

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra: Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

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

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Sledování opylovačů v porostech pohanky seté a jejich význam**

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jana Pexová Kalinová, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: doc. Ing. Jana Pexová Kalinová, Ph.D.

Autor bakalářské práce: Radek Nolč

České Budějovice, 2020



# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

## Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2018/2019

### ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Radek NOLČ  
Osobní číslo: Z17298  
Studijní program: B4131 Zemědělství  
Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině  
Téma práce: Sledování opylovačů v porostech pohanky seté a jejich význam  
Zadávající katedra: Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

#### Zásady pro vypracování

Cílem práce je zjistit jaký podíl na opylení pohanky seté má včela medonosná a zhodnotit její význam pro výnos nažek pohanky seté při různých termínech výsevu.

Vlastní řešení práce bude probíhat podle následujícího schématu.

- 1) Shromáždění názorů domácích a zahraničních autorů na řešenou problematiku a shrnutí informací o významu včely medonosné při opylení pohanky.
- 2) Založení polního pokusu s pohankou setou ve třech termínech výsevu.
- 3) Monitoring opylovačů v době květu porostu ve vybraných slunečných dnech v opakovaných krátkých časových intervalech cca 10 min. Na vybraných rostlinách vyhodnocení nasazení nažek.
- 4) Statistické zpracování a vyhodnocení získaných dat a dále uspořádání v podobě tabulek grafů či obrazových příloh. Součástí vyhodnocení bude porovnání zjištěných výsledků s výsledky obdobných pokusů u dostupných prací a závěrečný souhrn získaných výsledků.

Rozsah pracovní zprávy: 25 – 30 stran  
Rozsah grafických prací: 5 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam doporučené literatury:

Jacquemart, A. L., Gillet, C., & Cawoy, V. (2007). Floral visitors and the importance of honey bee on buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) in central Belgium. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82(1), 104-108.

Racys, J., & Montviliene, R. (2005). Effect of bees-pollinators in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) crops. *Journal of Apicultural Science*, 49(1), 47-51.

Rahman, A., & Rahman, S. (2000). Effect of honeybee (*Apis cerana indica*) pollination on seedset and yield of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 70(3), 168-169.

Singh, M. M. (2008). Foraging behaviour of the Himalayan honeybee (*Apis cerana* F.) on flowers of *Fagopyrum esculentum* M. and its impact on grain quality and yield. *Ecoprint: An International Journal of Ecology*, 15, 37-46.

Campbell, J. W., Irvin, A., Irvin, H., Stanley-Stahr, C., & Ellis, J. D. (2016). Insect visitors to flowering buckwheat, *Fagopyrum esculentum* (Polygonales: Polygonaceae), in north-central Florida. *Florida Entomologist*, 99(2), 264-269.

Cawoy, V., Ledent, J. F., Kinet, J. M., & Jacquemart, A. L. (2009). Floral biology of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 3(1), 1-9.

Moudrý, J., Kalinová, J., Petr, J., Michalová, A. (2005): *Pohanka a proso*. ÚZPI, Praha, 208s.

Databáze Web of Science a Scopus

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jana Pexová-Kalinová, Ph.D.  
Katedra genetiky a speciální produkce rostlinné

Datum zadání bakalářské práce: 25. února 2019  
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2020

V Českých Budějovicích dne 25. února 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentůvák 1088, 370 08 České Budějovice



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

LS.



prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.  
vedoucí katedry

## PROHLÁŠENÍ

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.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby 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: ..... 29. 6. 2020 .....

Podpis: .....  .....

**Poděkování:**

Na tomto místě bych chtěl poděkovat především své vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Janě Pexové Kalinové, Ph.D za pomoc a cenné rady, kterými významně přispěla ke zpracování této bakalářské práce.

## ABSTRAKT

Pohanka setá je hmyzosnubná rostlina lákající řadu opylovatelů. Nejvýznamnějším z nich je včela medonosná. Cílem této bakalářské práce bylo zjistit jaký podíl na opylení pohanky seté má včela medonosná a zhodnotit její význam pro výnos nažek při různých termínech výsevu. Maloparcelový polní pokus byl založen v oblasti Plzeňského kraje, místo Zábělá, ve třech termínech výsevu (1.5., 1.6. a 1.7. 2019). U porostu pohanky seté bylo hodnoceno: doba kvetení, celková doba vegetace porostu, počet květenství a květů na rostlině, počet nažek na rostlině, hmotnost tisíce nažek, výnos nažek. Monitoring opylovatelů byl prováděn v době květu pohanky v 9, 11 a 14 hodin, po dobu 10 minut, pomocí fotografických snímků. Podíl včely medonosné na opylení pohanky seté byl 29 % z účinných opylovatelů. Celkem bylo na květech pohanky zaznamenáno 24 druhů hmyzu. Nejvyšší počet druhů opylovatelů pohanky byl zaznamenán v červenci (21 druhů). Nejčastějším účinným opylovatelům pohanky byly pestřenky (57 %). Nejvíce návštěv včely medonosné bylo zaznamenáno u II. výsevu (vysetého 1. 6.), u kterého byl také nejvyšší předpokládaný výnos.

**Klíčová slova: pohanka setá, termín setí, výnos, opylovatel, včela medonosná**

## ABSTRACT

Common buckwheat is a crop that attracts many pollinators. The most important of these is honeybee. The aim of this bachelor's thesis was to find out what share of honeybee is on the pollination of common buckwheat and what its significance for the yield of archenes at different sowing times. A small-plot field experiment was established in the Pilsen Region, in the place of Zábělá, on three sowing times (1<sup>st</sup> May, 1<sup>st</sup> June and 1<sup>st</sup> July 2019). The buckwheat stand was evaluated from the point of: flowering time, total vegetation time of the stand, number of inflorescences and flowers on a plant, number of archenes on a plant, the weight of thousand of archenes and the yield of archenes. Monitoring of pollinators was performed at the time of buckwheat flowering at 9, 11 and 14 hours, during 10 minutes, using photos. The share of honeybees on the pollination of buckwheat was 29% of effective pollinators. A total of 24 insect species were recorded on buckwheat flowers. The highest number of buckwheat pollinators was recorded in July (21 species). The most common effective pollinator of buckwheat were hoverflies (57%).

The most visits of honeybees were recorded at the second sowing time (on 1 June 2019), which also had the highest expected yield.

**Keywords:** buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), sowing date, yield, pollinator, honeybee



## OBSAH

1.	Úvod.....	11
2.	Literární rešerše.....	13
2.1.	Původ a produkce pohanky seté.....	13
2.1.1.	Využití pohanky.....	13
2.2.	Botanická charakteristika pohanky seté.....	16
2.3.	Pěstování pohanky.....	19
2.4.	Význam včely medonosné při opylení pohanky.....	23
2.4.1.	Opylení.....	23
2.4.2.	Nektar a jeho tvorba u pohanky.....	23
2.4.3.	Opylovatelé.....	26
2.4.4.	Opylovatelé pohanky.....	26
3.	Cíl práce.....	29
4.	Metodika.....	30
4.1.	Polní pokus.....	30
4.2.	Hodnocené parametry u porostu pohanky.....	32
4.3.	Monitoring opylovatelů.....	32
5.	Výsledky.....	33
5.1.	Růstové a výnosové parametry u porostu pohanky.....	33
5.2.	Záznam opylovatelů.....	35
6.	Diskuse.....	41
7.	Závěr.....	44
8.	Seznam použité literatury.....	45
9.	Přílohy.....	49



# 1. ÚVOD

Současné zemědělství svými praktikami často ohrožuje ekosystémy a jejich rovnováhu. Nevhodné pěstování plodin, používání umělých hnojiv a pesticidů, to vše druhovou rozmanitost snižuje a výrazně narušuje. Pro zemědělství by mělo být udržení biodiverzity prioritou, bez biodiverzity nebude zemědělství. Zvýšená diverzita organismů v agroekosystémech může vést ke snížení vstupů do zemědělské výroby, ke snížení energetických nároků a zejména k ochraně dalších vlastností zemědělské krajiny.

Dnes se již našťestí mnohé světové organizace věnují výzkumům důsledků lidské činnosti na biodiverzitu. Lidská činnost v přírodě způsobuje většinou degradaci ekosystémů a ohrožuje mnoho rostlinných i živočišných druhů. Přitom biodiverzita má zásadní význam v udržení světa tak, jak ho známe.

Pohanka je velice nenáročná rostlina. Její obliba v průběhu staletí kolísala, ale v současné době její obliba opět roste. Mimo jiné vlivem zvýšeného zájmu spotřebitelů o zdravé produkty. Pohanka díky svým nutričním vlastnostem je považována za jednu z nejhodnotnějších plodin. Využití pohanky má široké spektrum. Lze využít všechny části rostliny. Její význam narůstá také při využití pěstování rostlin v mezivegetačním období jako součást protierozních opatření či jako součást směsí pro tzv. biopásy, které jsou určeny právě na podporu agrobiodiverzity.

Pěstování pohanky seté přispívá k rozšíření spektra rostlinné produkce. Přestože nedosahuje vysokých výnosů, je nenáročná na intenzifikační vstupy. Dá se využít především pro ekologické i integrované systémy rostlinné produkce. Lze jí využít i do oblastí s omezenými vstupy např. chráněných krajinných oblastí, pásem ochrany vodních zdrojů a i do míst méně půdně i klimaticky vhodných pro běžné plodiny.

Pohanka je cizosprašná, převážně hmyzosnubná rostlina. Pro hmyz je velmi atraktivní, poskytuje mu nejen nektar, ale i pyl, proto láká řadu opylovatelů, zejména včelu medonosnou. Včelám umožňuje hojnou pastvu po celé léto a to i v době, kdy mají včely nedostatek jiné potravy. Její výnos je ale proto závislý na opylovačích.

Nejvýznamnějším negativním faktorem způsobující úbytek hmyzu na celém světě je ztráta stanovišť a přeměna přirozených biotopů na území s intenzivním zemědělstvím, urbanizací, znečištěním (především zemědělskými hnojivy a pesticidy) i vlivem klimatických změn. Na úbytek hmyzu jsou navázány další živočichové, ale i rostliny, které jsou na hmyzu,

jako opylovatelích plně závislé. I v zemědělství je vazba rostlin a jejich opylovatelů tedy ekonomicky náročně nahraditelná.

## 2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 2.1. Původ a produkce pohanky seté

Pohanka setá je stará kulturní plodina pocházející ze střední Asie. V severní Indii bylo pěstování pohanky známé již před 2500 lety. Odtud se šířila na východ, na území Mongolska, Mandžuska a Japonska. V Japonsku je první písemná zmínka o pohance již z r. 772. Do Evropy se pohanka dostala pravděpodobně při expanzi Mongolů a Tatarů. Ze střední Evropy (Maďarska, Polska a Čech) se pohanka šířila do Německa, Dánska, Francie a dále. V Norimberském archivu je první zmínka o pohance z konce 14. stol. Z Evropy se pohanka koncem 16. stol. dostala také do Ameriky, kde byla pro svou krátkou vegetační dobu a vysokou výživovou hodnotu důležitou plodinou při osidlování USA a Kanady [05].

Archeologické nálezy nažek pohanky potvrzují výskyt pohanky na našem území již ve 12. stol. V 16. století patřila pohanka u nás k nejoblíbenějším potravinám. Podle archeologických nálezů je zřejmé, že pěstování pohanky se nedařilo ve všech oblastech [03]. Podle dostupných písemných pramenů byla pohanka v této době potravou chudé vrstvy obyvatel. Hojně se pěstovala a byla využívána jako běžný pokrm. Koncem 19. stol. pohanka úspěšně konkurovala ostatním obilninám. Rolníci jí běžně pěstovali pro její nenáročnost a relativně dobrou úrodnost [03].

V roce 1920 se pohanka pěstovala na necelých 3000 ha a průměrný výnos byl 0,79 t/ha. V šedesátých letech 20. stol. už bylo oseto necelých 500 ha. Výměra postupně klesala a v roce 1980 klesla na pouhé 2 ha [27]. Do roku 1990 se její pěstování uchovalo jen díky rodině Šmajstrlů, která ji alespoň v malé míře udržela na Valašsku. Pohanka se přestala pěstovat, protože se nehodila pro velkopřůmyslové zemědělství a širé lány. Opětovně se začala ve větší míře zase objevovat až po roce 1990, kdy se lidé začali více zajímat o zdravou výživu a o lepší hospodaření s půdou. Poptávka po pohance neustále stoupá. Nyní se u nás pěstuje především v systému ekologického zemědělství, ale i konvenčně. Celková výměra pro pěstování pohanky se u nás v současnosti pohybuje kolem 3000 ha. V produkci bio pohanky se s plochou okolo 900 ha řadíme mezi jedny z nejvýznamnějších producentů [27].

#### 2.1.1. Využití pohanky

##### Pohanka jako potravina

V současné době je pohanka využívána zejména jako konvenční a dietní potravina. Její velkou výhodou je, že je vhodná pro celiaky i diabetiky. Využit pohanku lze v podobě světlé

nebo tmavé mouky, těstovin, vloček, pohankového nápoje, pečiva, sušenek atd. V porovnání s pšeničnou moukou má pohanka daleko vyšší obsah vitamínů, minerálů a vlákniny. Kromě zinku, manganu a mědi je pohanková mouka bohatá na draslík, hořčík, vápník a železo. V pohance se především vyskytují vitamíny B1(thiamin), B2(riboflavin), B3(niacin) a vitamin E. K hlavním účinným látkám patří rutin, bioflavonoid, který společně s vit. C pomáhá zlepšovat imunitu a předcházet srdečním chorobám. V menší míře obsahuje také cholin, který je důležitý pro správnou funkci nervového systému a má i příznivý vliv na poškozené jaterní buňky. Pohanka obsahuje také podstatné množství lecitinu (až 0,5 %), který má pozitivní vliv na regeneraci mozkové kůry [01, 03].

Nažky pohanky je nutné oloupat pro využití k lidské výživě. Buď k tomu můžeme využít mechanické loupání, nevýhodou tohoto způsobu loupání je technologická náročnost. Výtěžnost se pohybuje mezi 45-60%. Druhý způsob loupání je termický, které je založen na napaření nažky horkou párou ve zvláštních přetlakových komorách a potom se rychle vysuší. Následně dojde k prasknutí oplodí a jednodušeji k mechanickému oddělení od endospermu. Tímto způsobem dochází k větší výtěžnosti mezi 60 – 65%, ale k větší energetické náročnosti. Dochází také k chuťovým a biochemickým změnám produktu. Při zpracování mechanickým loupáním má pohanka zelenou barvu a během dlouhého skladování se barva postupně mění na růžovohnědou [01, 02].

### **Pohanka jako léčivá rostlina**

Jako léčivá rostlina se pohanka využívá nejen v lidovém léčitelství ale i pro zpracování ve farmaceutickém průmyslu pro svůj vysoký obsah rutinu. Pro využití pohanky pro farmaceutický průmysl je důležitá doba sklizně a to cca 40 dnů po zasetí. V této době dosahuje výšky 20 – 25 cm a obsahuje nejvíce účinných látek [01]. Po sklizni se zpracovává čerstvá anebo se suší při teplotě 60 - 80°C. Důležitá nezbytnost bezprostředního sušení. Pro farmaceutický průmysl je vhodnější využití pohanky tatarské, která má vyšší obsah rutinu, než pohanka setá. Léčivé účinky pohanky jsou: zvyšování pružnosti cév, regulace cholesterolu a krevní srážlivosti [01, 02].

Z natě a květu pohanky lze uvařit čaj, který je bohatý na železo [02].

### **Pohanka jako medonosná rostlina**

Pohanka je cizosprašná a hmyzosnubná bylina. Pohanka je tedy i důležitou medonosnou rostlinou. Pro svoji dlouhou dobu kvetení (40 – 50 dní) poskytuje včelám vydatnou pastvu po

celé léto. Nejvíce meduje v první třetině kvetení při teplotách 20 - 24°C a 60 – 80 % vlhkosti vzduchu [03].

Nejlépe vyvinuté květy v místě střední a spodní části květenství vytvářejí více nektaru. Výnos a produkce nektaru je závislý do jisté míry na zvláštnostech odrůdy, ročníku, včelstva a použité agrotechnice. Med z pohanky je tmavý a má zvláštní kořeněnou chuť s nápadnou pohankovou vůní. Má antibakteriální účinek a obsahuje množství stopových prvků. Obsahuje fenolické látky, které mají důležitou antioxidační aktivitu, a proto je navrhován, jako pomocný přípravek k léčbě cévních srdečních a jiných onemocnění [01, 03].

### **Pohanka jako meziplodina**

Pohanka je významným zdrojem draslíku a fosforu a proto ji lze využít jako meziplodinu na zelené hnojení. Poskytuje asi 20 – 40 t zelené hmoty. Pro zelené hnojení se pohanka zaorává asi 7 dní po kvetení. Jako meziplodinu lze pohanku využít k protierozní ochraně půdy ve svažitých oblastech a místech, kde může dojít k vyplavování dusíku. Dokáže potlačovat plevely díky rychlému počátečnímu růstu listové plochy. Zařazuje se do osevních postupů jako předplodina, protože dokáže dobře potlačit pýr plazivý. Pohanka se také využívá na rekultivované elektrárenské a uhelné výsyvky, k vysoušení kyselých mokřadů a luk, k asanaci rašelinišť a navážek [01].

### **Pohanka jako krmivo**

Případně lze takto pěstovanou pohanku využít na zelené krmení. V tomto případě je nutné nekrmit větším množstvím jako zelené píce z důvodu možnosti projevu fagopyrismu, objevující se u skotu a ovcí [02].

Seno pohanky je svým obsahem podobné kukuřičné siláži. Obsah vlákniny a celková stravitelnost je srovnatelná s dobrým vojtěškovým senem. Kvalita závisí na správné době sklizně [01].

Zrno se dá využít ke krmení drůbeže. Pohankový šrot se dá využít jako koncentrát ke krmení skotu. Pro výživu prasat lze částečně nahradit jiné obiloviny pohankou z důvodu vyššího obsahu lyzinu, minerálních látek a vitamínů v pohankovém zrnu. Oproti ovsu, ječmeni, žitu nebo kukuřici má menší krmnou hodnotu. Pohanka by měla být zkrmována mletá a smíchaná se dvěma díly kukuřice, ovsu nebo ječmene z důvodu ostrých hran nažky. Nažky se přidávají do směsí a používají se pro krmení domácích mazlíčků, ptáků a malé hlodavce [02].

## **Pohanka jako zelenina**

Pohanku je možné použít také jako zeleninu. Využívá se především čerstvá nebo nakládaná mladá nat' s listy a jemné pohankové výhonky, zpracovává se do salátů. Takto se běžně připravuje ke spotřebě například v Nepálu. Ke stravování lze také připravit pohankové výhonky či klíčky, které jsou chutnou a zdravou zeleninou [01].

## **Další využití pohanky**

Slupky z pohanky je možné použít k plnění polštářů a matrací. Díky tvaru slupek může v polštářích dobře cirkulovat vzduch a tím zůstávají poměrně chladnými, zlepšuje se jejich pevnost proti deformaci pomačkání polštářů. Slupky z pohanky dobře udržují vlhkost a lze je tedy použít jako dobrý mulč [01].

Pohanku můžeme také využít pro podporu biodiverzity na zemědělské půdě formou biopásů. Pro biopásy, které jsou široké 6-12 m se používá směs osiva pohanky prosa, kapusty, obilnin a lupiny bílé [02].

## **2.2. Botanická charakteristika pohanky seté**

Pohanka setá (obr. 1) je jednoletá dvouděložná bylina z čeledi rdesnovitých (*Polygonaceae*) rodu *Fagopyrum*. [05].

### **Kořenový systém**

Pohanka má kulový a málo větvený kořenový systém, který je tvořen poměrně malým množstvím jemných kořínků. Kořenový systém zasahuje převážně jen mělce do půdy. Jen výjimečně prorůstá do hloubky 0,8 – 1 m. Rozvětvení kořenového systému záleží na úrodnosti, utužení, vlhkosti a provzdušnění půdy. Ve srovnání s ostatními obilovinami z hlediska podzemní a nadzemní fytomasy má pohanka kořenovou soustavu slabou. Kořenový systém pohanky je schopný odebírat z půdy málo přístupné formy minerálního N, P a K [01, 02].

### **Lodyha**

Hlavní lodyha pohanky je přímá, stabilní a podélně rýhovaná, zelené až červené barvy a v horní třetině rostliny mírně větvená. Na základě podmínek pěstování jako je půdní úrodnost, hustota porostu, a dostatek vláhy může utvořit větve několika řádů. Lodyha má většinou 2 - 8 větví prvního řádu, které se dále ještě mohou větvit. Výška lodyhy se pohybuje většinou od 50 do 140 cm, je dutá a proto vlivem silnějšího větru nebo krupobití může lehce dojít k jejímu poškození. Je dělena nody, jejichž počet je okolo 5 - 10 na hlavním stonku [01, 03].

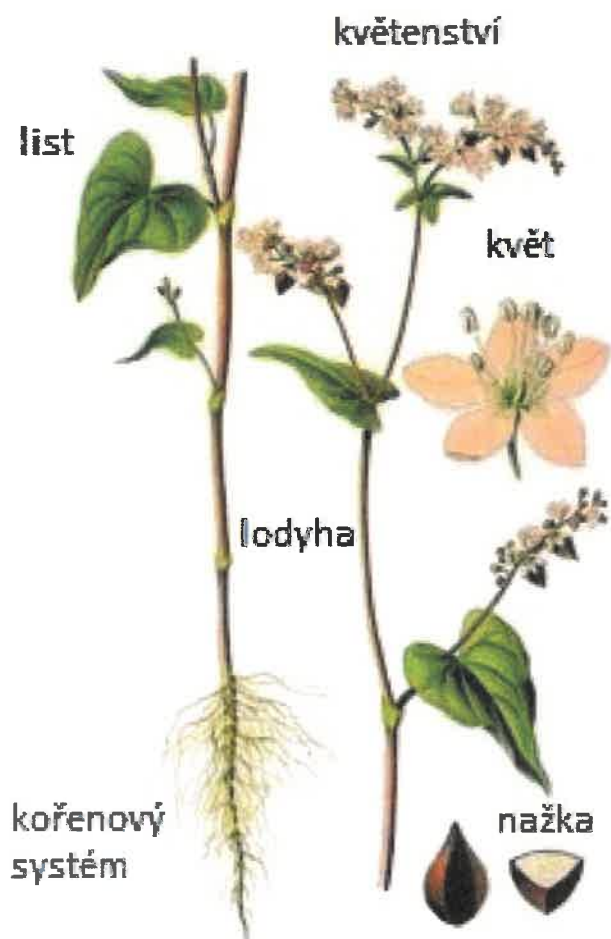


## Listy

Pohanka má tři různé typy listů, jedná se o heterofylii. Děložní lístky se objevují jako první při vzházení rostliny. Jsou to listy poměrně velké a silné. Mají ledvinovitý tvar mnohdy s antokyanovým zabarvením. V dolní části pohanky vyrůstají pravé listy, které jsou dlouze řapíkaté, doširoka srdčité, vroubkované. V horní části rostliny jsou listy krátce řapíkaté, skoro přisedlé, šípovité, vejčité kopinaté, dlouze zašpičatělé. Na stonku jsou založeny střídavě a jsou ve vodorovném držení [01, 04].

## Květenství

Z úžlabí listů postupně vyrůstají květenství, nazývaná úžlabní lata. Květní stopka je dlouhá 1,5 – 7cm a kvítky v květenství jsou seřazeny v hrozny. Také mohou být v posledních



Obrázek 1: Pohanka setá [37]

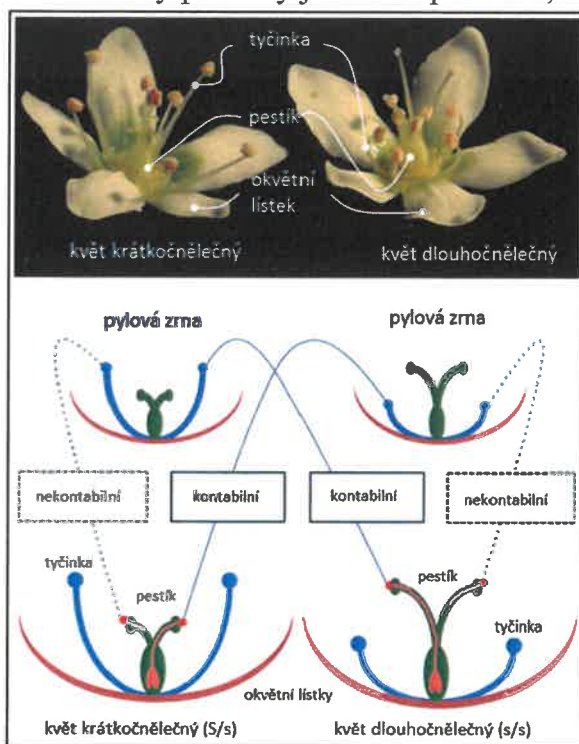
okolíkovitých latách hroznů obvykle se 4 – 7 větvemi, které se někdy nazývají, jako vrcholové chocholíky či polookolíky. Jedno květenství se skládá ze 7 – 9 květů. Pohanka má zpravidla 500 – 1500 květů na jedné rostlině. Množství květů je značně proměnlivé. Záleží na odrůdě, lokalitě a hustotě porostu[01, 03].

Pohanka po vzejití začíná kvést 25. – 30. den. Každý kvítek kvete jeden den a začíná kvést od spodu hlavního stonku a dále pokračuje nahoru. Po květu hlavního stonku začínají kvést květenství primární větve, pak sekundární větve atd. Celkové období kvetení pohanky zabírá okolo 40 – 50 dní. Pro kvetení pohanky jsou ideální podmínky při teplotě 18 - 22°C a vlhkosti 60 – 73 %. Špatně snáší

vysoké teploty kolem 30 °C v době kvetení a zrání po dobu 3 - 4 dní dochází k zasychání květů i ukončení tvorby nažek. Při poklesu teploty pod 14 - 18°C, květy i vyvíjející se nažky odumírají [01, 03].

## Stavba květu

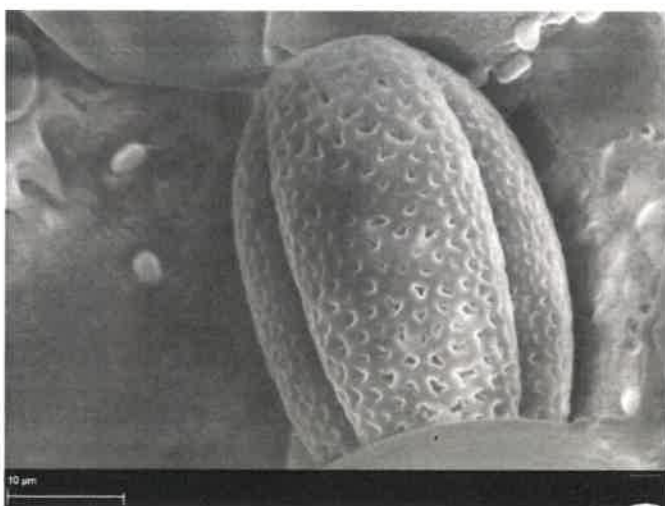
Květy pohanky jsou oboupohlavné, malé a jejich velikost se pohybuje od 5 – 10 mm.



Obrázek 2: Stavba květu [32]

Heterozygotní sestava podmiňuje krátkočnělečnost, zatímco recesivně homozygotní sestava (ss) dává vzniknout dlouhočnělečným květům. Tyto dva typy květů jsou spojeny s dialektickou cizosprašností, tzn., že semena se mohou vyvinout pouze po opylení mezi dvěma rostlinami opačného typu [01].

## Pyl a opylení



Obrázek 3: Pylové zrna pohanky [35]

Květy (obr. 2) jsou složeny z 5 volných nebo na bázi krátce srostlých okvětních lístků. Barva okvětních lístků je bílá, růžová a někdy může být i červená. Květy mají 8 tyčinek a 1 pestík, který má 3 čnělky s kulovitými bliznami. Pod trojhranným horním semeníkem, který zahrnuje jedno vajíčko, jsou uložena nektária. Pohanka má dva typy květů, které se od sebe liší délkou čnělek. Jde o květy dlouhočnělečné (PIN typ, dlouhé čnělky, krátké tyčinky) a krátkočnělečné (THRUM typ, krátké čnělky, dlouhé tyčinky). Květ pohanky je kontrolován jedním genem se dvěma případnými formami alel: S a s.

Opylení nastává pouze mezi krátkočnělečným a dlouhočnělečným květem. Květy typu THRUM vytvářejí velká pylová zrna o průměru 0,16 mm. Květy typu PIN tvoří malá pylová zrna o průměru 0,10 mm. V praxi lze tedy předpokládat u dlouhočnělečných květů větší nažky. Během prvních dvou hodin po rozkvětu se uvolňují pylová zrna, což je ideální doba pro intenzivní opylení květů. Pylová zrna (obr. 3) jsou samčí

výtrusy rostlin, vznikající na tyčinkách v prašnicích. Pylová zrna pohanky mají oválný tvar, se

třemi otvory a zrnitým povrchem [22]. Velký vliv na kvalitu nažky má počet zachycených pylových zrn na pestíku. Vyšší počet zachycených pylových zrn na pestíku také určuje i vitálnější budoucí potomstvo. Optimální je opylení nejméně 10 pylovými zrny na květ [01, 09].

### **Plod**

Pohanka má plod ve tvaru trojboké hladké nažky s celokrajnými hranami. Její velikost je v průměru 4,5 – 7,0 x 3,0 – 4,0 mm a záleží na podmínkách pěstování a její odrůdě. „Z nasazených květů se vytvoří jen 10 – 40 % nažek (někdy jen 5 – 10 %)“ [04]. Barva nažky může být stříbřitě šedá, mramorovaná, hnědá až fialově černá záleží na typu odrůdy. U některých odrůd se dělají na hranách nažek odlišně rozměrná „křídla“, které zmenšují hustotu nažek a způsobují potíže během jejich loupání a čištění. Oplodí a osemení jsou dvě nesrostlé blány, které jsou na povrchu nažky. Hmotnost nažky ze 70 % vytváří endosperm bílé barvy, který má uprostřed zárodek a nalézá se pod osemením. Nažky se liší velikostí, hmotnost tisíce semen se pohybuje mezi 20 - 30 g [01].

## **2.3. Pěstování pohanky**

### **Založení porostu**

Pohanka je nenáročná, daří se jí v chladnějších a vlhčích místech podhorských oblastí. V období květu a tvorby plodů vyžaduje dostatek vláhy a proto je méně vhodná pro pěstování v teplejších a sušších oblastech. Je citlivá na pozdní jarní a časné podzimní mrazíky okolo -2 a -3 °C. Zároveň ale špatně snáší i vysoké teploty kolem 30 °C v době kvetení a zrání po dobu 3 - 4 dní dochází k zasychání květů a tím i ukončení tvorby nažek [02].

Pro vyklíčení semen pohanky by půda měla mít teplotu kolem 10 – 12 °C v hloubce setí. Na základě teploty pohanka vzejde za 7 – 13 dní. Ideální doba setí odpovídá poslednímu týdnu dubna až polovině května. U řepařského výrobního typu je nejvhodnější doba výsevu v první dekádě května, u vyšších poloh o 7 - 10 dní později. Aby nedošlo k poškození při vzcházení pohanky je potřeba zvážit období optimálního výsevu (jarní mrazíky). Při pozdním výsevu může dojít k nedostatku vláhy a tím zasychání květů. V období zrání pohance nesvědčí pokles teploty pod 14 - 20°C, květy a plody odumírají a dochází tak také ke snížení výnosu [01].

Pozdní výsevy od konce května do poloviny července se doporučují pro účely pěstování pohanky na substrát pro BPS. Pro tyto účely se vysévá do hloubky 2 – 4 cm, do 14 cm širokých řádků, 40 – 60 kg semen / ha (150 – 250 klíčivých zrn / m<sup>2</sup>) [39].

Pohanka vyžaduje lehké, propustné, kypré půdy, dostatečně zásobené minerálními látkami. Nesnáší jílovité, těžké a přemokřené půdy. Při předsadbové přípravě je vhodné půdu

zkyprít do hloubky 10 – 15 cm a vytvořit drobno-hrudkovou strukturu. Rychlejší a rovnoměrnější vzcházení a rovnoměrné uložení semen v půdě podporuje válení a vláčení půdy před setím. [03].

Počet výsevu také ovlivňuje šířka řádků. U úzkých řádků se doporučuje výsev o 50 nažek/m<sup>2</sup> více. V širších řádcích o 50 nažek/m<sup>2</sup> méně. Pohanka dokáže menší hustotu porostu nahradit větším větvením. Nechová se jako obilnina, která dokáže vytvořit více odnoží. Šířka řádků je závislá na způsobu pěstování pohanky, konvenčním nebo ekologickým způsobem. Pokud budeme pěstovat pohanku konvenčním způsobem, můžeme aplikovat herbicidy na likvidaci plevelů a nemusíme řešit šířku řádků na rozdíl od způsobu ekologického. Šířka řádků je daná normovanou délkou mezi secími bodkami secího stroje, která může být v rozmezí 125 – 250 – 375 mm anebo 150 – 300 – 450 mm [04].

Výnosy pohanky ovlivňuje vzdálenost řádků a množství výsevu. Je třeba při setí přihlédnout k orientaci ke světovým stranám z důvodu lepšího prosvětlení porostu, nejlépe severojižním směrem. Dále je nutné zohlednit půdně - klimatické podmínky, vlastnost odrůdy, zaplevelení a velikost plochy. Při způsobu širokořádkového pěstování pohanky (450 mm) jsou rostliny dobře provzdušněny, lépe osvětleny a méně napadány chorobami. Dochází k výraznému větvení rostlin [03, 06].

Jednou z nevýhod je, že z důvodu zamezení růstu plevelů je nutná meziřádková kultivace. Pohanka vysetá do úzkých řádků lépe konkuruje plevelům a odolává stresům. Kvete kratší dobu a tím také dříve dozrávají nažky. U ekologického způsobu pěstování a pozdního setí je optimální využívat užší řádky [06].

Na základě druhu a typu půdy a zásoby živin se volí uložení nažky. Na těžkých půdách se seje pohanka do hloubky 4 – 5 cm na lehčích půdách do 5 – 6 cm a u suchých půd je to do hloubky 7 – 8 cm. Nedoporučuje se sít pohanku mělce 2 – 3 cm, dochází tím k menšímu rozvinutí kořenového systému, možnosti vyzobání semen ptactvem a zároveň stoupá riziko zaschnutí klíčících semen. [01].

### **Osivo**

Požadavky na kvalitu osiva pohanky stanovuje zákon č. 219/2003 Sb. Vlhkost osiva by měla být do 15 %, klíčivost minimálně 80 % a čistota semen nejméně 98 %. K setí je vhodné využívat nažky větší než 3,5 mm. Semena z vrchních květenství mají vyšší klíčivost (93 %) než semena z bočních květenství (68 – 89 %) [01].

Vzhledem k podmínkám se počet klíčivých semen odhaduje 100 – 300/m<sup>2</sup>. Při optimálních podmínkách se doporučuje výsev 150 – 200 semen/m<sup>2</sup>. Množství vysívaných

nažek také ovlivňuje doba výsevu, např. časný výsev do úrodné půdy se doporučuje výsevek méně než 150 nažek/m<sup>2</sup>. Po méně vhodných předplodinách a při špatných podmínkách více než 250 nažek/m<sup>2</sup> [01].

Ve Státní odrůdové knize v současné době není pohanka zařazena. Mezi nejznámější odrůdy patří Kora (středně raná), Panda (polopozdní), Zita (raná až poloraná) [23, 32].

### **Zařazení pohanky v osevním postupu**

Pohanka není náročná na předplodinu, ale po vhodné předplodině má vyšší a jistější úrodu. Z hlediska vyšších výnosů je výhodnější pohanku zařazovat do osevního postupu po luskovinách. Je nutné zvýšit pozornost na nezapevlenost půdy a předplodiny. Jedná se především o plevele z čeledi rdesnovitých, příbuzné druhy pohanky. Pohanka je velmi citlivá na herbicidy, a proto je potřeba se vyvarovat jejich použití na předplodiny. Tyto účinné látky herbicidů mohou poškozovat pěstování pohanky i v dalších letech [01, 06].

Pohanku je možné pěstovat jako druhou plodinu v roce po dříve sklizených plodinách. Také je možné využít pěstování pohanky po ozimých směskách na zelené krmení nebo po raných bramborách a případně i po obilninách, kde se sklízí v rané fázi zralosti celá nadzemní hmota. Nedoporučuje se pěstovat pohanku v místech, kde se před tím vyskytovalo háďátko. Pohanka má fyto-sanitární účinky a proto je vhodnou předplodinou pro obilniny. Velmi důležitá je příprava půdy, která se provádí na základě předplodiny a má jako jedna z faktorů velký vliv na celkové výnosy pohanky. Při pěstování pohanky jako hlavní plodiny v ekologickém zemědělství se oře na podzim a doporučuje se orat do hloubky větší než 22 cm. Tím dojde k vytvoření většího kořenového systému, který umožní pohance lepší využití vláhy a potřebných živin [01, 06].

U konvekčního zemědělství je možné po okopaninách orat mělčeji z důvodu možnosti zásobování průmyslovými hnojivy. Je to nutné především při zařazení pohanky jako druhé plodiny aby se zamezilo při přípravě půdy ztrátě vláhy. Půda se připravuje mělce, kdy se posklizňové zbytky zaklopí a zároveň připraví rovnou k setí. Tento způsob přímého setí se neosvědčil [04].

### **Hnojení**

Pohanka nevyžaduje vysoké dávky živin, hnojení je nezbytné na chudých písčitých půdách. Pohanka je rostlina schopná získat z půdy i méně přístupné živiny jako je např. fosfor. Nároky na jeho množství se zvyšují v období kvetení a tvorby nažek. Z živin je pohanka nejnáročnější na draslík, jeho dostatek zvyšuje výnos i kvalitu nažek. Organickými hnojivy

nehnojíme přímo k pohance, ale k předplodině. V organických hnojivech se nachází semena plevelů, která v případě hnojení na přímo k pohance, by mohla vzejít a způsobit tím zaplevelení [03, 06].

Na chudších půdách se využívá ledková forma dusíku, která rychleji posílí porost, na ostatních půdách se dává přednost pomaleji působícím formám dusíku. Pohanka je choulostivá na chlór, může dojít k lámavosti, k nižšímu růstu a objevují se skvrny na listech. Proto je vhodné při hnojení aplikovat místo draselné soli síran draselný [01].

### **Škůdci**

Pokud pěstujeme pohanku na menší ploše, trpí chorobami jen minimálně. K významným škůdcům pohanky patří např. zajíci a drobní hlodavci. V případě rozšířeného pěstování pohanky na větších plochách může dojít k napadení různými chorobami, např. virové, bakteriální, houbové. Nejčastější škůdce pohanky je mšice, která způsobuje přímé škody a může přenášet i virové choroby [01, 02].

Při ekologickém pěstování pohanky se snažíme předcházet a snížit výskyt škůdců a chorob lepší organizací porostů, volit dobrou předplodinu a využívat starou půdní sílu s dostatkem živin. Jelikož je pohanka dietní potravina tak k chemické ochraně porostu přistupujeme pouze v krajním případě [01].

### **Sklizeň**

Během vegetace pohanka kvete dlouho, nerovnoměrně a směrem ze zdola nahoru a proto je velmi obtížné určit dobu sklizně. Optimální doba sklizně je pokud jsou 2/3 nažek zralé (hnědě zbarvené), na konci větví jsou úplně vyvinuté a vybarvené a na středových větvích dozrávají. O množství a kvalitě nažek rozhoduje správný termín sklizně a její opatrné provedení. Při pozdní sklizni, deštivém a větrném počasí dochází k velkým ztrátám výdrolem, protože přisednutí plodů už není tak pevné. Dochází k tomu jak před sklizní, tak i během sklizně, ztrácíme tím ty nejlepší nažky. U předčasné sklizně to znamená ztráta výnosu a kvality nažek, jelikož nažky nejsou dostatečně dozrálé [01, 04, 06].

Výsevní termíny před polovinou května, jsou vzhledem k citlivosti pohanky na mráz velmi rizikové. Stejně jako při pozdních termínech setí dochází ke sníženým výnosům [01].

### **Zpracování nažek**

Při dokončení sklizně se musí nažky předčistit tím, že se odstraní hrubé nečistoty a přiměsí a pak se dosouší. Nažky se dosouší způsobem přehazování nebo aktivním větráním na roštech za pomoci studeného nebo předehřátého vzduchu ve vrstvách okolo 15 – 20 cm. Teplota

nažek musí být nižší než 40°C a teplota vhněného vzduchu má být 60 - 65°C. V případě vyšších teplot nažky křehnou a špatně se loupají [01, 04].

Je možné v případě předčištěné pohanky vrstvu naskladněné pohanky na roštu zvýšit o 60 – 100 cm. Požadovaná vlhkost skladování pohanky je 14%. Pohanka je velmi náchylná na zapaření a plesnivění a zároveň citlivá ke všem pachům a proto je nutné jí skladovat odděleně [01, 04].

## 2.4. Význam včely medonosné při opylení pohanky

### 2.4.1. Opylení

Opylení je děj, při kterém se pyl (samčí rostlinné buňky) přenáší z jedné rostliny na druhou, respektive prašník z jedné rostliny na bliznu (samičí orgán květu) rostliny druhé. Přenášení pylu může zajistit vítr, voda, ale největší podíl má hmyz. V našich podmínkách se uvádí asi 20 % rostlinných druhů větrosnubných, zbývajících 80 % hmyzosnubných, mezi které patří také pohanka [1]. Pouze asi 1 % opylení pohanky proběhne větrem [23]. Campbell uvádí možnost opylení větrem 1, 3 %, příležitostně až 1, 8 % [21].

Kromě pohanky seté se v omezené míře pěstuje pohanka tatarská (*Fagopyrum tataricum*), zvaná tatarka. Pro svou vyšší odolnost nahrazuje pohanku setou ve vyšších polohách. Tento druh pohanky je samosprašný a obsahuje více flavonoidu rutinu [28].

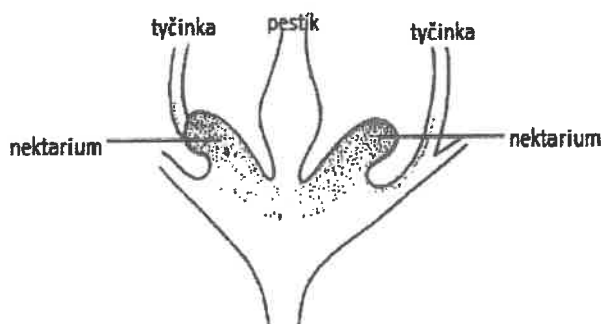
### 2.4.2. Nektar a jeho tvorba u pohanky

Nektar je vodný roztok sacharózy, fruktózy a glukózy. Nektar pohanky má dominantní zastoupení hexózy (typické pro květy s volnými nektarii). Dále může být v nektaru převládající obsah sacharózy (typické pro rostliny s těžko přístupnými nektarii) nebo mohou být obě složky v rovnováze. V malém množství obsahuje nektar alkoholy, aminokyseliny, amidy, organické kyseliny, pryskyřice, oleje, silice, terpeny, flavony, fosfáty aj. V nektaru jsou přítomné i pevné příměsi, jako jsou např. pylová zrna a buňky rostlinných tkání. Z vitamínů jsou v nektaru zastoupeny především tiamin, riboflavin, biotin, pyridoxin, kyselina listová a askorbová. Množství vitamínů v nektaru je však pro biologické potřeby člověka málo významný [12, 13, 15].

Nektar se vytváří převážně u krytosemenných rostlin opylovaných hmyzosprašně, jeho úkolem je lákat hmyz, pro který je nektar nezbytným zdrojem živin. Běžná koncentrace cukrů v nektaru kolísá mezi 3 – 80 %, v průměru obsahuje 40 % cukrů. Pro včely jsou zajímavé květy s obsahem cukrů větším než 10 % [13, 14].

## Nektar pohanky

Nektar vzniká v nektariích, ze kterých je vylučován vnějším rostlinným pletivem. Nektaria pohanky jsou oranžová a hrbolkovitá a jsou uložena při základně tyčinek květů. Vylučování nektaru probíhá u pohanky seté brzy ráno a kulminuje mezi 9 – 14 hodinou, poté ustává [13, 22].



Obrázek 3: Nektaria pohanky [22]

### Nektarodárnost pohanky je:

$N = 0,2 - 0,4$  (množství nektaru vyloučeného izolovaným nektariem v miligramech)

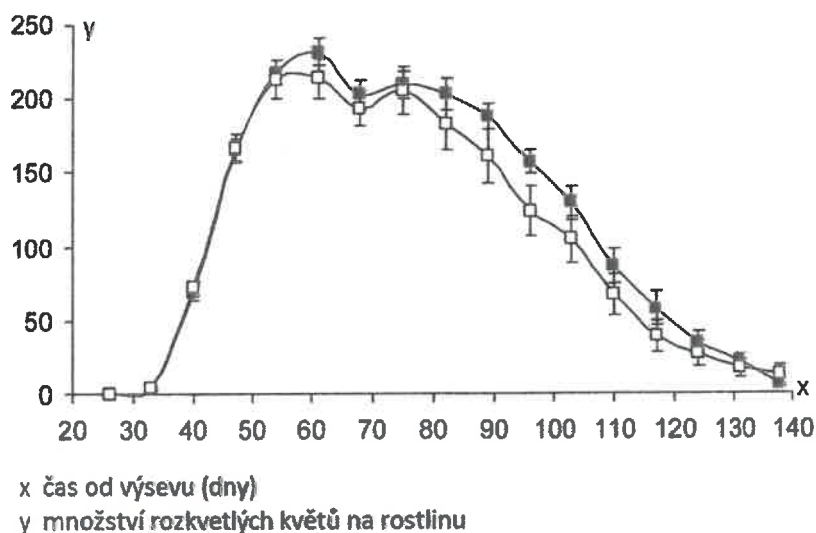
$C = 41 - 45 \%$  (cukernatost nektaru měřená refraktometrem)

$C. h. = 0,08 - 0,18$  (cukerná hodnota, neboli množství cukru vytvořené v květu za 24 hod, udávaná v miligramech) [22]

Množství nektaru v květech pohanky závisí na mnoha faktorech, např. meteorologické podmínky, vitalita rostlin, množství včelstev poblíž pěstované pohanky, úroveň agrotechniky pěstování a výživa porostů [03].

Také tvorba nektaru pohanky závisí na množství rozkvetlých květů na rostlině (graf 1), což kolísá s věkem rostliny. Thrum květy produkují větší pylová zrna, ale v menším množství než květy typu pin. Thrum květy zároveň v první polovině kvetení produkují až o 30% více nektaru s vyšším podílem sacharózy, než květy pin (tab. 1), čímž jsou pro opylovatele lákavější, ale uchytí se na nich méně pylových zrn [24].





Graf 1: Množství rozkvetlých květů thrum (plné čtverečky) a pin (prázdné čtverečky) na rostlině [24]

	Thrum	Pin
sacharóza	16,81 ± 1,64	12,93 ± 0,81
glukóza	45,08 ± 0,96	47,45 ± 0,54
fruktóza	38,10 ± 0,74	39,62 ± 0,33

Tabulka 1: Zastoupení cukerných složek v nektaru pohanky [24]

„Pohanka nejlépe meduje při teplotách vzduchu 20 – 24 °C a relativní vlhkosti vzduchu 60 – 80 %“ [03]. Za horkého a suchého počasí se produkce cukru snižuje až 15 krát [23], což se přímo odráží na počtech náletů včel a tím i počtu opylených květů. Tato skutečnost má zejména vliv na snížení úrody pohanky, kvetoucí ve vrcholném létě. Tvorba nektaru a s ním spojená produkce sacharózy se snižuje i při nízkých teplotách pod 20 °C a za sucha [03, 23].

Množství nektaru v květech pohanky tedy závisí na mnoha faktorech, např. meteorologické podmínky, vitalita rostlin, množství včelstev poblíž pěstované pohanky, úroveň agrotechniky pěstování a výživa porostů [03].

Dalším významným faktorem ovlivňující nektarodárnost je množství světla, při ideálních podmínkách je produkce nektaru stabilní. Při přechodu ze světla do tmy se produkce nektaru zastavuje. Naopak pokud se světlo zdvojnásobí, zvýší se sekrece nektaru o 41 % [23].

Nektar se nejvíce tvoří v dopoledních hodinách, kdy zároveň také dochází k intenzivnímu náletu opylovatelů. Květy pohanky lákají mnoho hmyzu, pouze zlomek z nich má ale potenciál být účinným opylovatel. Květy pohanky přitahují velkou rozmanitost hmyzu, opylovatelů, parazitoidů i predátorů. Pohanka může být tedy použita i jako krycí plodina pro zvýšení biologické diverzity nebo ke zvýšení populace místních opylovatelů [20].

Účinnost opylení je závislá na schopnosti rostliny přilákat opylovatele morfologií květů, produkcí pylu a nektaru. Závisí tedy na množství hmyzu a jeho schopnosti pyl shromažďovat a ukládat. Jediná návštěva hmyzu přenáší průměrně 5 pylových zrn (ideální je více než 10), je třeba tedy 2 a více návštěv pro optimální opylení [23].

### 2.4.3. Opylovatelé

V mluveném slově je ustálený výraz opylovač, který zahrnuje jak vykonavatele opylování (např. hmyz), tak rostlinu, která poskytuje pyl kompatibilní k opylení jiné rostliny (např. jiné odrůdy) a to pomocí opylovatele. Proto Ústav pro jazyk český Akademie věd ČR doporučuje zejména v odborných textech slovně odlišit vykonavatele opylování jako opylovatele a rostliny označované za zdroj pylu jako opylovače [28].

Opylovatel je tedy živočich, umožňující opylení rostlin. Z ekologického hlediska jde o symbiotický oboustranně prospěšný vztah, tzv. mutualismus. Rostliny poskytují opylovatelům pyl nebo nektar a opylovatelé rozšiřují jejich pyl na jiné rostliny téhož druhu, čímž umožňují jejich oplodnění. Patří mezi ně především hmyz, ale i ptáci, savci či plazi [10, 28].

Na světě je opylováno asi 85 % všech kvetoucích rostlin hmyzem, přičemž z toho 85 % včelami [7, 8]. Největší podíl na opylení má tedy řád blanokřídlých, kam patří např. včely či čmeláci. Včela medonosná v podstatě spolu se včelami samotárkami a čmeláky vyváří potravní základnu pro všechny živočichy, včetně lidí na Zemi [07, 10].

Dalšími významnými hmyzími opylovateli jsou motýli, dvoukřídlí (např. pestřenky) a brouci, kteří jsou pravděpodobně nejstarší skupinou opylovatelů. Vzácně mezi hmyzí opylovatele patří trásněnky [11].

### 2.4.4. Opylovatelé pohanky

Jak již bylo výše uvedeno, pohanka je významnou medonosnou a nektarodárnou rostlinou, čímž je pro opylovatele velice atraktivní. K nejúčinnějším opylovatelům pohanky patří blanokřídlý hmyz a to v závislosti na krajině pěstování. Ve většině zemí, kde se pohanka pěstuje, se jeví jako nejúčinnějším opylovatelem včela medonosná. Její četnost však kolísá v závislosti na regionu nebo ročním období a jejich účinnost se tak těžko hodnotí [23, 24].

#### ***Včela medonosná***

Včela medonosná (*Apis mellifera*) (obr. 19) je nejznámější zástupce společenského hmyzu čeledi včelovitých (*Apidae*). Hnízda si staví na chráněných místech. Díky její přirozené schopnosti produkovat med a užitkovému chovu je včela medonosná hospodářsky nejvíce

využívána. V současnosti většina včelstev sídlí v umělých úlech. Rozvoj včelstev je závislý na prostředí. Každé včelstvo je společenská jednotka a má své vnitřní a vnější ekologické zákonitosti [08, 12].

Včela v květu prolézá kolem tyčinek nebo přímo po prašnicích, kde se její tělo popráší pylem. Pyl se v chloupkách včel zachycuje v obrovském množství. V úlu včela shodí pylovou rousku na místě uskladnění. Pyl je pro včely zdrojem všech potřebných živin. Zdrojem cukrů a dalších látek nezbytných pro výživu je nektar, med a medovice [12].

Včela medonosná je ve světě jedním z nejúčinnějších opylovatelů širokého spektra rostlin. Včely zlepšují kvalitativní i kvantitativní charakteristiky zemědělské produkce [19].

Včela medonosná aktivně létá na pohankové květy, kde provádí opylení při sbírání nektaru a pylu. Její vliv při opylení pohanky je nenahraditelný. Tvoří 90 – 95 % z celkového počtu všech opylovatelů. Její způsob hledání potravy a průzkumné chování, sběr nektaru a pylu (oba typy pylu thrum i pin) umožňuje snazší přenos pylových zrn a opylení. Doba strávená na květenství není denní dobou ovlivněna, ale po poledni návštěvnost květů klesá. Včela navštíví průměrně 14 – 20 květů za min a květy pohanky navštěvuje přibližně 4 – 5 hod [23, 24].

Studie v Litevském zemědělském institutu (v letech 1999 – 2001) zkoumala vliv opylení pohanky včelou medonosnou na produktivitu semen a vývoje rostlin. Rostliny hojně navštěvované opylovateli produkovaly o 21,7 – 41,4 % vyšší výnos osiva, než rostliny na izolovaných pozemcích. Studie zároveň prokázala, že rostliny navštěvované opylovateli byly na výšku menší (cca o 10 cm). Izolované rostliny měly zároveň o 16,8 – 19,6 % více vedlejších větví, více květů a kvetly delší dobu. Rostliny navštěvované opylovateli kvetly o 10,0 – 16,5 % kratší dobu [20].

### ***Včely samotářky***

Včely samotářky tvoří druhově nejbohatší skupinu včel. Na území ČR jich žije více než 600 druhů. Mezi včelami samotářkami najdeme druhy malé jen několik milimetrů, ale i velké jako samičky velkých druhů čmeláků [08].

Aktivnější jsou včely během teplých slunečných dnů a během vrcholu kvetení. Jakmile jsou ale v blízkosti atraktivnější květiny, dávají jim včely před pohankou přednost. Proto se jeví jako ideální spolu-opylovaatelé další hmyz z řádu blanokřídlých, někteří dospělci pestřenek a dvoukřídlí kvůli jejich relativně vysoké frekvenci a aktivitě během celého období květu [11, 17, 24].

## ***Dvoukřídlí***

Efektivita přenosu pylu u dvoukřídličích není tak velká jako u včelovitých, protože nedisponují žádnými specializovanými orgány, tento nedostatek ale plně vyvažují vyšším počtem návštěv na květech. A i když pestřenkám není věnována taková pozornost jako včelám, přesto patří mezi významné opylovatele. Pestřenky z čeledi pestřenkovití (*Syrphidae*) nebývají vázané na jeden nebo málo druhů rostlin, přesto bylo prokázáno, že různé druhy či skupiny pestřenek více či méně preferují určitou barvu květu a druhy rostlin, s jejichž květy jsou anatomicky kompatibilní. [19].

Pestřenky jsou oproti včelám méně vybíravé a mají i menší nároky na počasí. Zatímco se dospělci živí pylem a nektarem, jejich larvy se živí hnilým materiálem a mohou tak sloužit i jako rozkladači organického materiálu. Kromě pestřenek jsou nejvýznamnějšími opylovateli z řádu dvoukřídleho hmyzu masařky a ostatní dvoukřídlí. Ačkoli je mnoho druhů považováno (nejen v zemědělství) za škůdce, mají významný přínos, nejen jako opylovatelé, ale i pro ekosystém, protože dospělci nebo jejich larvy se podílejí na likvidaci rozkládajících se látek [11, 17, 43].

### **3. CÍL PRÁCE**

Cílem této bakalářské práce je zjistit jaký podíl na opylení pohanky seté má včela medonosná a zhodnotit její význam pro výnos nažek pohanky seté při různých termínech výsevu.

## 4. METODIKA

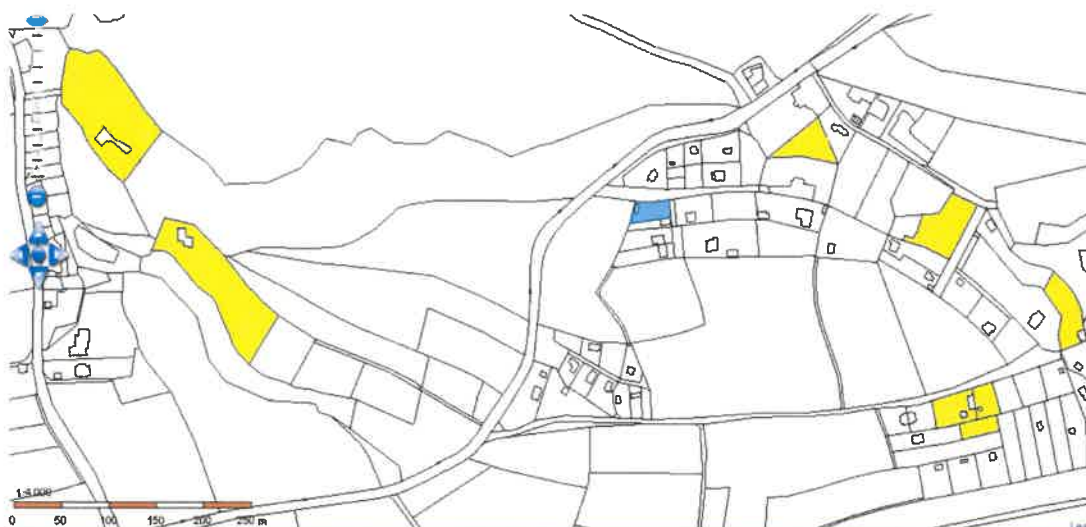
### 4.1. Polní pokus

#### Charakteristika lokality

Maloparcelový polní pokus byl založen v oblasti Plzeňského kraje, místo Zábělá, katastrální území Plzeň – Újezd, parcela číslo 924/1. Pozemek je mírně svažité směrem k severu, s nadmořskou výškou 350 m.n.m. Od severozápadu je pozemek chráněn listnatým lesem, ve kterém převažují duby a buky. Spadá do čtvrtého klimatického regionu, mírně teplého a suchého. Půda typu kambizemě s půdotvorným substrátem břidlice, fylity a hadce je málo produkční s celkovým obsahem skeletu do 25%. Je to typ půdy se střední rychlostí infiltrace vody i při úplném nasycení, pH půdy 5,8. Průměrná roční teplota pro lokalitu se pohybuje v rozsahu 7 – 8,5°C. Celková roční teplota nad 10°C se pohybuje od 2400 – 2600 hodin. Průměrný úhrn ročních srážek je 450 – 550 mm a pravděpodobnost suchých období se pohybuje od 40 – 50 %. Vláhová jistota ve vegetačním období 0 – 4 (silně suchá oblast).



Obrázek 5: Mapa polního pokusu [38]



Obrázek 6: Mapa okolních včelstev [38]. Modrá parcela je místem polního pokusu. Žlutě jsou znázorněny okolní parcely s registrovaným chovem včel.

V blízkosti místa polního pokusu se nachází 20 registrovaných včelařů v pásmu do 1 km, 26 registrovaných včelařů v pásmu do 2 km a 67 včelařů v okolí do 3 km [41].

### **Založení polního pokusu**

Pro pokus bylo zvoleno slunné místo. Před setím byl pozemek upraven zrytím do hloubky 0,2 m a rozdělen na tři políčka o velikosti 1,5 x 1,5 m. V polovině dubna, před založením porostu, byl pozemek odplevelen a urovnán. Parcelky byly ohraničeny dřevěnými kolíky o výšce 0,6 m, kolem kterých byla omotána PE balicí páska jako ochrana před případnými ranními mrazíky.

Založení polního pokusu s pohankou proběhlo ve třech termínech výsevu a to: 1. 5., 1. 6. a 1. 7 2019. Nažky byly vysety do řádků širokých 10 cm a 3 cm hluboko. Vzdálenost jednotlivých nažek v řádku byla 0,05 m. Pro každý výsev bylo použito cca 400 nažek. Po zasetí byla půda utužena a pozemek zavlažen.

Po vzejití byl počet rostlin zredukován na 50 na m<sup>2</sup>. Po celou dobu vegetace jsem od zasetí do počátku květu zaléval parcelky 10 l vody na m<sup>2</sup>, poté až do fáze plné zralosti 20 l vody na m<sup>2</sup>. Po objevení pravých listů bylo provedeno ruční pletí. Během vegetace nebyl porost přihnojován.

Před počátkem květu byly na každé parcele označeny dvě rostliny, u kterých byl sledován ve fázi plného květu počet květů a v době zralosti počet nažek. Vybrané rostliny byly připevněny k opoře v podobě spirál z důvodu velké výšky rostlin. Na vrchol spirál byly upevněny plašiče ptactva ve formě CD nosiče.

### **Materiál**

Pro všechny výsevy pohanky seté byla použita odrůda ZITA od firmy Pohankový mlýn Šmajstrla, s. r. o. Zita je raná až poloraná odrůda. Ideální doba výsevu je od 15. 5. – 15. 6. Rostliny jsou středně vysoké až vysoké, výška lodyhy se pohybuje mezi 95 – 150 cm. Vegetační doba je 110 – 120 dní. Tato odrůda neklade zvláštní nároky na stanoviště, nesnáší těžké zamokřené půdy. Květy jsou bílé barvy. Sklizeň na zrna probíhá, pokud je převážná část nažek zralá (má tmavou barvu). HTZ se pohybuje cca 30 – 35 g a výnos nažek cca 1-2 t / ha [32].

## 4.2. Hodnocené parametry u porostu pohanky

- doba kvetení – od počátku objevení se prvních pupat do tvorby prvních nažek
- výška rostlin – měřena od povrchu půdy po nejvyšší část květenství na 2 vybraných rostlinách na každé parcelce
- celková délka vegetace porostu – od výsevu do plné zralosti nažek
- počet květů a květenství na rostlině – stanovena spočítáním v době plného květu na vybraných rostlinách
- počet nažek na rostlině – stanovena spočítáním jednotlivých semen po sklizni, v době plné zralosti, na vybraných rostlinách
- hmotnost tisíce nažek - spočítáno a zváženo 2 x 500 nažek
- výnos nažek – stanoven podle vzorce  $V = \frac{PR * N * A}{100000}$  (t / ha), kdy V = výnos, PR = počet rostlin na m<sup>2</sup>, N = počet nažek na rostlině, A = hmotnost 1000 zrn v g

## 4.3. Monitoring opylovatelů

V době květu pohanky byl prováděn monitoring opylovatelů ve vybraných slunných dnech v 9, 11 a 14 hodin, po dobu 10 minut. I. výsev byl monitorován 16 dní (od 17.6 do 31. 8.), II. výsev 15 dní (od 29. 6. do 11. 9.), III. výsev 7 dní (od 5. 8. do 11. 9.). Při sledování byla monitorována celá plocha daného výsevu tedy cca 2,25 m<sup>2</sup> za pomoci fotografických snímků. Determinaci vyfotografovaných druhů, jejich rozdělení do tříd a čeledí byla provedena dle následujících literárních zdrojů [7, 8, 11, 16, 17, 18].

V pokusu byl zaznamenán celkový počet opylovatelů pro jednotlivé termíny výsevu pohanky. Ze získaných údajů byl vypočítán procentický podíl včely. U jednotlivých termínů výsevu pak byla sledována intenzita opylovatelů na počátku kvetení, v plném květu a na konci kvetení.

Zaznamenaný hmyz byl rozdělen do kategorií parazitoidi, predátoři, detritivoři, herbivoři.



## 5. VÝSLEDKY

### 5.1. Růstové a výnosové parametry u porostu pohanky

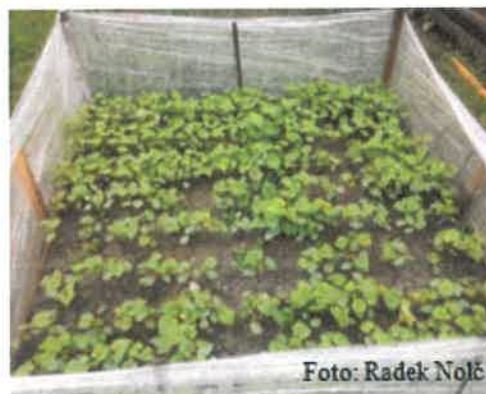
**I. výsev (1. 5. 2019).** Rostliny začaly vzcházet 15. 5., 17. 5. se objevily první děložní lístky (obr. 7). 28. 5. se na rostlinách začaly objevovat pravé listy (obr. 8). 15. 6. se na rostlinách začaly objevovat první květy, které přilákaly i první opylovatele. Nažky se začaly tvořit od 15. 8. Konec vegetačního období byl na konci srpna a vegetační období tedy trvalo cca 120 dní.

**II. výsev (1. 6. 2019).** Rostliny začaly vzcházet 9. 6., 16. 6. se již tvořily první pravé listy. 29. 6. byla na většině rostlin utvořena poupata a objevily se i první květy. Nažky se začaly tvořit od 2. 9. Konec vegetačního období byl 25. 9. Vegetační období trvalo tedy cca 115 dní.

**III. výsev (1. 7. 2019).** Rostliny začaly vzcházet 10. 7. 2019. Pravé listy se tvořily od 17. 7. První větve se začaly tvořit 22. 7. První květy se začaly objevovat 5. 8. Po deseti dnech, 15. 8. byly již rostliny v plném květu (obr. 9). Nažky (obr. 10) se začaly tvořit od druhé poloviny září. Konec vegetačního období byl 2. 10., vegetační období trvalo cca 92 dní.



Obrázek 7: Děložní lístky



Obrázek 8: Pravé listy



Obrázek 9: Kvetení



Obrázek 10: Nažky

Výsev	doba vegetace (den)	doba kvetení (den)	výška porosta (m)	počet květenství na rostlině (ks)	počet květů na rostlině (ks)	počet nažek na rostlině (ks)	HTN	předpokládaný výnos
I.	120	75	1,5±0,04	26,0±2,82	760,5±31,81	288±5,6	30±1,4	4,32
II.	115	70	2,0±0,02	60,5±2,12	1545,5±68,58	416±42,4	30±1,4	6,24
III.	92	45	1,2±0,04	24,0±5,65	746,0±190,91	223±107,4	29±0	3,23

Tabulka č. 2: Růstové a výnosové parametry v jednotlivých termínech výsevu

Rostliny z I. výsevu dosahovaly výšky 1,5 m, z II. výsevu 2 m, z III. výsevu jen 1,2 m. Podobné to bylo i s počtem květů a květenství. Nejvíce květů a květenství bylo ve II. výsevu: průměrně 60,5 květenství na rostlinu a průměrně 1545,5 květů na rostlinu, což je více než dvojnásobné množství oproti I. i III. výsevu. Nejvyšší předpokládaný výnos byl ve II. výsevu pohanky, kde jsem také zároveň zaznamenal nejvyšší počet účinných opylovatelů (viz tab. č. 5). Počet účinných opylovatelů v I. výsevu byl o 10 % nižší a předpokládaný výnos o 31 % nižší než u II. výsevu. Ve III. výsevu byl počet účinných opylovatelů dokonce o 28 % nižší a předpokládaný výnos o 48 % nižší než u II. výsevu. (viz tab. č. 2).

## 5.2. Záznam opylovatelů

Zaznamenané druhy hmyzu, jejich počet na květech pohanky a rozdělení podle řádů jsou uvedené v tab. č. 3.

řád	druh	počet zaznamenaných jedinců
blanokřídlí	včela medonosná	813
	hedvábnice řebříčková	45
	čalounice obecná	32
	maskonoska černá	8
	kutík obecný	22
	vosa obecná	35
	vosík francouzský	62
	sršeň obecná	10
	mravenec černolesklý	995
	lumčík červotočí	3
celkem		2025
dvoukřídlí	pestřenka pruhovaná	1476
	pestřenka trubcová	10
	Platycheirus albimanus	68
	Sphaerophoria scripta	63
	moucha domácí	47
	bzučivka zlatá	64
	masačka obecná	48
	kuklice	21
celkem		1797
brouci	páteříček sněhový	7
	blýskáček řepkový	5766
	vroubenka smrdutá	90
	kohoutek černý	83
	vrbař uhlažený	4
	puchýřník lékařský	43
celkem		5993

Tab. č. 3: Zaznamenané druhy hmyzu a jejich celkové počty na květech pohanky za celou dobu pozorování, ve všech třech termínech výsevu

Z tab. č. 3 je patrné, že z jednotlivých řádů hmyzu bylo na květech pohanky zaznamenáno nejvíce brouků, na druhém místě byli blanokřídlí a nejméně zaznamenáno bylo dvoukřídleho hmyzu. Celkem bylo zaznamenáno 24 druhů hmyzu. V zastoupení druhů převažovaly: včela medonosná, pestřenka pruhovaná, mravenec černolesklý a blýskáček řepkový.

druh hmyzu	průměrný počet hmyzích návštěvníků za 1 den			
	červen	červenec	srpen	září
včela medonosná	17,8	70,8	60,7	2
hedvábnice řebříčková	3,2	4	1,5	0
čalounice obecná	2,4	3,8	0,2	0
maskonoska černá	0,8	0,8	0	0
kutík obecný	0	3,8	0,5	0
vosa obecná	0,6	2,2	2,5	3
vosík francouzský	1,8	4,2	4,3	3
sršeň obecná	0	0	1,2	1,5
mravenec černolesklý	0	156,4	35,5	0
lumčík červotočí	0,4	0,2	0	0
pestřenka pruhovaná	38	92,2	124,7	38,5
pestřenka trubcová	0	2	0	0
Platycheirus albimanus	2,6	5	4,2	2,5
Sphaerophoria scripta	2,2	4,6	4,3	1,5
moucha domácí	0	4	3,8	4
bzučivka zlatá	0	5,2	5	4
masařka obecná	0	3,8	4,8	2,5
kuklice	0	3,8	0,3	0
páteříček sněhový	1,4	0	0	0
blýskáček řepkový	36	403,2	585	30
vrubenka smrdutá	6	8,2	3,2	0
kohoutek černý	3,6	10,8	1,8	0
vrbař uhlažený	0,8	0	0	0
půchýřník lékařský	3,2	5	0,3	0

Tabulka č.4: Průměrný počet hmyzích návštěvníků za jeden den v průběhu monitoringu

V tab. č. 4 je zaznamenané rozdílné zastoupení hmyzích návštěvníků na květech pohanky v jednotlivých měsících. Nejčetnější návštěvy hmyzu na květech pohanky byly blýskáčka řepkového, a to zejména během měsíců července až srpna. Druhým nejčetnějším hmyzím návštěvníkem byl mravenec černolesklý během měsíce července. Z účinných opylovatelů byly nejčetnější návštěvy pestřenek, na druhém místě včely medonosné, oboje během měsíců července až srpna. Nejvíce zaznamenaného hmyzu bylo v měsíci červenci až srpnu. Výrazný úbytek hmyzích návštěv v září byl doprovázen i poklesem jednotlivých druhů (téměř o polovinu oproti červenci). V září byly nejvýznamnějšími návštěvníky květů pestřenky, které tvořily 68 % účinných opylovatelů.

V tabulce č. 5 je uveden celkový počet opylovatelů pohanky pro jednotlivé výsevy, v určitých fázích kvetení pohanky. Byl vybrán vždy jeden den na počátku kvetení, v plném květu a na konci kvetení a to u každého z výsevů.

datum výsevu	fáze kvetení	počet opylovatelů	celkový počet opylovatelů	celkový počet opylovatelů v %
1. 5. 2019	počátek	30	3116	31,74
	plný květ	372		
	konec kvetení	8		
1. 6. 2019	počátek	39	5617	57,23
	plný květ	597		
	konec kvetení	13		
1. 7. 2019	počátek	87	1082	11,03
	plný květ	91		
	konec kvetení	213		

Tab. č. 5: Množství opylovatelů pohanky během fází kvetení

Z tab. č. 5 je patrné, že nejpočetnější návštěvy opylovatelů byly na květech pohanky ve II. výsevu. V I. výsevu bylo přibližně o 25 % hmyzích návštěvníků méně než ve II. výsevu a přibližně o 46 % méně ve III. výsevu. Nejatraktivnější pro opylovače byly květy v plném květu a to v I. i II. výsevu. Ve III. výsevu bylo nejvíce hmyzích návštěvníků zaznamenáno na konci kvetení, patrně z důvodu nedostatku jiné okolní potravy.

Z celkového počtu hmyzích návštěvníků byly nejčetnější návštěvy blýskáčka řepkového, díky kterému se tak zvýšilo i množství herbivorního hmyzu na cca 80 %. Po vykvetení poupat, se živí pyllem a nektarem a přestože jejich pohyb mezi květy není velký, přispívají i oni k přenosu pylu a tím i opylení rostlin. Druhým nejčetnějším hmyzem byl mravenec černolesklý, patřící do skupiny predátorů. Z detritivorů byla nejčastějším návštěvníkem bzučivka zlatá (viz tab. č. 6). Četnost zaznamenaného hmyzu na květech pohanky a jeho rozdělení do trofických skupin je uvedena v tab. č. 6.

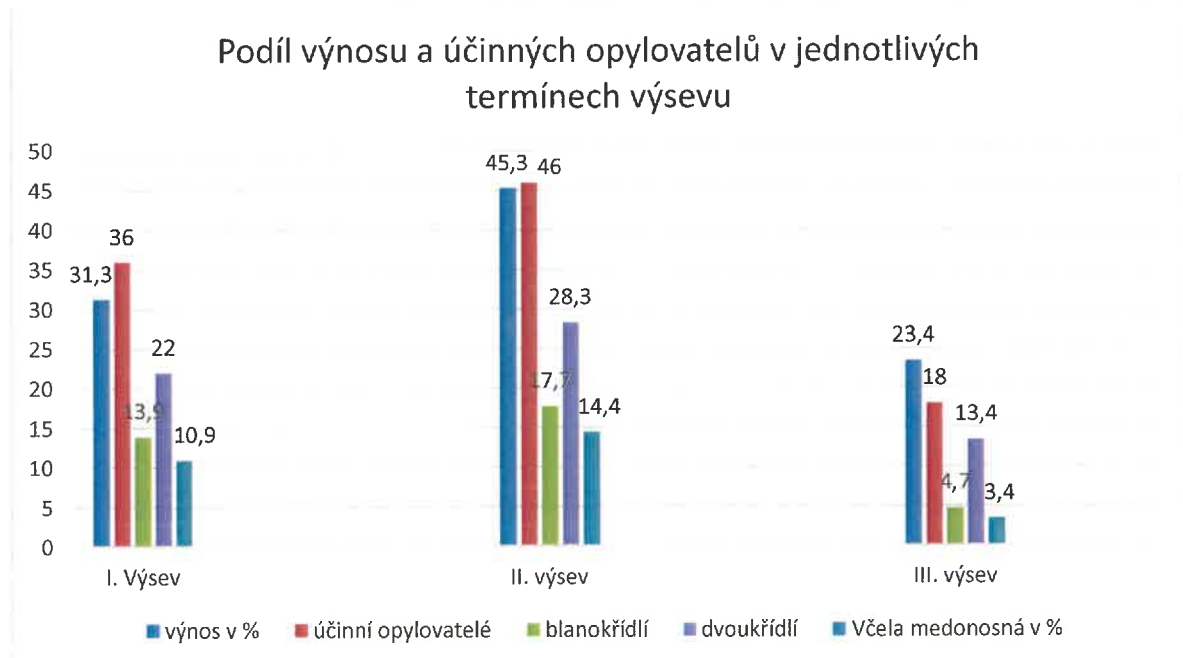
trofická skupina	druh	absolutní četnost	% podíl
predátor	kutík obecný	22	0,296%
	vosa obecná	35	0,470%
	vosík francouzský	62	0,833%
	sršeň obecná	10	0,134%
	mravenec černolesklý	995	13,365%
	páteříček sněhový	7	0,094%
	celkem	1131	15,191%
detrivor	moucha domácí	47	0,631%
	bzučivka zlatá	64	0,860%
	masařka obecná	48	0,645%
	celkem	318	4,271%
herbivor	blýskáček řepkový	5776	77,58%
	vroubenka smrdutá	90	1,21%
	kohoutek černý	83	1,12%
	vrbař uhlažený	4	0,05%
	puchýřník lékařský	43	0,58%
	celkem	5996	80,54%
celkem		7445	100,000%

Tab. č. 6: Trofické skupiny hmyzu monitorovaných na květech pohanky

účinní opylovatelé	I. výsev		II. výsev		III. výsev		% podíl
	celkem	denně	celkem	denně	celkem	denně	
včela medonosná	309	19,31	407	27,13	97	13,86	28,79
včely samotářky	54	3,38	50	3,33	3	0,43	3,79
sršňovití	30	1,88	44	2,93	33	4,71	3,79
pestřenky	577	36,06	712	47,47	328	46,86	57,26
ostatní dvoukřídlí	43	2,69	86	5,73	51	7,29	6,37
celkem	1013		1299		512		100

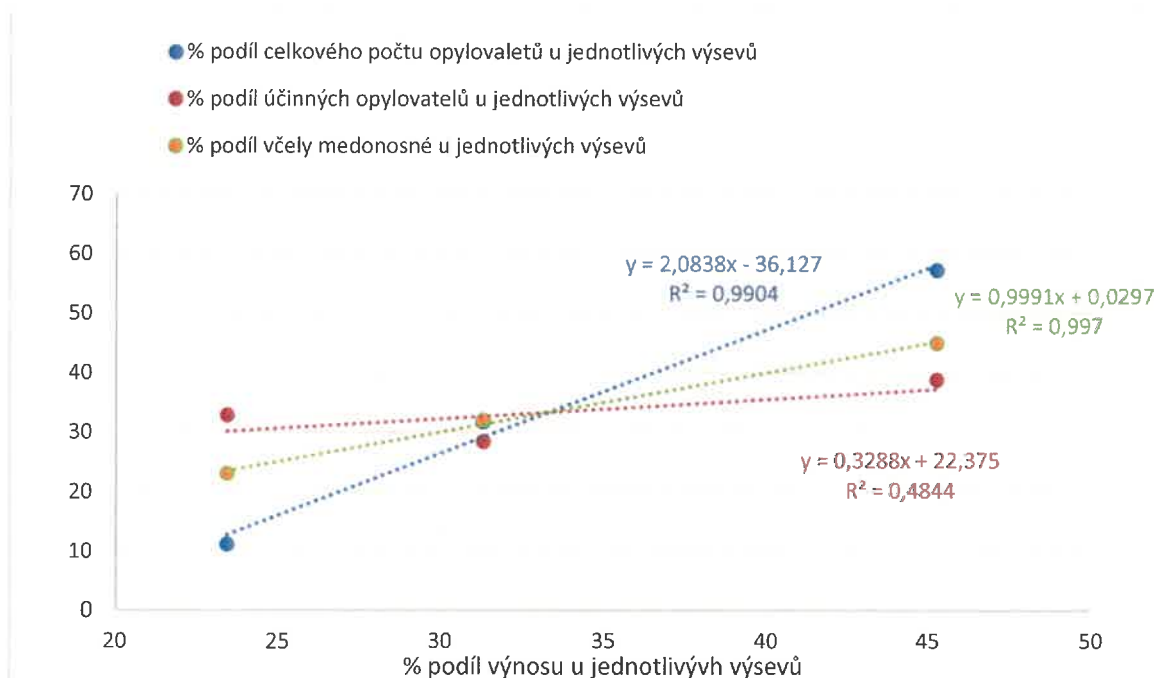
Tabulka č.7: Celkový a průměrný denní počet účinných opylovatelů ve všech výsevech.

V tabulce č. 7 je uveden celkový a průměrný počet účinných opylovatelů pohanky pro jednotlivé termíny výsevu. Z tabulky je patrné, že nejvíc návštěvníků na květech pohanky bylo z čeledi pestřenkovitých (přibližně 57 %) a včel (přibližně 33 %). Nejvíce účinných opylovatelů navštívilo květy pohanky u II. výsevu, kdy byly nejčastější i návštěvy včely medonosné. U III. výsevu byly návštěvy včel ojedinělé, ale významné u tohoto výsevu byly návštěvy pestřenek a ostatních dvoukřídlých, tvořily 74 % účinných opylovatelů.



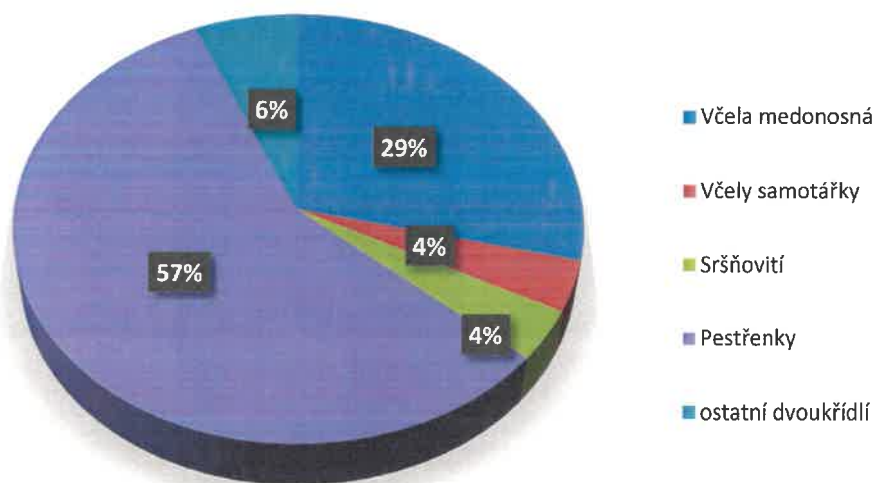
Graf 2: Podíl výnosu a účinných opylovatelů v jednotlivých termínech výsevu

V grafu č. 2 je znázorněný procentický podíl výnosu a účinných opylovatelů v jednotlivých termínech výsevu. Z grafu je patrná úzká souvislost mezi účinnými opylovateli a předpokládaným výnosem ve všech termínech výsevu.



Graf 3: Závislost výnosu na opylovaletích u jednotlivých termínů výsevu

Mezi procentickým podílem předpokládaného výnosu v jednotlivých termínech výsevu a procentickým podílem včely i účinných opylovaletů u jednotlivých termínů výsevu byla průkazná kladná korelace (graf 3). Včela i ostatní účinní opylovaleté mají tedy na výnos významný vliv. Protože včela medonosná patří mezi nejúčinnější opylovaleté pohanky, má tedy i nejvýznamnější vliv na výnos nažek.



Graf 4: Procentické zastoupení účinných opylovaletů celkem

Pokud tedy mohu vycházet z předpokladu, že opylení včelami je účinnější než jinými opylovalety a obecně platí, že nejúčinnější opylovaleté jsou blanokřídlí (bez mravenců, jejich účinnost opylení je autory rozporována) a dvoukřídlí, docházím k těmto hodnotám uvedeným



v grafu č. 4. Naprostou většinu (57 %) účinných opylovatelů tvořily pestřenky, druhou nejpočetnější skupinu (33 %) tvořily včely.

## 6. DISKUSE

Přestože většina autorů, jako např. Moudrý [01], Hradecká [04] uvádí jako ideální termín setí pohanky jako hlavní plodiny poslední dubnový týden až polovinu května, v podmínkách mého polního pokusu se ukázal ideálním termínem setí 1. 6. Výsev v tomto termínu (druhé polovině května až začátkem června) naopak doporučuje Šmajstrla [03]. Rostliny vyseté v tomto termínu nejsou již ohrožené přizemními mrazíky, ani ohrožené suchem jako u pozdějších výsevů.

Výsledky získané v této práci se shodují s výsledky studie Racys, & Montviliene [20]. Květy pohanky seté přilákaly mnoho hmyzích návštěvníků. Konkrétně 24 druhů hmyzu zastoupeného v 15 čeledích. Většinu druhů, tedy 42 % tvořili blanokřídlí, 33 % dvoukřídlí a 25 % brouci. Z blanokřídlých tvořily včely 44,35 % a mravenci dokonce 49,14 %.

Studie na Floridě [20] proběhla za účelem analyzovat vhodnost pohanky jako krycí plodiny podporující udržitelný agro-ekosystém na Floridě, a to přesto, že se v oblasti subtropické Floridy běžně nepěstuje. Bylo zde prokázáno 62 druhů hmyzu, zastoupeného v 16 čeledích. Většina hmyzích návštěvníků byla z řádu blanokřídlých. 81,3 % tvořily včely, kromě včel většinu návštěvníků tvořily vosy běžně žijící na Floridě. 12,5 % tvořili dvoukřídlí a 5,8 % včely samotářky. Přestože za hlavní opylovače pohanky jsou považovány včely a dvoukřídlí, tato studie prokázala velký vliv i nelétavého hmyzu, zejm. mravenců. Mravenci přenášejí pyl z krátkých prašníků pinových květů do květů thrum, což vede k dostatečnému přenosu pylu a opylení. Nelétavý hmyz opyloval dokonce aktivněji, než létající hmyz. V důsledku toho má i nelétavý hmyz potenciál udržet alespoň polovinu výnosu této plodiny závislé na včelách [20].

Během studie [24] ve střední Belgii (v letech 2001 – 2002) bylo zaznamenáno 49 různých druhů hmyzu, patřících do 18 čeledí. Bylo zaznamenáno 13 druhů blanokřídlého hmyzu, z nějž nevýznamnější byla včela medonosná (18,5 – 51,8 %), tři druhy čmeláků a různé druhy včel samotářek. Návštěvy včely medonosné se odehrávaly zejména mezi 9 – 12 hod. Hlavními návštěvníky byly pestřenky a jiní dvoukřídlí. Dvoukřídlí však tráví více času na jedné rostlině a jednom květenství. Pouze 23,3 % pestřenek navštívilo více než 1 květinu na kvadrant. Tato studie prokázala jiné spektrum hmyzích návštěvníků na začátku a na konci léta.

Během července byl podíl včel významně vyšší než během září, kdy byl největší podíl pestřenkovitých [24].

Během mého pokusu se mi také potvrdil významně vyšší podíl včel během července (průměrně 83,2 návštěv během jednoho monitorování) než v ostatních měsících (v září pouze 2 včelí návštěvy během 1 monitorování). Během června navštívilo květy pohanky 16 hmyzích druhů, v červenci, 21, v srpnu 19 a v září již jen 11 druhů hmyzu. I během mého pokusu se potvrdili jako hlavní návštěvníci květů pohanky pestřenky a jiní dvoukřídlí.

Včela medonosná tvořila dle Racys & Montviliene [20] 81 % ze všech opylovatelů pohanky. Ve studii bylo vybráno 6 pozemků o velikosti 4 m<sup>2</sup>. 4 pozemky byly izolovány sítí, na 2 pozemcích byly umístěny úly (1 úl na každém pozemku). Rostliny intenzivně navštěvované opylovateli produkovaly o 21,7 – 41,4 % vyšší výnos, než izolované rostliny. Za špatného počasí, pokud včely nelétaly, převzali jejich úlohu čmeláci.

Naproti tomu v mém pokusu tvořila včela medonosná pouze 8, 23 % z celkového počtu opylovatelů pohanky. Čmeláka jsem během kvetení nezaznamenal žádného a mohu se jen domnívat, že dávali přednost blízkému jetelovému poli.

Pestřenky v mém pokusu tvořily 57,26 % z účinných opylovatelů a tvořily tak většinu opylovatelů ve všech třech termínech výsevu. Léttaly v průběhu celého dne a za každého počasí. Ve III. Termínu výsevu, kdy již na květy pohanky létalo minimum včel (19, 53 %), pestřenky tvořily 64, 04 %, mouchy 35,16 %. Pestřenky a ostatní dvoukřídlí se tak podíleli na zachování alespoň částečného výnosu. Pestřenkám se věnuje např. start-up projekt PolyFly., kdy Španělská společnost nabízí pestřenky jako zajímavou a komerčně dostupnou alternativu ke klasickému chovu včel a čmeláků. Pestřenky lze chovat v oblastech, kde jsou jako druhy přirozenou součástí systému a nenarušují tak přirozenou ekologickou rovnováhu [43].

Singh [25] ve studii v oblasti Himálaje v letech 2000 – 2002 zaznamenal aktivní pátrání včel (*apis cerana*) po potravě již brzy ráno v 6 hod 14 min a skončilo až pozdě odpoledne v 17 hod 28 min. S celkem 2 vrcholy aktivity a to mezi 8, 30 – 10, 30 hod (vrchol I) a 11, 30 – 13, 30 hod (vrchol II). Celkem doba pátrání včel po potravě byla cca 10 hod. Racys & Montviliene [20] uvádí, že včely květy pohanky navštěvovaly zejména mezi 8 – 13 hod. V našich podmínkách jsem zaznamenal návštěvy včely medonosné zejména mezi 9 a 14 hod, s jedním vrcholem, a to kolem 12 hod. Po 14 hod byly návštěvy včel již jen ojedinělé. Trvaly tedy cca 5 hod denně. Podle Singh [25] čas, který včely tráví hledáním potravy, závisí na množství nektaru a pylu přítomného v květu. Liší se podle druhu květu (pin, throm), fáze jeho vývoje a klimatických podmínkách.

Singh [25] prokázal, že účinné opylení včelami může dosáhnout až pět krát vyššího výnosu, než je průměrný národní výnos pohanky v Nepálu. I podle této studie v oblasti Himálaje je tedy nejvýznamnějším opylovatelům pohanky včela medonosná, která má přímý vliv na výnos. Toto se potvrdilo i během mého pokusu. Ve všech třech termínech výsevu byla vzájemná shoda mezi návštěvami včel a předpokládaným výnosem.

Ideálním termínem výsevu se mi potvrdil začátek června. Tento termín výsevu doporučuje i Šmajstrla [3]. Rostliny vyseté v tomto termínu nejsou již ohrožené přizemními mrazíky, ani ohrožené suchem jako u pozdějších výsevů. Nejvyšší počet účinných opylovatelů jsem zaznamenal během měsíce července. Přestože v této době byl i nejvyšší výskyt herbivorního hmyzu, na výnos zřejmě neměli významný vliv.

Běžně udávaný výnos u odrůdy Zita je 2 t / ha. V mém pokusu byl předpokládaný výnos ve III. výsevu 3,23 t / ha, v I. výsevu 4,32 t / ha a ve II. výsevu dokonce 6,24 t / ha. Předpokládaný výnos byl tedy vyšší než je běžně udávaný výnos.

## 7. ZÁVĚR

- Podíl včely medonosné na opylení pohanky seté byl 29 % z účinných opylovatelů.
- Podíl včel samotárek byl necelá 4 % z účinných opylovatelů.
- Včely létaly na květy pohanky zejména v dopoledních hodinách a to mezi 9 – 12 hod. Po 14. hodině byly návštěvy včel ojedinělé.
- Nejvyšší počet druhů opylovatelů byl zaznamenán v červenci a to 21. Celkem bylo na květech pohanky zaznamenáno 24 druhů hmyzu.
- Nejčastějším návštěvníkem z účinných opylovatelů byly pestřenky, které tvořily 57 % z celkového počtu opylovatelů. Na rozdíl od včel létaly aktivně v průběhu celého dne. Pestřenky se tedy potvrdily jako významní spoluopylovatelé včel u porost pohanky.
- Nejvíce návštěv včely medonosné bylo zaznamenáno u II. výsevu (1. 6.), u kterého byl také nejvyšší předpokládaný výnos.
- Opylení včelou medonosnou se během mého pokusu potvrdilo jako významné z hlediska výnosu pohanky. Procentické zastoupení včely medonosné a podíl výnosu byly ve velmi těsné kladné korelaci.
- Ve III. výsevu (vysetém 1. 7.) létalo na květy pohanky již jen minimum včel. Naopak pestřenky v této době tvořily přibližně 64 %, mouchy 35 % účinných opylovatelů a měly tak významný podíl na zachování alespoň částečného předpokládaného výnosu.
- II. výsev (vysetý 1. 6.) byl nejideálnější z hlediska předpokládaného výnosu, počtu květenství i květů na rostlinu. Rostliny v tomto výsevu dosahovaly výšky cca 2 m. Vegetační období bylo kratší o 5 dní oproti I. výsevu a trvalo tedy 115 dní.
- Pěstování pohanky lze tedy doporučit jako velmi vhodné a přínosné pro podporu rozmanitosti druhů hmyzu, obzvláště, je-li pěstována ekologicky.

## 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [01] Moudrý, J. Pohanka a proso. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2005. ISBN 80-7271-162-8.
- [02] Moudrý, J. Alternativní plodiny. Praha: Profi Press, 2011. ISBN 978-80-86726-40-3.
- [03] Šmajstrla, V, Šmajstrlová-Petrová, S. Pohanka v racionálnej výžive. Bratislava: Záhradka, 1991. ISBN 80-7125-002-3
- [04] Petr, J., Hradecká, D. Základy pěstování pohanky a proso. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1997. ISBN 80-7105-141-1.
- [05] Müller, A., Schiebel-Schlosser, G. Buchweizen: Botanik, Inhaltsstoffe, Analytik, Pharmakologie, Toxikologie, Klinik. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 1998. ISBN 3-8047-1618-0.
- [06] Konvalina, P. Pěstování obilnin a pseudoobilnin v ekologickém zemědělství. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2008. ISBN 978-80-7394-116-1.
- [07] Zahradník, J. Blanokřídli. Praha: Artia, 1987. ISBN 37-010-87
- [08] Macek, J. (et al.). Blanokřídli České republiky. Praha: Academia, 2010. Atlas (Academia). ISBN 978-80-200-1890-8.
- [09] Leifertová, I., Lisá, M.. Pohanka zdravá a léčivá i dnes: historie - vlastnosti - 25 receptů levných pokrmů - léčivé čaje. Praha: Art Press Servis, 1991. Edice rad a návodů. ISBN 80-900730-0-X.
- [10] Reckhaus, H. – D. Why every fly counts. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg, 2017. ISBN 978-3-319-58764-6.
- [11] Bellmann, H. Hmyz: nový průvodce přírodou. Nový průvodce přírodou. Praha: Knižní klub, 2015. ISBN 978-80-242-4708-3.
- [12] Veselý, V. Včelařství. Praha: Brázda, 2003. ISBN 80-209-0320-8.
- [13] Přidal, A. Včelí produkty. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-717-0.
- [14] Přidal, A. Vznik, získávání, zpracování a kontrola medu: odborný kurz: další vzdělávání pedagogických pracovníků Středních odborných škol. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013. ISBN 978-80-7375-737-3.
- [15] Dobrovoda, I. Včelie produkty a zdravie. Bratislava: Príroda, 1986. ISBN 64-109-86
- [16] Bellmann, H. Motýli a ostatní hmyz. Praha: Knižní klub, 2003. ISBN 80-242-1061-4.
- [17] Zahradník, J. Hmyz. Praha: Aventinum, 2015. ISBN 978-80-7442-051-1.

- [18] Zahradník, J. Brouci: [fotografický atlas]. Praha: Aventinum, 2008. ISBN 978-80-86858-43-2.
- [19] Kaffková K., Smékalová K., Votavová A. Hodnocení potravních preferencí u hmyzích opylovatelů. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. 2019. ISBN 978-80-7427-311-7
- [20] Haragsim, O. Včelařské byliny. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2157-6.
- [21] Horáková V., Dvořáčková O. Seznam doporučených odrůd pro ekologické zemědělství 2019 Pšenice ozimá. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Brno 2019. ISBN 978-80-7401-175-7.
- [22] Campbell, J. W., Irvin, A., Irvin, H., Stanley-Stahr, C., Ellis, J. D. (2016). Insect visitors to flowering buckwheat, *Fagopyrum esculentum* (Polygonales: Polygonaceae), in north-central Florida. *Florida Entomologist*, 99(2), 264-269.
- [23] Cawoy, V., Ledent, J. F., Kinet, J. M., Jacquemart, A. L. (2009). Floral biology of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 3(1), 1-9.
- [24] Jacquemart, A. L., Gillet, C., Cawoy, V. (2007). Floral visitors and the importance of honey bee on buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) in central Belgium. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82(1), 104-108.
- [25] Singh, M. M. (2008). Foraging behaviour of the Himalayan honeybee (*Apis cerana* F.) on flowers of *Fagopyrum esculentum* M. and its impact on grain quality and yield. *Ecoprint: An International Journal of Ecology*, 15, 37-46.
- [26] Racys, J., Montviliene, R. (2005). Effect of bees-pollinators in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) crops. *Journal of Apicultural Science*, 49(1), 47-51.
- [27] Rejchrtová, P. (2019). Z historie a současnosti medonosné pseudoobiloviny. *Moderní včelař* 8, 34.
- [28] Přidal, A. (2019). Opylovatel nebo opylovač? *Moderní včelař* 5, 21.
- [29] Hladovcová, D., Čapounová, K., Samsonová, P., (2019). Pestřenky úspěšní opylovači v zemědělské praxi. *Zemědělec* 11, 40.
- [30] Kovář, P. (2012). Co a jak sdílejí mravenci s rostlinami. *Živa* 4, 205.
- [31] Oseva, Agro Brno, spol. s r. o. 2020. Obiloviny jarní.  
Dostupné:<https://www.oseva-agro.cz/index.php/obiloviny/jarni/pohanka-obecna> (cit. 2020-1-11)
- [32] Yasuo Yasui, Masashi Mori, Jotaro Aii, Tomoko Abe, Daiki Matsumoto, Shingo Sato, Yoriko Hayashi, Ohmi Ohnishi, Tatsuya Ota. (2012). S-LOCUS EARLY FLOWERING 3 Is

Exclusively Present in the Genomes of Short-Styled Buckwheat Plants that Exhibit Heteromorphic Self-Incompatibility. Plos ONE 7(2): e31264

Dostupné:[https://www.researchgate.net/figure/Dimorphic-flowers-of-buckwheat-and-schematic-presentation-of-the-intra-morph\\_fig10\\_221812771](https://www.researchgate.net/figure/Dimorphic-flowers-of-buckwheat-and-schematic-presentation-of-the-intra-morph_fig10_221812771) (cit. 2020-2-3)

[33] eKatalog BPEJ. © VÚMOP, v.v.i. 2019. Kontakt: [geoportal\[at\]vumop.cz](mailto:geoportal@vumop.cz)

Dostupné:<https://bpej.vumop.cz/42601> (cit. 2020-1-11)

[34] Agromanual.cz. 2020. Kohoutek černý.

Dostupné:<https://www.agromanual.cz/cz/atlas/skudci/skudce/kohoutek-cerny>(cit. 2020-1-11)

[35] Brindza J., Schubertova Z., Brovarskyi V., Grygorieva O. (2015). Morphological Characteristics of Common Buckwheat (*Fagopyrum Esculentum* Moench) Pollen Grains and Bee Pollen Dostupné:[https://www.researchgate.net/figure/The-shape-and-surface-of-common-buckwheat-pollen-grain-Fagopyrum-esculentum-Moench\\_fig1\\_303792255](https://www.researchgate.net/figure/The-shape-and-surface-of-common-buckwheat-pollen-grain-Fagopyrum-esculentum-Moench_fig1_303792255) (cit. 2020-1-11)

[36] Cawoy, V., Deblauwe, V., Ledent, J. F., Jacquemart A. L. (2006). Morph Difference and Honeybee Morph Preference in the Distylous druhy *Fagopyrum esculentum* Moench

Dostupné:[https://www.researchgate.net/figure/Number-of-flowers-reaching-anthesis-weekly-on-thrum-open-squares-and-pin-closed\\_fig2\\_235743899](https://www.researchgate.net/figure/Number-of-flowers-reaching-anthesis-weekly-on-thrum-open-squares-and-pin-closed_fig2_235743899) (cit. 2020-1-11)

[37] Moudrý, J. (2005): Pohanka setá (*Fagopyrum esculentum* Moench.) (online).

Dostupné: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/skripta/2/Obrazky/34-pohanka.jpg> (cit. 2020-2-3)

[38] ČÚZK. (2020). Nahlížení do katastru nemovitostí.

Dostupné:[https://nahliznidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=5C2qH76YXzw3tSo1X7aSTaM5GJ7IZRl6upK53j6gtNMYu1TVv\\_PwNXUY9JhyRHu8hbDwMfQoItv2u42UUMbGbvwodxoIXf2I5oKs92JFJ9qPXbxPvhdx](https://nahliznidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=5C2qH76YXzw3tSo1X7aSTaM5GJ7IZRl6upK53j6gtNMYu1TVv_PwNXUY9JhyRHu8hbDwMfQoItv2u42UUMbGbvwodxoIXf2I5oKs92JFJ9qPXbxPvhdx). (cit. 2020-4-3)

[39] Kyselý D. 18. 1. 2017. Pohanka jako biosubstrát do bioplynových stanic.

Dostupné:<https://www.agrokop.com/pohanka-jako-biosubstrat-do-bioplynovych-stanic/>(cit. 2020-1-11)

[40] Björkman, T., (1995). The effect of pollen load and pollen grain competition on fertilization success and progeny performance in *Fagopyrum esculentum*

Dostupné: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01677860> (cit. 2020-4-3)

[41] LPIS. Veřejný registr půdy. (online).

Dostupné:<http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny2/plpis/> (cit. 2020-5-30)

[42] eAgronom. (2019). Kyselost půdy aneb jak dosáhnout ideálního pH.

Dostupné: <https://eagronom.com/cs/blog/kyselost-pudy-a-ph/> (cit. 2020-5-30)

[43] BeeInfo. (2020). Pohankový med a jeho získávání.

Dostupné: <https://beeinfo.cz/pohankovy-med-a-jeho-ziskavani/> (cit. 2020-4-1)

[44] Moudrý, J. (2005): Pohanka setá (*Fagopyrum esculentum* Moench.) (online).

Dostupné: [http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Pohanka\\_seta.htm](http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/databaze/Pohanka_seta.htm) (cit. 2020-1-11)



## 9. PŘÍLOHY



Foto: Radek Nolč

Včela medonosná (*Apis mellifera*)



Foto: Radek Nolč

Hedvábnice řebříčková (*Collete daviesenus*)

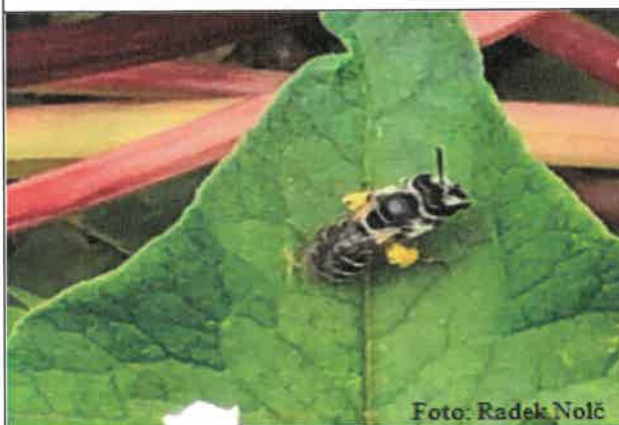


Foto: Radek Nolč

Čalounice obecná (*Megachile centuncularis*)



Foto: Radek Nolč

Maskonoska černá (*Hylaeus nigrinus*)



Foto: Radek Nolč

Kutík obecný (*Ectemnius continuus*)



Foto: Radek Nolč

Vosa obecná (*Vespula vulgaris*)



Foto: Radek Nolč

Vosík francouzský (*Polistes dominula*)



Foto: Radek Nolč

Mravenec černošedý (*Lasius fuliginosus*)



Foto: Radek Nolč

Pestřenka pruhovaná (*Episyrphus balteatus*)



Foto: Radek Nolč

Pestřenka trubcová (*Eristalis tenax*)



Foto: Radek Nolč

*Platycheirus albimanus*



Foto: Radek Nolč

*Sphaerophoria skriptae*



Foto: Radek Nolč

Bzučivka zlatá (*Lucilla caesae*)



Foto: Radek Nolč

Masařka obecná (*Sarcophaga carnaria*)



Foto: Radek Nolč

Kuklice (*Phasia obesa*)



Foto: Radek Nolč

Páteříček sněhový (*Cantharis fusca*)



Foto: Radek Nolč

Blýskáček (*Meligethens*)



Foto: Radek Nolč

Vroubenaka smrdutá (*Coreus marginatus*)



Kohoutek černý (*Oulema melanopus*)

Vrbař uhlažený (*Clitra laeviuscula*)



Puchýřník lékařský (*Lytta vesicatoria*)

Lumčík červotočí (*Spathius exarator*)



