



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra rostlinné výroby

Bakalářská práce

Vliv pěstitelské technologie na produkční charakteristiky
množitelského porostu hrachu setého (*Pisum sativum* L.)

Autor práce: Ondřej Vacek

Vedoucí práce: doc. Ing. Veronika Bártová, Ph.D.

České Budějovice
2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Hrách setý je v Česku nejrozšířenější luskovinou s využitím jak v potravinářství, tak v krmivářství. V posledních letech se v hojně míře rozšiřuje pěstování plodin s využitím větších meziřádkových vzdáleností. Z tohoto důvodu se tato bakalářská práce zaměřuje na charakteristiku hrachu setého, vlivu meziřádkové vzdálenosti a možnosti snižování množství výsevu. V praktické části se práce zaměřuje na vedení poloprovozního pokusu množitelského porostu hrachu a vyhodnocení jeho výnosových faktorů a obsahových látek získané produkce. Ze získaných výsledků je patrný vliv meziřádkové vzdálenosti a výsevu na výnos hrachu, na počet lusků na rostlině a hodnotu HTS, faktor počtu semen v lusku ovlivněn nebyl. Jelikož byl pokus prováděn pouze v jednom roce, bude nutné provést opakování, pro upřesnění výsledků, vzhledem k úzké vazbě hodnocených parametrů k půdně-ekologickým podmínkám konkrétního ročníku. U pokusů jiných autorů mohou být odlišnosti ve výsledcích dány také odrůdovou variabilitou.

Klíčová slova: hrách setý, *Pisum sativum* L., výnosové parametry, obsahové látky, meziřádková vzdálenost, hustota porostu

Abstract

Pea is the most widespread legume in the Czech Republic, with use in both food and feed production. In recent years, the cultivation of crops with larger row spacing has been widely expanded. For this reason, this bachelor thesis focuses on the characteristics of sowing peas, the effect of row spacing and the possibility of reducing the amount of sowing. In the practical part, the thesis focuses on conducting a semi-operational experiment of a pea multiplication crop and evaluating its yield factors and the content of the obtained production. The results obtained show the influence of row spacing and sowing rate on pea yield, number of pods per plant and HTS value, the factor of number of seeds per pod was not affected. Since the experiment was carried out only in one year, it will be necessary to repeat the experiment to refine the results, given the close relationship of the parameters evaluated to the soil and ecological conditions of the particular year. In experiments by other authors, differences in results may also be due to cultivar variability.

Keywords: pea, *Pisum sativum* L., yield parameters, content matters, row spacing, crop density

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí mé práce doc. Ing. Veronice Bártové Ph.D. za vynikající podporu a cenné rady při provádění poloprovozního pokusu i zpracování bakalářské práce. Dále všem, kteří byli nápomocni při provádění poloprovozního pokusu.

Obsah

Úvod.....	8
1 Literární přehled.....	9
1.1 Botanická charakteristika hrachu setého.....	9
1.2 Pěstování hrachu setého ve světě a v ČR.....	10
1.3 Důvody pěstování hrachu setého	10
1.4 Varianty hrachu pěstovaného v České republice	12
1.5 Požadavky na prostředí	13
1.6 Zařazení do osevního postupu.....	14
1.7 Příprava a výběr osiva.....	14
1.7.1 Charakteristika odrůdy hrachu setého zvolené pro potřeby polního pokusu	14
1.8 Setí	15
1.9 Výživa a hnojení	17
1.10 Choroby a škůdci hrachu setého	17
1.11 Sklizeň.....	21
1.12 Posklizňová úprava a skladování	22
2 Cíl bakalářské práce	24
3 Metodika	25
3.1 Meteorologická charakteristika stanoviště.....	25
3.2 Geografická charakteristika pozemku	26
3.3 Půdní charakteristiky stanoviště.....	27
3.4 Historie pozemku	27
3.5 Příprava pozemku a založení pokusu.....	27
3.5.1 Parametry osiva.....	28
3.6 Varianty pokusu	28
3.7 Chemické vstupy během vegetace	29

3.8	Skřízeň.....	29
3.8.1	Výnosová mapa.....	30
3.9	Odběr a hodnocení vzorků rostlin hrachu.....	31
3.10	Rozbory rostlinného materiálu.....	31
4	Výsledky.....	35
5	Diskuse.....	39
6	Závěr.....	41
	Seznam použité literatury.....	43
	Seznam obrázků.....	45
	Seznam tabulek.....	46
	Seznam použitých zkratk.....	47
	Přílohy.....	49

Úvod

Hrách setý (*Pisum sativum* L.) je v České republice nejčastěji pěstovaná luskovina. Hlavním důvodem je široký potenciál využití, a to jak pro lidskou výživu (přímá spotřeba i využití ve zpracovatelském průmyslu), tak i ve výživě zvířat (luskoobilné směsky, zpracovaná semena). Ve zpracovatelském průmyslu je užíván pro izolaci škrobu se specifickými vlastnostmi nebo je využitelný ve formě meziplodiny i jako plodina pro zelené hnojení. Hlavním důvodem uvedeného potenciálu využití hrachu je relativně vysoký obsah bílkovin v semenech i v celém rostlinném těle – semena hrachu obsahují 23 - 26 % bílkovin. Semena dále obsahují významné množství škrobu (30 – 50 %), nezanedbatelné množství vlákniny (5 – 7 %) a množství vitamínů a minerálních látek. Hrách je zároveň spolu s ostatními luskovinami i velice dobrou zlepšující předplodinou v osevních postupech z důvodu symbiotické fixace vzdušného dusíku, množství zanechané organické hmoty v půdě a fytosanitárním účinkům.

Cílem bakalářské práce bylo zhodnocení utváření produkčních charakteristik porostu hrachu setého (*Pisum sativum* L.) zejména množitelských porostů ve vztahu k lokalitě a hustotě porostu s modifikací meziřádkové vzdálenosti a výši výsevku. Z dostupných literárních zdrojů vyplývá, že výše výsevku a meziřádková vzdálenost mohou mít příznivý dopad na ekonomiku pěstování, kdy je použito menší množství osiva. Dále při širších řádcích dochází k nižšímu tlaku houbových chorob z důvodu větší vzdušnosti porostu a lze i předpokládat pozitivní dopad uvedené technologie na hodnotu HTS. Otázkou ale zůstává vzájemná interakce konkrétního ročníku, stanoviště, konkrétní hodnoty meziřádkové vzdálenosti, hustoty porostu ve vztahu k významným výnosovým parametrům množitelských porostů a kvalitativních parametrů produkovaných semen.

1 Literární přehled

Hrách setý (*Pisum sativum* L.) se taxonomicky řadí do třídy dvouděložných, čeledi bobovitých a rodu hrách. Je to jednoletá popínavá rostlina, která se volně v přírodě nevyskytuje (Lahola 1990; Pelikán, J. 2012). Hrách pochází pravděpodobně z jižní Asie, kde byl rozšířený i v oblasti Indie. V Evropě se objevil již v průběhu neolitu. Původní formy byly drobnozrné, velkozrné formy se objevily až v pozdější době. V období 17. - 18. století byl hrách považován za lahůdku pouze pro bohaté vrstvy obyvatel, kdy byl konzumován v nedozrálém stavu. Jeho použití jako luštěnina v podobě suchých, dozrálých semen se rozšířilo až v pozdější době (Dostálová a Prugar 2008).



Obrázek 1 Hrách setý

1.1 Botanická charakteristika hrachu setého

Barva květů hrachu je bílá, u hrachu rolního nafialovělá, kořen je kulečového tvaru, kořenící středně hluboko, v horní vrstvě půdního profilu je velice rozvětvený. Výška rostlin se pohybuje od 80 do 220 cm (v suchých letech, nebo při pozdějším datu setí i nižší). Listy jsou sudozpeřené, vyrůstající z úžlabí listového řapíku, zakončené jsou úponky, z důvodu přichycení k opoře. Tvar mají oválný, až vejčitý.

Květenství je většinou uspořádané ve dvojici, vyrůstá z úžlabí palistů. Samotný květ je pětičetný, bílého zbarvení, poměrně veliký a s nadprůměrně vyvinutou pavézou. Doba kvetení se pohybuje v rozmezí 12 až 20 dnů.

Klíčení probíhá hypogeicky, tedy bez vynášení děložních obalů nad povrch půdy (Moudrý a kol. 2011).

1.2 Pěstování hrachu setého ve světě a v ČR

Ročně se ve světě vyprodukuje 14,6 mil. tun semen hrachu, kdy se světová spotřeba pohybuje na úrovni 14 mil. tun. V potravinářství je využíváno přibližně 42 % vyprodukovaných semen hrachu. Největší produkce hrachu na zrno je v Severní Americe, Evropě a Asii. Objem produktu určeného pro světový trh zaujímá od 4 do 7 mil. tun.

V EU je hrách pěstován převážně na semeno, kdy je z 90 % zpracováván na krmiva pro výkrm prasat, menší podíl je využíván také při krmení drůbeže. Hlavními producenty EU jsou Francie, Španělsko, Německo, Rumunsko a Litva, kdy mají tyto státy dohromady podíl 66 % na produkci EU. Celkové plochy hrachu v rámci států EU zaujímaly v posledních letech 770 – 830 tis. ha.

V roce 2022 byly v České republice pěstovány luskoviny na zrno na ploše 45 634 ha a hrách zaujímal cca 90 %, přesněji 40 627 ha. Druhá nejpěstovanější luskovina v Česku je lupina (1988 ha), ostatních luskoviny se pěstovaly na ploše 1593 ha. Jednoleté luskoviny, určené na sklizeň na zeleno byly pěstovány na 18 997 ha. Pro porovnání, plocha pěstování sóji byla 28 538 ha (Stehlíková 2022).

Plocha pěstování hrachu se sice zvýšila oproti konci minulého století, ovšem stále nedosahuje hodnot z dvacátých let minulého století, kdy se hrách v českých zemích pěstoval na ploše cca 115 tis. ha (Lahola 1990).

V roce 2022 činily plochy množitelských porostů luskovin 10 753 ha, z čehož hrách zaujímal 8 926 ha (Stehlíková 2022).

1.3 Důvody pěstování hrachu setého

Hlavní důvod pěstování hrachu jsou jeho semena, která mají vysoký obsah bílkovin. Z nutričního hlediska jsou tyto bílkoviny považovány za vhodnější než např. bílkoviny obilovin, neboť mají vyšší obsah esenciálních aminokyselin. Zároveň semena hrachu dosahují i vyššího obsahu vitamínů i minerálních látek (Pelikán, J. a kol. 2012). Větší část produkce semen hrachu je využívána v krmivářství. V potravinářství se využije pouze 10 %. Hrách se může pěstovat i samostatně na senáž, nebo častěji a vhodněji ve směskách s obilninami. Možnou variantou je i pěstování hrachu s podsevem jetele (Lahola a kol. 1990).

Z předností, které tato plodina má, lze uvést například následující:

- Vysoká předplodinová hodnota, určená zvláště **fixací vzdušného dusíku**, kterého dokáže navázat 40 až 60 kg/ha za vegetační dobu, která se pohybuje v rozmezí 103 - 110 dní; **fytosanitární účinky**, jež se projevují snižováním výskytu pat stébel u následné plodiny (obilniny) (Moudrý a kol. 2011). Zanedbatelná není ani výborná schopnost **zlepšovat fyzikální vlastnosti půdy**, dále dokáže **vázat mikro a makro prvky**, které jsou využity i ve výživě dalších pěstovaných rostlin.
- Do osevních postupů se velice hodí jako **přerušovač osevních sledů** klasických plodin, kdy dochází k jednostrannému čerpání živin, dále dokáže utlumit šíření škodlivých organismů u těchto nejčastěji pěstovaných plodin, jako je například řepka olejná nebo obiloviny.
- Díky menšímu počtu vstupů s chemickými prostředky, než například u obilnin, je životní prostředí přirozeně šetřeno.
- Je znám také prokazatelný **vliv na výnos následné plodiny**, a to navýšení až o 20 %. Například u obilnin může dojít k zvýšení výnosu až o 1 t/ha i více.
- Jeho široké využití v potravinářství je dáno především vysokým obsahem bílkovin, konkrétně 21 - 28 % (Houba a kol. 2009; Moudrý a kol. 2011; Krizmanić a kol.). Obsah tuku je pod hodnotou 2 % a podíl oligosacharidů se pohybuje v rozmezí 63 až 75 g/kg sušiny. V potravinářství a krmivářství je také důležitý obsah vlákniny, který se pohybuje okolo 5 - 7 %, zastoupení vitamínů a minerálních látek také není zanedbatelné (Moudrý a kol. 2011). Je možné ho zpracovávat na následující produkty: mouky, předvařený hrách, polévky, pyrė, kaše, substance do hotových výrobků a další.
- Značná je i jeho krmivářská hodnota, kdy se používá jako součást šrotů a přiměsí ze suchých semen, dále i jako zelené krmení, senáž či siláž.

Dalším využitím je také výroba škrobu pro farmaceutický průmysl, nebo se může uplatnit v jiných speciálních oblastech, jako je např. výroba bioplastů (Houba a kol. 2009).

Ve srovnání s majoritními plodinami je hrách poměrně náročný na správně provedené agrotechnické postupy. Jeho značná závislost na povětrnostních podmínkách se projevuje nestabilitou výnosu, o to více, pokud jsou agrotechnické zásahy provedeny chybně (Houba a kol. 2009).

1.4 Varianty hrachu pěstovaného v České republice

V ČR se pěstují dva poddruhy hrachu setého, a to hrách setý (*Pisum sativum* subsp. *sativum*) a hrách rolní (*Pisum sativum* subsp. *sativum*). Pro konzumaci v zelené formě, konzervářenské a mrazírenské zpracování je pěstován hrách dřevňový (*Pisum sativum* subsp. *sativum*, var. *medullare*) a hrách cukrový (*Pisum sativum* subsp. *sativum*, var. *saccharatum*) (Houba a kol. 2009).

Hrách setý

Tato varianta je v ČR nejčastěji pěstovaná, je zde registrováno 37 odrůd (rok 2009). Prakticky všechny odrůdy jsou již typu odrůdy s redukovanou listovou plochou (tzv. forma semi-leafles neboli odrůdy úponkového typu). Tento typ je charakteristický menším počtem listů a větším počtem úponků, tím pádem je porost do sebe více zapletený a dochází méně často k poléhání.

Nevýhoda tohoto typu je ovšem v menší odolnosti v době přisušků, a také ve větším tlaku plevelů z důvodu více oslněného povrchu půdy. Naopak při zamokření je porost vzdušnější, takže je porost méně náchylný na houbové choroby.

Dále se hrách setý rozlišuje podle barvy semene, hojněji pěstované jsou odrůdy žlutosemenné, ovšem na některé potravinářské využití je upřednostňován hrách zelenosemenný (Houba a kol. 2009).

Hrách rolní (peluška)

Používá se na krmné účely ve formě zelené hmoty, kde se výnosy pohybují okolo 30 - 40 tun/ha. Na poli ji můžeme vidět jak v monokultuře, tak v různých luskoobilných směskách, které jsou z výživového hlediska vhodnější, a tudíž i častěji pěstované.

Samotné semeno má hořkou chuť, tudíž se pro potravinářské a krmivářské použití nehodí, ovšem využívá se při krmení sportovních holubů. Barva květů je nafialovělá a semena mají tmavší barvu.

Peluška je odolnější na podmínky prostředí než hrách setý, snáší vyšší polohy. V ČR je registrováno 10 odrůd (údaje roku 2009), z nichž pouze jedna je ozimá, ostatní jsou jarní (Houba a kol. 2009).

Hrách dřevňový zahradní

V ČR se pěstuje na rozloze 1 tis. ha (údaje roku 2009), a to jak velkoplošně, pro účely konzervářského a mrazírenského průmyslu, tak i maloplošně na zahradách. Odrůd je několik desítek a vzájemně se liší raností, chutí, vzrůstem, počtem semen a dalšími charakteristikami (Houba a kol. 2009).

Hrách cukrový

Tato varianta je pěstovaná pouze ojedinele, a to jako zelenina. Sklizeny jsou celé lusky v zelené zralosti, které nemají vytvořenou obtížně stravitelnou pergamenovou vrstvu (Houba a kol. 2009).

1.5 Požadavky na prostředí

Nejvhodnější podmínky pro pěstování hrachu jsou podle (Moudrý a kol. 2011) mírné polohy se středním spadem srážek a jejich optimálním rozložením během vegetačního období. Toto splňují oblasti řepařské a obilnářské výrobní oblasti, zatímco nevýsušné oblasti kukuřičné výrobní oblasti již nejsou ideální. Naopak (Hosnedl a Hochman 1994) uvádějí jako ideální i nevýsušné kukuřičné výrobní oblasti a zároveň doporučují i bramborářskou výrobní oblast, ovšem obilnářskou nezmiňují.

Ideální pro pěstování jsou půdy hlinité, hlinitopísčité až písčitohlinité. Půda by měla mít neutrální, nebo slabě kyselou reakci, aby byla zaručena životaschopnost symbiotických bakterií, které mají veliký dopad na výnos, jak hrachu, tak i následné plodiny (Moudrý a kol. 2011).

Při bobtnání a klíčení potřebují semena hrachu značné množství vody, které se rovná 100 - 105 % jejich hmotnosti. Dále je u porostu hrachu velká potřeba vody i v době tvorby poupat a kvetení, pokud není vody dostatek, dochází k většímu opadu květů a snižování počtu semen v luscích. Pokud je ovšem hrách zaset na zamokřeném pozemku, nebo dojde k nadměrnému přísunu srážek v průběhu vegetace, dochází k přílišnému růstu vegetativních orgánů s následným sníženým výnosem (Hosnedl a Hochman 1994).

Teplota optimální pro klíčení hrachu jsou 3 °C, jarní mrazíky ho poškozují až při -4 až -6 °C, největší růst je dosažen při denních teplotách okolo 20 °C a nočních 10 až 12 °C. Během fázi kvetení a tvorby semen působí teploty nad 25 °C negativně na formování výnosu (Lahola a kol. 1990).

Správná volba pozemku se projeví i na úspěšné sklizni – pro hrách je důležitý urovnaný pozemek, který je nezaplevelený a odkameněný, zde si pomůžeme i uválením po zasetí. Pozemky s utuženou podorniční vrstvou také nejsou vhodné z důvodu vyššího výskytu krčkových chorob (Moudrý a kol. 2011).

1.6 Zařazení do osevního postupu

Hrách setý nemá vyhraněné požadavky na předplodinu, ovšem například obiloviny na něj velice dobře reagují, tudíž je vhodné ho zařadit například mezi dvě obiloviny. Na organické hnojení je zčásti citlivý, proto je vhodné hrách zařadit do třetí trati po hnojené plodině. Při zařazení do čtvrté trati a dále může dojít k redukci výnosu (Moudrý a kol. 2011). Minimální rozestup mezi zařazením do osevního postupu jsou 4 roky, ideální je opakování jednou za 6 let. Tento rozestup je důležité dodržet i při zařazování jiných leguminóz do osevního postupu (Selgen 2024).

1.7 Příprava a výběr osiva

Aby byl zaručen požadovaný výnos a celková kvalita výsledného produktu, je důležité použít certifikované osivo, které zaručuje klíčivost, vlhkost, pravost a původ druhu a konkrétní odrůdy. Vysokou míru vzházivosti ovlivní výrobce osiva adekvátními podmínkami při produkci, sklizni a skladování osiva. Moření se u hrachu provádí pouze v případě, že je na semenech přítomné větší množství spor chorob, které je stanoveno normou (Chloupek 2000). Hodnota výsevku se mezi jednotlivými roky značně mění, a to z důvodu nevyrovnanosti hodnoty HTS jednotlivých let a také je u hrachu vysoké riziko snížení klíčivosti (Hosnedl a Hochman 1994).

Inokulace osiva

Nedílnou součástí přípravy osiva luskovin před setím je jeho inokulace, tzn. očkování sloužící k dodání rhizobií do půdy (konkrétně druhu *Rhizobium leguminosarum*). Možnosti provedení jsou různé. V praxi je využitelná suchá cesta, kdy se osivo v zásobníku posype a promísí s práškem, který obsahuje symbiotické bakteriální kultury, nebo se uvedený prášek smísí s vodou a osivo se pokropí. Také se používají externí zásobníky na secích strojích, které jsou určeny pouze pro inokulant, jenž je pomocí čerpadla a hadic dopravován do semenovodů (Hosnedl a Hochman 1994).

1.7.1 Charakteristika odrůdy hrachu setého zvolené pro potřeby polního pokusu

Astronaute je odrůda poloraného charakteru s velmi vysokými výnosy a skvělým obsahem NL (Saaten-union 2024). Vyšlechtěna byla ve Francii a jedná se o odrůdu typu semi-leafless, semena žlutosemenná válcovitého tvaru. Rostliny mají zpočátku rychlý růst, výška rostlin je střední. Semena jsou vysoce barevně vyrovnaná s nízkou

aktivitou inhibitoru trypsinu. Obvyklý výsevek se pohybuje od 0,8 do 1,2 MKS/ha (Seedservice 2024). Jedna z hlavních charakteristik je také tolerance k těžkým i studeným půdám. Odolnost proti kořenovým chorobám je také nadprůměrná. Hodnota HTS je střední (258 g). Odrůda má široké spektrum využití – využití semen je vhodné jak v potravinářství, tak i na krmivářských aplikacích (Saaten-union 2024).

1.8 Setí

Za konvenční způsob pěstování se považuje podmínka po předplodině, kterou je nejčastěji obilovina a následná hluboká orba na podzim, případně mělčí, pokud to nedovoluje nižší vrstva ornice (Seedcom 2024). Jako alternativa mohou být použity radličkové kypřiče, které ovšem nejsou považovány za ideální, ale poskytují značnou úsporu času (Selgen 2024).

Brzy na jaře je vhodné provést urovnání hrubé brázdy pomocí smyků, nebo bran. Jako novější technologie se používají kompaktory. Ovšem některé podniky používají kombinaci obou operací, zde však dochází k přílišnému pohybu s půdou, což může mít v suchých letech za následek větrnou erozi a následně špatné vzcházení hrachu. Je proto nutné zhodnotit klady a zápory těchto operací, kdy například v těžkých půdách bude většinou vhodné použít více operací. Hloubka přípravy by se měla pohybovat v rozmezí 100 - 150 mm, a to z důvodu dostatku kypré půdy i pod uloženým osivem, tato půda následně akumuluje vodu, před jejím protečením do hlubších vrstev. Důvodem dostatku kypré půdy je také citlivost hrachu na dostatek vzduchu při klíčení (Seedcom 2024).



Obrázek 2 Setí hrachu setého

Samotný výsev se provádí do hloubky 6 - 8 cm, rozteč řádků se pohybuje v rozmezí 10 - 25 cm (Lahola a kol. 1990), zatímco (Houba a kol. 2009) uvádí setí do hloubky 4 – 6 cm, avšak je důležité zdůraznit, že je zde značná variabilita v půdních podmínkách.

Ovšem je možnost vysévat i do širokých řádků 25 – 45 cm, zde pak dochází k redukci výsevků na hodnotu 0,5 - 0,9 MKS/ha. Jako nevýhoda se však při použití této technologie jeví větší tlak plevelů v meziřádku, ovšem setím za pomoci přesného secího stroje získáme velice kvalitně připravené seťové lože, čímž podpoříme vzcháživost i následnou dynamiku růstu (ústní sdělení doc. Brant, polní den farmy Chmel).

U hrachu je velice důležitý časný výsev, je to předpoklad dobrého výnosu. Ranní mrazíky do teploty -6 °C vzešlý hrách nepoškozují, navíc redukuje výskyt listopase, díky čemuž není nutný chemický zásah. Avšak, zasejeme-li hrách příliš časně, do zamokřených půd, navíc za použití méně kvalitního osiva s nižší biologickou aktivitou, můžeme zapříčinit špatné vzcházení a následnou mezerovitost porostu, se kterou se hrách se svojí nižší autoregulační schopností nedokáže vyrovnat (Seedcom 2024).

(Lahola a kol. 1990) uvádí, že hrách potřebuje pro vzejití 5 °C po dobu 27 dnů, nebo 10 °C po dobu 14 dnů.

Velice důležitým výnosovým prvkem je hustota porostu, která je závislá na stanovišti, odrůdě nebo i na zvolené technologii pěstování. V sušších oblastech je u listnatých odrůd optimální hustota 80 – 85 rostlin/m², ve vlhčích oblastech pak 75 – 80 rostlin/m². U bezlistých odrůd je toto optimum přibližně o 5 – 10 rostlin/m² vyšší. Minimální počet rostlin na 1 m² se udává v sušší oblasti 65 rostlin a ve vlhčí pak 60 rostlin. Výsevek je tedy v rozsahu 0,9–1,0 mil. klíčivých semen/ha.

Následně po zasetí je vhodné porost uválet, nejlépe pomocí cambridge válců. Uválením dosáhneme větší vodní kapilarity, čímž podpoříme vzcházení a také usnadníme sklizeň, jelikož je zamačkána většina kamenů a povrch je znatelně rovnější. Válení neprovádíme pouze za mokřých podmínek, kdy by docházelo k lepení půdy na válce a zároveň může dojít i k lepení samotných semen (Seedcom 2024).

1.9 Výživa a hnojení

U hrachu, na rozdíl od jiných plodin, je vyšší množství dusíku v půdě považováno za nevhodné, jelikož poté dochází ke snižování aktivity hlízkových bakterií a tím je i nižší fixace vzdušného dusíku. Pokud je hodnota pH nižší než 6,2 je vhodné provést na podzim aplikaci vápna, například ve formě mletého vápence. Ovšem při této aplikaci není možné použít zároveň podzimní aplikaci fosforu, poté musí být tato operace provedena až na jaře.

Na zaorání slámy reaguje hrách příznivě, dochází poté k vyšší fixaci vzdušného dusíku. Známa je také vlastnost hrachu využívat i hůře přístupné živiny, což ještě zvyšuje již tak vysokou předplodinovou hodnotu hrachu. (Seedcom 2024).

Spotřeba jednotlivých živin pro tvorbu 1 tunu výnosu je přibližně následující: 8 kg P, 40 kg K, 17 kg Ca, 3,6 kg Mg a 50 – 60 kg N. Hnojení hrachu je velice specifické a je dáno převážně schopností hrachu fixovat vzdušný dusík (140 – 200 kg N/ha), kdy při správném vytvoření hlízek na kořenech hrachu není potřebné dodávat N v podobě minerálních hnojiv. Při špatné tvorbě hlízek na kořenech se může dodat minerální dusík ve formě ledku vápenatého, ledku amonného s vápencem, případně pomocí močoviny, ale pouze v dávce 20 – 40 kg N/ha. Množství fixovaného dusíku pomocí hlízkových bakterií je dáno především správnou hodnotou pH (6,5 – 7,5), dobrými teplotními a vláhovými poměry a dostatečně vzdušnou půdou. Naopak snižování aktivity hlízkových bakterií lze pozorovat při nízkém pH, příliš utužené a zamokřené půdě, při přehnojení dusíkem (z tohoto důvodu není vhodné hnojení organickými hnojivy), také suchem a příliš chladným počasím.

Hnojení fosforem a draslíkem je nejvhodnější volit podle zásoby daných prvků v půdě a aplikovat takové množství, které hrách vyčerpá (Hosnedl a Hochman 1994).

1.10 Choroby a škůdci hrachu setého

Nejčastější choroby hrachu setého

Žloutnutí hrachu (*Pea seed-borne mosaic virus* (PSbMV)) se projevuje žloutnutím horních částí rostliny, později až odumíráním. Přenos probíhá osivem, případně během vegetace vektorem. Přenašeči této choroby jsou kyjatka hrachová, případně mšice broskvoňová. Za ochranu se považuje obzvlášť prevence, a to výsev uznaného a zdravého osiva a také redukce přenašečů, například chemickým zásahem proti kyjatce hrachové při jejím vyšším výskytu.

Antraknóza hrachu neboli hnědá skvrnitost hrachu (*Ascochyta pisi*) se projevuje na všech nadzemních částech rostliny. Všimnout si jí můžeme především na listech, kde vznikají kulaté až oválné skvrny, které jsou ohraničené tmavší linií a střed skvrny je mírně propadnutý. Na skvrně se nachází plodnice hub, častěji ovšem na skvrnách, které jsou na řapících, nebo na stonku. Napadení je viditelné i na luscích a semenech, kde se projevuje obzvlášť nekrózami. Ochrana je zde prevence, tedy výsev zdravého a certifikovaného osiva, volba odolné odrůdy, odstup hrachu v osevním postupu alespoň 5 let. Chemická ochrana není příliš účinná (Kazda a kol. 2003). Jako alternativa se zde jeví biologická ochrana v podobě přípravku s obsahem *Pythium oligandrum*, dále aplikace přípravků na bázi hub z rodů *Trichoderma* a *Clonostachys* (Prokinová 2014).

Existuje také několik druhů **kořenových hnilob hrachu**, způsobené houbovými patogeny druhu *Fusarium solani* f. sp. *pisi*, *Fusarium equiseti*, *Ascochyta* spp., *Rhizoctonia* spp. (Kazda a kol. 2003). Zdrojem infekce jsou zde infikované rostlinné zbytky, osivo, nebo půda. Za mezihostitele mají uvedené organismy některé typy planých rostlin, ale také kulturní plodiny. Když houba pronikne do klíčících rostlin, napadne klíčící rostlinky, u kterých vyvolají hnilobu, jež poškozuje kořenový krček a rostlina následně hyne. U starších rostlin je viditelné vadnutí, žloutnutí až zasychání, báze rostlin tmavnou a následně ztrouchnivějí. Vhodné podmínky pro patogeny jsou dosaženy při výsevu do studené, příliš vlhké půdy, infikované osivo a příliš vlhké počasí s nízkými teplotami v době kvetení. Preventivní ochrana spočívá v dostatečné likvidaci posklizňových zbytků, aplikaci menšího množství dusíku, vysévání odolných odrůd a dostatečný mikrobiální život v půdě. Chemická ochrana se zde provádí ve formě moření osiva (Prokinová 2014).

Fuzariozové vadnutí hrachu (*Fusarium oxysporum* f. sp. *pisi*) – houbový patogen proniká do klíčících semen a do klíčících rostlin, kde dochází k hnilobě, ta se následně rozšiřuje na kořenový krček, poté dojde k odumření rostliny. Období napadání je od konce května do konce června. K hlavnímu přenosu dochází z půdy, u rodu *Fusarium* i osivem. Ochrana spočívá v dodržování odstavu pěstování 4 – 6 let, při vyšším výskytu i 7 – 8 let, proti rodům *Fusarium* spp. a *Rhizoctonia* spp. je doporučováno moření osiva.

U **plísňě šedé** (*Botryotinia fuckeliana*) se na povrchu rostliny objevují mokravé, hnilobné skvrny, jež jsou porostlé myceliem houby, šedé barvy. Zpravidla se první napadení projeví v místě, kde list vyrůstá z větve, nebo na postranních větvích. Na

luscích je napadení velice špatné, neboť dochází k výraznému poškození semen, která jsou malá, svraštělá a mají na sobě šedohnědé nekrotické skvrny. Tento patogen přežívá na infikovaných rostlinných zbytcích a také na živých hostitelích jiných rostlinných druhů. Jako ochrana zde slouží pouze preventivní opatření, jako jsou volba lokality pěstování a zvolení odolné odrůdy (Kazda a kol. 2003); (Prokinová 2014) uvádí jako další preventivní opatření odstup pěstování alespoň 5 let a výběr pozemků, tedy nepěstovat na uzavřených místech, bez dobré cirkulace vzduchu, porost s ideální hustotou a ideálně nezaplevelený. Chemická ochrana je možná ve formě moření osiva, případně přímá ochrana při objevení prvních příznaků.

Původce **padlí hrachu** je *Erysiphe pisi*. Hostitelské rostliny tohoto patogenu jsou z čeledi *Fabaceae*. Padlí je charakteristické svými příznaky na hostiteli – bílé, moučnaté až plstnaté povlaky na všech částech rostliny, kromě kořenů. Po delší době infekce jsou v myceliu viditelné černé tečky, což jsou plodnice hub. Padlí napadá porost až při konci vegetace, tudíž je škodlivé pouze v případě pěstování hrachu na semeno, kdy dochází k předčasnému zasychání listů, poničení lusků a až tmavnutí semen. Možnost ochrany spočívá pouze ve volbě odolnějších odrůd, jelikož není dostupná chemická, ani biologická ochrana (Prokinová 2014).



Obrázek 3 Infikovaná rostlina Hrach setého Padlím (Úroda.cz 2024)

Nejčastější škůdci hrachu setého

Třásněnka hrachová (*Kakothrips robustus*) je hmyz o velikosti 1,5 - 2 mm, černého zbarvení, larva o velikosti 1,5 mm má žluté až světle oranžové zbarvení. Má pouze jednu generaci. Larvy i dospělci sají na květech, které zasychají a opadávají, později sají i na luscích, které poté trpí zpomaleným růstem a deformací. Sají i na listech, kde se objevují světlé až stříbřité skvrny. Vajíčka kladou do květů, na listy a na mladé lusky. Účinná ochrana spočívá v časně chemické ochraně před kvetením (Kazda a kol. 2003). Integrovaná ochrana zde spočívá v hluboké orbě a volbě odrůd

s brzkým kvetením. Za práh škodlivosti se považují dvě vajíčka a nymfy na jedno poupě (Kazda 2014).

Kyjatka hrachová (*Acyrtosiphon pisum* Harr.) je hmyz z čeledi mšicovití, dospělec o velikosti 3 - 5 mm; okřídlená samička má zbarvení do hněda, neokřídlená zelené. Počet generací dosahuje k hodnotám 15 - 20. Škodí na vrcholech rostlin, sáním na poupatech, listech a výhonech. U napadených orgánů dochází k deformaci a následnému žloutnutí. Ovšem jejich velký negativní význam spočívá v přenášení viróz, jako například výrůstkové mozaiky hrachu. Ochrana se provádí chemická, a to při výskytu 3 – 5 jedinců na jedné rostlině.



Obrázek 4 Kyjatka hrachová (eagri.cz 2024)

Listopas čárkovaný (*Sitona lineatus*) - velikost imaga se pohybuje v rozmezí 4 - 6 mm, zbarvení je hnědé se světlými proužky. Larva je 5 - 6 mm velká a zbarvením bílá se žlutou, nebo hnědou hlavou. Má pouze 1 generaci. Dospělci poškozují vzcházející rostliny bočním žírem na listech, kdy může docházet až k redukci rostlin. Hlavní tlak je na luskoviny pěstované v sousedství vojtěšky nebo jetele a na později seté porosty (Kazda a kol. 2003). Pokud se tedy pěstitel vyhne vysévání hrachu vedle takovýchto porostů, je možné to považovat za jistý druh ochrany. Práh škodlivosti je překročen při výskytu vyšším, než dva dospělci na 1 m² (do fáze 3. listu), nebo pokud je v porostu poškozených více než 40 % rostlin (Kazda 2014). Ochrana spočívá v aplikaci granulovaných insekticidů během setí, případně je také možné realizovat postřik do fáze 3 - 4 listů.

Zrnokaz hrachový (*Bruchus pisorum*) - imago o velikosti 4 - 5 mm, tmavého zbarvení, ovšem konec těla bílý, larva má 6 mm a je běložlutá s tmavou hlavou. Škůdce má opět v průběhu vegetace jednu generaci a žije v porostu již od počátku kvetení, kdy se živí částmi listů (tyto škody na porostu jsou minimální). Škůdce naklade vajíčka na lusk, kde se poté larva prokousá dovnitř lusku a následně do semene. Semeno vyžírá,

zakuklí se uvnitř, dojde k vývoji a na jaře semeno opouští dospělý jedinec. Skladovaná semena nenapadá (Kazda a kol. 2003). Jistá ochrana spočívá ve skladování osiva při vyšších teplotách, které vyvolá včasné líhnutí dospělců, jež pak zahynou. Práh škodlivosti, který opravňuje pěstitele k chemickému zásahu, jsou 2 % lusků s vajíčky škůdce (Kazda 2014). Ochrana spočívá včasné sklizni s co možná nejmenším výdrolem a včasným zapravením posklizňových zbytků. Jedince vyskytující se na povrchu rostliny je možné zlikvidovat chemickými prostředky (Kazda a kol. 2003).

Obaleč hrachový (*Laspeyresia rusticella*) - okřídlený hmyz, dospělec má rozpětí křídel 13 - 17 mm s šedohnědým zbarvením, larva je dlouhá 7 - 10 mm, žlutobílého zbarvení s hnědou hlavou. Tvoří pouze jednu generaci do roka. Dospělec naklade vajíčka na list rostliny, kde začínají larvy škodit, později se přesouvají na lusk, kde požírají povrch semen v lusku. Z tohoto důvodu dochází ke snižování klíčivosti a kvalitě semen. Po přesunu housenek do půdy je v lusku znatelný jejich trus. V půdě tento škůdce přezimuje v podobě kokonu, ze kterého se na jaře vykuklí dospělý jedinec. Ochranou zde rozumíme opět aplikaci chemických přípravků, ovšem na základě signalizace množství škůdců, které stanovíme pomocí feromonových lapačů (Kazda a kol. 2003). Tímto množstvím rozumíme 5 samců na jeden lapač za jeden den. Samozřejmostí je hlavně snížit podmínky pro rozvoj škůdce, tedy realizace hluboké orby a odstup jednotlivých pozemků, na kterých je pěstován hrách (Kazda 2014).

1.11 Sklizeň

Sklizeň hrachu na semeno nevyžaduje speciální stroje, provádí se běžnou sklízecí mlátičkou, pouze se provede přenastavení mlátičky, které je ovšem v dnešní době již mnohdy prováděno automaticky podle zvolené plodiny, a dokonce i v reálném čase během sklizně (Claas 2024). Snižují se otáčky bubnu na 300 až 500 otáček za minutu, mezera mezi bubnem a mláticím košem se nastavuje na hodnoty 25 - 34 mm u vstupu a 14 - 18 mm u výstupu, žaluziová síta se otevírají na mezeru 10 - 15 mm a průměr otvorů 10 - 14 mm (Moudrý a kol. 2011). Ve většině případů je nutné použít také zvedáky, protože i když není porost celkově polehlý, tak v kolejových řádcích bývá. V případě nevyrovnanosti porostu při dozrávání je vhodné použít chemické prostředky pro rovnoměrné dozrávání. Tento zásah se provádí zhruba jeden týden před sklizní, při vlhkosti semen 30 %. Dále může pěstitel využít chemické prostředky k zamezení ztrát ve formě předčasného otevírání lusků, aplikace tohoto přípravku se doporučuje dva

týdny před sklizní, při vlhkosti semen 40-50 %. Při desikaci porostu je nutné mít na paměti i možný nežádoucí vliv, jako jsou snížení HTS, výnosu a klíčivosti, a to v případě příliš časně aplikaci takového přípravku (Houba a kol. 2009).

Optimální vlhkost semen při sklizni je 16 – 21 %, při nižší vlhkosti dochází k půlení semen, což je obzvláště v množitelských porostech nežádoucí (Pulkrábek a Capouchová 2024). Při sklizni množitelského porostu je nutné pamatovat na co nejmenší poškození semen, toho dosáhneme dostatečným zaplněním mlátičky sklizeným materiálem. Je proto nutné přizpůsobit tomuto faktoru rychlost pojezdu sklízecí mlátičky (Moudrý a kol. 2011).



Obrázek 5 Sklizeň hrachu setého (Agrodružstvo klas 2024)

1.12 Posklizňová úprava a skladování

Jako první posklizňová úprava musí následovat předčištění, zamezí se tím zhoršení kvality zrna (Moudrý a kol. 2011). Při následném dosoušení je zapotřebí brát v potaz následující zásady. Je zapotřebí aby bylo dosoušení pozvolné, tedy v jedné fázi snížit vlhkost maximálně o 1,5 % a následně nechat semena po dobu cca 6 hodin vyrovnat vnitřní vlhkost. Dosoušení se provádí na hodnotu 16 %, ale pokud je to vyžadováno může být i nižší (Houba a kol. 2009). Nejvhodnější technologií sušení je sušení na roštových sušárnách, kdy se vrstva semen větrá studeným, nebo předeřhřátým vzduchem o relativní vlhkosti 60 - 65 %. Důležitá je i manipulace na posklizňových linkách, kdy je nutné zamezit pádům hrachu z výšky a vhodné dopravě (Moudrý a kol. 2011).

Kritéria kvality hrachu při množení:

- kategorie a generace: SE1, SE2, SE3, E, C1, C2
- produkce na pozemku minimálně 3 roky od posledního porostu hrachu
- přehlídky porostu v období kvetení a dozrávání
- izolace od jiného porostu hrachu minimálně 2 m
- povolená maximálně 1 rostlina jiného druhu na 100 m² u kategorie SE a u kategorie E 10 rostlin/ 100 m²
- povoleno maximálně 10 rostlin na 100 m² jiných odrůd u kategorie SE a E a 20 rostlin na 100 m² u kategorie C
- maximálně 5 rostlin/100 m² s přítomností *Ascochyta pisi* u kategorie SE a E, 15 rostlin u kategorie C

Kritéria kvality produkovaného osiva:

- čistota minimálně 98 %
- vlhkost maximálně 16 %
- klíčivost minimálně 80 %
- žádní živí škůdci
- nepovinná kritéria: HTS, MKS, konduktivita, elektroforetická analýza zásobních proteinů (pravost a čistota odrůdy) (Stehlíková 2022).

2 Cíl bakalářské práce

Cílem bakalářské práce je popsat vliv variabilní meziřádkové vzdálenosti a výsevku na výnosové parametry množitelských porostů hrachu, a to zejména s ohledem na potenciál významné ekonomické úspory na nákup osiva při volbě nižšího výsevku.

Pěstování hrachu setého na širších řádcích by mělo mít za vliv i vyšší hodnotu HTS, díky čemuž by bylo semeno vhodnější pro množitelské využití. Zároveň méně rostlin na m² znamená méně výživy pro zelenou hmotu a více živin pro semena, tudíž je předpoklad vyšších výnosů.

Při nižších výsevcích bude porost řidší, vzdušnější a lze očekávat zdravější rostliny. Z hlediska mechanizačního mají širší řádky také vliv na údržbu a opravy secích bodek – údržba se provádí na menším počtu pracovních segmentů, tím pádem je údržba rychlejší a levnější.

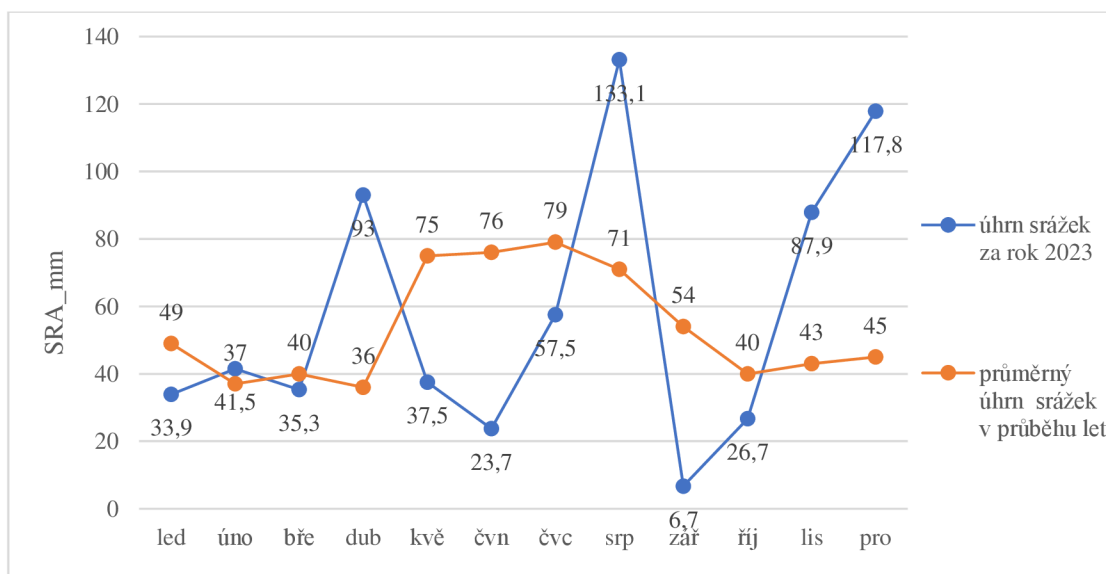
3 Metodika

3.1 Meteorologická charakteristika stanoviště

Meteorologická data pocházejí z meteorologické stanice Hubenov (Jihlavsko, Kraj Vysočina. Nadmořská výška 570 m.n.m.), data jsou dostupná od 1.8.1984.

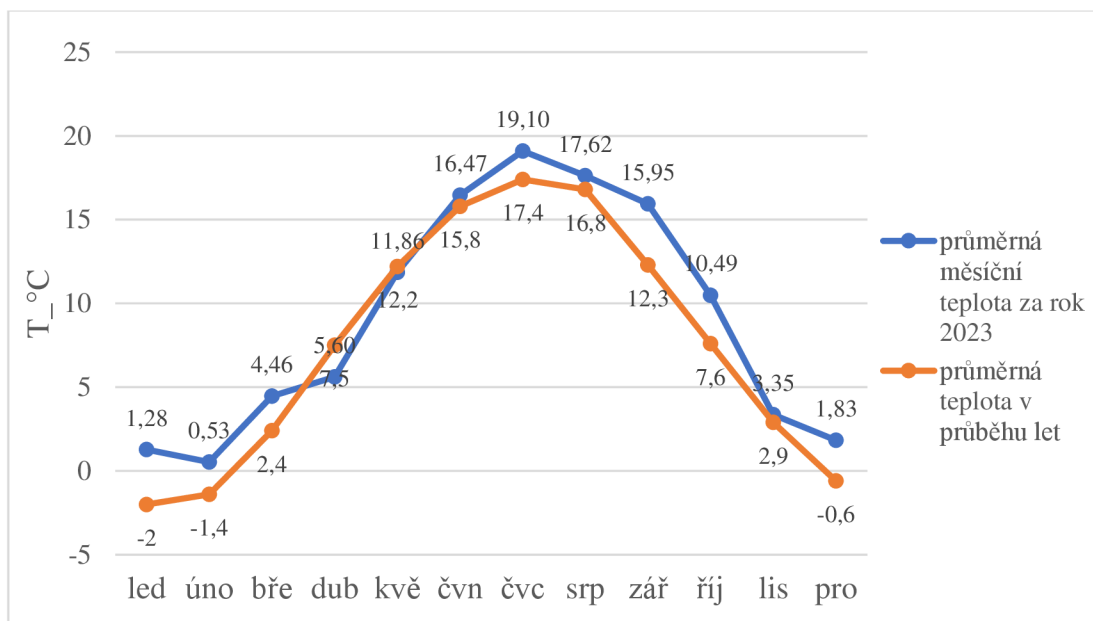
Rok 2023 byl ve vztahu ke srážkám poměrně extrémní, docházelo k akumulaci srážek do přivalových dešťů, tudíž chyběla vyrovnanost, která vyplývá z průměru srážek z minulých let, jak je znázorněno na Obrázku 6. Obzvláště suchý byl přelom května a června, kdy bylo 18 dní bez jakýchkoliv srážek, což mělo výrazný dopad na plodiny, obzvláště ty jarní. Do března byly srážky velice podobné dlouhodobému průměru, avšak duben byl nadprůměrný, což oddálilo setí některých plodin, byl ale podprůměrný v teplotách, takže i zaseté plodiny nevykazovaly dostatečný růst. Následně až do konce vegetace byl úhrn srážek podprůměrný, což se velice negativně projevilo na pěstovaných plodinách.

Roční úhrn byl nadprůměrný, a to 694,6 mm (meziroční průměr je 645 mm), ovšem velké množství srážek spadlo až po sklizni.



Obrázek 6 Průměrné měsíční srážky produkčního stanoviště.

Průměrné teploty můžeme považovat za poměrně vyrovnané, ovšem byly celkově vyšší, kdy ani v jednom měsíci nebyl průměr pod bodem mrazu. Zatímco v minulých letech k tomuto docházelo ve všech třech zimních měsících, jak je ostatně znázorněno na Obrázku 7. Roční průměr teplot se vyšplhal na hodnotu 9,1 °C, což je o více než 1,5 °C vyšší hodnota, než je dlouhodobý průměr.



Obrázek 7 Průměr měsíčních teplot produkčního stanoviště.

3.2 Geografická charakteristika pozemku

Průměrná nadmořská výška pozemku, na kterém probíhal pokus je 566,93 m.n.m., průměrná sklonitost je na úrovni 3,88°, vzdálenost od vody je 96,72 m. Rozsah jednotlivých BPEJ je uveden v tabulce číslo 1.

Tabulka 1 Hodnota BPEJ na pokusném stanovišti

BPEJ	ha	kategorie
7.64.11	1,58	těžká
7.29.54	0,54	střední
7.29.11	11,32	střední

Tabulka 2 Orientace pozemku na světové strany

V	SV	S	SZ	Z	JZ	J	JV	Rovina
36	27	12	7	2	1	3	10	3

3.3 Půdní charakteristiky stanoviště

Na experimentálním pozemku byly v letech 2021 a 2023 analyzovány obsahy makroprvků P, K, Mg, Ca a hodnota pH. V roce 2021 byly vzorky analyzovány obsáhleji, a to včetně mikroprvků Fe, B, Cu, Mn, Zn a makroprvku S.

Hodnota pH je poměrně nízká, z toho důvodu bude nutné na jaře roku 2024 vápnit jurským vápencem, u kterého je možnost naaplikovat ho vlastním rozmetadlem na průmyslová hnojiva.

3.4 Historie pozemku

Předplodinou množitelského porostu hrachu byla ozimá pšenice. Po sklizni předplodiny byla zaseta meziplodinová směs hořčice bílé a svazenky vratičolisté v poměru 80:20 s výsevkem 17 kg/ha. Setí bylo provedeno diskovým podmítačem Kuhn Optimizer s výsevním ústrojím APV PS200M1.

Následně byla v listopadu provedena orba čtyřradličným otočným pluhem Gregoire Besson do hloubky 28 cm.

3.5 Příprava pozemku a založení pokusu

Na jaře, přesněji 19. 3. 2023, proběhlo urovnání hrubé brázdy pomocí cambridge válců s pružným smykem Kverneland Actiroll 630.

Ovšem z důvodu dlouhotrvajících dešťů nebylo možné porost založit brzy po přípravě, na pozemek bylo možné vjet až okolo 17. 4. 2023, kdy proběhlo kypření radličkovým kultivátorem, následovalo krátké vyčkání na ideální vlhkost pro založení porostu.

Na pozemek bylo naaplikováno 100 kg NPK(S) s obsahem prvků: 15-15-15-10.

Pokus byl založen dne 22. 4. 2023 secím strojem Amazone RP-AD 302 s rotačními bránami. Při každém plnění zásobníku bylo osivo promícháno s inokulantem, z důvodu naočkování budoucích rostlin hlízkovými bakteriemi.

Uválení pozemku cambridge válci dle původního předpokladu nebylo možné, z důvodu deštivého počasí po založení porostu.

3.5.1 Parametry osiva

Osivo odrůdy Astronaute bylo použito certifikované v generaci C1 od dodavatele Saaten Union. Klíčivost osiva 80 %, vlhkost 12 %, a hodnota MKS byla 321,6 kg.



Obrázek 8 Návěska z bigbagu použitého osiva

3.6 Varianty pokusu

Pokus byl proveden na pozemku o výměře 13,44 ha, kdy každá varianta byla vyseta v rozsahu jednoho kolejového řádku (18 m) na celou délku pole. Varianty byly 4 a jedna kontrolní, s hodnotami výsevu z minulých let. Popis jednotlivých variant je vidět v následující tabulce 3.

Tabulka 3 Hodnoty výsevu a meziřádkové vzdálenosti jednotlivých variant

Varianta č.:	Meziřádková vzdálenost v cm	Výsevek v kg/ha	Výsevek v MKS/ha
1	20	300	0,93
2	20	270	0,84
3	20	240	0,75
4	10	270	0,84
5 (kontrolní)	10	300	0,93

3.7 Chemické vstupy během vegetace

Herbicidní ochrana:

Z důvodu značného zastoupení plevelů v začátcích vegetace byl zvolen herbicidní zásah, konkrétně byl použit přípravek s názvem ESCORT nový, a to v dávce 3 l/ha, dávka vody byla 250 l/ha.

Tento přípravek se může aplikovat pouze do výšky hrachu 5 cm, při vyššímu vzrůstu dojde ke zpomalení růstu hrachu.

Další zásah během vegetace byla insekticidní ochrana proti kyjatce hrachové, a to z důvodu dosažení limitního množství výskytu škůdce – na porostu byly zaznamenány více než 4 jedinci na jedné rostlině. Použit byl postřik Karis Max v dávce 0,08 l/ha, dávka vody byla 250 l/ha.



Obrázek 9 Aplikace Insekticidu Karis Max

Další chemické vstupy:

Z důvodu zamezení nechtěných ztrát před samotnou sklizní bylo zvoleno lepení lusků pomocí přípravku Insenol. Dávka byla stanovena dle doporučení a to 1,5 l/ha, při dávce vody 300 l/ha.

Nucené ukončení vegetace v podobě chemické desikace nebylo potřeba provést, jelikož odrůda Astronaute dozrává velice stejnoměrně.

3.8 Sklizeň

Sklizeň proběhla 10.8. 2023 pomocí sklízecí mlátičky New Holland CX 8.70.

Hrách musel být posečen těsně nad zemí, zároveň s použitím zvedáků klasů, jelikož byl porost v kolejových řádcích polehlý.

3.8.1 Výnosová mapa

Při sklizni hrachu byla sklízecí mlátičkou tvořena výnosová mapa, která je níže na Obrázku 9. Černými linkami jsou oddělené jednotlivé varianty pokusu podle kolejových řádků. Od západního kraje pole byl jeden kolejový řádek (18 m) vynechán z pokusu, jelikož zde lze předpokládat nestandardní půdní podmínky. První varianta je tedy číslo 1 (20 cm/ 300 kg/ha) na druhém kolejovém řádku. Modré tečky jsou body odběru pro následnou analýzu v laboratoři. Varianta číslo 5 má hodnoty výsevu z minulých let (10 cm/300 kg/ha), byla proto vyseta na celý zbytek půdního bloku a také na souvratích.

Uvedený obrázek 10 byl získán z webové aplikace *Operations Center* od firmy John Deere; v levé části je uvedena barevnostní škála pro odlišení výnosových úrovní porostu.



Obrázek 10 Výnosová mapa

3.9 Odběr a hodnocení vzorků rostlin hrachu

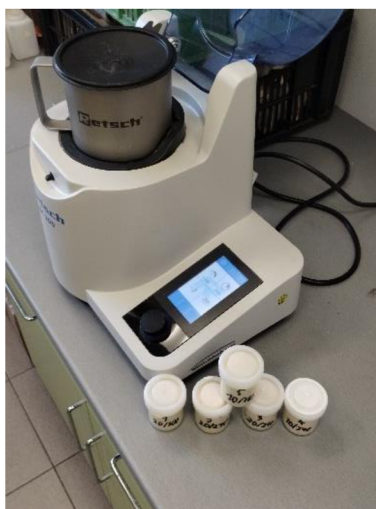
Z každé varianty bylo několik dní před realizací sklizně (4. 8. 2023) odebráno 2x10 za sebou jdoucích rostlin, vždy 10 rostlin na jedné straně kolejového řádku a 10 rostlin z druhé strany. Rostliny byly umístěny do beden a následně spočítány počty lusků na rostlině a počty semen v lusku.



Obrázek 11 Odebrané vzorku z polního pokusu

3.10 Rozbory rostlinného materiálu

K analýzám byl použit semenný materiál hrachu setého (Astronaute), který byl získán z výše uvedeného poloprovozního pokusu. Sklizená semena byla přečištěna, stanoven výnos a hmotnost tisíce semen. Následně byl odebrán reprezentativní vzorek a byla provedena dezintegrace semen pomocí laboratorního nožového mlýnu Grindomix GM200 (Retsch GmbH), který je znázorněn na Obrázku 8. Takto získaná mouka semen hrachu sloužila jako výchozí materiál pro následné laboratorní analýzy.



Obrázek 12 Nožový laboratorní mlýnek Grindomix GM200

Stanovení HTS proběhlo na automatickém fotoelektrickém počítadle (Contador 2, Pfeuffer), kdy bylo od každé varianty provedeno 5 opakování po 500 semenech. Výsledné hodnoty byly vynásobeny 2x pro získání plnohodnotné HTS.



Obrázek 13 Počítadlo Contador 2, Pfeuffer

Stanovení N látek bylo realizováno s využitím modifikované Dumasovy metody pomocí automatického analyzátoru Rapid N Cube (Elementar). Vzorek byl spálen v přítomnosti dusíku při teplotě 900 °C a následně uvolněné

oxid uhličitý, oxid dusíku a voda byly přístrojem transportovány přes sorpční kolony, které pohlcují vodu a oxid uhličitý. Oxidy dusíku jsou katalyticky redukovány na dusík, který je detekován tepelně-vodivostním detektorem. Přepočtový koeficient 6,25 byl použit pro výpočet zastoupení dusíkatých látek ve vzorku na základě stanoveného obsahu dusíku. Pro vlastní analýzu obsahu dusíku bylo naváženo okolo 25 mg vzorku a následně zabaleno do vytvořených cínových kapslí. Před vlastní analýzou je nutné stanovit tzv. denní faktor, kdy je jako standard využita kyselina asparagová. Kyselina asparagová byla použita i jako standard – navážka 25 mg, 5 opakování. Analýza vzorků byla realizována ve třech opakováních.

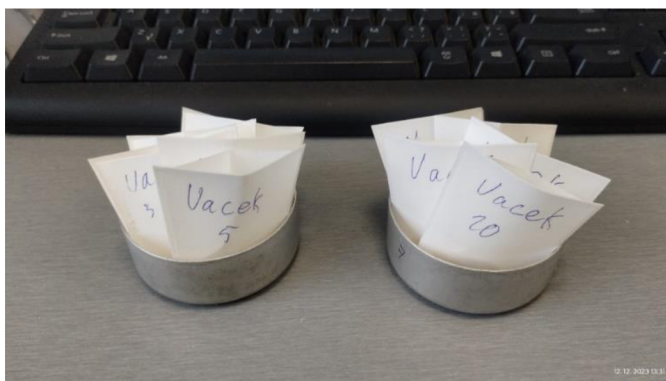


Obrázek 14 Vzorky pro analýzu obsahu NL



Obrázek 15 Automatický analyzátor Rapid N Cube (Elementar)

Stanovení obsahu tuku bylo zajištěno z připravené mouky ze semen hrachu pomocí metody dle Soxhleta s využitím automatického extraktoru ANKOM XT10 (ANKOM Technology) a s využitím petroletheru jakožto rozpouštědla. Analýza byla provedena měřením změnou hmotnosti následkem extrakce tuku ze vzorku. Vzorek mouky (1 g) byl navážen do předem zvažovaných filtračních sáčků XT4 a obsah byl zataven pulsní svářečkou. Vysušení připravených vzorků probíhalo při teplotě 103 °C po dobu 3 hodin. Poté co vychladly byly opět zvaženy a vloženy do extraktoru ANKOM XT10. Extrakce tuku probíhala po dobu 1 hodiny při 90 °C s následným opětovným vysušením (103 °C, 1 hod.). Změny hmotnosti, které byly zaznamenány byly následně vyjádřeny jako % obsahu tuku v sušině. Analýza byla prováděna opět ve třech opakováních.



Obrázek 16 Vzorky pro analýzu obsahu tuku

Stanovení obsahu popelovin v sušině bylo realizováno jako vyjádření sumy anorganických látek (Ca, P, K, Mg, Na, SiO₂, aj.) spálením upravených vzorků v muflovací peci. Do předem zvážené a vyžíhané porcelánové misky byl odvážen 1 g mouky. Žíhací misky s naváženým materiálem byly vloženy do muflovací pece a vzorek byl vyžíhán při teplotě 550 °C po dobu 6 hodin. Po skončení procesu vyžíhání a vychladnutí v exikátoru byl získaný popel zvážen.



Obrázek 17 Vzorky pro analýzu obsahu popelovin

Stanovení obsahu bezdusíkatých látek výtažkových (BNLV) bylo následně provedeno dopočtem sušiny materiálu do hodnoty 100 % po odečtu stanovených obsahových látek (NL, T, popeloviny).

Statistické hodnocení dat bylo realizováno pomocí programu Statistica 12 (StatSoft, USA). Pro zhodnocení výsledků byla zvolena jednofaktorová analýza rozptylu ANOVA. Pro porovnání středních hodnot byl dále použit Tukeyův HSD test.

4 Výsledky

Průměrný výnos semen hrachu z celého půdního bloku (12,44 ha) byl 1,9 tuny, zatímco mezi jednotlivými variantami poloprovozního pokusu byla zaznamenána značná variabilita výnosové hladiny. Poloprovozní pokus byl prováděn přibližně na 3 ha. U varianty 1 (20 cm/ 300 kg/ha) se výnos pohyboval v rozmezí 1,4 – 3 t/ha, varianta 2 (20 cm/ 270 kg/ha) měla stejné rozmezí, ovšem zastoupení 3 t/ha bylo znatelně nižší, nejvyšší zastoupení je zde u výnosové hladiny 1,8 t/ha. Varianta 3 se stejnou meziřádkovou vzdáleností, ale nejnižší úrovní výsevku (20 cm/ 240 kg/ha) měla vyšší zastoupení výnosu 1,4 t/ha než varianta 2 (20 cm/ 270 kg). U variant s 10 cm meziřádkovou vzdáleností je podle výnosové mapy zastoupení 3tunového výnosu minoritní záležitostí, převažují zde výnosy se středními hodnotami, tedy v rozsahu 1,4 – 2,2 t/ha. Z tohoto faktu lze odvodit, že meziřádková vzdálenost má značný vliv na tvorbu výnosu, kdy hodnota výsevku není schopná tento rozdíl vyrovnat.

Tabulka 4 Výnosové ukazatele porostu u sledovaných variant polního pokusu

Sledovaný parametr	Počet rostlin na m ² k 30.5.	Počet lusků na rostlině	Počet semen v lusku	HTS (g)
<i>Varianty cm x kg/ha</i>				
10 x 270	83 ^b	5,5 ^{ab}	4,69 ^a	226,16 ^b
10 x 300	92 ^c	4,55 ^a	4,87 ^a	222,63 ^a
20 x 240	74 ^a	6,72 ^b	5,22 ^a	223,87 ^{ab}
20 x 270	97 ^d	5,29 ^{ab}	5 ^a	241,74 ^d
20 x 300	108 ^e	6,32 ^b	5,07 ^a	233,4 ^c
Průměr	90,8	5,67	4,97	229,56

Pozn.: odlišná písmena značí statisticky průkazný rozdíl mezi hodnotami na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test)

U počtu rostlin byla dle logického předpokladu u každé ze sledovaných variant zjištěna statisticky průkazná odlišnost.

Statisticky odlišné hodnoty byly zaznamenány i v případě sledovaného výnosového parametru počtu lusků na rostlině. Zcela průkazný byl tento rozdíl u variant 10 x 300 a 20 x 240, kdy byl zaznamenán rozdíl 2,17 lusků na rostlině. Obecně lze konstatovat, že vyšší počet lusků na rostlině byl zaznamenán u variant širších řádků.

Zaznamenané hodnoty počtu semen v lusku se pohybují od 4,69 do 5,22 semen v lusku a u hodnocených variant nebyl v případě tohoto parametru zaznamenán statisticky průkazný rozdíl.

Zaznamenaný rozsah hmotnosti HTS byl od 222,63 (varianta 10 cm/300 kg/ha) do 241,71 (varianta 20 cm/270 kg/ha) g. Rozdíl v hodnotě HTS u těchto dvou nejvíce kontrastních variant činil tedy 19,11 g. Statisticky průkazné rozdíly byly ale zaznamenány i u dalších variant pokus a lze konstatovat, že z pohledu hodnoty HTS se jako optimální jeví výsev do širšího řádku se středním výsevkem (tzn. 270 kg/ha).

Tabulka 5 Hodnoty výnosových ukazatelů v závislosti na sledovaných faktorech – meziřádkové vzdálenosti a výsevku

Sledovaný parametr	Počet rostlin na m ² k 30.5.	Počet lusků na rostlině	Počet semen v lusku	HTS
<i>Meziřádková vzdálenost</i>				
10 cm	87,5 ^a	5 ^a	4,8 ^a	224,4 ^a
20 cm	93 ^a	6,1 ^b	5 ^a	233 ^b
<i>Výsevek</i>				
240 kg/ha	74 ^a	6,7 ^b	5,2 ^a	223,9 ^a
270 kg/ha	90 ^b	5,4 ^a	4,8 ^a	234 ^b
300 kg/ha	100 ^c	5,4 ^a	5 ^a	228 ^a
Průměr	88	5,83	5	228,63

Pozn.: odlišná písmena značí statisticky průkazný rozdíl mezi hodnotami na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test)

Samotná meziřádková vzdálenost nemá statisticky prokazatelný vliv na počet rostlin na m², a to z důvodu stejných výsevků s oběma meziřádkovými vzdálenostmi (vynechána byla pouze varianta 10 cm x 240 kg/ha). Výše výsevku je z pohledu tohoto ukazatele významnější a statisticky průkazný efekt prokázán byl, jak je patrné z Tabulky 5.

V případě počtu lusků na rostlině už ale byl zaznamenán významný vliv meziřádkové vzdálenosti a u varianty řádku 20 cm byl zjištěn rozdíl o více než 1 lusk na rostlině. U výsevku byl vliv také prokázán, snížením výsevku na hodnotu 240 kg/ha došlo ke zvýšení počtu lusků na hodnotu 6,7 lusků, zatímco u variant s 270 kg i 300 kg byl počet lusků 5,4 na rostlinu.

Počet semen v lusku byl výnosovým parametrem, u kterého nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi jednotlivými variantami, a to jak v případě meziřádkových vzdáleností, tak ani u výsevků.

Byl prokázán statisticky průkazný vliv meziřádkové vzdálenosti na hodnotu HTS, kdy u 20 cm vzdálenosti je hodnota v průměru o 9 g vyšší než u vzdálenosti 10 cm. Vliv samotného výsevku byl statisticky prokázán u varianty 270 kg/ha, kdy je hodnota vyšší o 10 g oproti nejnižší hodnotě, která byla zaznamenána u varianty 240 kg/ha.

Tabulka 6 Zastoupení obsahových látek v závislosti u sledovaných variant polního pokusu

Sledovaný parametr	NL (% DM)	Tuk (% DM)	Popeloviny (% DM)	Zbylé látky (% DM)
<i>Varianty</i>				
<i>cm x kg/ha</i>				
10 x 270	21,37 ^b	4,7 ^b	3,05 ^b	70,88 ^a
10 x 300	20,11 ^a	4,73 ^b	3 ^a	72,16 ^b
20 x 240	20,92 ^{ab}	4,74 ^b	3,05 ^b	71,28 ^{ab}
20 x 270	20,54 ^{ab}	4,25 ^a	3,19 ^c	72,03 ^b
20 x 300	20,27 ^a	4,7 ^b	3,07 ^b	72 ^b
Průměr	20,64	4,62	3,07	71,67

Pozn.: odlišná písmena značí statisticky průkazný rozdíl mezi hodnotami na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test)

Obsah dusíkatých látek (Nx6,25) v semenech hrachu se pohyboval u hodnocených variant v rozsahu od 20,11 (10 cm/300 kg/ha) do 21,37 (10 cm/ 270 kg/ha). Uvedené hodnoty se pohybovaly tedy ve velmi úzkém rozpětí a průkazně odlišný byl obsah NL pouze u varianty 10 cm/270 kg/ha. Obdobně minimální rozdíly byly zaznamenány při hodnocení obsahu tuku a výrazněji odlišná byla pouze varianta 20 cm/ 270 kg/ha, u které byla zjištěna nejnižší hodnota obsahu tuku (4,25 % DM). U této varianty byla zároveň stanovena nejvyšší hodnota obsahu popelovin (3,19 % DM), zatímco u ostatních variant pokusu byl obsah popelovin velmi vyrovnaný – nejnižší u varianty 10 cm/ 300 kg/ha.

Hlavní obsahovou komponentou semen hrachu je především škrob, který byl pro potřeby této práce zahrnut v souboru tzv. zbylých složek po odečtu obsahu ze 100 % sušiny všech výše uvedených obsahových složek. Zjištěné hodnoty obsahu zbylých látek byly v rozsahu od 71,28 (10 cm/ 270 kg/ha) do 72,06 (10 cm/ 300 kg/ha). Statická

průkaznost tohoto ukazatele v rámci jednotlivých variant pokusu logicky souvisela s rozdíly v obsahu NL, tuku a popelovin.

Tabulka 7

Zastoupení obsahových látek v závislosti na meziřádkové vzdálenosti a výsevku osiva

Sledovaný parametr	NL (% DM)	Tuk (% DM)	Popeloviny (% DM)	Zbylé látky (% DM)
<i>Meziřádková vzdálenost</i>				
10 cm	20,74 ^a	4,71 ^b	3,03 ^a	71,52 ^a
20 cm	20,58 ^a	4,56 ^a	3,1 ^b	71,76 ^a
<i>Výsevek</i>				
240 kg/ha	20,93 ^b	4,74 ^b	3,05 ^a	71,28 ^a
270 kg/ha	20,95 ^b	4,47 ^a	3,12 ^b	71,45 ^{ab}
300 kg/ha	20,19 ^a	4,71 ^b	3,04 ^a	72,06 ^b
Průměr	20,69	4,64	3,07	71,6

Pozn.: odlišná písmena značí statisticky průkazný rozdíl mezi hodnotami na hladině významnosti $P < 0,05$ (Tukey HSD test)

Samostatná meziřádková vzdálenost nemá statisticky prokazatelný vliv na obsah dusíkatých látek, a ani zbytkových látek, tzn. především škrobu v semenech hrachu, zatímco u faktoru výsevku byl vliv prokázán – nejvyššího obsahu dusíkatých látek bylo dosaženo u variant 270 kg/ha, tedy varianty, která měla i pozitivní vliv na hodnotu HTS.

U obsahu tuku byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ve vztahu k meziřádkové vzdálenosti. Výsevek má také prokazatelný vliv na obsah tuku, kdy je znatelně nižší u výsevku 270 kg/ha. Meziřádková vzdálenost měla také statisticky prokazatelný vliv na obsah popelovin stejně jako faktor výsevku, kdy nejvyšší hodnota byla zaznamenána u varianty 270 kg/ha.

5 Diskuse

Jedním z hlavních problémů při založení množitelského porostu hrachu bylo zpoždění výsevu, což konkrétně u hrachu je považováno za velmi rizikové z hlediska dalšího vývoje porostu. Lahola a kol. (1990) udává, že při zpoždění výsevu a založení porostu od poloviny března klesá potenciální výnos každý den o 15–25 kg/ha.

Samotné založení porostu a jeho další vedení již probíhalo standardním způsobem – půda byla připravena optimálním způsobem, hloubka uložení osiva byla dodržena a na základě zkušeností z předchozích let, byl zhruba měsíc před sklizní aplikován přípravek na omezení předsklizňových ztrát. Zvolená odrůda hrachu Astronaute nevyžaduje dle předchozích zkušeností desikaci porostu a dozrávání je velice vyrovnané, jak bylo potvrzeno i v produkčním roce 2023.

Z dosažených dat vyplývá, že ani množství výsevku, ani meziřádková vzdálenost nemají významný vliv na tvorbu výnosu v rámci jednoletých výsledků poloprovozního pokusu. Přesto lze vliv meziřádkové vzdálenosti i hustoty porostu na formování výnosových parametrů předpokládat. Vliv hustoty výsevu na výnos hrachu ve své práci prezentuje (Krizmanić a kol. 2020) – tyto pokusy byly založeny na hustotě porostu 50, 100 a 150 rostlin/m². Pro srovnání mnou vedený pokus zahrnoval hustoty porostů následující: 83, a 92 rostlin/m² u 10 cm meziřádkové vzdálenosti a 74, 97 a 108 rostlin/m². I přes rozdílnost hustoty porostu prezentované v práci Krizmanić a kol. (2020), bylo dosaženo shody v některých uváděných závěrech práce – porost s nejvyšší hustotou byl výnosově na nejvyšší hladině, což u mého pokusu potvrzují i výnosové mapy, podle kterých byl výnos nejvyšší u varianty 20 cm/300 kg/ha s hustotou 108 rostlin/m². Dále se také shodujeme na efektu hustoty porostu na počet lusků na rostlině, kdy při nižší hustotě dochází ke zvýšení počtu lusků na rostlinách hrachu, zatímco vliv hustoty porostu na počet semen v lusku nebyl prokázán v mém, ani v pokusech Krizmanić a kol. (2020). Rozdílných závěrů bylo dosaženo u hodnoty HTS. Z výsledků Krizmanić a kol. (2020) je patrné, že nebyl zjištěn vliv hustoty, ovšem u mého pokusu byl vliv prokázán, nejvyšší rozdíl byl zaznamenán mezi variantami 10 cm/ 300 kg/ha a 20 cm/270 kg/ha, a to na úrovni 19,11 g.

Omezený vliv hustoty porostu na výnos semen je udáván i v práci Prusiński a Borowska (2022) – hustota pokusného porostu 70, 90 a 110 rostlin/m² ve dvou meziřádkových vzdálenostech (16 a 32 cm). Vliv hustoty porostu na výnos semen byl zaznamenán pouze ve vztahu s konkrétním ročníkem. V uvedené práci byl obdobně

pouze částečný vliv meziřádkové vzdálenosti a hustoty porostu na počet lusků na rostlině a počet semen v lusku, ovšem tyto rozdíly jsou poměrně nepatrné, a tudíž jsou ve výsledku vyrovnány právě hustotou (vyšší počet rostlin s menším počtem semen = nižší počet rostlin s vyšším počtem semen). Z jednoletých výsledků mého pokusu vyplývá vyšší variabilita těchto faktorů mezi variantami založení pokusu. V práci Prusiński a Borowska (2022) byl sledován také obsah bílkovin. Jejich výsledky jsou opět poměrně jednoznačné, kdy meziřádková vzdálenost, ani hustota porostu neměly vliv na obsah dusíkatých látek, což koresponduje i s mými výsledky až na výjimku výsevu 300 kg/ha, kdy byl zjištěn efekt snížení obsahu NL. Jak dále zmiňují Prusiński a Borowska (2022) ve své práci, obsah NL v semenech hrachu je vysokou měrou ovlivňován meteorologickými charakteristikami, jako jsou teplota a srážky. V roce 2017 zaznamenali nejvyšší výnos NL/ha a také nejvyšší výnos semen/ha, tento rok byl srážkově velice bohatý a vyrovnaný, obzvláště v porovnání s ostatními roky. U teplot byla zaznamenána opačná tendence než u srážek – čím nižší teploty, tím vyšší výnos NL i semen, což je nejspíše způsobeno menším vypařováním vody z půdy. V roce 2023, kdy probíhal můj pokus, byl průměr teplot za měsíce duben–červenec 13,26 °C, což je velice podobná hodnota, jako v roce 2017 u pokusu Prusiński a Borowska (2022). Ovšem charakteristika srážek byla v roce 2023 odlišná, docházelo k vysokým výkyvům a v průběhu nejdůležitějších měsíců (duben–červenec) z hlediska vývoje porostu i k podprůměrnému spadu srážek (viz metodická část práce). Nejčastěji udávaná hodnota obsahu NL je u hrachu 21 – 28 % (Houba a kol. 2009; Moudrý a kol. 2011). Semena získaná z mého pokusu obecně obsahovala nižší zastoupení NL a v uvedeném rozsahu obsahu NL byla pouze semena varianty 10 cm /270 kg/ha. Tato skutečnost byla nejspíše zapříčiněna špatným průběhem roku z pohledu povětrnostních podmínek.

6 Závěr

Celkově je dle výnosové mapy nejvýnosnější varianta 1 (20 cm/ 300 kg/ha) poté číslo 2 (20 cm/270 kg/ha), 4 (10 cm/270 kg/ha), 5 (10 cm/300 kg/ha) a nejhorší varianta číslo 3 (20 cm/240 kg/ha).

Dle výsledků lze říct, že při hodnocení samotné meziřádkové vzdálenosti je vhodnější použít variantu 20 cm, jelikož všechny kvantitativní parametry jsou na vyšší úrovni, než u variant s meziřádkovou vzdáleností 10 cm. Snížené výsevky se projeví jako vhodnější s ohledem na sledované výnosové parametry. Konkrétně z hlediska počtu lusků na rostlině a počtu semen v lusku se jako optimální jeví varianta výsevu 240 kg/ha; s ohledem na parametr HTS je pak nejvhodnější varianta výsevu 270 kg/ha.

Při hodnocení v kombinaci obou sledovaných faktorů (meziřádková vzdálenost a výsevek) nebyly výsledky již tolik zřejmé, stále však převažuje pozitivní vliv varianty s 20 cm meziřádkovou vzdáleností, ovšem například rozdíl počtu semen v lusku zde není statisticky průkazný. Počet lusků na rostlině byl zjištěn nejvyšší u variant s 20 cm roztečí a výsevky 240 a 300 kg/ha.

Dle těchto výsledků lze konstatovat, že se nejlépe jeví varianty s 20 cm roztečí a s výsevky 240 a 300 kg/ha. Ovšem dle výnosové mapy je výnos u varianty 20 cm x 240 kg/ha nižší, než u zbylých variant s 20 cm roztečí, Nejvyšší výnos byl zaznamenán u varianty 20 cm x 300 kg/ha.

Zastoupení základních obsahových látek ve vztahu k hodnoceným faktorům produkční technologie neposkytlo dostatečně jednoznačné výsledky – ukazatele tohoto typu jsou vázány především geneticky a podmínkami prostředí modifikovány s menší intenzitou. Při hodnocení meziřádkové vzdálenosti nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly u obsahu NL a zbylých látek. Obsah tuku byl vyšší u variant s 10 cm roztečí a obsah popelovin naopak u variant s 20 cm roztečí. Hodnocení kvalitativních parametrů pouze ve vztahu k výsevu dopadlo také velice rozdílně. Obsah NL byl zjištěn nejvyšší u variant s 240 a 270 kg/ha, obsah tuku u variant 240 a 300 kg/ha, obsah popelovin u varianty 270 kg/ha a obsahy zbylých látek jsou velice podobné, kdy se zvyšují společně se stoupající hodnotou výsevu.

Při hodnocení vzájemné interakce obou produkčních faktorů se jevila u obsahu NL nejlépe varianta 10 cm/ 270 kg/ha, obsah tuku byl u všech variant vyrovnáný

kromě varianty 20 cm/ 270 kg/ha, kde byl zaznamenán značný propad, naopak u této varianty byl nejvyšší obsah popelovin.

Celkově lze tedy říct, že s ohledem na hodnocení obsahových látek by bylo žádoucí pokus opakovat v dalších letech, aby bylo zaručeno ujasnění některých nejednoznačných výsledků.

Rok 2023 nebyl vzhledem k meteorologickým statistikám příznivý pro pěstování jarních plodin. Po zasetí nastalo vhodné období pro vývoj hrachu, vláhy bylo poměrně dostatek, ovšem pouze na určitou dobu – květen a červen byly srážkově hluboce podprůměrné, červenec podprůměrný, na což hrách reagoval redukcí květů na vrcholu rostliny. Na Obrázku 18 lze vidět opožděné květy, u kterých již nedošlo k žádnému vývoji. Obecně lze ke srážkám roku 2023 říct, že jejich roční úhrn byl nadprůměrný, ovšem rozvržení srážek bylo velmi nevyrovnané.

K nízkému konečnému výnosu z celého pole (1,9 t/ha) je nutné konstatovat, že velký vliv měl faktor nízké hodnoty pH (5,3 – 5,6) půdy; porost byl zralý již 4. 8. 2023 (sklizeň byla realizována 10. 8. 2023), ovšem nestihnul se včas sklídit a následující den došlo k příchodu přivalového deště, kdy spadlo 44,5 mm srážek. Tato skutečnost měla zásadní vliv, na vytvoření vysokého množství výdrolu, který se objevil v následně zaseté mezipločině. Na základě zkušenosti z předchozích let produkce hrachu v podniku (výnos 4–5 t/ha) představovala tato ztráta minimálně okolo 1 t/ha.

Z důvodu náročných podmínek pro provádění poloprovozního pokusu bude vhodné měření provádět i v následujících letech, a to z důvodu stanovení parametrů i v letech s odlišnými podmínkami.



Obrázek 18 Hrách z 1. 7. 2023

Seznam použité literatury

1. Dostálová, J. a Prugar, J. (2008). Luskoviny. In: Sýkorová, S. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. 1. vydání. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha, 195-205. ISBN 978-80-86576-28-2.
2. Hosnedl, V. a Hochman, M. (1994). *Základy pěstování hrachu*. 1. vydání. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky. Praha. ISBN 80-7105-069-5.
3. Houba, M., Dostálová, R., Hýbl, M. (2009). Hrách setý. In: Zimolka, J., *Luskoviny pěstování a využití*. 1. vydání. Nakladatelství Kurent, České Budějovice, 67-73. ISBN 978-80-87111-19-2.
4. Hýbl, M., Bubeník, J., Ondřej, M., Ponížil, A. (2011). Hrách setý. In: Petr, J., Zimolka, J. *Alternativní plodiny*. 1. vydání. Vydavatelství Profi Press s.r.o., Praha, 52-55. ISBN 978-80-86726-40-3.
5. Chloupek, O. (2000). *Genetická diverzita, šlechtění a semenářství*. 2. vydání. Academia, nakladatelství AV ČR, Praha. ISBN: 80-200-0779-2.
6. Kazda, J., Jindra, Z., Kabíček, J., Prokinová, E., Ryšánek, P., Stejskal, V. (2003). *Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny*. 3. vydání. Vydavatelství odborných časopisů, Praha. ISBN 80-86726-03-7.
7. Krizmanić, G., Tucak, M., Brkić, A., Marković, M., Jovanović, S., V., Cupic, T. (2020). The impact of plant density on the seed yield and the spring field pea's yield component. *Poljoprivreda*, 26(1): 25-31.
8. Lahola, J., GROHMANN, I., Hofírek, P., Hochman, M., Horák, A., Chalupa, A., Chalupová, L., Kolář, I., Kolařík, J., Lahola, J., Ondřej, M., Pavelková, A., Rubeš, L., Stryk, J., Střída, J., Šmirous, P. (1990). *Luskoviny: pěstování a využití*. 1. vydání. SZN, Praha. ISBN 80-209-0127-2.
9. Pelikán, J., Hýbl, M., Hutýrová, H., Knotová, D., Minjaríková, P., Nedělník, J., Raab, S., Vymyslický, T. (2012). *Rostliny čeledi Fabaceae LINDL. (bobovité) České republiky*. 1. vydání. Vydavatelství Petr Baštan, Olomouc. ISBN 978-80-905080-2-6.
10. Prokinová, E. (2014). *Choroby polních plodin*. 1. vydání. Vydavatelství Profi Press s.r.o., Praha. ISBN 978-80-86726-59-5

-
11. Prusiński, J. a Borowska, M. (2022). Effect of Planting Density and Row Spacing on the Yielding and Morphobiological Features of Pea (*Pisum sativum* L.). *Agronomy*, 12(3): 715.

Citace webových zdrojů

1. chmi.cz, (2024). Měsíční a roční data dle zákona 123/1998 Sb. [online] [cit. 19.1. 2024]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data/mesicni-data-dle-z.-123-1998-Sb?fbclid=IwAR2xvgT3ZtvrB0EBFZd5uGXVlpdRV60iS-osBahQoOXC1Y9sWDKA-riR_a8g
2. Claas.cz, (2024). Lexion 8900-7400. [online] [25.3.2024]. Dostupné z: <https://www.claas.cz/produkty/sklizeci-mlaticky/lexion-8900-7400>
3. In-počasí.cz, (2024). Hubenov. [online] [12.3.2024]. Dostupné z: <https://www.in-pocasi.cz/archiv/hubenov/>
4. Klofáč listová hnojiva.cz, (2024). Insenol. [online] [9.3.2024]. Dostupné z: <https://www.klofac-hnojiva.cz/katalog/insenol/>
5. Pulkrábek, J. a Capouchová, I. (2024). Hrách. [online] Zemědělské komodity [31.3.2024]. Dostupné z: <http://www.zemedelskekomodity.cz/index.php/roslinna-vyroba-menu/luskoviny/hrach>
6. Saaten Union.cz, (2024). Hrách setý Astronaute. [online] [20.3.2024]. Dostupné z: <https://www.saaten-union.cz/index.cfm/action/varieties/cul/330/v/1728.html>
7. Seedcom.cz, (2024). Hrách setý. [online] [15.3.2024]. Dostupné z: <http://seedcom.cz/plodiny/hrach-sety/>
8. Seed service.cz, (2024). Katalogy osiv a směsí. [online] [30.3.2024]. Dostupné z: <https://seedservice.cz/katalog-osiva>
9. Selgen.cz, (2024). Hrách setý. [online] [15.3.2024]. Dostupné z: <https://selgen.cz/agro-technicka-doporuceni/hrach-sety-agt/>
10. Stehlíková, J. (2024). Eagri.cz. [online] Situační a výhledová zprávy-luskoviny [30.3.2024]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/portal/mze/publikace/situacni-vyhledove-zpravy/roslinne-komodity/luskoviny>

Seznam obrázků

Obrázek 1 Hrách setý	9
Obrázek 2 Setí hrachu setého	15
Obrázek 3 Infikovaná rostlina Hrach setého Padlím (Úroda.cz 2024).....	19
Obrázek 4 Kyjatka hrachová (eagri.cz 2024).....	20
Obrázek 5 Sklizeň hrachu setého (Agrodružstvo klas 2024)	22
Obrázek 6 Průměrné měsíční srážky produkčního stanoviště	25
Obrázek 7 Průměr měsíčních teplot produkčního stanoviště	26
Obrázek 8 Návěska z bigbazu použitého osiva.....	28
Obrázek 9 Aplikace Insekticidu Karis Max	29
Obrázek 10 Výnosová mapa	30
Obrázek 11 Odebrané vzorku z polního pokusu	31
Obrázek 12 Nožový laboratorní mlýnek Grindomix GM200	31
Obrázek 13 Počítadlo Contador 2, Pfeuffer	32
Obrázek 14 Vzorky pro analýzu obsahu NL	33
Obrázek 15 Automatický analyzátor Rapid N Cube (Elementar).....	33
Obrázek 16 Vzorky pro analýzu obsahu tuku	34
Obrázek 17 Vzorky pro analýzu obsahu popelovin	34
Obrázek 18 Hrách z 1. 7. 2023	42

Seznam tabulek

Tabulka 1 Hodnota BPEJ na pokusném stanovišti.....	26
Tabulka 2 Orientace pozemku na světové strany	26
Tabulka 3 Hodnoty výsevu a meziřádkové vzdálenosti jednotlivých variant.....	28
Tabulka 4 Výnosové ukazatele porostu u sledovaných variant polního pokusu.....	35
Tabulka 5 Hodnoty výnosových ukazatelů v závislosti na sledovaných faktorech – meziřádkové vzdálenosti a výsevku.....	36
Tabulka 6 Zastoupení obsahových látek v závislosti u sledovaných variant polního pokusu .	37
Tabulka 7.....	38

Seznam použitých zkratk

aj.	a jiné
B	Bór
BNLV	Bezdušikáté látky výtažkové
BPEJ	Bonitované půdně ekologické jednotka
bře	březen
C	Certifikovaný rozmnožovací materiál
Ca	Vápník
cm	centimetr
Cu	Měď
ČR	Česká republika
čvc	červen
čvn	červenec
dub	duben
E	Základní udržovací materiál
EU	Evropská unie
Fe	Železo
g	gram
ha	hektar
hod	hodina
HTS	Hmotnost tisíce semen
J	Jih
JV	Jihovýchod
JZ	Jihozápad
K	Draslík
kg	kilogram
kol.	kolektiv
kvě	květen
l	litr
led	leden
lis	listopad
m	metr
m ²	metr čtvereční

mg	miligram
Mg	Mangan
mil.	milion
MKS	Milion klíčivých semen
mm	milimetr
Mn	Molybden
m. n. m.	metry nad mořem
N	Dusík
NL	Dusíkaté látky
NPK(S)	Minerální hnojivo s obsahem prvků dusíku, fosforu, draslíku a síry
P	Fosfor
pro	prosinec
říj	říjen
S	Sever
S	Síra
SE	Šlechtitelský rozmnožovací materiál a rozmnožovací materiál předstupňů
SiO ²	Oxid křemičitý
SRA_mm	Úhrn srážek v milimetrech
srp	srpen
SV	Severovýchod
SZ	Severozápad
t	teplota
T_°C	Teplota ve stupních Celsia
tzv.	takzvaný
úno	únor
V	Východ
Z	Západ
zář	září
Zn	Zinek
°C	stupně Celsia

Přílohy

Rozbory půd z roku 2021



pH



P



K



Mg



Ca



Zn



Cu



Mn



Fe



B



S

Rozbory půd z roku 2023



pH



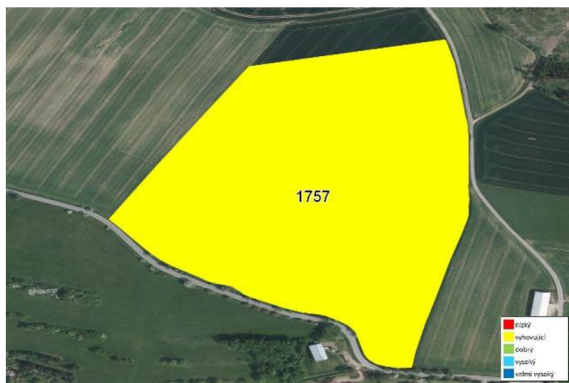
P



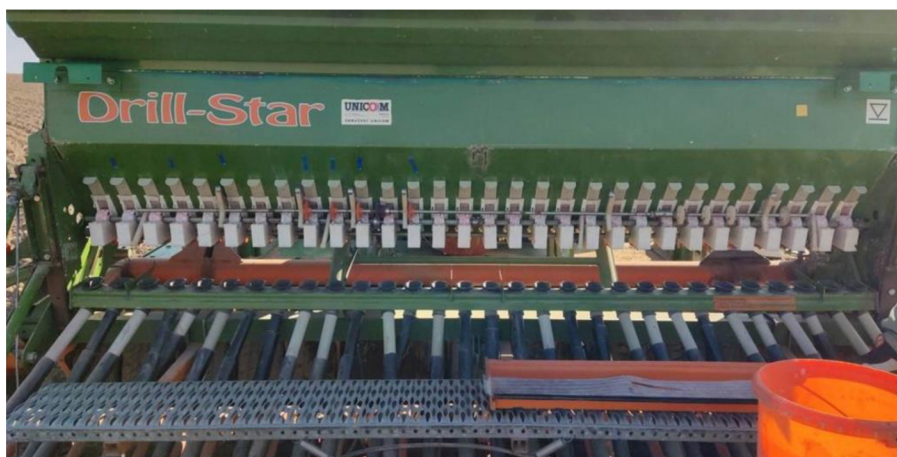
K



Mg



Ca



Na levém horním obrázku lze vidět zavřené klapky pro výsev 20 cm meziřádkové vzdálenosti, na pravém horním obrázku provádění výsevu na 20 cm. Na spodním obrázku nastavení klapek pro výsev 10 cm meziřádkové vzdálenosti.



Z levé strany jsou postupně na fotografiích zvážené výsevky 240, 270 a 300 kg/ha. (hodnota na váze se násobí číslem 40).



Na levém obrázku lze vidět pole během setí a na levém den po zasetí.



Zde vidíme z levé strany porost s 10 cm meziřádkovou vzdáleností a na straně levé 20 cm (datum pořízení 15. 5. 2023).



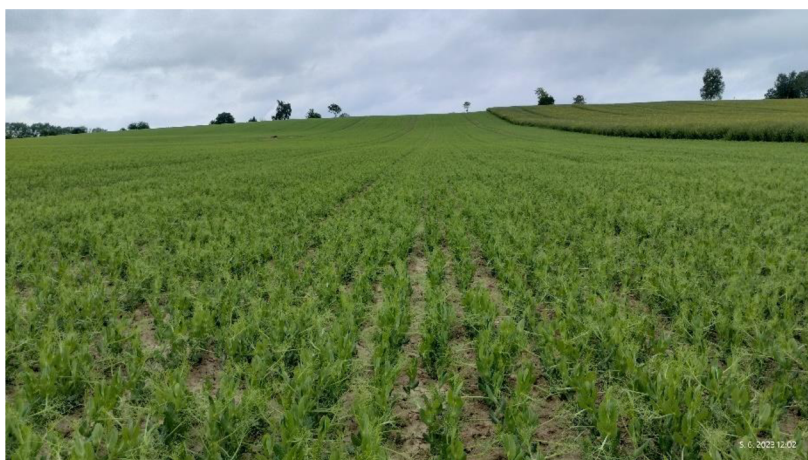
Na levém obrázku lze vidět variantu 20 cm/300 kg/ha a na obrázku pravém 20 cm/270 kg/ha



Na levém obrázku lze vidět variantu 20 cm/240 kg/ha a na obrázku pravém 10 cm/270 kg/ha



Na tomto obrázku je vidět poslední varianta a to 10 cm/300 kg/ha, všech těchto 5 fotografií bylo pořízeno 30. 5. 2023 při počítání počtu rostlin na m².



Na těchto obrázcích je porost vyfocen 5. 6. 2023, na pravém obrázku detailnější pohled.



Porost 22. 6. 2023, ze stejného data je i Obrázek 1v kapitole 1.



Počítání vzorků pro staovení výnosových parametrů.



Jednotlivé vzorky každé z variant, které byly využity pro stanovení HTS a analýzy v laboratoři.







Zde jsou zobrazené výnosové mapy vytvořené sklízecí mlátičkou, na stránce 56 lze vidět výnos dle sušiny a dále ostatní data; sklizená plocha, celkový výnos, průměrná vlhkost, doba práce a údaje o pojezdové rychlosti a výkonu. Na stránce 57 je znázorněn čistý výnos společně se stejnými daty. A na této stránce můžeme vidět mapu se zanesením hodnot vlhkosti při sklizni.