

Česká zemědělská univerzita v Praze
Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Diplomová práce

**Vliv přírodních látek s antifungální aktivitou na vitalitu
osiva hrachu**

Bc. Anna Sibalová
Rostlinolékařství

Ing. Pavel Procházka, Ph. D

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv přírodních látek s antifungální aktivitou na vitalitu osiva hrachu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13.4. 2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Pavlu Procházkovi, Ph.D. za odbornou pomoc, cenné rady a připomínky, vstřícný přístup, ochotu, trpělivost a věnovaný čas, který mi po celou dobu psaní mé diplomové práce poskytl. Dále bych chtěla poděkovat své rodině, zejména manželovi a rodičům za pomoc s dcerou, podporu a trpělivost po celou dobu mého studia.

Vliv přírodních látek s antifungální aktivitou na vitalitu osiva hrachu

Souhrn

Přizpůsobení zemědělství na změnu klimatu s sebou přináší několik výzev, které souvisejí nejenom se zajištěním potravin a potravinovou bezpečností, ale v rostoucí míře i se zajištěním udržitelnosti ekosystému. S tím úzce souvisí regulace chemických látek, se kterou se v současné době zemědělství potýká. Nabídka přípravků k regulaci škodlivých činitelů se v posledních letech díky negativnímu vlivu na životní prostředí značně zúžila, což vede k nutnosti vývoje nových alternativních přípravků. Jako jednou z možných variant se jeví využití přírodních látek.

Cílem této diplomové práce bylo ověřit vliv vybraných přírodních látek s antifungální aktivitou na osivo hrachu. Využití těchto látek by mohlo být v budoucnu potencionálně využíváno jako fungicidní mořidlo. Za účelem zjištění účinků vybraných látek byly provedeny laboratorní pokusy, ve kterých byla sledována klíčivost osiva, vitalita osiva a růst podzemní i nadzemní části rostliny v raných fázích vývoje.

Z výsledků pokusů vyplývá, že testované přírodní látky měly pozitivní vliv na klíčení semen po TUS, tedy po simulaci stresových podmínek na semena. Vzhledem k faktu, že se nejedná o stimulační látky, ale primárně o fungicidní ochranu porostu v pozdějších vývojových fázích, neměly použité látky průkazný vliv na počet rostlin ani nadzemní biomasu. Statisticky průkazné rozdíly vykazovaly jednotlivé varianty ošetření na hmotnost podzemní biomasy, a to jmenovitě přípravek Alginure, který měl spolu s konvenčním fungicidním přípravkem Maxim XL 035 FS zhoršující vliv.

Klíčová slova: Přírodní látky, moření, fungicidní ochrana, hrách

The influence of natural substances with antifungal activity on the vitality of pea seeds

Summary

Adapting agriculture to climate change brings with it several challenges related not only to food security and food security, but increasingly to ensuring ecosystem sustainability. Closely related to this is the regulation of chemical substances, which agriculture is currently dealing with. The range of products to control harmful agents has narrowed considerably in recent years due to the negative impact on the environment, which leads to the need to develop new alternative products. The use of natural substances appears to be one of the possible options.

The aim of this thesis was to verify the effect of selected natural substances with antifungal activity on pea seeds. The use of these substances could potentially be used as a fungicidal stain in the future. In order to determine the effects of the selected substances, laboratory experiments were carried out in which seed germination, seed vitality and the growth of the underground and above-ground parts of the plant in the early stages of development were monitored.

The results of the experiments show that the tested natural substances had a positive effect on the germination of seeds after TUS, i.e. after simulating stressful conditions for seeds. Due to the fact that these are not stimulants, but primarily fungicidal protection of the stand in later stages of development, the substances used did not have a demonstrable effect on the number of plants or the above-ground biomass. Individual treatment variants showed statistically significant differences in the weight of the underground biomass, namely Alginure, which together with the conventional fungicide Maxim XL 035 FS had a worsening effect.

Keywords: natural substances, seed pickling, fungicidal protection, pea seeds

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Vědecká hypotéza a cíle práce	10
3 Literární rešerše	11
3.1 Luskoviny.....	11
3.2 Hrách a jeho význam ve světě.....	12
3.3 Botanická charakteristika a vývoj hrachu setého	14
3.3.1 Charakteristika rostliny	14
3.3.2 Vývoj rostliny	15
3.4 Agroekologické nároky hrachu	16
3.4.1 Nároky na půdu a živiny	16
3.4.2 Nároky na teplo.....	16
3.4.3 Nároky na vláhu.....	17
3.5 Agrotechnika hrachu	17
3.5.1 Zařazení v osevním postupu	17
3.5.2 Výživa a hnojení	18
3.5.3 Příprava půdy a setí.....	19
3.5.4 Regulace škodlivých činitelů	20
3.5.4.1 Regulace plevelů	20
3.5.4.2 Regulace chorob	21
3.5.4.3 Regulace škůdců	22
3.5.5 Sklizeň	23
3.6 Osivo a jeho parametry	24
3.6.1 Kvalita osiva	24
3.6.2 Vitalita osiva.....	24
3.6.3 Klíčivost osiva	24
3.6.4 Čistota osiva.....	25
3.6.5 Možnosti ovlivnění vitality osiva	25
3.6.6 Využití přírodních látek v zemědělství	26
3.7 Přírodní látky s fungicidním účinkem.....	27
4 Metodika	29
4.1 Laboratorní pokusy.....	29
5 Výsledky	36
5.1 Laboratorní pokus - klíčivost a vitalita osiva.....	36
5.2 Laboratorní pokus - růstové fáze.....	37
5.2.1 Předpoklady pro ANOVU	38
5.2.2 ANOVA	38

5.2.2.1	Duncanův test	40
6	Diskuze	41
7	Závěr.....	43
8	Seznam použitých zdrojů	44

1 Úvod

Hrách setý (*Pisum sativum* L.) patří k nejrozšířenějším druhům luskovin. Pěstuje se v celém mírném pásmu převážně jako jarní plodina. Světová produkce semen hrachu dosahuje 14,6 mil. tun. Hrách na zrno je v současnosti nejvíce pěstován v Severní Americe, Asii a Evropě. (Stehlíková et al., 2022).

Nejvýznamnějším rodem mírného středoevropského pásma je hrách (*Pisum* L.), který je v současné době klasifikován do dvou druhů: *Pisum sativum* L. a *Pisum fulvum* Sibht – Sm. (Smýkal et al., 2013). Hrách setý (*Pisum sativum* L.) je pěstován na zelenou hmotu, suchá semena i pro konzervářské účely (Muehlbauer a Tullu, 1998). Velmi významné je jeho krmivářské využití. Celková světová produkce hrachu se pohybuje mezi 12 až 14 miliony tun s největšími producenty Kanadou, USA, Indií, Ruskem, Francií a Čínou (Stehlíková et al., 2022).

Plochy luskovin se v ČR do roku 2014 snižovaly. Situace se ale díky společné zemědělské politice EU od roku 2015 změnila. Evropská komise totiž umožnila větší část ze zemědělských dotací směřovat na podporu vázanou na produkci a další podporu cílit na bílkovinné plodiny. Mezi lety 2012–2021 se plochy oseté hrachem prakticky zdvojnásobily (Stehlíková et al., 2022). Častější zařazování hrachu do osevních postupů má pozitivní vliv nejen na zvýšení diverzifikace pěstovaných plodin, ale díky své vlastnosti fixovat vzdušný dusík také na fyzikální stav půdy (Houba et al., 2009).

Zdravotní stav osiva je jedním z hlavních faktorů, který ovlivňuje polní vzcházivost, zdravotní stav a celkovou vitalitu nové generace rostlin. Jednou z možností, jak docílit bezproblémového vzcházení porostu a zamezení škodlivého vlivu chorob je moření osiva fungicidními látkami. Moření je v současné době nejčastější formou jeho ošetření. (Prokinová, 2001).

Spolu s růstem lidské populace se zvyšuje i potřeba produkce kvalitních potravin. Dosažení co nejvyšších výnosů je v současné době velmi důležité k udržení rovnováhy mezi nabídkou a poptávkou v oblasti výživy lidstva (Lackmann et al., 2023).

Zvyšováním výměry luskovin se jeví jako velice perspektivní jak z hlediska produkce kvalitních bílkovin pro výživu lidí a zvířat, tak z hlediska snižování spotřeby průmyslově vyráběných dusíkatých hnojiv a pesticidů. Nedoceněný zůstává i pozitivní vliv na pěstování následné plodiny (Day, 2013).

Pěstování hrachu má potenciál splnit všechny zásadní parametry kladené na ekologickou výrobu potravin. Na rozdíl od pěstování například řepky olejky či vysoko produkčních porostů

pšenice ozimé lze dosáhnout velice dobrých pěstitelských výsledků s podstatně menšími vstupy agrochemikálií (minerálních hnojiv a pesticidů) (Shi et al., 2004).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotézy:

- 1) Využití přírodních látek s antifungální aktivitou má vliv na vitalitu osiva hrachu
- 2) Využití přírodních látek s antifungální aktivitou má vliv na časné růstové fáze hrachu

Cíle práce:

Cílem práce bylo ověřit možnosti využití přírodních látek s antifungálním účinkem při moření osiva hrachu.

3 Literární rešerše

3.1 Luskoviny

Luskoviny jsou nezastupitelnou součástí zemědělství jak po stránce pěstování užitkových plodin, tak z hlediska agroekologického. Jak uvádí Houba et al. (2018), jejich využití i význam jsou rozsáhlé. Semena luskovin obsahují podle druhu 19-40 % bílkovin, mnoho minerálních látek a vitamínů a jsou proto potřebné pro racionální výživu obyvatel, neopomenutelné v krmných dávkách hospodářských zvířat (Lahola, 1990). Jsou součástí třetí největší čeledi rostlin – bobovitých (*Fabaceae*), která podle Lewise et al. (2005) zahrnuje přibližně 800 rodů. Luskoviny zaujímají 14 % celosvětové výměry obdělávaných půd (Raza et al 2020). První doklady o znalosti luskovin u Slovanů jsou z období 3. až 2. století př.n.l, u obyvatelstva Ukrajiny, běloruského Polesí a Podněpří (Smýkal, 2009).

Pro luskoviny, jeteloviny a další rody obdobného botanického charakteru se užívá název leguminózy. Ty patří do skupiny plodin vázajících dusík, které jsou posuzovány jako hospodářsky a ekologicky velmi přínosné (Houba et al., 2018).

Luskoviny prokazatelně zlepšují úrodnost půdy a jsou využívány k přerušení obilního sledu v osevních postupech s velmi příznivými fyto-sanitárními účinky. V symbióze s hlízkovými bakteriemi získávají vzdušný dusík nejen pro svoji potřebu, ale také obohacují půdu o dusík pro následující plodiny (Brant et al., 2017a). Rozšiřují koloběh živin, protože je odebírají s méně přístupných forem, které jsou nedostupné ostatním plodinám (Lahola, 1990).

Schopnost vázat vzdušný dusík kořenovou soustavou pomocí hlízkových bakterií a jeho přeměna do rostlinou přijatelné formy umožňují nejen snižování potřeb přímého hnojení dusíkem, ale i dosahování nižších nákladů. Zařazování luskovin v osevním sledu je dosahováno vysoké předplodinové hodnoty (Houba et.al, 2018). Nejčastěji jsou v osevním sledu využívány jako předplodina obilniny (Gutiérrez-Uribe et. al 2016). Je potvrzeno, že hrách, bob, sója a další luskoviny umožňují zvýšení výnosu následné obilniny až o 20 %. Pozitivní je také vliv na obohacování půdy zapracováním posklizňových zbytků (Houba et. al, 2018).

Jako negativa v pěstování luskovin uvádí Houba et. al (2009) například nestabilní výnosy, které jsou závislé především na klimatických podmínkách daného roku, náchylnost některých druhů k chorobám a škůdcům, nebo pomalý počáteční růst.

3.2 Hrách a jeho význam ve světě

Hrách se pěstoval v Egyptě již v 5. tisíciletí př.n.l. V Evropě byla semena hrachu nalezena v neolitických stavbách (Lahola, 1990). Jako hlavní oblasti výskytu jsou uváděna centra na Blízkém východě, v jižní Evropě, jihovýchodní Asii i severozápadní Africe (Vavilov, 1960). Už na počátku letopočtu ho pěstovali Římané a při svých vojenských výpravách jej rozšiřovali i do krajů severně od Alp. Jíst nezralá sladká semena hrášku začali jako první Holanďané a ještě v 17. a 18. století byl hrách dostupný pouze vyšším vrstvám jako pamlsk labužníků. Teprve v 19. století se stal levnou luštěninou (Lahola, 1990).

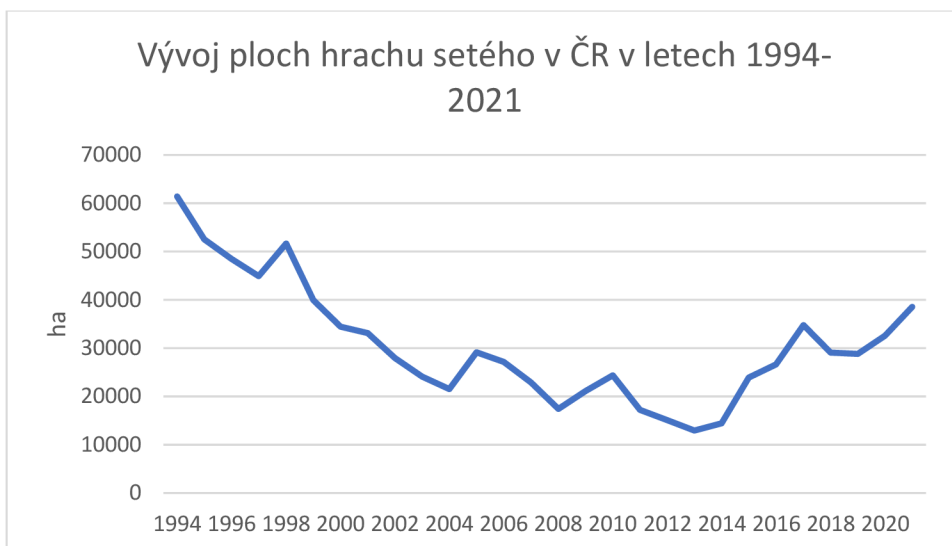
K nám byl hrách rozšířen v 9. – 10. století. Pro pěstování a konzum čerstvých semen v mléčné zralosti až o 5 století později (Petříková a Malý, 2000). Od 19. století je již velmi běžnou a rozšířenou plodinou (Malý, 2003).

Hrách setý (*Pisum sativum* L.) je pěstován na zelenou hmotu, suchá semena i konzervářské účely (Muehlbauer a Tullu, 1998). Velmi významné je jeho krmivářské využití. Světová produkce semene hrachu dosahovala v roce 2021 14,6 mil. tun. Hrách na zrno je v současnosti nejvíce pěstován v Severní Americe, Asii a Evropě. Jedny z největších ploch jsou v Kanadě, Číně, Rusku a Indii (Stehlíková, Trnka 2022).

Podobně jako většina kulturních plodin prošel i hrách intenzivním šlechtěním. Jednou z hlavních výhod je například dřívější doba sklizně nebo vyšší výnosy (Lejeune-Hénaut et al., 2008). Díky novým poznatkům a zejména dietetickým požadavkům potravinářského průmyslu jsou zejména v zahraničí produkovány odrůdy dřeňového hrachu s barevným květem a osemením, a navíc i redukovanou listovou plochou. V našich podmínkách se ale dosud neprosadily (Konvalina et al., 2011).

V České republice je hrách pěstován především pro krmné účely. Díky svému poměrně vysokému obsahu proteinů, ale i sacharidů je krmivem vhodným k širokému využití k výživě hospodářských zvířat (Vach s Javůrek, 2009).

V Roce 2022 se luskoviny v ČR pěstovali na 45 643 ha, hrách se z toho pěstuje zhruba na 90 % ploch. Z výše zmíněné výměry se sklídilo podle posledního odhadu Českého statistického úřadu (ČSÚ) 118 790 tun, což je meziročně o 22 % více a nejvyšší produkce za posledních 20 let. Pro budoucí období se očekává obdobný stav možná i další narůst ploch. Průměrný výnos se v ČR se u významných pěstitelů pohyboval od kolem 3–4,5 t/ha, dle Českého statistického úřadu (ČSÚ) bývají publikovány nižší výnosy, v roce 2022 to bylo 2,92 t/ha (Dostálová, 2023).



Graf č.1 – Vývoj ploch hrachu setého v České republice v letech 1994-2021 (Zdroj:ČSÚ, vlastní zpracování)

Pěstování proteinových plodin je v současné době ve státech EU minoritním odvětvím, na kterém má podíl nižší ekonomická atraktivita sektoru a současný vývoj trhu. Situace proteinových potravin je v EU dlouhodobě nepříznivá, a to především z hlediska potřeby bílkovinných komponentů do krmných směsí. Evropský trh proteinů je tak ohrožen deficitem vlastních bílkovinných zdrojů. Očekává se však, že poptávka po rostlinných bílkovinách bude v budoucnu celosvětově i v rámci EU neustále narůstat. Válka na Ukrajině učinila vysoce prioritní potřebu zajistit větší evropskou potravinovou soběstačnost, a to včetně oblasti zmiňovaných rostlinných bílkovin (Stehlíková, Trnka 2022).



Graf č.2 – Plochy hrachu setého sklizeného na zrno v celé EU (Zdroj:FAO, vlastní zpracování)

3.3 Botanická charakteristika a vývoj hrachu setého

3.3.1 Charakteristika rostliny

Z botanického hlediska patří hrách setý (*Pisum sativum* L.) do řádu bobotvaré (*Fabales*), čeledi bobovitých (*Fabaceae*), rodu hrách (*Pisum*). Jak uvádí Hill et al. (1980), je známo přibližně 42 kombinací poddruhů a variet hrachu. Botanický druh *Pisum sativum* se dále dělí do dvou subspecií a to podle využití, *Pisum sativum* subst. *sativum* (hrách setý – polní) a *Pisum sativum* subsp. *arvense* (hrách rolní – peluška). Druh *Pisum sativum* subsp. *sativum* členíme do tří variant: var. *sativum* (hrách setý polní), var. *medullare* (hrách dřevňový), var. *Sacharatum* – (hrách cukrový) (Houba et al., 2018).

Hrách je plodina vysévaná nejčastěji na jaře. Má však i formy ozimé, vhodné do poloh mírného pásma (Lahola, 1990). Podle Burnhama et al. (2013) dorůstá výšky 1–2 metry v závislosti na druhu. Má středně hluboký křivý kořen, který proniká až 110 cm do hloubky a v horní vrstvě půdy se bohatě větví. Hlízky se tvoří nepravidelně na celém kořenovém systému. Obsahují symbiotické bakterie, většinou rodu *Rhizobium*. Díky jejich působení dochází k příjmu vzdušného dusíku a následné přeměně na dusík, který je již přijatelný samotnou rostlinou (Houba et al., 2018).

Lodyha je na průřezu okrouhlá, nebo zřetelně hranatá, dutá. Je holá a větví se podle odrůdy a podmínek. Lodyha hrachu je poléhavá se složenými střídavými listy. Některé terminální listy jsou přeměněné v úponky a palisty (Dostálová, 2011). Lahola (1990) uvádí, že listy jsou zpravidla sudozpeřené, 1-3 jařmé, ukončené aktivními úponky, které umožňují zachycení k opoře. Houba et al. (2018) dále uvádí existenci bezlistého typu, jehož odrůdy u polního hrachu dnes převažují. Tento typ je charakterizován přeměnou listů na úponky. Takový porost má z pěstitelského a agronomického hlediska hned několik předností. Jednou z nich je například to, že do sebe zapojené rostliny umožňují nepolehnutí porostu. Dochází tak k většímu proudění vzduchu mezi rostlinami a tím ke zlepšení zdravotního stavu. Stojící porost hrachu je předpokladem k dobré sklizni s minimem ztrát. Jednou z nevýhod tohoto typu je nutnost používání herbicidní ochrany, jelikož dochází díky většímu přístupu světla k výraznějšímu zaplevelení porostu (Houba et al., 2009).

Jeho typickým květenstvím je hrozen s květy umístěnými po jedné straně, ale jsou známy i případy s květy po obou stranách. Kalich je pěticípý s velkou korunou. Pavézy a křídla jsou bílá, kvetení postupuje odspodu nahoru. Lahola (1990) uvádí, že pyl i blizna dozrávají v poupěti, proto převládá samosprašnost. K opylení květu dochází za normálních okolností už

24-36 hodin před jeho otevřením. Semeník obsahuje až 10 vajíček. Ten nadále roste a vytváří lusk.

Lusk bývá rovný nebo různě prohnutý a je přibližně 40-90 mm dlouhý a 11-18 mm široký. Podle genotypu obsahuje v průměru od 4 do 10 semen, která mají různý tvar a velikost (Dorušková, 2010). Lahola (1990) ve své publikaci uvádí počet semen v lusu 3-11. Dále také udává, že tvar semen je buď kulatý, oválný, na povrchu hladký nebo s dolíčky. Barva semen hrachu může být zelená, žlutá, nebo do hněda s kresbou. Hmotnost tisíce semen (HTS) se pohybuje v průměru od 150 do 350 g.

3.3.2 Vývoj rostliny

Vegetační dobu jarního typu hrachu uvádí (Dvořák et al., 2014) v rozmezí 60-100 dní. Moudrý et al. (2011) uvádí, že vegetační doba hrachu je 103-110 dní. Snáší poměrně nízké teploty v počátečních fázích vývoje, přibližně kolem 4 °C. Jarní odrůdy hrachu se vysévají v závislosti na odrůdě a průběhu počasí v druhé polovině března a sklízí se podle ranosti odrůd od poloviny června do poloviny července. Ozimé formy hrachu jsou vysévány převážně na podzim (září, říjen-preferováno). Některé odrůdy ale snáší i velmi časný jarní výsev (dle podmínek – únor) a sklízí se v první polovině července.

Vývoj semene luskovin zahrnuje podle Webra et al. (2005) růst embrya, endospermu a osemení. V prvních fázích vývoje obsahuje semeno až 90% vody. V této fázi ještě nedochází ke klíčení. Následně dochází k šíření zásobních buněk a ukládání zásobních látek, poté je semeno schopné vyklíčit (Bewley et al., 2003). Hrách klíčí hypogeicky, což znamená, že kořínek roste ze semene směrem dolů, a opačným směrem, tedy vzhůru nad úroveň půdy, roste epikotyl, na jehož vrcholu se posléze tvoří první pravé listy. S tímto typem klíčení souvisí i hloubka setí, která musí být hlubší, než u ostatních luskovin klíčících epigeicky (Šroller et al., 1997).

Při ideálních vláhových i teplotních podmínkách vzcházejí porosty za 7–10 dní, při horších podmínkách uvádí Houba et al. (2009) 2 až 4 týdny.

3.4 Agroekologické nároky hrachu

3.4.1 Nároky na půdu a živiny

Novodobé odrůdy hrachu setého se vyznačují vysokou plasticitou za předpokladu vláhové jistoty. Jeho vysoký výnosový potenciál je dán geneticky, ale optimální výnos spolu s výnosovou jistotou je ovlivňován podmínkami prostředí. Obecně lze ale říct, že se mu nejvíce daří na půdách hlinitých, hlinitopísčítých, nebo písčitohlinitých, které jsou dobře zásobeny živinami, a to hlavně fosforem (P) a vápníkem (Ca). Houba et al. (2009) uvádí jako nejlepší půdní reakci neutrální (pH 6-7). Optimální podmínky nalézá ve všech polohách řepařské a obilnářské, případně nižších částech bramborářské oblasti s dobře rozdělenými srážkami (Lahola, 1990). Nevyhovující jsou z hlediska zvýšeného výskytu kořenových a krčkových chorob pozemky s utuženou podorniční vrstvou (Fondevilla et al., 2005, Barilli et al., 2009). Houba et al. (2018) uvádí jako další nevhodné podmínky extrémní počasí, a to především sucho, mokro.

Houba et al. (2009) uvádí, že pro dobrou funkci hlízkových bakterií, které zajišťují výživu rostlin dusíkem, jsou vhodné dobře zpracované půdy, biologicky činné s dostatečnou zásobou vápníku, fosforu. Odběrový normativ pro vytvoření 1 tuny semen se pohybuje okolo 50-70 kg N, 10-20 kg P a 25-60 kg K.

3.4.2 Nároky na teplo

Petříková et al. (2012) uvádí, že hrách se řadí mezi chladuodolné rostliny. Semena hrachu začínají klíčit již při teplotě 1-3 °C. Optimální růstová teplota je udávána 30 °C, naopak maximální teplota je 35 °C. (Špaldon et al., 1982). Hrách je značně odolný vůči jarním mrazíkům. Většina odrůd však mráz snáší jen krátkodobě, delší působení se stává letálním. Poškození se projevuje při -4 °C až -6 °C. Nejvhodnější teplota pro maximální růst hrachu je podle Laholy (1990) 20 °C ve dne a 10-12 °C v noci. Rozhodujícími teplotami jsou především ty v počátečním období, ve fázi kvetení a tvorby semen. Pro dosažení optimálního výnosu hrachu je příznivé teplé jaro, zejména duben a květen, následně pak vlhký červen, aby nedocházelo k příliš velkým přísuškům, které mají neblahý dopad na tvorbu květu.

V nabídce výrobců osiv se v posledních letech objevují i formy ozimého hrachu, které jsou mrazuvzdorné a jsou alternativou pro založení porostu hrachu v podzimním období (Brant et al., 2018).

3.4.3 Nároky na vláhu

Hrách je již od bobtnání a klíčení semene v půdě velice náročný na vláhu. V tomto období jí spotřebuje až 105 % hmotnosti semene. Kritickým obdobím v požadavcích na vláhu je počátek tvorby generativních orgánů (Lahola, 1990). V tomto období, podle Paninové (2001), hrách nejvíce reaguje zvýšeným výnosem na závlahu. Požadavky hrachu na vláhu jsou v určitých vývojových fázích vyšší než u obilovin.

V oblastech, kde se v jarních měsících vyskytuje nedostatek vláhy (u nás např. jižní Morava) je vhodné využití ozimých odrůd hrachu, které svým rychlým jarním startem tyto jarní přísušky eliminují (Gallaher, 2009).

3.5 Agrotechnika hrachu

3.5.1 Zařazení v osevním postupu

Hrách má v osevním postupu z biologického hlediska mimořádné postavení. Jeho zařazování do osevního postupu vytváří dobré podmínky pro vysokou produktivitu celého osevního postupu se zvýšenou stabilitou výnosu v jednotlivých ročnících. Zlepšující vliv hrachu lze jen částečně kompenzovat zvýšenou intenzitou výživy, popř. agrotechniky (Konvalina, 2014). Hrách je luskovinou nenáročnou na předplodinu a díky svým zlepšujícím účinkům je často řazen jako přerušovač osevních sledů s vysokým zastoupením obilovin (Moudrý et al., 2011). Díky své vysoké předplodinové hodnotě je nejčastěji volena jako následná plodina pšenice ozimá. Ta dokáže jeho předplodinovou hodnotu využít nejlépe. Nejen zlepšování stavu půdy je nespornou výhodou pěstování hrachu setého. Už jen z tohoto důvodu je vhodné jeho zařazování do osevních sledů. Většina luskovin, tedy i hrách se optimálně řadí do třetí trati po hnojené plodině. Hrách poměrně citlivě reaguje na fyzikální stav půdy a její mikrobiální činnost související se starou půdní silou. Minimální časový odstup hrachu pěstovaném na stejném pozemku se udává čtyři roky, ideálně však sedm až devět let. Důvodem tak dlouhého časového odstupu je především vyčerpanost půdy (Houba et al., 2009).

Hrách je významnou složkou tzn. luskovino-obilných směsek (LOS), které mají v zemědělství dlouhou tradici. Zařazení LOS do osevních postupů má význam nejen pro půdu, její ochranu před zaplevelením a zásobením organickým dusíkem, ale hlavně pro zajištění výživy hospodářských zvířat kvalitními bílkovinnými krmivými domácího původu. V konvenčním zemědělství se sice význam pěstování luskovino-obilných směsek jako hlavní plodiny snížil, jsou pěstovány převážně jako meziplodiny, perspektivní se ale jeví pěstování

luskovino-obilných směsek jako hlavní plodiny v ekologickém zemědělství. Zvýšila by se tak soběstačnost ekologických farem s ohledem na zásobení kvalitním domácím jadrným krmivem s vysokým obsahem proteinů a tudíž by došlo ke snížení závislosti na importu biokrmiv ze zahraničí, což může významně přispět ke zlepšení ekonomické situace (Venclová, 2017). Brant et al. (2017b) dále uvádí možnost pěstování luskovin jako tzv. pomocných plodin.

3.5.2 Výživa a hnojení

Hrách je velmi dobře schopen osvojovat si živiny ze staré půdní síly. Důležité je tedy nejen jeho zařazení v osevním postupu, ale i celková úroveň hnojení (Konvalina, 2011). Při hnojení je tudíž třeba respektovat několik zvláštností. Vyšší dávky dusíku vedou ke snížení tvorby hlízek, a tím zpomalují příjem dusíku ze vzduchu. Náhrada fixace vzdušného dusíku dusíkem z průmyslových hnojiv není nikdy ekvivalentním opatřením ani z hlediska výnosu, ani z hlediska následného vlivu na půdní úrodnost. Proto je ideální zařazovat hrách do třetí tratě po hnojených plodinách. Přestože je již v úvodu zmíněno, že je hrách vůči půdním podmínkám do jisté míry značně plastický, je třeba zajišťovat optimální rozmezí pH 6,2 – 7. Hodnota pH totiž ovlivňuje aktivitu hlízek (Glyanko et al., 2013). Při poklesu pH pod uvedené rozmezí je třeba vápnit například mletým vápencem, hrách ale snáší i přímé vápnění. Některé zdroje upozorňují na možnost prodloužené doby vaření v případě použití semen pro potravinářské účely.

Vaněk et al. (2016) uvádí, že hlízkové bakterie kryjí za příznivých podmínek z 80-85 % celkovou potřebu dusíku rostlin. Jako hlavní předpoklad efektivního pěstování bobovitých rostlin udává vytvořením vhodných podmínek pro rozvoj a aktivitu rhizobií.

Před základním hnojením dusíkem je optimální zjistit stav N-min v půdě a teprve poté rozhodnout, zda je vůbec nutné dodávat před setím základní dávku hnojiva. Pokud byl hrách zvolen jako následná plodina po hnojených okopaninách na úrodné půdě, je možné dusíkaté hnojení vypustit (Huňady et al., 2014). Výživa hrachu dusíkem je tedy nutná jen v případě velmi nízkého obsahu minerálního dusíku po sklizni předplodiny, špatné nodulaci, často se využívá pro nastartování její tvorby a růstu hrachu v počátečním období. Další hnojení dusíkem uvádí Škarpa et al. (2022) jako neefektivní či dokonce neekonomické. Vyšší obsah dusíku v půdě prodlužuje kvetení, tím celou vegetační dobu hrachu, ztěžuje převod živin do semen a dozrávání a snižuje odolnost proti poléhání a chorobám. Přihnojování dusíkem se tedy u porostů hrachu neosvědčilo (Lahola, 1990). Otázkou tedy zůstává, zda je vůbec účelné hnojit bobovité rostliny dusíkem (Vaněk et al., 2016).

Fosfor a jeho dostupnost je limitujícím faktorem světové produkce plodin zhruba na 30 % orné půdy (Tesfaye et al., 2007). Jeho dostatek je přitom velmi důležitý pro růst a vývoj rostlin, pro správný průběh fotosyntézy nebo tvorby bílkovin (Mitrán et al., 2018). Hrách a ostatní luskoviny se navíc vyznačují zvýšenou potřebou fosforu v porovnání s obilninami, a to i pro optimální tvorbu kořenových hlízek zajišťující fixaci dusíku a tím i rozvoj biomasy (Rotaru a Sinclair, 2009). Spotřebu fosforu uvádí Kováčik a Ryant (2019) okolo 6,6 kg na tvorbu 1 tuny zrna a odpovídajícího množství slámy. Fakt, že hnojení fosforem a správná výživa pozitivně ovlivňuje výnos a kvalitu luskovin uvádí ve svých publikacích hned několik autorů (Ejaz et al., 2020, Agegnehu a Fessehaie, 2006, Khadraji et al., 2020, Alene et al., 2021, Bi et al., 2019). Nedostatek fosforu zpomaluje růst nadzemních orgánů a negativně působí i na kořeny. Fosfor je primárně do půdy dodáván formou minerálních hnojiv, a to již na podzim v rámci zpracování půdy po sklizni předplodiny, aby došlo k zapravení hnojiv do celého půdního profilu. Nejčastěji je fosfor aplikován ve formě vícesložkových hnojiv (NPK, Amofos), je však možná i aplikace jednosložkových hnojiv (superfosfát) (Basak a Kundu, 2002).

3.5.3 Příprava půdy a setí

Na půdách, kde nebyly delší dobu pěstovány bobovité rostliny je samozřejmostí tzv. očkování osiva (inokulace). Inokulace představuje dodání živých kultur bakterií na osivo bezprostředně před výsevem. Díky inokulaci těchto bakterií na osivo dochází ke vzniku kořenových hlízek, pomocí nichž si rostlina sama dávkuje a získává molekulární dusík ze vzduchu (Konvalina, 2011). Základem zdravého a konkurenceschopného porostu je vždy certifikované osivo, které by mělo být namořené. To zaručuje deklarované osivové hodnoty, tedy především bezproblémovou vzházivost a klíčivost (Moudrý et al., 2011).

Základní a předsetěvá příprava půdy musí zabezpečit podmínky nejen pro optimální růst a vývoj hrachu, ale má vliv i na sklizňové ztráty. Po předplodině, nejčastěji obilovinách, je třeba provést podmítku (Šroller, 1997). Na podzim je podle Laholy (1990) nejvhodnější hluboká orba. Aby nedocházelo k velkému výparu jarní vláhy, je nutné povrch půdy před setím urovnat. Dokonale urovnaným pozemkem docílíme snížení vypařovací plochy. Jelikož hrách poměrně dobře snáší jarní mrazíky, není žádoucí s výsevem otálet. Vzházející rostliny snesou mraz až -6 °C. Časný jarní výsev má na porost naopak pozitivní vliv. Nízké teploty mají při vzházení hned několik výhod. Podporují růst kořenové soustavy, nárůst listové plochy i lepší zdravotní stav porostu (Konvalina, 2011).

Hloubka setí se odvíjí od vlastností půdy (čím lehčí, tím větší). Ideální hloubka je uváděna v rozmezí 4-6 cm. V této hloubce je totiž zajištěn dostatek vláhy pro klíčení, dochází ke stejnoměrnému vzcházení rostlin, lepšímu zakořenění a nejsou poškozovány ptactvem nebo preemergentním ošetřením herbicidy. Obvyklá šíře řádků je 12,5 cm (100-200 mm), širší řádky jsou vhodné u množitelských porostů (Houba et al., 2009). Dalším důležitým faktorem je počet rostlin hrachu na jednotku plochy. Knott et al. (1998) uvádí, že v sušších oblastech je optimální počet rostlin 80 až 85 na metr čtvereční, ve vlhčích oblastech je počet rostlin udáván 75 až 80. Těmto počtům odpovídá výsevek 0,9 až 1,1 milionu klíčivých semen, což odpovídá výsevku 260 až 340 kg/ha v závislosti na HTS a klíčivosti. Minimální počet vzešlých rostlin na metr čtvereční by měl být 65, optimum je kolem 80, u typů s redukovanou listovou plochou asi 75 až 90 (Houba et al., 2009).

3.5.4 Regulace škodlivých činitelů

Stejně jako u ostatních plodiny je i u hrachu setého kladen důraz na využití všech dostupných agrotechnických opatření, mezi které patří např. výběr vhodného pozemku, dodržení osevního postupu, výše uvedené používání mořeného a certifikovaného osiva, vhodnou volbu odrůdy, pečlivou přípravu půdy a agrotechniku, pravidelnou kontrolu porostu a včasnou regulaci škodlivých organismů. Uplatnění vhodné agrotechniky vede k minimalizaci používání chemických látek, což je v dnešní době jeden z hlavních cílů ochrany rostlin v zemědělství (Prather et al., 2000).

3.5.4.1 Regulace plevelů

Hrách setý je poměrně vysoce citlivý na konkurenci plevelů. Základem systému regulace plevelů v porostech hrachu je systém zpracování půdy a kvalita zasetí. Vzhledem k tomu, že je pěstován v různých podmínkách, je vystaven konkurenci relativně širokého spektra vytrvalých i jednoletých plevelů. Použití herbicidů je propracované, a proto je možné poměrně účinně řešit většinu plevelných druhů (Kazda et al., 2010). Zimdahl (2004) uvádí, že plevele způsobují v porostech hrachu snížení výnosu semene až 90 %. Spektrum jednoletých plevelů tvoří např. laskavce, merlíky, lebedy, ježatka kuří noha, peníze rolní, oves hluchý, svízel přítula, heřmánkovité plevele a celé spektrum plevelů tzv. spodního patra. Z vytrvalých plevelů jsou to zejména pcháč oset a pýr plazivý (Vaculík, 2017).

Nároky na regulaci plevelů jsou výrazně odlišné pro porosty jednodruhové a pro porosty sloužící ke krmným účelům. U porostů LOS, které slouží jako krmivo pro hospodářská zvířata, není prováděna žádná ochrana. Oproti tomu u porostů jednodruhových, které jsou dále využívány pro potravinářský průmysl nebo množitelské účely je regulace plevelů nutná. Ochrana lze provádět mechanicky (vláčení, prutovými branami) nebo chemicky (použití herbicidů). Obě tyto metody regulace lze kombinovat (Huňady et al., 2011).

V porostech hrachu setého lze použít herbicidy preemergentní i postemergentní (Vaculík, 2017). Termín aplikace preemergentních herbicidů proti jednoletým dvouděložným plevelům je maximálně tři dny po zasetí. Při pozdější aplikaci hrozí nebezpečí fytotoxicity vůči hrachu (Kazda et al., 2010). Preemergentní ošetření herbicidy by mělo být použito zejména tam, kde je očekáváno invazivnější zaplevelení zejména jednoletými plevele (Fryer et al., 1977). Na dvouděložné plevele se využívá postemergentních herbicidů, a to do výšky hrachu 5–15 cm (Dlouhý et al., 2010).

3.5.4.2 Regulace chorob

Porost hrachu může být napaden již v prvních fázích vývoje (BBCH 5 až 11), koncem března a v dubnu, a to půdními patogeny. Ty způsobují odumírání rostlin (Kazda et al., 2010). Za toto onemocnění může často *Aphanomyces euteiches*, *Pythium* nebo *Rhizoctonia*. Včasné a kvalitní zpracování půdy spolu s včasným výsevkem do nepřemokřené půdy a správně zvolené hloubky je základním prvkem preventivního ochranného opatření. Neméně důležité je dodržení střídání plodin na pozemku, u hrachu je to 4-6 let (Moudrý et al., 2011).

K ekonomicky nejzávažnějším chorobám hrachu patří kromě komplexu virových onemocnění komplex kořenových a krčkových hnilob (Lahola, 1990). Největší výnosové ztráty způsobují z komplexu viróz např. výrůstková mozaika hrachu (PEMV), virus mozaiky svinování listů (PLRMV), žlutá fazolová mozaika (BYMV), obecná hrachová mozaika (PMV) (Prokinová, 2014). Musil et al. (1981) uvádí, že všechny tyto virózy se projevují barevnými a morfologickými změnami. Virózy jsou většinou přenášeny hmyzem (mšicemi, třásněnkami) nebo osivem. Základní ochranou proti houbovým chorobám je zdravé osivo, mořené proti chorobám přenosným osivem. Kořenové hniloby způsobují půdní oomycety (*Pythium ultimum*, *Pythium* sp. a *Aphanomyces euteiches*). Oospóry přežívají v půdě 6-9 let, napadají kořenovou kůru a způsobují postupné odumírání kořenů. Významné výnosové ztráty způsobují také houby rodu *Fusarium* (Sharma et al., 1998). Ty způsobují fuzariózu hrachu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*), která má za následek vadnutí a usychání hrachu (Mc Phee et al., 1999). Příznaky

kořenových hnilob fuzarióz se objevují v průběhu května. Na přelomu května a června se v porostech hrachu začíná objevovat napadení houbami. To vyvolává skvrnitost listů, stonků a lusků (*Ascochyta pisi*, *Mycosphaerella pinodes*, *Phoma medicaginis* var. *Pinodella*) (Kazda et al., 2010).

3.5.4.3 Regulace škůdců

Nejvýznamnějším škůdcem hrachu setého je listopas čárkovaný (*Sitona lineatus*). Dospělci brouků listopasů se v hrachu vyskytují již od začátku vegetace. Z časového hlediska se tedy jedná o první škůdce, kteří mohou být na hrachu spatřeni. Vyznačují se typicky svým bočním žírem, který má polokruhovitý tvar výkusu na listech a palistech. Dospělci listopasů jsou velmi plaší a při vyrušení padají k zemi, přestanou se pohybovat a stanou se tak klidně na několik minut neviditelnými. Pro zjištění množství brouků je proto nutné několik minut setrvat v klidu, než se brouci opět aktivují. Brouci listopasů působí škody pouze na vzcházejících rostlinách. V případě potřeby je možno ošetřit rostliny registrovanými insekticidy (Seidenglanz, 2020).

Dalším významným škůdcem, který dlouhodobě negativně ovlivňuje porosty hrachu v ČR a způsobuje zejména v posledních letech nezanedbatelné škody nadzemních částí luskovin je kyjatka hrachová (*Acyrtosiphon pisum*) (Šafář et al., 2019). Dospělci škodí sáním ve velkých koloniích na vrcholcích rostlin, listech a výhonech. Posátá pletiva se deformují a žloutnou, mladé plody a květy opadávají. Je i významným přenašečem viróz. Na hrachu přenáší např. výrustkovou mozaiku hrachu nebo obecnou mozaiku (Kazda, 2014).

V letech se suchým a teplým jarem je pozorován početnější výskyt malého a nenápadného škůdce, třásněnky hrachové (*Kakothrips pisivorus*). Generativní orgány – květy, poupata a mladé lusky jsou poškozovány sáním, a to jak od larev, tak od dospělých jedinců. Napadené rostliny zasychají a opadávají. Na postižených místech zanechávají stříbřitě lesklé skvrny s tmavými kupkami trusu (Houba et al., 2009).

V době květu hrachu klade samička zrnokaze hrachového (*Bruchus pisorum*) svá jantarově žlutá vajíčka na mladé lusky. Vylíhlá larva se skrytě vyvíjí uvnitř semena hrachu, který zevnitř vyžír. V jednom semeni žije vždy jedna bělavá larva s tmavou hlavou. Larvy se kuklí uvnitř, brouk v něm přezimuje a jako dospělec opouští semeno často ve skladu již v zimním období. Typickým znakem poškození je otvor, který v semeni zanechá (Kazda et al.,

2010). Seidenglanz (2020) uvádí, že zrnokaz hrachový je škůdce, jehož význam bude v následujících letech výrazně růst.

3.5.5 Sklizeň

Vhodný termín sklizně je jednou z rozhodujících fází pěstování. Vzhledem k poléhání porostu, nerovnoměrnému dozrávání, sklonu k pukání lusků a výdrolu je volba termínu a použití vhodné techniky mimořádně náročná (Houba et al., 2018). Pro sklizeň hrachu lze použít klasické obilní mlátičky. Je ovšem vhodné, pokud konfigurace mlátičky obsahuje reduktor otáček mlátícího bubnu (z důvodu šetrného výmlatu a minimálního poškození zrna). Výraznou výhodou představuje i použití flexibilní lišty, která umožní dokonalé kopírování terénu a tím výrazně sníží sklizňové ztráty. Ještě o stupeň vyšší flexibilitu nabízí žací lišta CONVIO FLEX od firmy Claas. Žací ústrojí s příčnými dopravníky je nasazováno všude tam, kde jsou sklízены krátko-stébelnaté plodiny s nasazením zrna nebo lusků těsně nad zemí, nebo v těžkých sklizňových podmínkách (polehlé porosty, prorostlé porosty) (Havelka et al., 2016). Nutným předpokladem pro kvalitní a bezztrátovou sklizeň je pečlivá předseťová příprava – dokonalé urovnání terénu (sběr kamene).

Šroller et al. (1997) uvádí, že předčasný termín sklizně může vést ke snížení výnosu, špatné jakosti semen nebo ke zvýšení nákladů na posklizňové ošetření. Naopak při opožděné sklizni dochází k poklesu výnosu kvůli rychle narůstajícím sklizňovým ztrátám. Na kvalitu výmlatu mají vliv otáčky bubnu, které je nutné snížit na minimum (300-500 ot. min⁻¹). Mezera mezi košem a mlátícím bubnem by měla být 25-34 mm na vstupu a 14-18 mm na výstupu. Důležité je správné nastavení čistícího ústrojí, které by mělo být odpovídající velikosti semen (Moudrý et al., 2011). Kvalitu sklizně ovlivňuje i průchodnost a množství hmoty, které je v mlátícím koši. Obecně platí, že čím víc hmoty, tím je poškození semen menší. Tomuto faktoru je tudíž nutné přizpůsobit rychlost jízdy sklízecí mlátičky. Jedním z faktorů pro správný termín sklizně je obsah bílkovin, tzn. hodnota PAN, což dokazuje, zda jsou všechna semena na stejném stupni zralosti. Požadovaná vlhkost semen je pro optimální sklizeň sklízecí mlátičkou 14-20 % (Woźniak et al., 2012). V této době jsou semena nejméně poškozována, což výrazně ovlivňuje hodnotu sklizeného materiálu. V případě, že se vlhkost semen pohybuje pod úrovní 14 %, riziko poškození výrazně stoupá (Lahola, 1990).

Jak uvádí Houba et al. (2009), bezprostředně po sklizni musí proběhnout předčištění a následné dosoušení semen, a to nejlépe studeným nebo předehřátým vzduchem na roštích s vyšší vrstvou materiálu. Nevhodné jsou pro tyto účely horkovzdušné sušárny.

3.6 Osivo a jeho parametry

3.6.1 Kvalita osiva

Kvalitní založení porostu hrachu je jedním z nejdůležitějších předpokladů pro dosažení vysoké produkce jeho semene. Z tohoto důvodu je kvalitní, tedy vitální osivo chápáno jako základní podmínka pro založení optimálního porostu (Procházka et al., 2011). Vztah mezi kvalitou osiva a porostem začíná již při bobtnání semen. Je – li bobtnání příliš rychlé, může dojít k popraskání semene a následně pak k napadení mikroorganismy. Obecně je ale výhodné rychlé vzejití, které je často spojeno se schopností vyrovnat se s nepříznivými podmínkami. Kvalita osiva je dána hned několika ukazateli: odrůdovou kvalitou (tj. geneticky), odrůdovou pravostí a odrůdovou čistotou, klíčivostí, vitalitou osiva, čistotou osiva, zdravotním stavem aj. (Wang et al., 2003). Kvalita osiva zásadním způsobem ovlivňuje nejen počet rostlin, ale také rychlost a vyrovnanost vzcházení. Nevyrovnané vzcházení znamená prodlužování období vzcházení a menší vyrovnanost rostlin v porostu. Později vzešlé rostliny mají nižší rychlost růstu a tím i menší konkurenční schopnost. Prakticky to znamená zvětšování rozdílů v produktivitě jednotlivých rostlin v porostu a pokles výnosu (Honsedl, 2002).

3.6.2 Vitalita osiva

Vitalita vyjadřuje úroveň tolerance osiva k nepříznivým vnějším podmínkám. Bývá snižována fyziologickou deteriorací i mechanickým poškozením, což se projevuje výnosovou schopností v nejrůznějším prostředí. Klíčivost představuje maximum dosažitelného, vitalita realitu (Houba et al., 2002). Kigel et al. (2015) dále uvádí, že klíčivost je vlastnost biologická, vitalita technologická. Vitalita se může testovat například podle růstu a vývinu kořínků, klíčivosti za chladu a za sucha, růstu semenáčků za přítomnosti stresu, nebo pomocí rychlení stárnutí. Nejlepší výsledky hodnocení vitality však přináší kombinace výše zmíněných testů, což je však velmi nákladné. Beal (1905) uvádí, že vitální mohou být pouze zdravá semena.

3.6.3 Klíčivost osiva

Klíčivost osiva udává podíl vyklíčených semen za vhodných podmínek za stanovenou dobu. Velice úzce souvisí s kvalitou vyšetěho mateřského osiva, s výživou mateřského porostu, s teplotou a fotoperiodou během dozrávání mateřského porostu, s vlhkostí půdy při dozrávání

mateřského porostu, s mechanickým poškozením během sklizně, nesprávným sušením a s posklizňovým uskladněním. Neschopnost semen klíčit za optimálních podmínek se nazývá dormance (McDonald, 1998).

3.6.4 Čistota osiva

Čistota osiva vyjadřuje procentický podíl semen plodiny v osivu. Osivo obsahuje určitý podíl nežádoucích složek organického (rostlinné úlomky, semena plevelů a kulturních druhů) a anorganického původu (písek, zemina aj.), tzv. nečistoty. Zvláště nebezpečný je podíl nečistoty organického původu tvořený rozmnožovacími orgány jiných kulturních druhů plevelů. Negativní důsledek těchto nečistot je vlastně zaplevelování porostů, případně rozmnožování kulturních druhů jako příměsí. Výskyt těchto semen je v maximální přípustné míře je v požadavcích na certifikované osivo uveden jmenovitě (Chaloupek, 2008).

3.6.5 Možnosti ovlivnění vitality osiva

Už na konci 20. století sílil velký celospolečenský tlak na snížení spotřeby agrochemikálií, včetně syntetických pesticidů. Na tuto celospolečenskou poptávku zareagoval i výzkum. V rámci hledání nových, bezpečnějších strategií ochrany rostlin se začal výzkum a vývoj ubírat třemi hlavními směry: 1. antirezistentní strategie, 2. pěstování GMO rostlin, 3. vývoj nových enviromentálně bezpečných přípravků na bázi bioagens a rostlinných extraktů (Pavela, 2020).

Jednou z možností, jak zvýšit produkční potenciál semen luskovin je moření osiva biologicky aktivními látkami před jeho výsevem (Procházka et al., 2015). Moření osiva je biologický, chemický a fyzikální (mechanický) proces, který vede ke zmírnění negativního působení různých vnějších nebo vnitřních vlivů. Tím dochází ke zlepšení klíčivosti a vitality, což podporuje růst zdravé rostliny se zvýšeným produkčním potenciálem (Khanzada et al., 2002; Procházka et al., 2015a). Procházka et al. (2012) dále uvádí, že proces moření osiva je možný právě u luskovin sloučit s jeho inokulací. Lze tedy říci, že moření osiva patří mezi levné a vysoce efektivní metody ochrany rostlin a stimulace jejich růstu. Moření osiva je běžnou praxí v zemědělství, kdy se semena připravují k. výsadbě tak, aby byla ochráněna proti různým chorobám a škůdcům. K dosažení tohoto cíle se často používají chemické látky, které mohou mít negativní vliv na životní prostředí a lidské zdraví. V poslední době však roste zájem o

využívání přírodních látek k moření osiva, protože tyto látky jsou méně škodlivé jak pro životní prostředí, tak pro lidské zdraví (Islam et al., 2019).

Dřimalová (2005) ve své publikaci uvádí, že za biologicky aktivní látky lze považovat různé regulátory růstu, enzymy, látky spojené s bioenergetikou rostlin nebo i fotosyntetické pigmenty. Nemálo autorů ve svých publikacích uvádí příznivé působení biologicky aktivních látek založených na směsi syntetických auxinů, huminových kyselin a fulvokyselin. Pokusy probíhající ve druhé polovině 20. století prokázaly pozitivní vliv zejména auxinových přípravků na klíčení semen a následný vývoj rostlin (Kohout 2001).

Avšak i samotné moření osiva biologicky aktivními látkami má pozitivní vliv na zvýšení vitality osiva a následně i na lepší polní vzcházivost, což vede k tvorbě kvalitního porostu s velmi dobrou perspektivou vysoké produkce (Procházka, 2022).

3.6.6 Využití přírodních látek v zemědělství

Kvůli dlouhodobě trvajícím tlakům na eliminaci používání chemických látek v ochraně rostlin dochází v posledních letech k zákazu používání čím dál většího spektra pesticidů. Mezi roky 1990 a 2015 došlo v celosvětovém měřítku k nárůstu použití průmyslových pesticidů o 73 %. Jejich zbytky v půdě, vodě a potravinách mohou být škodlivé pro lidské zdraví, suchozemské i vodní ekosystémy a způsobovat ztráty biologické rozmanitosti (Velechovská, 2022).

Díky postupně zaváděným legislativním opatřením na omezení používání chemických látek v zemědělství je v současné době Česká republika ve využívání pesticidů pod průměrem Evropské unie. Z čísel evropského statistického úřadu Eurostat dokonce vyplývá, že mezi lety 2011 a 2020 v České republice prodej pesticidů klesl nejvíce. Pokles byl o 38 % (Venclová, 2022a). V rámci snižování chemických přípravků na ochranu rostlin je důležitá také podpora integrované produkce rostlin a ekologického zemědělství, což je způsob produkce s omezeným používáním těchto přípravků a popřípadě jejich náhrada biologickými preparáty (Venclová, 2022b).

Zemědělství na celém světě čelí existenční výzvě – stát se produktivnější, aby zasytilo celou populaci, a zároveň ekologicky udržitelnější. Podle Corey Haucka, ředitele světové společnosti Syngenta Biologicals, není budoucností striktně biologická nebo chemická ochrana rostlin. Existuje i tzv. třetí cesta, kde jde o kombinaci obou metod, které se vzájemně doplňují (Venclová, 2022a).

3.7 Přírodní látky s fungicidním účinkem

Wetcit

Wetcit je pomocný přípravek, obsahující přírodní terpeny z pomerančovníku. Terpeny rostlinného původu zajišťují přilnavost a rovnoměrné rozptýlení postřiku na listové ploše. Přírodní terpeny mají též vedlejší účinky na omezování chorob a škůdců rostlin (Procházka et al., 2021). Vostřel et al. (2018) ve své publikaci také upozorňuje na příznivý vliv pomerančového oleje v souvislosti s omezením výskytu chorob a škůdců. Citrusy obsahují v listech, plodech a květech značné množství aromatických a biologicky aktivních látek. Jako biologicky aktivní látky jsou uváděny hlavně terpenoidy, a to zejména limonin, nomilin a obacumon a γ -bisabolen (Procházka et al., 2022). Pavela (2011) uvádí, že tyto látky působí jako antimikrobiální bariéra s repelentními účinky.

Alginure

Alginure je fungicidní přípravek s preventivním i kurativním účinkem proti houbovým patogenům (Procházka et al., 2021). Tento přípravek obsahuje extrakt z mořských řas druhu *Ascophyllum nodosum* L. a *Laminaria* sp.. Pro zdroj extraktů jsou využívány především hnědé řasy (Arioli et al., 2015). V přípravku jsou dále obsaženy rostlinné aminokyseliny a fosfonáty ve formě draselných solí. Jako hlavní složky solí kyseliny fosforečné a fosforité, které mají za úkol co nejúčinněji transportovat organické aktivátory do buněk rostlin a další účinné látky, jako jsou například laminariny, proteiny, cytokininy, algináty, sacharidy a hormony (Procházka et al., 2022).

Po aplikaci dochází v rostlinách k aktivaci řady obranných biochemických mechanismů. Tímto způsobem lze účinně mnoho rostlin včas připravit na napadení patogeny cestou indukované rezistence (Řehoř et al., 2018). Extrakty z mořských řas mají stimulační účinek na růst kořenů a také optimalizují vývoj rostlin. Zároveň se podílí na zvýšení výnosů a kvality produkce (Holdt et al., 2011).

Agrovital

Agrovital je pomocná látka, která se přidává do tank-mixu přípravků na ochranu rostlin. Jeho účinnou látkou je pinolene. Pinolene je emulgovatelný terpentický polymer s fungicidními účinky, destilovaný z pryskyřic jehličnatých stromů (Procházka et al., 2022). Působí jako silné, ale šetrné smáčedlo, aktivně chrání přípravky před smyvem deštěm, chrání před odparem zejména při aplikaci za vysokých teplot a prodlužuje dobu ovlhčení listu po aplikaci (což má za následek vyšší účinnost systémových přípravků) (Běhal, 2018).

Maxim XL 035 FS

Přípravek Maxim XL 035 FS je fungicidní mořidlo obsahující dvě účinné látky, a to fludioxonil a metalaxyl-M. Fludioxonil ze skupiny fenyl pyrrolů je širokospektrální kontaktní fungicid s reziduálním účinkem (Procházka et al., 2022). Je částečně přijímán semeny a omezeně translokován do klíčících rostlin. Jeho příjem osivem je limitován, je velmi slabě translokován v osivu. Působí především na ekonomicky důležité nemoci, které způsobují houby ze třídy *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* a *Fungi imperfecti* (*Fusarium spp.*, *Rhizoctonia spp.*, *Helminthosporium spp.*). Fludioxonil je svou charakteristikou a účinkem příbuzný přírodním antimykotickým látkám, které produkují některé půdní bakterie rodu *Pseudomonas* (Kocourek et al., 2018). Svým účinkem napodobuje procesy, které probíhají v přírodě a eliminuje tak hospodářsky významné druhy hub ze tříd *Ascomycetes*, *Deuteromycetes* a *Basidiomycetes*. Metalaxyl-M ze skupiny phenylamidů ovlivňuje syntézu nukleových kyselin. Penetruje se do osiva a je systémově translokován do všech částí rostliny během vzcházení. Účinkuje na houby ze třídy *Oomycetes* (*Pythium spp.*) (Janssens et al., 2013).

4 Metodika

Za účelem potvrzení či vyvrácení stanovených hypotéz byly na začátku roku 2023 založeny laboratorní pokusy, ve kterých bylo osivo hrachu mořeno vybranými přírodními látkami s antifungální aktivitou. Cílem pokusů bylo zjistit, zda má ošetření osiv vliv na klíčivost a vitalitu osiva. Protože kvalita osiva patří k nejdůležitějším faktorům ovlivňující strukturu porostu a tvorbu výnosu, byl sledován také vliv vybraných přírodních látek na celkovou vitalitu osiva hrachu. Byl proveden laboratorní test klíčivosti semen, který probíhal za normálních podmínek. Jako další byl proveden TUS (test urychleného stárnutí), kdy docházelo k simulaci stresových podmínek, po testu byl proveden opět laboratorní test klíčivosti.

V pokusech byly na osivo hrachu aplikovány přírodní látky s antifungální ochranou, a to konkrétně Agrovital, Alginure a Wetcit. Dále byla vždy použita nemořená varianta jako kontrola a varianta ošetřená fungicidním přípravkem Maxim XL 035 FS, který je k moření osiv proti houbovým chorobám běžně využíván. Pro všechny pokusy bylo použito stejné osivo odrůdy Saxon.

4.1 Laboratorní pokusy

Pro ověření první hypotézy (vliv přírodních látek s antifungální aktivitou má vliv na vitalitu osiva hrachu) byly na začátku roku 2023 založeny laboratorní pokusy zaměřující se na stanovení klíčivosti a vitality osiva. V tabulce č. 1 jsou uvedeny všechny testované varianty, které byly v pokusu použity. Jako první byla stanovena laboratorní klíčivost semen jednotlivých variant. Tento test probíhal za normálních podmínek při 20 °C v klimaboxu.

Varianta	Název přípravku	Dávka
1.	Nemořená kontrola	
2.	Agrovital	1 l/t
3	Alginure	4 l/t
4	Wetcit	1 l/t
5	Maxim XL 035 FS	1 l/t

Tabulka č. 1 – Přehled použitých variant a dávkování

Pokus byl založen ve dvou cyklech. Jak první, tak druhý cyklus byl založen se 4 opakováními každé varianty. Jak je již zmíněno, osivo pro všechny zrealizované pokusy bylo stejné.

Zkouška laboratorní klíčivosti semen hrachu proběhla následovně. Nejprve byl z pytle se semeny hrachu odebrán vzorek o hmotnosti 200 g, který byl následně vysypán do ruční mořičky osiv. Do mořičky bylo k semenům hrachu přidáno přesně stanovené množství přípravku uvedené v tabulce č. 1. Tento proces proběhl celkem 4x, pokaždé s jiným přípravkem. Poté, co namožené osivo lehce oschlo, bylo po 50 semenech přendáno do plastových nádob o rozměrech daných metodikou ÚKZUZ. Předem připravené nádoby obsahovaly 3-4 kusy filtračního papíru, na kterém byl položen harmonikově skládaný filtrační papír. Do něj byla semena skládána v řadě po 5 a ve sloupci po 10 (viz obrázek č.1 a 2). Takto připravené nádoby byly podél stěn zality 30 ml destilované vody, aby nedošlo k přímému namočení semen. Poté byly nádoby uzavřeny víkem s průduchy a vloženy do klimaboxu, kde byla nastavena konstantní teplota 20 °C.



Obrázek č. 1



Obrázek č. 2

Po 3, 5 a 8 dnech klíčení semen v klimaboxu probíhal odečet řádně vyklíčených semen. Všechny nádoby byly z klimaboxu vždy v požadovaný den odečtu vyjmuty a následovala kontrola vyklíčených či nevyklíčených semen. Každé semeno, které mělo správně vyvinutý

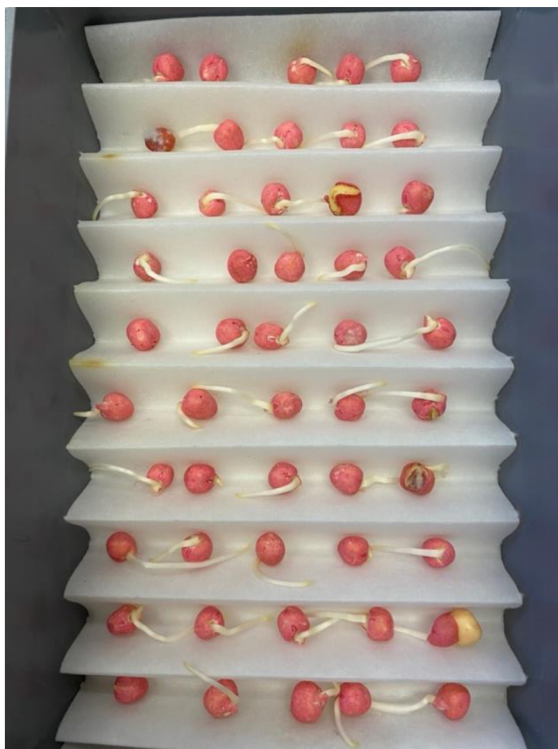
klíček dlouhý alespoň 0,5 cm, bylo z misky vyřazeno. Počet vyřazených semen byl vždy zaznamenán do připravené tabulky. Tyto záznamy sloužily k pozdějšímu stanovení laboratorní klíčivosti. Na obrázcích 3-7 je zobrazen stav semen při odečtu.



Obrázek č. 3 - Neošetřená kontrola



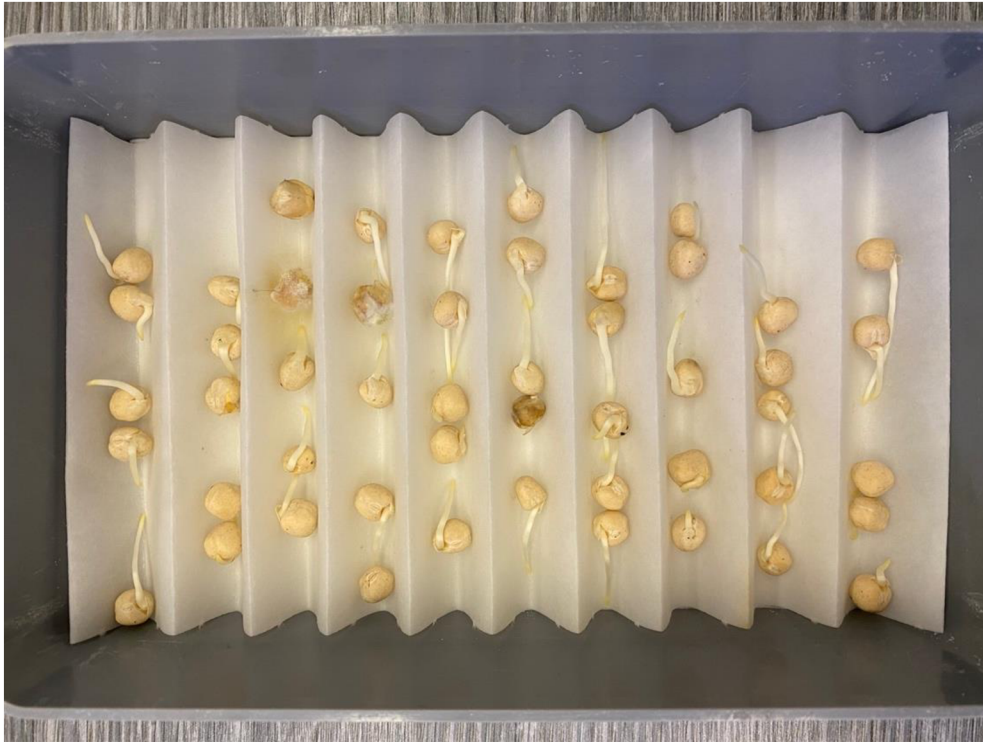
Obrázek č. 4 - Alginure



Obrázek č. 5 - Maxim xl 035 FS



Obrázek č. 6. - Agrovital



Obrázek č. 7 - Wetcit

Při pokusech byla zjišťována také vitalita osiva. Vitalita byla hodnocena z výsledků získaných testem urychleného stárnutí (TUS), který byl za tímto účelem proveden. Princip testu urychleného stárnutí spočívá v krátkodobém vystavení semen vysoké teplotě a vlhkosti. Během testu přijímají semena vlhkost z okolního prostředí a tento zvýšený obsah vody způsobuje rychlé stárnutí semen (Procházka et al., 2011). Semena s vysokou životností odolávají těmto stresovým podmínkám více a stárnou pomaleji, než semena s vysokou životností (Honsedl, 2003). Tento test je v současné době mezinárodně využíván pro stanovení vitality osiva sóji (Procházka et al., 2011).

Test byl založen dle metodiky ÚKZUZ. Bylo odváženo 42 g osiva hrachu z každé ošetřené varianty plus neošetřená kontrola. Do speciálních plastových nádob bylo nalito 40 ml destilované vody. Odvážené množství osiva bylo rozprostřeno na sítko, které bylo do misky vloženo tak, aby nedošlo k jejich namočení. Takto připravené nádoby se uzavřely víkem a vložili se po dobu 72 h do tmy do klimaboxu. Stárnutí semen v klimaboxu probíhalo při teplotě 41°C. Relativní vlhkost se po zhruba 24 h pohybuje okolo 90 %, po 48 h dosahuje až 95 %. Po ukončení stárnutí (po 72 h) byly nádoby z klimaboxu vyjmuty. Vzhledem k tomu, že byl test modifikovaný a uskutečněný na osivu hrachu, a ne na osivu sóji, vážení po provedeném testu

nemělo smysl. Po provedeném testu se provedl standartní test klíčivosti. Ten proběhl znovu ve dvou turnusech.

V prvním turnusu bylo založeno 20 nádob, tedy každá z variant ve 4 opakování, po 50 semenech. Nádoby byly opět připraveny zcela totožně, jako v již výše popsaném testu klíčivosti. Průběh zakládání testu klíčivosti po TUS je zachycen na obrázku č. 8 a 9.



Obrázek č. 8



Obrázek č. 9

Pro ověření druhé hypotézy s cílem ověřit růstové fáze hrachu byl založen následující pokus. Do plastové nádoby bylo odváženo a nasypáno 240 g jemného písku. Pomocí speciální destičky bylo do písku vytvořeno 50 důlků. Do vytvořených důlků v písku bylo nandáno již namořené osivo z předchozího pokusu (nemořená kontrola, Alginure, Agrovital, Wetcit, Maxim XL 035 FS), jak je vidět na obrázku č. 10. Semena hrachu, která byla vložena do důlků v jemném písku byla následně zasypána 480 g hrubého písku (obr. č. 11.) Vše bylo nakonec zalito po celé ploše nádoby 60 ml destilované vody, nádoby byly zavřeny víky s otvory a vloženy do klimaboxu. Stejně jak u předešlého pokusu, i tady byl pokus založen po 4 opakováních každé z 5 variant. Celkem tedy 20 nádob. Teplota v klimaboxu byla nastavena teplota na 20 °C a pro optimální vývoj zasetých rostlin byl nastaven režim 12h světlo, 12h tma. Po několika dnech byla víka z nádob odebrána, aby nebránila růstu vyklíčených rostlin.

Po 14 dnech byly všechny nádoby z klimaboxu vyjmuty a vyrostlé rostliny hrachu spočítány. Počet vyrostlých rostlin byl zaznamenán. Rostliny se nacházely ve fázi 3. listu. Následně byly rostliny zbaveny písku a pečlivě propláchnuty pod tekoucí vodou (obr. 12 a 13). Omyté rostliny byly jedna po druhé nůžkami oddělovány na podzemní část (kořeny) a nadzemní část (stonek s listy). Takto oddělené byly všechny rostliny z každé nádoby. Zvlášť byly pak vkládány do malých papírových sáčků všechny nadzemní části rostliny a zvlášť podzemní části rostliny. Tyto dva malé sáčky byly vloženy do jednoho velkého papírového sáčku spolu

s cedulkou označující variantu. Následně byly takto připravené vzorky přemístěny do sušárny, kde byly po dobu 29 h sušeny při teplotě 105 °C.

Následující den byly všechny papírové sáčky ze sušárny vyndány a rozbaleny. Vzniklá sušina nadzemních i podzemních částí byla vždy zvážena a váha zaznamenána (obr. 14 a 15). Tímto byly ukončeny všechny laboratorní pokusy k této diplomové práci.



Obrázek č. 10



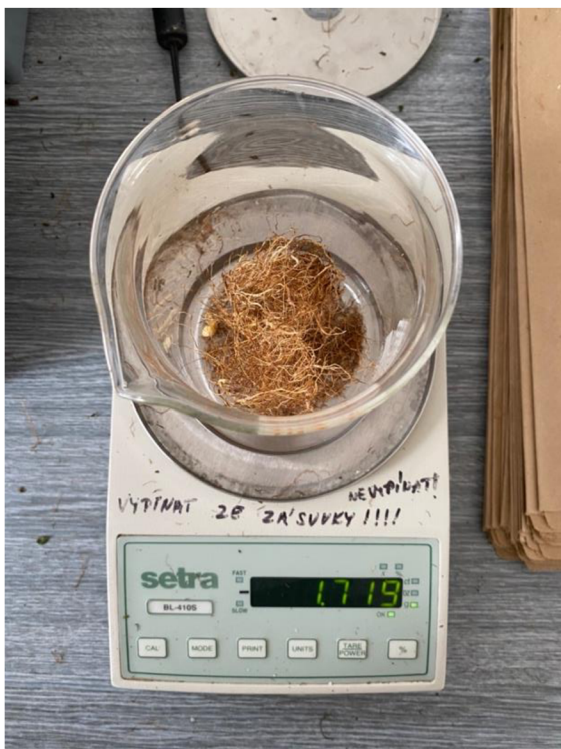
Obrázek č. 11



Obrázek č. 12



Obrázek č. 13



Obrázek č. 14

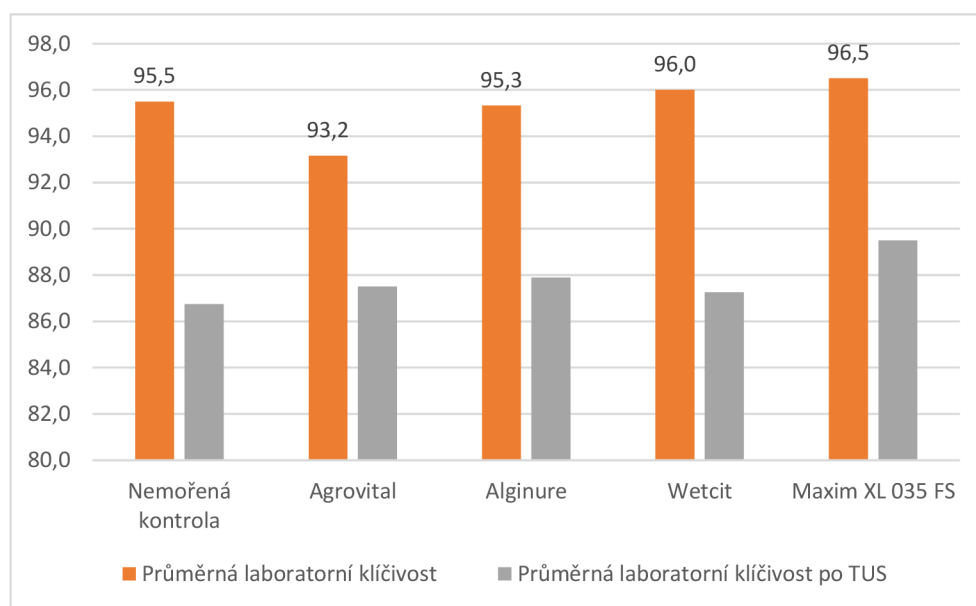


Obrázek č. 15

5 Výsledky

5.1 Laboratorní pokus - klíčivost a vitalita osiva

V diplomové práci byl hodnocen vliv přírodních látek s antifungální aktivitou na osivo hrachu, a to konkrétně na klíčivost a vitalitu. V grafu číslo 3 jsou znázorněny výsledky pokusu. Z přírodních látek si při klíčení za normálních podmínek vedl nejlépe přípravek Wetcit. Osivo ošetřeno tímto přípravkem dosahovalo průměrné klíčivosti 96 %. Konvenční fungicidní přípravek Maxim XL 035 FS dosahoval pouze o 0,5 % lepších výsledků než zmíněný přípravek Wetcit. Naopak nejnižší klíčivost vykazovalo osivo namořené přípravkem Agrovital, a to 93,16 %. Nemořená kontrola dosahovala za normálních podmínek vcelku dobrých výsledků, čehož bylo dosaženo zejména díky ideálním laboratorním podmínkám. Po absolvování testu urychleného stárnutí, kdy bylo osivo vystaveno stresovým podmínkám, dosahovala nemořená kontrola nejhorších výsledků, a to 86,75 %.

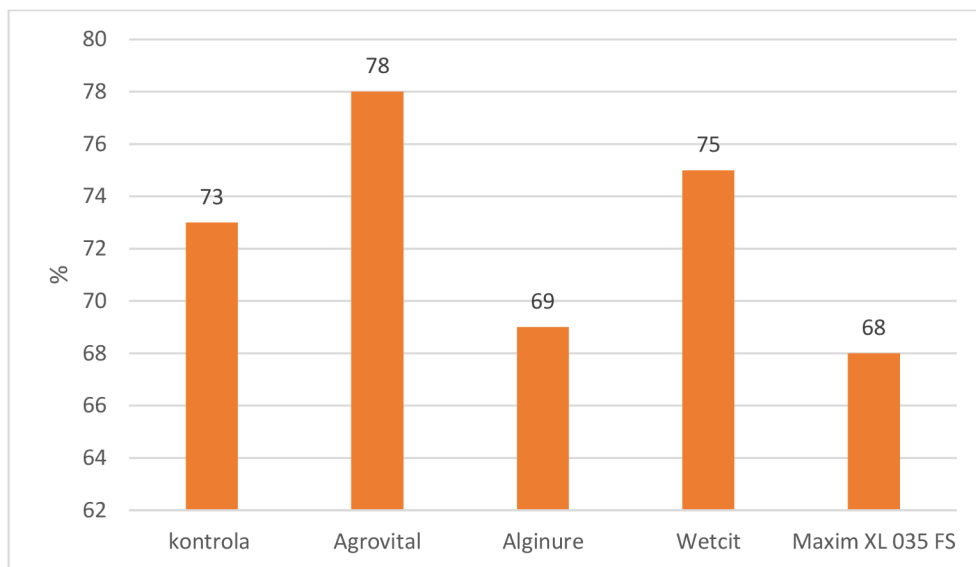


Graf č. 3 – Výsledky hodnocení klíčivosti před a po TUS

Mezi jednotlivými výsledky laboratorního pokusu neexistoval statisticky významný rozdíl. Všechny použité přípravky vykazovaly velmi dobrých výsledků a rozdíl mezi jednotlivými variantami se pohyboval většinou v desetínách procent.

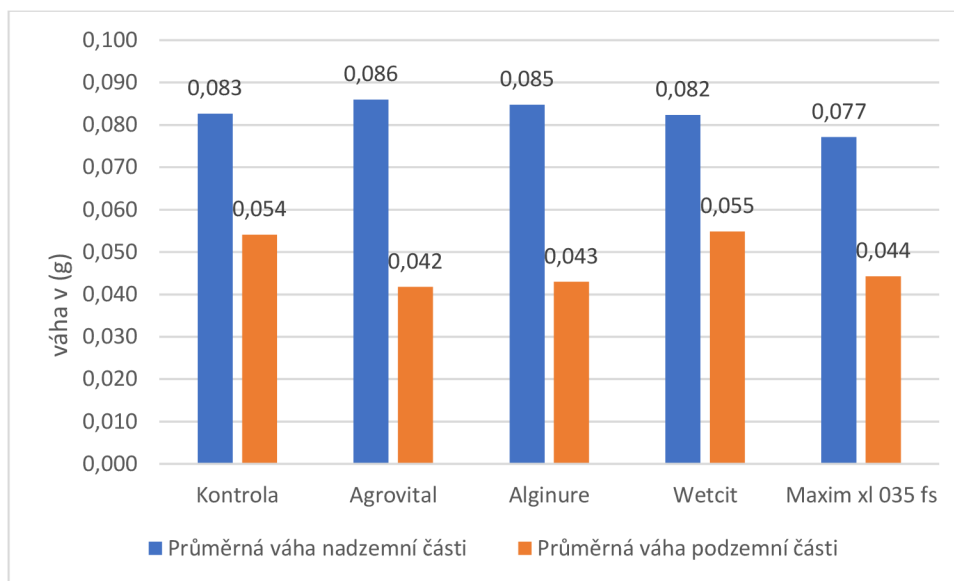
5.2 Laboratorní pokus - růstové fáze

V diplomové práci byl dále zkoumán vliv přírodních látek na tvorbu nadzemní a podzemní biomasy v časně růstové fázi (konkrétně ve fázi 3 listu) a počet vzešlých rostlin. Hodnocení probíhalo na základě získaných dat zvážením sušiny biomasy. Z grafu č. 4 je patrné, že největší procento vzešlých rostlin prokázal přípravek Agrovital (78%) a Wetcit (75%). Nižších počtů vzešlých rostlin než nemořená kontrola (73%) vykazovaly přípravky Alginure (69%) a Maxim XL 035 FS (68%).



Graf č. 4 – Laboratorní klíčivost – procentický podíl

Graf č. 5 ukazuje, že tvorba nadzemní biomasy byla největší u přípravku Agrovital, ale rozdíly v nadzemní biomase jednotlivých přípravků jsou naprosto minimální, a to v řádech desetin gramů, což nemůže být bráno jako statisticky průkazný rozdíl. Tuto teorii potvrdilo i statistické hodnocení pomocí ANOVY, kdy nebyl dokázán statisticky průkazný vliv moření na váhu nadzemní biomasy.



Graf č. 5 – Průměrná váha nadzemní a podzemní biomasy v závislosti na ošetření

5.2.1 Předpoklady pro ANOVU

Pokus byl hodnocen v programu Statistica 12. Jako první byl proveden test normality dat, bylo zapotřebí ověřit nulovou hypotézu, která říká, že data pochází z normálního rozdělení. Test normality byl proveden pomocí Shapiro-Wilkova testu. Na základě histogramů a provedení Shapiro-Wilkova testu bylo zjištěno, že data pochází z normálního rozdělení, bylo tedy možné v testování dat pokračovat. Je-li p hodnota větší než 0,05, nulová hypotéza se nezamítá (Lepš et al., 2016). F hodnoty homoskedasticity dat vyšly všechny více než hodnota 0,05, pokus tedy mohl být hodnocen pomocí ANOVY.

5.2.2 ANOVA

Základním cílem analýzy rozptylu (ANOVA) je zjistit, zda střední hodnoty sledovaného znaku v různých skupinách (nezávislých náhodných výběrech) se liší nebo ne, zda v nulové hypotéze neexistuje statisticky významný rozdíl mezi průměrnými hodnotami na jednotlivých

variantách ošetření. Pokud je p hodnota větší, než alfa (0,05), nelze zamítnout nulovou hypotézu (Lepš et al., 2016). Pomocí testu ANOVA byly hodnoceny všechny proměnné (počet rostlin, váha nadzemní části, váha podzemní části).

Při hodnocení počtu rostlin a váhy nadzemní části rostlin přesahovala p hodnota hodnotu 0,05, což znamená, že nelze zamítnout nulovou hypotézu a v rámci počtu rostlin a váhy nadzemní části nejsou v závislosti na ošetření žádné rozdílly. Dokazuje to tabulka č. 5 a 6.

Tabulka č. 5 – ANOVA – počet rostlin

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro počet rostlin Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	26353,80	1	26353,80	2069,670	0,000000
ošetření	69,20	4	17,30	1,359	0,294637
Chyba	191,00	15	12,73		

Tabulka č. 6 – ANOVA – váha nadzemní části

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro váha nadzemní části (g) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	180,0180	1	180,0180	1348,569	0,000000
ošetření	1,1235	4	0,2809	2,104	0,130911
Chyba	2,0023	15	0,1335		

Při hodnocení váhy podzemní části rostlin byla zjištěna závislost proměnné na ošetření. Jelikož byla p hodnota menší než 0,05, byla zamítnuta nulová hypotéza (viz tabulka č. 7). To znamená, že alespoň jedna dvojice ošetření se od sebe v průměrné hmotnosti lišila. Pro podrobnější hodnocení byl zvolen Duncanův test.

Tabulka č. 7 – ANOVA – váha podzemní části

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro váha podzemní části (g) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SČ	Stupně (volnosti)	PČ	F	p
Abs. člen	59,81303	1	59,81303	736,6316	0,000000
ošetření	1,15222	4	0,28805	3,5476	0,031512
Chyba	1,21797	15	0,08120		

5.2.2.1 Duncanův test

K podrobnějšímu hodnocení výsledků testů ANOVY je nejčastěji využíván Tuckeyho, Schaffeho nebo Fisherův test. Vzhledem k nízkému počtu dat a hodnotě p , která je u parametru podzemní váhy rostliny velmi blízká hodnotě 0,05, vyšly výše zmíněné obvykle používané testy neprůkazné. Z tohoto důvodu byl použit méně častý Duncanův test, který průkaznost vykazoval (viz. tabulka č. 8). Duncanův test má smysl pouze v případě, když jednofaktorová analýza rozptylu prokáže, že mezi srovnávanými skupinami jsou statisticky významné rozdíly (Chráška et al., 2014).

Tabulka č. 8 – ANOVA – váha podzemní části – Odlišné indexy dokazují statisticky průkazné rozdíly mezi průměry na hladině významnosti 0,05

Ošetření	Průměrná váha podzemní části (g)
Alginure	1,483 a
Maxim XL 035 FS	1,50425 a
Agrovital	1,62925 ab
Nemořená kontrola	1,97425 b
Wetcit	2,056 b

Výsledky testu prokázaly statisticky významný rozdíl při ošetření přípravkem Maxim XL 035 FS a přípravkem Alginure oproti nemořené kontrole. V tomto případě byla hmotnost kořenového systému průkazně nižší, oproti ostatním přípravkům a nemořené kontrole. Přípravek Wetcit a Agrovital neprokázaly negativní ani pozitivní vliv na tvorbu kořenového systému oproti nemořené kontrole. V časných růstových fázích jsou tyto rozdíly obvyklé.

6 Diskuze

Moření osiv se v posledních letech jeví jako nezbytná součást technologie pěstování plodin, která nám zajistí založení kvalitního, vysoce produkčního, a hlavně zdravého porostu (Pšenička et al., 2006) a (Procházka et al., 2017). Použití přírodních látek k moření osiv má mnoho výhod, včetně snížení zátěže chemikálií v životním prostředí a ochrany zdraví lidí a zvířat. Nicméně bývá tato metoda nákladnější a může být potřeba většího množství přírodních látek, aby byl dosažen stejný účinek, jako u chemických postupů (Singh et al., 2019). Využití přírodních látek a jejich pozitivní vliv na vitalitu osiva, vzcházení i růst rostlin ukazují výsledky práce (Procházky et al., 2022), kdy prováděl pokusy s mořením přírodními látkami na osivu sóji. Stejně jako v jeho práci měli i v této nejlepší vliv na laboratorní klíčivost přípravky Alginure a Wetcit.

Tato diplomová práce vychází z laboratorních pokusů na ošetření osiva hrachu přírodními látkami, které jsou obsaženy v použitých přípravcích Agrovital, Alginure a Wetcit. Výsledky ošetření těmito přípravky byly porovnávány s výsledky nemořené kontroly a zároveň s výsledky použitého konvenčního fungicidního přípravku Maxim XL 035 FS. V rámci pokusu byla sledována laboratorní klíčivost, celková vitalita osiva a růst v počátečních fázích vývoje.

Přípravek Alginure, který obsahuje extrakt z mořských řas, podle Khan et al. (2009) zlepšuje růst rostlin a zvyšuje jejich odolnost vůči stresu. Odolnost vůči stresu se projevila i v provedeném laboratorním pokusu, kdy výsledky klíčivosti po TUS dosahovali u přípravku Alginure nejlepších výsledků (hned po fungicidním přípravku Maxim XL 035 FS). Khan et al. (2009) ve své práci uvádí, že fytohormony, které přípravek Alginure obsahuje, mají pozitivní vliv na obranyschopnost rostliny a vedou ke zvýšení tvorby chlorofylu. V laboratorním pokusu, který byl zaměřen na vliv přípravku na časně růstové fáze však statisticky prokázal zhoršující účinky na tvorbu kořenového systému, oproti nemořené kontrole. Fungicidní účinky přípravku testovali při listové aplikaci na chmelu Procházka et al. (2022). Vzhledem k tomu, že byly pokusy této diplomové práce založeny pouze v laboratorních podmínkách, nikoliv v polních, nelze ověřit fungicidní vliv přípravků. Sledovaný přípravek Alginure v jejich pokusu hodnotili v závislosti na výskytu houbových chorob na rostlinách chmele kladně. Přípravek vykazoval dobré antifungální účinky proti plísni *Pseudoperonospora humuli*.

Dalším testovaným přípravkem byl Wetcit, který vykazoval nejlepší výsledky při klíčení semen (po konvenčním přípravku Maxim XL 035 FS). Pospíšilová et al. (2013) se ve své studii zabývala účinkem přípravku Wetcit na klíčení a růst pšeničných semen.

Výsledky její studie potvrdily zlepšení klíčivosti semen a růstu rostlin. Ten samý pozitivní účinek na klíčení, růst i výnos popisují výsledky práce Afran et al. (2015) i studie Asaduzzaman et al. (2014), které byly provedeny taktéž na pšenici. Stejně jako v této práci byl potvrzen pozitivní vliv přípravku Wetcit na klíčení semen. Na tvorbu nadzemní či podzemní biomasy neměl přípravek v mé diplomové práci Wetcit statisticky průkazný vliv.

Přípravek Agrovital dosahoval v klíčení po TUS lepších výsledků než nemořená kontrola, v klíčení za normálních podmínek měl nejhorší výsledky z testovaných přípravků. Pozitivní vliv přípravku Agrovital za působení stresových podmínek dokazuje studie Aghdama et al. (2017), kdy ve své práci uvádí větší vzházivost, růst a výnos pšenice. Jankowski et al. (2020) zas zkoumali účinky Agrovitalu na klíčení, růst a vývoj rajčat. Výsledky jejich pokusu ukázaly, že ošetření semen Agrovitalem vedlo k většímu klíčení a rychlejšímu růstu rostlin s větším výnosem. Tuto skutečnost shledávám i v mé práci, kdy přípravek Agrovital vykazoval největší úspěšnost v počtu vzešlých rostlin při hodnocení podzemní a nadzemní biomasy. V pokusu zaměřeném na časné růstové fáze nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v růstu podzemní či nadzemní biomasy.

Zmíněné studie ukazují, že přírodní látky mohou pozitivně ovlivnit vzházení rostlin, vitalitu, výnos i výskyt houbových chorob. Nicméně účinky mohou být ovlivněny různými faktory, jako je druh osiva, půdy, klimatické podmínky nebo použitá dávka přípravku.

Klíčení hrachu probíhalo v písku, rostlina tak čerpala živiny po celou dobu růstu pouze ze semene, k čemuž dochází pouze v laboratorních podmínkách. Za laboratorních podmínek nebyla aktivní činnost hlízkových bakterií, které by v polních podmínkách běžně fungovaly. Pro další prokázání vlivu přípravků (zejména fungicidního) je třeba zkoumat v polních podmínkách.

K testování nových alternativních přípravků dochází díky negativnímu dopadu chemických přípravků na životní prostředí, což má za následek značně omezený výběr přípravků. Vývoj a testování přírodních látek na ochranu rostlin má do budoucna vysoký potenciál využití.

7 Závěr

Z výše zhodnocených výsledků laboratorních pokusů lze konstatovat, že použité přírodní látky s antifungální aktivitou měli pozitivní vliv na vitalitu semen a klíčení po TUS oproti nemořené kontrole. Vliv přípravků na časně růstové fáze se projevil pouze na váze kořenového systému, a to u přípravku Alginure a Maxim XL 035 FS, tyto přípravky měli oproti nemořené kontrole nižší hmotnost podzemní biomasy, což v polních podmínkách nemusí být bráno jako nevýhoda. Vzhledem k tomu, že horších výsledků, co se týče hodnocení kořenového systému vykazoval i konvenční přípravek Maxim XL 035 FS, není tato skutečnost významná. Na ostatní parametry, jako je počet rostlin a hmotnost nadzemní biomasy nemělo moření přírodními látkami s antifungální aktivitou vliv.

Stanovisko k hypotézám:

- 1) *Využití přírodních látek s antifungální aktivitou má vliv na vitalitu osiva hrachu*
 - Hypotéza nebyla vyvrácena
 - Laboratorní pokusy dokázaly pozitivní vliv všech použitých přírodních látek na klíčení semen po TUS.
- 2) *Využití přírodních látek s antifungální aktivitou má vliv na časně růstové fáze hrachu*
 - Hypotéza nebyla vyvrácena
 - Vliv se projevil nižší hmotností podzemní biomasy, a to u přípravku Alginure a Maxim XL, 035 FS. Vliv obou přípravků by bylo potřeba dále zkoumat v polních podmínkách.

8 Seznam použitých zdrojů

1. Afran, M., et al. „Effect of Seed Priming with Wetcit on Germination, Growth, and Yield of Wheat.“ *Journal of Plant Nutrition*, vol. 38, no. 12, 2015, pp. 1911-1922.
2. Agegnehu, G. Response of faba bean to phosphate fertilizer and weed control on nitisols of Ethiopian highlands. *Ital. J. Agron.* 2006
3. Aghdam, M. S., et al. ‘Effect of Agrovital on Growth and Yield of Wheal (*Triticum aestivum* L.) under Water Deficit Condition.’ *Journal od Plant Nutrition*, vol. 40, no. 16, 2017, pp. 2315-2323.
4. Alene, A.A., et al. Phosphorus use efficiency, yield and nodulation of mung bean (*Vigna radiata* L.) as influenced by the rate of phosphorus and *Rhizobium* strains inoculation in Metema district, Ethiopia. *J. Plant Nutr.* 2021
5. Arioli, T., S. Mattner a P. Winberg, 2015. Applications of seaweed extracts in Australian agriculture: past, present and future. Springer [online]. 2015(27), 5 [cit. 2018-04-12]. DOI: 10.1007/s10811-015-0574-9. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4584108/>
6. Asaduzzman, M., et al. „Effect of Wetcit on Seed Germination, Seedling Growth and Yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.).“ *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, vol. 12, no. 1, 2014, pp. 67-72.
7. Basak, R.K., Kundu, S. Efficiency of the mixture of rock phosphate and superphosphate in green gram-fodder maize-pea crop sequence in new alluvial soil. *Ecol. Environ. Conserv.* 2002
8. BEAL, W. J. The vitality of seeds. *Botanical Gazette*, 1905, 40.2: 140-143.
9. Běhal, 2018 <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/agrovital-ochrani-prodlouzi-a-podpori-ucinnost-pripravku-na-ochranu-rostlin>
10. Bewley J. D., Bradford K., Hilhorst H. (2012): *Seeds: physiology of development, germination and dormancy*. Springer Science & Business Media.
11. Bi, Y., et al. Interspecific interactions contribute to higher forage yield and are affected by phosphorus application in a fully-mixed perennial legume and grass intercropping system. *Field Crops Res.* 2019
12. Brant, V., *Agromanuál* (2018), dostupné online na <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/hrach-pomocna-plodina-v-ozime-psenici>

13. Brant, V., Zábranský, P., Škeříková, M., Vailich, J., Kroulík, M., Procházka, P., Kunte, J. 2017b. Alternativní využití luskovin (2): Morfologická variabilita hrachu setého a rolního. Agromanuál. 13 (1). 88-91
14. Brant, V., Zábranský, P., Škeříková, M., Vailich, J., Kroulík, M., Procházka, P., Kunte, J. 2017a. Alternativní využití luskovin (1): Důvody a cíle. Agromanuál. 13 (1). 118-121.
15. Carina Lackmann, Antonio Šimić, Sandra Ečimović, Alma Mikuška, Thomas-Benjamin Seiler, Henner Hollert, Mirna Velki, Subcellular Responses and Avoidance Behavior in Earthworm *Eisenia andrei* Exposed to Pesticides in the Artificial Soil, *Agriculture*, 10.3390/agriculture13020271, **13**, 2, (271), (2023).
16. Day, L. (2013). Proteins from land plants e Potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 32, 25e42.
17. Dlouhý et al 2010 <https://bioinstitut.cz/documents/LCI-web.pdf>
18. Dorůšková V. 2010. *Pisum sativum* L. – hrách setý / hrach siaty. Available from <http://botany.cz/cs/pisum-sativum>
19. Dostálová, 2023 <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/soucasny-stav-v-pestovani-a-vyskytu-korenovych-chorob-u-hrachu>
20. Dostálová, R., 2011. *Úroda*. 59 (11): 41-43. ISSN 0139-6013
21. Dřimalová, D. (2005): Růstové regulátory v řasách. *Czech Phycology*, 5, 101-112.
22. Dvořák, P. a kol. *Zelenina a ovoce*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014.
23. Ejaz, S. et al. Effects of inoculation of root-associative *Azospirillum* and agrobacterium strains on growth, yield and quality of pea (*Pisum sativum* L.) Grown under different nitrogen and phosphorus regimes. *Sci. Hortic.* 2020
24. Fondevilla, S., Avila, C. M., Cubero, J. I., and Rubiales, D. (2005): Response to *Mycosphaerella pinodes* in a germplasm collection of *Pisum* spp. *Plant Breeding*. 124: 313–315
25. Glyanko A. K., A. A. Ischenko a A. V. Stepanov. (2014) Influence of calcium and rhizobial infections (*Rhizobium leguminosarum*) on the dynamics of nitric oxide (NO) content in roots of etiolated pea (*Pisum sativum* L.) seedlings. *Applied Biochemistry and Microbiology* [online]. Vol. 50, issue 6, s. 652-657 [cit. 2015-04-11]. DOI: 10.1134/s0003683814060040.
26. Havelka, P. a kol. *Obilnářství a zelinářství*. Praha: Grada, 2016.

27. Holdt, S. L. a S. Kraan, 2011. Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. Springer science, Dordrecht
28. Honsedl 2002 <https://uroda.cz/kvalitni-osivo-je-predpokladem-stabilnich-vynosu-hrachu/>
29. Hosnedl V. (2003). Klíčivost a vzcházivost osiva. In sborník Osivo a sadba VI, ČZU, Praha, s. 24 – 29
30. Houba, M., Dostálová, J., Dostálová, R., Hochman, M., Holeček, J., Hosnedl, V., Hýbl, M., Huňady, I., Ondráčková, E., Ondřej, M., Ponížil, A., Prášil, J., Seidenglanz, M., Smýkal, P., Šmirous, P., Vaculík, A., Zelený, V. 2009. Luskoviny: pěstování a využití. Kurent. České Budějovice. 133 s. ISBN: 978-80-87111-19-2
31. Houba, M., Dostálová, R., 2018. Luskoviny: charakteristika, pěstování, využití. Profi Press, Praha.
32. Huňady et al 2011 <https://www.agritec.cz/cs/vyuziti-luskovino-obilnich-smesek-v-ekologickem-zemedelstvi>
33. Huňady I., Hochman M. (2014): Potential of legume-cereal intercropping for increasing yields and yield stability for self-sufficiency with animal fodder in organic farming. Czech J. Genet. Plant Breed., 50: 185–194.
34. Chloupek O. 2008. Genetická diverzita, šlechtění a semenářství. Vyd. 3., upr. 2. Academia, Praha
35. Chráska M, Kočvarová I. 2014. Kvantitativní design v pedagogických výzkumech začínajících akademických pracovníků. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta humanitních studií, Zlín.
36. Islam, S., Ahmed, S., Mannan, A., Islam, R. (2019). Effect of harmane on germination and early seedling growth of tomato. Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability, 13(1), 1-6.
37. Jaime Kigel, Leah Rosental, Aaron Fait, Seed Physiology and Germination of Grain Legumes, Grain Legumes, 10.1007/978-1-4939-2797-5_11, (327-363), (2015).
38. Jankowski, K., et al. „Effect of Agrovital on Seed Germination, Plant Growth and Yield of Tomato.“ Journal of Elementology, vol. 25, no. 2, 2020, pp.449-462.
39. Janssens, S.B. et al. „Fungicide mode of action in crop protection.“ Springer Science and Business Media, 2013.

40. Khadraji, A., et al. Effect of soil available phosphorus levels on chickpea (*Cicer arietinum* L.) - rhizobia symbiotic association. *Legum. Res.* 2020
41. Khan W, Rayirath UP, Subramanian S, Jithesh MN, Rayorath P, Hodges DM, Critchley AT, Craigie JS, Norrie J, Prithiviraj B. 2009. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *Journal of Plant Growth Regulation* **28**: 386-399
42. Khanzada, K. A., Rajput, M. A., Shab, G. S., Lodhi, M., Mehboob, F. (2002): Effect of seed dressing fungicides for the control of seed borne of mycoflora of wheat, *Asia journal of plant sciences*, 1, 4, s. 441 – 444
43. Knott C. M. and Belcher S.J. (1998), Optimum sowing dates and plant populations for winter peas (*Pisum sativum*). *The Journal of Agricultural Science* 131: 449-454.
44. Kocourek, F. a kol., *Moderní ochrana rostlin*. Praha: Profi Press, 2018.
45. Kohout, L. (2001): *Brassinosteroidy*, *Chemické listy*, Praha, 95, 583
46. KONVALINA, Petr. (2007) *Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství*. 1. vyd. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 118 s. ISBN 978- 80-7394-031-7
47. Kováčik, P., Ryant, P. *Agrochémia: (princípy a prax)*. 2019
48. Lahola J., 1990. *Luskoviny: Pěstování a využití*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
49. Lepš J, Šmilauer P. 2016. *Biostatistika*. Nakladatelství Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, České Budějovice.
50. Lewis GP. 2005. *Legumes of the world*. Richmond, UK: Royal Botanic Gardens, Kew. ISBN 9781900347808.
51. Malý, I. 2003. *Pěstujeme cibuli, česnek a hrách a další luskové a cibulové zeleniny*. Grada Publishing a.s., Praha. ISBN 8024706350.
52. McDonald, M. B. (1998) Seed quality assessment. *Seed Science Research* **8**: 265-267
53. Mitran, T., et al. *Role of soil Phosphorus on legume production*. 2018
54. Möllerová, J. 2006. *Symbiotická fixace dusíku. Bakterie Rhizobium s. I. A Frankia / Symbiotic Fixation of Nitrogen. Rhizobium s. I. And Frankia*. *Živa* 1/2006.
55. MOUDRÝ, Jan a kol. (2011) *Alternativní plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 142 s. ISBN 978-80-86726-40-3

56. MOUDRÝ, Jan a kol. (2011) Alternativní plodiny. 1. vyd. Praha: Profi Press, 142 s. ISBN 978-80-86726-40-3
57. Muehlbauer, F., J. snd Tullu, A. (1998): *Pisum sativum* L. New Crop Fact Sheet.
58. Muehlbauer, F., J. snd Tullu, A. (1998): *Pisum sativum* L. New Crop Fact Sheet.
59. Ondráčková et al., 2019 <https://www.agritec.cz/cs/choroby-luskovin-v-zavislosti-na-faktorech-ovlivnujicich-jejich-vyskyt>
60. Pavela R. 2020. Přírodní cestou nejen proti chorobám a škůdcům. Kurent, České Budějovice.
61. Pavela, R. 2011. Botanické pesticidy. Kurent, České Budějovice
62. Petříková K, Hlušek J et al. 2012. Zelenina - pěstování, výživa, ochrana a ekonomika. Profi Press s.r.o., Praha. ISBN 9788086726502.
63. Petříková, K., Malý, I. 2000. Základy pěstování luskové zeleniny. Výzkumný ústav výchovy a vzdělávání MZe ČR, Praha. ISBN 9788071052074.
64. Porcházka et al., 2022 <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/vyuziti-prirodnich-latek-pri-fungicidnim-osetreni-osiva-soji>
65. Pospíšilová, M., et al. „The Effect of Wetcit on Seed Germination and Plant Growth.“ Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, vol. 61, no. 3, 2013, pp. 873-880.
66. Prather TS, DiTomaso JM, Holt JS. 2000. History, Mechanisms, and Strategies for Prevention and Management of Herbicide Resistant Weeds. UC Statewide IPM Advisor, Kearney Agricultural Center, Parlier.
67. Procházka 2022 <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/osivo-a-sadba-1/vyuziti-prirodnich-latek-pri-fungicidnim-osetreni-osiva-soji>
68. Procházka P, Fraňková A, Řehoř J, Vostřel J, Tauchen J. 2021. Použití chmelového extraktu a tymiánové silice v ochraně chmele proti plísni chmelové: metodika pro praxi. Kurent, České Budějovice
69. Procházka P, Štranc P, Štranc J, Kříž J. 2013. Vliv moření osiva sóji biologicky aktivními látkami na některé její výnosové prvky (Effect of seed dressing soya by biologically active substances some of its yield components). Česká zemědělská univerzita v Praze, FAPPZ, katedra rostlinné výroby. 8–16.

70. Procházka P., Štranc P., Pazderů K., Erhartová D. (2011). Test urychleného stárnutí osiva sóji luštinaté. In sborník Osivo a sadba 2011, ČZU, Praha, s. 205 – 208
71. Procházka P., Štranc P., Pazderů K., Štranc J. (2012): Možnosti využití biologicky aktivních látek při moření osiva sóji In sborník Sója 2012, ČZU, Praha, s. 6 – 14.
72. Procházka, P., Pecka, T., Štranc, P., Vostřel, R. 2022a. Využití přírodních látek při fungicidním ošetření osiva sóji. *Agromanuál* **17** (3): 62-63.
73. Procházka, P., Štranc, J., Pazderů, K., Štranc, J., Jedličková, M. (2015): The possibilities of increasing the production abilities of soya vegetation by seed treatment with biologically active compounds. *Plant, Soil and Environment*, 61: 279 – 284
74. Prokinová, 2001 úroda, Dostupné online na : <https://uroda.cz/zdrave-osivo-zaklad-zdraveho-porostu/>
75. Prokinová, E. *Choroby polních plodin*. Praha: Profi Press, 2014. ISBN 978-80-86726-59-5.
76. Pšenička P, Vašák J, Cihlár P. 2006. Vliv moření osiva na produktivitu jarního máku. Sborník z konference „Prosperující olejniny“, 13-14.12.2006. Available from http://konference.agrobiologie.cz/2006-12-13/19_psenicka_vasak_cihlar_czu.pdf (accessed May 2023).
77. Raza A et al. 2020. Nitrogen Fixation of Legumes: Biology and Physiology. In: Hasanuzzaman M, Araújo S, Gill S (eds). *The Plant Family Fabaceae*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4752-2_3.
78. Rotaru, V., Sinclair, T.R. Influence of plant phosphorus and iron concentrations on growth of soybean. *J. Plant nutr.* 2009
79. Ruprich, F., dostupné online na <https://mechanizaceweb.cz/video/flexibilni-i-pevna-zaci-lista/>
80. Řehoř J, Procházka P, Vostřel J, Fraňková A. 2018. Vliv aplikace biopesticidů na obsah chlorofylu v listech chmele. *Úroda* **66**:94-95.
81. Shi, J., Arunasalam, K., Yeung, D., Kakuda, Y., Mittal, G., & Jiang, Y. (2004). Saponins from edible legumes: chemistry, processing, and health benefits. *Journal of Medicinal Food*, 7, 67e78.
82. Smýkal, P., 2009. *Úroda*. 57(11): 41-43. ISSN 0139-6013

83. Smýkal, P., Coyne, C., Redden, R., and Maxted, N. (2013): Peas. *In: Genetic and Genomic Resources of Grain Legume Improvement*. Singh, M. and Upadhyaya, H., Eds. Elsevier, Netherlands.
84. Stehlíková, J., Trnka, Z. 2022. Situační a výhledová zpráva: Luskoviny 2021 https://eagri.cz/public/web/file/715038/SVZ_Luskoviny_12_2021.pdf
85. Šafář et al 2019 <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/problematika-kyjatky-hrachove-v-porostech-hrachu-seteho>
86. Škarpa 2022 <https://doi.mendelu.cz/pdfs/doi/9900/02/9500.pdf>
87. Špaldon, Emil; a kol. (1982) Rostlinná výroba. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.
88. ŠROLLER, Josef., a kol. (1997). Speciální fytotechnika: rostlinná výroba. 1. vyd. Praha: EKOPRESS, s.r.o., ISBN 80-86119-04-1.
89. ŠROLLER, Josef., a kol. (1997). Speciální fytotechnika: rostlinná výroba. 1. vyd. Praha: EKOPRESS, s.r.o., ISBN 80-86119-04-1.
90. Tesfaye, M., et al. Genomic and genetic control of phosphate stress in legumes. *Plant physiol.* 2007
91. Trevor L. Wang, Claire Domoney, Cliff L. Hedley, Rod Casey, Michael A. Grusak, Can We Improve the Nutritional Quality of Legume Seeds?, *Plant Physiology*, Volume 131, Issue 3, March 2003, Pages 886–891, <https://doi.org/10.1104/pp.102.017665>
92. Vaculík 2017 <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/moznosti-osetzeni-hrachu-proti-plevelum>
93. VAVILOV, N. I.: Mirovije očagi važnějšich kulturnych rastěnij. Izbrannyje trudy. Tom II. IAN SSSR Moskva – Leningrad, 1960, 29 – 57
94. Velechovská, J., Úroda (2022a), dostupné online na <https://uroda.cz/pohledy-na-ekologii-se-mohou-lisit/>
95. Venclová, 2017. <https://uroda.cz/vyuziti-luskovino-obilnich-smesek-ke-zlepseni-pudni-urodnosti/>
96. Venclová, B., Úroda (2022), dostupné online na <https://uroda.cz/posiluji-oblast-biologickych-technologii/>
97. Venclová, B., Úroda (2022b), dostupné online na <https://uroda.cz/cesti-zemedelci-udavaji-trendy-ve-snizovani-spotreby-pesticidu/>
98. Weber H., Borisjuk L., Wobus U. (2005): Molecular physiology of legume seed development. *Annual Review of Plant Biology* (56): 253–279.

99. WOOLSON, Robert F. a William CLARKE. Statistical Methods for the Analysis of Biomedical Data. 2. vydání. New York : John Wiley & Sons. Inc., 2002. 368 s. ISBN 9780471394051.