

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra pícninářství a trávnickářství



Využití přípravku Polyversum při pěstování vojtěšky seté

Diplomová práce

Bc. Jan Adamec

Rostlinná produkce

Vedoucí práce

doc. Ing. Josef Hakl, Ph.D.

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci Využití přípravku Polyversum při pěstování vojtěšky seté jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13. 4. 2018

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu diplomové práce, doc. Ing. Josef Hakl, Ph.D. za cenné rady a odborné vedení. Dále bych rád poděkoval Ing. Martinu Pisarčíkovi, za odbornou instruktáž při odběru a vyhodnocení vzorků, a následném statistickém vyhodnocení. Také bych poděkoval zástupcům firmy BIOPREPARÁTY S.R.O. za spolupráci při pokusech a poskytnutí pozemku, techniky a preparátu potřebného k uskutečnění pokusu.

Využití přípravku Polyversum při pěstování vojtěšky seté

Souhrn

Jeteloviny řadíme mezi víceleté píce, které mají kromě produkce bílkovinné píce, také významné mimoprodukční využití. Vojtěška setá je ve výrobní oblasti kukuřičné a řepařské rozhodující plodinou pro produkci kvalitní bílkovinné píce. Potencionál produktivity porostů vojtěšky je však v současné době využit zhruba z poloviny, přičemž jedním z důvodů je napadení houbovými chorobami kořene a kořenového krčku.

Hlavním cílem této práce je u vojtěšky seté zhodnotit vliv biofungicidního přípravku POLYVERSUM na zdravotní stav kořenového systému a zároveň zhodnotit i vliv na dosahovanou hustotu porostu. Aktivní látkou v přípravku je půdní houbový organismus *Pythium oligandrum*. Pro pokus byla vybrána běžně pěstovaná odrůda Oslava. Pokus byl založen na dvou stanovištích, ve třech variantách a sledován ve dvou letech. Byly použity dvě intenzity aplikace přípravku a třetí varianta sloužila jako neošetřená kontrola. Sledovanými znaky byla vzcházivost, morfologie kořene, zdravotní stav kořenového systému a výnos píce.

Výsledky pokusu potvrdili pozitivní vliv aplikace přípravku na počet vzešlých rostlin, a to až o 30% proti neošetřené kontrole. Počty rostlin se však v druhém roce pěstování významně nelišily od kontrolní varianty. Morfologie kořenů ani celkové množství kořenů nebyly aplikací významně ovlivněny. Při maloparcelním pokusu byl potvrzen vliv na zmírnění rozsahu napadení po aplikaci přípravku, kdy průměrný stupeň napadení neošetřené varianty dosahoval dvojnásobných hodnot, především u nekróz kořene a kořenového krčku. V případě poloprovozního pokusu byl na ošetřené variantě průkazně nižší podíl napadených rostlin o 13% oproti kontrole ve druhém roce vegetace. Pokusy dále pokračují, ale dosavadní výsledky ukazují, že aplikace přípravku Polyversum vykazuje pozitivní vliv na zdravotní stav kořenů, ale tyto výsledky se zatím neprojevily ve zvýšení výnosu či vytrvalosti porostu.

Klíčová slova: jeteloviny, vojtěška, choroby kořene, *Pythium oligandrum*, biofungicid

Utilization of Polyversum application for lucerne cultivation management

Summary

Leguminous crops are a part of forage crops, which are a source of protein forage, together with their ecosystem services. Lucerne is the leading crop for forage production in arid temperate zone. Furthermore, currently, only half of the potential productivity of growth lucerne is actually being used, while one of the main reasons are fungal diseases of roots and root crown.

The aim of this thesis is to analyse the effect of biological products called POLYVERSUM on the health state of the lucerne root system as well as to analyse its impact on the reached density over growing period. The active substance within the product is soil fungal organism named *Pythium oligandrum*. The variety “Oslava” has been chosen for this experiment. This experiment was established in two locations with three treatments and was monitored over the two years period. One treatment was used as untreated control whilst two different intensities of application represent other two treatments. Development of stand density, root morphology, the root’s disease score, and dry matter yield were investigated.

The result of the experiment has proven that Polyversum application increased number of emerged plants compared to the untreated control. However, in the second year of growth, the plant density did not differ significantly in comparison to the untreated control. No significant effect on morphology of root and the fibrous root mass score have been observed. Furthermore, field plot experiment showed significantly reduced mean root disease score up to 50% especially for root rot in contrast to control treatment. The number of infected plants was lower by 13% in the field experiment in the second year of the vegetation. In spite of positive effect of Polyversum on root disease score, this trend does not resulted in higher productivity or persistence of stand.

Keywords: leguminous, lucerne, diseases of roots, *Pythium oligandrum*, biofungicide

Obsah

1 ÚVOD	1
2 CÍL PRÁCE	2
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	3
3.1 Jeteloviny	3
3.1.1 Charakteristika	3
3.1.2 Význam	4
3.2 Významné druhy jetelovin pěstované v ČR	6
3.2.1 Vojtěška setá	7
3.2.2 Jetel luční	13
3.3 Choroby jetelovin	18
3.3.1 Virózy a bakteriózy	18
3.3.2 Houbové choroby jetele	19
3.3.3 Houbové choroby vojtěšky	21
3.4 Možnosti ochrany proti cévnímu vadnutí vojtěšky	24
3.4.1 Agrotechnika	24
3.4.2 Šlechtění	26
3.4.3 Pythium oligandrum	27
4 METODIKA	31
4.1 Materiál	31
4.2 Stanoviště	31
4.2.1 Poloprovozní pokus – Úherce u Panenského Týnce	31
4.2.2 Maloparcelní pokus – Červený újezd	32
4.3 Design experimentu	33
4.4 Výsev	35
4.5 Aplikace přípravku	35
4.6 Seč a odklizení biomasy	36
4.7 Odběr kořenů	36
4.8 Hodnocení	36
4.8.1 Vzcházivost	36
4.8.2 Morfologie kořenů	37
4.8.3 Zdravotní stav kořenů	37
4.8.4 Hmotnost kořenů	38
4.8.5 Výnos píče	38
5 VÝSLEDKY	39
5.1 Vzcházivost a hustota porostu na konci vegetace	39
5.2 Morfologie kořene	40
5.3 Zdravotní stav kořenů	41

5.4	Hmotnost kořenů a výnos píče	43
6	DISKUZE.....	44
7	ZÁVĚR.....	48
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	49
9	PŘÍLOHA	57

1 ÚVOD

Jeteloviny jako víceleté píce mají dominantní postavení v produkci levné a přitom vysoce hodnotné bílkovinné píce. Vedle produkce mají jeteloviny nezastupitelnou roli v osevních postupech, ať už v roli přerušovačů sledu obilovin, tak zejména z hlediska zvyšování půdní úrodnosti. V současné době se v České republice na orné půdě pěstuje zhruba 185 000 ha víceletých pícnin, z nichž největší plochu zabírá vojtěška setá (*Medicago sativa* L.), která dosahuje nejvyšších výnosů v nížinách na sušších teplých, výhřevných stanovištích v kukuřičné a řepařské oblasti. Druhé největší pěstební plochy zabírá jetel luční (*Trifolium pratense* L.), kterému naopak svědčí vlhčí stanoviště ve vyšších nadmořských výškách, zejména v řepařsko-ječné, ale i na chudších půdách v bramborářsko-ovesné oblasti.

Vzhledem k absenci potřeby hnojení dusíkem, který získávají pomocí hlízkových bakterií a zejména z důvodu víceletosti porostů jsou náklady na píci jetelovin oproti jednoletým pícním porostům poloviční až čtvrtinové. Vedle stability a výše výnosů je víceletost porostů z ekonomického hlediska rozhodujícím faktorem při pěstování víceletých pícnin. V současné době se pěstují porosty vojtěšky po dobu 3 – 4 let a jetele lučního pouze 1 – 2 roky, přičemž provozní vytrvalost je limitována řadou faktorů. Mezi ně patří zejména choroby kořenového systému, které mají za následek výrazné snížení výnosů a hustotu porostu, který je pak náchylnější k zaplevelení. Podle dosavadních pokusů na vojtěšce bylo zjištěno, že ve třetím roce pěstování je těmito chorobami napadeno až 90 % rostlin v porostu. Jedním ze způsobů jak zabránit ztrátám způsobenými těmito chorobami je šlechtění na větší odolnost vůči houbovým chorobám, které je však v případě vojtěšky poměrně problematické. Velkou měrou se také na šíření a intenzitě napadení podílí špatná agrotechnika. Je potřeba dosáhnout co nejmenšího množství přejezdů a operací, které mají za následek poranění kořenových krčků, neboť se tím následně otevírá brána pro patogeny způsobující cévní vadnutí a hniloby kořene a kořenového krčku. Třetí možnou variantou je cílená aplikace fungicidů v kritických obdobích, kdy je riziko nákazy největší, ale v České republice není dosud registrovaný žádný fungicid určený k aplikaci do jetelovin.

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce bylo ověřit možnosti využití biofungicidu Polyversum při pěstování vojtěšky seté (*Medicago sativa* L.). První hypotézou bylo, zda preparát ovlivňuje hustotu porostu vojtěšky a druhou hypotézou, zda se po aplikaci preparátu sníží napadení kořenového systému rostlin houbovými patogeny. Pokus byl uskutečněn na dvou stanovištích a sledován po dobu dvou vegetačních sezón. Sledovanými parametry byl počet rostlin na plochu, zdravotní stav rostlin, průměr kořenového krčku, počet postranních větví a intenzita tvorby kořenového vlášení.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Jeteloviny

3.1.1 Charakteristika

Jeteloviny jsou uměle vytvořená skupina jetelu podobných jednoletých a víceletých rostlin z čeledi bobovité (*Fabaceae*) (Velich, 1994). Do čeledi bobovité řadíme 730 rodů a 19 400 druhů. Nejvíce zástupců této čeledi řadíme do rodu kozinec (*Astragalus*, okolo 2000 druhů), akácie (*Acacia*) s více než 900 druhy a indigovník (*Indigofera*) s přibližně 700 druhy (Deyl a Hýsek, 2001). Do jetelovin řadíme rody: jetel (*Trifolium*), tolíce (*Medicago*), štírovník (*Lotus*), vikev (*Vicia*), úročník (*Anthyllis*), čičorka (*Coronilla*), komonice (*Melilotus*) a vičenec (*Onobrychis*) (Velich, 1994).

Z hlediska morfologie se jedná o rostliny s výrazným kořenovým krčkem, který se vytváří na přechodu mezi kořenem a bazální nadzemní částí a představuje centrum tvorby nových lodyh (Velich, 1994). Podle stavby kořenového krčku můžeme jeteloviny rozdělit na trsnaté a výběžkaté. Kořenová soustava je rozložena v orniční a podorniční vrstvě s typicky mohutným kulovým kořenem sahajícím do hloubky 1,5 – 2 m (Skládanka, 2005). Listy jsou trojčetné (jetel, vojtěška), pětičetné (štírovník) nebo lichožpeřené (čičorka). Počet lodyh je závislý na prostředí a tento znak má vysokou kompenzační schopnost, tzn., že snižujícím se počtem rostlin na ploše stoupá počet lodyh na rostlině (Skládanka, 2005). Stavba květu je typická pro celou čeleď bobovitých. Květ je tvořen 5 srostlými kališní a 5 korunními lístky. Dva spodní korunní lístky srůstají v člunek, ve kterém jsou uloženy generativní orgány, dále dva postranní tvoří křídla a horní je nápadná pavéza (Deyl a Hýsek, 2001). Plodem je nejčastěji lusk, který je jednosemenný (jetel) nebo vícesemenný (vojtěška), popřípadě může být plodem struk (čičorka).

V zemědělské produkci jeteloviny řadíme mezi víceleté pícniny a mají hlavní postavení v produkci levné a přitom vysoce hodnotné píče, zejména pro výživu skotu (Šantrůček a kol., 2007). Velký přínos pro zemědělství má mimo produkci píče také symbióza s hlízkovými bakteriemi, díky které obohacují půdu o dusík ve formě využitelné pro další rostliny. Symbiotické soužití s hlízkovými bakteriemi asimilující vzdušný dusík (zejména rod *Rhizobium*) je jedním z hlavních rysů jetelovin a bobovitých rostlin obecně (Velich, 1994). Při primární infekci bakterie nejprve uvolňují rostlinné fytohormony cytokininy a auxiny a stimulují kořeny ke vzniku hlízek. Bakterie na rostlině zpočátku parazitují a až po uplynutí několika týdnů začínají být pro rostlinu užitečné (Procházka a kol., 2006). V prvních týdnech

růstu jsou tedy odkázány na půdní dusík, ale tato potřeba není vysoká a při současných hodnotách dusíku v půdě je obvykle dobře zabezpečená (Šantrůček a kol., 2007).

Hlízkové bakterie jsou schopny biologicky fixovat vzdušný dusík N_2 , který během energeticky náročného procesu přeměny na NH_3 . Energií a živiny potřebné k fixaci bakterie získávají od hostitelských rostlin. Dusík ve formě NH_3 jsou kořeny rostlin schopny vázat pomocí kyseliny oxalglutarové za vzniku kyseliny glutamové, popřípadě až glutaminu (Vaněk a kol., 2016). Po odumření kořene se hlízky rozpadají a obohacují dusíkem půdu (Procházka kol., 2006). Předpokladem efektivního pěstování jetelovin je vytvoření vhodných podmínek pro rozvoj a aktivitu hlízkových bakterií. Důležitou podmínkou je hodnota pH půdy, kterou vyžadují slabě kyselou až neutrální (Vaněk a kol., 2012). Hlízkové bakterie pracují mnohem efektivněji než technologie na výrobu dusíkatých hnojiv. Pro výrobu 1 kg průmyslově vyrobeného dusíkatého hnojiva je potřeba 80 MJ energie, kdežto energetický vklad rostlin a bakterií na osvojení vzdušného dusíku je zhruba poloviční (Šantrůček a kol., 2007). Aby se podpořil optimální regenerační vliv jetelovin, může se očkovat osivo ušlechtilými kmeny hlízkových bakterií před setím a tím dojde k zajištění kmenů hlízkových bakterií v těsném okolí kořenů (Smatanová a Němec, 2013).

3.1.2 Význam

Hlavním produkčním významem jetelovin je produkce kvalitní objemné píce s vysokým obsahem bílkovin a vysokou stravitelností (Velich, 1994). Produkční porosty jetelovin jsou zpravidla víceleté a zároveň vícesečné, což velmi snižuje ekonomickou náročnost na pěstování a proto je píce jetelovin levná, ale zároveň vysoce hodnotná (Šantrůček a kol., 2007). Oproti pěstování kukuřice k pícním účelům jsou náklady na 1 t o polovinu nižší, v případě ostatních jednoletých píceňin může být nákladovost až čtyřnásobná v porovnání s jetelovinami (Velich, 1994). Píce jetelovin je velmi dobře stravitelná (60 – 80 %) a řadíme ji do kategorie bílkovinných plodin obsahujících v průměru okolo 15 - 25 % dusíkatých látek v sušině. Jeteloviny mají vysoký slučovací poměr v rozmezí 20-28, přičemž optimum pro výživu skotu je 18 pro dojnice a 12 pro výkrm. Z těchto důvodů je potřeba do krmné dávky přidávat glycidové (kukuřice, trávy) píceňiny ke snížení poměru (Šantrůček a kol., 2007). Podíl vlákniny, která je důležitá pro správnou funkci střev a pocitu nasycení, je spíše vysoký, v závislosti na plodině a způsobu konzervace. Obsahuje vysoký podíl kostitvorných minerálů (Ca, Mg, P, K aj.), dále vysoký obsah vitamínu C (2000 mg.k⁻¹ zelené píce) a β – karotenu (1000 mg.k⁻¹ zelené píce) (Velich, 1994).

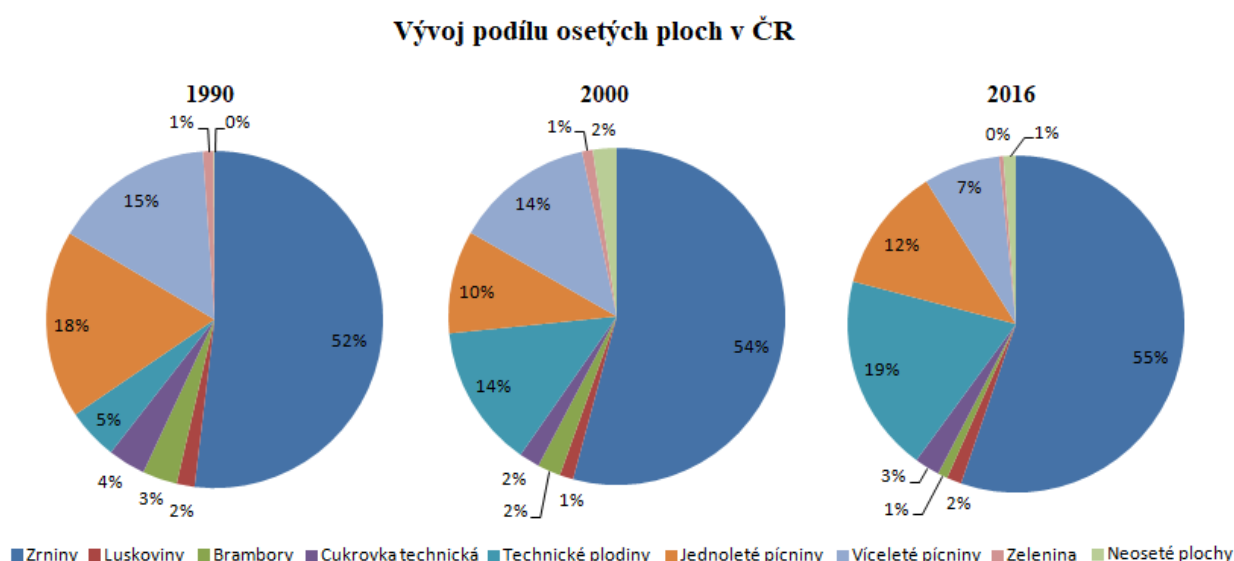
Velmi cennou vlastností jetelovin, z hlediska produkce, je vysoká výnosová stabilita i při méně nepříznivých podmínkách. Vysokou výnosovou stabilitu vykazují zejména vojtěška, a to v nížinných oblastech. Jetel luční produkuje vysoké výnosy v řepařsko-ječné oblasti, ale i na chudších půdách v bramborářsko-ovesné. Některé jeteloviny je možné díky jejich vytrvalosti a schopnosti růst za specifických podmínek, vysévat ve směsích s travinami pro přímou pastvu dobytka (Šantrůček a kol., 2007).

Jeteloviny mají také výrazný mimoprodukční význam. Kromě výše zmíněné fixace vzdušného dusíku mají význam z hlediska obnovy půdní úrodnosti, přísunu organických látek do půdy a zvyšování produktivnosti osevních postupů (Šantrůček a kol., 2007). Vlivem hlubokého zakořeňování působí příznivě na provzdušnění a biologické oživení podorničních horizontů, ze kterých jsou schopny využívat živiny, hlavně fosfor, vápník a hořčík (Vaněk a kol., 2016). Hluboké kořenění má ve výsledku výrazný meliorační efekt v obohacování půdy o jinak těžko dostupné živiny, které ze spodních vrstev vynáší a po mineralizaci kořenů jsou zpřístupněny pro ostatní rostliny (Velich, 1994). Obohacují půdu o organický humusotvorný materiál s příznivým podílem uhlíku a dusíku, který je rozmístěn díky bohatému kořenovému systému v orniční a podorniční vrstvě. V závislosti na druhu a způsobu pěstování vyprodukují 4 - 12 t.ha⁻¹ suché kořenové biomasy (Velich, 1994). U následných plodin jsou prokázány vyšší a stabilnější výnosy, čímž zvyšují produktivitu osevních postupů a pozitivním způsobem ovlivňují celkovou bilanci dusíku v zemědělské výrobě (Šantrůček a kol., 2007). Předplodinová hodnota jetelovin je vysoká a dle druhu odpovídá dávce 60 –120 kg N. ha⁻¹ z minerálních hnojiv (Velich, 1994). V souvislosti s osevními postupy jsou velmi dobrými přerušovači v osevních postupech zejména pro obiloviny. Jsou vhodnými předplodinami pro většinu ozimých i jarních obilovin. Naopak jsou velmi nesnášenlivé, pokud by v osevním postupu následovala jetelovina po jetelovině. Vyžadují časový odstup po dobu pěti let a více (Smatanová a Němec, 2013).

Další významnou vlastností je vysoká pokryvnost listoví (LAI), která se na 1 m² pohybuje mezi 3 - 6 m². Vysoká plocha LAI sebou nese řadu pozitiv, ať v podobě snížení rizika eroze a ochrany půdy před vysycháním, tak v případě zapojeného porostu ve výrazném odplevelovacím účinku, který je navíc podpořen častou frekvencí sečí (Velich, 1994). Pěstování jetelovin a zejména směsí s travinami může plnit funkci dočasné konzervace půdy pro její budoucí intenzivní využití (Šantrůček a kol., 2007). V současnosti jsou využívány některé jeteloviny (zejména komonice bílá, jestřebina východní) k energetickým účelům (Petříková, 1999).

V současné době při úbytku živočišné výroby se značně snižují plochy pícejších rostlin (Graf 1). Travní porosty, ale i porosty jetelovin mají v krajině, a v souvislosti se zvyšováním půdní úrodnosti a návratu organické složky do půdy, nezaměnitelnou roli. Je potřeba si uvědomit, že se jedná o složité biologické procesy, které nelze řídit zákony tržního systému. Poměrně problematické je také semenářství, které vykazuje vysokou ekonomickou nejistotu, proto pro řadu plodin se pěstuje osivo v zahraničí, za vhodnějších podmínek, což má za následek vyšší pořizovací cenu osiva (Šantrůček a kol., 2007).

Graf. 1 Vývoj podílu jednotlivých plodin na celkové oseté ploše v ČR za daný rok (ČSÚ).



3.2 Významné druhy jetelovin pěstované v ČR

Jeteloviny můžeme dělit podle stavby kořenového krčku na trsnaté a výběžkaté. Trsnaté jeteloviny mají vzpřímené až polovzpřímené lodyhy a jsou vhodné k seči. Do této skupiny řadíme dva nejvýznamnější zástupce. Vojtěšku setou a jetel luční, ale také jetel zvrhlý a vičenec ligrus aj. Skupina výběžkatých jetelovin má polovzpřímené lodyhy, krátké výběžky nebo poléhavé lodyhy a jsou vhodné k pastvě. Mezi ně řadíme jetel plazivý, čičorku pestrou, štírovník růžkatý aj. (Skládanka, 2005). Z hlediska významnosti můžeme jeteloviny rozdělit na významné, kam řadíme zmíněnou vojtěšku setou a jetel luční, a dále na doplňkové, kam řadíme zbylé, u nás pěstované jeteloviny, které se nejvíce využívají do směsí s trávami, při specifických podmínkách prostředí, nebo k jinému než pícnímu využití (Velich, 1994).

Ve výrobní oblasti kukuřičné a řepařské je pro produkci kvalitní píce vedle kukuřice rozhodující pícninou vojtěška setá (Šantrůček a kol., 2007). Naopak v bramborářské a

podhorské výrobní oblasti na těžších půdách a stanovištích s dostatkem srážek je nejpěstovanější pícninou jetel luční (Vaněk a kol., 2016). Tabulka 1. ukazuje, že plochy jetele lučního a vojtěšky mají u nás majoritní zastoupení mezi víceletými pícninami. Zbylá plocha připadá ve větší míře na jetelovino trávy na orné půdy a také jsou zde zahrnuty případné monokultury trav. Pouze malé procento tvoří jiné jeteloviny než dvě výše uvedené (ČSÚ).

Tab. 1 Tabulka vývoje osevních ploch víceletých pícnin od roku 1980 do roku 2016.

Plodina/rok	1980	1990	1995	2000	2010	2014	2016
Víceleté pícniny celkem	563 690	505 381	464 276	417 008	181 299	168 824	183 943
Jetel luční	147 232	192 588	129 729	93 389	44 900	43 549	54 041
Vojtěška setá	135 789	155 818	137 687	102 070	65 821	57 357	60 052

3.2.1 Vojtěška setá

3.2.1.1 Vznik a původ

Do rodu vojtěška (tolice) řadíme okolo 100 druhů, v převážné většině se jedná o víceleté rostliny. Z hospodářského hlediska jsou významné tři druhy – vojtěška srpovitá (*Medicago falcata* L.), vojtěška zvrhlá (*Medicago media* R.), vojtěška setá (*Medicago sativa* L.) (Velich, 1994) a tolice dětelová (*Medicago lupulina* L.) (Šantrůček a kol., 2007). Většina českých, ale i středoevropských odrůd vojtěšky je do určité míry ovlivněna vojtěškou srpovitou, celkově však u nich převládají z 92 až 95 % znaky vojtěšky seté (Šantrůček a kol., 2007).

Historie pěstování vojtěšky sahá do raného období zemědělství, zhruba do doby 4 000 př.n.l.. Centrem původu, kde byly vypěstovány první kulturní formy, jsou stepi Blízkého východu na území dnešního Íránu a Turecka. Byla důležitou plodinou pro mnoho starověkých kultur Blízkého Východu a přibližně okolo roku 500 př. n. l. se přes Řecko dostala do Středozeří, kde byla využívána pro krmení koní při válečných taženích a pro skot k produkci mléka a masa. Římskou nadvládou se rozšířila po celé Evropě, později Španělé v 16. století rozšířili vojtěšku do jižní a následně do severní Ameriky (Putnam and Summers, 2008). V českých zemích se pěstuje od 17. století, v naší oblasti je tedy poměrně mladou pícninou a k největšímu nárůstu osetých ploch začalo docházet až začátkem 20. století (Šantrůček a kol., 2007). V současné době je celosvětově rozšířenou pícninou. V Evropě je hranicí pěstování 55 – 60 ° severní šířky. Plocha vojtěšky pěstované na světě je přes 30 milionů hektarů (Velich, 1991). Od roku 1990 je u nás setrvalý klesající trend ploch osetých vojtěškou. V roce 1990 bylo na našem území 155 818 ha monokultury vojtěšky (Tab. 1), v roce 2014 to bylo už

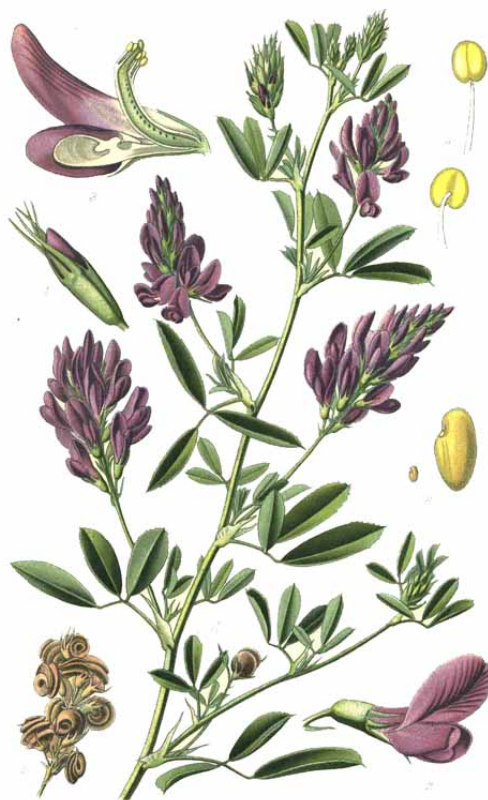
pouhých 57 357 ha, následně v roce 2016 došlo k mírnému vzestupu díky dotačnímu opatření EFA v rámci Greeningu na 60 052 ha (ČSÚ).

3.2.1.2 Popis a stavba

Vojtěška setá (Obr. 1) je vytrvalá rostlina, v závislosti na odrůdě vytváří lodyhy s 12 – 15 internodií dorůstající do výšky okolo 1 m (Velich, 1994). Lodyha je vzpřímená, lysá a tupě hranatá. Listy obvejčité trojčetné a řapíkaté, na koncích zoubkované. Na bázi listů vyrůstají čárkovitě kopinaté palisty (Deyl a Hýsek, 2001).

Květenstvím je protáhlý až kulovitý hrozen o délce 10 – 60 mm, kterých je na rostlině 25 – 250, v závislosti na rozvětvení, množství odnožených lodyh a hustotě porostu (Velich, 1994). Vojtěška je dlouhodobní rostlina (květen-srpen), kvete od bílé barvy až po sytě fialovou (Deyl a Hýsek, 2001). Květenství kvete po dobu 10 – 20 dnů a jednotlivé květy po 8 – 9 dnech vadnou a opadávají. Vojtěška patří mezi rostliny cizosprašné a v případě, že nemá dostatek opylovačů, může dojít k samosprašení (Graman, 1991). Plodem je holý, výjimečně řídce chlupatý, nepukavý lusk (Deyl a Hýsek, 2001) stočený do 2 – 4 závitů s otvorem uprostřed, ve kterém bývá 5 – 7 semen v závislosti na opylení (Deyl a Hýsek, 2001). HTS činí 1,5 – 2,4 g, tudíž v 1 kg je 450 – 550 tis. semen (Velich, 1994).

Obr. 1 Ilustrace vojtěšky seté (*Medicago sativa* L.) (Masclef, 1891).



Pl. 75. Luzerne cultivée. *Medicago sativa* L.

Vojtěška setá se vyznačuje mohutným kulovým kořenem, který u jarních výsevů dosahuje již na podzim hloubky 1,5m. Letní výsevy se vyznačují větším počtem postranních větví v orniční části (Šantrůček a kol., 2007). V dalších letech dosahují kořeny až do hloubky 5m, dle struktury, propustnosti a hloubky půdy (Velich, 1994). Kořeny vojtěšky jsou dřevnaté a poměrně dlouho se v půdě rozkládají. Celkové množství kořenné hmoty váhově dosahuje přibližně výnosu suché píce. Při vzcházení rostlin se kořenová soustava vyvíjí 4x rychleji než

nadzemní část. Z toho důvodu je již od raných stadií vývoje nenáročná na množství vláhy, protože dovede přijímat vodu z hlubších částí půdního profilu (Šantrůček a kol., 2007). Jako u ostatní bobovitých rostlin žijí na kořenech symbiotické bakterie, v případě vojtěšky je to především *Rhizobium melliloti*, které infikuje mladé kořínky a zhruba 3 – 4 týdny po zasetí se objevují první hlízky. Na pozemcích, kde nebyla vojtěška po delší dobu pěstována nebo vůbec pěstována, je potřeba očkování osiva přípravkem Rhizobin (Velich, 1994). Očkováním těsně před setím zajistíme dostatek efektivních kmenů hlízkových bakterií v blízkosti mladých kořenů rostlin (Šantrůček a kol., 2007).

Rostliny vojtěšky vytváří při vzcházení jednu hlavní lodyhu, jejíž spodní uzlina během vegetace sílí a kde se následně vytvářejí odnožovací pupeny. Tento vegetativní orgán se nazývá kořenový krček a jeho schopnost obrůstání má velký vliv na výnosovou potenci jednotlivých odrůd (Velich, 1994). S ohledem na stepní původ vojtěšky je zde vyvinutá tzv. kořenová koncentrace, při které dochází k zatahování kořenového krčku do půdy (Šantrůček a kol., 2007). Odnožovací pupeny jsou rozmístěny převážně ve vertikálním směru, proto na rozdíl od jetele vytvoří vojtěška rozvětvený, protáhlý a do půdy zahloubený krček (Velich, 1994). Každým rokem se může kořenový krček posouvat až o 1 cm hlouběji do půdy (Šantrůček a kol., 2007). Během podzimu se na kořenovém krčku vytvářejí pupeny a zkrácené zelené výhony, které slouží k přezimování (Velich, 1994).

3.2.1.3 Biologie

Porosty pěstované na píci jsou klimatickým podmínkám značně přizpůsobivé, ale jsou náročnější na půdní podmínky. Zejména na hladinu spodní vody, která by měla být nejméně 1,5 m pod povrchem, jinak kořeny zahnívají. Nejlépe prosperuje na hlubších půdách jílovitohlinitých, hlinitých až písčitohlinitých s pH 6,5 – 7,2 (Šantrůček a kol., 2007). V případě semenných porostů roste vliv klimatických podmínek (Velich, 1994). Pro tyto porosty je potřeba při mikrorajonizaci vybírat pozemky s jižní expozicí v blízkosti remízků, mezí, lučních porostů a lesů, kde se vyskytují přirození opylovači. Vzhledem k velké výnosové nejistotě z důvodu velmi specifických podmínek na světlo a kvalitní opylení se nedoporučuje z důvodu velké výnosové nejistoty pěstování v kukuřičné výrobní oblasti. V některých místech výrobní oblasti řepařské (Louny, Litoměřice, Polabí, aj.) může být pěstování semenných porostů výnosově únosné za suchého a teplého průběhu počasí a kvalitní agrotechnice (Šantrůček a kol., 2007).

Vojtěška klíčí již při teplotě 5 °C (Šantrůček a kol., 2007), ale jakmile teplota klesne pod 2 °C nebo nad teplotu 40 °C, tak se klíčení zastavuje (Putnam and Summers, 2008). Rostlinky vzchází 7-10 dnů při teplotě půdy 10-12 °C (Šantrůček a kol., 2007). Optimální teplota pro intenzivní růst v období produkce vyžaduje v našich podmínkách 25 – 30 °C (Velich, 1994). Pokles průměrných teplot v srpnu pod hranici 15 °C a v září pod 12 °C může mít negativní vliv na výnos semene (Graman, 1991). Při pěstování v oblastech s nižšími sumami teplot dochází k menšímu obrůstání a tím ke snížení počtu sečí za vegetaci (Velich, 1994). Od vzejití do plného květu vyžaduje 1200 - 1300 °C. V následujících letech by měla být celková suma teplot do 1. seče 800 - 900 °C, do 2. seče 700 – 800 °C. V případě semenných porostů je potřeba od květu do zralosti semene dalších 800 – 900 °C. Snese mrazy až -25 °C a pod sněhovou pokrývkou až do -40 °C (Šantrůček a kol., 2007), ale v průběhu letních měsíců snáší i vysoké teploty 30 – 40 °C (Velich, 1994). Počátkem jara mohou být mladé výhonky poškozeny mrazem již při teplotě 4 °C. Z hlediska potřeby světla je vojtěška náročnější plodinou. Pokud nemá v našich podmínkách více než 15 hodin slunečního svitu, obvykle nezakvétá a zpomaluje růst (Šantrůček a kol., 2007). Z hlediska vláhý vojtěšce vyhovují rovnoměrně rozdělené srážky během vegetace s ročním úhrnem okolo 600 mm (Petřík, 1987). Velmi dobře snáší sucho s výjimkou prvních deseti týdnů, kdy jsou mladé rostlinky citlivé na přísušky, a také velmi slabě vzdorují zaplevelení a nedostatku světla (Klesnil a kol., 1978).

3.2.1.4 Agrotechnika

V běžných osevních postupech zařazujeme vojtěšku po pěti a více letech a to nejčastěji po obilninách nebo směskách a mohou po ní následovat ozimy i jařiny (Šantrůček a kol., 2007). Hloubku podzimní orby volíme podle předplodiny a zrnitosti půdy, obvykle se jedná o hlubokou orbu 250 – 300 mm, popřípadě na těžších utužených půdách 400 – 600 mm (Velich, 1994). Následně na jaře provádíme smykování, s následným vláčením a v případě přítomnosti větších hrud na pozemku je potřeba půdu uválet (Šantrůček a kol., 2007).

Jeteloviny obecně odčerpávají z půdy velké množství živin, jsou zařazovány mezi poměrně skromné plodiny, protože většinu potřebného dusíku získávají fixací a mají schopnost osvojovat živiny z hlubších vrstev půdy (Vaněk a kol., 2016). Hnojení dusíkem je v ČR neúčinné a neekonomické, a to i v méně příznivých pedoklimatických podmínkách pro činnost hlízkových bakterií. Ani startovací dávka dusíku v 1. roce vegetace v dávce 25 -35 kg.ha⁻¹ nemá žádný vliv na pozdější výnosy (Šantrůček a kol., 2007). Fosfor, draslík a hořčík je potřeba do půdy zapravit včas před založením porostu, ideálně před zaorávkou předplodiny, v dávce stanovené dle rozboru půd (Vaněk a kol., 2016). Fosfor je nejlépe čerpán při pH

blízkému hodnotě 6,5 a zároveň při dostatku vápníku v půdě (Velich, 1991). Na středně zásobených půdách fosforem (46 mg P.kg^{-1} půdy) je pro optimální výnos 8 – 10 t sena potřeba dodat k předplodině 30 – 40 kg P.ha^{-1} na rok. Hladina draslíku může v sušině kolísat v širokém rozmezí 1,24 – 4,15% (Šantrůček a kol., 2007). Vysoká hodnota draslíku v sušině se projevuje zejména při pěstování na stanovištích s nízkým pH (Velich, 1991). Vojtěška odčerpá z půdy na 1 t sušiny 17 – 30 kg K, z nichž část zůstává na pozemku v podobě nesklizených zbytků a kořenů. Každoroční hnojení porostů v brzkém jarním období nemá na dobře zásobených půdách fosforem a draslíkem efekt a je neekonomické (Šantrůček a kol., 2007). Vápníkem hnojíme již k předplodině, abychom dosáhli příznivé půdní reakce i ve spodnějších vrstvách, z důvodu hlubokého kořenění vojtěšky (Velich, 1994). Důležitým faktorem z hlediska fixace vzdušného dusíku je dobrá zásoba mikroelementů v půdě, zejména molybdenu a kobaltu. V semenných porostech je důležitým mikroelementem bór, jehož nedostatek je častý na lehčích půdách (Vaněk a kol., 2016). V případě zapravení větších dávek hnojiv, bezprostředně před setím, může dojít k poškození klíčících semen (Šantrůček a kol., 2007).

Včasnou a kvalitní jarní přípravou, zajistíme vytvoření žádané drobovitě struktury a urovnání povrchu pozemků dobře zásobených vodou. Spolu s dosažením vhodné ulehlosti před setím, jsou tyto dva půdní faktory nejdůležitější pro založení hustých, kompaktních a výnosných porostů vojtěšky (Šantrůček a Svobodová, 1998). Osivo vyséváme optimálně v březnu až dubnu do hloubky 12 – 20 mm, na hlinitopísčitéch půdách 20 – 25 mm. Možný je také výsev v letním období, aby vzešla do poloviny srpna. Výnosotvornými prvky porostu vojtěšky jsou počet rostlin na jednotku plochy, počet lodyh na rostlině a jejich hmotnost. Pro vytvoření zapojeného porostu, který je schopný produkce vysokého výnosu, je potřeba, aby ze 100 semen při klíčivosti 82% vzešlo v průměru 57 rostlin. Optimální počet rostlin po prvním přezimování se na 1 m^2 pohybuje v rozmezí 150 – 240 rostlin a zároveň by se v 1. seči mělo vytvořit 1000 – 1500 lodyh na m^2 . V případě velké mezerovitosti v porostu je možný brzký dodatečný dosev (Šantrůček a kol., 2007).

Výsevek se stanovuje zejména podle způsobu založení. Dle Velicha a kol. (1994) se výsevek při založení porostu bez krycí plodiny pohybuje 6 – 7,5 mil. klíčivých semen, zhruba 12 – 15 kg osiva, při použití pícní krycí plodiny 7,5 mil. klíčivých semen. Dle Šantrůčka a kol. (2007) je to v případě porostu bez krycí plodiny 6 – 7 mil. klíčivých semen a při použití krycí plodiny 7,5 – 8 mil. klíčivých semen (Šantrůček a kol., 2007). Nevhodná je povrchová setba na široko i společná s krycí plodinou. Vhodnější je setí vojtěšky napříč řádků krycí

plodiny. Vojtěšku sejeme nejčastěji do řádků o vzdálenosti 75 – 125 – 150 mm (Velich, 1991). Případný vyšší výsevek má zpočátku kladný efekt v podobě větší konkurence pro plevel. V pozdějším vývoji ale dochází k přehuštění porostu, což má za následek slabší zakořenění a nízkou zásobu rezervních látek (Klesnil, 1965).

Dříve velmi rozšířený způsob zakládání, kdy krycí plodina byla obilovina sklízená na zrno, zejména ječmen, v dnešní době ustupuje z důvodu odlišné agrotechniky obou plodin. Jako vhodnější krycí plodina se jeví oves sklízený od sloupkování do mléčné zralosti, popřípadě směs ovsa s peluškou nebo bob s peluškou. Vhodnou krycí plodinou může být také hrách nebo jarní ječmen sklízený na silážovatelnou drť. Při založení porostu bez krycí plodiny poskytneme pro mladé rostliny větší přísun světla, a dosáhneme většího výnosu a obsahu dusíkatých látek. Nastává zde ale větší riziko zaplevelení, které je možné snížit odplevelovací sečí, popřípadě při větším výskytu plevelů sáhnout k herbicidní ochraně (Šantrůček a kol., 2007).

Porosty vojtěšky seté jsou citlivé na plevely po celou dobu svého trvání na stanovišti, ale zvláště citlivé jsou v roce založení. Největší pozornost je třeba věnovat vytrvalým plevelům jako je pcháč rolní, pýr plazivý, širokolisté šťovíky a v dalších užitkových letech škodí zejména pampeliška lékařská. Regulace plevelů ve vojtěšce není příliš častá, častější je systematická regulace plevelů v předplodině (Kazda a kol., 2010). U obrostlého porostu jetelovin v mimovegetačním období je vyšší riziko výskytu hrabošů, hlavně v letech přemnožení, které se opakují ve vlnách po 3-5 letech. Ochrana spočívá v dokonalém vyčištění pozemku od posklizňových zbytků. Lze využít také poměrně nákladnou chemickou ochranu nebo biologickou ochranu spočívající v umělém usazování dravců a sov (Šantrůček a kol., 2007).

V řepařské výrobní oblasti se běžně provádí 3 – 4 seče ročně, v bramborářské počítáme se 2 a v kukuřičné oblasti pod závlahou a dostatečné výživě můžeme počítat s 5 – 6. Pro správné přezimování je zásadní odstup mezi předposlední a poslední sečí, který by měl z důvodu nahromadění dostatečného množství zásobních látek být alespoň 8 – 9 týdnů. Důležité je takové porosty nechat mírně zakvést a to samé platí i pro 1. seč v 1. roce vegetace (Šantrůček a kol., 2007). Musí se tedy dbát nejen na maximální výnos píče, ale také zajistit i požadovanou provozní vytrvalost porostu (Velich, 1994). Výška seče má být v rozmezí 40 – 60 mm a 1. seč provádíme zpravidla v době, kdy zažloutnou spodní 2 – 3 listy. Nejvyššího výnosu cenných dusíkatých látek dosáhneme sečí ve fázi zakládání květenství (butonizace)

(Šantrůček a kol., 2007). V této fázi je zhruba stejný podíl listů a lodyh, v dalších fázích vývoje květů dochází ke žloutnutí a následnému opadu spodních listů (Hrabě, 2004). Kvalita a stravitelnost listů, které obsahují 80 % dusíkatých látek z celého objemu sklizené píce, se během vývoje květů zásadně nemění. Proto je zásadní zvolit správný termín seče, aby bylo dosaženo sklizení co největšího množství živých listů, pro získání co nejkvalitnější píce (Velich, 1994). Počátkem kvetení začíná vojtěška stárnout, při tom se snižuje se obsah stravitelných živin a začíná dřevnatění lodyh (Šantrůček a kol., 2007). Podíl sušiny vojtěškového sena by měl být více jak 85%, aby se předcházelo mikrobiální činnosti. Kvalitní vojtěškové seno by mělo v sušině obsahovat alespoň 16 % dusíkatých látek a maximálně 22 % vlákniny. Procento stravitelnosti se liší dle fáze, ve které je vojtěška sklizena, jestliže je sklizena příliš pozdě, dochází k velkému odrolu listů a zvyšuje se podíl vlákniny v podobě dřevnatých lodyh (Telieiová, 2013). Do roku 1990 se pohybovaly výnosy okolo 9 t.ha⁻¹, ale v současné době je průměrný výnos lehce nad 7 t.ha⁻¹. Výnosový potenciál vojtěšky je však podstatně vyšší a je v praxi využíván pouze z 50 – 60 %, protože v dnešní době minimalizace vstupů se pěstuje převážně extenzivnějším způsobem pěstování než jiné tržně zajímavější plodiny (Hrabě, 2004). Při zaorání produkčního porostu vojtěšky se pomalu rozkládá v celém půdním profilu a lze ji opětovně pěstovat na stejném pozemku za 2 – 3 roky v případě je-li půda dostatečně úrodná (Šantrůček a kol., 2007).

3.2.2 Jetel luční

3.2.2.1 Vznik a původ

Jetel je poměrně rozsáhlý, celosvětově rozšířený rod, čítající kolem 250 – 300 druhů (Deyl a Hýsek, 2001). Z hospodářského hlediska jsou v našich podmínkách nejvýznamnější druhy – jetel luční (*Trifolium pratense* L.), jetel plazivý (*Trifolium repens* L.), jetel zvrhlý (*Trifolium hybridum* L.), jetel inkarnát (*Trifolium incarnatum* L.), jetel zvrácený (*Trifolium resupinatum* L.) a jetel egyptský (*Trifolium alexandinum* L.) (Šantrůček a kol., 2007).

Původním místem výskytu jetele lučního (*Trifolium pratense* L.) jsou pravděpodobně břehy Středozemního moře v jihovýchodní část Euroasie. Odtud se dále rozšiřoval do západní Evropy a díky své flexibilitě se dokázal adaptovat na různé typy prostředí, od vlhkého pobřežního až po suché kontinentální. K prvnímu cílenému pěstování jetele lučního došlo zřejmě ve 13. – 14. století ve Španělsku, odkud se kulturní formy dostaly do severnějších částí Evropy. Do Ameriky byl přivezen v roce 1663 a následně se rozšířil do celého světa. V dnešní době se mimo Evropu hojně pěstuje také na vlhčích a výše položených stanovištích v jižní a severní Americe, Austrálii, Novém Zélandu, Číně a Japonsku (Taylor and

Quesenberry, 1996). V českých zemích je jetel cíleně pěstován zhruba od 17. století (Slavík, 1995). Obdobně jako u vojtěšky i v případě jetele (Tab. 1) je od roku 1990 patrný klesající trend osetých ploch, kdy v roce 2016 bylo na našem území oseto 54 041 ha jetelem lučním (před opatřením EFA v roce 2014 43 549 ha), oproti 192 588 ha v roce 1990 (ČSÚ).

3.2.2.2 Popis a stavba

Na rozdíl od vojtěšky má jetel slabší, ale více rozvětvený kořenový systém, zejména v orniční vrstvě (Šantrůček a kol., 2007), kde se nachází až 90% kořenové biomasy (Velich, 1994). Kořeny jsou méně dřevnaté, zasahují do hloubky 1,5 – 2 m a po zaorání se rychle rozkládají. Kořenový krček se vytváří při povrchu půdy a má horizontálně uložené pupeny, což má za následek možné poškození holomrazy a mechanické poškození (Šantrůček a kol., 2007) zemědělskou mechanizací, pastvou zvířat, pohybem zmrzlé půdy a okusem hrabošů (Hrabě, 2004). Z těchto důvodů dochází často k vyzimování jetele, které má za následek menší vytrvalost a výnosovou stabilitu (Šantrůček a kol., 2007).

Z kořenového krčku (Obr. 2)

vyrůstají přímé, hranaté, řídce větvené lodyhy (Deyl a Hýsek, 2001). Lodyhy jsou velmi šťavnaté, obsah vlákniny je nižší než u ostatních jetelovin (Velich, 1994) a jejich počet na jedné rostlině značně kolísá vlivem odrůdy, hustoty a staří porostu (Hrabě, 2004). Listy jsou trojčetné, zprvu střídavé a dlouze řapíkaté, ve vyšších patrech krátce řapíkaté až přisedlé. Lístky jsou celokrajné, vejčité až široce elipsovité a na líci mají výraznou bělavou nebo červenohnědou skvrnu ve tvaru půlměsíce. Palisty jsou s listy srostlé a ostře špičaté (Deyl a Hýsek, 2001).

Obr. 2 Ilustrace jetele lučního (*Trifolium pratense* L.) (Thomé, 1885)



Pl. 78. Trèfle des prés. *Trifolium pratense* L.

Jetel kvete po dobu 4 – 6 týdnů v závislosti na počasí (Šantrůček a kol., 2007). Květy jsou oboupohlavné, trubkovité, seskupené do hlávky ostatních (Velich, 1994). Barevně velmi rozmanité, od červené, přes růžovou až po bílou barvu. Hlávky jsou zesponu obepínány velkými palisty. Jedná se o rostlinu hmyzosnubnou, cizosprašnou, jejímž plodem je nepukavý jednosemenný lusk. Nejúčinněji opylují květy čmeláci, kteří za stejnou dobu opylí 3x více květů jetele než včela medonosná (Šantrůček a kol., 2007). Semeno je vejčité hladké, barvy žluté až fialové (Deyl a Hýsek, 2001). HTS se pohybuje v rozmezí 1,6 – 2,7 g v závislosti na odrůdě (Velich, 1994).

3.2.2.3 Biologie

Z biologických vlastností a požadavků na klimatické a půdní podmínky vyplývají odlišné nároky při pěstování jetele oproti vojtěšce. Na teplotu je méně náročný, ale jetelové porosty značně trpí na kolísání teplot zejména v předjaří (Šantrůček a kol., 2007). Pro klíčení semen je potřeba teplota minimálně 1 – 3 °C a fotosynteticky aktivní přestává být při teplotách pod -7 °C (Jamriška., 1998) Požadavky na vláhu jsou poměrně vysoké a proto je suchovzdornost jetele malá. Nejvhodnější lokality pro pěstování jetele jsou oblasti s vyšším úhrnem srážek (600 a více), vyšší vzdušnou vlhkostí a snesou vysokou hladinu spodní vody (Šantrůček a kol., 2007). Hlavním limitním faktorem pro vzejití rostlin je kromě teploty také dostatek půdní vláhly a vzdušná vlhkost (Hlavičková a kol., 2005). Kořeny vyžadují vlhké půdy, s menším podílem půdního vzduchu, který podporuje růst kořenů a vytrvalost (Velich, 1994). Reaguje velmi dobře na závlahu, zvláště tetraploidní odrůdy v roce výsevu při 2. a 3. seči (Šantrůček a kol., 2007).

Vyžaduje slabě kyselou půdu pH 5,5 – 6,5, jinak z hlediska nároku na půdu je méně náročný oproti vojtěšce a nachází uplatnění zejména na chudších půdách bramborářsko – ovesné výrobní oblasti s výnosově kratší vegetační dobou a nižšími teplotami, kde vykazuje prakticky stejné výnosy jako na úrodných půdách řepařské výrobní oblasti (Šantrůček a kol., 2007). Jetel luční je vhodné zařadit pro obnovu půdní úrodnosti na méně úrodných půdách, především ve vyšších polohách v bramborářsko-ovesné výrobní oblasti (Smatanová a Němec, 2013).

V současné době rozlišujeme u jetele lučního tři formy, z nichž jedna je planá (přírodní) forma, neboli jetel luční planý (*Trifolium pratense spontaneum*) a dvě formy kulturní, které jsou zastoupeny jetelem jednosečným (*Trifolium pratense serotinum*) a jetelem dvousečným (*Trifolium pratense praecox*) (Hrabě a kol., 2004, Šantrůček a kol., 2007). Planá

forma je menšího vzrůstu a běžně se vyskytuje v travních porostech. Jedinci v porostu přežívají po dobu dvou let, ale vytvářejí velké množství semen a tak za vhodných podmínek dokáží vytrvat v porostu řadu let. Planá forma je velmi tolerantní ke klimatickým podmínkám, snese sušší i vlhčí stanoviště a je ze všech forem nejranější (Velich, 1994). Jetel luční jednosečný je v našich podmínkách o 15 dnů pozdější v květu, oproti ranějšímu jetelu dvousečnému. Hlavním uplatněním této méně výnosné formy je ve vyšších polohách, kde je druhá seč jetele dvousečného nejistá (Šantrůček a kol., 2007).

České odrůdy náleží k typu ranému dvojsečnému, který se dělí dle počtu chromozomů na diploidní (2n) a tetraploidní (4n) (Šantrůček a kol., 2007). Tetraploidní odrůdy vznikly procesem polypoidizace, což znamená, že se záměrně zvýšil počet chromozomů v jádře. Tím se do jisté míry zvýší transkripce určitých genů, která má za následek vyšší metabolickou aktivitu a robustnější vzrůst rostliny (Skalická, 2005). Odstupňování pícní zralosti odrůd v sortimentu je 14 – 18 dní. Většina diploidních odrůd má podobné znaky a vynikají svou raností, přizpůsobivostí a menší náročností půdy a prostředí. Tetraploidní naopak vyžadují teplejší a vlhčí stanoviště, jsou o něco pozdější, ale vynikají vyšším výnosem píce o 12 – 20 %, mohutnějším vzrůstem, větším obsahem glycidů a větší vytrvalostí (Šantrůček a kol., 2007). Rozdíl je také ve velikosti listů a v jejich poměru šířky k délce, kdy u diploidních odrůd je tento poměr 1 : 3 a u tetraploidních 2 : 3 (Hrabě 2004). Tetraploidní odrůdy pomaleji dřevnatí a v sušině obsahují o 0,3 – 0,4 % více dusíkatých látek a zároveň mají vyšší obsah lehce rozpustných cukrů (Jamriška., 1998). Ke dni 30. 6. 2017 bylo ve Státní odrůdové knize vydávané každoročně ÚKZUZem 52 odrůd jetele. Z tohoto počtu bylo 30 odrůd diploidních a 22 tetraploidních.

3.2.2.4 Agrotechnika

Jetel v osevním postupu zařazujeme zpravidla mezi dvě obiloviny. Dle osevního postupu se po sobě pěstuje po 5 – 6 letech. Při pěstování jetelu po sobě může docházet k tzv. jetelové únavě, kdy dochází k velkému nahromadění rozkládající se jetelové hmoty z předchozího pěstování, ve které se vyskytuje mnoho chorob a škůdců. Z hlediska přípravy půdy a hnojení má obdobné nároky jako vojtěška (Šantrůček a kol., 2007). Obdobně jako vojtěška nemá rád překypřené půdy (Jamriška., 1998). Před zakládáním porostů jetele lučního provádíme středně hlubokou podzimní orbu (Velich, 1994). Hnojení se provádí podle rozboru zásoby jednotlivých prvků v půdě (Skládanka, 2005). Hnojení fosforem do zásoby je doporučeno aplikací superfosfátu v letech organického hnojení okopanin (Šantrůček a kol., 2007). Jetel nejlépe prospívá při pH 5,5 – 6,5 a vyžaduje v půdě dostatek vápníku, vhodné je

doplňovat vápník pomocí dolomitů. V semenných porostech je důležitým mikroelementem bór, jehož nedostatek je častý na lehčích půdách (Vaněk a kol., 2016).

Jetel luční sejeme do hloubky 5 – 20 mm, na sušších a lehčích půdách o něco hlouběji. Vhodnější vzdálenost řádků je spíše 75 mm než klasických 125 mm (Jamriška., 1998). Způsoby pěstování jsou obdobné jako v případě vojtěšky. Nejčastěji se využívá jetel k podsevu do krycí plodiny, neboť je tolerantní k zastínění a oblasti pěstování jetele jsou vydatnější na srážky, než je tomu v případě pěstování vojtěšky (Šantrůček a kol., 2007). Nejčastěji využívané krycí plodiny jsou oves při výsevu 30 – 80 kg.ha⁻¹, ječmen jarní při výsevu 60 – 80 kg.ha⁻¹, jehož výhodou je o 10 – 20 dní dřívější sklizeň oproti ovsu. Při založení porostu bez krycí plodiny vyséváme jetel na jaře 14 dní po jařinách, při výsevu 9 – 13 kg.ha⁻¹. Alternativou je letní výsev po ozimých směskách na přelomu července a srpna (Jamriška., 1998). Dle Hlavičkové a kol. (2005) se jeví jako nejvhodnější termín výsevu v únoru až březnu oproti klasickému výsevu v dubnu. Tento termín vykazuje nejen větší počet vzešlých rostlin, ale také rychlejší vývin vzcházejících rostlin. Jako krajně nevhodné se jeví prosincové výsevy.

V ekologicky méně příznivých podmínkách pro monokulturu jetele lučního je účelný přídavek (2 – 3 kg) vzrůstnějších odrůd jetele plazivého typu holandicum, popřípadě jetele zvrhlého. Tím dosáhneme zapojenějšího porostu s vyšším výnosem a odolnějšího vůči zaplevelení (Šantrůček a kol., 2007). Regulace plevelů v jetelu je obdobná jako v případě vojtěšky s tím, že aplikace herbicidů se mimo předplodinu aplikuje především postemergentně v podsevu obilovin pomocí herbicidů MCPA od druhého trojlístku jetele na plevele ve fázi 2 – 4 pravých listů (Kazda a kol., 2010). Podle půdně – klimatických podmínek je maximální snaha k uplatňování monokultur, které zajišťují co nejdelší využitelnost, bezplevelnost, hustotu a zapojení porostu. Za méně příznivých podmínek je možné využít jetelotravní porosty. Velkou škodu v porostech způsobují také přemnožení hraboši, kteří hlavně v podzimním a zimním období škodí okusem kořenů a listové růžice. Z hlediska semenářství způsobují velké škody larvy nosatčíka, které likvidují květy a způsobují tzv. černání hlávek (Šantrůček a kol., 2007). Mimo produkci píce, lze využít jetel luční také jako podsevová meziplodina v kukuřici nebo na zelené hnojení (Brant a kol., 2008).

Jetel luční musí do zimy vytvořit přizemní růžici s alespoň 5 pravými listky, jinak špatně přezimuje (Velich, 1994). Oproti vojtěšce je odlišná příprava porostu na přezimování, kdy je potřeba dbát na to, aby jetel nezakvetl a by byl porost před zimou velmi krátce

obrostlý. Za příznivých půdních podmínek před příchodem zimy je vhodné pozemek uválet a v případě častého kolísání teplot během zimy válení opakovat v brzkém jaře (Šantrůček a kol., 2007). Válení se provádí pro posílení kontrakce kořenového krčku a tím ke snížení nebezpečí poškození rostlin nízkými teplotami (Skládanka, 2005). Po přezimování by měla být hustota porostu okolo 200 rostlin/m², v případě vzrůstných tetraploidních odrůd v rozmezí 100 – 130 rostlin/m² (Velich, 1994).

Správná agrotechnika jetele lučního spočívá ve správném založení porostu a šetrném využívání po dobu 1 – 2 užitkových let, ve kterých poskytuje 2 – 3 produkční seče (Velich, 1994). V příznivých podmínkách je možné ponechat tetraploidní odrůdy i do třetího roku vegetace. Sklizeň píce provádíme vždy před květem a pro přímé zelené krmení již v době zakládání květních pupat. Oproti vojtěšce se lépe senážuje, ale naopak z důvodu většího obsahu vody je sušení energeticky náročnější (Šantrůček a kol., 2007). U diploidních odrůd se výnos pohybuje v rozmezí 6 – 8 t/ha a u tetraploidních odrůd 10 – 12 t/ha, přičemž potenciál je u jetele lučního až 18 t/ha (Skládanka a kol. 2011).

3.3 Choroby jetelovin

3.3.1 Virózy a bakteriózy

Virové choroby se mohou v případě vojtěšky i jetel objevit během celé vegetace. Nejčastějšími příznaky jsou barevné změny na listech (Kazda a kol., 2010) v podobě skvrnitostí, nekróz, mozaiky, popřípadě kroucení listů (Hrabě 2004). Nejrozšířenější virovým patogenem jetele je virus žluté mozaiky fazolu (Bean yellow mosaic virus - BYMV), který byl v České republice determinován na různých stanovištích u 75 – 94 % vzorků rostlin s příznaky virové infekce (Nedělník a Pokorný, 2005). Žlutozelené odbarvování listů, mozaika a mírné zkadeření čepelí je součástí komplexu příznaků na jeteli, jenž mohou vyvolat i viry jiných druhů (Vaverka, 1995), kterými mohou být například: vrcholové nekrózy hrachu (Pea top necrosis virus – PTNV), virus žilkové mozaiky jetele lučního (Red Clover vein mosaic virus – RCVMV) a virus mozaiky jetele plazivého (White clover mosaic virus – WCMV) (Hrabě 2004). Jedním z nejškodlivějších virových patogenů je virus mozaiky vojtěšky. Jedná se o polyfágní druh, který napadá celou řadu hostitelů z různých čeledí (Nedělník a Pokorný, 2005). Mimo vojtěšky může způsobovat ztráty na výnosu jetele, hrachu, brambor, tabáku, paprik, rajčat a celeru (Šutič et al., 1999). Projevuje se zjara viditelnou žlutozelenou mozaikou a působí negativně na symbiotický aparát, čímž při vyšším napadení může výrazně ovlivnit výnos (Nedělník a Pokorný, 2005).

K přenosu virových patogenů dochází nejčastěji pomocí vektorů, zejména mšic (Hrabě 2004). Virové choroby patří k činitelům negativně ovlivňujícím výnos zelené hmoty a semen. Napadené rostliny jsou často retardovány v růstu a vytvářejí méně hlávek, snižuje se vytrvalost porostu a dochází k předčasnému úhynu napadených rostlin (Nedělník a Pokorný, 2005). Z důvodu neexistující chemické ochrany spočívá ochrana pouze ve šlechtění na odolnost proti virovým chorobám (Hrabě 2004). Od roku 2005 je v České republice registrována odrůda Rezista se zvýšenou hladinou rezistence vůči virovým patogenům (Nedělník a Pokorný, 2005).

Bakteriózy jetelovin nejsou z produkčního hlediska významné. Za zmínku stojí pouze bakterie *Clavibacter michiganensis* subs. *insidiosus*, která se může podílet na vadnutí vojtěšky spolu s houbovými patogeny (Cagáň a kol., 2010). Onemocnění je snadno zaměnitelné s verticiliovým vadnutím, jejímž původcem je houba *Verticillium albo-atrum* a často dochází k současnému napadení oběma patogeny. Typickým znakem je zakrslost napadených rostlin, ale na dostatečně zásobených půdách se nemusí tento příznak vůbec projevit. Rozdíly bývají také patrné na listech, kdy lístky jsou drobné, zúžené, žloutnou od krajů a postižené jsou všechny listy na rostlině, kdežto v případě verticiliového vadnutí začínají listy žloutnout od báze k vrcholu. Rozdíl je také ve směřování napadených lístků, kdy u bakteriálního onemocnění jsou lístky nepřirozeně vzhůru postavené a v případě houbového napadení schlíple ohnuté dolů. Napadená místa jsou na průřezu kořenu žluté až světle hnědé a jsou viditelná v celé délce kořenu i postranních větví (Kůdela, 1978).

3.3.2 Houbové choroby jetele

Jetel luční je během vzcházení napadán nejčastěji houbami rodu *Pythium* a *Fusarium*. K padání klíčících rostlin dochází převážně za nevhodných pěstebních podmínek, zejména na přemokřených pozemcích a při nevyrovnané výživě. Ochranou je zejména výběr vhodné lokality, kvalitního mořeného osiva a dodržení základních pěstitelských zásad (Nedělník a Pokorný, 2005).

V současné době jsou choroby kořenového systému hlavním limitujícím faktorem při pěstování jetele lučního. Do tohoto komplexu houbových patogenů můžeme zařadit *Sclerotinia trifoliorum* původce bílé hniloby jetele a původce hnilob kořenové soustavy, především *Fusarium avenaceum*, *Fusarium culmorum*, *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* (Nedělník a Pokorný, 2005) a dále houby rodu *Rhizoctonia* (Kazda a kol., 2010). Obě choroby způsobují hnití kořene a kořenových krčků během zimy a napadené rostliny na

jaře neobrážejí. Kořenový krček je zčernalý, uhnílý a na průřezu jsou přítomna sklerocia v podobě černých tělísek o velikosti 15 mm (Vaverka, 1995). Při invazivním způsobu šíření decimuje tato choroba napadené porosty již v roce založení (Nedělník a Pokorný, 2005), vliv na výnos však mají obvykle až ve druhém roce vegetace. K největším hospodářským ztrátám dochází na porostech mechanicky poškozených, silně poškozených hraboši nebo vlivem stresu způsobeného mrazy či výživovými nedostatky (Kazda a kol., 2010). Přímá možnost ochrany je obtížná a jejím základem je výběr vhodných lokalit a agrotechnických zásahů. Významným faktorem je výběr vhodných odrůd (Nedělník a Pokorný, 2005).

Velmi podobné a často zaměnitelné příznaky s krčkovými hnilobami má antraknóza (spála) jetele, jejímž původci jsou *Kabatiella caulivora* a *Colletotrichum* spp.. V případě hnilob dochází k černému až černohnědému zabarvení kořenového krčku, při antraknóze jsou postižená místa z počátku světlejší a mají rezavou barvu (Kazda a kol., 2010). Příznaky napadení jsou i na nadzemní části rostlin, v podobě nekrotických skvrn mezi listovou nervaturou, které způsobuje výhradně *Colletotrichum* spp. (Vaverka, 1995). Nejnápadněji se choroba projevuje na stoncích a řapících, kde se vytváří zpočátku malé, protáhlé tmavé skvrny se světlejším středem, které se rychle zvětšují a vytváří pruhy. S postupem odumírání pletiv dochází uvnitř skvrny k propadání, orgán nad skvrnou vadne a usychá, později se láme a odpadá (Nedělník a Pokorný, 2005). Napadené rostliny se v porostu obvykle objevují v hnízdech a to zejména za teplého a zároveň deštivého léta. Na podzim nebo v průběhu jara napadené rostliny odumírají (Kazda a kol., 2010). Při silnějším výskytu byly zaznamenány i 50 % ztráty na výnosech. Patogen je přenášen osivem, proto je účinným ochranným opatřením fungicidní moření osiva (Nedělník a Pokorný, 2005).

Koncem jara a v průběhu léta může docházet k napadení plísní *Peronospora trifoliorum*. V pozdním létě a na podzim dochází často k napadení padlím *Erysiphe trifolii* (Kazda a kol., 2010). Typickými symptomy v průběhu vegetace jsou bělavé moučnaté povlaky listových čepelí (Nedělník a Pokorný, 2005). Tento bílý povlak je nepohlavním stádiem houby. V pozdějších fázích se povlak zbarvuje přes šedohnědou až po hnědofialovou a napadená tkáň následně odumírá (Cagaň a kol., 2010). Patogen se šíří především v teplém a suchém počasí letních měsíců. Při delší periodě napadení dochází k redukci výnosu především u semenných sečí, ke snížení vytrvalosti a schopnosti rostlin přezimovat. Náchylnější k napadení jsou tetraploidní odrůdy zřejmě díky histologické struktuře epidermis, listového parenchymu a složení epikutikulárních vosků (Nedělník a Pokorný, 2005). Narušení pletiv rostliny padlím umožňuje sekundární napadení dalšími patogeny. Silně napadená píce může

obsahovat antinutriční látky, zejména kyanogenní glykosidy, které mohou vyvolat řadu zdravotních problémů (Hrabě, 2004). Možnosti ochrany spočívají především v dodržování zásad správné agrotechnické praxe včetně úklidu posklizňových zbytků, na kterých houba přežívá do dalšího roku. Pro přímou ochranu semenných porostů byla doporučena aplikace některých fungicidů typu Bayleton (Nedělník a Pokorný, 2005).

Hospodářsky významnou je také skupina hub způsobujících listové skvrnitosti na jeteli. Do této skupiny řadíme jarní černou skvrnitost jetele, jejímž původcem je *Phoma pinodella* a vyskytuje se v brzkém jaře. Při této chorobě se vytvářejí na čepelích listů drobné skvrny, které se často slévají a způsobují vadnutí a opad listů. V průběhu léta a na podzim se mohou na listech objevovat drobné okrouhlé skvrny s nepravidelným ozubeným okrajem, které jsou příznakem obecné skvrnitosti jetele, způsobené houbou *Pseudopeziza trifolii* (Nedělník a Pokorný, 2005). Napadené listy následně vadnou, žloutnou a zasychají (Kazda a kol., 2010). Za zmínku stojí ještě rzivosti jetele, jejímž původcem je houba *Uromyces trifolii*. Jedná se o jednobytnou rez s typickými kupkami uredospor a teleutospor. Pletiva v místě infekce žloutnou a zasychají (Nedělník a Pokorný, 2005).

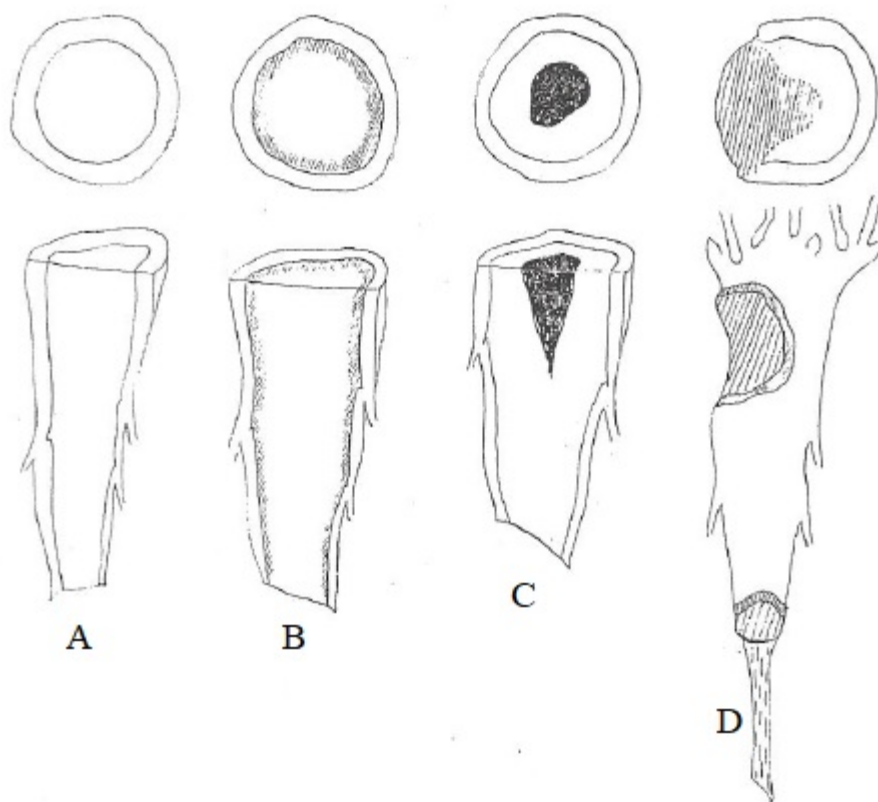
3.3.3 Houbové choroby vojtěšky

Obdobně jako pro jetel luční i pro vojtěšku, platí, že je napadána širokým spektrem patogenů, z nichž ovšem ekonomický význam mají jen někteří (Nedělník a Pokorný, 2005). Padání klíčnicích rostlin je během vzházení vojtěšky způsobeno napadením komplexem půdních organismů, nejčastěji rodů *Pythium* a *Phytophthora* (Kazda a kol., 2010). Také se na vojtěšce objevují listové skvrnitosti, které mohou negativně ovlivnit výnos a vést k úhynu napadených rostlin. Z této skupiny chorob, projevujících se na nadzemní části rostlin, je nejčastější obecná skvrnitost vojtěšky, která je vyvolaná houbou *Pseudopeziza medicaginis* (Nedělník a Pokorný, 2005). Běžně se vyskytuje na porostech v průběhu podzimu (Kazda a kol., 2010). Příznakem jsou malé, kulaté, tmavě hnědé, zubatě lemované, nesplyvající skvrny. Napadené listy žloutnou a opadávají. Tato rozsáhlá defoliace snižuje vedle výnosu i kvalitu sklizené píce a také vitalitu rostlin, Typická je zejména pro období s vysokou vzdušnou vlhkostí. Naopak během sušších a teplejších let se může objevit v porostu *Leptotrochila medicaginis*, způsobující žlutou skvrnitost vojtěšky. Jejimi příznaky jsou zpočátku malé chlorotické skvrny na čepelích listů, které mohou splývat a vytvářet nekrózy podél nervatury (Nedělník a Pokorný, 2005). Ojedinele se setkáváme s jarní černou skvrnitostí vojtěšky, způsobené napadením houbou *Phoma medicaginis*, která se projevuje skvrnami na listech a černáním stonků, popřípadě se můžeme setkat s padlím *Erysiphe polygoni* (Kazda a kol.,

2010). V letech s častými dešti se mohou objevit na listech vojtěšky žluté skvrny, které postupně hnědnou a listy opadávají. Na spodní straně listů se objevuje šedavý povlak konidioforů, kterými se šíří houba *Peronospora trifoliorum* f.sp. *medicaginis-sativae*, způsobující plíseň vojtěšky (Nedělník a Pokorný, 2005).

Největší hospodářský dopad na porosty vojtěšky mají choroby kořene a kořenového krčku (Obr. 3). Do této skupiny chorob řadíme cévní vadnutí vojtěšky, tmavé nekrózy krčku a kořene, korovou nekrózu krčku a kořene a vzácně se může objevovat také rhizktoniová hniloba (Kůdela, 1970, Kůdela, 1978).

Obr. 3 Schematické znázornění symptomů onemocnění nejčastěji se vyskytujících na kořenech vojtěšky. A – zdravý kořen, B – cévní vadnutí, C – tmavá nekróza krčku a kořene, D – korová nekróza krčku a kořene (Kůdela, 1970).



Při tmavé nekróze kořenového krčku a kořene je na průřezu kořenem vidět kruhovitá tmavohnědá až černá skvrna uprostřed xylému. Někdy zasahuje až k obvodové části dřevního válce a tak zůstává zdravý jen úzký prsteneček xylému po obvodu. Na podélném průřezu má skvrna směrem do půdy zužující se klínovitý tvar. Povrch kořene bývá obvykle nepoškozen, naopak korová nekróza krčku a kořene je patrná na povrchu kořene v podobě hnědých až

tmavohnědých skvrn, někdy s tmavším okrajem. Nekróza se omezuje na korová pletiva, ale někdy se šíří i do dřevní části, až do vodivých pletiv. Vzácněji se vyskytuje rhizktoniová hniloba, kterou lze rozpoznat podle hustého fialového mycelia na kořenovém krčku a na bázi stonků. Cévní vadnutí se od poloviny padesátých let 20. století se stalo nejvýznamnější chorobou vojtěšky u nás a prakticky v celé Evropě (Kůdela, 1978). Podle průzkumu rozšíření cévního vadnutí provedené v ČSSR v letech 1969 – 1971, bylo na začátku 2. užitkového roku v průměru 42,99 % rostlin bez symptomů, 40,10 % s počátečními symptomy a zbylých 9,17 % s příznaky středního až silného stupně onemocnění (Kůdela, 1972). K podobným výsledkům došel i Šantrůček (1989), s tím že při tomto pokusu byly zahnuty také různé termíny výsevu, kdy bylo zjištěno, že při letním výsevu bylo následný rok napadených přes 75 % rostlin dle odrůdy. Zvýšené procento napadených rostlin bylo také ve variantě, kde se ošetřoval porost napříč výsevu, zde bylo napadeno 57,2 % rostlin. Při pokusu Kůdely (1974), kdy byl sledován stupeň napadení u 10 odrůd od zasetí do třetího užitkového roku, bylo zjištěno, že v prvním užitkovém roce bylo napadeno 9,35 %, ve druhém už 47,05 % a ve třetím dokonce 90,18 %.

Onemocnění se projevuje v průběhu léta, jen výjimečně v prvním roce vegetace. Původcem choroby je *Fusarium oxysporum* f. sp. *medicaginis* (Kazda a kol., 2010), *Fusarium solani* (Kůdela 1969), *Verticillium albo-atrum* a výše zmíněná bakterie *Clavibacter michiganensis* subs. *insidiosus*. Při tomto onemocnění dochází k vadnutí, žloutnutí a odumírání stonků (Kazda a kol., 2010). Škodlivost onemocnění spočívá v předčasném prořídnutí porostu a prudký pokles výnosů, zejména při 2. a 3. seči ve druhém užitkovém roce, ale již v prvním roce bývá až třetina rostlin napadena bez viditelných symptomů. Onemocnění je pozvolné, od napadení k odumření uplyne zpravidla jeden rok (Kůdela, 1970). Dle Kůdely (1969) je u nás nejčastějším původcem cévního vadnutí *C. michiganensis* subs. *insidiosus* a *V. albo-atrum*. Výskyt *F. oxysporum* f. sp. *medicaginis*, popřípadě *F. solani* je častý, ale nepřisuzuje se mu takový význam jako u dvou výše jmenovaných (Kůdela, 1978). *F. oxysporum* je celosvětově rozšířený patogen, vyskytující se v mnoha specializovaných formách a kromě vojtěšky napadá také hrách, cizrnu nebo rajče (Rubiales et al., 2015). Častý výskyt potvrdil Hakl et al. (2017), kdy byl na konci tříletého pokusu zjištěn poměr napadení *Fusarium spp.* : *Verticillium spp.* v porostu vojtěšky 63 : 37. Dalším pokusem zabývajícím se napadením vojtěšky patogeny cévního vadnutí provedl Tesař (1992) na 16 lokalitách (Jižní Morava a Slovensko), při kterém bylo zjištěno, že 50,6 % napadení je způsobeno *Fusarium*

spp., 46,99 % *V. albo-atrum* a pouze 2,41 % je způsobeno bakterií *C. michiganensis* subs. *insidiosus* (2,41 %).

Symptomy onemocnění se často objevují jen na několika stoncích a jiné stonky na rostlině jsou bez příznaků. Typické vadnutí je vidět pouze za suchých a teplých letních dnů. K zakrslosti dochází méně často než při napadení *C. michiganensis* subs. *insidiosus*. Na bázi odumírajících a odumřelých stonků, se mohou objevovat šedé povlaky konidioforů, později zde vzniká tmavé mycelium. Lístky blednou a žloutnou od hlavních a postranních žilek, postupně od báze stonku k vrcholu. Na průřezu kořenu jsou viditelné hnědé až tmavohnědé segmenty, prstenec po obvodu nebo skvrny uvnitř dřevního válce, uspořádané do kruhu. Zbarvení xylému je oproti bakteriálnímu napadení pouze v kořenovém krčku, směrem do kořene nezasahuje (Kůdela, 1978). Napadení rostliny patogeny cévního vadnutí je soustředěno především na cévy a tracheje xylému. Přítomnost parazita se projevuje narušením fyziologických procesů (Kůdela, 1970), z důvodu ucpávání cévních svazků. Hlavním zdrojem nákazy je půda a osivo, dále k primárnímu napadení napomáhají hád'átka (Kazda a kol., 2010).

V mladších porostech jsou napadené rostliny nepravidelně rozmístěny po celém pozemku, později tvoří kruhovitá nebo elipsovité ohniska, z nichž vojtěška postupně vymizí a uvolní plochu plevelným rostlinám, nejčastěji smetánce lékařské (*Taraxacum officinale* Web.). Hostiteli *V. albo-atrum* patogenního pro vojtěšku mohou být četné plevelné druhy. Byly zaznamenány případy silného výskytu na několika druzích plevelů, bez zřetelných vnějších symptomů onemocnění – jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata* L.), pryskyřník prudký (*Ranunculus arcis* L.), smetánka lékařská (*Taraxacum officinale* Web.). U jiných plevelů se neprojevuje napadení vnějšími symptomy na nadzemních orgánech, ale na průřezu se objevovaly zhnědlé cévní svazky – kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris* L.), jitrocel větší (*Plantago major* L.) (Kůdela, 1978).

3.4 Možnosti ochrany proti cévnímu vadnutí vojtěšky

3.4.1 Agrotechnika

Velká část chorob jetelovin je dispoziční, tzn., že se objevují při nekvalitní agrotechnice, výsevu nekvalitního osiva nebo za výrazně nepříznivého průběhu počasí, zejména za nízkých teplot a přemokřené půdy (Kazda a kol., 2010). Veškeré mechanické poškození rostlinných pletiv vojtěšky, způsobené přejezdy, sečí, nevhodnou kultivací porostů, poškozením mrazem, hád'átky a hmyzem přispívá k rozšíření mikrobiálních chorob kořenů a

kořenových krčků. Samotné zhutnění půdy po přejezdu mechanizačních prostředků se podílí na snižování výnosu píce ve třetím roce vegetace vojtěšky až o 15 – 30 % (Rotrekl a Babinec, 2006). Z toho důvodu jsou nepřímá ochranná opatření v porostech vojtěšky důležitým faktorem ovlivňující vytrvalost porostů. Zejména správná agrotechnika, maximální omezení vjezdů na porost, při kterém dochází k porušení kořenových krčků (Kazda a kol., 2010).

Intenzivní využívání porostů zvyšuje škodlivost cévního vadnutí. Každá seč je příležitostí k šíření původců cévního vadnutí v porostu, z nemocných rostlin na zdravé. Při intenzivním využívání porostu častými sečemi je průběh onemocnění rychlejší, odumírání rostlin a řídnutí porostu dřívější (Chloupek a Kúdela, 1980). Původci cévního vadnutí jsou přítomni v nemocných rostlinách uvnitř vodivých pletiv. *V. albo-atrum* proniká po odumření stonku na povrch rostliny v podobě konidioforu a konidií. Při seči vojtěšky jsou uvolňovány patogenní konidie z infikovaných rostlin a přenášeny žacím ústrojím na další rostliny přes čerstvé řezné rány na stoncích (Kúdela, 1978). Při výskytu choroby v porostu je potřeba zajistit, aby byl takový porost sečen jako poslední a nedocházelo tak k šíření patogenů na další porosty (Kúdela, 1978, Kazda a kol., 2010). Kúdela (1978) také uvádí možnost dezinfekce žacího ústrojí pomocí formaldehydu, která je však v praxi těžko realizovatelná a ani není příliš účinná.

Nepříznivě působí také dříve často používané vláčení a to zejména opožděné vláčení a vláčení za mokra. Zde dochází k poškození kořenových krčků a k olamování obrůstajících pupenů, které má za následek snížení výnosů. Pokud se vláčení provádí, tak se používá pojezdová rychlost do 4 km/hod, aby se zabránilo skákavému pohybu bran, který způsobuje velké mechanické škody v porostu. Vláčení navíc podobně jako seč napomáhá k šíření chorob v porostu, proto pro něj platí stejná opatření jako v případě seče (Velich, 1991). Vláčení vojtěškových porostů, které je opodstatněné z hlediska kypření odnožovací zóny kořenového krčku a odplevelováním porostu, má však za následek 1,3 – 2 x zvýšený podíl napadených rostlin chorobami kořenů. Snižuje se také počet lodyh o 3 – 18 % oproti nevláčeným pozemkům. Proto se doporučuje, aby se nevláčely husté, dostatečně zapojené a nezaplevelené porosty. Pro každodenní sklizeň zelené píce je vhodné využívat porosty v posledním roce vegetace, z důvodu negativního vlivu velkého množství přejezdů do budoucích vegetačních období u mladších porostů. Vhodné je, aby technika co nejméně jezdila přes porost kolmo na řádky a používaly se dvojmontáže, popřípadě nízkotlaké pneumatiky (Šantrůček a kol., 2007).

Z metod nepřímé (preventivní) ochrany lze vedle správných agrotechnických zásahů uvést také optimální pH půdy, vyváženou výživu, nákup zdravého osiva a výběr odolnějších odrůd (Hakl a kol., 2004). Dodržováním zásady pěstování vojtěšky na vyvápňených půdách, je možné snížit rozsah škodlivosti cévního vadnutí. Úpravou pH půdy na neutrální reakci vápněním lze redukovat četnost napadených rostlin a oddálit nebo zmírnit projev onemocnění na nadzemních orgánech. Perspektivním způsobem ochrany zůstává šlechtění na odolnost, protože samotným vápněním nelze vyloučit značné ztráty na výnosech, pokud dojde k napadení náchylných odrůd k cévnímu vadnutí (Kůdela, 1978). Důležitý je výběr kvalitního osiva, neboť patogeny nejen cévního vadnutí mohou být na povrchu osiva, ale i uvnitř semene (Hakl a kol., 2004).

3.4.2 Šlechtění

Hlavní šlechtitelské cíle na období příštích deset let orientovány zejména na lepší opylení, nasazení lusků, počet semen a HTS, vedoucí ke zlepšení výnosu semene. Dalším cílem je zvýšení výnosu píce a její kvality (Šantrůček a kol., 2007), zvýšením obsahu bílkovin, nižšímu obsahu hemolytických saponinů, popřípadě vyšší symbiotickou fixací vzdušného dusíku. Z hlediska podmínek prostředí je vzhledem k neustálým klimatickým změnám je významné šlechtění nejen na vytrvalost, ale i na vyšší suchovzdornost a mrazuvzdornost, také na schopnost snášet nižší pH a na toleranci k vyšší koncentraci hliníkových iontů. Velmi žádoucí je zmíněné zvýšení provozní vytrvalosti, které lze dosáhnout zejména šlechtěním na větší odolnost k patogenům cévního vadnutí (Nedělník a Vorlíček, 2008).

Při šlechtění vojtěšky na rezistenci proti chorobám znesnadňuje genetickou analýzu, autotetraploidita a převažující cizospašnost heterogenní populace. Z toho důvodu patří vojtěška k obtížně analyzovatelným rostlinám. Mimo klasické kombinační křížení, byla v roce 1990 povolena první odrůda na bázi syntetické populace, jejíž výhodou je genetická stabilita a zaručený přenos specifických vlastností (Šantrůček a kol., 2007). Šlechtění na odolnost proti cévnímu vadnutí se stalo důležitou součástí šlechtitelské práce, a nejen pro značnou škodlivost v produkčních porostech, ale i proto, že choroba znesnadňuje nebo dokonce znemožňuje uplatnění novošlechtění. Důvodem je předčasný úhyn klonů s vyhovujícími vlastnostmi, zejména při šlechtění metodou polycross a při tvorbě syntetických populací (Kůdela, 1978). Oproti tomu jetel luční je daleko prošlechtěnější (Šantrůček a kol., 2007). Jelikož význam virových chorob u jetele je daleko vyšší než v případě vojtěšky a není známa komerčně využitelná chemická ochrana, pozornost se zaměřuje na šlechtění na rezistenci

(Nedělník a Pokorný, 2005). Zvýšená odolnost nových odrůd není pouze proti virům, ale také na spálu jetele, krčkové a kořenové hniloby a padlí rdesnovité (Šantrůček a kol., 2007). U krčkových a kořenových hnilob jetele se s postupujícím šlechtěním nových odrůd a zlepšenou technologií pěstování podařilo do určité míry vliv tohoto patogenu eliminovat, i když zatím není, s výjimkou odrůdy Tábor, u žádné české odrůdy deklarována geneticky fixovaná rezistence patogenům (Nedělník a Pokorný, 2005).

Možností ochrany proti cévnímu vadnutí vojtěšky je volba vhodné odrůdy, především Zuzana a Morava, s deklarovanou vyšší úrovní rezistence k původcům cévního vadnutí (Nedělník a Pokorný, 2005). Z pokusu Mašková a kol. (2009) byly u našich domácích odrůd zjištěny významné rozdíly v odolnosti proti chorobám kořenového systému. Z experimentu se jako odrůdy s nadprůměrnou odolností osvědčily odrůdy Tereza, Litava a Oslava. Odolnost odrůd vojtěšky vůči patogenům cévního vadnutí je důležitou vlastností, která musí být sledována u všech nově šlechtěných materiálů. Samotná odolnost odrůdy není však předpokladem pro zdravé porosty. Velký vliv na výskyt chorob kořene a kořenového krčku má správný výběr stanoviště a správná péče o porosty, tyto faktory se významnou měrou podílí na zdravotním stavu porostu a tím i jeho vytrvalosti (Hakl a kol., 2004).

3.4.3 *Pythium oligandrum*

Rod *Pythium* řadíme v současné systematice do říše *Chromalveolata*, kmen *Peronosporomycota*, neboli řasovky, dříve známe jako *Oomycota* (biolib). Do rodu *Pythium* náleží okolo 130 druhů, žijících na různých stanovištích (Le'vesque and de Cock, 2004). Někteří členové tohoto rodu jsou saprofyté a velká část rodu *Pythium* jsou patogeny celé řady organismů včetně řas, ryb a hmyzu (Van der Plaats-Niterink, 1981). V zemědělství jsou zástupci toho rodu a jeho blízcí příbuzní známý především jako původci houbových chorob (Benhamou et al., 2012). Příkladem lze uvést, že v případě jetelovin způsobují zástupci rodu *Pythium* padání klíčících rostlin, dále lze jmenovat *Pythium ultimum* podílející se na spále cukrové řepy (Kazda a kol., 2010). Do tohoto rodu však nenáleží pouze škodlivé organismy, ale v polovině 20. století bylo zjištěno, že někteří zástupci mají naopak příznivý vliv na růst rostlin (Drechsler, 1943).

Pythium oligandrum (PO) je v půdě běžně vyskytující se půdní mikroorganismus. V 1 g půdy můžeme nalézt 4 – 20 životaschopných oomycet (Mencl, 2001). Oproti jiným zástupcům rodu však parazituje na patogenních plísních. PO není jediným mykoparazitickým druhem rodu *Pythium* (Benhamou et al., 2012). Foley and Deacon (1985) objevili tuto

vlastnost u *P. mycoparasiticum*, dále Lodha and Webster (1990) vypožorovali mykopazitismus u *P. acantophoron* a také turecký tým vědců Karaca et al. (2008) u *P. lycopersicum*. PO bylo popsáno v roce 1930 americkým vědcem Charlesem Drechslerem, který ho izoloval z kořene hrachu a domníval se, že se jedná o patogenní organismus. Až roku 1943 zjistil, že se jedná o mykoparazitický organismus (Whipps et al., 1989). V roce 1972 český vědec doc. ing. Dáša Veselý, DrSc. působící v té době ve výzkumném ústavu řepářském v Semčicích náhodně izoloval kmen PO při výzkumu, který se zabýval ochranou proti padání klíčnic rostlin. V průběhu let zdokonalil kultivaci tohoto kmene a odešel z výzkumné sféry do soukromé, kde začal pracovat ve firmě BIOPREPARÁTY S.R.O. (interview s doc. Veselým). Tato firma v dnešní době prodává přípravek na bázi tohoto kmene PO pod obchodním názvem POLYVERSUM (Mencel, 2001). *Pythium oligandrum* není prospěšné pro rostliny pouze z hlediska mykoparazitického způsobu obživy, ale jeho přítomnost má na rostliny vliv z hlediska indukované rezistence (Benhamou, 2009) a také produkuje fytohormony, podporující růst (Helman et al., 2011, Hermosa et al., 2012).

Neparazituje pouze na houbových organismech téhož řádu, ale i na organismech jiných řádů, při využití různých mechanismů. Jedním z mechanismů působení, je přímý mykoparazitismus (Benhamou et al., 1997, 1999). Jestliže se v blízkosti PO objeví potencionální potrava, začne svou oběť obtáčet pomocí hyf, které následně začnou s produkcí hydrolytických enzymů potřebných k rozkladu buněčné stěny (Picard et al. 2000a, Takenaka et al., 2003). Degradaci buněčné stěny se nejen usnadní přístup, do intracelulárního prostoru, ale také tím získají energii v podobě sacharidů. Působením PO dochází k destrukci buněčné stěny a po té co získá všechny využitelné látky, zůstává z parazitovaných těl pouze prázdný obal, ve kterém se často usidluje, dokud se v jeho blízkosti neobjeví nová oběť (Benhamou et al., 1999). Přímý mykoparazitismus využívá například v interakci s původcem fusariového vadnutí, *Fusarium oxysporum*, dále na polyfágního patogena, *Phytophthora parasitica* (Picard et al., 2000b) nebo na výše zmíněném původci spály cukrové řepy, *Pythium ultimum* (Benhamou et al., 1997, 1999).

Dalším mechanismem, kterým *P. oligandrum* hubí ostatní houbové organismy je alelopatie. Jedná se o antagonistický vztah, při kterém jeden organismus působí pomocí toxických sekundárních metabolitů na druhý (Braniš, 2004). Alelopaticky působí PO například na původce fytoftorové kořenové hniloby, *Phytophthora megasperma* (Benhamou et al., 1999). Třetím mechanismem, kterým bojuje PO s ostatními houbovými organismy je kompetice živin (Martin and Hancock, 1987), protože pro kolonizaci a přetrvávání v

rhizosféře rostlin se oomycety musí přizpůsobit nejen abiotickým faktorům, jako jsou fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, ale zároveň s biotickými faktory v podobě konkurenčního boje s ostatními půdními mikroorganismy (Gerbore et al., 2014). Z novějších výzkumů, ale vyplývá, že jeho konkurenceschopnost je daleko nižší oproti jiným půdním mikroorganismům, jako jsou houby rodu *Trichoderma*, popřípadě neparazitické druhy *Fusarium*. Proto si vyvinulo jiný mechanismus, kterým dokáže redukovat konkurenty v boji o živiny a životní prostor a tím je vyvolání indukované rezistence rostlin (Alabouvette et al., 2009, Benitez et al., 2004, Takenaka et al., 2008).

Indukovaná rezistence je jednou ze strategií, kterou se rostliny přirozeně brání vůči napadení patogeny a PO dokáže při své kolonizaci rhizosféry rostlin tento obranný mechanismus v rostlině vyvolat. Rostliny tak imobilizují svůj ochranný systém, vytvářejí v pletivech morfologické a biochemické bariéry a tím inhibují růst a vývoj patogenních organismů (Benhamou et al., 1997, Le Floch et al., 2003, Takenaka et al., 2003, Yedidia et al. 1999). Jedním z elicitorů které PO vytváří je oligandrin, což je bílkovina složená zhruba ze 100 aminokyselin, největším zastoupením serinu a treoninu (Picard et al., 2000a). Tento elicitor je svým složením velmi blízký elicitorům příbuzných patogenních organismů, ale na rozdíl od nich nevyvolává v rostlině hypersenzitivní nekrózy, ale naopak indukuje tvorbu fytohormonů (Wang et al., 2011). Jeho přítomnost vyvolává v rostlinách přirozenou rezistenci proti foliárním houbovým chorobám. Aktivně pomocí přirozených biochemických mechanismů potlačuje růst a vývoj chorob a při tom morfologicky mění strukturu listových pletiv, zesílením buněčných stěn a zmenšením mezibuněčných prostorů (Picard et al., 2000a). Dalšími elicitory, které PO produkuje, jsou bílkoviny CWPF (The cell-wall protein fiction) mezi které řadíme tři elicitory: POD - 1, POD - 2 a POS - 1 (Trillas et al., 2009). Stimulují rostliny zejména k produkci chitináz, které se podílejí na hydrolýze buněčných stěn patogenních hub (Zamir and Ye-Yan., 1993), dále fenylypropanoidů, které mají v rostlinách funkci stresového hormonu a mobilizují obranyschopnost rostlin (Adámková a kol., 2006). Tyto elicitory indukují odolnost např. proti kořenomorce bramborové na cukrové řepě, jejímž původcem je *Rhizoctonia solani*, aktivací L-fenylalaninamoniumlyázy (PAL), chitinázy a fenylypropanoidů (Trillas et al., 2009).

Z dalších výzkumů vyplývá, že PO má také vliv na produkci fytohormonů kyseliny salicylové, jasmonové a etylenu (Wang et al., 2011). Etylen je důležitá součást mechanismu pro tvorbu nekrotických lokálních lézí, zabraňujících šíření choroby a také indukuje systémovou rezistenci proti širokému spektru patogenů (de Laat and van Loon, 1983, Ohtsubo

et al., 1999). Vyvoláním indukované rezistence, při kterém rostliny tvoří fytohormony, dochází k potlačení nejen houbových chorob, ale i bakteriálních patogenů. Tuto skutečnost potvrdil například Butt and Copping (2000), při pokusu na rajčatech, kdy došlo k potlačení infekce hnědé hniloby bramboru způsobené bakterií *Ralstonia solanacearum*. Dalším z pozitivních vlivů PO na růst rostlin je produkce tryptaminu, prekurzoru kyseliny indol-3-octové (IAA), kterou jako fytohormon řadíme do skupiny auxinů, řídících dlouhivý růst buněk a tropismus rostlin. Na zvýšenou koncentraci IAA rostliny reagují zvýšenou intenzitou růstu vegetativních i generativních orgánů (Le Floch et al., 2003).

Dle Kúdely (1978) nemá chemická ochrana proti cévnímu vadnutí dostupnými fungicidy a antibiotiky naději na uplatnění ve výrobní praxi. Dixon (1972) pokusně ověřoval účinnost thiabendazolu (2-(4thiasolyl)benzimidazol) proti verticiliovému vadnutí vojtěšky, která má dle Kúdely (1978) možnost uplatnění pouze ve šlechtitelské praxi při ochraně klonů. Nedělník a Pokorný (2005) uvádí, že aplikace pesticidů nepřichází v praxi vzhledem ke komplikované etiologii choroby v úvahu. V současné době neexistuje přímá ochrana porostů vojtěšky proti patogenům způsobujícím choroby kořene a kořenového krčku (Hakl a kol., 2004). Ke dni 22. 3. 2018 není registrovaný žádný fungicidní přípravek do porostu vojtěšky (ÚKZÚZ POR). Použití PO se tedy jeví jako perspektivní řešení omezení negativních účinků chorob kořenového systému jetelovin.

4 METODIKA

4.1 Materiál

Polní experiment byl založen v dubnu 2016 na dvou stanovištích. Na obou byla použita odrůda Oslava, která je v České republice hojně pěstována a její osivo je dobře dostupné. Odrůdu vyšlechtila Šlechtitelská stanice Želešice a je povolena od roku 2003. Šlechtěna byla na hospodářské znaky a na vyšší symbiotickou fixaci dusíku. Jedná se o ranou až středně ranou odrůdu s dobrou odolností proti patogenům cévního vadnutí. Má rozkladitý až polovzpřímený tvar a dosahuje výšky 60 – 80 cm. Lodyha je střední až dlouhá, terminální lístek elipsovitý, počet květenství a lusků středně vysoký se středním počtem semen v lusku. Zdroj: agrogen.cz

V experiment byl použit biofungicidní přípravek POLYVERSUM od firmy BIOPREPARÁTY S.R.O.. Účinnou látkou je mykoparazitická houba *Pythium oligandrum* Dresch. v koncentraci 10^6 oospor/1 g ve formě smáčitelného prášku. Pro experiment byla použita výrobcem doporučená dávka v poměru 100g přípravku ve 200 l vody. Zdroj: příbalový leták přípravku POLYVERSUM.

4.2 Stanoviště

4.2.1 Poloprovozní pokus – Úherce u Panenského Týnce

Poloprovozní pokus (dále PP) byl založen 8. 4. 2016 v Úhercích u Panenského Týnce (50°3' N, 13°95' E). Obec leží v nadmořské výšce 300 m. n. m., v okresu Louny v Ústeckém kraji. Oblast spadá pod výrobní oblast řepařskou s poměrně specifickými klimatickými podmínkami z důvodu zasahujícího srážkového stínu Krušných hor. V obou dvou sledovaných letech byla průměrná roční teplota 9,7 °C a celkový úhrn srážek činil v roce 2016 447 mm a v roce 2017 437 mm (Tab. 2).

Porost byl založen na půdním bloku o výměře 2,66 ha, který se nachází v nadmořské výšce 350 m. n. m.. Dle Bonitované půdně ekologické jednotky (BPEJ), patří tato oblast do Klimatického regionu 4, tedy mírně teplý a suchý. Hlavní půdní jednotkou jsou rendziny až kambizem, většina výměry je rovina, pouze v jihovýchodním cípu přechází ve střední sklon. Půda je hluboká, bezskeletovitá až slabě skeletovitá. Dle agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZZP) z roku 2015 je zásoba půdy hořčíkem vyhovující, obsah fosforu a vápníku dobrý a obsah draslíku vysoký.

Tab. 2. Naměřené hodnoty teplot a úhrnu srážek za jednotlivé měsíce v roce 2016, 2017. Zdroj: Meteostanice Zichovec.

Měsíc	2016		2017	
	Průměrná teplota (°C)	Úhrn srážek (mm)	Průměrná teplota (°C)	Úhrn srážek (mm)
Leden	-0,8	21,4	-4,5	8
Únor	3,7	24,6	2	17,4
Březen	4,3	23,2	7,2	34,8
Duben	8,3	17,6	8	39
Květen	13,8	41,6	14,4	20,8
Červen	17,8	77,8	18,8	60
Červenec	19,7	74,2	19,5	44,8
Srpen	18,2	38,2	19,1	63,8
Září	17,1	44,6	13	34,6
Říjen	8,5	49,2	11,4	56,6
Listopad	3,5	22,8	4,7	34
Prosinec	1,3	12	2,2	23,4
Za celý rok	9,7	447,2	9,7	437,2

4.2.2 Maloparcelní pokus – Červený újezd

Maloparcelní pokus (dále MP) byl založen v Červeném Újezdu (50°04' N, 14°10' E) na Výzkumné stanici FAPPZ ČZU. Obec leží v nadmořské výšce 410 m. n. m., v okrese Praha-západ ve Středočeském kraji. Oblast spadá pod výrobní oblast řepařskou. Průměrná roční teplota v roce 2016 činila 9,6 °C a v roce 2017 byla průměrná teplota od 1. - 10. 10,8 °C. Celkový úhrn srážek činil v roce 2016 475 mm a v roce 2017 od 1. – 10. 379 mm (Tab. 3).

Porost byl založen na ploše 225 m², kde jedna varianta zabírala plochu 18,75 m². Dle Bonitované půdně ekologické jednotky (dále BPEJ) patří tato oblast do Klimatického regionu 4, tedy mírně teplý a suchý. Hlavní půdní jednotkou je hnědozem, jedná se o půdu hlubokou, bezskeletovitou. Půda obsahuje mírný obsah humusu, má neutrální reakci, střední sorpční kapacitu s nasyceným koloidním komplexem. Obsah fosforu a draslíku je střední až dobrý.

Tab. 3 Naměřené hodnoty teplot a úhrnu srážek za jednotlivé měsíce v roce 2016, 2017. Zdroj: Meteostanice v Červeném Újezdě.

Měsíc	2016		2017	
	Průměrná teplota (°C)	Úhrn srážek (mm)	Průměrná teplota (°C)	Úhrn srážek (mm)
Leden	-0,4	28,4	-5,1	13,8
Únor	3,3	41,7	1,9	13,9
Březen	4,4	21,9	7,2	33,4
Duben	8,7	19,6	7,8	51,3
Květen	14,2	90,8	14,7	16,5
Červen	17,9	58,8	18,7	85,8
Červenec	19,6	58,6	19,8	84,1
Srpen	18,5	34,6	19,5	55,5
Září	17,6	23,7	12,8	25
Říjen	8,5	56,9		
Listopad	2,7	23		
Prosinec	0,7	16,5		
Za celý rok	9,6	474,5	10,8	379,3

4.3 Design experimentu

MP byl založen ve třech variantách a čtyřech opakováních (Obr. 4). Při PP byly také tři varianty, ale pouze ve dvou opakováních a pro získání objektivnějších výsledků byly jednotlivé varianty při odběrech rozděleny na tři parcely (Obr. 5).

Varianty:

- PO1 – parcely A1-3, D1-3

V případě varianty PO1 byl biofungicid aplikován v roce výsevu během vzcházení a v následujícím roce po první seči. Jedná se tedy o méně intenzivní variantu, kdy probíhá aplikace pouze jednou za vegetační sezónu.

- PO2 – parcely B1-3, E1-3

V případě varianty PO2 byl biofungicid aplikován v roce výsevu po vzcházení a následně po každé seči a následující rok opět proběhla aplikace po každé seči. Jedná se tedy o intenzivní variantu, kdy množství aplikací závisí na počtu sečí, v daných podmínkách byly prováděny tři seče za rok.

- K – parcely C1-3, F1-3
Kontrolní varianta bez aplikace biofungicidu.

Obr. 4 Rozdělení pozemku na jednotlivé parcely. Zdroj: Veřejný registr půd - LPIS.



Obr. 5 Rozdělení pozemku na jednotlivé parcely. Varianta PO1 – parcely A, D, PO2 – parcely B, E a kontrolní varianta K – parcely C, F. Zdroj: Veřejný registr půd - LPIS.



4.4 Výsev

V roce 2015 před založením PP bylo na pozemku v Úhercích pěstováno tritikále ozimé, po sklizni bylo zapraveno strniště podmínkou a následně proběhla orba do hloubky 20 – 25 cm. Během března 2016 byl pozemek vyhnojen základní dávkou hnojiva NPK 15-15-15 v dávce 120 kg/ha, následně proběhala předseťová příprava pomocí kompaktoru. V dubnu 2016 byla na pozemek vyseta vojtěška ve výsevu 15 kg.ha⁻¹ a kolmo na vyseté řádky byla vyseta krycí plodina oves setý, odrůda Atego, ve výsevu 100 kg.ha⁻¹. K výsevu byl použit sečí stroj PNEUSEJ M o šířce záběru 3 metry.

Na pokusných polích v Červeném újezdu byl založen MP, výsev byl proveden sečkou s přesným výsevním ústrojím. Výsevek byl 7 MKS na ha, do náhodně zvolených bloků o rozměrech parcely 7,5 m x 2,5 m. V obou pokusech byla použita šířka řádku 12,5 cm.

4.5 Aplikace přípravku

Ve stanovených termínech byl aplikován přípravek POLYVERSUM v doporučené dávce výrobcem (Tab. 4, 5). Při PP byla aplikace přípravku provedena pomocí neseného postřikovače KÜHN OPTIS 800 a při MP pomocí zádového postřikovače. První aplikace proběhla během vzcházení ve fázi 4 – 6 listů, následující aplikace probíhaly do deseti dnů po seči.

Tab. 4 Termíny aplikací přípravku Polyversum při PP.

Termíny/ Varianty	2016			2017		
	Po vzejití 27.5.	Po 1. seči 4.7.	Po 2 seči 6.9.	Po 1. seči 29.5.	Po 2. seči 24.7.	Po 3. seči 8.9.
PO1	X			X		
PO2	X	X	X	X	X	X
Kontrola						

Tab. 5 Termíny aplikací přípravku Polyversum při MP.

Termíny/ Varianty	2016			2017			
	Po vzejití 3.6.	Po 1. seči 27.9.	Po 2 seči 28.10.	Po 1. seči 29.5.	Po 2. seči 7.7.	Po 3. seči 28.8.	Po 4. seči 26.10.
PO1	X			X			
PO2	X	X	X	X	X	X	X
Kontrola							

4.6 Seč a odklizení biomasy

Seč při PP byla prováděna bubnovou sekačkou nesenou na trojbodovém závěsu traktoru o šířce záběru 1,65 m. Následně byla posečená biomasa několikrát dle potřeby zpracována obracečem a po dostatečném usušení sběracím lisem slisována do velkých kulatých balíků o hmotnosti 250 – 300 kg. Porost byl využíván 3 sečně (Tab. 4), s výjimkou roku založení, kdy proběhla pouze seč krycí plodiny a podzimní seč.

Při MP byly plochy sklizeny sekačkou MF-70 o pracovní šířce 1,4 m. Porost byl využíván 4 sečně (Tab. 5), s výjimkou roku založení, kdy proběhla pouze odplevelovací a podzimní seč.

4.7 Odběr kořenů

Na konci obou sledovaných vegetačních sezón 2016 a 2017 byly provedeny odběry kořenů, které byly dále zkoumány z hlediska morfologie, fytopatologie a následně váženy, pro zjištění živé hmotnosti a hmotnosti sušiny. Odběr byl proveden pomocí rýče, kdy se z půdy vyryla přesně změřená plocha drnu včetně kořenového balu. Následně byly rostliny šetrně očištěny od půdy, aby nedošlo k jejich porušení a byly uloženy do nadepsaných pytlíků. Během odběru kořenů byl podle počtu odebraných rostlin stanoven počet rostlin na plochu. V prvním roce vegetace byly při PP vzorky odebírány z plochy 25 x 12,5 cm, v roce druhém z plochy 60 x 12,5 cm, v obou případech byly odebírány ze třech míst každého opakování (Obr. 5). Při MP byly odebírány vzorky stejným způsobem s tím rozdílem, že druhý rok byla odběrová plocha 50 x 12,5 cm (Obr. 4). Po přenesení do laboratoře byla odstřižnuta nadzemní část v místě kořenového krčku, kořeny byly vymyty od zeminy a připraveny k vyhodnocení.

4.8 Hodnocení

4.8.1 Vzcházivost

Ve fázi 4 – 6 pravých listů byl na obou stanovištích zjišťován počet vzešlých rostlin. Na několika náhodně vybraných řádcích v jednotlivých variantách byl na 50 cm délky určován počet rostlin, který byl následně násoben koeficientem pro zjištění počtu vzešlých rostlin na 1 m². U PP byl určován počet rostlin na čtyřech místech v každém opakování, stejným způsobem byla zjišťována také vzcházivost krycí plodiny. U MP byl určován počet ve dvou řádcích v každém opakování.

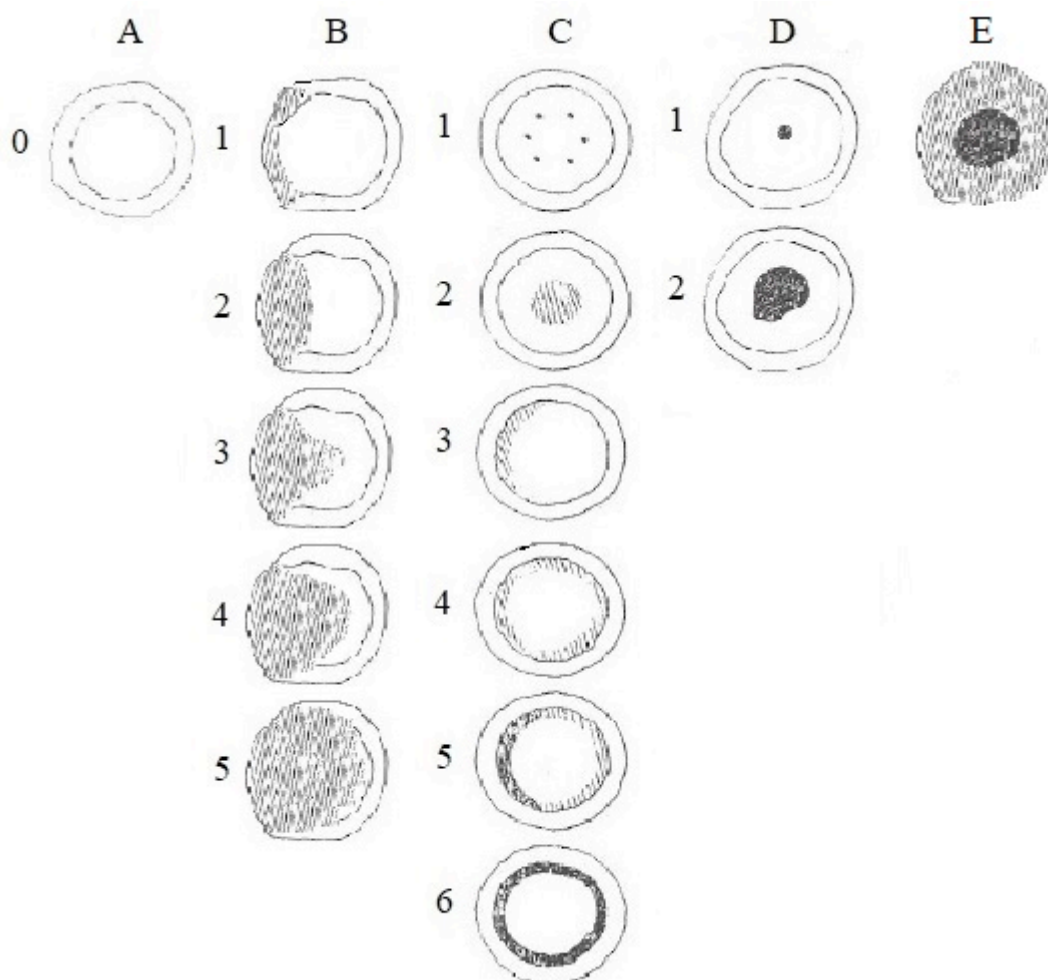
4.8.2 Morfologie kořenů

Morfologie kořene byla hodnocena dle Hakla et al. (2017). Zkoumanými morfologickými znaky byly průměr kořenového krčku (TD, mm), počet postranních větví (LRN, počítány větve o průměru > 1 mm) a intenzita tvorby kořenového vlášení (FRM), při které která byla sensoricky hodnocena hustota kořínků o průměru < 1 mm na stupnici 1 – 5.

4.8.3 Zdravotní stav kořenů

Zdravotní stav kořene (PRDS) byl hodnocen dle Kúdely (1978), s následnou úpravou Hakla et al. (2017). Závažnost napadení byla hodnocena z hlediska barevných změn na průřezu kořenového krčku a jejich lokalizace. K určení rozsahu napadení byla použita stupnice, kde: 0 = zdravá rostlina, bez změny barvy kořene; 1-6 = živá rostlina s narůstajícím poškozením kořene; E = mrtvá rostlina. K lokalizaci je použito označení v podobě písmen B-D (Obr. 6), písmeno E značí uhynulou rostlinu.

Obr. 6 Schematické znázornění rozsahu kořenů vojtěšky se stupnicí. A – zdravý kořen, B – kořenové hniloby, C – cévní vadnutí, D – tmavá nekróza krčku a kořene, E – úhyn rostliny (Kúdela, 1970, Hakl et al. 2017).



4.8.4 Hmotnost kořenů

Po vyhodnocení kořenů z hlediska morfologie a fytopatologie byly kořeny zváženy a následně přeneseny do sušičky, kde se sušily 24 hodin při teplotě 103 °C. Po usušení byla zvážena sušina. Pro objektivnější porovnání jednotlivých variant z důvodu rozdílných délek kořenů během odebrání vzorků byly hmotnosti přepočteny na průměrnou délku kořene 15 cm a následně vynásobeny příslušným koeficientem pro získání hodnoty odpovídající ploše 1m².

4.8.5 Výnos píce

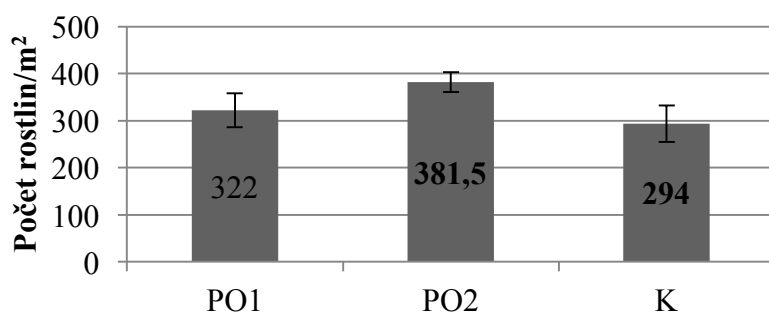
Z technických důvodů byl výnos sklizené píce stanoven pouze u MP. Při seči byla jednotlivá opakování postupně posekána a sesbírána. Zelená biomasa byla zvážena, následně usušena a byl stanoven výnos sušiny v t.ha⁻¹.

5 VÝSLEDKY

5.1 Vzcházivost a hustota porostu na konci vegetace

Prvním sledovaným ukazatelem byla vzcházivost rostlin. Při MP v roce založení (2016) je z grafu (Graf 2) patrný vyšší počet vzešlých rostlin ošetřených variant oproti kontrole. Varianta PO1 vykazovala o 10 % a PO2 o 30 % vyšší počet vzešlých rostlin. Z analýzy rozptylu (ANOVA) se na hranici $p = 0,05$ jeví rozdíl mezi variantou PO2 a kontrolou jako statisticky průkazný. Z chybových úseček vyznačujících směrodatnou odchylku je patrné, že varianta PO2 vykazovala nejvyšší vyrovnanost v počtu vzešlých rostlin na m^2 . V případě PP (Graf P1) porost vykazoval velkou vyrovnanost průměrných počtů rostlin vojtěšky, ale také krycí plodiny. Varianta PO1 vykazovala oproti kontrole o 6,4% vyšší počet rostlin vojtěšky a o 13 % vyšší počet rostlin ovsa. Žádná z hodnot nebyla oproti kontrole statisticky prokazatelně významná.

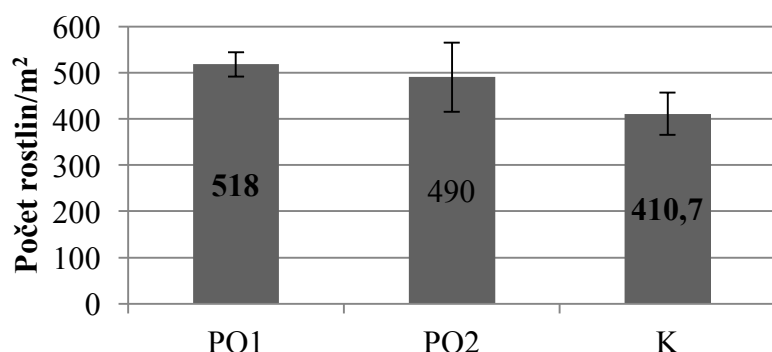
MP - 2016 - Průměrný počet vzešlých rostlin



Graf 2 Grafické znázornění průměrného počtu vzešlých rostlin a směrodatné odchylky jednotlivých měřených úseků v porostu.

Při MP na konci vegetační sezóny v roce založení (Graf P2) výrazně nejvyšších hodnot dosahovala varianta PO1, ale rozdíl se po analýze ANOVA nepotvrdil jako statisticky průkazný. Varianta PO1 vykazovala nejvyšší nevyrovnanost v počtu rostlin na jednotlivých odběrových místech. Jak je patrné z grafu (Graf 3), ošetřené varianty při PP na konci vegetace v roce založení dosahovaly vyššího počtu rostlin na plochu oproti kontrole. Varianta PO1 zde vykazuje o 26 % vyšší počet rostlin oproti kontrole a tento rozdíl je na hranici pravděpodobnosti $p = 0,05$ potvrzen jako statisticky průkazný. Varianta PO1 dosahuje také velkou vyrovnanost porostu.

PP - 2016- Průměrný počet rostlin na konci vegetace



Graf 3 Grafické znázornění průměrného počtu rostlin a směrodatné odchylky jednotlivých měřených úseků v porostu.

Na konci vegetace druhého sledovaného roku byl v obou pokusech (Graf P3, P4) zaznamenán stejný trend v počtu rostlin na m². Varianta PO2 vykazovala oproti kontrole o 16,5 % respektive 7,1 % vyšší počet rostlin. Naopak PO1 dosahovala nižších počtů proti kontrole o 9,4 %, respektive 6,4 %, následná analýza nepotvrdila statisticky významný rozdíl.

5.2 Morfologie kořene

Prvním sledovaným znakem morfologie kořene (Tab. 6) byl průměr kořenového krčku. V roce založení MP dosahovala varianta PO1 o 18 % menšího průměru oproti kontrolní variantě a 22 % oproti variantě PO2, v obou případech se po následné analýze prokázal rozdíl jako statisticky významný. V následujícím roce dosahovala naopak varianta PO1 největšího průměru. Oproti kontrolní variantě o 10 % a 9 % oproti variantě PO2, přičemž statistická analýza určila tento rozdíl jako statisticky významný. Průměrný počet větví a podíl větví se kořenů vyšel v obou letech rozdílně a není zde zřejmá závislost aplikace přípravku. Průměrný stupeň FRM se v obou letech pohyboval v rozmezí 0,4 % napříč variantami.

Tab. 6 Vyhodnocení odebraných vzorků z hlediska morfologie kořene na konci vegetační sezóny 2016 a 2017 na MP. Tučně jsou zvýrazněny statisticky významné hodnoty na hranici $p = 0,05$

Rok	Varianta	Průměrný průměr kořenového krčku (mm)	Průměrný počet postranních větví	Podíl větví se kořenů	Průměrný stupeň FRM
2016	PO1	3,45	0,97	52%	3,0
	PO2	4,42	1,22	65%	2,8
	K	4,20	1,18	54%	3,0
2017	PO1	6,86	2,47	75%	3,0
	PO2	6,30	2,43	70%	3,1
	K	6,22	2,61	64%	3,2

Odebrané vzorky kořenů v roce založení PP (Tab. 7) nevykazovaly významných rozdílů v průměru kořenového krčku, všechny tři varianty se pohybovaly v rozmezí 0,16 mm. Rozdílná situace byla v roce následujícím, kdy nejnižších hodnot dosahovala varianta PO1 o 10% proti variantě PO2 , a 12 % oproti variantě kontrolní, v obou případech se jednalo o rozdíl statisticky významný. Nejvyšších hodnot průměrného počtu postranních větví a podílu větví se kořenů dosahovala v prvním roce kontrolní varianta, v roce následujícím nebyl mezi variantami minimální rozdíl. Průměrný stupeň FRM se opět pohyboval ve velmi úzkém rozmezí 0,3 napříč lety a variantami.

Tab. 7 Vyhodnocení odebraných vzorků z hlediska morfologie kořene na konci vegetační sezóny 2016 a 2017 na PP. Tučně jsou zvýrazněny statisticky významné hodnoty na hranici $p = 0,05$

Rok	Varianta	Průměrný průměr kořenového krčku (mm)	Průměrný počet postranních větví	Podíl větví se kořenů	Průměrný stupeň FRM
2016	PO1	4,45	2,13	76%	3,6
	PO2	4,34	2,30	75%	3,6
	K	4,50	2,52	84%	3,9
2017	PO1	7,37	2,49	83%	3,3
	PO2	8,16	2,57	82%	3,2
	K	8,39	2,60	78%	3,0

5.3 Zdravotní stav kořenů

V případě MP (Tab. 8) dosahovala kontrolní neošetřená varianta v obou sledovaných letech nejvyššího podílu napadených rostlin, nejednalo se ale o rozdíl statisticky významný. Z důvodu velmi nevyrovnané hustoty porostu v roce založení vykazovaly na první pohled velké výkyvy hodnot obě ošetřené varianty, proto následná analýza nevyhodnotila tyto jevy jako statisticky významné. Nejčastěji objevující se skupinou chorob v roce založení bylo cévní vadnutí, následované kořenovými hnilobami. V roce následujícím byla staticky potvrzena účinnost intenzivní varianty aplikace přípravku (PO2), kdy bylo napadeno o 7 % rostlin méně a průměrný stupeň napadení byl zhruba na poloviční hodnotě. Dál byl také statisticky potvrzen vliv aplikace na výskyt kořenových hnilob. Nejčastěji se vyskytující chorobou bylo opět cévní vadnutí, na rozdíl od roku založení se vyskytovaly také rostliny napadené tmavou nektrózou kořene.

Tab. 8 Vyhodnocení odebraných vzorků z hlediska zdravotního stavu kořene na konci vegetační sezóny 2016 a 2017 na MP. B – hniloby kořene a kořenového krčku, C – cévní vadnutí, D – tmavá nekróza kořene, E – úhyn. Tučně jsou zvýrazněny statisticky významné hodnoty na hranici $p = 0,05$

Rok	Variant a	Podíl napadených rostlin	Průměrný stupeň napadení na celý porost	Průměrný stupeň napadení napadených rostlin	Počet napadených rostlin			
					B	C	D	E
2016	PO1	6%	0,07	1,25	0	4	0	0
	PO2	11%	0,25	2,25	2	2	0	0
	K	15%	0,23	1,5	1	5	0	0
2017	PO1	40%	0,70	1,74	3	28	0	1
	PO2	34%	0,48	1,41	1	32	1	0
	K	41%	0,88	2,14	10	23	2	1

V roce založení PP (Tab. 9) dosahovala nejmenšího podílu napadených rostlin o 2 % kontrolní varianta, která také vykazovala nejnižší průměrný stupeň napadení a také nejnižší stupeň napadení u napadených rostlin. K mírnému zkreslení výsledků varianty PO2 došlo z důvodu většího rozsahu napadení rostlin z jedné odběrové parcely, z důvodu přemokření půdy. V následujícím roce byl statisticky potvrzen vliv aplikace, v podobě podílu napadených rostlin, který byl u varianty PO1 nižší o 13 %, nepotvrzen o varianty PO2, která vykazovala o 7 % nižší hodnotu oproti kontrole. Také v tomto případě bylo nejčastější chorobou cévní vadnutí, následované kořenovými hnilobami a v minimální míře se objevovala tmavá nekróza.

Tab. 9 Vyhodnocení odebraných vzorků z hlediska zdravotního stavu kořene na konci vegetační sezóny 2016 a 2017 na PP. B – hniloby kořene a kořenového krčku, C – cévní vadnutí, D – tmavá nekróza kořene, E – úhyn. Tučně jsou zvýrazněny statisticky významné hodnoty na hranici $p = 0,05$

Rok	Variant a	Podíl napadených rostlin	Průměrný stupeň napadení na celý porost	Průměrný stupeň napadení napadených rostlin	Počet napadených rostlin			
					B	C	D	E
2016	PO1	10%	0,10	1	2	9	0	0
	PO2*	10%	0,26	2,45	4	6	2	0
	K	8%	0,08	1	0	7	0	0
2017	PO1	43%	0,84	1,98	13	37	1	1
	PO2	49%	0,85	1,74	9	45	3	0
	K	56%	0,90	1,6	12	51	0	1

5.4 Hmotnost kořenů a výnos píce

V MP v roce založení dosahovala ošetřená varianta PO1 nejvyšší průměrné hmotnosti kořenů (Tab. 10) a zároveň nejnižší průměrné hmotnosti na jeden kořen. Nejnižší hodnoty průměrné hmotnosti kořenů na 1 m² dosahovala varianta PO2, měla oproti PO1 o 24 % nižší průměrnou hmotnost a tento rozdíl byl při ANOVA potvrzen jako statisticky významný. V roce následujícím dosahovalo nejvyšší hmotnosti varianta PO2, oproti kontrole o 3 % a 13 % oproti variantě PO1.

V roce založení PP vykazovaly ošetřené varianty vyšší průměrné hmotnosti oproti kontrole. Varianta PO1 dosahovala o 18 % a varianta PO2 o 21 % vyšší průměrné hmotnosti kořene na 1 m². Všechny varianty naopak vykazovaly minimální rozdíly v průměrné hmotnosti na jeden kořen. V roce následujícím byla situace naprosto opačná, když kontrolní varianta dosahovala nejvyšších hodnot průměrné hmotnosti na plochu i na jeden kořen.

Tab. 10 Vyhodnocení odebraných vzorků z hlediska hmotnosti kořene, hodnoty jsou uvedeny ve gramech. Z důvodu různé délky odebraných kořenů, byly hodnoty přepočítány na hodnotu délky 15 cm pro objektivnější zhodnocení. Tučně jsou zvýrazněny statisticky významné hodnoty na hranici $p = 0,05$

Stanoviště	Rok	Varianta	Hmotnost kořenů na m ²	Průměrná hmotnost jednoho kořene
MP	2016	PO1	382,5	0,9
		PO2	248	1,1
		K	291,1	1,2
	2017	PO1	280,8	1,1
		PO2	317	1
		K	308,6	1,2
PP	2016	PO1	295,8	0,6
		PO2	304,1	0,7
		K	251,5	0,6
	2017	PO1	411,5	2
		PO2	529,2	2,5
		K	550,8	2,6

Výnosy byly hodnoceny pouze při MP (Tab. P1 a P2), kde v roce založení dosahovala nejvyšších celkových i průměrných výnosů sušiny kontrolní varianta. S výjimkou jedné seče v roce následujícím nejvyšších výnosů opět dosahovala kontrolní varianta. Rozdíly byly vždy minimální v řádu procent a nebyla potvrzena jejich statistická významnost.

6 DISKUZE

První hypotézou diplomové práce bylo, zda má aplikace přípravku POLYVERSUM vliv na vyšší počáteční vzcházivost rostlin a následně vyšší hustotu porostu vojtěšky během vegetace. Z hlediska vzcházení rostlin výsledky MP dokládají, že na obou ošetřených variantách se zvýšil počet vzcházejících rostlin oproti neošetřené kontrole. Varianta PO2 měla přibližně o třetinu vyšší počet vzešlých rostlin, čímž se prokázalo, že aplikace přípravku má pozitivní vliv na vyšší počet vzešlých rostlin. Při stanovení počtu rostlin na konci vegetace v roce výsevu i v následném užitkovém roce se tento počáteční vyšší počet vzešlých rostlin statisticky významně neprojevil.

V případě PP byl porost založen jako podsev do krycí plodiny a bylo sledováno vzcházení jak vojtěšky, tak ovsa (*Avena sativa* L.). Počet vzešlých rostlin vojtěšky u obou ošetřených variant byl proti kontrole vyšší o 2,7 %, respektive 6,4 %, u rostlin ovsa byl vyšší počet pouze u jedné varianty a to o 13 %. K mírnému navýšení počtu vzešlých rostlin došlo tedy také v tomto pokusu, ale rozdíl nebyl statisticky průkazný. Důvodem menšího vlivu aplikace přípravku oproti MP mohl být výsev krycí plodiny. Během aplikace biofungicidu byl oves již ke konci odnožování a měl několikanásobně vyšší listovou plochu než rostliny vojtěšky. Následkem toho více přípravku ulpělo na rostlinách ovsa, než na rostlinách vojtěšky, ale především kvůli hustotě porostu přípravek nedopadl na půdu, která je jeho hlavním místem působení, jelikož se jedná o půdní mikroorganismus. Vlivem rosy, popřípadě deště, se následně mohly oospory do půdy dostat, ale z důvodu mělkého a hustého kořenového systému ovsa, mohlo dojít přednostně k ulpění spor na ovsu, než na hlubších kořenech vojtěšky, které se dle Šantrůčka a kol. (2007) při vzcházení vyvíjí 4x rychleji než nadzemní část.

Při hodnocení počtu rostlin na podzim v roce výsevu byl u obou ošetřených variant vyšší počet rostlin oproti kontrole. U varianty PO2 bylo o 19 % rostlin více, u varianty PO1 dokonce o 26 %. Tento rozdíl se ve variantě PO1 následně ukázal jako statisticky průkazný. Z těchto výsledků lze usoudit, že aplikace přípravku POLYVERSUM má pozitivní vliv na vzcházení rostlin. Pozitivní vliv přípravku lze přisuzovat ověřené účinnosti na patogeny způsobující padání klíčnic rostlin, na základě výzkumu příbuzných druhů těchto patogenů provedené Benhamou et al. (1997, 1999) a také Picard et al. (2000b). Výsledky pokusu však dokládají, že tyto počáteční rozdíly se v delší časové řadě eliminují. Zda tuto vyšší hustotu porosty udrží do konce vegetační sezóny, popřípadě do dalších let, lze z níže uvedených

výsledků potvrdit pouze z části. Z hlediska hustoty porostu se jednoznačně ukázalo, že počet aplikací přípravku v roce výsevu nemá vliv na hustotu porostu. Na konci druhé sledované vegetační doby nebyl ani v jednom pokusu průkazný vliv aplikace na počet rostlin. Mírně vyšší počet rostlin však vykazovaly varianty PO2 na obou stanovištích, při MP o 16,5 % a při PP o 7,1 %, naopak obě varianty PO1 vykazovaly nižší hodnoty než kontrola.

Dalším sledovaným faktorem byly změny v morfologii kořene v jednotlivých variantách. V roce výsevu při MP se ošetřené varianty lišily ve všech sledovaných znacích a kontrolní varianta dosahovala středních hodnot v rozdílu ošetřených variant, zde tedy nelze určit zjevný trend vlivu kolonizace PO na kořenový systém, přesto že se rozdíly v průměru kořenového krčku varianty PO1 oproti zbylým variantám ukázaly jako statisticky průkazné. Důvod tohoto rozdílu ukázalo následné vyhodnocení hmotnosti kořenů, kdy varianta PO1 dosahovala nejvyšší celkové hmotnosti, ale zároveň nejnižší průměrné hmotnosti jednoho kořene, což korespondovalo s popsánými rozdíly v hustotě porostu a ve výsledku dosahovala tato varianta nejmenšího průměru hlavního kořene. Úbytek rostlin v roce následujícím měl za následek, že ve druhém roce tato varianta dosahovala nejvyšších hodnot v průměru kořenového krčku, ale také největší podíl větví se kořenů. Tento nárůst hodnot mohl být z důvodu většího prostoru k růstu po redukci počtu, ale také protože po odumření kořene se hlízky s bakteriemi vázající vzdušný dusík rozpadají a obohacují dusíkem půdu (Procházka a kol., 2006). V PP s krycí plodinou dosahovaly v roce výsevu všechny tři varianty velmi podobných hodnot, bez zřejmého vlivu přípravku na morfologickou stavbu kořenů. V roce následujícím byl statisticky průkazný rozdíl v průměru kořenového krčku varianty PO1 oproti zbylým variantám. S touto skutečností korespondovaly také naměřené hmotnosti, kdy varianty PO2 a K převyšovaly PO1 o 29 % respektive 34 %. Průměrný stupeň FRM se pohyboval po celý pokus ve velmi úzkém rozpětí okolo stupně 3. Z výše uvedených skutečností lze jednoznačně shrnout, že vliv aplikace přípravku na morfologii kořenového systému nebyl významný, ale byl zde zaznamenán trend k vyššímu větvení kořenového systému u ošetřovaných variant. Podle Hakla et al. (2017) má vyšší větvení kořenového systému vojtěšky pozitivní vliv na celkové výnosy píce.

Druhou hypotézou diplomové práce bylo, zda se po aplikaci preparátu sníží napadení kořenového systému rostlin houbovými patogeny. V roce založení se oba výsledky pokusu od sebe poměrně odlišovaly. Při MP vykazovala varianta PO1 nejlepší zdravotní stav, bylo napadeno pouze 6 % a jednalo se ve většině případů pouze o lehké napadení na stupni 1, přičemž průměrný stupeň napadení celého porostu byl 0,07. Porosty varianty K a PO2

dosahovaly průměrného stupně napadení 0,25. Nízký stupeň napadení v roce výsevu pozoroval také Hakl et al. (2017), kdy při pokusu dosahoval porost průměrného stupně napadení 0,22. Při PP dosahovala s velmi malým rozdílem kontrolní varianta nejnižšího podílu napadených rostlin a v průměru také nejnižšího stupně napadení napadených rostlin. Nejhoršího výsledku dosahovala varianta PO2, ale v tomto případě průměrné hodnoty zkreslovala podmáčená parcela, kde se projevil zejména vysoký stupeň napadení, způsobený nevhodnými podmínkami. V roce následujícím podle předpokladu stoupla nemocnost na obou porostech, v nejmenší míře tomu bylo u varianty PO2 v MP, kde nemocnost stoupla dvojnásobně a nejvíce u kontrolní varianty PP, kde byla nemocnost 6x vyšší než v roce výsevu. Vliv aplikace přípravku ve druhém roce vegetace byl statisticky průkazný z hlediska průměrného stupně napadení, který u kontrolní varianty dosahoval dvojnásobných hodnot oproti ošetřené variantě PO2. Podíl napadených rostlin byl však u obou zmíněných variant obdobný, ale významně se lišil stupeň napadení. Na tomto stanovišti byl dále statisticky prokázán vliv aplikace u obou variant ošetřených variant na kořenové hniloby, které se u napadených rostlin ve variantě PO2 vyskytovaly pouze u 3 %, ve variantě PO1 u 9 % a naproti tomu u kontrolní varianty u 29 % napadených rostlin.

PP ve druhém roce vykazoval nejvyšší podíl napadených rostlin u kontrolní varianty, tato hodnota byla vyhodnocena jako statisticky významná v porovnání s variantou PO1, ale již ne v porovnání s variantou PO2, ačkoli i přesto zde byl o 7 % nižší podíl napadení. Varianta PO1 vykazovala o 13 % nižší podíl napadených rostlin a zároveň nejnižších hodnot v průměru kořenového krčku, což koresponduje se zjištěním Hakla a kol. (2009), že odolnost porostu je vyšší v případě hustých porostů s vyšším počtem rostlin s menším průměrem kořenového krčku. Průměrný stupeň napadení zde byl prakticky stejný v celém porostu, oproti MP se zde vyskytovaly kořenové hniloby ve vyšším zastoupení v celém porostu. Naopak nekrózy kořene se u kontrolní varianty nevyskytovaly, kdežto u ošetřených variantách ano, i když jen ve velmi malém množství. Z výše uvedených výsledků lze konstatovat vliv přípravku na snížení průměrného stupně napadení, ale nelze určit, zda má vliv na samotné množství napadených rostlin nebo alespoň na snížení stupně a rychlosti průběhu napadení. Ani v tomto případě nelze jednoznačně určit vliv počtu aplikací na porost. Výsledky PP z hlediska podílu napadených rostlin korelovali s pokusy Kúdely (1972, 1974).

Vliv přípravku na výnos se během prvních dvou sledovaných let neprojevil. Podíl sušiny ve sklizené píce nabýval podle očekávání ve všech třech variantách velmi podobných hodnot, dle Hakla et al. 2016 má na podíl sušiny vliv zejména průběh počasí a obsah živin

v půdě. Oba dva pokusy nelze přímo srovnávat, protože se jedná o maloparcelní pokus a pokus poloprovodní, ale jistý trend ve výsledcích by měl být patrný, alespoň náznakem, ovšem vyskytují se zde poměrně velké rozdíly ve výsledcích. Potvrdil se vyšší počet napadených rostlin při PP, kde byl vyšší infekční tlak, protože zemědělskou technikou se ošetřovaly také další porosty vojtěšky, které byly na konci produkčního období, a vyskytovalo se zde již vysoké procento napadených rostlin. Přesto v tomto pokusu byl na podílu napadených rostlin vliv přípravku nejprůkaznější. Využití biofungicidu je do budoucna jistě perspektivní, už z toho důvodu jak na porosty plodin vázajících dusík nahlíží legislativa EU od letošního roku z hlediska dotací na plochy využívané v ekologickém zájmu. Tento pokus byl součástí větší série pokusů ve spolupráci s firmou BIOPREPARÁTY S.R.O., takže bude v průběhu let k dispozici další řada pokusů a výsledků z dalších vegetačních sezón, kde může být vliv přípravku výraznější. Budou řešeny i termíny aplikace, aby se při případné účinnosti snížila také ekonomická náročnost na aplikaci.

7 ZÁVĚR

Experimenty stále pokračují, ale z dosavadních výsledků lze shrnout tyto předběžné závěry:

- Polyversum zlepšovalo vzcházivost rostlin v roce výsevu až o 30%, ale nelze potvrdit významný vliv na hustotu porostu v následujícím roce.
- Přípravek snižoval podíl napadených rostlin až o 13%.
- Přípravek snižoval stupeň napadení rostlin až o.
- Přípravek se projevil především ve výskytu kořenových nekróz.
- Působením PO v kořenovém systému rostlin nemá vliv na morfologickou stavbu kořenů, ani na množství kořenové biomasy, ale jsou tu určité tendence podpory větvení kořenů.
- Vyšší počet aplikací během roku se u hodnocených parametrů neprokázal jako přínosný.
- V prvních dvou letech se neprojevil vliv přípravku na výnos píce.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Alabouvette, C., Olivain, C., Migheli, Q., Steinberg, C. 2009. Microbiological control of soil-borne phytopathogenic fungi with special emphasis on wilt-inducing *Fusarium oxysporum*. *New Phytol* 184. 529 – 544.
2. Adámková, Š., Luhová, L., Petřvalský, M., Peč, P. 2006. Role l-fenylalaninamoniumlyasy při obranné reakci rostlin. *Chemické Listy* 100. 486 – 494.
3. Benhamou, N., Rey, P., Che'rif, M., Hockenhull, J. & Tirilly, Y. 1997. Treatment with the mycoparasite *Pythium oligandrum* triggers induction of defense-related reactions in tomato roots when challenged with *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Phytopathology* 87. 108 – 122.
4. Benhamou, N., Rey, P., Picard, K., Tirilly, Y. 1999. Ultrastructural and cytochemical aspects of the interaction between the mycoparasite *Pythium oligandrum* and soilborne plant pathogens. *Phytopathology*. 89 (6). 506 – 517.
5. Benhamou, N. 2009. La re'sistance chez les plantes: principes de la strate'gie defensive et applications agronomiques. Tec & Doc. Paris: Lavoisier. Tec & Doc. 376 p. ISBN: 9782743011932.
6. Benhamou, N., le Floch, G., Vallance, J., Gerbore, J., Grizard, D., Rey, P. 2012. *Pythium oligandrum*: an example of opportunistic Access. *Microbiology*. 158. 2679 – 2694
7. Benitez, T., Rincon, A. M., Limon, M. C., Codon, A. C. 2004. Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *Internatioanl Microbiology*. 7 (4). 249 – 260.
8. Biolib. Taxonomic tree of plants and animals with photos [online]. 16. Února 2018 [cit. 2018-03-02] Dostupné z <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id14864/>

9. BRANIŠ, M. 2004. Základy ekologie a ochrany životního prostředí: učebnice pro střední školy. 3. aktualizované vydání. Informatorium. Praha. 169 s. ISBN: 8073330245.
10. Brant, V., Balík, J., Fuksa, P., Hakl, J., Holec, J., Kasal, P., Neckář, K., Pivec, J., Prokinová, E. 2008. Meziplodiny. Kurent s.r.o.. České Budějovice. 86 s. ISBN: 9788087111109.
11. Butt, T.M., Copping, L.G. 2000. Fungal biological control agents. Pesticide Outlook 11. 186 – 191.
12. Cagán L., Praslička J., Huszár J., Šrobárová A., Roháčik T., Hudec K., Tancík J., Bokor P., Tóth P., Tóthová M., Barta M., Rliášová M. 2010. Choroby a škodcovia poľných plodín. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. 677 s. ISBN: 9788055203546.
13. ČSÚ. Soupis ploch osevů - k 31. 5. 2017 [online]. 1. Srpna 2017 [cit. 2018-03-03]. Dostupné z <<https://www.czso.cz/csu/czso/soupis-ploch-osevu-k-31-5-2017>>
14. de Laat A.M.M., Van Loon L.C. 1983. The relationship between stimulated ethylene production and symptom expression in virus-infected tobacco leaves. Physiological Plant Pathology. 22. 261 – 73.
15. Deyl, M., Hýsek, K. 2001. Naše květiny. Academia. Praha. 716 s. ISBN: 802000940X.
16. Dixon, G.R. 1972. Effects of thiabendazole on *Verticillium* wilt of lucerne. Plant Pathology. 21. 129 – 132.
17. Drechsler, C. 1943. Two species of *Pythium* occurring in southern States. Phytopathology. 33. 261 – 299.
18. Foley, M., Deacon, J. W. 1985. Isolation of *Pythium oligandrum* and other necrotrophic mycoparasites from soil. Trans Br Mycol Soc. 85. 631 – 639.
19. Gerbore, J., Benhamou, N., Vallance, J., Le Floch G., Grizard, D., Regnault-Roger, C., Rey., P. 2014. Biological control of plant pathogens: advantages and limitations seen through the case study of *Pythium oligandrum*. Environ Sci Pollut Res. 21. 4847 – 4860.

20. Graman, J. 1991. Šlechtění zemědělských plodin. Vysoká škola zemědělská. Praha. 84 s. ISBN: 8021300892.
21. Hakl, J., Šantrůček, J., Kalista, J. 2004. Šlechtění vojtěšky. Úroda. 52 (4). 6-7.
22. Hakl, J., Krajíc, L., Šantrůček, J., Hrubá, M. (2009): Vliv odolnosti k napadení chorobami kořenového systému na výnos vojtěšky seté v poloprovozních podmínkách. In. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2009. Sborník příspěvků z vědecké konference. VÚRV a ČZU, Praha, p 191 – 194, ISBN: 9788021318748.
23. Hakl, J., Kunzová, E., Konečná, J., 2016. Impact of long-term organic and mineral fertilization on lucerne forage yield over 8 year period. Plant Soil Environ. 62 (1), 36–41.
24. Hakl, J., Písařík M., Hrevušová Z., Šantrůček J. 2017. In-field lucerne root morphology traits over time in relation to forage yield, plant density, and root disease under two cutting managements. Field Crops Research. 213. 109–117.
25. Helman, Y., Burdman, S. & Okon, Y. 2011. Plant growth promotion by rhizosphere bacteria through direct effects. Beneficial Microorganisms in Multicellular Life Forms. 89–103.
26. Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I., Monte, E. 2012. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. Microbiology. 158. 17–25.
27. Hlavičková, D., Svobodová M., Kalista, J. 2005. Možnosti zakládání porostů jetele lučního (*Trifolium pratense* L.) v alternativních termínech. Současná aktuální témata pícninářství a trávnickářství. Česká zemědělská univerzita. Praha. ISBN 802131415X
28. Hrabě, F. 2004. Trávy a jetelovino trávy v zemědělské praxi. Petr Baštan. Olomouc. 121 s. ISBN: 8090327516.
29. Chloupek, O., Kúdela, V. 1980. Sborník ÚVTIZ. Ochrana rostlin. 16 (1). 49 s.
30. Interview s doc. Dášou Veselým. 2004. BBC Czech. Praha. 26 March. Dostupné z http://www.bbc.co.uk/czech/interview/story/2004/03/040326_vesely.shtml

31. Jamriška, P. 1998. Pestovanie d'atelinovín. Výzkumný ústav rastlinnej výroby. Piešťany. 68 s. ISBN: 8088720044.
32. Karaca, G., Tepedelen, G., Belghouthi, A., Paul, B. 2008. A new mycoparasite, *Pythium lycopersicum*, isolated in Isparta, Turkey: morphology, molecular characteristics, and its antagonism with phytopathogenic fungi. FEMS Microbiol Lett 288. 163 – 170.
33. Kazda, J., Prokinová, E., Mikulka, J. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin: polní plodiny. Profi Press. Praha. ISBN: 9788086726342.
34. Klesnil, A., Velich, J., Regal, V. 1965. Vojtěška. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 201 s. ISBN: 0709365.
35. Klesnil, A. (1978): Pícninářství (Díl I.). Vysoká škola zemědělská, Praha. 278 s.
36. Kúdela, V. 1969. Příčiny předčasného řídnutí vojtěškových porostů. Ochrana rostlin. 5. 109 – 116.
37. Kúdela, V. 1970. Způsob hodnocení odolnosti odrůd vojtěšky vůči cévnímu vadnutí. Rostlinná výroba. 16 (9). 1041 – 1050.
38. Kúdela, V. 1972. Průzkum rozšíření parazitického vadnutí vojtěšky v letech 1969 – 71. Přehled výskytu některých škodlivých činitelů rostlin na území ČSSR v roce 1971. Bratislava, Brno. 71-73.
39. Kúdela, V. 1974. Úbytek rostlin vojtěšky a onemocnění cévního vadnutí. Ochrana rostlin. 10. 179 - 186.
40. Kúdela, V. 1978. Soustava ochranných opatření proti cévnímu vadnutí vojtěšky. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe. ÚZTIZ. 2. 27.
41. Le Floch, G., Rey, P., Benizri, E., Benhamou, N., Tirilly, Y. 2003. Impact of auxin-compounds produced by the antagonistic fungus *Pythium oligandrum* or the minor pathogen *Pythium* group F on plant growth. Plant and Soil. 257 (2). 459 – 470.
42. Le' vesque, C. A., de Cock, A. W. A. M. 2004. Molecular phylogeny and taxonomy of the genus *Pythium*. Mycol Res. 108. 1363 – 1383.

43. Lodha, B. C., Webster, J. W. 1990. *Pythium acanthophoron*, a mycoparasite rediscovered in India and Britain. Mycol Res. 94. 1006 – 1008.
44. Martin, F. N., Hancock, J. G. 1987. The use of *Pythium oligandrum* for biological control of preemergence damping-off caused by *P. Ultimum*. Phytopathology. 77. 1013 – 1020.
45. Macleff, A. 1891. Atlas des plantes de France. Paris. Dostupný z https://cs.wikipedia.org/wiki/Tolice_vojt%C4%9B%C5%A1ka#/media/File:75_Medicago_sativa_L.jpg
46. Mašková, K., Hakl, J., Šantrůček, J. 2009. Hodnocení odolnosti k chorobám kořenového systému v sortimentu českých odrůd vojtěšky seté v druhém a třetím roce vegetace. Aktuální témata v pícninářství a trávnickářství 2009. Česká zemědělská univerzita v Praze. 59 – 62.
47. Mencl, K. 2001. Přírodou proti dermatomykózám. Derma. 1. 8 – 12.
48. Nedělník, J., Pokorný, R. 2005. Choroby víceletých pícnin a možnosti ochrany proti nim. Farmář. 11(10). 24 – 27.
49. Nedělník, J., Vorlíček, Z. 2008. Aktuální stav a perspektivy pícnin na orné půdě. Úroda. 12. 81 – 82.
50. Ohtsubo N., Mitsuhara I., Koga M., Seo S., Ohashi Y. 1999. Ethylene promotes the necrotic lesion formation and basic PR gene expression in TMV-infected tobacco. Plant Cell Physiology. 40. 808 – 17.
51. Petřík, M. 1987. Intenzivní pícninářství. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 473 s.
52. Petříková V. 1999. Rostliny pro energetické účely. ČEA [online]. [cit. 2018-10-03]. Dostupné z <https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/publikace/889>
53. Picard, K., Ponchet, M., Blein, J. P., Rey, P., Tirilly, Y., Benhamou, N. 2000a. Oligandrin: A proteinaceous molecule produced by the mycoparasite *Pythium oligandrum* induces resistance to *Phytophthora parasitica* infection in tomato plants. Plant Physiology. 124 (1). 379 – 395.

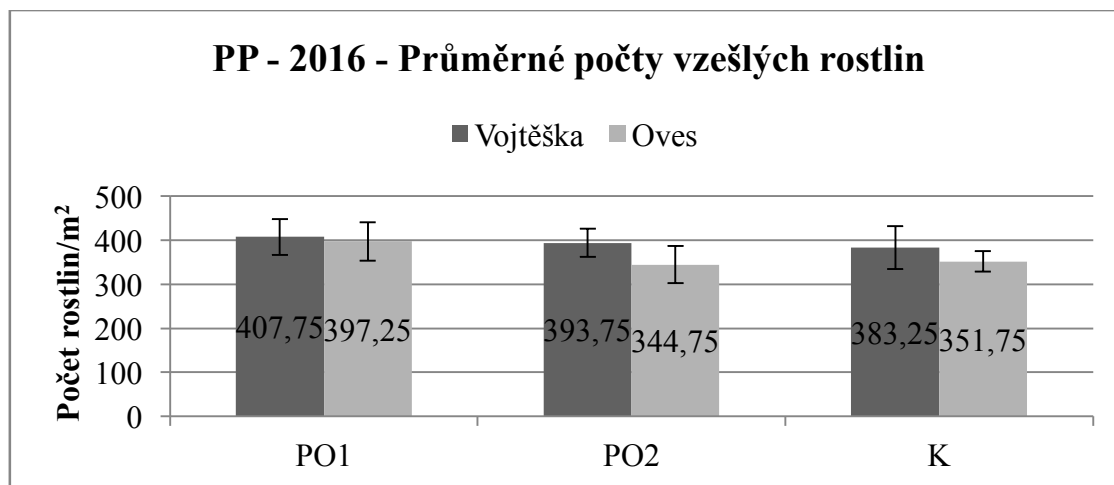
54. Picard, K., Tirilly, Y., Benhamou, N. 2000b. Cytological effects of cellulases in the parasitism of *Phytophthora parasitica* by *Pythium oligandrum*. Applied and Environmental Microbiology. 66 (10). 4305 – 4314.
55. Putnam, D., Summers, C. 2008. Irrigated Alfalfa Management for Mediterranean and Desert Zones. University of California Agriculture and Natural Resources. Oakland. 373 p. ISBN: 978601076083.
56. Rotrekl, J., Babinec, J. 2006. Je obtížné efektivně pěstovat vojtěšku. Agro. 55 – 57.
57. Rubiales, D., Fondevilla, S., Chen, W., Gentzbittel, L., Higgins, T.J.V., Castillejo, M.A., Singh, K.B., Rispaill, N. 2015 Achievements and challenges in legume breeding for pest and disease resistance. Critical Reviews in Plant Sciences. 34. 195 – 236.
58. Skalická, K. 2005. Polyploidie dokáže s rostlinnými genomy pěkně zatřást. Živa. 2. 50 – 53.
59. Skládanka, J. 2005. Pícninářství - multimediální učební texty. MZLU v Brně [online]. 14. Července 2007 [2018-03-02]. Dostupné z http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php
60. Slavík, B. 1995. Květena České republiky díl 4. Nakladatelství Akademie věd ČR. 1995. 532 s. ISBN: 8020003843.
61. Smatanová, M., Němec, P. 2013. Jeteloviny mají nezastupitelné místo v osevním postupu. Úroda. 61 (10). 28 – 29.
62. Šantrůček, J. 1989. Kultivace porostů vojtěšky a cévní vadnutí. Sborník Vysoké školy zemědělské v Praze – Fakulta agronomická. 50. 265 – 284.
63. Šantrůček, J., Svobodová, M. 1998. Porosty vojtěšky a půdní podmínky (1.část). Úroda. 3. 11–13.
64. Šantrůček, J., Fuksa, J., Hakl, J., Kocourová, D., Mrkvička, J., Svobodová, M., Veselá, M. 2007. Encyklopedie pícninářství. Česká zemědělská univerzita. Praha. 157 s. ISBN: 9788021316508.

65. Šutič, D. D., Ford, R. E., Tošič, M. T. 1999. Handbook of plant Viruses Diseases. CRC Press LLC. Boca Raton. 584 p. ISBN: 0849323029.
66. Takenaka, S., Nishio, Z., Nakamura, Y. 2003. Induction of defense reactions in sugar beet and beat by treatment with cell wall protein fractions from the mycoparasite *Pythium oligandrum*. *Phytopathology*. 93 (10). 1228 – 1232.
67. Takenaka, S., Sekiguchi, H., Nakaho, K., Tojo, M., Masunaka, A., Takahashi, H. 2008. Colonization of *Pythium oligandrum* in the tomato rhizosphere for biological control of bacterial wilt disease analyzed by real-time PCR and confocal laser-scanning microscopy. *Phytopathology*. 98 (2). 187 – 195.
68. Taylor, N. L., Quesenberry, K. H. 1996. Red clover science. Kluwer academic publishers. Dordrecht. 226 p. ISBN: 978-94-015-8692-4.
69. Teliefová, I. 2013. Vojtěška setá – nejdůležitější víceletá pícnina. *Krmivářství*. 17 (6). 24 – 27.
70. Tesař, O. 1992. Výzkum houbových patogenů cévního vadnutí vojtěšky *Verticillium albo-atrum* Drink. Et Berth. a *Fusarium* spp. se zaměřením na stanovení nejvhodnějších metod současné testace vojtěšky ke komplexu patogenů cévního vadnutí. Výzkumný ústav pícninářský Troubsko u Brna. Závěrečná zpráva – Oseva. 27 s.
71. Thomé, O. W. 1885. Flora von Deutschland Österreich und der Schweiz. Gera-Untermhaus. Dostupné z https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/59/Cleaned-Illustration_Trifolium_pratense.jpg
72. Trillas, M. I., SEGARRA, G. 2009. Interactions Between Nonpathogenic Fungi and Plants In: *Advances in Botanical Research. Plant innate immunity*. 51. 321 – 360.
73. ÚKZUZ. Seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ke dni 15. června 2017 [online]. 20. března 2018 [cit. 2018-03-2]. Dostupné z http://eagri.cz/public/web/file/408615/_32017.pdf

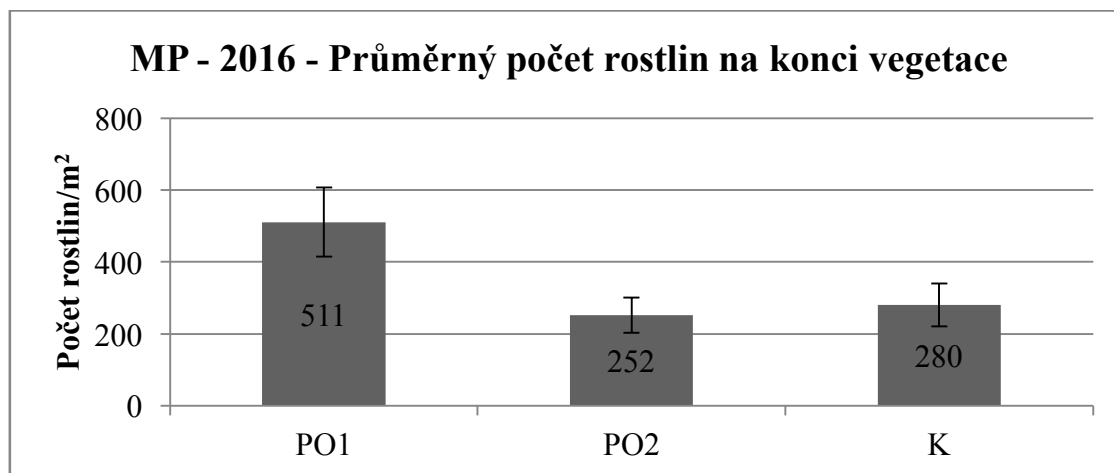
74. ÚKZÚZ. Seznam povolených přípravků na ochranu rostlin přípravků na ochranu rostlin [online]. 22. Března 2018 [cit. 2018-03-22]. Dostupné z <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>
75. Van Der Plaats-Niterink, J. 1981. Monograph of the genus *Pythium*. Studies in Mycology. 21. 1 – 244
76. Vaněk, V., Balík, J., Černý, J., Pavlík, M., Pavlíková, D., Tlustoš, P., Valtera, J. 2012. Výživa zahradních rostlin. Academia. Praha. 584 s. ISBN: 9788020021472.
77. Vaněk, V., Balík, J., Pavlík, M., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press. Praha. 224 s. ISBN: 9788086726793.
78. Vaverka, S. 1995. Zemědělská fytopatologie. Skripta MZLU v Brně. Brno. 247 s.
79. Procházka, S., Šebánek, J., Gloser, J., Sladký, Z. 2006. Botanika: Morfologie a fyziologie rostlin. MZLU v Brně. Brno. 242 s. ISBN: 8071578703.
80. Velich, J. (1994): Pícninářství. Vysoká škola zemědělská. Praha. 204 s. ISBN 80-213-0156-2.
81. Wang, A., LOU, B., XU, T., LIN, Ch. 2011. Defense responses in tomato fruit induced by oligandrin against *Botrytis cinerea*. Academic Journals. 22. 4596 – 4601.
82. Whipps, J., Lumsden, R. 1989. Mechanism of biological disease control with special reference to the case study of *Pythium oligandrum* as an antagonist. Biotechnology of Fungi for Improving Plant Growth: Symposium of the British Mycological Society held at the University of Sussex. British Mycological Society by Cambridge University Press. 1989. 191 – 218.
83. Yedidia, I., Benhamou, N., Chet, I. 1999. Induction of defense responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) By the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. Appl Environ Microbiol. 65. 1061 – 1070.
84. Zamir K. P., Ye-Yan, Z. 1993. Plant Chitinases and Their Roles in Resistance to Fungal Diseases. The Society of Nematologists. Journal of Nematology. 25 (4), 526 – 540.

9 PŘÍLOHA

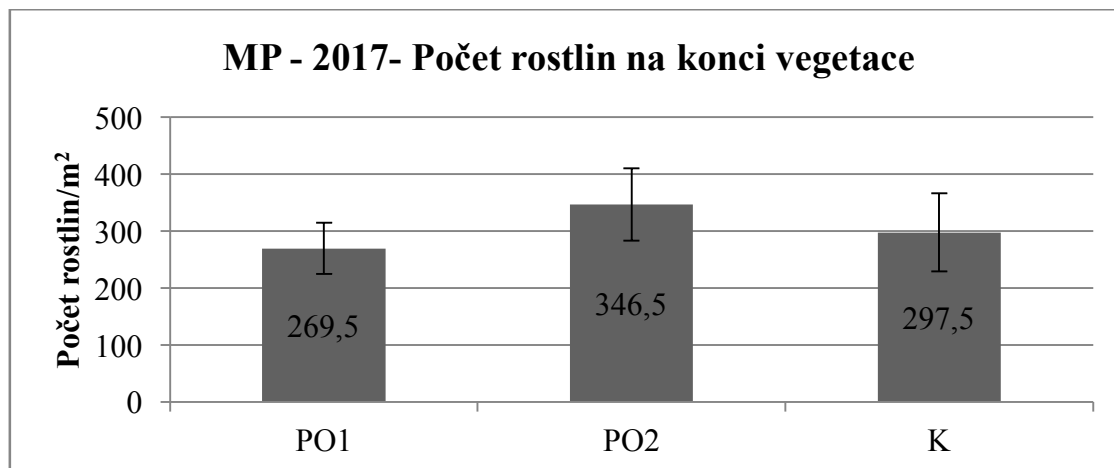
Graf P1 Grafické znázornění průměrného počtu vzešlých rostlin a směrodatné odchylky jednotlivých měřených úseků v porostu.



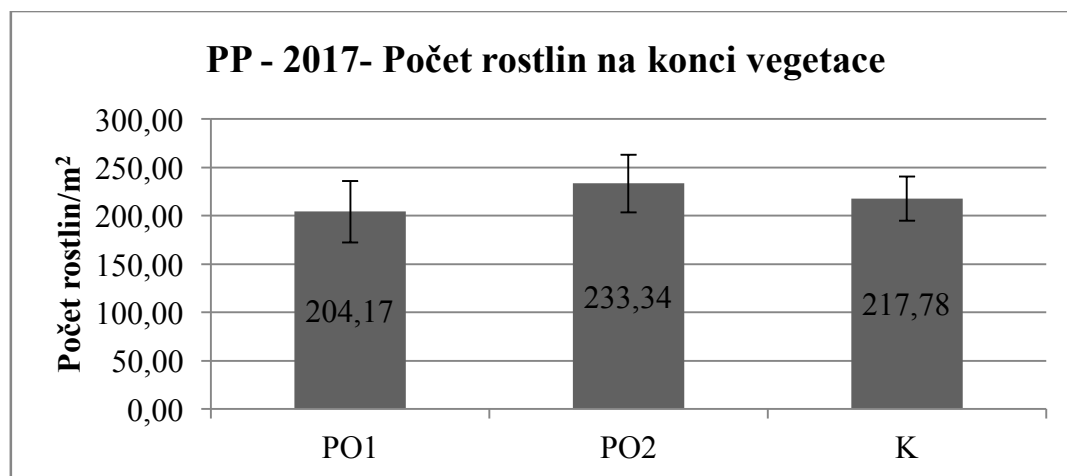
Graf P2 Grafické znázornění průměrného počtu rostlin a směrodatné odchylky jednotlivých měřených úseků v porostu.



Graf P3 Grafické znázornění průměrného počtu rostlin a směrodatné odchylky jednotlivých měřených úseků v porostu.



Graf P4 Grafické znázornění průměrného počtu rostlin a směrodatné odchylky jednotlivých měřených úseků v porostu.



Tab. P1 Vyhodnocení MP z hlediska výnosu sušiny v roce založení 2016. Výnos je uveden v t.ha⁻¹.

	PO1	PO2	K
Průměrný výnos sušiny	1,11	1,05	1,14
Podíl sušiny	34,40%	33,00%	33,30%

Tab. P2 Vyhodnocení MP z hlediska výnosu sušiny v roce následujícím 2017. Výnos je uveden v t.ha⁻¹.

		PO1	PO2	K
1.seč	Průměrný výnos sušiny	6,2	6,4	6,8
	Podíl sušiny	20%	20%	20%
2.seč	Průměrný výnos sušiny	2,0	2,0	2,4
	Podíl sušiny	29%	29%	33%
3.seč	Průměrný výnos sušiny	3,8	4,2	3,8
	Podíl sušiny	30%	29%	30%
4.seč	Průměrný výnos sušiny	0,8	0,8	1,0
	Podíl sušiny	27%	25%	25%
Celkem	Průměrný výnos sušiny	12,8	13,4	14,0

Obr. P1 Fotografie zachycující stav porostu poloprovozního pokusu během první aplikace v roce výsevu 2016.



Obr. P2 Fotografie zachycující stav porostu poloprovozního pokusu na podzim v roce výsevu 2016.



Obr. P3 Odběr vzorků v porostu poloprovozního pokusu na podzim v roce výsevu 2016.



Obr. P4 Odběr vzorků v porostu poloprovozního pokusu na podzim v roce výsevu 2016.



Obr. P5 Fotografie zachycující stav porostu poloprovozního pokusu na jaře roku 2017



Obr. P6 Fotografie zachycující stav porostu poloprovozního pokusu na podzim roku 2017.



Obr. P7 Ukázka vyryté a očištěné rostliny, připravené k vyhodnocení zkoumaných parametrů.



Obr. P8 Příčný řez kořenového krčku na kterém byl hodnocen zdravotní stav kořenového systému.

