

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



Vliv kultivace na zdravotní stav a výnos porostů vojtěšek

Bakalářská práce

Luboš Vondráček

Obor studia: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: prof. Ing. Jaromír Šantrůček, CSc.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Vliv kultivace na zdravotní stav a výnos porostů vojtěšek" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 3.5.2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu prof. Ing. Jaromíru Šantrůčkovi, CSc. za jeho cenné rady a náměty při zpracování obsahu této bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval paní Šantrůčkové, která mi předala informace v době nemoci pana profesora.

Vliv kultivace na zdravotní stav a výnos porostů vojtěšek

Souhrn

Bakalářská práce byla zpracována formou literární rešerše, ve které byl popsán původ vojtěšky seté (*Medicago sativa*), její historie a morfologická charakteristika. Podrobněji byly popsány hlavní části vojtěšky: kořenový systém, kořenový krček a nadzemní části. Dále byly zpracovány kapitoly o nárocích vojtěšky a její agrotechnice. Součástí práce je i popis chorob, které významně ovlivňují kvalitu a vytrvalost vojtěškových porostů. Podrobněji je zpracováno hlavní téma práce, a to je kultivace vojtěšky seté a její vliv na zdravotní stav porostu a ovlivnění výnosu. V textu se vychází z poznatků a pokusů, kterých bylo provedeno mnoho. V této práci jsou shrnuta témata jako je vláčení vojtěšek a jejich vliv na zdraví porostu, výnos píce a zhutnění půdy spojené s přejezdy sklizňové techniky. To vše spolu souvisí a provedené pokusy dokazují, že kultivace porostů vojtěšek nepřináší pozitivní efekt na zdraví porostu a ani na zvýšení nebo stabilizování výnosu. Naopak se dá zejména vláčení považovat jako nevhodný zásah, ač byl a stále je v některých podnicích praktikován. Z poznatků, ze kterých bylo v této práci čerpáno, vyplývá, že kultivace, špatně prováděná sklizeň a s tím spojené nadměrné přejíždění porostu, vede k prořídnutí porostu, zaplevelení, depresi výnosu a šíření chorob kořenového krčku a kořenového systému vojtěšky seté.

Klíčová slova: kořenový krček, kořenový systém, lodyhy, cévní vadnutí, kultivace

Effect of soil cultivation on plant health and yield of lucerne (*Medicago sativa*)

Summary

The bachelor's thesis was prepared in the form of a literature search, which described the origin of alfalfa (*Medicago sativa*), its history and morphological characteristics. The main parts of alfalfa were described in more detail: the root system, the root neck and the aboveground parts. Chapters on the demands of alfalfa and its agrotechnics were also prepared. Part of the work is also a description of diseases that significantly affect the quality and endurance of alfalfa stands. The main topic of the work is elaborated in more detail, and that is the cultivation of alfalfa and its influence on the health of the stand and the influence of the yield. The text is based on knowledge and experiments, many of which have been performed. This work summarizes topics such as the dragging of alfalfa and their impact on the health of vegetation, forage yield and soil compaction associated with the crossing of harvesting equipment. All of this is interrelated, and the experiments performed prove that the cultivation of alfalfa stands does not have a positive effect on the health of the stand or on increasing or stabilizing the yield. On the contrary, dragging in particular can be considered an inappropriate intervention, although it has been and still is practiced in some companies. The findings from this work show that cultivation, poor harvesting and the associated excessive crossing of the stand, leads to thinning of the stand, weeds, yield depression and the spread of diseases of the root neck and root system of alfalfa.

Keywords: root neck, root system, stems, vascular wilting, cultivation

Obsah

1. Úvod	7
2. Cíl práce a metodika	8
3. Literární rešerše.....	9
3.1. Jeteloviny	9
3.2. Vojtěška setá a její význam.....	9
3.3. Historie vojtěšky a druhy vojtěšek	10
3.4.1. Charakteristika vojtěšky seté	11
3.4.2. Kořenový systém vojtěšky	11
3.4.3. Kořenový krček	13
3.4.4. Lodyha, list, květ a plod	13
3.5. Agrotechnika vojtěšky	15
3.6. Výnos vojtěškové píce a hustota porostu	17
3.7. Choroby a škůdci.....	18
3.8. Plevel v porostech vojtěšky	21
3.9. Vliv kultivace a jiných zásahů na zdravotní stav a výnos porostů vojtěšek	21
3.9.1. Poškození porostů při přejezdech sklizňové mechanizace	22
3.9.2. Vliv zhutnění půdy na utváření nadzemních orgánů a výnos píce	22
3.9.3. Vlácení vojtěšek a vliv na zdravotní stav rostlin.....	25
4. Závěr	28
5. Seznam použitých zdrojů	30

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Jak se vyvíjí kořenový krček vojtěšky seté.....	13
Obrázek 2 - Počáteční tvorba krčku u dvouměsíční rostliny	13
Obrázek 3 - List vojtěšky seté.....	14
Obrázek 4 - Květ vojtěšky	15
Obrázek 5 - Choroby vojtěšky	19

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Odhad sklizně vojtěšky v roce 2020 v jednotlivých krajích	18
Tabulka 2 - Výnos vojtěšky v tunách za období 2003 – 2006.....	25
Tabulka 3 - Průměrné výnosy píce a lodyh vojtěšky Zdroj: vlastní zpracování dle.....	27

1. Úvod

Vojtěška setá (*Medicago sativa* L.) je spolu s jetelem lučním naše nejrozšířenější jetelovina. Přestože jsou jeteloviny zlepšující plodiny, tak jejich ploch ubývá. Při pěstování jetelovin v České republice dochází k významným změnám. Dlouhodobě se snižují osevní plochy, spolu s tím jak ubývá chovu hospodářských zvířat, a také dochází k poklesu výnosu píce. Vojtěška setá je biologicky dosti vytrvalý druh. V příznivých podmínkách by vydržela i 10 let. Její provozní vytrvalost je však kratší. Více jak 3-4 roky nepřichází v úvahu. Porosty jsou většinou už ve 2. roce vegetace značně prořídle a kvalita píce klesá. U vojtěšky i jiných jetelovin lze spatřovat příčiny poklesu výnosu píce v nedostatečné předseťové přípravě, nedostatečné výživě a špatné agrotechnice. To je například nadměrné přejíždění přes porosty a staré pěstitelské postupy (jarní vláčení bránami), které nemají při dnešních znalostech své opodstatnění. Vše se pak projevuje řídkými a zaplevelenými porosty, které jsou často napadány různými chorobami (Kalista a kol., 2001).

2. Cíl práce a metodika

Cílem bakalářské práce bylo zpracování literární rešerše ze starší i nové literatury o vlivu kultivace porostů vojtěšky na půdní podmínky, výnos píče, hustotu porostu a zdravotní stav rostlin.

3. Literární rešerše

V následující části bakalářské práce jsou objasněna teoretická východiska spojená s vojtěškou.

3.1. Jeteloviny

Jeteloviny jsou zdrojem kvalitní píce pro hospodářská zvířata, a to především pro polygastrická. Na rozdíl od trav, které obsahují více sacharidových látek, tak jeteloviny jsou bohaté na dusíkaté látky, které jsou pro hospodářská zvířata stravitelnější. Mají také významný mimoprodukční přínos. Díky hlízkovým bakteriím na kořenech fixují vzdušný dusík a půdu tím o něj obohacují. Jsou proto dobrými předplodinami. Jejich kořenová soustava pozitivně ovlivňuje půdní strukturu, pomáhá zvyšovat podíl organické hmoty, a také vynáší živiny z hlubších vrstev půdy (Demela, 1956).

Kořeny jetelovin působí protierozně, tak že kypří půdu v podorniční vrstvě a tím napomáhají vsakování vody do půdy. Víceletým pěstováním a pravidelným sečením přispějeme k redukci jednoletých plevelů (Hrabě a kol., 2004). Jeteloviny jsou medonosné, a tím plní i ekologický význam (Putnam, 2001).

Jeteloviny dělíme podle stavby kořenového krčku na trsnaté a výběžkaté. Hlavní zástupci trsnatých jetelovin jsou vojtěška setá, jetel luční a vičenec lirus. Jejich lodyhy jsou polovzpřímené až vzpřímené a jsou sečného charakteru. Jako výběžkaté jeteloviny se uvádí například jetel plazivý, štírovník růžkatý a čičorka pestrá. Lodyhy mají polovzpřímené, poléhavé a jsou pastevního charakteru (Nawrath a kol., 2013).

3.2. Vojtěška setá a její význam

Vojtěška setá (*Medicago sativa* L.) je jednou z nejvýznamnějších pícnin po celém světě, jak z hlediska výnosové schopnosti, tak z hlediska kvality. Vojtěška se pěstuje po celém světě na odhadovaných 32 milionech hektarů půdy. Mezi hlavní oblasti produkce vojtěšky na světě patří Severní Amerika s 11,9 miliony ha a Jižní Amerika se 7 miliony ha. V Asii se pěstuje 2,23 milionu ha. V Evropě se pěstuje 7,12 milionu hektarů vojtěšky, což představuje 25 % z celosvětové produkce vojtěšky, (Yuegao and Cash, 2009). V ČR je spolu s jetelem lučním hlavní jetelovinou. Často se nazývá královna píce. Vojtěška je pro zvířata velice chutná, výživná a při sklizni před kvetením má nízký obsah vlákniny a vysokou nutriční hodnotu. Vojtěška je bohatá na minerály, vitamíny a bílkoviny. Díky své vynikající nutriční kvalitě je

vojtěška primární složkou v krmné dávce skotu a je důležitým krmivem pro koně, hovězí dobytek, ovce a dojící kozy (Orloff, 1997).

Největším producentem vojtěšky v dnešní době je Severní Amerika, následovaná Evropou, Jižní Amerikou a Asií. Vojtěška setá se v současné době využívá zejména k výrobě siláží, sena, horkovzdušných úsušků a je součástí krmných směsí a granulí pro hospodářská zvířata (Skládanka a kol., 2014). Ve výrobním typu kukuřičném a řepařském je pro produkci kvalitní píce vedle kukuřice rozhodující pícninou. Vojtěška je také významnou zlepšující plodinou, která pomáhá v půdě zvyšovat organickou hmotu, kterou je producentem, a obohacuje půdu o dusík (Šantrůček a kol., 2001). Vlivem hlubokého kořenového systému vynáší živiny z hlubších vrstev půdy a ukládá je do kořenového systému (Hrabě et al., 2004). Za příznivých podmínek dosahuje vysokých výnosů kvalitní píce. V našich podmínkách se sklízí třikrát až čtyřikrát do roka (Šantrůček a kol., 2007). Vojtěška se krom pícninařského účelu také pěstuje na semeno. V ČR pěstování vojtěšky na semeno zaujímá pouze 2 – 6 % z celkové plochy vojtěšek (Šantrůček a kol., 2007).

3.3. Historie vojtěšky a druhy vojtěšek

Vojtěška je jednou z nejstarších kulturních rostlin. Jako člověkem pěstovaná rostlina má dlouhou a bohatou historii. V Íránu byly nalezeny zbytky vojtěšky staré více než 6 000 let a nejstarší písemná zmínka o vojtěšce je z Turecka v roce 1300 před naším letopočtem. Vojtěška má dlouhé vztahy s mnoha starověkými civilizacemi a nadále přispívá k zemědělství až do současnosti (Putnam, 2001). Během perských válek se dostala do Evropy (Graman, 1991). Z Evropy se později rozšířila do Jižní a Severní Ameriky (Hanson, a kol., 1972). V 17. století se vojtěška objevuje na území dnešní České republiky. K podstatnějšímu rozšíření dochází na našem území začátkem 20. století (Velich, 1991). Vojtěška náleží do čeledi bobovitých (*Fabaceae*), rodu vojtěška (tolice vojtěška) – *Medicago* L. (Graman, 1991).

Velich (1991) uvádí, že rod tolice (vojtěška) obsahuje kolem 100 druhů, většinou víceletých. Významné jsou vojtěška srpovitá (*Medicago falcata*), vojtěška zvrhlá nazývaná také prostřední a písečná (*Medicago media* R.) a vojtěška setá (*Medicago sativa* L.) Vojtěška setá se vyznačuje vzpřímeným tvarem trsu, silnými lodyhami modrofialovou barvou květu a spirálovitými lusky. Vojtěška srpovitá se odlišuje rozložitým trsem, slabšími lodyhami. Má srpovité lusky, podle kterých dostala název a žlutou barvu květu. Podstatný rozdíl je v kořenové

soustavě, kdy vojtěška srpovitá má rozvětvený kořenový systém, když to vojtěška setá má jeden hlavní kulový kořen. Díky tomu se vojtěška srpovitá může šířit horizontálně. Takové populace se označují jako plazivé vojtěšky (Hakl a Šantrůček, 2002).

3.4.1. Charakteristika vojtěšky seté

Vojtěška setá (*Medicago sativa* L.) je víceletá bobovitá (*Fabaceae*) hluboko kořenící rostlina. Je využívána pro krmné účely, jako plodina zlepšující úrodnost půdy a jako meliorační rostlin (Hrabě a kol., 2004).

Klesnil a kol. (1965) uvádějí, že vojtěška setá má hluboký kulový kořen, vzpřímený tvar trsu se silnými lodyhami, modrofialovou barvu květu a je tetraploidní.

Původ ze stepí vybavil vojtěšku mrazuvzdorností a suchovzdorností. Daří se jí v sušších podmínkách za předpokladu hluboké podorniční vrstvy (Klesnil, 1978). Větší část vody čerpá z hlubších vrstev půdy pomocí kořenů, které mohou dosahovat až 10 metrů. Vojtěšce nevyhovuje vysoká hladina podzemní vody. Půda by měla být středně těžká, pH 6,8 - 7,2. Půdní podmínky jsou důležitější než nadmořská výška. Rostlina dlouhého dne, náročná na světlo (Skládanka a kol., 2014). Vojtěška setá je vytrvalá rostlina s bohatě vyvinutým větveným křenovým systémem. Lodyha dorůstá až do jednoho metru a kvete od května do října. Vojtěška se pěstuje na orné půdě, většinou jako monokultura. Může se pěstovat také ve vojtěškotravních nebo vojtěško-jetelotravních směsích. V lučních a pastevních porostech se využívá v malé míře. Většina dnes vysévaných druhů vojtěšky je částečně ovlivněná vojtěškou srpovitou. Tyto druhy se v přírodě vzájemně kříží a vytvářejí řadu přechodných hybridů (Pelikán et al., 2012). V katalogu OECD je registrováno 725 odrůd, ve Společném katalogu EU je registrováno 383 odrůd a ve Státní odrůdové knize bylo k 15. 6. 2013 zapsáno 18 odrůd, z toho 13 odrůd domácích. Většina odrůd vojtěšky je vhodná zejména k pěstování v monokultuře. Nicméně vojtěška setá nachází své uplatnění také ve směsi s travami (Skládanka a kol., 2014).

3.4.2. Kořenový systém vojtěšky

Kořenový systém rostlin je obecně považován za velmi důležitý faktor, který souvisí s jeho značnými agronomickými a ekologickými vlastnostmi (Hakl a kol., 2011). Kořenový systém vojtěšky je obecně robustní a hluboký a jeho hlavní funkcí je absorpce vody (Basigalup, 2007). Rostliny vojtěšky seté mají obvykle jediný hluboký kořen, se změnami

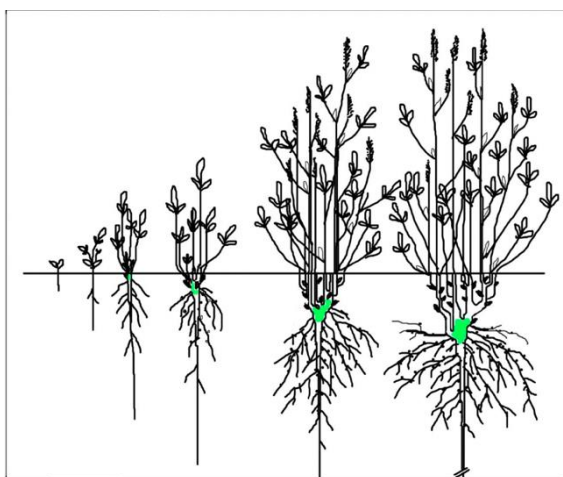
v počtu a velikosti bočních kořenů (Johnson a kol., 1998). Kořenová hmota u vojtěšky seté dosahuje ze všech plodin největšího množství. U vyvinutého porostu může suchá hmota dosahovat až 7,5-12 t/ha (Klesnil a kol., 1978). Při jarním zakládání vojtěšky dorůstá kulový kořen na podzim v roce výsevu 1,5 m hloubky a v dalších letech dorůstá do větších hloubek. Za ideálních podmínek dosahuje i více než 5 metrů (Šantrůček a kol., 2007). Boční kořeny vytvářejí mnoho tenkých kořínků, které se nacházejí hlavně v horní vrstvě půdy a tvořící hustou síť. Tyto kořínky obsahují hlízky, jejichž tkáň je vyplněna baktériemi, které fixují vzdušný dusík (Hrabě a kol., 2004). Mohutnost a intenzita kořenového systému vojtěšky závisí na mnoha faktorech, jako jsou doba výsevu, půdní podmínky či zpracování půdy (Velich a kol., 1991). To potvrdili i Šantrůček a Svobodová (1988). V letních výsevech vojtěška koření mělčeji a nevytváří kulový kořen (Klesnil a kol., 1978). Po zasetí vojtěšky se kořenová soustava vyvíjí asi 4krát rychleji než nadzemní části (Šantrůček a kol., 2001). Hustota porostu je jeden z hlavních faktorů, který ovlivňuje kořenovou morfologii. Hakl a kol. (2011) zkoumal vývoj vlastností morfologie kořenu na porostu během sedmi let, kdy na počátku byla hustota porostu 860 rostlin/m² a po sedmi letech hustota nelineárně klesla na 57 rostlin/m². Největší pokles hustoty rostlin byl v prvních dvou letech. Na konci pokusu se už hustota nezmenšoval a porost se ustálil. To znamená, že starší rostliny s větším průměrem kořenů mají pravděpodobně vyšší stálost.

Kořenové vlastnosti se vyvíjely pomalu, nicméně během sedmiletého období dosáhly společných hodnot. Vztah hustoty porostu k hmotnosti kořene nebo průměru kořenového kořene se časem zvyšoval. Bylo možné dojít k závěru, že vojtěška při počáteční vyšší hustotě, sníží rychlost vývoje kořenů s dopadem na důležité agronomické rysy spojené s morfologií kořenů (Hakl a kol., 2011).

Většina kořenové hmoty je v hloubce 0,4 – 0,6 m. Mohutnost kořenového systému dělá z vojtěšky suchovzdornou rostlinu, protože vodu dokáže přijímat ze značných hloubek (Šantrůček a kol., 2001). Kořeny vojtěšky také příznivě ovlivňují rozvoj půdních organismů a jsou užitečné pro tvorbu trvalého humusu. Kořeny vojtěšky mají taky značnou schopnost uvolňovat živiny z málo přístupných forem (Velich, a kol., 1991). V porovnání s obilninami vojtěška dodá po zapravení do půdy ve formě posklizňových a kořenových zbytků větší množství živin. Kořenová hmota se po zapravení pomalu rozkládá v celém půdním profilu. Vojtěšku lze po sobě na stejném pozemku a na kvalitních půdách opětovně pěstovat za 2 – 3 roky (Šantrůček a kol., 2001).

3.4.3. Kořenový krček

Kořenový krček je orgán nacházející se mezi kořenem a nadzemní částí, kde se tvoří nové lodyhy. Je to vegetativní neprodukční orgán, na kterém se vytvářejí odnožovací pupeny. Tento orgán je postupně vtahován do půdy a nové pupeny jsou chráněny proti nízkým teplotám a díky tomu je schopná vojtěška snést teploty až $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. To se nazývá kořenová kontrakce. Vtažením do půdy jsou také chráněny před škůdci jako jsou třeba hlodavci. Krček se vytváří po zasetí na hlavní lodyze tak, že spodní uzlina lodyhy sílí a vytváří odnožovací pupeny – kořenový krček. (Velich, a kol., 1991). Kořeny a kořenový krček jsou často napadeny chorobami houbového a bakteriálního původu, tyto choroby značně snižují životnost rostliny a tím i vytrvalost porostů (Šantrůček a kol, 2001). Vojtěšce vyhovuje prokypřená půda, která je důležitá pro růst lodyh z pupenů. Lodyhy mohou vyrůst nejen z pupenů, ale v jarním období i z přezimujících zkrácených výhonů, a také z uzlin lodyh strniště po sečích (Velich, a kol., 1991).



Obrázek 1- Jak se vyvíjí kořenový krček vojtěšky seté

Zdroj: (Šantrůček a kol., 2007)



Obrázek 2- Počáteční tvorba krčku u dvouměsíční rostliny

Zdroj: (Basigalup, 2007)

3.4.4. Lodyha, list, květ a plod

Lodyhy dorůstají okolo jednoho metru, jsou lysé a vztyčené. Vyrůstají z kořenového krčku. Vytvářejí 12-15 internodií. V řezu mají lodyhy čtyřhranný nebo okrouhlý tvar (Velich, a kol., 1991). Mladé lodyhy jsou jemné, pružné a plné. Jak stárnou, tak vysychají a uvnitř a lodyhy jsou více dřevité, duté a křehké (Staszewski, 1975). V uzlinách se lodyha větví a tvoří 4 – 8 větví. Rostlina vojtěšky vytváří trs, který má kolem 20 lodyh. Hmotnostní podíl

lodyh kolísá podle hustoty porostu, zejména podle růstové fáze od 40 do 60 % (Velich a kol., 1991).

Listy vojtěšky jsou střídavě uspořádány podél osy stonku (Basigalup, 2007). Listy jsou složeny obvykle ze tří lístků, z nichž dva krajní lístky jsou o něco menší než prostřední lístek. Lístky jsou horní třetině na obvodu zubaté. Listové čepele jsou podlouhlé a na základně zúžené (Staszewski, 1975). Vojtěška vytváří mohutný listový aparát. Nejvíce listů se tvoří v prvním užítkovém roce, největší plocha listů je v první seči (Hrabě a kol., 2004). V první seči je jejich asimilační plocha 80 – 140 cm². Při dalších sečích se jejich plocha snižuje. Listy krom asimilační funkce, také tvoří spolu s lodyhami hospodářský výnos a kvalita píce je úměrná k podílu listů (Římovský a kol., 1989).



Obrázek 3 - list vojtěšky seté
Zdroj: Skládanka Jiří, 2010

Květy se vyvíjí, když vrchol stonku přechází z vegetativního do reprodukčního růstového stavu. Tato změna, která se nazývá přechod, začíná objevením výčnělku v podpaží listového pupenu, přiléhajícího k vrcholu stonku (Basigalup, 2007). Květy jsou modrofialové až bledě levandulové a květenstvím je hrozen. Plodem je spirálovitě stočený lusk obsahující 10-20 semen, která mají pískově žlutou až hnědou barvu. Vojtěška je rostlina dlouhého dne. V ČR kvete od května do srpna (Skládanka a kol., 2014).



Obrázek 4- Květ vojtěšky

Zdroj: Skládanka, Jiří, 2010

Semena jsou obecně ve tvaru ledviny a nažloutlé barvy, ale můžou se také vykytovat hranatá semena s barvou, která se pohybuje od olivově zelené po různé odstíny hnědé (Basigalup, 2007).

3.5. Agrotechnika vojtěšky

Na úrodných půdách můžeme vojtěšku pěstovat po sobě za 2-3 roky. Zpravidla se na stejný pozemek zařazuje za 5 a více roků (Šnobl a kol., 2005). Vojtěšku v běžných osevních postupech zařazujeme po obilovinách a směskách (Šantrůček a kol., 2003). Před pěstováním vojtěšky by měl být pozemek dobře zoraný (Duke, 1983). V našich podmínkách je dobré orbu provést na podzim a na jaře před setím pozemek několikanásobně zvláčet, čím se srovná, a také se tím kontrolují plevele (Šnobl a kol., 2005). Předpokladem založení hustých a zdravých porostů, které mají stabilní a vysoké výnosy je dobrá předset'ová příprava. Cílem je vytvořit drobovitou strukturu, rovný povrch a vhodnou ulehlost půdy před setím (Šantrůček a Svobodová, 1998). Klesnil (1978) uvádí, že podle Výzkumného ústavu základní agrotechniky v Hrušovanech u Brna se minimální zpracování půdy s bezorebným setím neosvědčilo. Prokypřenou půdu je také dobré před setím uválet (Rotrekl a Babinec, 2006). Setí provádíme za optimální vlhkosti (Šantrůček a Svobodová, 2002). Čistý výsev zakládáme kolem 6–7 mil. klíčivých semen na ha, to je cca 12–15 kg/ha. Při zakládání do krycí plodiny je výsev 7–9 mil. klíčivých semen na ha, tj. cca 15–18 kg/ha (Skládanka a kol., 2014). Dle Rotrekla a Babince (2006) je vhodné setí vojtěšky kolmo na řádky krycí plodiny. Termín setí je v březnu až dubnu do hloubky 1–2 cm, na lehčích půdách 2–3 cm (Skládanka a kol., 2014). Osivo je také možné očkovat novými kmeny hlízkových bakterií těsně před setím, a tím se zajistí dostatek

hlízkových bakterií kolem kořenů mladých rostlin. Vojtěšku pro pícní účely vyséváme do řádků o vzdálenosti 75 – 150 mm (Šantrůček, 2001). Šantrůček a Svobodová (1992) během svých pokusů zjistili, že pro dosažení optimální hustoty vojtěškového porostu po všechna léta vegetace je nejvýhodnější výsev do řádků 125 mm.

Vojtěška je vytrvalá plodina, která roste řadu let, a proto je nutné před přípravou pozemku aplikovat potřebné živiny pro její růst a produktivitu. Během svého růstu vyžaduje velké množství živin a je doporučeno hnojení draslíkem před setím. V kyselých půdách vojtěška neroste dobře, zejména tam, kde má horních 10 cm půdy pH nižší než 5,2. Ideální pH je 6,5 – 7,2 (McDonald a kol., 2003). Vápnění je jedním z nejučinnějších postupů pro korekci kyselosti půdy a zlepšení výnosů vojtěšky. Na středně i velmi kyselých půdách, kde existuje riziko toxicity hliníkem, lze aplikovat více než 2,5 t/ha vápna. Kyselé půdy mají obvykle méně vápníku a molybdenu, což narušuje odnožování a růst kořenů. Pokud je pH půdy nižší než 6,5, měl by se pozemek vápnit nejméně tři až šest měsíců před výsevem vojtěšky (Kokate, 1990). McDonald a kol. (2003) doporučuje, aby v půdách s nedostatkem fosforu bylo v oblastech se silnými srážkami aplikováno až 30 kg/ha fosforu a 10 kg /ha v oblastech, kde je omezené množství srážek. Podle Šantrůčka a kol. (2003) je na málo zásobených půdách fosforem vhodné dodat až 40 kg/ha. Při pěstování vojtěšky je pro výrobu rostlinného dusíku nezbytná síra, a proto by se mělo v době setí aplikovat 30-40 kg/ha síry (Thawana, 2008). Vojtěšku lze pěstovat jak v hlinitých půdách s dobrým odvodněním, tak v hlinitopísčité půdě smíchané s jílovitými půdami. Má ráda bohaté půdy na vápník a fosfor kde má vojtěška vysoké výnosy (McDonald a kol., 2003). Vojtěška je relativně odolná vůči alkalickým půdám, ale vysoká zásaditost půdy zhoršuje její produktivitu (Kokate, 1990). Zavedené vojtěškové porosty se ale poměrně dobře přizpůsobují alkalickým půdám, zatímco mladá vojtěška v alkalickém prostředí nepřežije (McDonald a kol., 2003). Hnojení dusíkem je v našich podmínkách nepotřebné. Nemá pozitivní vliv na výnos a podporuje růst plevelů. Nepoužívá se ani startovací dávka v prvním roce vegetace (Šantrůček a kol., 2003). Obecně jeteloviny, kam vojtěška patří, dusíkem nehnojíme. Přestože dusíku spotřebují značné množství, tak 75 % až 90 % ho získávají ze vzduchu. Zbylé množství získají z půdní zásoby (Poulik, 1996).

Za zmínku stojí také očkováním novými kmeny hlízkových bakterií před setím (Šantrůček a kol., 2003).

Vojtěška dobře roste na hlubokých a dobře odvodněných půdách se střední až lehkou strukturou (Kokate, 1990). Ideální objemová hmotnost půdy před setím vojtěšky je ve vrchních vrstvách ornice 1 g.cm^{-3} , po vzcházení $1,15 \text{ g. cm}^{-3}$ a během následné vegetace $1,25 \text{ g. cm}^{-3}$. Objemová hmotnost půdy ovlivňuje jak podzemní orgány, tak tvorbu nadzemní biomasy

(Svobodova, 2002). Když se vojtěška pěstuje v podmáčených oblastech s vysokými teplotami, rostliny buď odumírají, nebo je oslaben jejich opětovný růst. Vojtěška nepřežije v oblastech často zaplavených vodou. Ideální teploty pro růst vojtěšky jsou okolo 25 °C a k vysoké produkci může dojít mezi 10–30 °C, přičemž produkce výtěžku významně klesá, když je teplota pod 10 °C (McDonald a kol., 2003).

Vojtěšku pro pícničářské účely sklízíme většinou 3x až 4x v jednom roce (Šantrůček a kol., 2003). Vojtěšku pro pícničářské účely sklízíme nejpozději na začátku květu. Technologicky náročný je sběr vojtěškového sena. Pro jeho úspěch je třeba příznivého počasí a vhodné techniky. Jelikož výživově cenné listy schnou rychleji než stonky, tak hrozí jejich ztráta opadáním před samotným sběrem suché píce. Ideální je sekat porost žacím ústrojím vybaveným kondicionérem, který tlusté stonky namačká a ty pak rychleji schnou. Tím docílíme rovnoměrnějšího dosychání listů a stonků. Při následném sběru suché píce pak nedochází k tak velké ztrátě listů vojtěšky (Jarmiška a kol., 1998).

3.6. Výnos vojtěškové píce a hustota porostu

Tvorbu nadzemní biomasy vojtěšky ovlivňuje řada faktorů. Hlavní ekologické faktory jsou půda, vláha a teplota (Klesnil a kol., 1965). Výnos vojtěšky je dán délkou, hmotností jednotlivých lodyh a počtem rostlin na m². Optimální počet rostlin po prvním přezimování je v rozmezí 150-240 rostlin/ m². Vyšší počet na rostlin na m² znamená menší počet lodyh na rostlině. Lodyhy jsou ale delší a tlustší (Šantrůček, 1990). Výnos a kvalita píce přímo souvisí s hustotou porostu (Orloff, 1997). Předpokladem pro to je počet lodyh na jednotku plochy. Ideální stav je v 1. seči 1200 až 1500 na m² (Šantrůček a Svobodová, 2002). Výnosy sena vojtěšky v současnosti přesahují něco málo přes 7 t/ha (Šantrůček a kol., 2011). Do roku 1990 dosahoval výnos kolem 9 t/ha. Toto snížení může být způsobeno menšími vstupy organické hmoty do půdy (Hrabě a kol., 2004). V prvním roce je dynamika růstu a tvorby biomasy vojtěšky nejvíce závislá na způsobu založení porostu (Halva a Hrabě, 1980). Například založení vojtěšky do krycí plodiny se projevuje zpomalením růstu vojtěšky (Klesnil a kol., 1965). Na zdravý porost, velké a stabilní výnosy vojtěšky má v našich podmínkách největší vliv stav půdy (Svobodova, 2002). Dále vhodný výběr odrůd, které jsou díky šlechtění rezistentnější k chorobám (Hakl a kol., 2011). V roce založení nejvíce ovlivňuje výnos píce hustota porostu a nízký výskyt plevelu (Hoy, 2002). U prořídleho porostu vojtěšky, kde je počet rostlin pod 85 na m², klesne výnos až o 30 % (Rotrekl a Babinec, 2006).

Nejvýnosnější a nejstabilnější českou odrůdou je Vlasta s ročním výnosem 16 t sušiny na ha. Zatímco nejnižší výnosný má odrůda Magda, Tereza a Oslava, které měli v průměru kolem 14,9 t sušiny / ha (Hakl a kol. 2019). V tabulce 1 jsou ukázány odhady dosažených výnosů za rok 2020 v jednotlivých krajích ČR.

Území	Plocha v hektarech	Výnos v t/ha	Sklizeň v tunách
Česká republika	79 404	6,64	527 116
Hl. m. Praha	254	7,20	1 830
Středočeský	16 328	6,82	111 343
Jihočeský	3 678	6,75	24 824
Plzeňský	5 365	6,94	37 238
Karlovarský	520	9,81	3 544
Ústecký	5 535	6,87	38 035
Liberecký	898	6,61	5 933
Královéhradecký	6 738	6,77	45 645
Pardubický	4 550	6,87	31 246
Vysočina	6 405	6,56	41 986
Jihomoravský	14 059	5,93	83 422
Olomoucký	6 177	7,04	43 468
Zlínský	6 251	6,55	40 952
Moravskoslezský	2 646	6,67	17 651

Tabulka 1 - Odhad sklizně vojtěšky v roce 2020 v jednotlivých krajích

Zdroj: vlastní zpracování dle Český statistický úřad, <http://www.czso.cz>, 15.10.2020

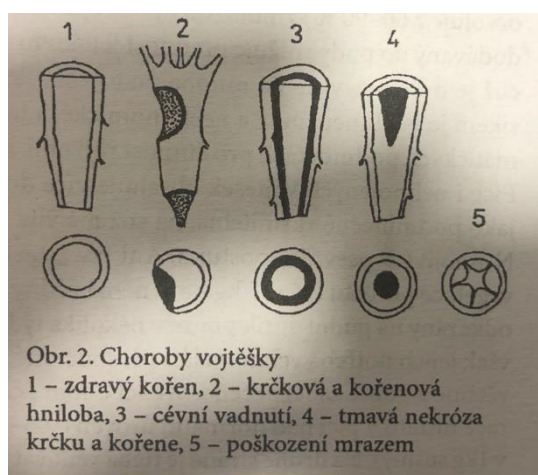
3.7. Choroby a škůdci

V následující kapitole budou popsány choroby a škůdci spjaté s vojtěškou.

3.7.1. Choroby

Vojtěška je napadána řadou chorob. Nejdůležitější a nejzávažnější jsou choroby kořenového systému a kořenového krčku. Jsou taky ekonomicky nejvýznamnější. Tyto choroby způsobují snížení produkční schopnosti rostlin, prořidnutí porostu a následné menší

výnosy (Mašková a Hakl, 2009). Jde o cévní vadnutí, tmavé nekrózy krčku a kořene a korovou nekrózu krčku. Způsobují je patogenní organismy houbového a bakteriálního původu (Šantrůček a kol., 2003). Patogenní organismy, vyvolávající choroby cévního a kořenového systému, jsou houby rodů *Fusarium* (Fusariové vadnutí vojtěšky) a *Verticillium* (Verticiliové vadnutí vojtěšky) nebo bakterie rodu *Clavibacter* (Bakteriální vadnutí vojtěšek). Na porostech se projeví vadnutím nadzemních částí rostlin, zasycháním lístků a kořeny mění barvu cévních svazků. Napadená místa jsou na průřezu kořenu žluté až světle hnědé a jsou viditelná v celé délce kořenu i postranních větví (Kůdela, 1978).



Obrázek 5 - Choroby vojtěšky
 Zdroj: (Šantrůček a kol., 2003)

Kůdela (1978) uvádí, že cévní vadnutí se od 50. let stalo nejvýznamnější chorobou vojtěšky po celé Evropě. Kvůli rozšíření této nemoci došlo k poklesu vytrvalosti vojtěškových porostů. Přímá ochrana proti těmto chorobám není a jediná ochrana spočívá ve volbě vhodné odrůdy, které jsou prošlechtěné k rezistenci vůči původcům choroby (ÚKZÚZ, 2021). K omezení šíření těchto nemocí by podle Kůdely (1978) přispělo sklízet nejdříve zdravé porosty a potom napadené, nebo dezinfikovat žací mechanismy, tak aby se nemoci nešířili mezi jednotlivými pozemky.

Obecná skvrnitost vojtěšky je onemocnění způsobené houbou *Pseudopeziza medicaginis*, způsobující skvrnité napadení listů, stonků a lusků. Jde o onemocnění nadzemních částí rostlin. První příznaky se objevují na konci května (Staszewski, 1975). Toto onemocnění způsobuje na listech tvorbu malých kulatých, tmavě hnědých skvrn, které jsou lemovány zubatým okrajem. Napadené listy žloutnou a opadávají. Takto poškozené rostliny ztrácejí výnos, kvalitu píce a celkovou vitalitu. Pro rozvoj patogenu je důležitá zvýšená vzdušná

vlhkost. Během teplého a suchého léta nemoc ustupuje. Nemoc se vyskytuje po celém světě. Houbové patogeny přežívají na rostlinných zbytcích. Proto je jako ochrana doporučena správná agrotechnika a úklid posklizňových zbytků (ÚKZÚZ, 2021).

Během sušších a teplejších let se může objevit žlutá skvrnitost vojtěšky způsobena houbou *Leptotrochila medicaginis*. Příznakem jsou malé chlorotické, později žluté a oranžové skvrny. Postižené listy rychle vadnou, zasychají a opadávají nebo zůstávají viset na stonku. Skvrny na stoncích jsou zpravidla žlutavé až tmavohnědé (Nedělník a Pokorný, 2005).

Plíseň vojtěšková je způsobena houbou *Peronospora viciae*. Houbové mycelium se vyvíjí uvnitř stonku. Na začátku jara mají postižené lodyhy zelenožlutou barvu a mají špatně vyvinuté listy. Na spodní straně listu se objeví šedavý povlak. Listy poté hnědnou a opadávají. Houba se šíří konidiiemi. Houbové mycelium přezimuje na lodyhách a kořenovém krčku (Staszewski, 1975). Ochranou je předčasná seč nebo rezistentnost odrůd.

Virových onemocnění se vyskytuje u vojtěšky několik typu a jsou způsobeny různými viry, vyskytují se během celé vegetace a projevují se barevnými změnami na listech a deformací listů (Kazda a kol., 2010). Virová onemocnění jsou poměrně častá, ale nepatří k hospodářsky významným chorobám (Kazda a kol., 2003). Nejběžnější a nejškodlivější je vir *Alfalfa mosaics*, virus mozaiky vojtěšky. Tento virus je schopen infikovat až 600 druhů kulturních rostlin a plevelů. Příznakem jsou žlutozelené skvrny. Virus mozaiky vojtěšky negativně ovlivňuje výnos rostlin a deformuje plody (ÚKZÚZ, 2021). Napadení stoupá se stářím porostu a zvyšují se ztráty na sklizni. Virus je přenášen mšicemi a mechanicky (Hrabě, 2004).

3.7.2. Škůdci

Nejvýznamnější nehmyzí škůdce je hraboš polní (*Microtus arvalis*), kterému se velmi dobře daří ve víceletých pícevinách. Možnost regulace je na základě jejich odpočtu a od středního výskytu můžeme použít rodenticidy. Kromě aplikace nástrahových přípravků je nutné uplatňovat některá agrotechnická opatření jako je kvalitní příprava půdy. Lze využívat opatření podporující predátory hraboše polního. Jedná se především o vysazování hnízdních budek a posedů pro dravce (poštočku obecnou či kalouse ušatého) Tato opatření však nejsou rozhodující při regulaci vyššího počtu hlodavců (Rotrekl a Babinec, 2006). Populační hustotu hraboše polního sledujeme podle počtu užívaných nor na ha především na jaře (ÚKZÚZ, 2021).

Hmyzí škůdci porostů vojtěšky jsou klopuška chlupatá, klopuška světlá, třásněnky, kyjatka hrachová, bejlmorka a plodomorka vojtěšková. Hospodářské škody způsobují jen na semenářských porostech, kde lze použít insekticidy při dosažení prahu škodlivosti (ÚKZÚZ, 2021).

3.8 Plevelé v porostech vojtěšky

Vojtěška nemá dobrou konkurenceschopnost proti plevelům. Nejnáchylnější je v roce setí (Jarmiška a kol., 1998). Proto je nezbytné regulovat zaplevelení před založením vojtěšky. Mnoho herbicidů lze navíc použít až poté, co si vojtěška vytvoří třetí list trojlistu. Vývoj do této fáze může trvat osm nebo více týdnů, což je mnohem pomalejší než rychlost růstu plevelů (Dolling, 2018). Plevelé ve vojtěškových porostech snižují objem a kvalitu píce. Absence zpracování půdy během užitkových roků vojtěšky napomáhá šíření plevelů. Proto je důležitá správná předset'ová příprava (Undersander a kol., 2011). Letní výsevy mají menší konkurenceschopnost vůči plevelům než výsevy na jaře. Trvalé plevelé by měly být redukovány před setím vojtěšky (Lacefield a kol., 2009). Nejvíce zaplevelené bývají porosty založené bez krycí plodiny (Jarmiška a kol., 1998).

Vojtěšku setou nejčastěji zaplevelují pampelišky (*Taraxacum*), šťovíky (*Rumex* spp.), heřmánkovec nevonný (*Tripleurospermum inodorum*) a jednoděložné plevelé jako pýr plazivý (*Elytrigia repens*) a lipnice roční (*Poa annua*) (Slavík, 1995).

Nejdůležitějším a nejúčinnějším činitelem pro redukci zaplevelení je hustý a silný porost vojtěšky. Sklizeň vojtěšky ve vhodném stádiu dospělosti také pomáhá předcházet zaplevelení porostu. Správná výška sečení (ponechání strniště o délce 5 až 7cm) může snížit výskyt mnoha plevelů. Pro redukci většiny plevelů v porostech vojtěšky jsou k dispozici herbicidy. Kromě selektivních herbicidů používaných během opětovného růstu mohou být v pících porostech a v některých případech ihned po sklizni použity některé širokospektrální a neselektivní herbicidy (Lacefield a kol., 2009). Proti plevelům lze také zasáhnout kultivací porostu, což sice povede k částečnému potlačení plevelů, ale zároveň tím dochází k poškozování rostlin vojtěšky.

3.9. Vliv kultivace a jiných zásahů na zdravotní stav a výnos porostů vojtěšek

Vláčení porostů vojtěšky seté za účelem podpoření odnožování z podzemních pupenů kořenového krčku bylo zkoumáno již od 30.let 20.století. Ve většině podniků bylo do poloviny 90.let prováděno jarní vláčení (Svobodová a kol., 1998). Kultivace porostu vojtěšek má své opodstatnění z hlediska prokypření povrchu půdy v odnožovací zóně kořenového krčku a také

jako proti plevelné opatření (Šantrůček a kol., 2003). Čím jsou porosty starší, půda je utuženější a kořenové krčky jsou více vtáhnuté do půdy. Proto se nejčastěji přistupovalo k vláčení porostů bránami. Potřeba kypřit půdu v zóně kořenového krčku byla sice prokázána, ale problémy vláčení porostů jsou, že brány nemají dostatečný efekt na prokypření půdy a rostliny se tím spíše poškozuji. Zároveň při těchto ošetření dochází k nadměrným přejezdům a tím hutnění půdy, poškozování rostlin a roznášení chorob. Byly vyzkoušeny i jiné nástroje jako jsou vibrační brány a kultivátory. Ale ani tyto zásahy se kladně neosvědčily. Naopak dochází spíše k úbytku výnosu, hlavně pak ve 3. roce vegetace (Šantrůček a Svobodová, 2002).

3.9.1. Poškození porostů při přejezdech sklizňové mechanizace

Sklizeň vojtěšky vede k tomu, že rostliny jsou vystaveny přejezdům v různých časech během růstového cyklu sklizňovou mechanizací, která má různou velikost a zatížení kol. Dopad tohoto provozu má důsledky na výnos (Rechel a kol., 1991). Ztráta výnosu je způsobena fyzickým poškozením rostlin při přejezdech mechanizace (Richard a kol., 1993). Na poškození rostlin při přejezdech má také významný vliv vlhkost půdy a prokluz kol (Pristaš, 1980).

Tímto problémem se podrobněji při svých pokusech zabývali Šantrůček se Svobodovou (1992). Čím je porost starší a počet přejezdů přibývá, tím stoupá podíl samotného poškození rostlin na snížení výnosu. Při každé jedné seči vojtěšky dochází přejezdu více jak 50 % procent celkové plochy pozemku a na souvratích až 70 % jejich výměry (Svobodová, 2002). Krom samotného zhutnění půdy, které má taky negativní vliv na výnos, tak větší měrou ke snížení výnosu přispívá poranění rostlin, olámaní výhonků a následné napadání rostlin chorobami kořene a kořenového krčku. Lodyhy takto poškozených porostů pak mají menší hmotnost. Podle Šantrůčka a Svobodové (1992) přejezdy sklizňové mechanizace snižují výnosy píce ve 2. a 3. roce vegetace, ve 2. a 3. seči o 13 až 31 %. Mechanické poškození rostlin přejezdy, díky kterému jsou pak rostliny napadány chorobami, se na tom podílelo z větší části (70 až 85 %) než zhutnění půdy. Poškození rostlin přejezdy mechanizace poškozuje také kořeny a mění jejich morfologickou stavbu (Svobodová, 2002).

3.9.2. Vliv zhutnění půdy na utváření nadzemních orgánů a výnos píce

Zhutňování půdy je faktor omezující výnos v rostlinné výrobě. Vojtěška je z jetelovin na zhutnění půdy nejcitlivější. (Šantrůček, 1989). Nejvýznamnější příčinou zhutnění půdy je používání těžké mechanizace v zemědělství a časté přejezdy spojené s pěstováním víceletých

pícnin. Mezi negativní účinky patří: snížená pórovitost a provzdušňování, zvýšená odolnost zhutněné půdy proti pronikání kořenů, snížená absorpce živin. Vliv zhutnění půdy může mít také vliv na půdní mikroflóru pod porosty vojtěšky. Při nedostatku vzduchu v půdě je omezena tvorba nádorků hlízkových bakterií (Šantrůček, 1990).

U vytrvalých plodin, jako je vojtěška, mohou existovat problémy se zhutněním před založením porostu nebo se mohou vyvinout po setí, protože půda je vystavena mnoha dopravním přejezdům (sekání, hrabání, lisování, odvoz píce). Cílem různých pokusů bylo zjistit vliv poškození rostlin a zhutňování půdy na tvorbu výnosu vojtěšky. Na snižování výnosu se významně podílejí přejezdy zemědělské techniky při zvýšené půdní vlhkosti během sklizně. Tím pak dochází k zhutnění půdy okolo kořenového krčku mnohem více než při sklizni, kdy je půdní vlhkost ideální (Šantrůček a Svobodová, 1992). Rechel a kol. (1991) porovnávali výnosy vojtěšky na pozemku sklízeném mechanizací a pozemku sklízeným bez použití těžké techniky. Rozdíl výnosu z pozemku zhutňovaným zemědělskou technikou nebyl v prvním roce významný, následující rok byl vlivem zhutnění půdy pokles sezónního výnosu o 12 % oproti pozemku, který nebyl obděláván zemědělskou technikou. Na silně zhutněných půdách se kořenový systém vojtěšky mění. Dochází k omezení růstu a vyššímu zastoupení rozvětvení hlavních kořenů. Při tom dochází k zhoršenému vzházení rostlin, rychlejšímu řídnutí rostlin a zaplevelení pozemků z důsledků všech negativních vlivů spojených se zhutněním půdy.

Glab (2008) udělal studii o vlivu zhutnění půdy na výnos píce a růst kořenů vojtěšky. V letech 2003–2006 byl proveden polní experiment na jílovité půdě. Byl měřen výnos píce a morfologie kořene (hustota, délka kořenů, střední průměr kořene). Zhutňovací ošetření byla provedena třikrát ročně traktorem s následujícím počtem přejezdů: kontrola bez experimentálního provozu, dva přejezdy, čtyři přejezdy a šest přejezdů. Bylo zjištěno, že kořeny ve více zhutněné půdě byly výrazně silnější. Byl pozorován účinek kořenového systému vojtěšky na zhutnění půdy. Kořenový systém vojtěšky snížil účinky zhutnění půdy, které byly zaznamenány v prvním a druhém roce experimentu. Zvýšení počtu přejezdů mělo za následek každoroční snížení úrody sušiny. Nejnížší výnosy vykazovala varianta se 6 přejezdy. Varianty s 2 a 4 přejezdy se výrazně v produkci sušiny nelišily. Nejvyšší výnos vykazovala kontrola bez přejezdů. K poklesu výnosu píce docházelo ve druhé a třetí seči všech variant. Rozdíly ve výnosu se mezi variantami projevovaly každý rok o něco více. Výnosy jednotlivých roků a sečí jsou v tabulce 2 - Výnosy. Z tabulky 2 lze vyčíst, že v posledním roce je výnos ze 3 sečí na kontrole bez přejezdů 12,5 t/ha sušiny a na variantě se 6 přejezdy 10,5 t/ha. To je o 15,8 % nižší výnos oproti kontrole, kde nebyla hutněná půda. V 2. roce je výnos o 13 % nižší na kontrole se 6 přejezdy oproti nepřejížděné kontrole, což odpovídá pokusům

Rechela a kol. (1991), kteří zaznamenali pokles o 12 % na výnosu u porostu hutněným přejezdy.

Šantrůček (1989) se také věnoval vlivu zhutňování půdy koly traktoru a kypření půdy vláčením na tvorbu výnosu píce. Pokus probíhal s dvěma odrůdami vojtěšky Palava a Rambler a došel k závěru, že nejvyšší výnosy poskytovali porosty neošetřované. Ale k velkému snížení výnosu píce za dobu pokusných let nedošlo.

Vliv zhutnění půdy má také vliv na utváření nadzemních orgánů. Zhutňování půdy se nemusí vždy projevit snížením výnosu, protože řidší porosty s menším počtem lodyh, můžou kompenzovat tento stav větší mohutností lodyh a tím předčít husté porosty s jemnějšími a tenčími lodyhami. Hustší porosty mají kratší lodyhy. Zhutňování půdy může vést k větší délce lodyh a projevuje se většinou od 2. roku vegetace. Více rostlin na m² se vyznačuje menším množstvím lodyh na kytku, ale tyto lodyhy jsou delší a tlustší. Olistění lodyh bylo přímo úměrné jejich tloušťce. Tlustší jsou lodyhy mají více listu. U zhutňovaných a vláčených porostů se objevují tlustší lodyhy, což pravděpodobně souvisí se snižováním jejich počtu (Šantrůček, 1990).

Výnosy (sušina v tunách)				
Rok 2003	1. seč	2. seč	3. seč	Průměr
Kontrola 0	3,31	2,99	3,12	3,14
Kontrola 2	3,29	2,97	3,00	3,08
Kontrola 4	3,33	3,15	3,09	3,19
Kontrola 6	3,26	2,78	2,97	2,93
Průměr	3,30	2,97	2,99	
Rok 2004				
Kontrola 0	3,50	3,79	3,94	3,74
Kontrola 2	3,53	3,28	4,05	3,62
Kontrola 4	3,76	3,30	3,76	3,62
Kontrola 6	3,52	3,06	3,18	3,25
Průměr	3,59	3,36	3,73	
Rok 2005				
Kontrola 0	4,45	4,27	3,58	4,10
Kontrola 2	4,36	3,62	3,21	3,73
Kontrola 4	4,59	3,53	3,33	3,82
Kontrola 6	3,93	3,11	3,10	3,38
Průměr	4,33	3,63	3,31	
Rok 2006				
Kontrola 0	4,69	4,31	3,50	4,17
Kontrola 2	4,50	3,87	3,37	3,91
Kontrola 4	4,55	4,02	3,05	3,87
Kontrola 6	4,06	3,44	3,03	3,51
Průměr	4,45	3,91	3,24	

Tabulka 2 - Výnos vojtěšky v tunách za období 2003 – 2006

Zdroj: vlastní zpracování dle Glab, 2008

3.9.3. Vlácení vojtěšek a vliv na zdravotní stav rostlin

Vlácení vojtěškových porostů se většinou provádí hřbovými bránami a nejčastěji před začátkem vegetace. Zkoušelo se, ale jiné nářadí například vibrační brány nebo kultivátory. V mnohaletých pokusech bylo prokázáno, že vlácení zejména dobře zapojených porostů nevede k účinnému prokypření povrchu půdy a ani ke zvýšení výnosu. V některých případech u mírně prořídých porostů došlo ke zvýšení počtu lodyh, ale tyto lodyhy měly menší hmotnost. Vlácené porosty při pokusech vykazovali stejný nebo nižší počet rostlin jako nevlácené porosty (Svobodova a kol., 1997) Na vlácených pokusech byl průkazně vyšší počet krátkých lodyh, které se na výnosu skoro nepodílejí. Akorát u velmi řídkých porostů (35-42 rostlin na m²) byla situace jiná a vlácení na jaře a po první seči vedlo k menšímu zvýšení výnosu v následující sklizních. Celkový výnos u takových to porostů je ale tak nízký (5-6 t/ha), že se ekonomicky nevyplácí pro pícninářské účely (Šantrůček a kol.,1999).

Vlácení za účelem odplevelení provádíme jen u velmi řídkých porostů (méně než 600 lodyh na m²) na hlinitopísčitéch až písčitéch půdách. Jen za takových to podmínek má své opodstatnění a provedeme ho na jaře před obrůstáním pupenů a po 1. seči. těžkými bránami se širokým záběrem a s pomalou rychlostí traktoru. Lze také použít kultivátor nebo vibrační brány a zásah provedeme rovněž před začátkem obrůstání. Kultivátor a vibrační brány jsou pro jarní kypření účinnější, ale rostliny více poškozují. Tyto nástroje lze doporučit jen jednou z jara u velmi řídkých porostů. Na hluboko kořenící plevelé nemají tyto zásahy vliv, jen pokud jsou v klíčním stavu. Z pokusů také vyplývá, že vlácení vede ke většímu zhutnění půdy z důsledků dalších přejezdů a malé bran proniknout do zhutněné půdy (Šantrůček a kol.,1999).

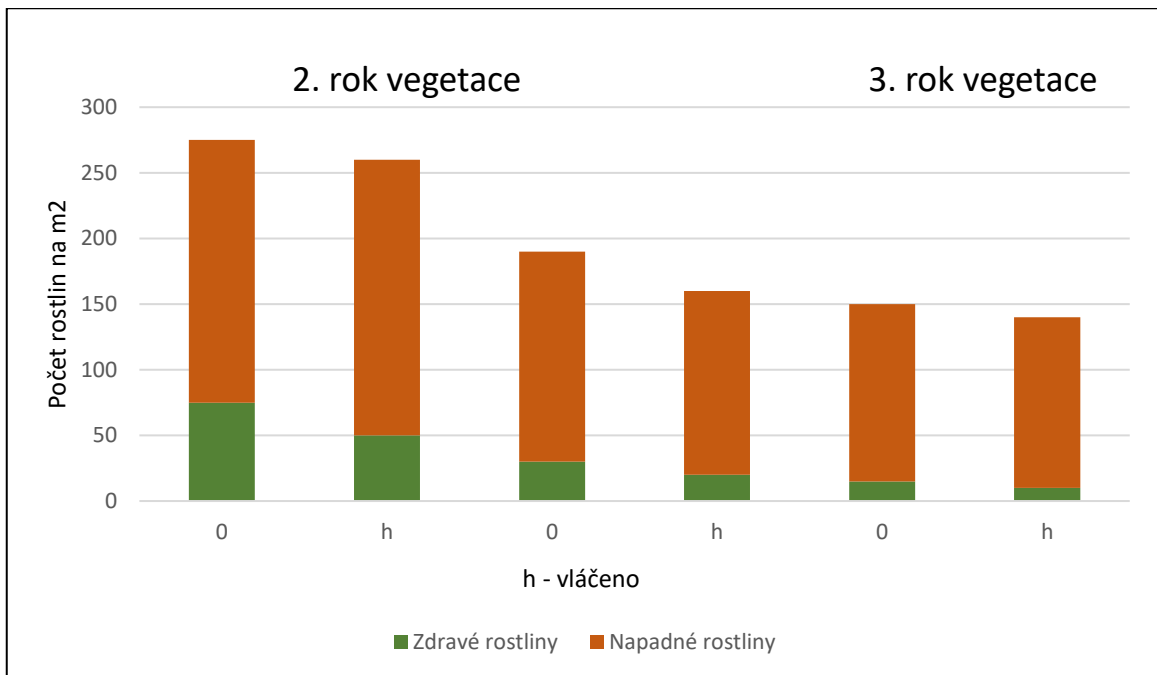
Podle Svobodové a kol. (1997) nemá vlácení prokazatelný vliv na tvorbu nových lodyh. Při pokusech byly porovnávány porosty vojtěšek vlácených v různých termínech. Vlácené porosty na jaře a po 1. seči vykazovaly většinou nižší počet rostlin než porosty nevlácené, ale ne víc jak o 6 %. Vlácení po 2. seči počet rostlin neovlivňoval. Počet lodyh, ale nebyl vlivem vlácení ovlivněn. Přesto, že se vlácení doporučovalo právě proto, aby se podpořil růst nových lodyh z kořenového krčku, došlo k iniciaci spících pupenů. Při pokusech nebyl podíl nových lodyh vyrůstajících z kořenového krčku ovlivněn, naopak stoupl podíl krátkých a slabých lodyh. Celkový počet lodyh není vlácením průkazně ovlivněn a to je vidět i v tabulce 3.

V tabulce 3 máme výnosy v porovnání s různými způsoby kultivace a množství zásahů. Z tabulky lze vyčíst, že vláčení na velmi hustých porostech snižuje prokazatelně celkový výnos sušiny až o 19 %. Na prořídých porostech okolo 180 rostlin na m² může mít zásah bránami nebo jiným kultivátorem při jednom použití mírně zvyšující efekt na výnosu sušiny, ale naopak dochází i snížení výnosu nebo se nemění. Počet lodyh se po kultivaci výrazně nemění, jen u velmi řídkých porostu (okolo 40 rostli na m²) dochází ke zvýšení počtu lodyh, maximálně o 13 % a nepatrnému zvýšení výnosu.

	Výnos (t/ha)				Počet lodyh (ks/ m ²)			
	husté	prořídle	řídké	velmi řídké	husté	prořídle	řídké	velmi řídké
Počet Rostlin na m²	267	179	111-138	35-42	-	-	-	-
1.kontrola	10,8	9,9	9,7	5,5	1184	928	674	371
2.vláčeno 1x	8,7	10,1	10,2	5,7	994	932	708	412
3.vláčeno 2x		9,5	10,2	5,9		938	710	418
4.vibrační brány 1x		10,7	9,7			969	666	
5.vibrační brány 2x		9,1	9,2			918	650	
Relativně v %								
1.kontrola	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100	100	100
2.vláčeno 1x	81,3	102,9	104,6	102,4	84	100	105	111
3.vláčeno 2x		96,3	105,1	107,3		101	105	113
4.vibrační brány 1x		108,9	99,7			104	99	
5.vibrační brány 2x		92,2	95,5			99	96	

Tabulka 3 - Průměrné výnosy píce a lodyh vojtěšky
Zdroj: vlastní zpracování dle (Šantrůček a kol., 1999).

Kultivace porostů vojtěšek přispívá k šíření cévního vadnutí i jiných nemocí. Při pokusech bylo zjištěno, že nejvíce nemocných rostlin bylo na vláčených porostech, což potvrzuje, že k šíření této choroby přispívá veškeré mechanické poškození pletiv, ke kterému dochází při sečích, kultivaci a přejezdech mechanizací (Šantrůček, 1989). Na grafu 1 máme porovnání počtu zdravých a nemocných rostlin v závislosti na vláčených a nevláčených porostech.



Graf 1 - Počet zdravých a napadených na vláčených a nevláčených porostech
Zdroj: vlastní zpracování dle (Šantrůček a kol., 1999).

4. Závěr

Vláčení ani jiná kultivace nevede ve většině případů ke zvyšování výnosu. U velmi řídkých porostů můžou kultivace zvýšit výnos, ale i tak jsou výnosy malé a z ekonomického hlediska se udržování velmi řídkých porostů spíše nevyplácí. Husté a dobře založené porosty se nedoporučuje kultivovat a naopak se snažíme omezit přejezdy. Porosty sklízíme za vhodného počasí, tak aby nedocházelo na pozemcích k nadměrnému utužování půdy a tím zhoršení podmínek pro růst vojtěšky. Kultivaci nelze doporučit i z důvodů rozšiřování rostlinných chorob.

Pro pěstování kvalitní vojtěškové píce se stabilními výnosy a udržitelností porostu 3 až 4 roky je třeba se zaměřit na:

- vhodný výběr pozemku s vhodnými půdními vlastnostmi
- kvalitní zpracování půdy před setím
- zvolení vhodné odrůdy s dobrou rezistentností na choroby
- potlačení plevelů ideálně před založením porostů vojtěšky
- vyhnout se nadměrnému zhutňování půdy
- kultivaci provádět jen po pečlivém zvážení

5. Seznam použitých zdrojů

CREWS, Timothy E., PEOPLES, Mark B., *Legume versus fertilizersources of nitrogen: Ecologicaltradeoff Vs and humanneeds*. Agric. Ecosyst. Environ. Cambridge: University Press, 2016.

DEMELA, Josef, *Praktické travinářství a jetelářství* 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1956.

DOLLING, Perry, *Lucerne - the plant and its establishment*. [Online] 2018 [Cit. 2021-4-11]. Dostupné z <https://www.agric.wa.gov.au/pasture-establishment/lucerne-plant-and-its-establishment?page=0%2C0>

DUKE, James A., *Alfalfa, lucerne, (Medicago sativa L.) In: Handbook of energy crops. Unpublished*. [Online] 1983 [Cit. 2021-4-9]. Dostupné z http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/medicago_sativa.html#Description

GLAB, Thomas, *Effects of tractor wheeling on root morphology and yield of lucerne (Medicago sativa L.)* Krakow: Department of Machinery Exploitation, Ergonomics and Agronomy Fundamentals, Agricultural University. 2008

GRAMAN, Josef, *Šlechtění zemědělských plodin (šlechtění pícnin)*. Praha: Vysoká škola zemědělská, 1991. ISBN: 80-213-0089-2

HAKL, J., ŠANTRŮČEK, J., *Pícninářská charakteristika a uplatnění českého novošlechtění vojtěšek typu falcata*. Praha: Česká zemědělská univerzita. 2002.

HAKL, J., FUKSA, P., *The development f lucerne root morphologytraits under high initial stand density a seven year periot. Plant, Soil and Envinronment*. 2011.

HAKL, J., MODIFIAN, S., KOZOVA, S., FUKSA, P., *Estimation of lucerne yield stability for enabling effective cultivar selection under rainfed conditions*. 2019.

HANSON, Ch. a kol., *Alfalfa Science and Technology*. Washington D.C.: U.S. Government printing office, 1972.

HOY, Michael D., MOORE, Ronald, BRUMMER, Ch., *Alfalfa Yield and Quality as Influenced U.S. Government printing office, by Establishment Method*. 2002.

HRABĚ, František, SKLÁDANKA, Jiří, *Trávy a jetelovino trávy v zemědělské praxi*. Olomouc: Vydavatelství Ing. Petr Baštan, 2004. ISBN: 80-903-275-16

JOHNSON, L.D., MARQUEZ-ORTIZ L., *Root morphology of alfalfa plant introductions and cultivar*. Crop Science. 1998.

JARMIŠKA, P., SUROVČÍK, VOLOŠÍN a ZUBAL, *Pestovanie d'atelinovín*. Piešťany: Výskumný ústav rastlinnej výroby. 1998. ISBN: 80-887-200-44

- KAZDA, Jan, JINDRA, Z., KABÍČEK, J., a kol, *Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny*. Praha: Česká zemědělská univerzita. 2003.
- KAZDA, Jan, PROKINOVÁ, Evženie, MIKULKA Jan, *Encyklopedie ochrany rostlin: polní plodiny*. Praha: Profi Press. 2010. ISBN: 9788086726342
- KLESNIL, Antonín a kol, *Intenzivní výroba píce*. 1. vyd. Praha: SZN. 1978
- KLESNIL, Antonín, VELICH J., REGAL V., *Vojtěška*. Praha: SZN. 1965
- KÚDELA, V., *Soustava ochranných opatření proti cévnímu vadnutí vojtěšky. Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do praxe*. ÚZTIZ. 1978.
- LACEFIELD, Garry, BALL, Don, a kol, *Growing Alfalfa in the South*. [Online] 2009 [Cit. 2021-4-22]. Dostupné z <https://www.alfalfa.org/pdf/alfalfainthesouth.pdf>
- MÁŠKOVÁ, K., HAKL, J., *Hodnocení odolnosti k chorobám kořenového systému v sortimentu českých odrůd vojtěšky seté v druhém a třetím roce vegetace*. [Online] 2009 [Cit. 2021-4-28]. Dostupné z <https://biom.cz/cz/projekty/seminar-aktualni-temata-v-picninarstvi-a-travnikarstvi-2009>
- MCDONALS, W., Nikandrow, A., Bishop A., Lattimore, M., Gardner, P., Williams, R., Hysons, L, *Lucerne for pasture and fodder. Agfact.2.2.2.25, 3rd edition, NSW, Agriculture, Orange*. NSW. 2003
- ORLOV, Steeve B, *Intermountain alfalfa management*. Carolina: University of Carolina. 1997.
- PELIKÁN, Jan, HÝBL, Miroslav a kol, *Rostliny čeledi Fabaceae LINDL. (bobovité) České republiky*. Olomouc: Vydavatelství Petr Baštan. 2012. ISBN: 978-80-905080-2-6.
- POULÍK, Z., *Výživa a hnojení pícních kultur*. Praha: Knižní klub. 1996. ISBN: 80-710-5109-098
- PRISTAŠ, J. *Výskum vplyvu útláčania porastu na biologické a hospodárske vlastnosti lucerny*. Pištany. 1980.
- PUTMAN, D., *The importance and Benefits of Alfalfa in the 21st Century. Agronomy Research&Information Center. California: University of California Agronomy*. [Online] 2001 [Cit. 2021-4-25]. Dostupné z <http://agric.ucdavis.edu/files/242006.pdf>
- ROTREKL, J., BABINEC, J., *Je obtížné efektivně pěstovat vojtěšku*. Troubsko: Výzkumný ústav. 2006
- REGAL, Vladimír, KRAJČOVIČ, V., *Pícninářství*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 1963
- RECHEL, E., MEEK. A., *Alfalfa Yield as Affected by Harvest Traffic and Soil Compaction in a Sandy Loam Soil*. Madison. 1991.

ŘÍMOVSKÝ, Karel, HRABĚ, F., VÍTEK., L., *Pícninářství: polní pícniny*. Brno: Vysoká škola zemědělská. 1989.

SKLÁDANKA, Jiří a kol. *Pícninářství*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 2014. ISBN: 978-80-7509-111-6

SKLÁDANKA, Jiří, NAWRATH, Adam a kol, *Multimediální učební texty Pastvinářství a lukařství*. [Online] 2003 [Cit. 2021-4-15]. Dostupné z :
https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=2139

SLAVÍK, Bohumil, *Multimediální učební texty pícninářství. Tolice vojtěška*. [Online] 2003 [Cit. 2021-4-26]. Dostupné z
http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c78b86c%22#r1p|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c78b86c|popis

STASZEWSKI, Z. *Lucerny*. PWRiL: Warszawa. 1975.

SVOBODOVÁ, Miluše a kol, *Vliv různých termínů vláčení na tvorbu lodyh vojtěšky*. Praha: Česká zemědělská univerzita. 1998.

SVOBODOVÁ, Miluše a kol. *Vláčení a tvorba lodyh vojtěšky*. České Budějovice: Sborník JČU. 1997. ISBN: 80-7040-232-6.

ŠANTRŮČEK, Jaromír a kol., *Kultivace vojtěšky a intenzita činností mikrobiální populace půdy*. Praha: Vysoká škola zemědělská. 1990.

ŠANTRŮČEK, Jaromír a kol., *Základy pícninářství*. Praha: Česká zemědělská univerzita. 2001. ISBN 80-213-0764-1

ŠANTRŮČEK, Jaromír a kol., *Encyklopedie pícninářství*. Praha: Česká zemědělská univerzita. 2007. ISBN 978-80-213-1650-8

ŠANTRŮČEK, Jaromír, Svobodová, M., *Porosty vojtěšky a půdní podmínky (2 část)*. Úroda 4. 1998,

ŠANTRŮČEK, Jaromír, Svobodová, M., *Porosty vojtěšky a půdní podmínky (1.část)*. Úroda 3. 1998.

ŠANTRŮČEK, Jaromír, Miluše SVOBODOVÁ a Miloslava VESELÁ. *Encyklopedie pěstování víceletých pícnin na orné půdě*. Praha: Česká zemědělská univerzita. 2003. ISBN 80-727-1132-6.

ŠANTRŮČEK, Jaromír, Miluše SVOBODOVÁ. *Vliv zhutňování půdy na produkční schopnost vojtěšky*. Rostlinná výroba, Praha: Vysoká škola zemědělská. 1997.

ŠANTRŮČEK, Jaromír, Miluše SVOBODOVÁ. *Vliv zhutňování půdy na časný vývoj vojtěšky po letním setí*. Rostlinná výroba, Praha: Vysoká škola zemědělská. 1998.

ŠNOBL, J., Pulkrábek, J., *Základy rostlinné produkce*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Česká zemědělská univerzita. 2005. ISBN 80-213-1340-4.

THAWANA, S.B., *Lucerne (Medicago sativa L), Spotlight on Agriculture. Report No. 104:1-2*. Minnesota: Ministry of Agriculture Water and Forestry. 2008.

UNDERSANDER, Dan, *Alfalfa Management Guide*. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., and Soil Science Society of America, Inc. 2011

ÚKZÚZ 2021. dostupné z:

http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%2225efb7b95f3b13ed7ba5cb011d58fd97%22#r1p|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c78b86c

VELICH, J. a kol., *Pícninářství*. Praha: Vysoká škola zemědělská, 1991. ISBN 80-213-0106-6

VELICH, J. a kol., *Pícninářství*. Praha: Vysoká škola zemědělská. 1994. ISBN 80-213-0156-2.

WOLKOWSKI, Richard, *Compaction Reduces Alfalfa Yield*. Arlington. 1993.

YUEGAO, H. and Cash, D. *Global status and development trends of alfalfa*. United Nations Food and Agriculture Organization. [Online] 2009 [Cit. 2021-4-7]. Dostupné z http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/ningxia_guide/alfalfa_guide_ningxia.pdf