

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

---

Studijní program: B4131-Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

### **Pěstování hrachu setého v podmínkách ČR**

Autor bakalářské práce: Jiří Vlček

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

České Budějovice 2015

### **Prohlášení:**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem „Pěstování hrachu setého v podmínkách ČR“ jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

.....  
Datum

.....  
Podpis studenta

**Poděkování:**

Touto cestou bych rád poděkoval Ing. Veronice Bártové, Ph.D., vedoucí bakalářské práce za odbornou pomoc, cenné rady, a za ochotu a trpělivost, které mi pomohly při psaní této bakalářské práce. Zároveň bych chtěl poděkovat rodině za velkou podporu při průběhu celého studia.

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce bylo shromáždění informací týkajících se pěstování hrachu setého (*Pisum sativum* L.) v podmínkách České republiky. Bakalářská práce prezentuje v ucelené a přehledné formě dostupné informace v širokém záběru od biologické charakteristiky přes přípravu půdy až po setí, sklizeň, výnosy a řešení výnosové nestability hrachu setého. Dobrý výsledek při pěstování hrachu setého ovlivňuje mnoho faktorů jako výběr účelu pěstování, výběr vhodného pozemku pro pěstování, odrůdy, nákup certifikovaného osiva, agrotechnika, správná péče o porost během celé vegetace, včetně ošetření porostu, hnojení a sklizně. V roce 2014 hrách zaujímal 72 % plochy luskovin pěstovaných na zrno. Na území ČR bylo dosaženo průměrného výnosu hrachu ve výši 2,96 t/ha, což je nadprůměrná úroveň ve srovnání s výnosy během posledních 5 let. Poslední čísla ukazují, že trend pěstování hrachu setého u nás opět roste. K vypracování rešerše byly použity publikace českých i zahraničních autorů. Zároveň jsem využil praktických zkušeností agronoma s pěstováním hrachu setého v zemědělském podniku Dnešická zemědělská a.s.

**Klíčová slova:** hrách setý (*Pisum sativum* L.), pěstování v ČR, výnos, sklizňová nestabilita, agro-ekologické podmínky

## **Abstract**

The aim of this thesis was to gather informations about the cultivation of dried pea (*Pisum sativum* L.) in the Czech Republic. This thesis presents in a concise and clear form informations available in a wide array of biological characteristics through soil preparation to planting, harvesting, yields and yield solutions instability of pea. Good result in the cultivation of dried pea is affected by many factors such as purpose of cultivation, selection of suitable land for cultivation, varieties, certified seeds, agricultural technology, proper care about vegetation, including crops and fertilization treatments and ultimately harvest itself. In 2014 pea occupied 72% of the surface of the grain legumes. In the Czech Republic was achieved an average yield of peas in the amount of 2.96 t / ha, which is above average level compared with the last 5 years. Although the trend of growing pea in recent years had a downward trend, the latest numbers shows that it will increase again. I used Czech and foreign authors. I also took advantage of practical experience by agronomist with the cultivation of pea plants on the farm Dnešická zemědělská a.s.

**Key words:** dried pea (*Pisum sativum* L.), cultivation in the Czech Republic, yield, harvest instability, agro-ecological conditions

## Obsah

1 Úvod.....	6
2 Cíl práce.....	8
3 Literární rešerše.....	9
3.1 Botanická a biologická charakteristika hrachu setého.....	9
3.2 Chemické složení zrna.....	18
3.3 Šlechtění hrachu v České republice.....	21
3.4 Odrůdy.....	24
3.5 Význam a možnosti využití hrachu.....	27
3.6 Požadavky na prostředí.....	28
3.7 Agrotechnika.....	31
3.8 Tvorba výnosu hrachu.....	45
3.9 Ekonomika pěstování hrachu.....	50
3.10 Odbyt hrachu.....	51
4 Pěstování hrachu setého v praxi.....	54
5 Závěr.....	57
6 Seznam použité literatury.....	59

## **1 Úvod**

V České republice se pěstuje mnoho plodin, mezi nejčastěji pěstované plodiny patří obiloviny, olejniny, jeteloviny a v jisté míře i luskoviny. Hrách setý (*Pisum sativum* L.) je u nás nejpěstovanější luskovinou, má pomoci řešit bílkovinný problém a z pěstitelského hlediska je luskovinou nejvýnosnější.

Výměra hrachu setého v České republice představuje asi  $\frac{3}{4}$  celkové výměry luskovin na zrno, a i když je v ČR hrách jednou z hlavních luskovin, jeho rozšíření je z celkového měřítka slabé, zhruba 1 % orné půdy. Přestože měl trend pěstování hrachu setého u nás v posledních letech klesající tendenci, poslední čísla ukazují, že by se jeho využití mohlo opět zvyšovat. Významnou roli v navyšující se výměře pěstování hrachu setého hraje i podpora státu. V letošním roce se hrách setý dostal na seznam plodin, které mohou zemědělci využít pro získání dotačního titulu: „Plochy s plodinami, které poutají vzdušný dusík“ a „Bílkovinné plodiny“.

Hrách je pěstován hlavně jako zrnina s vynikající skladbou aminokyselin, obsahem vitamínů a minerálních látek. Přesto je využití v lidské výživě relativně nízké, zhruba 10 %. Nejvíce je využíván jako krmivo. Jako krmivo se uplatňuje ve formě zelené hmoty nebo ve formě siláže čisté kultury, popř. lusko-obilné směsce. Používá se k výrobě škrobu, ve farmaceutickém průmyslu i jiných speciálních oblastech, v nepotravinářském průmyslu se dokonce používá k výrobě biodegradabilních plastů.

Jednou z jeho důležitých vlastností je asimilace vzdušného dusíku prostřednictvím symbiózy s hlízkovými bakteriemi, díky které zanechává 40 až 60 kg tohoto prvku na hektar pro následující plodinu. Vliv na zvýšení výnosu u následně pěstované plodiny může dosáhnout nárůstu až o 20 %, a hrách setý je tedy ideální předplodinou.

Zlepšuje fyzikálně-chemický stav půdy a má pozitivní vliv na úrodnost a vyváženost v komplexu osevních sledů. Přerušuje jednostranné čerpání živin a udržuje půdní mikroflóru. Tlumí šíření škodlivých organismů u nejvíce pěstovaných plodin, jako jsou obiloviny, řepka, aj. Díky těmto přednostem se snižuje potřeba chemických zásahů v následných kulturách.

Z těchto důvodů a z mnoha dalších je hrách setý velmi zajímavou, užitečnou a kvalitní plodinou, jejíž využití je naprosto nedoceněné. Dobrý výsledek při pěstování hrachu setého ovlivňuje mnoho faktorů: výběr účelu pěstování, výběr

vhodného pozemku pro pěstování, odrůdy, nákup certifikovaného osiva, agrotechnika, správná péče o porost během celé vegetace, včetně ošetření porostu a hnojení a v neposlední řadě samotná sklizeň.

Při dodržování postupů uváděných v této práci a z příkladů na konci je zřejmé, že mýtus o neřešitelné výnosové nestabilitě a nevýhodnosti pěstování hrachu setého lze téměř zcela eliminovat.

## **2 Cíl práce**

Cílem práce je zhodnocení současného pěstování hrachu setého (*Pisum sativum* L.) v rámci agro-ekologických podmínek České republiky. Shrnutí dosažených poznatků a návrh řešení klíčových faktorů způsobujících sklizňovou nestabilitu a pokles kvantity i kvality produkce hrachu setého.



### **3 Literární rešerše**

#### **3.1 Botanická a biologická charakteristika hrachu setého**

Hrách setý (*Pisum sativum* L.) je jedna z nejstarších kulturních plodin. Přestože patří k jednomu z nejrozšířenějších druhů luskovin, jeho dnešní formy vznikly spontánním křížením a mutacemi, což mělo za následek nejednotnost v uvádění botanické systematiky. Nejpravděpodobnějším předkem dnešních forem hrachu je *Pisum elatius* a *P. fulvum* (Lahola et al., 1990).

Rod *Pisum* L. tvoří nespočet morfologicky odlišných typů, nejnovější vědecké práce potvrzují hypotézy, že rod *Pisum* utváří pouze dva biologické druhy, kterými jsou *P. sativum* a *P. fulvum* (Moudrý et al., 2011). U botanického druhu *Pisum sativum* L. je dokázána existence minimálně 42 kombinací poddruhů a variet. V souborně zpracovaných materiálech se nacházejí některé synonymní názvy. Nynější systematiky bylo dosaženo za pomoci molekulárních metod identifikace DNA. *Pisum sativum* L. je dále členěn na subspecie a variety, kterými jsou (Houba et al., 2009): *P. sativum* subsp. *sativum* var. *hortense*, neboli hrách setý – polní využíváný na produkci suchých semen; pro produkci píce se pěstuje *P. sativum* subsp. *arvense* neboli hrách rolní – peluška (Moudrý et al., 2011). Tuto formu je možné také užívat pro přímý konzum lusků a semen v zeleném stavu. Pro mrazírenské a konzervárenské účely se v České republice pěstuje: *Pisum sativum* subsp. *sativum*, var. *medullare* neboli hrách dřevňový a také *Pisum sativum*, subsp. *sativum*, var. *saccharatum* neboli hrách cukrový (Houba et al., 2009). Odrůda hrachu setého (*P. sativum* L.) je pěstována po několik generací už díky našim předkům, postupně došlo k vyselektování mnoha různých forem např. bělokvětý, s barevnými květy či drobnozrný (Moudrý et al., 2011).

#### **Formy hrachu pěstovaného v ČR:**

- Hrách setý má značné množství genotypů. Jedná se převážně o jednoletou rostlinu vysévanou na jaře, ale můžeme se setkat i s ozimými formami, které jsou vhodné do poloh mírného pásma (Lahola et al., 1990). Po celém světě je registrováno velké množství různých forem odrůd. Česká republika má v Seznamu 37 registrovaných odrůd. Hrách setý má jako nejpodstatnější

rozlišovací znaky typ růstu a olistění. V současné době převládají odrůdy s intermediálním vzrůstem a s redukovanou listovou plochou (úponkové, bezlisté či afile typy). Seznam doporučených odrůd zahrnuje všechny tyto typy (Houba et al., 2009). Tato varieta má ve zralém stavu kulovitá semena a vyznačuje se bílým květenstvím (Špaldon et al., 1986). Hlavní přednost těchto forem je schopnost vytvořit zapojený prostor, který zůstane relativně nepoléhající až do sklizně, což znamená, že lusky jsou sklíditelné s minimem ztrát i v dolních patrech rostliny. Nevýhodou může být vyšší pravděpodobnost růstu plevelů z důvodu pronikání světla až na půdu, kde plevele klíčí. Tento faktor může způsobit i rychlé vysychání půdy a poškození rostliny v době přisušku. Za vlhka je však porost vzdušnější, což mu pomáhá zvýšit odolnost proti houbovým chorobám. Podstatným faktorem při rozlišování polního hrachu je také barva semene, která je ve variantách žluté a zelené barvy. Pevládající odrůdou je žlutosemenná, ale pro podstatnou část potravinářských účelů jsou naopak vyžadovány odrůdy zelenosemenné. Odrůdy se také liší parametry, jako jsou: ranost, výnos, kvalita apod.

- Hrách rolní (peluška) je nejčastěji využíván pro krmné účely ve formě zelené hmoty, zde dosahuje výnosů okolo 30 až 40 tun. Semeno obsahuje hořké látky a pro potravinářské účely se nepoužívá. Dá se využít například jako krmivo pro sportovní holuby. Hrách rolní většinou kvete fialovými odstíny a semeno je tmavší barvy s občasnou kresbou osemení. Peluška snese i drsnější podmínky ve vyšších polohách. V současnosti nabízí sortiment 10 registrovaných odrůd, které jsou převážně jarní. Jedna odrůda je ozimá, jedná se o velkosemennou pelušku, která se ojediněle pěstuje pro potravinářské použití v rámci ekologického zemědělství.
- Hrách dřeňový (zahradní) je také nazýván „zelený hrášek“, pěstuje se v České republice na ploše okolo 1 tis. ha, velkovýroba se skládá z konzervářských a mrazírenských účelů a menší výrobní oblasti jsou zahrádkáři (Houba et al., 2009). Tato varieta se vyznačuje zhranatělými semeny a bílým květenstvím (Špaldon et al., 1982). Odrůdy se liší raností, charakterem vzrůstu, chutí a velikostí semen. Nejčastěji jsou pěstovány listové odrůdy, které se svými nároky podobají hrachu setému.

- Hrách cukrový je speciální minoritní forma, u které jsou sklízány a konzumovány celé zelené lusky (Houba et al., 2009). Chlopně hrachu cukrového jsou bez pergamenovité blány, můžeme u něj sledovat buďto bílé, nebo pestré květenství (Špaldon et al., 1982).

### **Kořenová soustava**

Mohutnost kořenové soustavy náleží u hrachu k jednomu z hlavních faktorů se silným vlivem na růst a tvorbu výnosu. Kořenová soustava a její mohutnost lze hodnotit na základě tloušťky kořínků, hloubky zakořenění a jejich větvení. V porovnání s obilninami má hrách a luskoviny všeobecně velmi dobře vyvinutou soustavu kořenů, s příznivým vlivem na půdní strukturu. Mohutnost kořenové soustavy je silně závislá na podmínkách prostředí. V zájmu pěstitelů hrachu musí být péče o vytváření dobrých podmínek pomocí vysoké úrovně agrotechniky a utužením půd. Charakteristická je tvorba hlízek na kořenech v důsledku infekce hlízkovými bakteriemi (viz. Obrázek č. 1), které se vytvářejí přibližně do tří týdnů po vzejití. Bakterie přežívají běžně v půdě, nebo se dodávají bakteriizací osiva (Houba et al., 2009)

Obrázek 1- Hlízky na kořenech hrachu (Moudrý et al., 2011)



Hlízky jsou tvořeny nepravidelně po celém kořenovém systému (Lahola et al., 1990). Základem kořenového systému je středně hluboký, mohutný a kulový kořen, má více větvenou strukturu než kořeny ostatních luskovin, což mu umožňuje velice dobrý příjem živin z půdy (Šroller et al., 1997).

### **Lodyha**

Hrách setý (*Pisum sativum* L.) prošel v posledním čtvrtstoletí významnými změnami v délce lodyhy. V praxi byly využívány nejprve odrůdy zrnové. Lodyha byla zkrácena za standardních povětrnostních podmínek přibližně až na 60 cm, za sucha ještě více. To se projevilo v lepším sklizňovém indexu, tj. větší produkce semen, avšak vyskytly se i negativní vlastnosti jako potíže se sklizní nízkých porostů. Ztráty při sklizních dosahovaly vysokých hodnot. Změna šlechtitelských cílů u odrůd s intermediárním vzrůstem přinesla velký úspěch, který ovlivnil další ideotyp hrachu (Houba et al., 2009). Lodyha je různě dlouhá od 200 mm u zakrslých a nízkých forem hrachů až do 2 000 mm i více. Je lysá, poléhavá u vysokých hrachů,

vystoupavá až vzpřímená u nízkých forem, na průřezu je nevýrazně čtyřhranná. Rozvětvení je častější u nižších forem, zatímco vysoké formy se obvykle nerozvětvují (Špaldon et al., 1982). Díky cílenému šlechtění byly získány i genotypy s fasciovanou lodyhou v horní části (Lahola et al., 1990).

### **Listy**

Jsou zpravidla sudozpeřené. List je 1-3 jařmý, jeho tvar je vejčitý, oválný, celokrajný, pilovitý, nepravidelně zubatý, s tupým, ostrým, nebo uťatým zakončením. V úžlabí listového řapíku se nachází různě velké palisty se srdčítým, polosrdčítým nebo čárkovaným tvarem. Barva listů a palistů je žlutozelená, šedozeleň, až tmavě zelenomodrá, s voskovým povlakem i bez něj. Šlechtitelskou činností bylo dosaženo silných změn v morfologických znacích, byly získány genotypy s listy lichozpeřenými, mnoholístkové (lístky místo úponků), bezlístkové (zmnožené úponky místo všech lístků), nebo s redukovanými palisty (Lahola et al., 1990). Z pohledu praktické využití bylo významné zejména získání odrůd, které mají velmi redukovanou listovou plochu (tzv. semileafless typy), zde dochází k přeměně listů na úponky (Šroller et al., 1997). Z původních částí listů jsou pak zachovány pouze velké úponky (Houba et al., 2009). Odrůdy s redukovanou listovou plochou mají shodné asimilační výkony se standardními odrůdami. Při fotosyntéze dosahují stejného výnosového potenciálu produkce sušiny jako odrůdy listového typu. Změna listů se projevila ve zlepšení odolnosti vůči poléhání, v redukcii vzájemného zastínování a změně mikroklimatu v porostu (Houba et al., 2009).

### **Květy a kvetení**

Vyrůstají v úžlabí horních listů, jsou na paždnicích stopkách nejvíce po dvou, můžeme však nalézt i formy s jedním, nebo až se sedmi květy na jedné stopce. Hrách rozkvétá od spodu stonku, květy jsou otvírány okolo 9. - 10. hodiny a kvetení vrcholí okolo poledne, končí kolem 15. – 17. hodiny. Hrách je většinou samosprašný, výjimečně nastává cizosprašení při suchých a horkých létech (Špaldon et al., 1982). Kalich květu je pěticipý, koruna je velká a barva pavězy a křídel je bílá. Pyl i blizna dozrávají v poupěti. Díky cílenému šlechtění byly získány i genotypy vícekvěte (v hroznu 3-7 květů), nebo s nahloučeným květenstvím (Lahola et al., 1990).

## **Semena**

Vyznačují se mohutnou dělohou, kde se ukládají zásobní látky (případně jsou ve zbytku endospermu), na dělohu připadá 90 až 93 % sušiny semene, zatímco na klíček připadá jenom 0,9–1,3 % a na osemení 6-8,4 %. Vrstva buněk osemení v sobě obsahuje pigmenty, mající vliv na barvu semene. Anatomická stavba osemení souvisí s výskytem tvrdých semen, která mohou mít zhoršený příjem vody. Tvrdosemennost je dána obsahem některých látek (např. pektiny) ve vrstvě palisádových buněk. U hrachu však bývají zastoupena v malém rozsahu (Houba et al., 2009). Semeno je kulovité, oválné, na povrchu hladké, nebo s doličky. Osemení je průsvitné, bělavé, nebo nazelenalé. Dělohy jsou buďto žluté či zelené. Intenzita barvy semene je proto dána mírou průsvitnosti osemení. Semeno má světle žlutou až oranžovou, nebo světle zelenou až tmavozelenou barvu, nebo je jednobarevné. Hrách má podlouhlé škrobové zrno. Díky cílenému šlechtění byly získány genotypy s vmáčklými semeny v lusku (houskovité), nebo s přirostlým poutkem, které nevypadávají při luštění z lusku (Lahola et al., 1990). Ve dvou chlopních lusku se nachází 3 až 10 semen, s různou velikostí, tvarem a barvou podle odrůdy. Odbourávání barviv při zrání hrachu nastává nejdříve v osemení a teprve poté nastává ztráta zeleného barviva v dělohách semen. Odbourávání barviv napomáhá střídání vlhka a slunečního svitu. Na vznik mezivrstvy vzduchu pod osemením má vliv vysychání semen, což umožňuje pěstiteli ovlivnit tuto složku i posklizňovou úpravou semen (Špaldon et al., 1982).

## **Plod (lusk)**

Skládá se ze dvou chlopní, jejichž negativním znakem může být náchyllost k pukání (Šroller et al., 1997). Lusk je různě dlouhý podle odrůdy (30-120 mm, ale i více), je buďto rovný, nebo šavlovitě zahnutý, tupý, nebo zahrocený, různě zploštělý až oblý, je lysý a má světle zelenou až tmavě zelenou barvu, můžeme na něm zaregistrovat jemné žilkování. Zralý plod je většinou světle žlutohnědé barvy (Špaldon et al., 1982). Lusk může být 11-18 mm široký a jeho chlopně mají dobře vyvinutou pergamenovou vrstvu. Lusk má buďto ostré, nebo tupé zakončení (Lahola et al., 1990). Důležitým mezičlánkem při transportu asimilátů do semen je parenchymatické pletivo chlopní, jehož nevyrovnané vysychání může být příčinou pnutí mezi tkáněmi, což vede k pukání lusků a vypadávání semen. Tato negativní

vlastnost je snižována šlechtěním. Tloušťka pergamenové blány může mít příznivý vliv na snížení intenzity napadení semen zrnokazem hrachovým (Houba et al., 2009).

### **Růst a vývoj**

Klíčení a vzcházení – potřeba vody k nabobtnání dosahuje 90 až 120 % hmotnosti suchých semen. S tím souvisí potřeba včasného setí. Délka období klíčení a vzcházení je závislá zejména na rovnoměrnosti teploty půdy a zásobách vody. Při optimálních teplotních a vláhových podmínkách porosty vzcházejí 7 až 10 dnů, za horších podmínek 2 až 4 týdny (Houba et al., 2009). Hrách má oproti některým luskovinám malé požadavky na teplotu a semena začínají klíčit již při 1 až 2 °C. Minimální teplota klíčení umožňuje zahájení biochemických a fyziologických pochodů klíčení, má také stimulační vliv na další vývoj a příznivě ovlivňuje tvorbu výnosu (Šroller et al., 1997). Proto musíme teplotu půdy respektovat při rozhodování o termínu setí. Při nízkých teplotách hrách dříve zakládá květní pupeny, což přispívá k prodloužení celého období vzcházení a k založení většího počtu poupat (Jeuffroy et al., 1995). Výnos je společně se vzcházením ovlivněn i vitalitou osiva, pokud má pěstitel k dispozici pouze málo vitální partie osiva a nástup jara se opoždí, rozhodování o době setí hrachu zůstává složitou otázkou. U hrachu byla dokonce prokázána možnost regenerace na mrazem poškozených rostlinách. Nesmí však být poškozený vzrostný vrchol spolu se všemi již založenými pupeny. Rychlost obnovení porostu poškozeného jarním mrazíkem se odvíjí od průběhu povětrnostních podmínek (Houba et al., 2009).

Obrázek 2- Klíčení rostliny hrachu (Houba et al., 2009)



Hrách vzchází hypogeicky, což znamená, že dělohy setrvávají v půdě a na povrch prorůstá prodlužující se epikotyl se základy pravých listů. Vzcházení je nutné respektovat při nastavení hloubky setí, hypogeicky vzcházející druhy luskovin musí mít větší hloubky setí než druhy vzcházející epigeicky. Obecně platí, že hloubka setí je větší s velikostí semen, což je třeba respektovat už při přípravě půdy k setí (Šroller et al., 1997).

Kvetení a zrání – květní poupata jsou postupně zakládána v úžlabí listů. Jenom část založených květních poupat se podílí na vzniku normálně vyvinutých lusků. Redukce květních orgánů je způsobena opadem poupat, květů i malých lusků těsně po oplození. Hrách je samosprašným druhem a k opylení u něj dochází ještě před rozkvětem. Může se zde objevit i určité procento cizosprašnosti, nechtěné cizosprašení vytváří problémy při množení osiv, může mít také negativní vliv na kvalitu semen (Houba et al., 2009). Postupné kvetení a dlouhé zrání se projevuje v nerovnoměrném dozrávání, což může ztížit stanovení vhodného začátku sklizně i



vlastní sklizeň a může být příčinou vysokých sklizňových ztrát a zvýšení nákladů na posklizňové ošetření (Šroller et al., 1997). Pro většinu odrůd je charakteristický indeterminační charakter kvetení a růstu. Dnes se však již pěstují odrůdy, u nichž je díky šlechtitelskému úsilí omezena doba kvetení a nedochází u nich k problémům v podobě nerovnoměrného dozrávání. Podobně jako u obilnin se přechází na typy rostlin s kratší lodyhou tzv. intermediární typy (Houba et al., 2009).

Stupně zralosti – u hrachu i luskovin rozlišujeme tři stupně zralosti, jejich přesné stanovení je však dosti obtížné. Důvody jsou nevyrovnané zrání lusků, samotné rostliny i subjektivní slovní popis jednotlivých stupňů zralosti. Jedna z objektivních metod rozpoznání zralosti je stanovení průměrné vlhkosti semen rostliny, nebo měření pevnosti tkání semen tendemetrem.

#### Stupně zralosti hrachu:

- 1. Zelená zralost – rostlina i lusk jsou zelené, obsahují vysoký podíl vody. Dělohy semen se od sebe oddělují tlakem v prstech. Stále probíhá ukládání zásobních látek do semen. Konec zelené zralosti umožňuje zahájení dělené sklizně, neboť migrace zásobních látek z chlopní lusků do semen může pokračovat ještě určitý časový úsek po posečení v návaznosti na stupni zralosti jednotlivých lusků na lodyze.
- 2. Žlutá zralost – rostliny ve spodní části začínají žloutnout, nebo nabývají typickou barvu a zasychají, horní část rostliny může v této době být stále ještě zelené. Stále se ukládají zásobní látky do semen, avšak ve spodních luscích již semena tvrdnou. Tato zralost je ideální při dělené sklizni.
- 3. Plná zralost – v této fázi zasychá celá rostlina a postupně dochází k opadu listů. Většina lusků je typicky vybarvená a má tvrdá semena. Ukládání zásobních látek do semen je v této sekvenci již ukončeno. Tato zralost je vhodná při přímé sklizni (Špaldon et al., 1982).

#### Zvláštnosti vývoje hrachu

Hrách včetně ostatních luskovin náleží k jarním plodinám. V Evropě však existuje snaha o vyšlechtění ozimé formy, avšak ani tato forma se nedá nazvat za pravou ozimou, přesnější by spíše bylo označení přezimující forma. Je-li tato forma

vyseta na jaře, vytvoří s menším časovým zpožděním generativní orgány a poskytnou výnos semen. Problémem této formy zůstává potřebná chladuvzdornost, mrazuvzdornost, odolnost vůči chorobám a škůdcům a odlišná kvalita produkce (např. až trojnásobný obsah inhibitoru trypsinu). Klimatické podmínky v ČR jsou však pro takovéto pěstování doposud značně rizikové (Houba et al., 2009).

### **3.2 Chemické složení zrna**

Nejvýznamnější složkou hrachu jsou bílkoviny. Jejich úzký poměr k cukrům je velice výhodný a předurčuje hrách k úloze důležitého komponentu pro přípravu krmných směsí v živočišné výrobě, tak i jako potravinářskou složku lidské výživy (Špaldon et al., 1982). U hrachu je také dobré poukázat na antioxidační a antimikrobiální účinky, se zvláštním zřetelem k obsahu některých bioaktivních látek (Hadrich et al., 2014). Bílkoviny luskovin jsou lokalizovány v parenchymatických buňkách děloh (Prugar, 1977). V hrachu převažují dvě hlavní skupiny bílkovin, a to albuminy (20-25 %) a globuliny (55-65 %), globuliny se dále dělí na dvě hlavní frakce, vicilin a legumin (Guéguen, 1991).

Globuliny jsou bílkoviny charakteristické svojí nerozpustností ve vodě, jsou rozpustné v ředěných roztocích solí, jako je chlorid sodný, v kyselinách a zásadách, jsou slabě kyselé a vysolují se síranem amonným při nasycení větším než 40 %, v teple koagulují. V tomto typu bílkovinné frakce je řazen krom jiných bílkovin např. legumin hrachu (Velíšek, 2002). Globuliny hrachu se dělí do dvou hlavních skupin dle jejich sedimentačních koeficientů – 11S, zvané leguminy a 7S zvané viciliny a conviciliny. Tyto dvě skupiny jsou odlišné svojí molekulovou hmotností a strukturou, leguminy jsou charakterizovány jako bílkoviny o velikosti 60 – 80 kDa, jedná se o oligomery, ale většinou tvoří hexamery (Tzitzikas et al., 2006). Vicilin je bílkovinou o velikosti 47-50 kDa, která tvoří trimery s molekulovou hmotností 150 kDa (Gatehouse et al., 1981). Vicilin také obsahuje malá množství rozpustných neškrobových polysacharidů (Rubio et al., 2013). Convicilin je bílkovinou s velikostí 70 kDa, která je tvořena trimery o molekulové hmotnosti 210 kDa (Tzitzikas et al., 2006). Různé koncentrace leguminu s vicilinem, buďto samostatně, nebo ve směsi mohou tvořit kvalitní gely, zatímco convicilin v hrachovém izolátu tvorbě gelu brání (O’Kane et al., 2004). Hrách, který obsahuje vhodné složení globulinu je vysoce žádoucí surovina v potravinářském průmyslu (Casey et al., 1999).

Albuminy jsou neutrální bílkoviny, jsou dobře rozpustné ve vodě, jsou vysolovány ze svých vodných roztoků za pomoci síranu amonného při nasycení větším než 60 %, za teploty 75°C nevratně koagulují. V tomto typu bílkovinné frakce je řazen krom jiných bílkovin např. legumin hrachu (Velíšek, 2002).

Tab. 1 - Průměrné složení semen hrachu (%)(Prugar et al., 2008)

Složka	Hrách
Voda	10,4
Energie*	346
Bílkoviny	24,5
Tuk	1,0
Sacharidy	62,1
Vláknina**	6,3
Popel	2,5

\*Kcal/100g, 1 kcal = 4,185 kJ, \*\* vláknina stanovená metodou s detergentem

Hrách setý (*Pisum sativum* L.) je z výživového hlediska velmi hodnotnou potravinou, bílkoviny v něm obsažené se svojí kvalitou řadí hned za bílkoviny živočišného původu. Velkou předností bílkovin hrachu je, že jejich příjem není spojován s příjmem nasycených tuků, jako tomu je u bílkovin živočišného původu. Hrách obsahuje značné množství vitamínů (viz. tabulka č. 2), aminokyselin (viz. tabulka č. 3) a minerálních látek (viz tabulka č. 4), které v kombinaci s bílkovinami obilovin poskytují bílkovinu, která je naprosto plnohodnotná (Prugar et al., 2008).

Tab. 2 – Průměrný obsah vitamínů v semenech luštěnin (mg/100g) (Prugar et al., 2008)

Vitamín	Hrách
Thiamin	0,8
Riboflavin	0,3
Niacin	2,7
Vitamin B6	0,2
Folacin	0,3
Panhotenová kyselina	1,7
Beta - karoten	90,8

Tab. 3 – Obsah aminokyselin v semenech hrachu (v g vztaheno na 16 g N) (Velíšek, 2002)

Aminokyselina	Hrách
Alanin	4,1
Arginin	9,5
Cystein	1,1
Glycin	4,0
Histidin	2,3
Isoleucin	4,3
Leucin	6,8
Lysin	7,5
Methionin	0,9
Prolin	3,9
Serin	4,3
Treonin	4,1
Tryptofan	1,4
Tyrosin	2,7
Valin	4,7
Fenylalanin	4,6

Tab. 4 – Obsah minerálních látek a stopových prvků v semenech luštěnin (mg/100g)  
(Prugar et al., 2008)

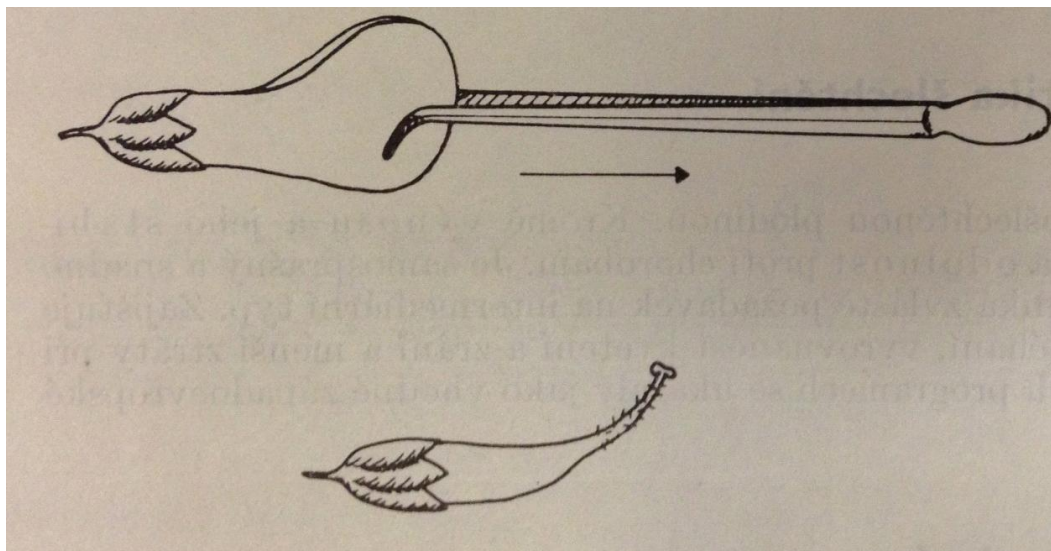
Ml a stop. prvky	Hrách
Fosfor	348,4
Draslík	991,9
Sodík	24,0
Vápník	38,3
Hořčík	135,6
Zinek	2,9
Mangan	1,1
Měď	0,8
Železo	5,2

### **3.3 Šlechtění hrachu v České republice**

Hrách je značně prošlechtěná plodina. Mimo stabilitu výnosu se sleduje i ranost a odolnost proti chorobám. Značného prošlechtění lze dosáhnout díky snadnému křížení (Rod et al., 1982). Informace o kombinačních schopnostech genů, dědičnosti a znacích ovlivňujících kvalitu výnosu, mohou pomoci šlechtitelům vybrat vhodné rodiče a navrhnout vhodnou strategii šlechtění (Kumari et al., 2015). Ideotypem je požadavek na intermediární formy, které jsou odolnější vůči polehání, vyrovnaně kvetou a zrají a mají menší ztráty během sklizně. V hybridizačních programech se jako nejvhodnější ukázaly západoevropské odrůdy, které jsou tak vhodné jako genetické zdroje společně s nově tvořenými mutantními formami (Rod et al., 1982). Od odrůd hrachu (*Pisum sativum* L.) je očekávání požadovaných kvalit podmíněno pokud možno co největším počtem inkorporovaných genů rezistence proti více patogenům najednou. Odrůdy s redukovanou listovou plochou, nemají problémy s poléhavostí a zajišťují vysoký biologický potenciál. Pěstování moderních typů odrůd je komplikováno zvýšenou citlivostí na padlí (*Erysiphe pisi*), rzi (*Uromyces pisi*), nekrogenní houby, které napadají kořeny a krčky (*Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* f. sp. *pisi*), oomycety (*Pythium ultimum*) a kořenomorku (*Rhizoctonia solani*). Vážné škody na kvalitě produkce mohou způsobit i virové choroby, proto je jedinou možnou ochranou šlechtění na rezistenci (Houba et al.,

2009). Šlechtěním lze měnit typ rostliny - pevnější osa a zkrácené internodie, redukována listová plocha, změny v obsahu bílkovin, zvýšený podíl aminokyselin, zkrácená vegetační doba, odolnost proti chorobám a teplotním extrémům či zvýšená plodnost.

Obrázek 3 - Kastrace hrachu sejmutím koruny květu (Rod et al., 1982)



Výchozí materiál pro křížení volíme s ohledem k lokalizaci daného genu. Křížení lze usnadnit obnažením čnělky a blizny sejmutím koruny (viz. obrázek 3). Hodí se hlavně při nižší teplotě a vlhčích ročních či polohách. Omezí se také poranění čnělky. Mutace se indukují fyzikálními mutageny. Zajímavé mutace získal už Gottschalk (1960), a to rané, pylově sterilní a odolné proti chorobám. Výběr materiálu pro křížení odpovídá schématům pro samosprašné jednoleté rostliny, tzn. individuální selekce s kontrolou potomstva (Rod et al., 1982). Ve šlechtění je třeba překonávat korelaci mezi vysokým obsahem dusíkatých látek, nižším výnosem a horším zdravotním stavem. Dalšími nedostatky může být nižší obsah N-látek a vyšší obsah antinutričních látek TIA. Tyto bariéry mohou být prolomeny tvorbou moderních odrůd, kvalitními genetickými zdroji rezistence a novými metodami testování. U hrachu, který je určen pro potravinářské účely je cíl zvyšovat příznivé složky, např. obsah resistantního škrobu, vitamínů, karotenoidů či polyfenolů. Pro nepotravinářské účely je perspektivní šlechtění na vyšší obsah škrobu s vyšším podílem amyulózy (Houba et al., 2009).

Obrázek 4 – Nasazení lusků slibující dobrý výnos (Houba et al., 2009)



Výnos se posuzuje objektivně až v F3 – F4 generaci. Vhodný ukazatel je počet plodných článků, u raných typů to bývá 7. až 10. článek. Délka článků i osy je u nízkých až intermediárních typů podmíněna recesivně. Odrůdovým znakem je počet lusků v hroznu, stejně jako počet semen v lusku. Velikost semene je dána 4 kumulativními geny. Jeho jakost je dána obsahem živin, barvou, a stolní hodnotou. Dá se posoudit po ustálení barvy, což u zelenosemenných může být již v F2 generaci. Odolnost proti chorobám nabývá stále více na významu. Umělé provokace chorob jsou prováděny v F3 generaci. Odolnost spočívá ve zvýšení počtu dominantních genů. Adaptivní povahu lze pozorovat u výraznější odolnosti hrachu s barevnými semeny. Intenzivnější infekci brání silnější osemení. Odolnost proti padlí je podmíněna recesivně. Odolnost linií je možné popřípadě izolovat i v rámci odrůdy. Jedním ze šlechtitelských cílů u hrachu setého pěstovaného na semeno je odolnost proti houbovým chorobám podle klasifikace FAO stupně 9, také nepoléhavost, stálost barvy semen 8 – 9 a jakost semene 9. Požadovaný obsah bílkovin je nejméně 23 % a příznivý obsah treoninu. Semeno by mělo být kulovitého tvaru s hmotností

tisíce semen HTS 280 – 320 g. Velmi odlišné a specifické jsou úlohy pro potravinářský (obzvláště konzervářský) průmysl. Požadována je jemnost lusků s vyrovnaným vývojem semene, aby bylo dosaženo vyrovnané zralosti. Pro průběžné dlouhodobé zásobení potravinářského průmyslu je požadována odstupňovaná délka vegetační doby odrůd. Nejnovějšímu šlechtění hrachu na zrno odpovídají hlavně vysoké, nízké a intermediární typy z čehož intermediární převládají (Rod et al., 1982).

### **3.4 Odrůdy**

V roce 2014 je v České republice registrováno a zapsáno ve Státní odrůdové knize 38 odrůd hrachu, k roku 2014 byly také registrovány 2 novinky polního hrachu uvedené na konci kapitoly (MZe, 2014). V katalogu Evropské unie je v současnosti uvedeno přes 400 odrůd (Houba et al., 2009). Hrách setý (*Pisum sativum* L.) je pěstován obzvláště pro získání zralých semen k potravinářským účelům a ke krmení. Vysoké odrůdy s drobnými semeny se pěstují ve směskách na zelenou hmotu. Díky délce stonku rozlišujeme odrůdy vysokého typu (vzrůstné, nebo univerzální). Dále odrůdy nízkého typu, nebo zrnového typu a odrůdy intermediárního typu. Odrůdy mohou obsahovat hrachy žlutozrné, nebo zelenozrné, dále velkozrné, drobnozrné a se středně velkým zrnem. Dlouhodobým cílem je získat odrůdu odolnou proti houbovým chorobám, proti ascochytozám a tzv. kořenové spále, kterou způsobuje komplex houbových patogenů, dále získat odrůdu, která by byla nepoléhavá, s HTS 280-320 g, výborné kvality, která by poskytla nejméně o 15 % lepší výnosy než nejvýkonnější odrůdy let minulých (Špaldon et al., 1982).

#### **Odrůdy pro doporučený seznam odrůd (SDO):**

Za názvem je uvedený rok registrace a základní charakteristika.

- Zekon (1999): udržovatelem je Selgen a.s., zelenozrná, středně raná a nejpěstovanější odrůda v České republice, zaujímá 24 % ploch, je preferována pro potravinářský průmysl, semeno je kulovité a odrůda se vyznačuje dobrým zdravotním stavem.
- Gotik (1999): udržovatelem je Selgen a.s., žlutozrná, středně raná a výnosná odrůda, má velmi dobrý zdravotní stav a je odolná ke komplexu kořenových chorob a je vhodná do siláží.



- Herold (2002): udržovatelem je Selgen a.s., žlutozrná, polopozdní odrůda s dobrým výnosem, je u ní absence pěstitelských rizik, má uspokojivý zdravotní stav a je vhodná do siláží.
- Sponsor (2002): udržovatelem je Oseva Uni a.s., žlutozrná, středně raná odrůda s vejčítým semenem, je středně odolná proti napadení padlím a šedou plísní, méně odolná ke komplexu kořenových chorob.
- Hardy (2003): udržovatelem je Selgen a.s., žlutozrná, středně raná odrůda, je to jedna z nejrozšířenějších odrůd v Evropě, značí se vysokým výnosem, je citlivější k suchu, středně odolná ke komplexu kořenových chorob a antraknózám, má dobré technologické vlastnosti.
- Baryton (2004): udržovatelem je Saaten-Union CZ, s.r.o., žlutozrná, středně raná odrůda s vejčítým semenem, má vysoký výnos, je středně odolná k poléhání a k napadení plísněmi, strupovitostí, kořenovými chorobami, virózou a padlím.
- Terno (2004): udržovatelem je Selgen a.s., žlutozrná, středně raná odrůda, v České republice zaujímá přes 17 % ploch, je registrovaná i v jiných zemích, má vysoký výnos, velmi dobrý zdravotní stav a vysoký vzrůst, nepoléhá a je vhodná do siláží.
- Madonna (2004): udržovatelem je Saaten-Union s.r.o., žlutozrná, středně raná odrůda s rychlým počátečním růstem, středně odolná k poléhání, napadení strupovitostí, padlím, virózám, je méně odolná k napadení plísněmi a komplexu kořenových chorob.
- Tudor (2005): udržovatelem je Limagrin s.r.o., žlutozrná, pozdní odrůda s velmi dobrým zdravotním stavem, je rezistentní k padlí a má středně vysoký obsah dusíkatých látek.
- Concorde (2005): udržovatelem je Saaten-Union CZ s.r.o., žlutozrná, středně raná odrůda s rychlým počátečním růstem, má vysoké výnosy a je středně odolná proti chorobám, semeno má kosočtverečný tvar.

- Prophet (2007): udržovatelem je Limagrin s.r.o., zelenozrnná, středně raná odrůda s kulovitým semenem, má vysoké výnosy, středně odolná k chorobám, menší odolnost k poléhání (Houba et al., 2009).

### **Odborné novinky odrůd za rok 2014:**

V roce 2014 byly registrovány 2 novinky hrachu a to francouzská odrůda Astronaute, která je zastoupena v České republice společností Saaten – Union CZ s.r.o. a také česká odrůda Impuls z šlechtitelské společnosti Selgen a.s.

- Astronaute je poloraná odrůda typu semi-leafless. Má rychlý počáteční růst. Rostliny jsou středně vysoké, má bílou barvu květu a žluté semeno s válcovitým tvarem. Hmotnost tisíce semen je středně vysoká, barevná vyrovnanost semen je vysoká. Je středně odolná proti poléhání před sklizní a méně odolná proti napadení plísní hrachu, středně odolná proti napadení plísní šedou a méně odolná proti napadení padlím hrachu, proti napadení komplexem kořenových chorob má střední odolnost. Má velký výnos semene. Středně vysoký obsah dusíkatých látek, výnos dusíkatých látek je vysoký, obsah škrobu je středně vysoký a aktivita trypsin-inhibitoru je nízká.
- Impuls je středně ranou odrůdou typu semi-leafless. Má rychlý počáteční růst a rostliny jsou středně vysoké až vysoké. Má bílou barvu květu a zelené semeno válcovitého tvaru. Hmotnost tisíce semen je středně vysoká až vysoká, barevná vyrovnanost semen je vysoká. Středně až méně odolná proti poléhání před sklizní. Středně odolná proti napadení hnědou skvrnitostí hrachu. Středně až méně odolná proti napadení plísní hrachu, středně odolná proti napadení plísní šedou, středně až méně odolná proti napadení padlím hrachu a středně odolná proti napadení komplexem kořenových chorob. Výnos semene je středně vysoký. Obsah dusíkatých látek středně vysoký, výnos dusíkatých látek středně vysoký až vysoký, aktivita trypsin-inhibitoru je nízká (MZe, 2014).

### **3.5 Význam a možnosti využití hrachu**

Hrách je jedním z druhů luskovin, které mají pomoci řešit bílkovinný problém a z pěstitelského hlediska je nejvýnosnější luskovinou (Schmidt, 1978). Z hlediska jednotlivě využívaných luskovin je hrách díky mnohostrannosti využití v evropských podmínkách jednou z nejdůležitějších luskovin. Už jen fakt, že je hrách schopen asimilace vzdušného dusíku prostřednictvím symbiózy s hlízkovými bakteriemi, se řadí mezi plodiny do značné míry nezávislé na výživě tímto prvkem (Škarpa, 2014). Výměra hrachu setého v České republice představuje asi  $\frac{3}{4}$  celkové výměry luskovin na zrno (Prugar et al., 2008). I když je v ČR hrách jednou z hlavních luskovin, jeho rozšíření je z celkového měřítka slabé, zhruba 1% orné půdy (viz. tabulka č. 5). Hrách je pěstován hlavně jako zrnina. Semena mají asi 2x vyšší obsah bílkovin než obiloviny. Vynikají skladbou aminokyselin, obsahem vitamínů a minerálních látek. Přes tyto parametry je využití v lidské výživě relativně nízké, zhruba 10 %. Nejvíce je využíván jako krmivo, ale i v této oblasti by se dal označit za nedoceněný přes mnohé vynikající vlastnosti. Jako krmivo se uplatňuje i ve formě zelené hmoty, jako siláž čisté kultury, nejlépe ve směskách s obilninami (Houba a kol., 2009). Hlavní předností hrachu je předplodinová hodnota s převodem do půdy, fyto-sanitární účinky, které spočívají zejména ve snižování výskytu černání pat stébel a schopnostech poutat vzdušný dusík, kterého zanechává 40 až 60 kg na hektar pro následující plodinu (Moudrý et al., 2011). Výborná meliorační schopnost ve zlepšování fyzikálního stavu půdy i schopnosti vázat další makro- a mikroprvky k výživě rostlin. Hrách má pozitivní vliv na úrodnost půd a vyváženost v komplexu osevních sledů. Významně přerušuje jednostranné čerpání živin a udržuje půdní mikroflóru. Tlumí šíření škodlivých organismů u nejvíce pěstovaných plodin, jako jsou řepka, obilniny aj. Díky těmto přednostem se snižuje potřeba chemických zásahů v následných kulturách. Je prokázáno, že vliv na zvýšení výnosu u následné kultury je až 20 %, se sníženou potřebou hnojení. Např. u průměrného výnosu obilnin pěstovaných po hrachu je prokázáno zvýšení až o 1 tunu. Obsah bílkovin, aminokyselin a ostatních látek uvedených v kapitole chemického složení se hrách blíží k masu a má variabilní využití v potravinářském průmyslu (mouka, předvařený hrách, polévky, kaše, pyrė, substance do hotových výrobků apod.), ve výživě zvířat se používá ve formě šrotu a příměsí suchých semen, také jako zelené krmení, senáž a siláž. Využívá se k výrobě škrobu, ve farmaceutickém průmyslu i jiných speciálních

oblastech (Houba et al., 2009). Hrách setý je také nutričně zajímavý pro svůj nízký glykemický index. V nepotravinářském průmyslu se dokonce používá k výrobě biodegradabilních plastů. U výživy je ceněna hlavně jeho chuť (která není hořká) a výjimečné kulinářské vlastnosti, díky kterým je vyhledáván nejen v České republice, ale např. i v Nizozemsku. Ve velké míře je u hrachu sledován i obsah nutričně aktivních faktorů, které se pohybují okolo 3 až 5 jednotek inhibitorů trypsinu na miligram sušiny. Tato hodnota není nikterak nebezpečná a pohybuje se na rozmezí průměrných hodnot odrůd ze seznamu doporučených odrůd hrachu (SDO). Vaření, nebo jiná hydrotermická úprava jejich účinek podstatně eliminuje (Moudrý et al., 2011).

### **3.6 Požadavky na prostředí**

Z hlediska reakce odrůd na klimatické a půdní podmínky lze pěstování a zkoušení hrachu rozdělit do oblastí podle požadavků na prostředí (Horáková, 2013). I když jsou odrůdy hrachu v dnešní době poměrně plastické a přizpůsobivé, je třeba dodržovat pravidla požadavků na prostředí pro dosažení optimálních výsledků (Houba et al., 2009). Na optimálním výnosu se podílejí stanovištní podmínky. Důvodem případného neúspěchu v pěstování bývá, že je hrách pěstován za každou cenu i v nepříznivých podmínkách. Vhodné jsou mírné polohy se středními, dobře rozdělenými srážkami, což jsou podmínky tzv. řepařské a obilnářské výrobní oblasti (Moudrý et al., 2011). Vhodné je zařadit hrách do třetí trati po plodině, která byla hnojena organickým hnojivem. Sám za sebou může být pěstován po čtyřech, nejlépe až šesti letech z důvodu možného výskytu výnosové deprese neboli únavy půdy. Pokaždé je nutno respektovat správnou agrotechniku. Rozdíl je zejména u forem listových a úponkových. Listové formy jsou více náchylné k polehání a vyžadují dobře urovnaný povrch půdy po setí. Úponkové odrůdy později zastiňují povrch, proto je zapotřebí dbát na ochranu proti plevelům. Tyto odrůdy také více trpí přísuškem na sléhavých půdách (Houba et al., 2009).

#### **Teplota**

Semena hrachu začínají klíčit již při teplotě 1-3°C, optimální růstová teplota je 30°C, přičemž maximální je 35°C (Špaldon et al., 1982). Hrách je značně odolný proti jarním mrazíkům a je poškozován až při -4 až -6°C. Pro maximální růst hrachu v noci byly nejvhodnější teploty 10 až 12°C. Jako rozhodující se jeví především

teploty, které jsou dosaženy v počátečním období a ve fázi kvetení a tvorby semen, když nejsou vysoké teploty příliš příznivé (Lahola et al., 1990).

### **Vláša**

Hrách má na vláhu velké nároky, největší spotřeba vody je v době kvetení a po odkvětu. Nedostatky vody v první části vegetace vyvolávají nízký vzrůst rostlin, nedostatek vláhy v době kvetení a po něm má za následek malé nasazení lusků. Opakem je nadbytek vláhy kdy rostliny prodlužují vegetaci, poléhají a nenasazují požadované množství lusků a semen. Hrách nesnáší dobře dlouhá sucha, avšak ani přebytek vláhy (Špaldon et al., 1982). Požadavky hrachu na vláhu jsou v některých vývojových fázích větší než u obilovin. Už při nabobtnání a klíčení je zapotřebí množství vláhy, rovnající se 100 – 105 % hmotnosti semene. Kritické období v požadavcích na vláhu je začátek tvorby generativních orgánů (Lahola et al., 1990).

### **Půda**

Nejlépe se daří hrachu na půdách hlinitých, hlinitopísčitých a písčitohlinitých. Kvůli efektivní funkci rhizobií, která má významný vliv na dosažený výnos hrachu i následné plodiny, je potřeba zajistit neutrální nebo mírně kyselou reakci půdy, ideální pH se pohybuje v rozmezí 6,2-7. Hrách setý (*Pisum sativum* L.) na rozdíl od jiných druhů luskovin, snese i přímé vápnění. Z toho vyplývá, že příliš těžké a kyselé půdy, nebo naopak půdy lehké, případně šterkovité, jsou naprosto nevhodné. Pro nižší ztráty během sklizně je zapotřebí, aby byl pozemek urovnaný, nezaplevelený a nebyl kamenitý. Mezi nevyhovující pozemky patří i ty, které mají utuženou podorniční vrstvu, kde se vyskytuje větší množství krčkových chorob (Moudrý et al., 2011). U vzrůstnějších odrůd je lepší se vyvarovat půd bohatých na humus a přehnojených dusíkem, ale pro dobrý růst je ho potřeba optimální množství. Půdní dusík je účinný hlavně během první poloviny vegetace, kdy se tvoří vegetativní orgány, zatímco vzdušný dusík má větší význam, tím dříve, čím je zásoba půdního dusíku nižší. Vzdušný dusík má totiž větší význam pro výnos semen. K dosažení maximální úrody je zapotřebí obou forem v určitém časovém sledu a poměru. Fixace vzdušného dusíku je příznivě ovlivněna molybdenem, který má za následek zvýšení obsahu dusíku v semenech a také se v nich sám ukládá. Půdní kyselost a její špatný

vliv na výnos lze do určité míry eliminovat zvýšeným hnojením dusíkem (Špaldon et al., 1982). Hrachu prospívají půdy s dostatečnou zásobou vápníku a fosforu (Lahola et al., 1990). Fosfor ve spolupráci s vápníkem podporují tvorbu květů a průběh opylování, příznivě ovlivňují výnos lusků a zkracují období od kvetení do zrání a zvyšují odolnost rostlin vůči chorobám. Vápník umožňuje lepší využití živin v rostlině. Důležitá je i přítomnost mikroelementů v půdě jako jsou molybden, bór, mangan a jiné (Špaldon et al., 1982).

### **3.7 Agrotechnika**

#### **Zařazení v osevním postupu**

Hrách setý je luskovinou nenáročnou na předplodinu, většinou je řazen jako přerušovač a výborná předplodina mezi dvě obilniny. Je citlivý na starou půdní sílu, mikrobiální činnost půdy atd. Lze ho řadit nejvýše do třetí tratě po hnojených okopaninách, během setí v delším časovém odstupu po hnojených okopaninách je nutno předpokládat, že bude nižší výnosová jistota. Na tentýž pozemek je možno jej zařadit nejdříve po čtyřech letech. Při jeho větším plošném zastoupení v osevním sledu je lepší z fytopatologického hlediska střídání v devítiletém cyklu (Moudrý et al., 2011). Hrách má nesporné kvality ve zlepšování vlivu na vlastnosti půdy, takže už jen z tohoto důvodu je logicky výhodné hrách v osevním postupu využít. Významným hlediskem při volbě pozemku je množství zaplevelení, pozemky zaplevelené víceletými plevelely jsou pro zařazení hrachu zcela nevhodné (Špaldon et al., 1982). Hrách setý (*Pisum sativum* L.) se v osevních postupech také osvědčil jako součást luskovinoobilní směsky na zelené krmení a zelené hnojení. Pěstuje se v luskovinoobilných směskách na zrno, je součástí krmných dávek především pro prasata, ale i drůbež a skot. Převládá-li však hrách společně s luskovinami v osevním postupu, chybí humusotvorný účinek jetelovin, což může vyústit v problémy s vytrvalými plevelely jako je pcháč. Podíl leguminóz v osevním postupu i zastoupení jetelovin a luskovin určuje typ podniku. Tento podíl by se neměl dostat pod 25 %. Hrách se obecně zařazuje po zhoršujících předplodinách, které odčerpávají z půdy větší množství živin bez protidodávky, nebo před plodinami, které mají vysoké požadavky na živiny (Konvalina, 2007).

Tab. 5 – Vhodnost hrachu setého jako předplodiny pro hlavní polní plodiny (Konvalina, 2007).

Následná plodina	Předplodina – Hrách setý
Pšenice ozimá	9
Žito seté	9
Ječmen ozimý	9
Ječmen jarní	7
Kukuřice na zrno	9
Hrách setý	0
Bob	7
Cukrovka	8
Brambory	8
Řepa	9
Mák	8
Slunečnice	6
Len	0
Vojtěška	1
Jetel luční	1

legenda: 0 nevhodná předplodina, 1-9 stoupající vhodnost předplodiny

### **Výživa a hnojení**

Neuspokojivý výnos je často důsledkem extenzivního přístupu k pěstování plodiny. Hrách sice dokáže vcelku dobře využívat živiny ze staré půdní síly, ale jejich nedostatek způsobený dlouhodobější absencí hnojení nahradit nedokáže (Moudrý et al., 2011). Traduje se, že hrách nevyžaduje hnojení, v určité míře by to mohlo platit, avšak jenom u dusíku v tom smyslu, že při vysoké hladině dusíku v půdě se snižuje aktivita hlízkových bakterií, což má za následek omezení příjmu dusíku ze vzduchu. Na pozemcích s velkým obsahem dusíku v půdě není proto nutné používat ani tzv. startovací dávku, pouze zcela výjimečně do 20 kg N/ha ledku

vápenatého, jinak je aplikace startovací dávky doporučena. Fosfor s draslíkem je ale žádoucí aplikovat a to během přípravy půdy, což znamená na podzim během orby v dávce asi 50 kg fosforu a 70 kg draslíku v závislosti na stavu půdy, zjištěného rozbořem. Důležitá je také půdní reakce, neoptimálnější rozmezí je mezi 6,2 – 7,0 pH. Je-li hodnota nižší než uvedená spodní hodnota, je zapotřebí na podzim vápnit, cca 2t/ha vápence. Hodnota příznivého pH je velmi důležitá i pro pozitivní činnost hlízkových bakterií (Houba et al., 2009). Vliv exogenního vápníku na činnost hlízkových bakterií je studována na příčných řezech v kořenové soustavě (Glyanko et al., 2014). Je třeba si dávat pozor na hnojení fosforem, které nesmí být společné. Na půdě, kde nebyl hrách pěstován delší dobu, je zapotřebí provedení bakterizace, což je očkování osiva přípravkem obsahujícím rhizobium (např. Rhizobin), což ovšem nelze kombinovat s mořením (Houba et al., 2009). Méně vhodné podmínky pro rozvoj rhizobií jsou na chudých, promyvných půdách (kyselé, nevyvápněné, biologicky málo činné půdy), stejně jako v aridních podmínkách a v zasolených půdách. Je třeba si uvědomit, že vyšší dávky dusíku prodlužují kvetení a vegetační dobu hrachu, ztěžují také převod živin do semen a dozrávání, snižují odolnost proti poléhání a chorobám. Dělené dávky a přihnojování dusíkem v průběhu vegetace se u hrachu neosvědčilo (Lahola et al., 1990). Na takto chudých půdách přichází v úvahu dávka 50 až 60 kg dusíku na hektar. Na úrodných a pravidelně hnojených půdách lze akceptovat dávku 20 až 40 kg dusíku na hektar. Citlivost na zaorání slámy je mnohem menší než u jiných druhů, bylo potvrzeno, že hrách fixuje mnohem více dusíku ze vzduchu v půdě, kde je zaoraná sláma (Moudrý et al., 2011).

### **Zpracování a příprava půdy před setím**

Základem přípravy půdy před setím je zabezpečení podmínek nejen pro optimální růst a vývoj hrachu, ale má vliv i na sklizňové ztráty. Po předplodině, nejčastěji obilovinách, je třeba provést ošetřenou podmítku. Na podzim je nejvhodnější hluboká orba do plné hloubky ornice. Předset'ová příprava musí vytvářet příznivé podmínky pro výsev a vzházení rostlin, což zahrnuje včasné smykování, vláčení s dokonalým urovnáním pozemků (brány, kombinátor). Po menším časovém odstupu se půda zkyprí do hloubky setí, tj. 60-80 mm. Tuto uvedenou hodnotu je velmi důležité dodržovat, kvůli optimálnímu zapravení semen při následném výsevu. Je zde možnost uplatnit i systémy zjednodušeného zpracování půdy, které sloučí některé z uvedených zákroků do menšího počtu operací, důležitá



skutečnost však zůstává v podstatě zachování stanovené hloubky předseťového kypření (Moudrý et al., 2011). Zarovnění pozemku je podmínka dobré práce sklizňových strojů, základní a předseťová příprava rozhoduje o výši sklizňových ztrát (Lahola et al., 1990). Jedním z hlavních cílů předseťové přípravy půdy na jaře je také vytvoření seťového lůžka v optimální hloubce, šetření půdní vláhou a redukce plevelů (Šroller et al., 1997). Snahou by mělo být minimální porušení povrchové vrstvy půdy s cílem podpořit rychlé klíčení a plynulé vzcházení (Houba et al., 2009). Hrách má poměrně značně rozvětvenou kořenovou soustavu, a proto mu vyhovuje orba do hloubky 0,25-0,28 m a na mělkých půdách do plné hloubky ornice (Špaldon et al., 1982).

### **Seť**

### **Osivo**

Prvořadá podmínka pro založení produktivního porostu je kvalitní osivo, které se vyznačuje vysokou klíčivostí a vitalitou. Klíčivost osiva se často pohybuje až na hranici 75-80 %. Výsev takového osiva znamená zvyšování hmotnosti výsevku, což může zvýšit náklady (Šroller et al., 1997). Zajištění špičkové produkce lze dosáhnout používáním úředně certifikovaných osiv, popř. ekologických osiv, kde je záruka odrůdové pravosti a deklarovaných osivových hodnot.

Tab. 6 – Požadavky na vlastnosti osiva hrachu (Anonym, 2012)

Druh	Kategorie	Klíčivost			Čistota nejméně <sup>25</sup>	Nejvyšší dovolený výskyt jiných druhů									Hmotnost vzorku pro zkoušku podle sloupce 14	Další požadavky		
		Vlhkost nejvýše <sup>26</sup>	Klíčivost nejméně <sup>27</sup>	Tvrdá semena <sup>19</sup>		vztaženo na hmotnost základního vzorku	ve vzorku podle sloupce 15				celkem	v množ. dle sloupce 7	odlišné od sloupce 8 nebo 10					
							jediného druhu	komonice	jediného druhu	komonice			oves hluchý, oves jalový	odlišné od sloupce 8 nebo 10			menšího a většího	kokořice
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Hrách polní (včetně pelušky)	SE,E	16,0	80	-	98,0	0,3	-	-	20	0	0	2	0	1000	22			
	C					0,5	0,3	0,3	-	-		5						

19 – Tvrdá semena se připočítávají ke klíčivým v maximálním množství dle sloupce 5

22 – Mezní výskyty škodlivých organismů uvádí tabulka 5.3.

25 - Osivo svým vzhledem musí odpovídat čistému osivu

26 – Vlhkost nejvýše 18% pro osivo určené k výsevu v roce sklizně, popřípadě v roce bezprostředně následujícím po roce sklizně

27 – Všechna svěží nevyklíčená zdravá semena, která nevyklíčí po předchozím ošetření, se považují za semena, která vyklíčila

Bezproblémovou vzházivost porostu zajišťuje mořené osivo (Moudrý et al., 2011). Při množení osiv je moření povinné při nadlimitním výskytu spor chorob sledovaných vyhláškou. Svépomocné moření se nedoporučuje, jelikož profesionální firmy jsou lépe technicky vybaveny. V ekologickém zemědělství se moření nepoužívá (Houba et al., 2009). Kromě moření a čištění osiva hrachu je velice efektivní i třídění, kdy se oddělí malá nezralá semena, ale také zvláště velká semena. Z vytríděných semen vzejdou vyrovnané, dobře vyvinuté a zdravé rostliny. Očkování

osiva, nebo půdy je vhodné tam kde se hrách po delší dobu nepěstoval (Špaldon et al., 1982).

Tab. 7 – Požadavky na vlastnosti osiva luskovin; mezní hodnoty výskytu škodlivých organismů (Anonym, 2012)

Plodina	Škodlivý organismus	Kategorie	Normovaná hodnota <sup>37</sup>	Hraniční hodnota <sup>38</sup>
Hrách polní (včetně pelušky)	Ascochyta spp.	SE, E	3 %	10 %
		C	7 %	15 %
	Fusarium spp.	SE, E, C	7 %	20 %

37 – Je-li výskyt škodlivých organismů vyšší než normovaná hodnota, lze osivo uzнат pouze pod podmínkou účinného namoření.

38- Jestliže výskyt škodlivých organismů přesáhne hraniční hodnotu, nesmí být zkoušená partie použita jako osivo.

### Výsevек

Optimální hloubka setí může být kritickým místem celkového úspěchu pěstování hrachu. Optimální hloubkou setí je zajištěn dostatek vláhy pro klíčení a stejnoměrnost vzcházení (Moudrý et al., 2011). Hloubka setí závisí na vlastnostech půdy, čím je půda lehčí, tím je hloubka větší, optimální hloubka setí je 4 až 6 cm. Mělké setí může způsobit ztráty nejen poškozením ptactvem, ale i poškozením herbicidy během preemergentního ošetření nebo i přísuškem v době klíčení a vzcházení. Obvykle jsou řádky široké 12,5 cm (100 – 200 mm), široké řádky jsou vhodné u množitelských porostů (Houba et al., 2009). Na pozemcích s vhodnou šířkou řádků bylo také zaznamenáno nižší množství chorob, než na pozemcích s úzkými řádky, což značí důležitost tohoto agrotechnického opatření (Singh et al., 2014). Počet jedinců na 1 ha by měl být 1,0 až 1,1 milionu klíčivých semen, což odpovídá výsevku 260 až 340 kg/ha v závislosti na hmotnosti tisíce semen a klíčivosti.

Minimální počet vzešlých rostlin na metr čtverečný by měl být 65, optimálně kolem 80, u typů s redukovanou listovou plochou asi 75 – 90 (Houba et al., 2009).

Přesný výsevek se vypočte následujícím způsobem:

$$Q = \frac{\mathbf{MKS \times HTS \times 10\ 000 \text{ nebo HMKS \times 10\ 000}}{\mathbf{K \times \check{C}}}$$

- Q ..... skutečný výsevek v kg/ha  
MKS ..... doporučený výsevek v milionech klíčivých semen  
(tento údaj uvádí jako doporučení majitel odrůdy)  
HTS, HMKS..... hmotnost 1000 zrn v g nebo hmotnost milionu  
klíčivých zrn v kg (tento údaj lze získat z Uznávacího  
listu certifikovaného osiva)  
K ..... skutečná klíčivost v % (tento údaj lze získat  
z Uznávacího listu certifikovaného osiva)  
Č ..... čistota osiva v % (tento údaj lze získat z Uznávacího  
listu certifikovaného osiva)

Obrázek 5 - Uznávací list na osivo (Trio-D spol. s.r.o)



**Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský**

Hroznová 2, 656 06 Brno

Odbor osiva a sadby, Za Opravnou 4, 150 06 Praha 5

Oddělení OS Brno, Hroznová 2, 656 06 Brno. Tel.: 543 348 346

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský vydává podle ustanovení § 4 odst. 8 a § 6 odst. 5 zákona č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a změně některých zákonů (zákon o oběhu osiva a sadby), ve znění pozdějších předpisů.

**UZNÁVACÍ LIST č. 6-03926/U/4**

na  
**OSIVO**

**Druh:** hrách polní **Odrůda:** Salamanca  
**Kategorie, generace** Základní rozmnožovací materiál E  
**číslo partie:** 4-0022-52617/01 **rok sklizně** 2014

**Dodavatel** Oseva Agri Chrudim, a.s.  
**(označení a sídlo, příp. místo podnikání)** Kočí 159, 53861 Kočí  
47452471

Číslo uznávacího listu množitelského porostu: 5-0022-52617/U/4

**Hmotnost partie** 30 060,00 kg **Počet a druh balení** 18 (bedny)  
**Číslo návěsek** 32135765-32135782  
**Způsob úpravy:** nemořeno

Datum vzorkování	Datum přijetí vzorku	Datum ukončení zkoušek	Datum vydání uznávacího listu
8. 12. 2014	11. 12. 2014	19. 12. 2014	19. 12. 2014

**Výsledky zkoušek:**

Zkouška čistoty			Počet dnů	Zkouška klíčovosti				Vlhkost %
%				%				
Čistota	Neškodné nečistoty	Semena jiných rostl. druhů		Klíčovost		Čerstvá nevyklíčená semena	Vadné klíčky	
				Normální klíčky	Tvrdá semena			
99,9	0,1	0,0	7	95		0	5	0
				95	0			

Složení neškodných nečistot: zlomky semen, organické nečistoty, hrudky zeminy

**Jiné rostlinné druhy** v 1004 g: normované jiné rostlinné druhy 0 ks

**Úplná zkouška**

**Zdravotní stav osiva** zrnokaz 0 ks

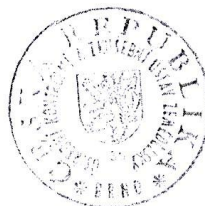
**Další stanovení** HMKS 274,0 kg

Podmínky zkoušky klíčovosti : ve FP, 20°C, PO 0

**Posudek:** Osivo má ke dni uznání vlastnosti podle § 6 odst. 3 zákona č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů (zákon o oběhu osiva a sadby), ve znění pozdějších předpisů.

Osivo smí být uvedeno do oběhu pouze mořené.

Za správnost:  
Lenka Vítková



Ing. Jaroslav Schenk  
vedoucí oddělení

## **Termín setí**

Hrách vyséváme obvykle v prvním týdnu jarních prací, jelikož porosty, které jsou brzo seté, poskytují nejvyšší a méně kolísavé výnosy semen, jsou méně poškozovány škodlivými činiteli a mají delší vegetační období. Opožděné setí se může projevit zkrácením vegetace a záporným působením velkých teplot. O tři týdny opožděné setí může snížit výnos semen až o 20-25 % (Špaldon et al., 1982). Hrách snáší jarní mrazíky (až -6 °C) a nízké teploty v době vzcházení podporují růst kořenové soustavy a je zde i předpoklad lepšího zdravotního stavu (Moudrý et al., 2011). Nízké teploty také podporují vytvoření velké listové plochy v době vzcházení na spodních internodiích, což má pozitivní vliv i na výnos. Stejně jako je nežádoucí opožděné setí, tak i příliš včasné setí může mít negativní vliv. Příčinou může být špatné vzcházení hrachu, který sice klíčí již při teplotě 3 °C, ale potřebuje při 5 °C 27 dnů, při 10 °C ještě dalších 14 dnů na vzejití. Z těchto údajů vyplývá, že je dodržení setí v první dekádě jarních prací velice důležité (Lahola et al., 1990).

## **Ošetřování a ochrana porostu**

Po zasetí se doporučuje pozemek uválet rýhovanými válci. Důvodem je lepší vzcházení následkem zvýšení půdní kapilarity a lepší účinnost herbicidů, ale zejména urovnání pozemku pro sklizeň. Na polích, kde při polehlém porostu vyčnívají hroudy s kamením, může dojít k větším ztrátám během sklizně i k poškození techniky (Houba et al., 2009). Vzniklý půdní škraloup ještě do vzejití rozrušujeme. Další zásahy jsou kombinací mechanického a chemického ošetření, přičemž mechanické ošetření musí být v souladu s metodikou aplikace přípravků hubících plevelů. V úzkořádkových porostech přichází v úvahu pouze opakované vláčení lehkými branami, do doby než rostliny dosáhnou výšky 120 mm. Převlačování lehkými branami má dvojí účinek – rozruší půdní škraloup se zlepšením růstu a likvidací vzcházejících plevelů. Tento zásah je lepší provést ve dne, kdy je hrách mírně zavadlý a snižuje se tak jeho poškození. V širších řádcích lze jednou až dvakrát plečkovat. V případě zklamání preemergentních herbicidů je možná aplikace postemergentních herbicidů. Chemická ochrana proti plevelům v porostech hrachu má dostatečný výběr herbicidů, možnost chemického potlačení je třeba využít už v předplodině. Vzhledem k velké toleranci hrachu proti vůči graminicidům je možné využít chemické ochrany v porostech hrachu proti vytrvalým jednoděložným

plevelům (Moudrý et al., 2011). Počasí má výrazný vliv na rozmanitost plevelů, zvýšení indexu hustoty plevelů lze pozorovat s nárůstem srážek (Santín et al., 2014). Běžně bývá důležité ošetření insekticidy proti listopasu čárkovanému brzy po vzejití, dále proti zrnokazu hrachovému v době kvetení a proti obaleči hrachovému při dokvétání porostu, dále proti kyjatce hrachové a třásněnce hrachové (viz tab. 8). Je třeba, aby byl hrách po všech stránkách nezávadný (Špaldon et al., 1982). U silně zaplevelených porostů lze sklizeň usnadnit pomocí předsklizňové desikace. Ochrana proti houbovým chorobám se až na výjimky v praxi provádí méně často pro relativně nižší účinnost, ale i kvůli zvýšení nákladů. Výjimkou jsou ročníky, kdy prognóza stanovuje silný infekční tlak (Houba et al., 2009). Základ ochrany proti houbovým chorobám je zdravé osivo, mořené proti chorobám přenosným osivem. Pro hrách jsou registrována mořidla Maxim XL 035 FS v dávce 1 l/t nebo Vitavax 2000 v dávce 2 kg/t (Moudrý et al., 2011). Fungicidy k ošetření porostu v průběhu vegetace (např. proti plísni hrachové) nejsou v České republice pro hrách registrovány (Procházka, 1994).

Tab. 8 – Možnosti chemické ochrany proti škůdcům (Moudrý et al., 2011)

Přípravek	Dávka (l/ha)	Škůdce
Alfamertin	0,125	obaleč hrachový
Vaztak 10 EC	0,125	obaleč hrachový
Decis Flow 2,5	0,2	kyjatka hrachová
Decis Mega	0,1	mšice, třásněnky
Fury 10 EW	0,1	listopas
Karate Zeon	0,1	listopas, kyjatka hrachová
Nurelle D	0,6	kyjatka hrachová
Pirimor 50 WG	0,5	kyjatka hrachová
Talstar 10 EC	0,1	kyjatka hrachová

Tab. 9 Možnosti chemické ochrany proti plevelům

Plevel	Přípravek	Dávka (l/ha)	Termín aplikace
Dvouděložné	Afalon 45 SC	1,5 – 3,0	preemergentně do 3 dnů po zasetí
Dvouděložné a jednoděložné plevely jednoleté	Escort	3,0 – 3,5	časně postemergentně do 7 cm výšky hrachu
Jednoděložné jednoleté	Agil 100 EC	0,5 – 0,8	postemergentně
Jednoděložné vytrvalé	Pantera 40 EC	2,25 – 2,5	postemergentně

(Moudrý et al., 2011)

U bezplevelných, stejnoměrně dozrávajících porostů lze k rychlejšímu snižování obsahu vody v semeni a omezování ztrát pukáním lusků využít přípravky Agrovital (0,7 l/ha), Pe-Dagral (1,25 l/ha), Spodnam (1,25 l/ha), Elastiq (0,8-1 l/ha). Tyto přípravky jsou aplikovány 3-4 týdny před začátkem sklizně, když porost hrachu přechází na žlutou barvu, lusky mají světle zelenou barvu, jsou pružné a mají tuhá semena. Do nestejně dozrávajících porostů je možnost aplikace Bastu 15 v dávce 2-2,5 l/ha při vlhkosti semen 30-40 %. Takto připravený porost je připraven ke sklizni za 10 – 14 dnů. Silně zaplevelené porosty je vhodné ošetřit desikantem Reglone v dávce 2,5-4 l/ha. Porosty, které nemají určení k produkci osiva, můžeme ošetřit přípravky s účinnou látkou glyphosate, při vlhkosti semen pod 30 %, v dávkách registrovaných u jednotlivých plodin (Moudrý et al., 2011).



*Obrázek 6 – poškození lusku plísní hrachovou (Houba et al., 2009)*



*Obrázek 7 – padlí na listech hrachu (Houba et al., 2009)*



Obrázek 8 – padlí na luscích hrachu (Houba et al., 2009)



### **Sklizěň**

Sklizěň se považuje za nejdůležitější operaci pěstitelské technologie, patří k nejnáročnějším pracovním a organizačním fázím pěstování hrachu. Specifické vlastnosti rostlin a semen vyžadují velmi citlivý přístup ke sklizni a každé opomenutí bývá trestáno ztrátou výnosu nebo kvality produkce. Sklizňové ztráty se mohou pohybovat při šetrné sklizni od 5 – 6 %, za nevhodných podmínek to může být i 20 % a více. Kvalitativní stránkou sklizně je stupeň poškozování semen. O rozsahu ztrát a poškození rozhoduje zvolená technologie sklizně, sklizňová zralost porostu, délka období sklizně, použitá technika a povětrnostní podmínky. Ze specifických vlastností ovlivňujících sklizěň, její kvalitu a ztráty to jsou postupné kvetení a zrání lusků na rostlinách (nevyrovnaná zralost semen), nevyrovnané zrání jednotlivých rostlin v porostu (reakce na půdní podmínky, hustotu porostu, případně na zaplevelení nebo výskyt dalších redukcujících faktorů), náchylnost k pukání lusků a výdrolu, snadné poškození semen (v závislosti na jejich velikosti, tvaru a vlhkosti), poléhavosti a propletení rostlin (Šroller et al., 1997).

## **Termín sklizně**

Vzhledem k nerovnoměrnému dozrávání hrachu, které je způsobeno biologii kvetení, je často náročné určit vhodnou dobu sklizně (Lahola et al., 1990). Mezi obdobími zrání spodních a vrcholových lusků rostliny může být velký časový rozdíl, zejména při nepříznivém počasí. Nerovnoměrné zrání lusků může vést k pukání nejdříve zralých spodních lusků a tedy i ke sklizňovým ztrátám. Šlechtění intermediárních typů hrachu, zaměřeným na zkrácení internodií pomáhá k docílení kratšího období kvetení a vyrovnanějšího zrání. Rozhodnutí o počátku sklizně komplikují i různé hloubky ornice, půdní vlhkost, nevyrovnaná hustota porostu, zaplevelení, výskyt chorob apod. Předčasný termín sklizně může mít za následek snížení výnosu, špatnou jakost semen a zvýšené náklady na posklizňové ošetření. Opožděná sklizeň zpravidla znamená pokles výnosu v důsledku rychle narůstajících sklizňových ztrát (Šroller et al., 1997). Postup zrání lze sledovat především podle obsahu sušiny semen a orientačně podle vývojových fází. Ve fázi zelené zralosti lusky žloutnou a na chloupkách vystupuje nervatura. Semena jsou v této fázi největší, mírně hranatá, mají ještě zelenou barvu, jsou lesklá až lehce matná. Osemení jde dobře sloupnout z děloh, sušina semen se pohybuje od 40 do 60 % v závislosti na počasí. V této fázi je vývoj semen prakticky u konce a je možným počátkem dělené sklizně. Příprava porostu ke sklizni má v této fázi vliv na barvu a barevnou vyrovnanost zelenosemenných odrůd hrachu. Žlutosemenné odrůdy a veškeré semenářské porosty sklízíme až v době plné zralosti, což je v čase kdy jsou téměř všechny lusky vybarvené, suché semeno je odrůdově vybarvené, tvrdé, rostlina je téměř celá suchá. Optimální doba pro přímou sklizeň za pomoci sklízecí mlátičky je od 14 do 20 % vlhkosti semen. V této době je poškození semen nejmenší, což výrazně ovlivňuje biologickou hodnotu sklizně. Při vlhkosti pod 14 % značně stoupá poškození, ale i riziko zvýšení ztrát. Při nepříznivých klimatických podmínkách je možné sklízet hrách přímou sklizní až do vlhkosti 30 %, pokud je zajištěno kvalitní posklizňové ošetření a dosoušení (Lahola et al., 1990).

## **Technologie sklizně**

Pro sklizeň hrachu se používají obilné sklízecí mlátičky, které je nutné dovybavit zvedáky, jež ve velké míře snižují sklizňové ztráty (Moudrý et al., 2011). Mechanika na zpracování půdy ovlivňuje podmínky sklizně, ale i pro růst a vývoj

rostlin, což nepochybně ovlivňuje kvalitu plodin (Woźniak et al., 2012). Lehce přilehlé nebo po deštích polehlé porosty hrachu je nutné i při používání zvedáků sklízet vždy proti směru polehnutí. U semenářského porostu je třeba věnovat pozornost kvalitě výmlatu kvůli poškození semen. Kvalitu výmlatu ovlivňují otáčky bubnu, které je potřeba snížit na 300 až 500 otáček za minutu, také mezera mezi košem a mláticím bubnem (25 – 34 mm na vstupu, 14 – 18 mm na výstupu) a nastavení čistícího ústrojí, otvory žaluziových sít na 10 – 15 mm, průměry otvorů na síti 10 – 14 mm. Kvalita je ovlivněna i průchodností a množstvím hmoty v mláticím koši, kde platí pravidlo, čím více je hmoty, tím je menší poškození semen. Tento faktor lze ovlivnit přizpůsobením pracovní rychlosti mlátičky (Moudrý et al., 2011). Podle potřeby, vyrovnanosti porostu i zaplevelenosti můžou být porosty ošetřeny před sklizní desikanty, což jsou chemické prostředky k regulaci dozrávání. Tento zásah se provádí zhruba týden před sklizní, při vlhkosti semen kolem 30 %. Jsou i přípravky bránící předčasnému otevírání lusků, zde je zásah vhodné provádět dříve, zhruba 2 týdny před sklizní, při vlhkosti semen 40 až 50 %. Vždy je potřeba pamatovat na to, že desikace (sikace = odsušení) neurychlí dozrávání, ale sníží obsah vody v porostu včetně lusků a semen. U semenných porostů může brzká desikace snížit hmotnost tisíce semen (HTS), včetně výnosu i klíčivosti a zhoršit barevnou vyrovnanost. Lepší je použití prostředků, které zabraňují pukání lusků či méně razantního desikantu (Houba et al., 2009). Desikace porostů hrachu se provádí desikantem v dávce 2,5 – 4,0 l/ha postřikem letecky, nebo postřikovačem, hrách se sklízí nejdříve po 6 dnech po ošetření desikantem (Lahola et al., 1990).

### **Posklizňové ošetření**

Bezprostředně po sklizni je nutné, obzvláště u semenářských porostů, provést předčištění, čímž výrazně snížíme možnost zhoršení kvality, hlavně klíčivosti. Po předčištění musí ihned přijít na řadu dosoušení. Ekonomicky i biologicky nejvhodnější technologií dosoušení je aktivní větrání vrstvy semen za pomoci studeného nebo předeštěného vzduchu na vyšší nepohyblivé vrstvě (roštové sušárny). Obecně je hrách vysoušen na vlhkost 15 až 17 %, kdy je vháněn vzduch o relativní vlhkosti 60 až 65 %. Sušení za vyšších teplot či většího množství vzduchu může mít za následek i pukání osemení. Semena se mohou poškodit i na posklizňových a vyskladňovacích linkách špatnou manipulací na nevhodných dopravnících, při pádu

z výšky vyšší než 1,5 m apod. Z těchto důvodů je logicky nutnost věnovat manipulaci se semeny hrachu co největší pozornost (Moudrý et al., 2011).

### **3.8 Tvorba výnosu hrachu**

Biologický výnos – předpokladem dobré úrovně produkčních procesů je optimální rozvinutý fotosyntetický aparát. Vhodná velikost listové plochy, která je vyjádřena hodnotou pokryvnosti listoví (LAI) dosahuje 4 – 6 m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup> (Šroller et al., 1997). LAI narůstá s růstem rostlin, ale ke konci vegetace při zasychání listů, nebo v případě poškození LAI opět klesá. Při vyšším LAI stoupá vzájemné zastínění listů, což zhoršuje prosvětlení porostu a klesá čistý výkon asimilace a produktivity porostu. K získání optimální hodnoty LAI se reguluje hustota porostu, takže závisí na výsevku a na rozmístění rostlin v řádcích. Malá autoregulační schopnost neumožňuje zahušťovat porost během vegetace, zohlednit se musí i fakt, že hrách výrazně nereaguje na dodatečná agrotechnická opatření za vegetace, např. na přihnojení dusíkem, nebo na aplikaci růstových látek. I přesto hrách patří k plodinám s velkou produkcí nadzemní biomasy, produkce sušiny může být 10 t.ha<sup>-1</sup> i více. Šlechtěním byly vytvořeny formy zrnového typu, později pak intermediárního typu, které mají příznivou distribuci asimilátů do generativních orgánů, do semen. Tvorba výnosu se u těchto forem změnila. Rostliny, při zachování stejného počtu listů, jsou nižšího vzrůstu a mají vyšší hodnoty čistého výkonu asimilace, hlavně ve druhém období vegetace při tvorbě plodů. Podíl semen může přesahovat až 50 % z celkové sušiny nadzemní biomasy, zatímco odrůdy s dlouhou lodyhou často nedosahují ani 40 %.

Hospodářský výnos - celkový výnos semen je v podstatě funkcí počtu semen na 1 m<sup>2</sup> a průměrné hmotnosti jednoho semene. Dosáhnutí vhodné struktury jednotlivých složek počtu semen na jednotku plochy znamená dostat optimální stav počtu rostlin, vyvinutých lusků a průměrný počet semen v lusku, pěstitel může ovlivnit výnos hlavně při zakládání porostu (Houba et al., 2009).

#### **Hlavní výnosové prvky hrachu**

Počet rostlin na jednotce plochy – rovnoměrnost rozmístění rostlin je hlavní faktor, kterým může pěstitel hrachu regulovat tvorbu výnosu. U dalších výnosových prvků tuto možnost ztrácí jelikož, hrách nereaguje na některá agrotechnická opatření v průběhu vegetace. Vzhledem k tomu, že není možné regulovat hustotu porostu po

vzejití (jelikož hrách ani luskoviny celkově reagují málo na hnojení dusíkem a jiné zásahy, které by podpořily větvení), požadavky na založení porostu a počet rostlin na jednotce plochy jsou mnohem přísnější (Houba et al., 2009). Počet rostlin je ovlivněn už v období vzcházení, kdy dochází k jeho největší redukci, výše redukce rostlin nelze úplně přesně stanovit, závisí na kvalitě setí (počet vysetých semen, doba výsevu, hloubka setí), na kvalitě osiva (klíčivost, vitalita, zdravotní stav, moření) a na vnějších podmínkách pro klíčení a vzcházení (kvalita předseťové přípravy, půdní vláhla, teplota, výskyt patogenů). K další redukci může docházet i v průběhu vegetace v rámci mezirostlinné a mezidruhové konkurence, výskytu chorob a škůdců, mechanického a chemického poškození rostlin při ošetření porostu a nepříznivých povětrnostních podmínkách.

Počet lusků na rostlině – nejvariabilnějším výnosovým prvkem je počet lusků na rostlinách, potencionální schopnost hrachu v tvorbě poupat, květů a lusků je vysoká, v návaznosti na vnitřních a vnějších podmínkách (tj. vyšší teplota, nižší vzdušná vlhkost, půdní sucho) dochází k značné redukci založených generativních orgánů (Šroller et al., 1997). Vysoká variabilita výnosového prvku je způsobena citlivostí odrůd na proměnlivé povětrnostní podmínky v období tvorby poupat, kvetení a na počátku tvorby lusků. Rozhodující význam pro výnos semen má vývin lusků u prvních dolních 4 až 5 květonosných internodií (Houba et al., 2009).

Počet semen v lusku - nejméně variabilním výnosovým prvkem je počet semen v lusku. Větší počet vyvinutých semen mají spodní lusky. Velký vliv má opylení. Počet semen se snižuje při poruchách výživy, nepříznivých vnějších podmínkách či negativním působením patogenů (Šroller et al., 1997). V semeníku je skoro vždy stejný počet vajíček. Počet semen je závislý na tvorbě asimilátů a jejich dělení mezi úložná místa. Nejcitlivější období z hlediska redukce semen je počáteční růstová fáze semen v lusku (embryonální vývin). V této etapě se dělí buňky a zvětšují se, tento rizikový stav trvá do dosažení délky 8,5 mm.

Velikost semen – HTS (hmotnost tisíce semen) – jedná se o odrůdový znak, vlivem povětrnostních podmínek v období zrání může docházet ke kolísání HTS v jednotlivých rocích na stejném stanovišti o 20 až 30 %. Semena, která jsou v luscích nacházejících se ve spodní části rostliny, jsou charakteristická větší

velikostí i hmotností než semena v luscích, které byly na rostlině založeny později (Houba et al., 2009).

### **Výnosy hrachu setého v České republice za rok 2014**

Podle definitivních údajů bylo v marketingovém roce 2013/14 na sklizňové ploše 12 934 ha sklizeno celkem 30 700 t semene hrachu při průměrném výnosu 2,37 t/ha, což je téměř stejná produkce jako v předchozím roce. Meziročně tak poklesla produkce semene následkem úbytku plochy o 10 t (o 0,03%). V roce 2014 hrách setý zaujal přibližně 0,6 % orné půdy ve struktuře osevních ploch, došlo tak oproti předchozímu roku k vzestupu. Hrách se pěstoval na ploše 14 449 ha, což je oproti roku 2013 vzestup o 1 515 ha (tj. 11,7 %). I letos je hrách nejvýznamnější luskovinou v ČR a zaujímá 72 % plochy luskovin pěstovaných na zrno. V roce 2014 tak bylo dosaženo na území ČR průměrného výnosu hrachu ve výši 2,96 t/ha, což je nadprůměrná úroveň ve srovnání s výnosy během posledních 5 let. Celková produkce hrachu na zrno dosáhla 42 755 t, což představuje meziroční nárůst o 12 055 t (tj. o 39 %). Potřebný nárůst výměry hrachu v ČR by měl být alespoň 3 t/ha, který by v kombinaci s malým nárůstem ceny přinesl kladnou míru rentability pěstování (MZe, 2014).

Tab. 10 – Vývoj ploch, výnosů a produkce hrachu setého v České republice (MZe, 2014)

Marketingový rok	Osevní plocha (ha)	Sklizňová plocha (ha)	Výnos (T/ha)	Produkce celkem (t)
1994/1995	61 412	61 668	2,42	149 351
1995/1996	52 503	52 158	2,50	130 428
1996/1997	48 471	47 202	2,55	120 139
1997/1998	44 879	43 778	2,12	93 015
1998/1999	51 698	50 979	2,39	121 789
1999/2000	39 925	39 721	2,65	105 382
2000/2001	34 445	33 826	2,22	75 256
2001/2002	33 132	32 135	2,57	82 538
2002/2003	27 971	27 971	2,01	56 145
2003/2004	24 086	24 086	2,23	53 736
2004/2005	21 487	21 486	3,35	71 962
2005/2006	29 123	29 121	2,70	78 756
2006/2007	27 148	27 148	2,64	71 540
2007/2008	22 888	22 886	2,40	55 002
2008/2009	17 385	17 385	2,35	40 900
2009/2010	21 147	21 147	2,45	51 866
2010/2011	24 391	24 391	1,98	48 242
2011/2012	17 189	17 189	3,05	52 341
2012/2013	15 068	15 068	2,04	30 710
2013/2014	12 934	12 934	2,37	30 700
2014/2015	14 449	14 449	2,96	42 755

Osevní plochy se v roce 2014 zvýšily o 11,71 % z 12 934 ha (rok 2013) na 14 449 ha. Největší výměrou pěstování hrachu se může pyšnit tradičně Jihomoravský kraj, Středočeský kraj, Královéhradecký kraj a také kraj Vysočina. Po velké redukci plochy, která proběhla v roce 2011 však i letos dochází k dalšímu propadu výměry hrachu na 1 148 ha (MZe, 2014).



Tab. 11 – Odhad sklizně hrachu setého v roce 2014 podle krajů (MZe, 2014)

Kraj	Sklizňová plocha (ha)	Výnos (t/ha)	Produkce celkem (t)
Praha	72	3,68	265
Středočeský	2 159	2,95	6 374
Jihočeský	1 122	2,86	3 207
Plzeňský	865	2,82	2 441
Karlovarský	33	2,85	94
Ústecký	1 147	3,11	3 571
Liberecký	300	2,87	860
Královéhradecký	1 148	3,20	3 670
Pardubický	1 376	3,33	4 576
Vysočina	2 014	2,87	5 779
Jihomoravský	3 132	2,69	8 421
Olomoucký	643	3,28	2 106
Zlínský	236	3,46	817
Moravskoslezský	201	2,85	573
ČR celkem	14 449	2,96	42 755

Průměrný výnos hrachu v České republice dosáhl 2,96 t/ha, což lze vyhodnotit z pohledu posledních pěti let jako nadprůměrný výsledek. Nejvyšších průměrných výnosů zaznamenal kraj Praha, Zlínský, Pardubický a Olomoucký, nejnižší výnosy jsou zaznamenány v kraji Jihomoravském, Plzeňském a Jihočeském (MZe, 2014).

### **Struktura výnosových prvků hrachu**

Výnos hrachu jsou tvořeny těmito výnosovými prvky:

- K – počet rostlin na 1 m<sup>2</sup> (ks)
- L- průměrný počet lusků na rostlině
- Z – průměrný počet semen v lusku
- A – hmotnost 1000 semen (HTS)

Dosažením hodnot, získaných během kontroly porostu do vzorce  $U = (K \times L \times Z \times A) \times 10^{-5}$ , získáme hodnotu hospodářského výnosu (U). Pokud známe optimální hodnoty každého prvku vzorce, můžeme dokazovat, jestli jsou naše cíle výnosového potenciálu reálné.

Modelový výpočet založený na reálných hodnotách, u hrachu můžeme až na výjimky kvůli některým extrémním podmínkám kalkulovat s takovou rozvahou:

- K = 100 (dosažitelné s kvalitním osivem a kvalitním včasném setím)
- L = 6 (s průměrným porostem)
- Z = 4 (odpovídající stavu z vývoje plodiny, závislost na prostředí)
- A = 240 (průměrná velikost semen, která je vyjádřena za pomoci hmotnosti 1000 semen (HTS). Rozdíly v HTS jsou dány odrůdou)

Výpočet výnosu získáme dosažením hodnot do vzorce:  $U = (100 \times 6 \times 4 \times 240) \times 10^{-5} = 5,28 \text{ t/ha}$  (Houba et al., 2009).

### **3.9 Ekonomika pěstování hrachu**

Ekonomika pěstování nejen hrachu, ale i jakékoliv plodiny je podmíněna velikostí příjmů ve srovnání s náklady. Příjmy jsou dány výnosem a realizační cenou produktu. Velikost výnosu je dána zase splněním uvedených požadavků plodiny na stanoviště a dodržení všech výše jmenovaných agrotechnických opatření, která hrách vyžaduje. První z nákladových položek jsou náklady na osiva, dané velikostí

výsevku a cenou osiv. Výše nákladů na ochranu rostlin je analogicky určena dávkou a cenou přípravku. Z tohoto hlediska je velice důležitá volba přípravku vzhledem ke skladbě plevelů a hlavně dodržení termínu aplikace. Občas je dražší ochrana efektivnější na velikost výnosu plodiny, a tedy v důsledku je na tunu produktu levnější. Výživa a hnojení jsou u hrachu nižší nákladovou položkou, než u jiných plodin díky nitrifikačním bakteriím je málo náročný na obsah dusíku a dokonce i startovací dávka není příliš vysoká. Tady je třeba zdůraznit, že po hrachu pěstovaná pšenice dosahuje až o 10 % lepšího výnosu, což je způsobeno předplodinou. Bohužel, tento ekonomický aspekt bývá často připočten pšenici. Fosfor a draslík je dodáván u všech luskovin podle jejich obsahu v půdě. Další položkou v nákladech jsou finance vynaložené na techniku. Ty jsou stanoveny druhem a počtem pracovních operací, které si hrách vyžaduje. Je potřeba využívat techniku ve vztahu k patřičnému závěsnému nářadí. Obecně platí, že spotřeba nafty na hektar dané operace je konstantní, pokud je pracovní souprava přiměřeně agregována, liší se pouze spotřebou času, tedy osobními náklady. Absence vhodného stroje na danou operaci se řeší využitím služeb, jejichž cena je dána nabídkou a poptávkou. Služby jsou obecně dražší, než když je operace provedena z vlastních prostředků, ale při menším ročním využití mechanismu je výhodnější využití služby než nákup chybějící techniky (Moudrý et al., 2011).

### **3.10 Odbyt hrachu**

Odbyt závisí na možnostech posklizňové úpravy a skladovacích kapacitách farmáře. Za předpokladu, že budou dodrženy všechny požadované normy souvisejících předpisů, jsou možné tyto formy prodeje:

- prodej bez další úpravy přímo zprostředkovateli nebo zpracovateli
- prodej již předčištěného, dosušeného a napytlovaného materiálu velkoodběratelům
- dodávka do maloobchodní sítě nebo přímo ze dvora při čištění a vhodném zabalení
- vlastní zpracování a výroba potravinářských výrobků (Konvalina et al., 2007).

Hrách musí být při prodeji zdravý, vyzrálý, bez cizích pachů a živých škůdců. Nesmí obsahovat semena zjevně zplesnivělá a plesnivá, nesmějí být míchány různé ročníky sklizně. Hrách se nakupuje podle barvy semen a dělí se do dvou jakostních tříd z čehož 1. jakostní třída musí obsahovat méně nečistot, cizorodých příměsí a musí splňovat lépe jakostní znaky než u 2. jakostní třídy, avšak tolerance je u obou jakostních tříd velice nízká (Šroller et al., 1997).

Tab. 12 – Dovoz a vývoz hrachu setého podle marketingových roků (t) (MZe, 2014)

Marketingový rok	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15 *
Dovoz	1 141,9	1 514,9	1 440,7	1 440,8	1 932,6	2 083,8	167,5
Vývoz	9 995,2	15 733,3	15 004	22 650,3	129404,9	10 545,93	1 855,3

\* údaje marketingového roku 2014/2015 jsou za období od 1. 7. 2014 do 31. 8. 2014

#### **Ceny semene hrachu za rok 2014**

Průměrné roční ceny zemědělských výrobců semene hrachu se pohybovaly v roce 2014 průměrně okolo 8000 korun za tunu u hrachu jedlého, což je oproti předchozímu roku rekordní nárůst, jelikož za rok 2013 byly průměrné roční ceny okolo 6 494 korun za tunu. Naopak u krmného hrachu se ceny nacházely v rozmezí okolo 5 910 korun za tunu, což značí oproti roku 2013 mírný pokles z průměrných 6 425 korun za tunu (MZe, 2014).

Tab. 13 – Odhad bilance užití semene hrachu v marketingových letech 2010/2011 – 2014/2015 (t) (MZe, 2014)

Položka	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014	2014/2015 *
bilance					
Počáteční zásoba	4 564	5 274	3 606	7 544	6 757
Produkce	48 242	52 341	30 710	30 700	42 755
Dovoz	1 441	1 441	1 933	2 084	2 000
Celková nabídka	54 247	59 056	36 249	40 328	51 512
Spotřeba celkem	48 973	55 450	28 705	33 571	44 500
Krmiva	16 369	14 500	5 800	8 525	11 000
Potravinářské užití	10 800	10 800	5 000	6 500	6 000
Osivo	6 800	7 500	5 000	8 000	13 000
Vývoz	15 004	22 650	12 905	10 546	14 500
Konečná zásoba	5 724	3 606	7 544	6 757	7 012

\* *odhad*

V aktuálním marketingovém roce 2014/2012 je oproti dvěma předchozím ročníkům odhad celkové nabídky hrachu vyšší než v minulých letech vzhledem k předpokládanému vzestupu produkce. Uvedená produkce vychází z odhadu sklizně hrachu k 15. 9. 2013. Vzhledem k výraznému propadu produkce hrachu, který byl patrný v posledních dvou letech, došlo v bilanci semene hrachu k úměrnému snížení i u ostatních položek bilance. Vzhledem k předpokladu vzestupu nabídky hrachu v aktuálním marketingovém roce je předpoklad využití opět navýšen a to včetně vývozu do zahraničí. V rámci dovozu jsou zahrnuty především reexporty a osivo zahraničních odrůd (v marketingovém roce 2013/2014 dovezeno 1 067 t z Ukrajiny a 344 t z Maďarska). Vývoz směřuje tradičně hlavně do Německa (v marketingovém roce 2013/2014 vyvezeno 3 594 t) a Polska (v marketingovém roce 2013/2014 vyvezeno 2 597 t), které se staly největšími odběrateli našeho hrachu (MZe, 2014).

## **4 Pěstování hrachu setého v praxi**

### **Hlavní pěstitelská rizika současného pěstování hrachu setého**

Za hlavní pěstitelská rizika se považují nedostatečná ekonomická či biologická konkurenceschopnost proti ostatním plodinám, což souvisí i s nestabilním výnosem. Příčiny nestabilních výnosů lze shrnout v těchto okruzích:

- malá autoregulační a kompenzační schopnost výnosových prvků během vegetace závislá na odrůdě, počasí a pěstiteli (počet rostlin na plošnou jednotku, počet lusků na rostlině, počet semen v lusku, hmotnost tisíce semen)
- nedostatky v ochraně rostlin a pěstební technologii
- vyhraněné požadavky na průběh počasí, obzvláště v generativním období
- nerovnoměrné dozrávání v případě špatného počasí
- citlivost k chorobám, škůdcům a vlivu zaplevelení

### **Příklad ideálního pěstování hrachu setého**

Pan Houba ve své publikaci představuje pana A. T., který je jedním z předních pěstitelů hrachu u nás, ten se díky správné agrotechnice dokáže vyhnout výnosové nestabilitě a dosahuje oproti ostatním pěstitelům nadstandardních výnosů t/ha. Hrách setý pěstuje každoročně na ploše okolo 200 ha a daří se mu dosahovat výborného průměrného výnosu okolo 3,5 až 4 t/ha. Pozemky pro hrách vybírá na podzim a snaží se volit písčito hlinité půdy, jelikož na zamokřené půdě dochází k uhnívání kořene, hrách pěstuje většinou po obilnině. Pole před zimou vápní většinou 2 t/ha vápence na lehčích půdách a 1 t/ha páleného vápna na těžších půdách. Odrůdu vybírá nejen podle výnosu, ale i podle odolnosti proti kořenovým chorobám, používá jen afile-typy. Před jarní přípravou pozemku hnojí 100 kg amofosu. Ve snaze spořit zimní vláhu, preferuje minimalizační technologie. Příliš utuženou půdu mělce kypří. Seje co nejdříve, jako první jařinu za pomoci secího stroje Horsch a vysévá do řádků 15 cm a hloubky 4 až 6 cm, s výsevkem 1 mil. klíčivých semen na hektar. Vždy seje pouze mořené, certifikované osivo. Tam, kde nebyl hrách pěstován dlouhou dobu, očkuje osivo Rhizobinem pro podporu hlízkových bakterií. Po zasetí

proběhne válení, které pomůže lepšímu vzcházení a zamáčkne drobné kameny, což vede k snadnější sklizni během sběru polehlého porostu. Bezprostředně po setí aplikuje herbicidy (Escort 3 až 3,5 l/ha). Pozemky po řepce a tam, kde se nachází oves hluchý, používá postemergentní postřik při výšce hrachu 3 až 5 cm. Před květem ošetřuje proti kyjatce hrachové přípravkem Nurelle. Při nálezů vajíček zrnokaze na prvních luscích, se používá Vaztak. Při postřicích insekticidy přidává vždy ještě mikro-hnojiva (mimokořenová výživa). Proti chorobám prozatím hrách ošetřovat nemusel. Během sklizně používá zvedáky a využívá reduktory snižující otáčky mlátícího bubnu kombajnu. Porost sklízí po částech s vlhkostí semene okolo 17 %, desikaci používá jen zřídka při silném zaplevelení. Sklizený hrách jde ihned na předčištění k odstranění zbytků lusků, plevelů a nedozrálých zrn. Hmota je ukládána na rošty a větrána studeným vzduchem. Snaží se o minimalizaci mechanických zásahů se semenem, které by mohly zhoršit kvalitu semena oděrem či púlením.

Z tohoto příkladu vyplývá, že okolnosti výnosové nestability lze za pomoci uvedené agrotechniky a dobré péče téměř eliminovat (Houba et al., 2009).

### **Příklad pěstování hrachu setého v běžné zemědělské praxi**

Pro poslední kapitolu této bakalářské práce jsem navštívil zemědělskou společnost Dnešická zemědělská a.s., kde jsem se sešel s hlavním agronomem ing. Jiřím Paškem, který mi popsal pěstování hrachu setého v této společnosti. Hrách setý zde pěstují zhruba 15 let a to pro dva účely: výrobu farmářského osiva a výrobu lusko-obilné směsky (LOS). Certifikované osivo nakupují jednou za 3 roky, to je určeno na výrobu farmářského osiva (cca 20 ha), z něhož zakládají porosty LOS (cca 150 ha), za účelem výroby krmiva pro hospodářská zvířata. Velkou pozornost věnuje pan Pašek výběru pozemku, na pozemcích Dnešické zemědělské a.s. převládá půdní typ hnědozem, bez výskytu kamenů. Na pozemcích pro pěstování hrachu se snaží udržet hodnotu pH okolo 6,3. Jako předplodinu využívá vždy obilovinu, nejčastěji pšenici ozimou. Pozemky ošetřuje postřikem proti pýru již v předplodině a pravidelně hnojí organickým hnojivem. Na podzim se na půdě provádí podmítka a hluboká orba, na jaře mělce kypří. Seje co nejdříve na jaře po dosažení správné teploty, za pomoci diskové sečky Pottinger do řádků 12,5 cm širokých a hloubky 6 cm, s výsevkem 1 milion klíčivých semen. Po zasetí do tří dnů ošetřuje pozemky kombinací 400 l vody na hektar a přípravky: Ipiron 2 l/ha + Command 0,24 l/ha.

Před sklizní, v době dozrávání, kdy semena obsahují 40 - 50 % vody porosty lepí přípravkem Spodnam DC 1,25 l/ha za účelem zamezení popraskání lusků a ztrátě semen. Při sklizni používá kombajn značky John Deere, zvedáky a reduktory snižující otáčky mlátícího bubnu. Porosty sklízí při vlhkosti 22 %. Společnost je vybavena dosoušecím roštovým zařízením. Po dosažení vlhkosti 15 % odváží sklizený hrách na vyčištění a výrobu farmářského osiva. V roce 2014 pěstovali v Dnešické zemědělské a.s. hrách setý Velvet za účelem výroby farmářského osiva na výměře 15,76 ha. Termín výsevu byl 18. 3. 2014, chemické ošetření proběhlo 20. 3. 2014, předsklizňové ošetření porostu proběhlo 10. 7. 2014 a sklizeň proběhla 10. 8. 2014.

*Obrázek 9 – finální úprava osiv pro zemědělskou praxi (Houba et al., 2009)*



Dnešická zemědělská a.s. dosáhla v uváděném roce výnosu 2,8 t/ha. Pan Pašek je s ohledem na použitou technologii a účel pěstování s výnosem spokojen. Zároveň však připouští, že při intenzivnějším pěstování za účelem dosažení většího výnosu, by bylo zapotřebí každoročního nákupu certifikovaného osiva a většího množství agrotechnických zásahů.



## **5 Závěr**

V této bakalářské práci jsem se snažil shrnout správný způsob pěstování hrachu setého (*Pisum sativum* L.) v podmínkách České republiky - jak pro krmné, tak potravinářské a ostatní účely.

V závěru bych si dovolil zopakovat důležité technické parametry a pravidla pro kvalitní pěstování hrachu setého.

Už od začátku si musíme uvědomit, pro jaké účely budeme hrách setý pěstovat. Od toho se odvíjí nutnost dodržovat uvedená pravidla, abychom vypěstovali co nejlepší hrách, a to jak po kvalitativní, tak po kvantitativní stránce:

- 1) Výběr vhodného pozemku pro pěstování (vhodné jsou písčito-hlinité půdy) a jeho správná příprava (lze využít orbu, nebo minimalizační zpracování). V našich podmínkách většinou volíme orbu do hloubky 0,25-0,28 m a na mělkých půdách do plné hloubky ornice.
- 2) Volba správné předplodiny (většinou obiloviny – např. pšenice ozimá).
- 3) Volba vhodné odrůdy pro námi zvolený účel pěstování (je nutné brát v potaz i její odolnost vůči chorobám a škůdcům)
- 4) Nákup certifikovaného osiva (prověřený vstupní materiál s hodnotami jakými jsou klíčivost, hmotnost milionu klíčivých semen, příměs jiných rostlinných druhů).
- 5) Agrotechnika (výsev obvykle do řádků 15 cm a hloubky 4 až 6 cm). Hrách sejeme co nejdříve na jaře, avšak přesné datum není u hrachu setého stanoveno, většinou sejeme v prvním týdnu jarních prací. Výsevek na 1 ha by měl být 1,0 až 1,1 milionu klíčivých semen, což odpovídá výsevku 260 až 340 kg/ha v závislosti na hmotnosti tisíce semen a klíčivosti.
- 6) Správná péče o porost během celé vegetace, včetně ošetření porostu a hnojení (herbicidní a insekticidní ochrana porostu). Postřiky používáme podle potřeby a podle výskytu daného škůdce. Hrách setý má odezvu na správné hnojení, hrách je plodina staré půdní síly. Během přípravy půdy je žádoucí aplikovat fosfor s draslíkem na podzim během orby v dávce asi 50 kg fosforu a 70 kg draslíku v závislosti na stavu půdy, zjištěného rozbořem. Důležité je také sledovat půdní reakci, nejoptimálnější rozmezí pH je mezi 6,2 – 7,0. Je-li hodnota nižší než uvedená spodní hodnota, je

zapotřebí na podzim vápnit, 2 t/ha vápence na lehčích půdách a 1 t/ha páleného vápna na těžších půdách.

- 7) Sklizeň – (žlutosemenné odrůdy a veškeré semenářské porosty sklízíme až v době plné zralosti. Optimální doba pro přímou sklizeň za pomoci sklízecí mlátičky je od 14 do 20 % vlhkosti semen.

Pro pěstování hrachu existuje několik metod a záleží na každém pěstiteli, jakou si zvolí. Snažil jsem se představit co nejlepší metody pěstování hrachu setého v podmínkách České republiky, při jejichž dodržování lze dosáhnout kvalitního výsledku a zamezit výnosové nestabilitě.

## **6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

Anonym 2012: Vyhláška 129/2012Sb., o podrobnostech uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu, oddíl 3, pododdíl 1

Casey, R.; Domoney, C. (1999): Pea globulins. In *Seed Proteins*; Shewry, R. P., Casey, R., Eds, Kluwer Academic Publishers: Amsterdam, The Netherlands, pp. 171-208.

Gatehouse, J. A.; Croy, R. R. D.; Morton, H.; Tyler, M.; Boulter, D. (1981) Characterisation and subunit structures of the vicilin storage proteins of pea (*Pisum sativum* L.). *Eur. J. Biochem.*, 118, 627-633.

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.

Guéguen, J. (1991): Pea and fababean proteins. In *Developments in Food Proteins*. Vol 7; Hudson, B. J. F., Ed., *Elsevier Applied Science*: London, pp. 35-78.

HADRICH, Fatma, Mahdi El ARBI, Maher BOUKHRIS, Sami SAYADI a Slim CHERIF. (2014) Valorization of the Peel of Pea: *Pisum sativum* by Evaluation of Its Antioxidant and Antimicrobial Activities. *Journal of Oleo Science* [online]. Vol. 63, issue 11, s. 1177-1183 [cit. 2015-04-11]. DOI: 10.5650/jos.ess14107.

HOUBA, Miroslav, Miroslav HOCHMAN a Václav HOSNEDL. (2009) *Luskoviny: pěstování a užití*. 1. vyd. České Budějovice: Kurent, 133 s. ISBN 978-80-87111-19-2.

HORÁKOVÁ, Vladimíra, Olga DVOŘÁČKOVÁ a Tomáš MEZLÍK. (2013) *Seznam doporučených odrůd 2013: Přehled odrůd 2013*. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno. ISBN 978-80-7401-074-3.

JEUFFROY, Marie-Hélène a Florence DEVIENNE. (1995) A simulation model for assimilate partitioning between pods in pea (*Pisum sativum* L.) during the period of seed set; validation in field conditions. *Field Crops Research* [online]. Vol. 41, issue 2, s. 79-89 [cit. 2015-04-11]. DOI: 10.1016/0378-4290(95)00002-8.

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.

KUMARI, Jyoti, H.K. DIKSHIT, B. SINGH a D. SINGH. (2015) Combining ability and character association of agronomic and biochemical traits in pea (*Pisum sativum* L.). *Scientia Horticulturae* [online] vol. 181, s. 26-33 [cit. 2015-04-11]. DOI: 10.1016/j.scienta.2014.10.051.

LAHOLA, Josef., a kol. (1990) *Luskoviny: pěstování a využití*. 1. vyd. Praha: SZN, 223 s. Rostlinná výroba. ISBN 80-209-0127-2.

MOUDRÝ, Jan a kol. (2011) *Alternativní plodiny*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 142 s. ISBN 978-80-86726-40-3.

Odbor rostlinných komodit MZe ČR (2014): Situační a výhledová zpráva luskoviny.

O'Kane, F. E.; Happe, R. P.; Vereijken, J. M.; Gruppen, H.; Van Boekel, M. A. J. S. (2004): Characterisation of pea vicilin 2, Consequences of compositional heterogeneity on heat-induced gelation behavior, *J. Agric. Food Chem.*, 52:3149-3154.

PETR, Jiří. *Rukověť agronoma*. (1989) 1. vyd. Ilustrace Jan Korbel. Praha: SZN, 688 s. ISBN 80-209-0062-4.

PROCHÁZKA, Ivan. (1994) *Kapesní atlas hlavních chorob polních plodin*. Třebíč: FEZ, 128 s., 30 barev. fotogr. na příl. ISBN 80-901789-0-1.

PRUGAR, Jaroslav., a kol. (2008) *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 327 s., [13] s. barev. obr. příl. ISBN 9788086576282.

PRUGAR, Jaroslav. (1977) *Kvalita rostlinných produktů*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 302 s., obr. příl. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

ROD, Jan., a kol. (1982) *Šlechtění rostlin*. první. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. ISBN 345807-060-82.

RUBIO A. L., PÉREZ A., RUIZ R. (2013) Characterization of pea (*Pisum sativum*) seed protein fractions, *journal of the science of food and agriculture* [online]. Vol. 94, s. 280-287. DOI: 10.1002/jsfa.6250 .

SANTÍN-MONTANYÁ, M.I., E. ZAMBRANA, A.P. FERNÁNDEZ-GETINO a J.L. TENORIO. (2014) Dry pea (*Pisum sativum* L.) yielding and weed infestation

response, under different tillage conditions. *Crop Protection* [online]. Vol. 65, s. 122-128 [cit. 2015-04-11]. DOI: 10.1016/j.cropro.2014.07.017.

SCHMIDT, Jan. (1978) *Odrůdová agrotechnika polních plodin*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 401 s. Rostlinná výroba (Státní zemědělské nakladatelství).

SINGH, Deepak, Ashish KUMAR a Anil K. SINGH. (2014) Influence of planting time, planting geometry, intercropping and row direction on rust ( *Uromyces viciae fabae* ) pers. de bary of field pea ( *pisum sativum* L.). *Legume Research - An International Journal* [online]. Vol. 37, issue 5 [cit. 2015-04-11]. DOI: 10.5958/0976-0571.2014.00673.0.

ŠKARPA, Petr. (2014) Význam luskovin a jejich vliv na úrodnost půdy. *Úroda časopis pro rostlinnou výrobu vyd. Min. Zemědělství a Výživy*, LXII. ISSN 0139-6013

ŠPALDON, Emil; a kol. (1982) *Rostlinná výroba*. Vyd. 1. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

ŠROLLER, Josef., a kol. (1997). *Speciální fyto technika: rostlinná výroba*. 1. vyd. Praha: EKOPRESS, s.r.o., ISBN 80-86119-04-1.

Tzitzikas, E. N.; Vincken, J-P.; Groot de J.; Gruppen, H.; Visser, R. G. F. (2006) : Genetic Variation in Pea Seed Globulin Composition, *J. Agric. Food Chem.*, 54: 425-433.

Velíšek, J. (2002): *Chemie Potravin* (1. díl), OSSIS, Tábor, s. 344.

WOŹNIAK, Andrzej, Bogusław MAKARSKI, Anna STĘPNIOWSKA a Myroslawa SOROKA. (2012) Chemical composition of pea (*Pisum sativum* L.) seeds depending on tillage systems. *Journal of Elemntology* [online]. 4/2014 [cit. 2015-04-11]. DOI: 10.5601/jelem.2014.19.3.484.