyla zatím ale ověřena v polních podmínkách.

Jak již bylo uvedeno *Ustilago trichophora* je jednou z nejpozoruhodnějších snětí na světě. V našem případě její výskyt v polních podmínkách nedosahoval takové intenzity výskytu jaké bylo naše očekávání. Je možné, že to bylo dáno i vlivem přírodních podmínek v daném roce. A i když je ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*) jednou z pozdních jednoletých jarních plevelů, je zřejmé že i její biologický cyklus vlivem chladného jara byl opožděn. V případě následujícího roku by se mohlo stát, za jiných příznivějších podmínek, že *Ustilago trichophora* více expanduje.

Ondřej a Ondráčková (2012) dále uvádějí, možnost využití sněti *Ustilago trichophora* k redukcí výskytu plevelné trávy ježatky kuří nohy a metoda použití a složení inokula byla popsána v Japonsku a je předmětem US patentu 5434120 (1995).

Tato domněnka je jistě oprávněná. Ale v našem pozorování nebyl zaznamenán tak výrazný vliv na redukcí ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*) jaký by se dal předpokládat. Zajisté je možné, že výskyt sněti *Ustilago trichophora* na hostitelské rostlině může mít vliv z dlouhodobého hlediska na reprodukční schopnosti ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*). Z ekonomického hlediska se zdá být rozumné věnovat se této problematice hlouběji, hlavně pro největší pěstitele rýže a dalších zemědělských plodin trpící přítomností ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*). V našich zeměpisných podmínkách tato problematika není středem pozornosti oproti jiným ekonomickým a ekologickým problémům. V následujících letech se dá předpokládat, že výzkum na redukcí ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*) pomocí bioagens bude záviset na finančních tocích do jednotlivých výzkumů.

Prokinová (1996) uvádí, že výzkum v oboru biologická ochrana rostlin vede k podrobnějšímu poznávání vztahů mezi organismy, především mezi mikroorganismy a rostlinami. Je docela pravděpodobné, že postupně bude přehodnocen celkový přístup k mnoha organismům, dnes jednoznačně označovaným za patogenní.

Biologická ochrana oproti klasické chemické ochraně má spoustu jistých výhod i nevýhod. Výhodou bioagens je jejich selektivita k danému druhu a menší zásah do agroekosystému daného prostředí. Jednou z nevýhod může být i citlivost na dané přírodní

podmínky (vliv teploty, tlaku, vlhkosti, povětrnostních podmínek, a dalších...). Jednou z věcí v čem jsou si podobné je to, že z daleka nebyla prozkoumána veškerá zákoutí každého z těchto odvětví. V tomto ohledu mají jistě obě tato odvětví ochrany rostlin spousty rezerv. Je jen a jen na nás, jakým způsobem a v jaké době k těmto poznatkům dospějeme.

7 Závěr

Ze získaných poznatků a výsledků lze vyjádřit následující závěry:

- Ježatka se vyskytovala na 5 ze 6 námi sledovaných stanovišť.
- Pouze v jedné lokalitě (Vlkov pod Oškobrhem) se vyskytovala sněť *Ustilago trichophora*.
- Z celkového ohniska 71m^2 byla infekce patrná na 35 stéblech, na 1m^2 připadalo 0,49 infikovaných stébel.
- Průměrná celková hmotnost obilek z jedné laty je o 49,4% větší u zdravých než u infikovaných stébel.
- HTS obilek zdravých od infikovaných se liší pouze o 4 %.
- Délka nádorů se s největší četností vyskytuje v intervalu 11 – 20 mm.
- Šířka nádorů četností se s největší vyskytuje v intervalu 13 – 16 mm.
- Nelze vyloučit, zda *Ustilago trichophora* je možné použít jako biologickou ochranu k regulaci ježatky kuří nohy (*Echinochloa crus-galli*).

8 Seznam literatury

1. DVOŘÁK, J. – SMUTNÝ, V. Herbologie- Integrovaná ochrana proti plevelům, Brno: skriptum MZLU 2003, 186s., ISBN 80-7157-732-4
2. HAMMOND-KOSACK K., JONES J.D.G., Responses to plant pathogens, In: Buchanan BB, Gruissem W, Jones RL (eds) Biochemistry and molecular biology of plants, American Society of Plant Physiologists, Rockville 2000
3. HERBOLOGIE, [online], 2013, Dostupné z <files.prochr.webnode.cz/200000074-1519d15eca/Herbologie.pdf>
4. JURŠÍK M., a kol. Plevel: biologie a regulace, České Budějovice: Kurent 2011, 232s., ISBN 978-80-87111-27-7
5. KOHOUT, V. Regulace zaplevelení polí, Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 1993
6. KOZÁK, J. - NĚMEČEK, J. – BORŮVKA, L. – LÉBOVÁ, Z. – NĚMEČEK, K. a kol. Atlas půd České republiky, 1.vydání, Praha: MZe ČR ve spolupráci s ČZU, 2009, 149s., ISBN 978-80-213-1882-3
7. KŮDELA V., Interakce mezi houbami a bakteriemi z fytopatologického hlediska, Sborník z mezinárodního semináře Mykologická fytopatologie ve 20. a 21. století, Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze – Ruzyni 2000
8. MIKULKA, J., a kol. Biologie a regulace plevelů, Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby – Ruzyně 2003, 81s., ISBN 80-86555-33-X
9. MIKULKA J., CHODOVÁ D., Hubení plevelů odolných vůči herbicidům, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha 2002, ISBN 80-7271-116-4
10. MIKULKA, J. - KNEIFELOVÁ, M. a kol. Plevelné rostliny, 2. vydání, Praha: Profi Press 2005, 148s. ISBN 80-86726-02-8
11. MIKULKA, J. - SLAVÍKOVÁ, L. Metody diagnostiky a regulace rezistentních populací plevelů vůči herbicidům, Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. 2008, 40s. ISBN 978-80-87011-50-8
12. MIKULKA, J. - ŠTROBACH, J. Metody regulace vytrvalých plevelů na zemědělské půdě šetrné k životnímu prostředí, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha-Ruzyně, 2008
13. MÍSTOPISNÝ PRŮVODCE PO ČESKÉ REPUBLICE, [online], 2014, Dostupné z <www.mistopisy.cz>

14. MOORE, R.T., An inventory of the phylum Uromyces, Mycotaxon 59: 1 – 31, 1996
15. ONDŘEJ, M. – ONDRÁČKOVÁ, E. Sněť *Ustilago trichophora* – destruktivní patogenní houba trávy *Echinochloa crus – galli*. *Rostlinolékař*, 2012, č. 1, s. 21-23
16. PRÁŠIL K., MARKOVÁ J., Systematická mykologie ve fytopatologii – současnost a budoucnost, Sborník z mezinárodního semináře Mykologická fytopatologie ve 20. a 21. století, Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze – Ruzyni 2000
17. PROKINOVÁ, E. Biologická ochrana proti houbovým chorobám rostlin, Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací 1996, 39s.
18. SMUTNÝ, V. - VONDRA, M. – KOCOUREK, V. Stanovení optimálních dávek herbicidů s využitím přístrojů založených na měření změn v absorbanci záření a fluorescence chlorofylu, 1.vydání, Brno: reklamní studio REIS Brno 2011, 38s., ISBN 978-80-7375-551-5
19. SVAZ PRO INTEGROVANÉ SYSTÉMY PĚSTOVÁNÍ OVOCE, [online], 2014, Dostupné z <www.ovocnarska-unie.cz/sispolindex.php?str.-klima-mapa>
20. ŠAŠEK V., Experimentální mykologie v současnosti a v dalším století, Sborník z mezinárodního semináře Mykologická fytopatologie ve 20. a 21. století, Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze – Ruzyni 2000
21. ŠNOBL J., PULKRÁBEK J., a kol. Základy rostlinné produkce, Praha: Česká zemědělská univerzita Praha agronomická fakulta, 2002, 153s., ISBN 80-213-0924-5
22. VEVERKA K., Fytofarmacie, současnost a perspektiva; Sborník z mezinárodního semináře Mykologická fytopatologie ve 20. a 21. století, Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze – Ruzyni 2000
23. VĚCHET L., Biologická ochrana a indukovaná rezistence rostlin k chorobám a škůdcům, 8. Odborný seminář 25.11.2010 Biologická ochrana a indukovaná rezistence rostlin k chorobám a škůdcům, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Odbor genetiky, šlechtění a kvality produkce Praha – Ruzyně 2010, ISBN 978-80-7427-048-2
24. VĚCHET L., Interakce hostitel – patogen, Sborník z mezinárodního semináře Mykologická fytopatologie ve 20. a 21. století, Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze – Ruzyni 2000

25. VĚCHET L., Význam interakcí hostitel patogen a poznávací systémy v interakci hostitel – patogen, 5. Odborný seminář 15.11.2007, Interakce mezi rostlinami a patogenními mikroorganismy, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha – Ruzyně 2007
26. ZBIROVSKÝ, M. - MYŠKA, J. – ZEMÁNEK, J. Herbicidey, chemické prostředky proti plevelům, Praha: ČSAV 1959, 308s.