

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**Fakulta životního prostředí**

**Katedra ekologie**



**VLIV VYBRANÝCH DRUHŮ HMYZU NA FITNESS KONIKLECE  
LUČNÍHO *PULSATILLA PRATENSIS* SUBSP. *BOHEMICA***

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce:**

**Prof. RNDr. Michal Hejzman, Ph.D. et Ph.D.**

**Konzultant diplomové práce: Mgr. Petr Karlík**

**Diplomant: Bc. Renata Skalická**

**2013**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie  
Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Skalická Renáta

Ochrana přírody

Název práce

**Vliv vybraných druhů hmyzu na fitness koniklece lučního *Pulsatilla pratensis***

Anglický název

**Effect of insects on species fitness of *Pulsatilla pratensis***

---

### Cíle práce

Práce se bude zabývat druhy hmyzu (zejm. bejlmorkou koniklecovou *Dasineura pulsatillae*), které jsou potravně vázány na charakteristickou rostlinu suchých trávníků, silně ohrožený koniklece luční *Pulsatilla pratensis*. Zkoumán bude především vliv těchto druhů na fitness koniklece. Bude proveden pokus porovnávající fitness hmyzem napadených a nenapadených jedinců na jedné lokalitě. Protože je známo jen velmi málo informací o předmětných druzích hmyzu, bude věnována pozornost také jejich autekologii.

### Metodika

Pro splnění cílů diplomové práce bude založen pokus na lokalitě PP Na horách (u obce Křešín). Budou vybráni jedinci, jejichž květy budou zakryty sáčky z husté a prodyšné umělé látky. Zakrytí květů musí být provedeno velice brzy, protože není znám termín, kdy dospělci zkoumaného hmyzu vylétají z půdy, aby nakladli vajíčka do květů koniklece. Zakrytím květů se zabrání napadení jakýmkoliv druhem hmyzu. Tímto zásahem se zabrání přirozenému opylení rostlin, proto budou opyleny ručně. Bude porovnáno fitness zapytlíčkových (nenapadených) rostlin s nezapytlíčkovými rostlinami (napadené) s využitím statistických metod.

### Harmonogram zpracování

2012 - sběr dat a vyhodnocení  
duben 2013 - odevzdání DP

### Rozsah textové části

25 - 50

### Klíčová slova

Dasineura pulsatillae, Diptera, Anthomyiidae, Ranunculaceae, predisperzní predátoři, suché trávníky.

### Doporučené zdroje informací

Hejný S. & Slavík B., B., 1988: Květena České republiky. Academia, Praha.

Jiras P., Skuhravá M., Karlík P. (2010): Bejdomorka koniklecová (*Dasineura pulsatillae*) a další druhy hmyzu vyvíjející se v souplodích koniklece lučního českého (*Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica*) v přírodních památkách Na horách a Pitkovická stráž ve středních Čechách. – *Bohemia centralis*, Praha, 30: 251–264.

Kubát K. et al., 2002: Klíč ke květeně České republiky. – 928 p., Academia, Praha.

Mackovčín P., Sedláček M. (eds.) (1999-2008): Chráněná území České Republiky, Svazek I-XIV. AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha.

### Vedoucí práce

Hejcman Michal, prof. RNDr., Ph.D. et Ph.D.

### Konzultant práce

Mgr.Petr Karlík, Ing.martina Bochenková

4

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry



V Praze dne 7.9.2012

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vliv vybraných druhů hmyzu na fitness koniklece lučního *Pulsatilla pratensis*, vypracovala samostatně pod vedením prof. RNDr. M. Hejcmana PhD. et PhD za použití pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii, a konzultací Mgr. Petra Karlíka.

V Praze dne: 15. 4. 2013

.....

Renata Skalická

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na tomto místě bych ráda poděkovala především své rodině a partnerovi, za jejich neustálou a všestrannou podporu při mém studiu. Velký dík patří také mému konzultantovi Petru Karlíkovi a vedoucímu práce Michalu Hejmanovi, za jejich cenné rady a podporu, a Martině Bochenkové. Děkuji také M. Skuhravé za laskavé určení bejlmorky koniklecové a za nakreslené ilustrace, které jsem směla v této práci použít. Krajskému úřadu Středočeského kraje úřadu děkuji za povolení k provedení pokusu na území PP Na Horách. Tento projekt byl podpořen Interním grantem Fakulty životního prostředí (IGA) číslo 20124244. Za poskytnutí grantu děkuji.

## ABSTRAKT

Koniklec luční (*Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica*) z čeledi *Ranunculaceae* je ohrožený druh suchých trávníků, který se vyskytuje pouze ve střední Evropě. Na rostlinách se živí různé druhy hmyzu, mimo jiné bejlmorka koniklecová (*Dasineura pulsatillae*), z čeledi *Cecidomyiidae*, a dosud pro vědu pravděpodobně nepopsaný druh z čeledi *Anthomyiidae*. Samice obou jmenovaných druhů hmyzu kladou vajíčka do květů koniklece a jejich larvy se živí na vyvíjejících se nažkách.

Na jaře roku 2012 byl na území přírodní památky Na Horách, kde se vyskytuje početná populace koniklece, založen pokus, jehož účelem bylo popsat vliv vybraných druhů hmyzu na růst a produkci semen koniklece lučního. V rámci tohoto pokusu byly květy části rostlin ochráněny před hmyzími škůdci pytlíčky ze syntetické látky. Následně byly porovnány rostliny, ve kterých se vyskytovaly sledované druhy hmyzu s rostlinami, které nebyly predovány. Parametry, které byly měřeny, jsou délka nejdelšího listu, počet listů, výška stonku a průměrná váha jedné nažky. V následujícím pokusu byla měřena i klíčivost nažek.

U nezakrytých rostlin byla v 9% souplodí nažek přítomná bejlmorka koniklecová, v 34% byla nalezena bejlmorka i druh z čeledi *Anthomyiidae*, u 23% rostlin byl nalezen jen druh z čeledi *Anthomyiidae* a 34% rostlin nebylo predováno ani jedním ze sledovaných druhů hmyzu. Predované rostliny tvořily statisticky průkazně nažky s nižší průměrnou hmotností. Rozdíl mezi jednotlivými typy predace byl detekován i u délky nejdelšího listu. Rostliny, ve kterých byla přítomna bejlmorka, měly i průkazně nižší klíčivost. Larvami hmyzu z čeledi *Anthomyiidae* bylo zničeno 21% nažek u rostlin, ve kterých se tento druh vyskytoval.

I přes průkazný vliv sledovaných druhů hmyzu tvoří rostliny velké množství semen, která jsou schopná klíčit. Populace je zatím stabilní i díky dlouhověkosti koniklece lučního.

Tato práce přinesla i nové poznatky ohledně životního cyklu bejlmorky koniklecové.

## Klíčová slova

*Dasineura pulsatillae*, bejlmorka koniklecová, *Anthomyiidae*, hmyzí herbivoři, suché trávníky, predisperzní predátoři

## **ABSTRACT**

*Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica* (*Ranunculaceae*) is an endangered species of dry grassland, which can be found only in central Europe. Flowers can be predated by the insect *Dasineura pulsatillae* (*Cecidomyiidae*), as well as by a new and probably not yet scientifically described species from the family *Anthomyiidae*. Both insects lay eggs into flowers and upon hatching the larvae will feed on them.

In 2012 an experiment was established which aimed to investigate the effect of insect predation on plant size and seed production. The experiment took place in well preserved acidophilous dry grassland, where starting in early spring some plants were protected against insects using synthetic cloth bag. With this design we compared predated versus non-predated plants. Parameters we focused on are stem height, length of the longest leaf, number of leaves and average weight of one seed. We measured also the germination of seeds in following experiment.

In unprotected plants, 9%, 23% and 34% of flowers were predated by *Dasineura*, by the *Anthomyiid* species, and by both of them, respectively. Predated flowers produced seeds with decreased seed weight. There was also a significant difference in the length of the longest leaf. Percent germination of seeds from plants predated by *Dasineura* was significantly reduced. The *Anthomyiid* species completely destroyed 21% of seeds in predated flowers.

However, over the studied locality there were sufficient viable seeds produced despite insect predation, signifying there it poses no major threat to the stability of the *Pulsatilla* population.

## **Key words**

*Dasineura pulsatillae*, gall midge, *Anthomyiidae*, pasque flower, insect herbivores, predispersal predators, dry grasslands

## OBSAH

1.	Úvod .....	11
2.	Cíl práce.....	12
3.	Metodika.....	13
3.1	Hlavní pokus na území PP Na Horách – zakrytí rostlin pytlíčky .....	13
3.1.1	Obecný popis pokusu hlavního pokusu .....	13
3.1.2	Založení pokusu na území PP Na Horách .....	13
3.1.3	Termín založení prvního pokusu .....	13
3.1.4	Výběr rostlin .....	14
3.1.5	Zakrytí rostlin pytlíčky .....	14
3.1.6	Opylování rostlin .....	14
3.1.7	Ztráta rostlin (důvod k založení druhého pokusu).....	15
3.1.8	Druhý termín pokusu .....	15
3.1.9	Odběr nažek, měření parametrů, kontrolní (nezakryté) rostliny .....	15
3.1.10	Vyhodnocení výsledků .....	16
3.2	Klíčící pokus .....	17
3.2.1	Založení pokusu.....	17
3.2.2	Odečet klíčivosti nažek.....	17
3.2.3	Vyhodnocení výsledků .....	18
3.3	Studování životního cyklu bejloerek .....	18
3.3.1	Pozorování a focení vajíček a larev hmyzu.....	18
3.3.2	Odchyt dospělců bejloorky.....	18
4.	Literární rešerše .....	19
4.1	Charakteristika rodu <i>Pulsatilla</i> Mill.....	19
4.1.1	Vznik a význam názvu rodu koniklec ( <i>Pulsatilla</i> Mill.) .....	19
4.1.2	Taxonomické zařazení.....	19
4.1.3	Charakteristika rodu .....	20



4.1.4	Význam.....	20
4.1.5	Ohrožení .....	20
4.2	Koniklec luční ( <i>Pulsatilla pratensis</i> (L.) Mill.).....	22
4.2.1	Charakteristika druhu .....	22
4.2.2	Ekologie a cenologie .....	23
4.2.3	Rozšíření v ČR .....	24
4.2.4	Škůdci a choroby .....	24
4.2.5	Status ochrany .....	24
4.3	Xerothermní trávníky .....	25
4.3.1	Vznik suchých trávníků.....	25
4.3.2	Charakteristika.....	25
4.3.3	Ohrožení a management .....	26
4.4	Herbivorie .....	28
4.4.1	Tvorba hálek.....	29
4.4.2	Specializované a monofágní druhy hmyzu.....	30
4.4.3	Vliv hmyzích býložravců na ohrožené rostliny.....	31
4.5	Bejlmorkovití (čeleď <i>Cecidomyiidae</i> ).....	33
4.5.1	Rozšíření a význam čeledi.....	33
4.5.2	Obecná charakteristika .....	33
4.5.3	Životní cyklus a vývojová stadia.....	34
4.5.4	Bejlmorka koniklecová ( <i>Dasineura pulsatillae</i> ) .....	36
4.6	Květilkovití ( <i>Anthomyiidae</i> ).....	38
5.	Přírodní památka Na Horách .....	39
5.1.1	Charakteristika území.....	39
5.1.2	Vegetace .....	41
5.1.3	Historie lokality, využívání území a ochrana přírody .....	41
6.	Výsledky.....	43

6.1	Míra napadení rostlin .....	43
6.2	Rozdíly v parametrech rostlin mezi jednotlivými termíny pokusu .....	44
6.3	Vliv napadení sledovaných druhů hmyzu na fitness .....	46
6.3.1	Společné vyhodnocení obou termínů pokusu .....	46
6.3.2	Oddělené vyhodnocení prvního a druhého termínu pokusu .....	47
6.3.3	Vliv predace na klíčivost .....	48
6.3.4	Využití mnohorozměrných statistických metod .....	49
6.4	Životní cyklus bejlomorky .....	50
6.5	Druh z čeledi <i>Anthomyiidae</i> (květilka) .....	53
7.	Diskuze .....	55
7.1	Provedení pokusu .....	55
7.2	Rozdíly mezi jednotlivými termíny pokusu .....	57
7.3	Vliv napadení sledovaných druhů hmyzu na fitness .....	59
8.	Závěr .....	61
9.	Seznam obrázků .....	62
10.	Seznam fotografií .....	62
11.	Seznam tabulek .....	62
12.	Zdroje literatury .....	63

## 1. ÚVOD

Koniklec luční (*Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica*) z čeledi *Ranunculaceae* je ohrožená časně jarní rostlina suchých trávníků. Jedná se o středoevropský endemit, v České republice je rozšíření koniklece lučního rozděleno do dvou oddělených areálů: českého (severní a střední Čechy) a moravského (jižní Morava) (Skalický 1988a, Grulich 2012). Jedna z nejpočetnějších populací v Čechách se nachází v přírodní památce Na Horách (Bochenková et al. 2012).

Na koniklec luční jsou potravně vázány dva monofágní druhy hmyzu: bejломorka koniklecová (*Dasineura pulsatillae*) z čeledi bejломorkovitých (*Cecidomyiidae*) a dosud neurčený druh z čeledi květilkovitých (*Anthomyiidae*). Samice obou druhů kladou vajíčka do květů koniklece a vyvíjející se larvy se živí na nažkách koniklece a květních lůžcích (Jiras et al. 2010, Skuhrová 1960).

V současné době není z literatury znám žádný druh z čeledi květilkovitých, který by se živil na rostlinách koniklece lučního. Je tedy možné, že v případě druhu z čeledi květilkovitých, který byl nalezen v souplodích nažek koniklece v přírodní památce Na Horách, se jedná o druh, který pro vědu dosud nebyl popsán (Jiras et al. 2010).

*Dasineura pulsatillae* patří v České republice k velmi vzácným druhům bejломorek, vyskytujícím se ojediněle (Skuhrová 1994). V ČR byl v minulosti druh zaznamenán pouze v roce 1972 na území dnešní přírodní rezervace Na Babě (Skuhrová 1975). V minulých letech byl potvrzen výskyt bejломorky koniklecové na dalších několika lokalitách, mimo jiné v přírodní památce Na Horách (Jiras et al. 2010, Bochenková et al. 2012). Z literatury je známo, že se larvy bejломorky koniklecové vyvíjejí v souplodí nažek, kde se živí sáním na nažkách a pravděpodobně i květním lůžku. Vliv sání bejломorky na fitness koniklece lučního ale doposud nebyl předmětem žádného výzkumu i přesto, že se jedná o chráněnou rostlinu a bejломorka koniklecová je vzácný druh hmyzu. Stejně tak dosud nejsou známy informace o vývoji bejломorky a její vazbě na růstové fáze koniklece.

Tato práce má především objasnit vliv jmenovaných druhů hmyzu na růst a produkci semen koniklece lučního. Výsledky výzkumu pomohou pochopit vztah monofágních druhů hmyzu a jejich chráněné hostitelské rostliny a umožní posoudit, zda bejломorka a květilka mohou znamenat ohrožení pro růst a rozmnožování této rostliny.

## 2. CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je zjistit, jaký vliv mají dva druhy hmyzu, bejlmorka koniklecová (*Dasineura pulsatillae*) a druh z čeledi květilkovitých (*Anthomyiidae*), na fitness vzácného a chráněného koniklece lučního. Výchozí hypotéza je taková, že larvy těchto druhů, které se živí na vyvíjejících se nažkách konikleců, rostlinám škodí. K dosažení stanoveného cíle bude založen pokus na území přírodní památky Na Horách, kde se vyskytuje bohatá populace koniklece lučního (*Pulsatilla pratensis*), a zároveň zde byla zjištěna přítomnost jmenovaných hmyzích druhů. V rámci pokusu budou květy vybraných rostlin ochráněny před naklazením vajíček samicemi hmyzu pomocí pytlíčků ze syntetické látky. Druhá část rostlin, které nebudou zakryté, bude sloužit jako kontrolní. Míra vlivu predace hmyzími druhy na vybrané parametry fitness bude určena porovnáním mezi rostlinami bez predace a rostlinami, na kterých se živily larvy sledovaných druhů hmyzu.

Druhým cílem práce je přiblížit životní cyklus monofágní bejlmorky koniklecové, který je vázaný na vývoj její hostitelské rostliny, koniklece lučního. O bejlmorce koniklecové je známo minimum informací, proto má každá informace velký význam. Důležitým poznatkem bude stanovení termínu, ve kterém samice bejlmorky kladou do květů koniklece vajíčka. Tato informace bude užitečná při následujících studiích, které se budou zabývat vlivem bejlmorky na koniklece.

## **3. METODIKA**

### **3.1 Hlavní pokus na území PP Na Horách – zakrytí rostlin pytlíčky**

#### **3.1.1 Obecný popis pokusu hlavního pokusu**

Smyslem hlavního pokusu, jehož výsledky jsou podkladem této diplomové práce, bylo umožnit porovnání rostlin, na kterých se živily larvy vybraných druhů hmyzu, s rostlinami, které nebyly predované. Aby bylo zajištěno, že samice sledovaných druhů hmyzu nenakladou vajíčka do květů konikleců, u kterých to nebylo žádoucí, byly květy těchto rostlin zakryty pytlíčky ze syntetické látky. Mechanická ochrana pomocí pytlíčků byla upřednostněna před druhou možnou metodou, postříkem insekticidem, z důvodu statusu ochrany celé lokality.

#### **3.1.2 Založení pokusu na území PP Na Horách**

Pokus na území PP Na Horách měl být původně založen jen v jednom termínu, na konci března 2012. Vybráno bylo 120 rostlin. V jeho průběhu však došlo ke ztrátě dvaceti pěti zakrytých květů rostlin, které byly odstraněny procházejícími chodci, nebo ukousnuty zvěří. Část rostlin byla ztracena kvůli pozdnímu opylování. Pokud u koniklece dojde k autogamii, nevytvorí se semena (Torvik et al. 1998). Kvůli vlivu autogamie nebylo možné použít šedesát rostlin. Celkem mohlo být do statistických analýz použito jen 34 rostlin. Z důvodu tohoto nízkého počtu byl o měsíc později založen druhý pokus, který měl za účel doplnit počet rostlin použitelných pro analýzy. V průběhu druhého termínu pokusu došlo ke ztrátě 6 ks rostlin. Pro analýzy bylo tudíž možné použít 54 rostlin. Celkem do statistických analýz vstoupilo 87 zakrytých rostlin. K těmto rostlinám přísluší 93 kontrolních (nezakrytých) rostlin.

#### **3.1.3 Termín založení prvního pokusu**

Pro splnění hlavního cíle této diplomové práce (vliv bejlmorky koniklecové a druhu z čeledi květilkovití na fitness koniklece lučního) byl ve dnech 24. a 25. 3. 2012 založen pokus na území přírodní památky Na Horách. Pro tento pokus bylo vydáno povolení Krajským úřadem Středočeského kraje. Termín založení pokusu byl vybrán s ohledem na fenologii konikleců a chybějící informace o životním cyklu bejlmorky koniklecové. Pokus byl založen v době, kdy se na lokalitě nacházelo dostatečné množství jedinců, u nichž bylo technicky možné zakrýt květy pytlíčkem ze syntetické látky. Pokus bylo nutno založit co nejdříve, aby bylo předejito naklazení vajíček bejlmorkou do rostlin ještě před jejich zakrytím.

### **3.1.4 Výběr rostlin**

Na lokalitě bylo vybráno celkem 120 rostlin (50 dne 24. 3. a 70 dne 25.3.). Rostliny byly vybírány systematickým postupem, aby bylo dosaženo co největší pravidelnosti v intervalech mezi nimi. Výběr byl započat v SZ cípu nezalesněné části přírodní památky. Od první vybrané rostliny bylo ujito 10 kroků směrem k východu a nejbližší rostlina, kterou bylo možné zapytlíčkovat, byla zahrnuta do výběru. Takto bylo postupováno až k SV konci území. Intervaly mezi rostlinami byly ovlivněné nepravidelným výskytem rostlin na lokalitě. Vliv měl i časný termín založení pokusu, protože poupata v dostatečné velikosti mělo zatím jen omezené množství rostlin z celé populace. Stejný postup byl opakován v další linii o 5 m jižním směrem a postupně, v liniích vždy o 5 metrů níže, až k jižnímu okraji přírodní památky.

### **3.1.5 Zakrytí rostlin pytlíčky**

Pro účely tohoto pokusu byly autorkou této práce ušity pytlíčky z lehké a prodyšné syntetické látky (45% polyester, 55% nylon) ve fialovo-růžové barvě. Pytlíčky mají velikost 6 x 11 cm a jsou uzavřené ze tří stran. V terénu byl každý pytlíček na poupě navlečen a pod poupětem zavázán vlnou jedné barvy (později sloužila k odlišení rostlin, které již byly opylovány, a také jednotlivých termínů). V ideálním případě nebyly listenovité útvary pod poupětem uzavřeny v pytlíčku. Pokud se tak stalo, docházelo postupem času ke kroucení prodlužující se části lodyhy mezi poupětem a těmito útvary. Napětí, které tímto vznikalo, mohlo přispět ke svlečení pytlíčku, pokud nebyl dostatečně utažen. Při zavazování bylo potřeba volit kompromis ohledně utahování pytlíčku vlnou. Na jednu stranu bylo žádoucí co největší utažení, které omezilo prostor, kterým mohl hmyz vniknout do květu v pytlíčku mezerami mezi pytlíčkem a lodyhou. V případě špatného utažení vlny okolo pytlíčku také hrozila jeho ztráta, například při silnějších větru. Na druhou stranu nesměl být omezen transport živin lodyhou do květu, který by mohl být zapříčiněn přílišným utažením.

### **3.1.6 Opylování rostlin**

Zapytlíčkování konikleců bylo provedeno v době, kdy byla poupata ještě uzavřena, a z tohoto důvodu nemohlo dojít k přirozenému opylení hmyzem. Každé z rostlin byl dne 9. 4. 2012 sejmut pytlíček, rostlina byla opylována štětečkem, a pytlíček byl opět nasazen. K jeho zavázání byla použita vlna jiné barvy, než kterou byly pytlíčky zavázány původně. Tímto způsobem bylo zajištěno, že byly opylovány všechny rostliny.

### **3.1.7 Ztráta rostlin (důvod k založení druhého pokusu)**

PP Na Horách se nachází v těsné blízkosti obce Křešín a jejím středem vede hojně využívaná stezka. Zejména při slunečném počasí se na lokalitě pohybuje poměrně velké množství chodců, cyklistů, nebo lidí se psy. Na přístupová místa na lokalitu byly umístěny informační cedule, které vysvětlovaly pokus, který na lokalitě probíhal. I přesto si někteří lidé mysleli, že pytlíčky, které na rostlinách nacházeli, byly výsledkem znečišťování lokality, nebo že rostlinám škodí. Z tohoto důvodu došlo k odstraňování pytlíčků z květů, čímž se snížil počet rostlin, které mohly být součástí výsledků pokusu. K další ztrátě rostlin došlo díky zvěři, která se na lokalitě vyskytuje. Jedná se zejména o zajíce, kteří byli na lokalitě pozorováni autorkou práce a bažanty, které pozoroval konzultant práce Mgr. Petr Karlík. Bažanti se podíleli na ničení květů konikleců i například v Obřím dole (Karlík pers. comm., V. 2012). Na území byly nacházeny pytlíčky, ve kterých byly květy na ukousnuté lodyze. Některé rostliny nebylo možné použít kvůli příliš pozdnímu opylování, které vedlo k autogamii (nebyla vytvořena semena).

Vzhledem k výraznému snížení počtu vzorků použitelných pro statistické analýzy, se autorka diplomové práce rozhodla zvýšit tento počet založením pokusu ještě v jednom, pozdějším, termínu.

### **3.1.8 Druhý termín pokusu**

Druhý pokus byl založen dne 29. 4. 2012, z výše zmíněných důvodů. Byly vybírány rostliny s co nejméně rozevřenými poupaty a stále živými tyčinkami. Podle předchozích pozorování stadií květu s čerstvě nakladenými vajíčky sledovaných druhů hmyzu bylo u takovýchto rostlin možno předpokládat, že do jejich květů dotýčný hmyz stále ještě vajíčka nenakladl. V tomto pokusu bylo zakryto syntetickým pytlíčkem 60 rostlin (k zavázání byla použita vlna jiné barvy, aby byly odlišeny jednotlivé termíny pokusu). Celý pokus probíhal stejným způsobem, jako v případě prvního termínu. Ruční opylování nemuselo být provedeno, protože došlo k přirozenému opylování hmyzem ještě před uzavřením květů do pytlíčku. Zralé nažky zakrytých rostlin byly odebrány dne 26. 5. 2012. Současně byly vybrány a odebrány i nažky kontrolních rostlin. Byly změřeny a zaznamenány stejné parametry, jako v prvním termínu pokusu (viz dále).

### **3.1.9 Odběr nažek, měření parametrů, kontrolní (nezakryté) rostliny**

Pytlíčky s nažkami rostlin, které byly zakryté ve dnech 23. a 24. 3. 2012, byly odebrány v době jejich zralosti dne 17. 5. 2012. Každý pytlíček byl umístěn do papírového sáčku

s popisem (číslem rostliny, datem sběru). U každé rostliny byla v terénu změřena délka lodyhy (od země po spodní stranu květního lůžka) a délka nejdelšího listu, obojí v milimetrech. Dále byl zaznamenán počet listů a počet květů, příslušících k dané listové růžici (počet květů byl zahrnut jen do PCA analýzy). Následně byl v laboratoři vyjmut obsah syntetického pytlíčku a odděleny nažky od ostatních částí květu. Z těchto nažek bylo odpočítáno 100 kusů (pokud jich bylo celkově méně než 100, bylo použito 90 nažek, nebo 80, 70 atd.; vyloučeny byly nažky, ve kterých byl otvor způsobený larvou „květilky“). Tyto nažky byly zváženy na analytických vahách s přesností na tři desetinná místa (tisíciny gramu). Tímto postupem byla zjištěna průměrná hmotnost jedné nažky v květenství. Následně byl dopočítán celkový počet semen v každé rostlině.

Během odběru zakrytých rostlin se zralými nažkami byly odebrány i rostliny, které sloužily jako kontrolní při statistických analýzách. U těchto rostlin byl předpoklad, že budou napadené jedním, nebo oběma druhy hmyzu. Za kontrolní byla určena vždy ta rostlina, která se nacházela nejbližší k zakryté rostlině. Zároveň tato rostlina musela mít zralé nažky, které ale ještě nebyly ani částečně opadané. U kontrolních rostlin byly měřeny stejné parametry, jako u zakrytých rostlin.

### **3.1.10 Vyhodnocení výsledků**

Pro vyhodnocení výsledků byly rostliny rozděleny do čtyř kategorií, které byly navzájem porovnávány. Jednalo se o rostliny, ve kterých byla přítomna pouze bejlmorka, pouze květilka, oba druhy hmyzu a rostliny bez predace. Kromě několika případů patřily rostliny s přítomností larev do skupiny rostlin, které byly během pokusu zakryté. Výjimku tvoří rostliny z pozdního termínu pokusu, které byly zakryté, ale již před zakrytím došlo k naklazení vajíček do květů. Tyto rostliny byly tedy zařazeny do kategorie predovaných rostlin (i přesto, že byly zakryté). K vyhodnocení výsledků byl použit program Statistica 10.0 a Canoco for Windows 4.5. Pro většinu parametrů, které mají normální rozdělení, byla použita analýza ANOVA. Pro počet listů byl použit neparametrický Kruskal-Wallisův test. Data nebyla transformována. Dále bylo provedeno odlišení jednotlivých kategorií pomocí Post-hoc testu, konkrétně HSD for unequal N (kvůli rozdílnému počtu vzorků v rámci jednotlivých kategorií). Díky získání dat o rostlinných parametrech ze dvou termínů bylo provedeno i srovnání rozdílů mezi časnými rostlinami a pozdními rostlinami pomocí analýzy ANOVA. Následně byly použity Post-hoc testy.



## **3.2 Klíčící pokus**

### **3.2.1 Založení pokusu**

Dne 15. 2. 2013 byl založen klíčící pokus, který slouží k doplnění informací o vlivu sání bejlmorky na nažky koniklece. Rostliny byly rozděleny do čtyř kategorií:

1. Časné, zakryté – bez bejlmorky (25 ks)
2. Časné s bejlmorkou (11 ks)
3. Pozdní, zakryté – bez bejlmorky (25 ks)
4. Pozdní s bejlmorkou (25 ks)

Termín „časné“ označuje rostliny z prvního termínu pokusu (založený ve dnech 23. a 24. 3. 2012), termínem „pozdní“ jsou označené rostliny z druhého termínu pokusu (založen dne 29. 4. 2012).

Z každé kategorie bylo vybráno 25 rostlin (kromě časných rostlin s bejlmorkou, v této kategorii bylo možno použít jen 11 rostlin). Do kategorií rostlin s bejlmorkou byly vybrány ty rostliny, u kterých byly mezi nažkami nalezeny larvy bejlmorek. Použité nažky však nesměly mít otvor od „květilky“. Rostliny v kategorii zakrytých rostlin nebyly napadeny ani jedním druhem hmyzu.

Z každé rostliny bylo náhodně vybráno 50 nažek, které byly umístěny do Petriho misky o průměru 10 cm. Misky byly předtím vysterilizovány a na dno každé z nich byly umístěny dvě vrstvy filtrační papíru. Všechny misky s nažkami byly na počátku zality 5 ml destilované vody. Misky byly poté umístěny do laboratoře Katedry dendrologie a šlechtění lesních dřevin, nacházející se v suterénu Fakulty lesnické a dřevařské (Česká zemědělská univerzita), při teplotě  $22 \pm 2$  °C a světelném režimu 16/8 hodin (světlo/tma; osvětlení fluorescentními zářivkami Phillips LTD33). Nažky byly pravidelně kontrolovány a v případě potřeby zality destilovanou vodou.

### **3.2.2 Odečet klíčivosti nažek**

Odečet klíčivosti nažek byl prováděn ve čtyřech termínech (4. 3., 11. 3., 18. 3. a 25. 3. 2013). Jako klíčící byla zaznamenána nažka, u které byl vidět alespoň 1 mm dlouhý klíček. Nažky, které byly zaznamenány jako klíčící, byly z misek odstraněny (z důvodu následného snadnějšího odečtu v dalším termínu).

### 3.2.3 Vyhodnocení výsledků

Výsledky klíčícího pokusu byly použity k doplnění informací o vlivu vybraných druhů hmyzu na koniklec luční. Pomocí analýzy ANOVA byly testovány rozdíly mezi čtyřmi skupinami rostlin (časné s bejломorkou a bez bejломorky; pozdní s bejломorkou a bez bejломorky). Dále byly výsledky z klíčícího pokusu zahrnuty do ordinačního diagramu. Vzhledem k tomu, že délka gradientu na první ose při analýze DCA byla pouze 0,67, byla použita analýza hlavních komponent (PCA). K vyhodnocení výsledků byl použit program Statistica 10.0 a Canoco for Windows 4.5.

## 3.3 Studování životního cyklu bejlomorek

### 3.3.1 Pozorování a focení vajíček a larev hmyzu

V dostupné literatuře nejsou známy žádné informace o životním cyklu bejlomorky koniklecové. Chybí mimo jiné údaj o době kladení vajíček do květů (poupat) koniklece. Z tohoto důvodu byly pravidelně odebírány květy konikleců a v laboratoři zkoumány pod mikroskopem. Cílem bylo určit termín, ve kterém jsou bejlomorkou či květilkou kladena vajíčka a dále pozorovat jejich vývoj. První sběr květů byl proveden dne 19. 3. 2012. Další termíny byly: 25. 3., 9. 4., 18. 4., 25. 4., 29. 4., 8. 5., 15. 5. a 26. 5. 2012. Ve všech termínech bylo odebráno 3 – 5 květů. První vzorky byly rozříznuty a pozorovány pod binolupou. Po nalezení vajíček v květech byla tato vajíčka focena pomocí mikroskopu Olympus BX51 s programem Quick PHOTO MICRO 2.3. Při dalších pozorováních byly foceny larvy bejlomorek a druhu z čeledi květilkovitých. Druhovú příslušnost bejlomorky byla konzultována s odbornicí na čeleď *Cecidomyiidae* M. Skuhravou.

### 3.3.2 Odchyt dospělců bejlomorky

Na lokalitě byl zároveň proveden doplňkový pokus o odchyt dospělců bejlomorky. Za tímto účelem byly na území rozmístěny plastové misky žluté barvy, které obsahovaly čistou vodu s kapkou saponátu.

Prvních jedenáct misek bylo umístěno dne 25. 4. 2012. Na místě zůstaly 5 hodin. Podmínky pro odchyt byly příznivé: polojasno, skoro bezvětří. Obsahy misek byly v plastových lahvích dopraveny do laboratoře a uchovány v glycerinu pro další určení.

Druhé rozmístění misek bylo provedeno při zakládání druhého termínu zakrývání rostlin pytlíčky dne 29. 4. 2012. Rozmístěno bylo celkem 23 misek. Vzhledem k větrnému počasí ale nebyl tento odchyt úspěšný.

Třetí pokus o odchyt dospělců bejlmorky byl proveden dne 8. 5. 2012. Rozmístěno bylo 24 misek. Povětrnostní podmínky byly příznivé. Vzorky byly opět dopraveny do Prahy a uchovány pro další určení.

## 4. LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 4.1 Charakteristika rodu *Pulsatilla* Mill.

#### 4.1.1 Vznik a význam názvu rodu koniklec (*Pulsatilla* Mill.)

Český název celého rodu koniklec pochází pravděpodobně ze slova poniklý, což znamená skloněný, převislý, nebo také nící (Novák 2007, Rystonová 2007). Jméno má souvislost s květy v České republice se vyskytujícího koniklece lučního, které bývají skloněny k zemi. Částečně skloněné květní stopky má i *Pulsatilla vernalis*. Jiné druhy, jako například *P. alpina*, *P. grandis*, nebo *P. patens*, mají lodyhy vzpřímené (Skalický 1988a, Adler et al. 1994, Rothmaler 2005). Na Slovensku se používá název poniklec (Šmíd 2002), který má stejný význam. Latinské rodové jméno vychází ze slova pulso, což znamená vyzvánět jako zvonec, zvonkovitý květ nebo pulsare = tlouci, zvučeti (Šmíd 2002). Anglický název pasque flower má svůj původ ve Francii, kde rostlina kvete v období Velikonoc. V dnešní francouzštině bylo ale původní slovo „pasque“ = Velikonoce nahrazeno moderním výrazem „Pâques“ (Johnson 1911). V minulosti byl pro koniklec zařazen do široce pojatého rodu *Anemone*, teprve později byly koniklece vyčleněny a používá se pro ně dnešní název *Pulsatilla* (Skalický 1988a).

#### 4.1.2 Taxonomické zařazení

Tab. 1. – Taxonomické zařazení rodu *Pulsatilla* (Skalický 1988a).

Říše	rostliny ( <i>Plantae</i> )
Podříše	cévnaté rostliny ( <i>Tracheobionta</i> )
Oddělení	krytosemenné ( <i>Magnoliophyta</i> )
Třída	vyšší dvouděložné ( <i>Rosopsida</i> )
Řád	pryskyřníkotvaré ( <i>Ranunculales</i> )
Čeleď	pryskyřníkovité ( <i>Ranunculaceae</i> )
Rod	koniklec ( <i>Pulsatilla</i> )

#### 4.1.3 Charakteristika rodu

Koniklece jsou vytrvalé, trsnaté a chlupaté byliny s vícehlavým oddenkem, s pupeny obalenými šupinami. Listů bývá 1 – 12 v přízemní růžici, jsou složené. Stonek nese jediný květ a listenovitý útvar, obvykle složený ze tří listenů. Okvětních lístků bývá obvykle 6, jsou korunovitě zbarvené a vně chlupaté. Tyčinek a pestíků bývá mnoho, vnější tyčinky bývají

přeměněny v staminodiální nektaria. Plodem jsou nažky, které mají několik cm dlouhý chlupatý přívěsek (Skalický 1988a).

Konikleců je asi 30 druhů a vyskytují se převážně v mírném a mírně teplém pásmu severní polokoule. V České republice se vyskytují tyto druhy: koniklec luční český (*Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica*), koniklec bílý (*Pulsatilla scherfelii*), koniklec jarní (*P. vernalis*), koniklec otevřený (*P. patens*), a koniklec velkokvětý (*P. grandis*) (Skalický 1988a).

#### 4.1.4 Význam

Všechny druhy tohoto rodu jsou jedovaté. Za čerstva obsahují glykosidický lakton ranunkulin, který je velmi labilní a je rychle enzymaticky štěpen na jedovatý protoanemonin a glukózu. Sušením se mění na inaktivní dimer anemonin (Skalický 1988a).

Léčivé účinky konikleců zmiňuje již v 16. století Matthioli (1998). Doporučuje využití konikleců proti moru, nebo uštknutí a pokousání jedovatými živočichy. Různé chemické látky, které jsou v rostlinách obsažené, nacházejí uplatnění v medicíně i dnes. Výtažky z konikleců (především z kořenů) jsou předmětem intenzivního výzkumu. Nadějným druhem je například *Pulsatilla koreana*, ze které byla izolována látka, která by mohla být využívána v léčbě rakoviny (Kim et al. 2002, Son et al. 2013). Chemické látky izolované z druhu *Pulsatilla chinensis* mají schopnost eliminovat populaci prvoka lamblie střevní (*Giardia intestinalis*), který způsobuje střevní onemocnění (Li et al. 2012). Dalším z druhů s využitím v medicíně je *P. cernua*. Z kořenů tohoto koniklece byly izolovány látky s neuroprotektivními vlastnostmi (Liu et al. 2012).

Koniklece jsou jedovaté také pro dobytek (Skalický 1988a), i přesto ale mohou být zvířaty spásány (Wells et Barling 1971). Některé druhy bývají využívány v okrasném zahradnictví, například jako skalničky (Skalický 1988a).

#### 4.1.5 Ohrožení

Mnoho druhů konikleců je ohroženo ústupem od tradičního hospodaření na lokalitách. Jedná se o světlomilné druhy, které špatně snášejí například upouštění od pastvy. Koniklece jsou předmětem zkoumání mnoha vědeckých prací, které se zabývají příčinami jejich ubývání. Například v Anglii se za posledních 200 let snížil počet lokalit s *Pulsatilla vulgaris* ze 130 na pouhých 33. Díky znovuoživení pastvy ale celková početnost anglické populace vzrostla o 258% (Walker 2011). Jiné druhy jsou adaptované na výskyt pravidelných požárů, kterým je ale v současnosti často preventivně zabraňováno. Například druh *Pulsatilla patens*

lépe klíčí a semenáčky se následně lépe uchytávají na místech, která byla experimentálně vypálena. Nejpravděpodobnějším vysvětlením této reakce je odstranění stařiny na vypálených místech (Kalamees et al. 2005).

V České republice je ohrožení konikleců spojeno zejména s upouštěním od tradičního hospodaření na jejich lokalitách (Kubíková 1999).

## 4.2 Koniklec luční (*Pulsatilla pratensis*(L.) Mill.)

Synonymem pro koniklec luční je *Anemone pratensis*, nebo *Pulsatilla nigricans*. Rostlina je rozšířená v severní, střední a východní Evropě (Skandinávie, Dánsko, Německo, Polsko, Česká republika, Rakousko, Maďarsko a západní a jižní část Ruska) (Skalický 1988a).

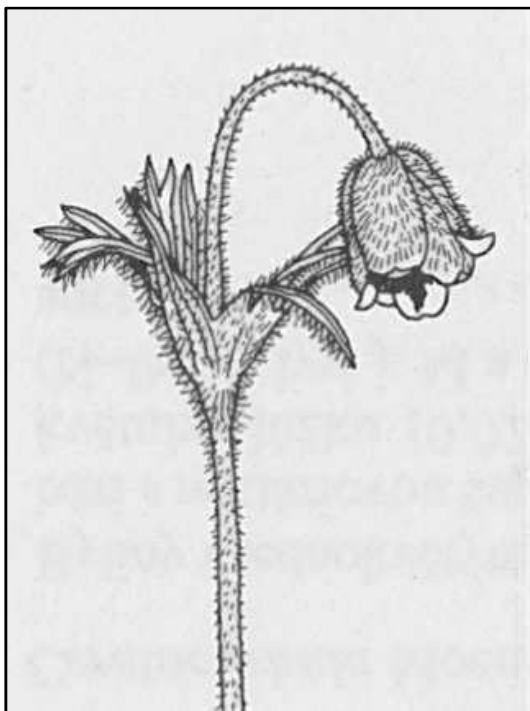
*P. pratensis* se dále dělí na 4 poddruhy (Skalický 1988a):

- subsp. *pratensis* je rozšířena v pobaltské oblasti
- subsp. *bohemica* je rozšířena ve střední Evropě
- subsp. *hungarica* se vyskytuje v Maďarsku a na jižním Slovensku
- subsp. *ucrainica* je rozšířena v Ukrajině a středním Povolží

V České republice roste pouze *P. pratensis* subsp. *bohemica*. Nikde jinde, kromě střední Evropy, se tento poddruh nevyskytuje, jedná se o středoevropský endemit.

### 4.2.1 Charakteristika druhu

Celá rostlina koniklece lučního je bělavě chlupatá. Stonek je v době květu dlouhý 8 – 15 cm, v době dozrávání plodů průměrně 22 cm. Oddenek je vícehlavý, téměř kolmý a černý (Skalický 1988a). Díky vegetativnímu růstu z oddenku mohou být koniklece značně mobilní (Rusch et Maarel 1992). Nepřezimující listy se nacházejí v přízemní růžici v počtu 3 – 5.



Obr. 1. – *Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica* (Skalický 1988b).



Obr. 2. – *Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica* (Rothmaler 2000).

Květy jsou malé, válcovité, při dokvétání až zvoncovité. Jejich barva je tmavě fialová, vzácněji tmavě karmínová (Skalický 1988a). Koniklece jsou entomogamní, nejdůležitějším opylovačem jsou zástupci rodu *Bombus* spp. V případě samosprášení koniklece dojde k minimální, nebo žádné tvorbě semen (Torvik et al. 1998). Plodem jsou nažky dlouhé zpravidla 4 – 4,5 cm včetně přívěsku (Skalický 1988a), které jsou rozšiřovány větrem. Semena klíčí během vlhkých období na podzim, nebo na jaře (Wennenström 1991), ale byly zaznamenány i případy klíčení v létě (Rusch et Maarel 1992). Uchycování semenáčků pozitivně ovlivňuje přítomnost arbuskulárně mykorhizní houby, která má s rostlinou mutualistický vztah (Moora 2004).



Foto 1. – Koniklece luční v PP Na Horách. Foceno dne 25. 3. 2012, R. Skalická.

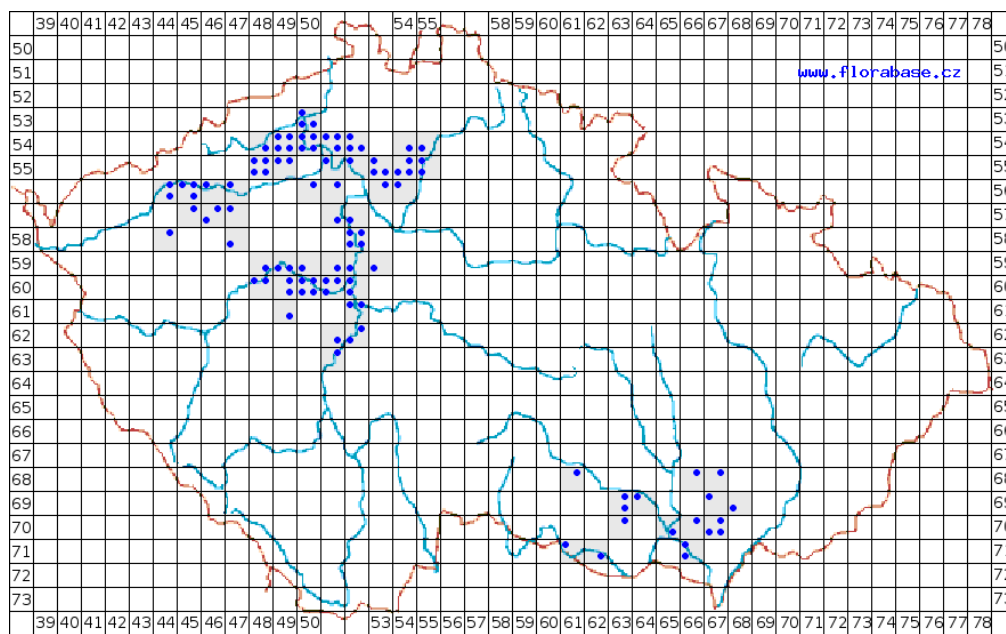
#### 4.2.2 Ekologie a cenologie

Koniklece luční se vyskytuje v xerothermních travinných porostech, na skalách, v lesních okrajích, vzácně na písčínách a ve světlých lesích. Vyhovují mu suché nebo vysychavé půdy, většinou mělké, minerální (hlavně kamenité a písčité), na vápenitém i silikátovém podkladu. Nejčastěji ho můžeme nalézt v travinné vegetaci tř. *Festuco-Brometea*, konkrétně ve společenstvech svazu *Koelerio-Phleion phleoidis* a řádu *Festucetalia valesiaceae* (diagnostický druh), ale též ve společenstvech třídy *Sedo-Scleranthetea* a vzácněji ve společenstvech svazů *Quercion pubescenti-petraeae*, *Erico-Pinion* a *Geranion sanguinei* (Skalický 1988a).



### 4.2.3 Rozšíření v ČR

Rozšíření koniklece lučního v České republice je rozděleno do dvou oddělených areálů: českého (severní a střední Čechy) a moravského (jižní Morava). Rostliny se vyskytují v planárním až suprakolinním stupni, s těžištěm výskytu v termofytiku a přilehlém mezofytiku (Skalický 1988a).



Obr. 3. – Mapa rozšíření koniklece lučního (*P. pratensis* subsp. *bohémica*, Florabase.cz 2012, online)

### 4.2.4 Škůdci a choroby

Na rostlinách koniklece se můžeme setkat s řadou hmyzích škůdců. Jedná například o bejlmorku koniklecovou (*Dasineura pulsatillae*, Diptera) a neznámý druh květilky (*Anthomyiidae* sp., Diptera), které škodí na zrajících nažkách (Jiras et al. 2010). Dále se jedná o řadu druhů z čeledi vrtalkovití (*Agromyzidae*), jako je *Phytomyza pulsatillicola*, *Phytomyza pulsatillae* nebo *Phytomyza ignota*, které škodí na listech (Pakalniškis 2004). Inhibici tvorby květů způsobuje rez *Puccinia pulsatillae*. Rostliny, které byly rzi jednou napadeny, se stávají sterilními napořád. Výskyt rzi je nižší na lokalitách, kde probíhá pastva (Wennström et Ericson 1991). Z větších ostatních se jedná například o šneky, králíky a ovce, kteří žerou listy konikleců bez ohledu na přítomný jedovatý anemonin (Wells et Barling 1971).

### 4.2.5 Status ochrany

Taxon *Pulsatilla pratensis* subsp. *bohémica* je chráněn a uveden jako silně ohrožený v Příloze II. vyhlášky č. 395/1992 Sb., ve znění pozdějších předpisů. V černém a červeném seznamu cévnatých rostlin České republiky je uveden v kategorii C2 – silně ohrožené (Procházka et al. 2001, Grulich 2012).

## 4.3 Xerothermní trávníky

### 4.3.1 Vznik suchých trávníků

Původ xerothermních trávníků je převážně druhotný, spojený s lidskou činností. Primární výskyt je možné předpokládat jen na velmi měkkých půdách na obvodu skal, v přirozených světlinách teplomilných a šípákových doubrav a v jejich lemech, a dále pak na stepích v suchých oblastech – například v Českém Středohoří (Neuhäusl 1997, Poschlod et al 2009). Původní společenstva měla převážně charakter fragmentů. Jejich expanze byla umožněna nástupem primitivního zemědělství a pastevectví (Neuhäusl 1997). Mýcením a žďářením lesa vznikla nová stanoviště, která se svým ekologickým režimem (Neuhäusl 1997), fyziologií, floristickým složením a ekologickými nároky podobá společenstvům v kontinentálních stepích (Kubíková 1999). Lokality byly v minulosti udržovány pastvou domácích hospodářských zvířat. Jednalo se o ovce, kozy, ale i skot, nebo dokonce husy. Na tato zvířata dohlížel pasák, který z lokality odstraňoval keře, včetně jalovce (Poschlod et al. 2009).

### 4.3.2 Charakteristika

Xerothermní trávníky jsou společenstva fytoecologické třídy *Festuco-Brometea* (Chytrý et al. 2007), která se nacházejí na suchých a teplých stanovištích mírného pásma střední a západní Evropy (Neuhäusl 1997). Na území České republiky jsou rozšířené v teplých a suchých oblastech středních a severních Čech a jižní Moravy (Chytrý 2001). Většina asociací suchých trávníků v ČR se nachází v oblastech s průměrnými ročními teplotami vyššími než 7°C a ročními úhrny srážek pod 600 mm (Chytrý et al. 2007). Vyskytují se na mírně skloněných svazích (Kubíková 1999) různé orientace. V oblastech chladnějších a vlhčích jsou vázány jen na jižně až jihozápadně orientované strmé a skalnaté svahy (Háková et al. 2004). Půdy jsou mělké, někdy i hlubší, na bazickém podloží (Chytrý 2001). Důležitými faktory jsou výrazné teplotní rozdíly (nejen mezi dnem a nocí, ale také mezi létem a zimou) (Chytrý et al. 2007), nízká vlhkost vzduchu, nebo zvýšené výkyvy vlhkosti půdy. Společenstva rostou na silikátových a karbonátových substrátech chudých na důležité živiny, jako je dusík a fosfor. K odebírání živin docházelo v minulosti díky neustálé pastvě (Neuhäusl 1997).

Extrémní mikroklima jižních svahů je vhodné pro reliktní výskyt kontinentálních, subkontinentálních a submediteránních druhů (Kubíková 1999). Sucho, malý obsah živin v půdě a zimní mrazy jsou pro rostliny nepříznivé, umožňují však existenci mnoha adaptovaných druhů nepřímo tím, že omezují růst náročnějších a konkurenčně silnějších druhů (Chytrý et al. 2007). Komplex těchto specifických podmínek dává možnost existence

velké skupině druhů a je předpokladem vysoké druhové diverzity společenstev této třídy (Kubíková 1999). Nejčastějšími dominantami jsou trsnaté traviny (*Festuca* spp., *Stipa* spp., *Bromus erectus* a *Carex humilis*) nebo výběžkaté *Brachypodium pinnatum*, případně také *Sesleria albicans* (Chytrý 2001).

### 4.3.3 Ohrožení a management

V minulosti byla xerothermní společenstva chráněna před nástupem křovin a lesa pastvou (ovce, kozy, ale ve velké míře také skot), případně též vypalováním. Díky pastvě byly xerothermní trávníky stabilizovány ve své prostorové i druhové struktuře (Kubíková 1999, Poschlod et al 2009). Pastva, díky obnažování plošek a zamezování hromadění biomasy, má velký vliv na druhovou kompozici a četnost druhů v porostech (Enyedi 2008). V období intenzifikace zemědělství docházelo k výraznému omezení pastvy a tím i k ústupu xerothermní vegetace. Na hlubších půdách byla společenstva rozorána, po ukončení pastvy docházelo k zarůstání křovinami (Neuhäusl 1997, Čížek et Konvička 2006). Do 80. let byla dokonce pastva v chráněných územích zakazována, protože byla považována za škodlivý negativní faktor (Čížek et Konvička 2006). Vymizením pastvy se začaly jako dominanty uplatňovat některé širokolisté mezofilní trávy jako je ovsík vyvýšený. Častým problémem je také nástup třtiny křovištní (Kubíková 1999). Druhové bohatství bylin na stanovištích začalo klesat (Enyedi 2008, Hodgson et al. 2005). Zároveň imise oxidů síry a dusíku obsažené ve srážkové vodě dodaly na lokality živiny, které byly v minulosti vždy v nedostatku. Tím se dostaly do výhody rostliny, které byly schopné rychle reagovat na nabídku dusíku a zvýšeným růstem vytlačovaly rostliny méně pohotové. Tímto procesem docházelo a dochází k značnému úbytku druhů a rozrůstání konkurenčně schopných (nitrofilních) trav a dřevin (Kubíková 1999).

Společenstva xerothermních trávníků se bez vhodného managementu neobejdou. V počátku je třeba zásah vedoucí k odstranění křovin a náletů stromů. Vhodným postupem je postupně, třeba i během několika let, mechanicky odstraňovat nežádoucí křoviny. K odstranění biomasy trav a bylin je u většiny svazů nejvhodnější obnovení regulované pastvy (Kubíková 1999). Zajímavý je fakt, že v dnešní době je negativně vnímána pastva skotu, ačkoliv v dřívějších dobách byla běžná. Důvodem tohoto přístupu je argument, že pastva skotu by mohla poškodit drn a omezit některé druhy, jako například orchideje (Poschlod et al. 2009).

Pokusy z Anglie ukazují, že i přes úbytek lokalit s *Pulsatilla vulgaris* vzrostla díky obnovení pastvy celková početnost populace o 258% (Walker 2011). Obnovení pastvy však naráží na mnoho překážek a je obtížné tento management realizovat. Problémy mohou způsobit majetkové vztahy k pozemkům a ke zvířatům, nutnost trvalé péče o stádo (pastevec) a financování. Zvířata je též nutné ustájit, uskladňovat a likvidovat hnůj, nebo vyřešit přístupové cesty (Kubíková 1999). V posledních deseti letech se pastvu daří na mnoha místech zavést, zaměřené jsou na ní i mnohé dotační programy (Mládek et al. 2006). Příkladem může být pastva na stepních lokalitách v Českém krase. Reakce porostu na trávník se zde projevila po čtyřech letech. V malém měřítku došlo ke zvýšení biodiverzity, ve velkém měřítku naopak k její homogenizaci, což je způsobené i přenosem semen zvířaty (Mayerová et al. 2010). Důležité je mít na mysli, že v chráněných územích se nevyskytují jen rostliny, ale i jiné organismy, například bezobratlí. Proto je vhodné zajistit mozaikovitě hospodaření, které umožní těmto organismům přežít (Čížek et Konvička). Na udržení bezlesí se může na mnoha lokalitách podílet i volně žijící zvěř (Kubíková 1999).

Snaha o zvýšení početnosti slabých populací vzácných druhů je obtížným úkolem. Do určité míry je možné spoléhat právě na semennou banku v půdě, z níž může řada semenáčků vyklíčit po odstranění biomasy a narušení drnu (Kubíková 1999). Výzkumy však ukazují, že semenná banka suchých trávníků není příliš bohatá (Milberg et Hansson 1993). Dosévání semen nebo dosazování vypěstovaných rostlin lze provádět pokusně. Je však třeba dbát na to, aby semena byla autochtonní nebo alespoň z nejbližší ležící lokality a aby během pěstování rostlin mimo lokalitu nedošlo k jejich křížení s příbuznými pěstovanými druhy (Kubíková 1999).

#### 4.4 Herbivorie

Herbivoři (býložravci), jsou predátoři, kteří se živí rostlinami. Působení predátorů – tedy i herbivorů, nemusí nutně znamenat smrt jedince, na kterém se živí. Jejich působení na kořist je proměnlivé, ale vždy je škodlivé (Begon et al. 1997).

Působení býložravců na rostlinu závisí na tom, které konkrétní části jsou postižené, a na načasování jejich aktivity ve vztahu k vývoji rostliny. Rozdílný vliv na rostlinu bude mít okus listů, sání šťávy, minování, konzumace meristému, ničení kořene, nebo poškozování květu a plodu. Konzumace plodů a semen má na rostliny naprosto odlišné dopady v závislosti na tom, jakými býložravci jsou konzumovány. Většina obratlovců konzumuje plody, a semena odhazuje, nebo semena projdou neporušená trávicím traktem zvířete. Tímto způsobem živočich přispívá k šíření rostliny a je jí užitečný. Naproti tomu napadení semen hmyzem nemá na rostlinu blahodárný vliv, protože nijak nepřispívají k jejich rozšíření (Begon et al. 1997). Poškození rostlin býložravci často není ani přímo pozorovatelné, pokud se jedná o sání rostlinných šťáv a ne o konzumaci rostlinných orgánů (Begon et al. 1997, Weppeler et Stöcklin 2006). Ve většině případů ovlivňuje útok herbivora také kompetiční vztahy mezi rostlinami (Callaway et al. 2003).

Rozdílné jsou i reakce rostlin na působení býložravce. Rostlina může přemístit minerální živiny a asimiláty z jedné část do druhé, může se změnit rychlost metabolismu, relativní rychlost kořenového růstu, růstu prýtů a reprodukce, nebo se mohou vytvářet speciální ochranné látky či pletiva (Begon et al. 1997, Karban et Mayers 1989).

Vliv býložravce může měnit rozdělení asimilátů v rostlině. Obecným pravidlem je zachování vyrovnaného poměru mezi kořeny a prýty. Dojde-li k odlistění prýtů, zvýšená část čisté produkce je odváděna přímo do prýtů. Jsou-li odstraněny kořeny, tok směřuje ke kořenům. Přerozdělené asimilátů může mít kompenzační vliv také během rozmnožovací fáze rostliny. Další možnou reakcí, například na hmyz sající rostlinné šťávy, je zvýšení fotosyntézy u listů, které zásobují orgány, na kterých hmyz saje. Způsobů, kterými rostlina kompenzuje působení býložravce, je mnoho. Málokdy jde ale o kompenzaci úplnou. Výrazným vliv mohou mít navíc na rostliny býložravci, kteří přenášejí choroby. Obecně bývají rostliny býložravci poškozeny, i když kompenzační reakce směřují k nápravě škodlivých následků (Begon et al. 1997).

U některých rostlin je působením býložravce aktivována zvýšená produkce obranných struktur či látek, jak bylo zmíněno výše. Poslední výzkumy ukazují, že obrana rostlin

vyvolaná přítomností herbivorů je mnohem častějším jevem, než se doposud myslelo. Důvodem je mimo jiné fakt, že rostlina tímto způsobem šetří energii, kterou by vložila do permanentní ochrany (Karban 2011). Dobrým příkladem tohoto jevu jsou akácie. U stromů, které byly ochráněny před herbivory, se zkrátila délka nově rostoucích trnů až o 40%. Naopak po útoku herbivorů došlo opět k prodloužení nově rostoucích trnů. Na přítomnost býložravců reaguje dokonce každá větev samostatně. To znamená, že pokud jsou přítomni pouze herbivoři, kteří dosáhnou jen na nižší větve, akácie prodlouží trny v nižším patře větví, ale výše v koruně si ponechá krátké trny, do jejichž tvorby nemusí investovat tolik energie (Young et Okello 1998, Young et al. 2003). Dalším příkladem jsou rostliny, které reagují na býložravý hmyz uvolňováním těkavých chemických látek. Tyto signály jsou přijímány okolními rostlinami, které se na základě přijaté informace o výskytu býložravého hmyzu začnou bránit (Pickett et al. 2003).

Za předpokladu, že působení herbivorů na jejich potravu je většinou škodlivé, by se mohlo zdát, že bezprostřední vliv predace na populaci bude také zhoubný. Tyto vlivy však nelze předem odhadnout, a to z jednoho či obou těchto důvodů: Prvním důvodem je fakt, že jedinci, kteří jsou poškozeni, nejsou vždy nahodilým vzorkem populace jako celku. Druhým důvodem je, že jedinci, kteří uniknout predaci, často vykazují reakce, jimiž kompenzují ztrátu těch, kteří jsou zabiti (nebo poškozeni) (Begon et al. 1997).

Důležité je zmínit též parazitismus. Parazita definujeme jako konzumenta, který obvykle svůj potravní organismus nezabíjí a živí se během svého života na jednom či pouze na několika málo hostitelích. Příkladem jsou mšice, které odebírají z listů floémovou šťávu.

#### **4.4.1 Tvorba hálek**

Speciálním poškozením, které způsobuje býložravý hmyz na rostlinách a stromech, je tvorba hálek. Hálek je růstová odchylka, která vznikla na rostlinných orgánech vlivem cizopasníka, tj. organismu živočišného nebo rostlinného původu. Háčky, které jsou způsobené organismy živočišného původu, se nazývají zooecidie. V případě hmyzu se jedná většinou o některé druhy z řádu dvoukřídlých (vrtalky *Agromyzidae* a bejломorky *Cecidomyidae*) a z řádu blanokřídlých (žlabatky *Cynipidae*). Jejich samice kladou vajíčka do tkáně hostitele, která reaguje obnoveným růstem. Vznikající háčky jsou výsledkem morfogenetické reakce, zcela odlišné od tvorby kterékoliv struktury, kterou rostlina normálně vytváří. Pouhá krátkodobá přítomnost vajíčka takového parazita stačí, aby v hostiteli započal morfogenetický proces. Ten může pokračovat i později v nepřítomnosti vyvíjející se larvy. Uplatňuje se tu

proces poznání, při němž specifický hmyzí materiál (vajíčko), spouští proces tvorby háčky. Tvary háček bývají různé. Zpravidla jsou závislé na tvaru orgánu, na němž háčka vznikne. Různé druhy hmyzu tvoří háčky na různých částech rostliny. Jeden druh hmyzu tvoří často háčky vždy na stejných místech rostlin. Méně často se můžeme setkat se změnou umístění háčky na téže rostlině u dvou generací téhož druhu, s níž souvisí i změna tvaru háčky (Skuhrová 1960, Begon et al. 1997).

#### 4.4.2 Specializované a monofágní druhy hmyzu

Monofágové jsou specialisté, kteří se živí jen jedním typem kořisti. Na jednoho hostitele se často specializují parazitující býložravci. Celý jejich životní styl a životní cyklus je přesně sladěn s životním stylem a cyklem jejich hostitele, což brání tomu, aby byli přesně sladění ještě s jinými hostitelskými druhy. Dokud se dané druhy kořisti či rostlin vykytují v dostatečném množství, jsou dostupné a předem odhadnutelné, bude výběr dávat přednost stále jemnější specializaci, vedoucí až k monofagii, protože se tím zvyšuje výkonnost specializovaného druhu a nehrozí mu (alespoň relativně) mezidruhová konkurence (Begon et al. 1997).

Příklady specializace v hmyzí říši je mnoho. Jedním z nich je blanokřídlý druh z čeledi tmavkovitých *Eurytoma fumipennis*, který se specializuje jen na několik málo druhů pryšců. Jedním z nich je vzácný pryšec *Euphorbia pedroi*, v jehož semenech se larvy hmyzího druhu *Eurytoma fumipennis* vyvíjejí, a živí se jejich obsahem (Boieiro et al. 2012).

Specialistou jen na jeden druh (monofágem) je vzácný motýl modrásek hořcový *Maculinea rebeli*. Housenky tohoto motýla se živí na hořci křížatém (*Gentiana cruciata*), což je vzácná rostlina extenzivně obhospodařovaných vápnomilných suchých pastvin. Housenky modráška potřebují ještě navíc dokončit svůj vývojový cyklus uvnitř mraveniště jednoho z nemnoha druhů mravenců, které jsou schopny jim poskytnout péči, jakou potřebují. V tomto případě je vzácný parazit vázán nejen na vzácnou živnou rostlinu, ale ke svému vývoji navíc potřebuje ještě další specifický druh, tentokrát z živočišné říše (Kéry et al. 2001).

Dalšími příklady monofágních druhů jsou housenky motýla rumělkového, které požírají listy, květní poupata a velmi mladé stonky starčku (*Senecio*), nebo larvy brouků a motýlů v plodech ostružiníku a žlabatky (Begon et al. 1997).

#### 4.4.3 Vliv hmyzích býložravců na ohrožené rostliny

V minulosti bylo pro ekology důležité vysvětlit chování a změny v početnosti rostlinných populací v závislosti na změnách abiotických faktorů (Pearson et Dawson 1993). Dále se zabývali šířením rostlin (Schupp et Fuentes 1995), kompeticí (Wilson et Tilman 1993) a vlivem býložravých obratlovců (Mulder 1999). Vliv býložravého hmyzu na populace rostlin se dostal do popředí zájmu vědců teprve nedávno. Více prostoru je i tak věnováno spíše vlivu hmyzích býložravců na jedince rostlin, než na jejich populace (Crawley 1989). K pochopení problematiky přispěly mimo jiné práce odborníků specializujících se na omezení rostlinných populací pomocí hmyzích škůdců (Keane et Crawley 2002). Podle práce Marona et Croneho (2006) mají hmyzí herbivoři vysoký vliv na populační dynamiku mnoha, ne však všech, rostlinných druhů. V současné době je výzvou pro ekology pochopit, za jakých podmínek hmyzí herbivoři snižují početnosti rostlinných populací.

Vliv hmyzích herbivorů na populace rostlin získává velký význam v případě populací vzácných rostlin. Jakýkoliv negativní vliv herbivorů na schopnost vzácných rostlin přežít a rozmnožovat se, by mohl vést k zániku nebo omezení početnosti těchto populací. Studie zabývající se ochranou přírody se většinou zaměřují spíše na býložravé obratlovce a jejich vliv na rostliny, než vlivem hmyzích herbivorů (Ancheta et Heard 2011). Velcí herbivoři mají přesto vliv přinejmenším na některé populace vzácných druhů (Schöps 2002). Poznání, jaký vliv býložravci na populace vzácných rostlin mohou mít, je užitečné například při plánování managementu. V některých případech by mohlo být vhodné přímo omezit populace hmyzích herbivorů.

Většina dat o vlivu býložravců na rostliny se týká běžných rostlin. Reakce vzácných rostlin na herbivorii se mohou lišit od reakcí rostlin, které jsou běžné. Vzácné rostliny, speciálně ty, které byly vzácné již dlouhou dobu v minulosti (během evoluce), budou pravděpodobně napadány jinými typy herbivorů a v odlišné intenzitě, než rostliny běžné (Ancheta et Heard 2011). Jedním z důvodů je fakt, že specialisté, na rozdíl od generalistů, se méně často vyskytují v málo početných populacích svých hostitelských rostlin (Zabel et Tscharrntke 1998). Tudíž by se měli méně vyskytovat na vzácných rostlinách, jejichž populace jsou většinou malé. Z dostupných studií dále vyplývá, že herbivoři, žijící se na semenech rostlin, mají na populace větší vliv, než ti, kteří se živí na ostatních částech rostlin (Crawley 2000). Podle Anchety et Hearda (2011), kteří provedli srovnání studií zabývajících se vlivem hmyzích herbivorů na populace vzácných rostlin, se po útoku hmyzích herbivorů na semena rostlin průměrně snížila životaschopnost jejich populací o 46%. I přesto nemusí nutně snížená



početnost zdravých semen vést ke zmenšení populace, například pokud je populace a vzházení semenáčků limitováno prostorově (Crawley 1989). Hmyzí herbivoři dávají pravděpodobně přednost zdravým rostlinám a jejich částem. Druhou možností je přednostní napadání rostlin oslabených, například stresem, nebo patogeny (Price 1991). Vliv monofágních druhů hmyzu je podle studií menší, než je vliv generalistů (Gavlovski et Lamb 2000). Zároveň se v malých populacích vzácných rostlin vyskytují méně často, čímž pravděpodobně dochází ke stabilizaci populací vzácných rostlin (Heard et Remer 2008), a je odvrácena hrozba vyhynutí. Problematika vzácných rostlin, na které jsou existenčně odkázáni jejich monofágní hmyzí herbivoři, je velice zajímavá z ochrannářského hlediska. Pokud bychom chránili vzácnou rostlinu před hmyzem, který jí sice škodí, ale je sám vzácný a nemá jinou hostitelskou rostlinu, ohrozíme tento vzácný druh hmyzu (Hopkins et al. 2002).

Ačkoliv studií, které se zabývají interakcemi mezi hmyzími herbivory a vzácnými rostlinami přibývá, je tento směr výzkumu v počátcích (Ancheta et Heard 2011).

## 4.5 Bejlomorkovití (čeleď *Cecidomyiidae*)

Čeleď bejlomorkovitých, která patří do řádu *Diptera* (dvoukřídílí), zahrnuje velké množství druhů, které se podobají malým muškám.

### 4.5.1 Rozšíření a význam čeledi

Druhy z čeledi bejlomorkovitých (*Cecidomyiidae*) jsou známy z celého světa. Nejvíce druhů, celkem 1800, se vyskytuje v Evropě. Většina druhů bejlomorek tvoří háčky, ve kterých se vyvíjejí jejich larvy. V Evropě je 915 druhů z čeledi bejlomorkovitých, které tvoří háčky, vázáno na 280 druhů rostlin ze 72 čeledí (Skuhravá et al. 2010). Druhů, které netvoří háčky, a přitom jsou býložravé, je méně. Jako příklad lze uvést druh *Geomyia alpina*, jejíž larvy se vyvíjejí v souplodí nažek kuklíku plazivého (*Geum reptans*) (Skuhravá et al. 2006).

V České republice je v současné době známo 560 druhů bejlomorek (Skuhravá 2009). Z tohoto počtu 64 druhů patří k ohroženým a jsou uvedeny v Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky (Farkač et al. 2005).

Bejlomorky často napadají i kulturní plodiny, například jabloně (Zhao He et al. 2011), hrušně, nebo vojtěšku, čímž mohou způsobovat značné hospodářské škody. Některé dravé druhy lze naopak použít v biologickém boji například proti mšicím (Skuhravá 1960).

### 4.5.2 Obecná charakteristika

Druhy z čeledi bejlomorkovitých jsou známé především díky tvorbě hálek na rostlinách a dřevinách. Mezi fytofágní bejlomorky patří i druhy, které netvoří háčky, ale žijí na orgánech rostlin, živí se jejich šťávami. Do této skupiny bejlomorek patří především druhy, jejichž larvy žijí v úborech hvězdicovitých rostlin a vysávají jejich semeníky. Jiné druhy bejlomorek jsou zoofágní, některé patří mezi dravé (Skuhravá 1960).

Bejlomorky jsou drobné a křehké mušky s dlouhými nohama, nebodavým ústním ústrojím a redukovanou křídelní žilnatinou. Délka těla je 2 až 3 mm, výjimečně až 8 mm. Dospělé bejlomorky mají složené oči nad základem tykadlových spojení v oční most. Jednoduchá očka chybějí. Počet tykadlových článků kolísá od 6 do 30. Metatarsus je vždy mnohem kratší než články následující. Křídla jsou poměrně velká, průsvitná a pokrytá drobnými chloupky. Žilkování křídel je silně redukované, bývá vyvinuta jedna radiální, dvě mediální a jedna kubitální žilka. Zadeček je devítičlenný. Kladélko je většinou daleko vysunutelné (Skuhravá 1960, Obenberger 1964, Skuhravá 1977, Jasič et al. 1984).

Taxonomicky se jedná o značně obtížnou skupinu. Správné určení rodu předpokládá takřka vždy jedince obou pohlaví (Skuhrová 1977).

### 4.5.3 Životní cyklus a vývojová stadia

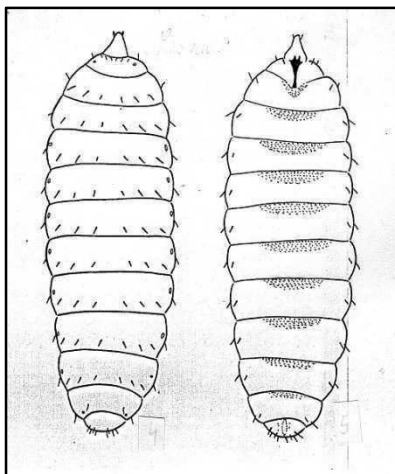
Bejломorky, stejně jako ostatní zástupci řádu dvoukřídlých, patří k hmyzu s proměnou dokonalou. Larva, která se vylíhne z vajíčka, se přeměňuje v nepohyblivou kuklu, ze které se po několika dnech nebo týdnech líhne dospělá bejломorka (Skuhrová 1960).

Vývojový cyklus bejlomorek opakující se každým rokem začíná na jaře pářením hmyzu, po kterém samičky brzy začínají klást vajíčka na hostitelské rostliny. Vajíčka bejlomorek jsou většinou bezbarvá, někdy však i nažloutlá, narůžovělá, oranžová, nebo s nádechem do zelena. Jejich velikost kolísá od 0,1 do 0,5 mm. Jsou protáhlá, obvykle 3 až 4 krát delší než jejich průměr. Po několika hodinách nebo dnech se vylíhnou z vajíček mladé larvičky prvního vývojového stadia (Skuhrová 1960).

Larvy bejlomorek jsou bílé, oranžové, žluté, nebo červeně zbarvené. Živí se fytofágně, nebo zoofágně (Skuhrová 1977). Tvar těla larev odpovídá způsobu jejich života. Fytofágní larvy, vytvářející na rostlinách často charakteristické znetvoření (hálky), jsou zpravidla méně pohyblivé. Jejich tělo je široké a krátké, malá hlava má silně redukované ústní ústrojí a kratičká dvoučlenná tykadla (Skuhrová 1960, Skuhrová 1977). Larvy zoofágních (dravých) druhů jsou štíhlé, s dlouhou hlavou, dlouhými tykadly a dobře vyvinutými ústními orgány (Skuhrová 1960, Jasič et al. 1984).

Hlava larev bejlomorek je kuželovitá a nacházejí se na ní oční skvrny a kusadla. Hruď larev bejlomorek se skládá ze tří článků, podobných zadečkovým článkům. Na břišní straně prvního hrudního článku má většina larev charakteristickou podélnou ztlustlinu pokožky, která se nazývá prsní bodec nebo lopatka – spatula sternalis. Tento orgán je zřetelný zvláště u dospělých larev, protože je silně sklerotizován a bývá hnědavě zbarven. Tělo larev bejlomorek je pokryto pokožkou, která se skládá z mnoha drobných destiček, které na sebe přiléhají. Na pokožce se také nacházejí drobné chloupky (papily). Některé z těchto papil se používají k odlišování jednotlivých druhů (Skuhrová 1960).

Počet a trvání larválních stádií není u většiny druhů přesně zjištěno. Většinou se udávají tři až čtyři stadia. Larvy se kuklí v hálce nebo v půdě. Larvy kuklí se v půdě zalézají do hloubky 1 – 5 cm a tam se většina larev opřádá zámotkem, na který někdy nalepují drobná zrnka písku, nebo organické částičky. Larvy druhů, které mají během roku jedinou populaci (podle Jirase 2010 patří pravděpodobně mezi tyto druhy i *Dasineura pulsatillae*), přezimují v půdě v zámotku nebo volně a na jaře nebo v létě se přeměňují v kuklu. Kuklení bejlmorok v hálce probíhá méně často než v půdě (Skuhravá 1960).



Obr. 4. – Larva 3. instaru čeledi *Cecidomyiidae*. Vlevo při pohledu na hřbetní stranu těla, vpravo při pohledu na břišní stranu těla; na prvním hrudním článku je zřetelná spatula sternalis (hrudní lopatka), významná pro určení druhu (Skuhravá 1997).

Kukly bejlmorok mají nejprve stejnou barvu jako larva, později hnědnou. Kukla má hlavu s ledvinovitě složenýma očima, které jsou spojené nad bází tykadel v oční most. Hrud' a zadeček tvoří jeden celek. Kuklení trvá většinou 10 – 20 dní a jeho průběh závisí na mnoha faktorech. Mezi nejdůležitější z nich patří vlhkost a teplota. Výlet všech jedinců jediné generace trvá buď krátce (několik dní), nebo je značně protažen a trvá jeden až tři měsíce. Jeho počátek a konec je závislý na abiotických podmínkách prostředí, teplotě, vlhkosti a může být jejich vlivem posunut až o jeden měsíc (Skuhravá 1960).

Dospělé bejlmorky žijí většinou jen krátce, často jen několik hodin, nejvýše 2 – 5 dnů. Jejich malé tělo, velká ochlupená křídla se silně redukovanou žilnatinou, dlouhé nohy a dlouhá tykadla ukazují, že nejsou schopné dlouhého letu. Rozšiřují se většinou pasivně větrným proudem. Během svého krátkého života imaga většinou nepřijímají potravu. Samci hynou po páření, samice po naklazení vajíček (Skuhravá 1960).

U většiny bejlmorok se během roku vyvíjí několik generací (Skuhravá 1960).

Některé druhy bejlmerek se mohou rozmnožovat i partenogeneticky. Zajímavým jevem je také tzv. přeležování larev, kdy buď celá populace larev, nebo její část se nelíhne v době normálního líhnutí, ale přeležuje v půdě několik týdnů, nebo měsíců. Je znám i případ, kdy larvy zůstaly v půdě 12 let a po této době se z nich vylíhla imaga. Na vznik přeležování má vliv jednak teplota, dále vlhkost a stav hostitelských rostlin (Skuhrová 1960).

#### 4.5.4 Bejlmorka koniklecová (*Dasineura pulsatillae*)

Následující tabulka znázorňuje taxonomické zařazení druhu.

Tab. 2. – Taxonomické zařazení bejlmorky koniklecové (Biolib 2013a, online).

Říše	živočichové ( <i>Animalia</i> )
Kmen	členovci ( <i>Arthropoda</i> )
Třída	hmyz ( <i>Insecta</i> )
Řád	dvoukřídlí ( <i>Diptera</i> )
Čeleď	bejlmorkovití ( <i>Cecidomyiidae</i> )
Rod	bejlmorka ( <i>Dasineura</i> )

*Dasineura pulsatillae* patří v České republice k velmi vzácným druhům bejlmerek, vyskytujícím se ojediněle (Skuhrová 1994). V ČR byl v minulosti druh zaznamenán pouze v roce 1972 na území dnešní přírodní rezervace Na Babě (Skuhrová 1975). K dalšímu nálezu došlo v roce 2010 ve dvou přírodních památkách – PP Na Horách a PP Pitkovická stráň (Jiras et al. 2010). V roce 2012 byly díky systematickému průzkumu lokalit koniklece lučního v Čechách potvrzeny další lokality: Úhošťany, Srdov-Brník, PR Čičov, Kamýk a NPR Zlatý kůň. Znovu byl potvrzen i výskyt na již známých územích PR Na Babě u Křivoklátu, PP Na horách a PP Pitkovická stráň (Bochenková et al. 2012).

Podle M. Skuhrové (pers. comm., IV. 2013), jsou vývojová stadia bejlmorky koniklecové následující: vajíčko, larva prvního, druhého a třetího instaru, kukla a dospělec. Larva prvního instaru má být velká přibližně jako vajíčko. Larva druhého instaru je 2 – 3 krát větší, na hlavové kapsule jsou již znatelná tykadla. Třetí instar má již vyvinutou spatulu sternalis. Hlavním určovacím znakem jednotlivých instarů a bejlmerek obecně jsou útvary na povrchu těla - trny a papily. Dalším určovacím znakem je poměr šířky a délky hlavové kapsuly.

Podle Jirase et al. (2010) byly na lokalitách nalézány v květnu oranžové larvy 2. instaru a v červnu oranžové až bílé larvy 3. instaru. Larvy se vyskytovaly na květním lůžku a mezi nažkami zejména zrajících souplodí koniklece. Larvy škodí rostlině sáním rostlinných šťáv

z květního lůžka a nažek. Vzhledem k nepřítomnosti larev na lokalitě v podzimním termínu kvetení konikleců Jiras et al. (2010) usuzuje, že bejlmorka koniklecová má jen jednu generaci v roce.

Bejlmorka koniklecová není v současnosti dostatečně prozkoumána. Skuhrová s kolektivem popsali v roce 2006 autekologii bejlmorky *Geomyia alpina*, jejíž larvy se vyvíjejí v souplodí nažek kuklíku plazivého (*Geum reptans*). Kuklík plazivý je vytrvalá rostlina vyskytující se na skalnatých terasách, často ve výškách nad 1800 m n. m. (Lippert 1985). Morfologie souplodí kuklíku plazivého je velice podobná morfologii souplodí koniklece lučního, ačkoliv tyto rostliny nepatří do stejné čeledi (*Rosaceae* versus *Ranunculaceae*). U obou jsou plodem nažky s protaženým zobánkem. Díky vzájemné podobnosti obou druhů lze druh *Geomyia alpina* považovat do jisté míry za modelový (Skuhrová et al. 2006).

Samice bejlmorky *Geomyia alpina* kladou vajíčka do květů kuklíku na konci června. Larvy se živí sáním na dozrávajících semenech. Jejich vývoj je dokončen v době zrání plodů v říjnu a kuklení probíhá v půdě. V důsledku sání larev bejlmorek na semenech byla snížena jejich hmotnost o 25 % a výrazně se snížila jejich klíčivost, o 97,9%. Počet semen ani biomasa rostlin ovlivněny nebyly. Rostliny, které nebyly ochráněny před hmyzem insekticidy, investovaly více energie do vegetativního rozmnožování. Podle autorů článku není i přes podstatné snížení produkce životaschopných semen populace kuklíku přítomností larev bejlmorky výrazně ohrožena. Ztráta semen je vyrovnávána dlouhověkostí rostlin a vegetativním rozmnožováním (Skuhrová et al. 2006, Weppeler et Stöcklin 2006).

#### 4.6 Květilkovití (*Anthomyiidae*)

Následující tabulka znázorňuje taxonomické zařazení čeledi.

Tab. 3. – Taxonomické zařazení čeledi květilkovití (Biolib 2013b, online).

Říše	živočišné ( <i>Animalia</i> )
Kmen	členovci ( <i>Arthropoda</i> )
Třída	hmyz ( <i>Insecta</i> )
Řád	dvoukřídlí ( <i>Diptera</i> )
Čeď	květilkovití ( <i>Anthomyiidae</i> )

Na celém světě je známo asi 1500 druhů z čeledi květilkovitých. V České republice je jich popsáno přibližně 130 druhů. Jedná se o převážně tmavé, vzácněji žlutě zbarvené druhy, dosahující velikosti nečastěji 3 – 11 mm. Jsou podobní druhům z čeledi *Muscidae* (mouchovití). Druhy z čeledi květilkovitých bývají často silně ochlupené, na hrudi a břichu mají černé skvrnky na světlém podkladu. Typickými znaky jsou příčný pás na hrudi, uprostřed nepřerušovaný, anální žilka zřetelně dosahuje k zadnímu okraji křídla, hypopleurální štětiny chybějí a mediální žilka je vždy přímá. Druhy málo létají, nejčastěji sedají na listy a květy mrkvovitých, nebo hvězdnicovitých. Vajíčka kladou na rostlinné tkáň nebo do nich a larvy vrtají ve stvolech, minují v listech nebo vytvářejí háčky na mnoha hostitelských rostlinách. Larvy mnoha druhů škodí na obilninách a píceřinách, kde způsobují hospodářské škody, nebo na jehličnatých stromech. Některé se vyvíjejí v tlejících řasách nebo ve hnoji a ojedinělé druhy žijí jako paraziti v hnízdech samotářských včel nebo vos (Obenberger 1964, Doskočil et al. 1977, Jasič et al. 1984, Biolib 2013b, online). Známé jsou také druhy, jejichž larvy se živí na semenech rostlin příslušících do taxonu *Silene* (Michelsen 2012).

R. Rozkošný, s nímž byla konzultována otázka druhové příslušnosti květilky z čeledi *Anthomyiidae* zjištěné v nažkách koniklece uvádí, že v současné době není z příslušné odborné literatury znám žádný druh z čeledi květilkovitých vyvíjející se v souplodích konikleců. Biologie květilky je obecně dosud velmi málo známá (Jiras et al. 2010). V této práci bude tento druh označován jako „květilka“.

## 5. PŘÍRODNÍ PAMÁTKA NA HORÁCH

### 5.1.1 Charakteristika území

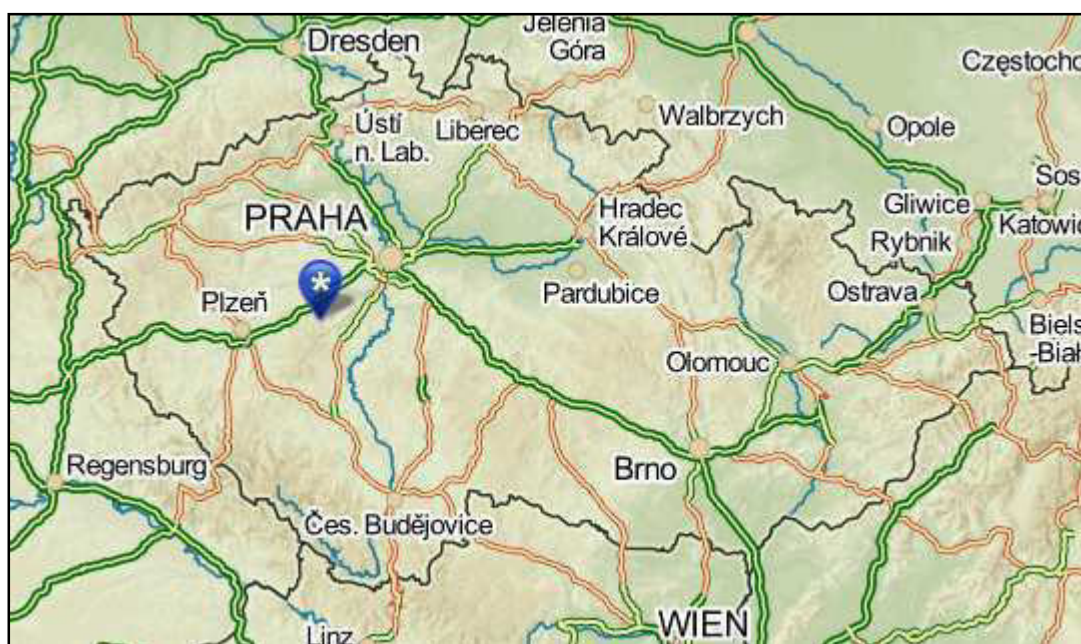
Přírodní památka (dále jen PP) Na Horách o rozloze 4,76 ha byla vyhlášena nařízením Okresního úřadu Příbram ze dne 22. 11. 1996 za účelem ochrany „fytogeograficky významné, rozsáhlé a velmi významné lokality koniklece lučního (*Pulsatilla pratensis*), vstavače obecného (*Orchis morio*), jalovce obecného (*Juniperus communis*) a jiné místní flóry“ (Hlaváček et Karlík 2010).



Foto 2. – Panoramatická fotografie PP Na Horách, foto M. Bureš, pořízeno dne 29. 4. 2012.

Nachází se v katastrálním území obce Křešín, asi 60 km jihozápadně od Prahy, v nadmořské výšce 420 – 455 m n. m. (Ložek et al. 2005).

Jedná se o vrcholovou partii a táhlý jižně orientovaný svah hřbítku nad bočním údolím ústícím do geomorfologicky výrazného průlomového údolí říčky Litavky (Hlaváček et Karlík

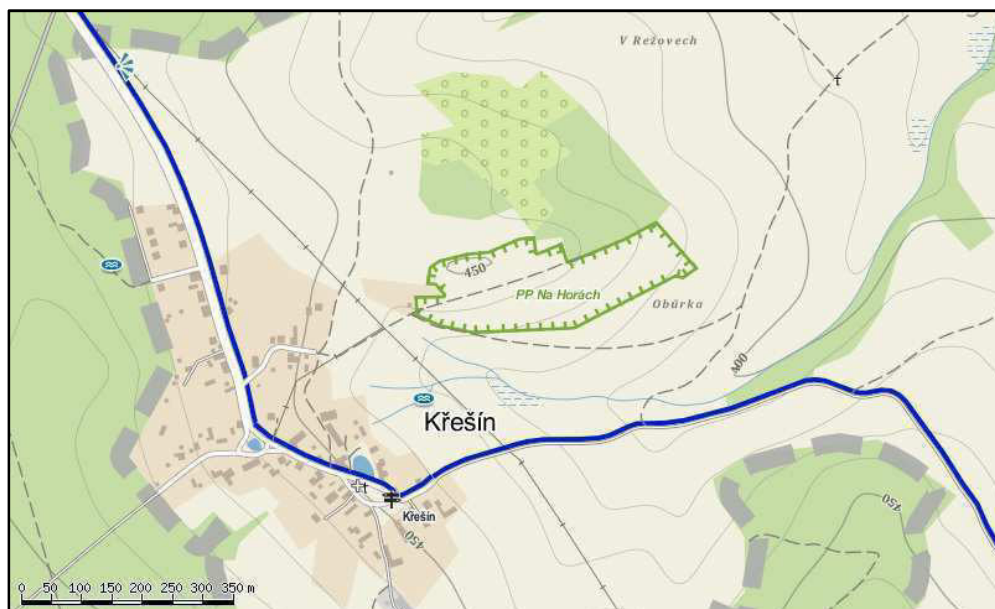


Obr. 5. – Poloha PP Na Horách (zdroj: Mapy.cz, online 20. 3. 2013).



2010). Terén je zvlněný a jeho členitost podmiňuje stanovištní heterogenitu, zvláště hloubku půdy (Karlík 2005).

Podklad je tvořen prvohorními mořskými usazeninami středního kambria, konkrétně jílovitými břidlicemi (Havlíček 1986). Půdy jsou velmi mělké, převládají skeletovité rankery, ve spodní části území jsou kambizemě. Jílovité břidlice jsou z hlediska obsahu alkalických



Obr. 6. – Poloha PP Na Horách u obce Křešín (zdroj: Mapy.cz, online 5. 2. 2013).

prvků obohaceny převážně draslíkem a při zvětrávání neuvolňují dostatečné množství vápníku (Litochlebová pers. comm. ex Hlaváček et Karlík 2010). Proto má vegetace na území přírodní památky relativně acidofilní charakter (Hlaváček et Karlík 2010). Pro účely disertační práce M. Bochenkové byla provedena půdní analýza, jejímž výsledkem jsou následující hodnoty: lab. sušina 95,78%, celkový dusík (N-tot) 4416 mg/kg, C-ox 4,04%, pH/CaCl<sub>2</sub> 4,4, draslík (K) 203 mg/kg, fosfor (P) 48 mg/kg, hořčík (Mg) 149 mg/kg, vápník (Ca) 879 mg/kg. Použitou metodou je MEHLICH III. V porovnání s výsledky z dalších lokalit v Čechách, kde se vyskytuje koniklec luční, je v půdě na území PP Na Horách hodně fosforu a málo vápníku a hořčíku.

Průměrné roční teploty spadají do intervalu vymezeného izotermami 7°C a 8°C a průměrné roční srážky se pohybují v rozmezí daném izohyetami 600 a 650 mm (Mikyška 1969), vzhledem ke geomorfologii údolí Litavky a okolí Křešína ale nelze vyloučit, že místní srážky jsou o něco nižší (Hlaváček et Karlík 2010).

V mapě potenciální přirozené vegetace jsou v oblasti mapovány bikové bučiny, konkrétněji se jedná o polohu na kontaktu bučin s acidofilními doubravami (Neuhäuslová et

al. 2001). Podle Hlaváčka et Karlíka (2010) leží vlastní území PP Na Horách na stanovišti lesního společenstva suchých acidofilních doubrav. Z hlediska fytogeografického členění ČR (Skalický 1988b) je lokalita umístěna na ostrém gradientu tvořeném kontaktem brdského oreofytika (87. Brdy) s poměrně teplomilně laděným podbrdským mezofytem (35c. Příbramské Podbrdsko).

Díky specifickému mezoklimatu průlomového údolí Litavky a poměrně extrémním stanovištním podmínkám se zde vyskytuje řada xerothermofytů, např. sesel sivý (*Seseli oseum*), mochna písečná (*Potentilla arenaria*) nebo koniklec luční český (*Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica*) (Hlaváček et Karlík 2010).

### 5.1.2 Vegetace

Hlavním typem vegetace v PP Na Horách jsou ochrannářsky cenné krátkostébelné travníky svazů *Hyperico-Scleranthion* a *Koelerio-Phleion* s typickými solitérními borovicemi a jalovci (Karlík 2005, Hlaváček et Karlík 2010). Vegetace suchých travníků na území památky ale není homogenní, Hlaváček et Karlík (2010) vylišili na základě snímkového materiálu několik typů od vysloveně xerothermní vegetace blízké sv. *Hyperico-Scleranthion* až po mezofilní laděné acidofilní travníky blízké svazu *Violion caninae*.

Na území PP se vyskytuje, nebo se v minulosti prokazatelně vyskytovalo, celkem 304 rostlinných taxonů. Z tohoto počtu je 29 zařazených na červený seznam cévnatých rostlin ČR, což je téměř 10% z celkového počtu zaznamenaných taxonů. Pět taxonů patří mezi rostliny kategorie C2 – silně ohrožené (např. *Orchis morio*, *Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica*). Z druhů na lokalitě dále patří 46 mezi archeofyty (tzn. asi 15% z celkového počtu taxonů) a 14 mezi neofyty (Hlaváček et Karlík 2010, Procházka 2001, Grulich 2012)

Kromě vegetace je hodnotná i fauna bezobratlých a obratlovců, v níž se vyskytuje např. xerothermní saranče *Stenobothrus stigmaticus*.

### 5.1.3 Historie lokality, využívání území a ochrana přírody

Od druhé poloviny 18. století se na území PP nacházel na části území les a na části území pastvina. Pozemek sloužil jako obecní pastvina zhruba do 70. let 20. století. V 70. letech 20. století zde probíhala občasná senoseč pro lesní zvěř a do dolní části lokality byl ukládán odpad (Karlík 2005, Hlaváček et Karlík 2010).

V roce 1976 byl podán návrh na vyhlášení chráněného území. Odhad populace koniklece lučního z této doby činí 100 000 jedinců (Palek 1976 ex Hlaváček et Karlík 2010).

Počátkem 80. let se lokalita nacházela ve velmi špatném stavu; část byla zarostlá dřevinami z náletu, i výsadeb přímo do trávníku (borovice černá, borovice lesní, trnovník akát, dub). Ve spodní (jižní) a východní části se nalézala skládka odpadu (Hlaváček et Karlík 2010). Protože zde neprobíhala ani seč, ani pastva, poklesla početnost populace koniklece na 45 – 50 tisíc jedinců (Rydlo 1982). V této době byla lokalita degradována motorovými vozidly místní mládeže a pojezdy vojenských vozidel z blízkého vojenského tábora.

Později došlo k vykácení velké části dřevin a křovin a odstranění černých skládek. V menší míře docházelo k průběžnému odstraňování dřevin, zejména akátu zmlazujícího v západní části území, i v následujících letech, až do roku 1996, kdy byla vyhlášena přírodní památka (Karlík 2005, Hlaváček et Karlík 2010).

Lokalita byla dále posečena v letech 1997 a 2000, ale zarůstala křovím a zmlazením dřevin. V letech 2003 – 2005 byly tyto dřeviny redukovány. Mezi lety 2006 – 2008 byla lokalita kosena a došlo k dalšímu prořezání dřevin. V letech 2009 – 2010 neprobíhaly na území žádné zásahy, což vedlo k opětovnému vzrůstu zmlazujících náletů (Hlaváček et Karlík 2010). Na podzim roku 2012 byla plánována pastva, nicméně autorce práce není známo, zda byla provedena.

Území se v současné době nachází ve stabilizovaném stavu a není bezprostředně ohroženo. Na první pohled méně patrným ohrožením je dlouhodobé nenarušování a neobhospodařování trávníků. Přestože mají trávníky stále typicky krátkostébelný charakter, tak dochází k zapojování vegetace (cévnatých i bezcévných rostlin), což se pravděpodobně projevuje poklesem početnosti velmi citlivého druhu vstavače kukačky *Orchis morio* (Karlík 2005). Již v 80. letech navrženou pastvu ovcí a koz se doposud nepodařilo zrealizovat (Hlaváček et Karlík 2010).

Dlouhodobým cílem plánu péče o lokalitu je udržení nelesního biotopu teplomilných acidofilních trávníků s bohatými populacemi výše uvedenými druhy rostlin. Pro udržení žádoucího stavu není možné nechat území bez zásahu; je zapotřebí zejména odstraňovat nálet dřevin a zajistit vhodnou péči o vegetační pokryv pastvou, částečně sečí (Karlík 2005).

## 6. VÝSLEDKY

### 6.1 Míra napadení rostlin

Následující tabulka znázorňuje počet rostlin napadených druhem *Dasineura pulsatillae*, druhem z čeledi *Anthomyiidae*, oběma druhy zároveň a počet rostlin, ve kterých nebyl zjištěn ani jeden z uvedených druhů. Míra napadení je hodnocena pouze v rámci nezakrytých rostlin, ačkoliv se larvy vyskytovaly i u několika rostlin z pozdního termínu, které byly zakryté.

Tab. 4. – Míra napadení rostlin, které nebyly zakryté pytlíčkem. Uvedená procenta jsou vždy počítána z celkového počtu nezakrytých rostlin (93ks).

Termín	Celkový počet nezakrytých r.		Pouze <i>Dasineura</i>		Pouze <i>Anthomyiidae</i>		<i>Dasineura</i> i <i>Anthomyiidae</i>		Bez predace	
	Počet rostlin	%	Počet rostlin	%	Počet rostlin	%	Počet rostlin	%	Počet rostlin	%
1. + 2. termín	93	100	8	9	32	34	21	23	32	34
1. termín	39	42	5	5	7	8	8	9	19	20
2. termín	54	58	3	3	25	27	13	14	13	14

Z celkového počtu 93 nezakrytých rostlin bylo napadeno 66% jedinců minimálně jedním ze sledovaných druhů hmyzu.

## 6.2 Rozdíly v parametrech rostlin mezi jednotlivými termíny pokusu

Vzhledem k tomu, že jednotlivé parametry rostlin byly měřeny ve dvou termínech, bylo možné vyhodnotit rozdíly mezi oběma termíny pokusu (časný a pozdní). Toto porovnání bylo nejprve provedeno bez ohledu na typ predace. Mezi časnými a pozdními rostlinami jsou statisticky průkazné rozdíly v několika testovaných parametrech. Prvním z nich je průměrná hmotnost jedné nažky. Časné květy mají nažky s větší průměrnou hmotností ( $F = 31,21$ ;  $p < 0,001$ ) a zároveň mají vyšší klíčivost ( $F = 12,67$ ;  $p < 0,001$ ). Klíčivost byla měřena jen u menšího množství rostlin – viz metodika (počty testovaných rostlin jsou uvedeny i v Tabulce 5). Tyto rostliny mají i větší počet listů v listové růžici ( $H = 7,79$ ;  $p < 0,01$ ). Rostliny, u kterých byly měřeny pozdní květy, mají nažky s nižší hmotností, ale jejich nejdelší list je delší, než u časných rostlin ( $F = 5,1$ ;  $p < 0,05$ ). Stejně tak mají rostliny z pozdního termínu pokusu vyšší stonek ( $F=32,95$ ;  $p < 0,001$ ).

Detailní hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 5. – Rozdíly v parametrech rostlin mezi časným a pozdním termínem. První údaj u počtu rostlin ve statistice platí pro první čtyři parametry, druhý údaj (za středníkem) platí pro testování klíčivosti. F značí výsledky jednocestné ANOVY, H jsou výsledky Kruskal-Wallisova neparametrického testu. SD je směrodatná odchylka. Označení průkaznosti: \* je  $P < 0,5$ ; \*\* je  $P < 0,01$ ; \*\*\* je  $P < 0,001$ .

Parametr	Časné (n=73;36)		Pozdní (n=107;50)		Výsledky testů		Průkaznost
	Průměr	SD	Průměr	SD	F	H	
Hmotnost nažky (mg/nažka)	2,09	0,6	1,63	0,5	31,21	-	***
Počet listů	3,05	1,53	2,44	0,73	-	7,79	**
Délka nejdelšího listu (mm)	133,77	29,92	144,35	31,46	5,1	-	*
Délka stonku (mm)	238,53	38,47	276,66	47,01	32,95	-	***
Klíčivost (%)	51,28	29,7	30,88	23,96	12,67	-	***

Testovány byly i rozdíly pouze mezi nepredovanými rostlinami ze dvou termínů pokusu. V tomto případě bylo dosaženo stejných výsledků, jako při testování všech typů predace dohromady. Průkazný je rozdíl mezi průměrnou hmotností jedné nažky ( $F=19,81$ ;  $p < 0,001$ ), přičemž semena z prvního termínu pokusu mají nažky s větší průměrnou hmotností. Rostliny z prvního termínu pokusu mají i vyšší klíčivost ( $F = 9,09$ ;  $p < 0,01$ ). Klíčivost byla měřena jen u menšího množství rostlin – viz metodika (počty testovaných rostlin jsou uvedeny i v Tabulce 6). Dále byl prokázán rozdíl mezi délkou nejdelšího listu ( $F = 8,7$ ;  $p < 0,01$ ) a výškou stonku ( $F = 23,14$ ;  $p < 0,001$ ). Rostliny z časného termínu pokusu mají kratší stonek i list. Vliv na počet listů nebyl prokázán.

Detailní hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 6. – Rozdíly v parametrech rostlin mezi časným a pozdním termínem, vyhodnocené pouze ze vzorku rostlin bez predace. První údaj u počtu rostlin ve statistice platí pro první čtyři parametry, druhý údaj (za středníkem) platí pro testování klíčivosti. F značí výsledky jednocestné ANOVY, H jsou výsledky Kruskal-Wallisova neparametrického testu. SD je směrodatná odchylka. Označení průkaznosti: \*\* je  $P < 0,01$ ; \*\*\* je  $P < 0,001$ ; n.s. znamená neprůkazný výsledek.

Parametr	Časné (n=53;25)		Pozdní (n=50;25)		Výsledky testů		Průkaznost
	Průměr	SD	Průměr	SD	F	H	
Hmotnost nažky (mg/nažka)	2,24	0,57	1,73	0,59	19,81	-	***
Počet listů	2,96	1,3	2,52	0,71	-	3,41	n.s.
Délka nejdelšího listu (mm)	135,32	30	152,54	29,18	1,8	-	**
Délka stonku (mm)	238,42	38,08	280,16	49,55	23,14	-	***
Klíčivost (%)	63,12	23,12	42,56	25,06	9,09	-	**

## 6.3 Vliv napadení sledovaných druhů hmyzu na fitness

### 6.3.1 Společné vyhodnocení obou termínů pokusu

V první fázi byl hodnocen vliv dvou vybraných druhů hmyzu na parametry fitness koniklece lučního, přičemž byly hodnoceny rostliny z obou dvou termínů pokusu dohromady. Pro konkrétní hodnoty viz Tabulka 7.

Přítomnost *Dasineury* a druhu z čeledi *Anthomyiidae* měla statisticky průkazný vliv na průměrnou hmotnost jedné nažky ( $F = 7,9$ ;  $p < 0,001$ ). Rostliny, u kterých nebyla zjištěna přítomnost hmyzu, měly nažky s vyšší průměrnou hmotností. Pomocí Post-hoc testů (HSD for unequal N) byly detekovány průkazné rozdíly mezi rostlinami bez predace a rostlinami s přítomností *Dasineury*, druhu z čeledi *Anthomyiidae*, i s oběma druhy hmyzu. Průkazný byl i vliv na délku nejdelšího listu ( $F = 2,7$ ;  $p = 0,047$ ). Rostliny bez predace měly nejdelší list delší než rostliny predované. Rozdíly mezi jednotlivými typy predace ve vlivu na délku nejdelšího listu však již nebyly rozlišitelné pomocí Post-hoc testů. Vliv predace na délku stonku ani počet listů nebyl prokázán.

Tab. 7. – Rozdíly mezi rostlinami s jednotlivými typy predace (z obou termínů dohromady). Výsledky Post-hoc testu (HSD for unequal N) jsou značeny písmeny v horním indexu. Rozdíly mezi jednotlivými typy predace, které jsou označeny stejným písmenem, nebyly statisticky průkazné. F značí výsledky jednocestné ANOVY, H jsou výsledky Kruskal-Wallisova neparametrického testu. SD je směrodatná odchylka. P označuje průkaznost; \* je  $P < 0,5$ ; \*\*\* je  $P < 0,001$ ; n.s. znamená statisticky neprůkazný výsledek.

Typ predace	<i>Dasineura</i> (n = 22)		<i>Anthomyiidae</i> (n = 32)		<i>Dasineura</i> i <i>Anthomyiidae</i> (n = 23)		Bez predace (n = 103)		Výsledky testů		Průkaznost
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	F	H	
Hmotnost nažky (mg/nažka)	1,6 <sup>a</sup>	0,47	1,6 <sup>a</sup>	0,46	1,5 <sup>a</sup>	0,33	2 <sup>b</sup>	0,63	7,9	-	***
Počet listů	2,59	1,3	2,63	1,34	2,61	1,2	2,75	1,7	-	3,28	n.s.
Délka nejdelšího listu (mm)	127,91	31,4	132	28	146,65	34	143,68	30,7	2,7	-	*
Délka stonku (mm)	248	52,94	266,19	40,25	278,17	43,86	258,68	48,56	1,78	-	n.s.

### 6.3.2 Oddělené vyhodnocení prvního a druhého termínu pokusu

#### První termín pokusu

V rámci prvního termínu pokusu statisticky prokázán vliv různých typů predace na průměrnou hmotnost jedné nažky ( $F = 4,66$ ;  $p = 0,005$ ). Podrobnější rozdíly ale nebyly detekovatelné Post-hoc testem (HSD for unequal N). Průkazný je také vliv predace na délku stonku ( $F = 4,04$ ;  $p = 0,01$ ). Rostliny, ve kterých byla zjištěna pouze *Dasineura*, měly nejkratší listy, které byly výrazně odlišné od rostlin pouze s květilkou, nebo s květilkou i bejlmorkou. Rostliny bez predace se statisticky neliší ani od jedné ze tří ostatních sledovaných kategorií. Vliv predace na délku nejdelšího listu ani na počet listů nebyl prokázán. Pro konkrétní hodnoty viz Tabulka 8.

Tab. 8. – Rozdíly mezi rostlinami s jednotlivými typy predace (z časného termínu). Výsledky Post-hoc testu (HSD for unequal N) jsou značeny písmeny v horním indexu. Rozdíly mezi jednotlivými typy predace, které jsou označeny stejným písmenem, nebyly statisticky průkazné. F značí výsledky jednocestné ANOVY, H jsou výsledky Kruskal-Wallisova neparametrického testu. SD je směrodatná odchylka. P označuje průkaznost; \* je  $P < 0,5$ ; \*\* je  $P < 0,01$ ; n.s. znemaná statisticky neprůkazný výsledek.

Typ predace	<i>Dasineura</i> (n = 5)		<i>Anthomyiidae</i> (n = 7)		<i>Dasineura</i> i <i>Anthomyiidae</i> (n = 8)		Bez predace (n = 53)		Výsledky testů		Průkaznost
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	F	H	P
Hmotnost nažky (mg/nažka)	1,75	0,6	1,81	0,82	1,58	0,24	2,24	0,57	4,66	-	**
Počet listů	3,2	2,17	3,43	2,57	3,25	1,67	2,96	1,3	-	0,45	n.s.
Délka nejdelšího listu (mm)	112,6	31,4	131,6	29,8	138,6	28,7	135,3	30	0,96	-	n.s.
Délka stonku (mm)	190,4 <sup>b</sup>	32,36	259,43 <sup>a</sup>	24,8	251,13 <sup>a</sup>	32,85	238,41 <sup>ab</sup>	38,08	4,4	-	*

#### Druhý termín pokusu

V rámci druhého termínu pokusu měla přítomnost druhu z čeledi *Anthomyiidae* statisticky průkazný vliv na délku nejdelšího listu ( $F = 3,68$ ;  $p = 0,0144$ ). Rostliny, ve kterých byla potvrzena přítomnost květilky nebo bejlmorky, měly kratší nejdelší list v listové růžici než rostliny se zbylými dvěma typy predace. Tyto rozdíly ale nebyly detekovatelné Post-hoc testem (HSD for unequal N). Rozdíly v průměrné hmotnosti jedné nažky, v počtu listů ani v délce stonku nebyly prokázány. Pro konkrétní hodnoty viz Tabulka 9.



Tab. 9. – Rozdíly mezi rostlinami s jednotlivými typy predace (z pozdního termínu). Výsledky Post-hoc testu (HSD for unequal N) jsou značeny písmeny v horním indexu. Rozdíly mezi jednotlivými typy predace, které jsou označeny stejným písmenem, nebyly statisticky průkazné. F značí výsledky jednocestné ANOVY, H jsou výsledky Kruskal-Wallisova neparametrického testu. SD je směrodatná odchylka. *P* označuje průkaznost; \* je *P* < 0,5; n.s. znamená statisticky neprůkazný výsledek.

Typ predace	<i>Dasineura</i> (n = 17)		<i>Anthomyiidae</i> (n = 25)		<i>Dasineura</i> i <i>Anthomyiidae</i> (n = 15)		Bez predace (n = 50)		Výsledky testů		Průkaznost <i>P</i>
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	F	H	
	Hmotnost nažky (mg/nažka)	1,63	0,52	1,56	0,3	1,51	0,37	1,73	0,59	1,25	
Počet listů	2,41	0,94	2,4	0,64	2,27	0,7	2,52	0,71	-	1,67	n.s.
Délka nejdelšího listu (mm)	132,41	30,86	132,1	28,9	150,93	36,7	152,54	29,18	3,68	-	*
Délka stonku (mm)	264,94	45,55	268,08	43,94	292,6	42,92	280,16	49,55	1,31	-	n.s.

### 6.3.3 Vliv predace na klíčivost

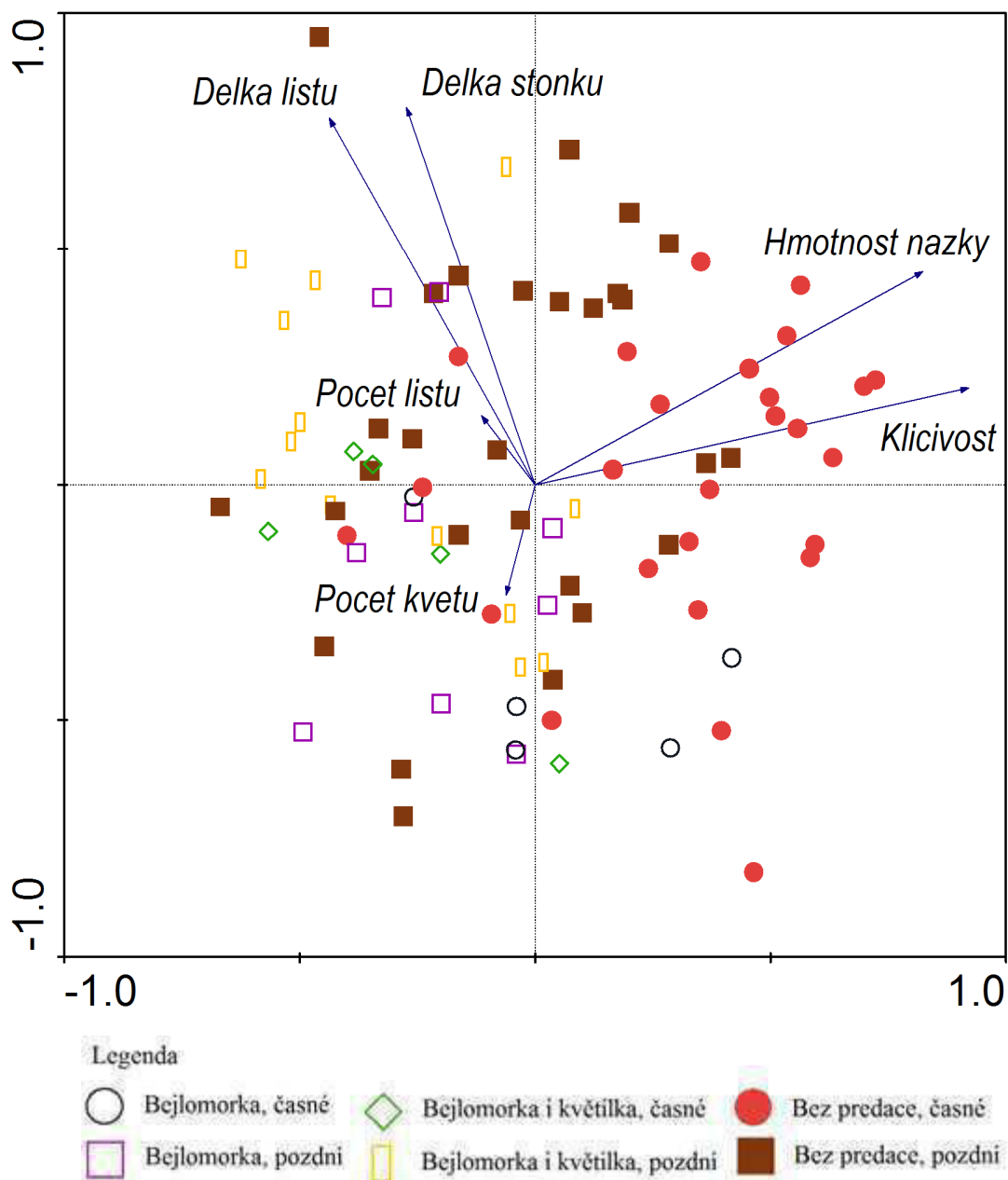
Statisticky byly testovány rozdíly mezi čtyřmi skupinami rostlin (časné s bejломorkou a bez bejломorky; pozdní s bejломorkou a bez bejломorky). Pomocí analýzy ANOVA byly prokázány rozdíly mezi těmito skupinami ( $F = 18,72$ ;  $p < 0,001$ ). Pomocí Post-hoc testu (HSD for unequal N) byly rozlišeny rozdíly mezi jednotlivými skupinami (viz Tabulka 10). Nejvyšší klíčivost mají nažky rostlin bez bejломorky, z časného termínu. Následují pozdní rostliny bez bejломorky, časné rostliny s bejломorkou a pozdní rostliny s bejломorkou, které mají semena s nejnižší klíčivostí.

Tab. 10. – Rozdíly mezi rostlinami ze čtyř kategorií podle přítomnosti bejломorky a termínu pokusu, ze kterého pocházejí. Výsledky Post-hoc testu (HSD for unequal N) jsou značeny písmeny v horním indexu. Rozdíly mezi jednotlivými typy predace, které jsou označeny stejným písmenem, nebyly statisticky průkazné.

Kategorie	Časné				Pozdní			
	S bejломorkou (n = 11)		Bez bejломorky (n = 25)		S bejломorkou (n = 25)		Bez bejломorky (n = 25)	
	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD	Průměr	SD
Klíčivost v %	24,36 <sup>ab</sup>	22,98	63,12 <sup>c</sup>	23,12	19,2 <sup>a</sup>	16,12	42,56 <sup>b</sup>	25,6

### 6.3.4 Využití mnohorozměrných statistických metod

Z následujícího ordinačního diagramu jsou vidět dva hlavní výsledky provedených pokusů. Rostliny, které nebyly predované, mají vyšší průměrnou hmotnost jedné nažky a zároveň i klíčivost. Délka nejdelšího listu a stonku je ovlivněna především termínem pokusu. Rostliny z pozdního termínu pokusu mají nejdelší list i stonek delší než rostliny z časného termínu. Z ordinačního diagramu dále vyplývá, že délka stonku je korelována s délkou nejdelšího listu. Korelována je i průměrná hmotnost nažky s klíčivostí. Počet semen a klíčivost ale nejsou závislé na délce stonku a nejdelšího listu.



Obr. 7. – Ordinační diagram (PCA analýza). Rostliny jsou rozděleny do šesti skupin podle termínu pokusu, ze kterého pocházejí a typu predace. Konkrétní symboly vysvětluje legenda.

## 6.4 Životní cyklus bejlomorky

V roce 2012 se na lokalitě začala objevovat poupata konikleců v polovině března. První známky přítomnosti bejlomorky koniklecové byly zaznamenány dne 18. 4. 2012. Vajíčka bejlomork, ve kterých byly zřetelné vyvíjející se larvy, byly nalezeny ve vyvíjejícím se souplodí nažek. Tato vajíčka/mladé larvy 1. instaru měly naoranžovělou barvu.



Foto 3. – A) Dvě vajíčka *D. pulsatillae* nakladená na chloupkách vyvíjejících se nažek. Měřítko 1 mm. Vzorok ze dne 18. 4. 2012, foto R. Skalická. B) vajíčko s larvou *D. pulsatillae*, ve kterém se nachází larva 1. instaru; po ukončení vývoje vaječný obal praskne, larva obal opustí a začne hledat potravu. Měřítko 200 µm, velikost vajíčka 310 µm. Fotografovaný materiál byl odebrán dne 18. 4. 2012, foto R. Skalická.

Z pozorování přítomnosti larev bejlomorky v květech koniklece lučního bylo vyzorováno, že samice bejlomorky kladou vajíčka do květů koniklece, ve kterých se již vyvíjejí nažky. V květech s živými tyčinkami nebyly žádné známky bejlomorky nalezeny.

Dne 25. 4. byli na lokalitě odchyceni dospělci *Dasineury pulsatillae* - samec a samice (určení provedla M. Skuhřavá). Vzhledem k tomu, že první známky přítomnosti bejlomork na lokalitě byly zaznamenány dne 18. 4. 2012 (zhruba měsíc po začátku rašení konikleců), a imaga bejlomork byla na lokalitě odchycena dne 25. 4. 2012, lze říci, že dospělé bejlomorky se na lokalitě vyskytovaly minimálně po dobu 8 – 10 dnů.

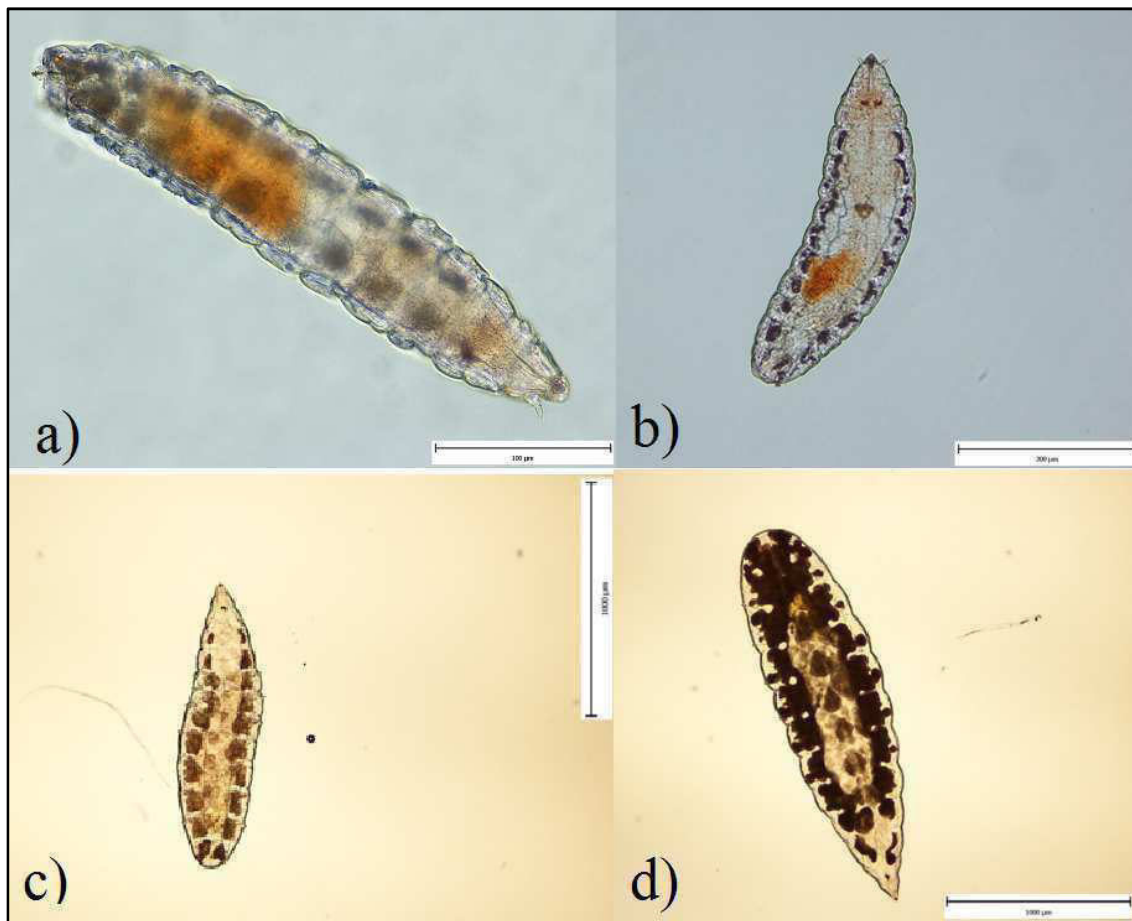


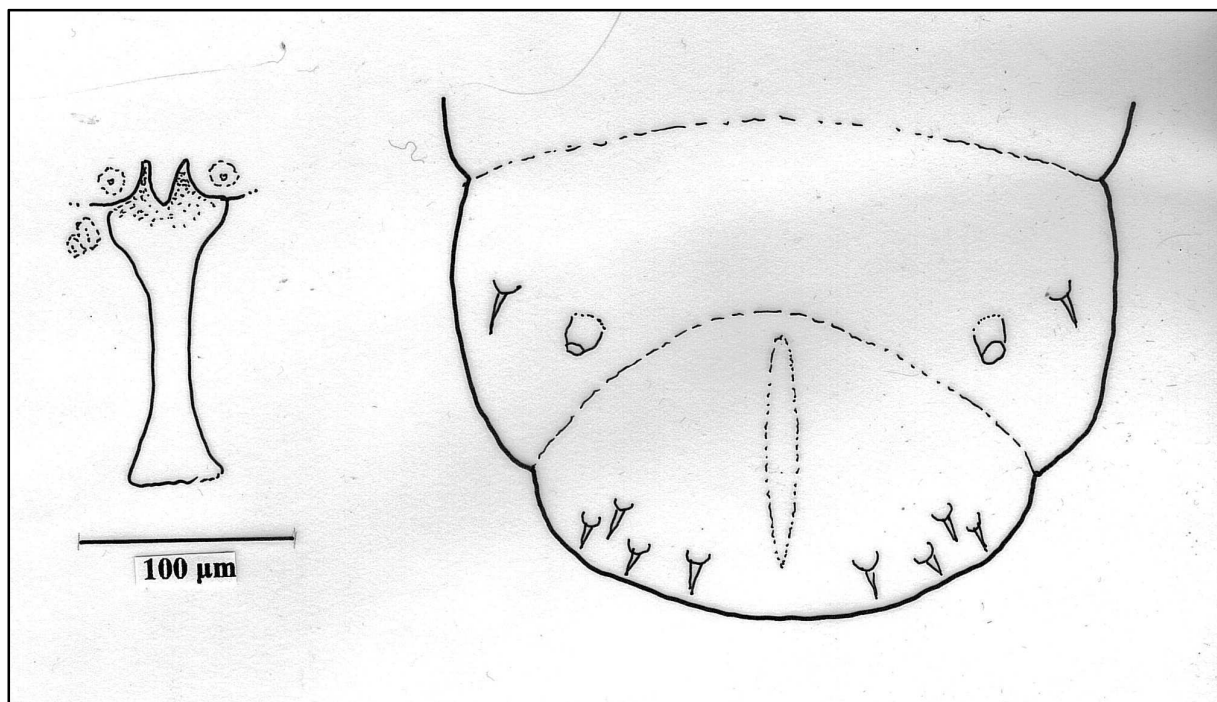
Foto 4. – Larvy *D. pulsatillae* 1. a 2. instaru. Foto a) larva 1. instaru se zřetelně článkovaným tělem. Na hlavové části (vpravo dole) je zřetelné jedno ze dvou tykadel, na konci těla (vlevo nahoře) papila s otvorem dýchacího průduchu. Měřítko 100 µm, velikost jedince 350 µm, vzorek z 25. 4. 2012. Foto b) larva 1. instaru. Nahoře hlavová část s párem krátkých tykadel, uprostřed zašpičatělý ústní otvor. Pod ním prosvítá pár ledvinovitých očních skvrn a celým tělem se táhnou tenké proužky sítě dýchací soustavy. Měřítko 200 µm, velikost jedince cca 350 µm, vzorek z 25. 4. 2012. Foto c) larva 2. instaru, měřítko 1000 µm, velikost jedince cca 1100 µm, vzorek z 29. 4. 2012. Foto d) larva 2. instaru, měřítko 1000 µm, velikost jedince cca 2000 µm, vzorek z 29. 4. 2012. Vše R. Skalická.

Mezi 18. 4. a 29. 4. byly mezi vyvíjejícími se nažkami nalézány larvy 1. a 2. instaru. Ve vzorcích sebraných na lokalitě 29. 4. 2012 byly poprvé zaznamenány larvy 3. instaru, u kterých se již vyvíjela spatula sternalis (určení provedla M. Skuhrová). Takto velké larvy byly vyfoceny v souplodí nažek i dne 8. 5. 2012.

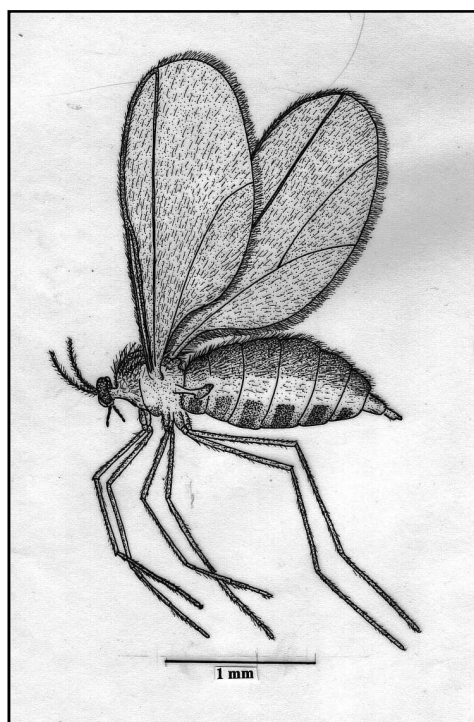


Foto 5. – Skupina larev bejlmorky koniklecové (3. instar, plně vyvinuté larvy) v souplodí nažek koniklece lučního. Foto ze dne 8. 5. 2012, R. Skalická.

Detail larvy *Dasineura pulsatillae* 3. instaru byl podle odchycených jedinců nakreslen M. Skuhravou. Vlevo spatula sternalis, vpravo koncová část zadečku se skupinami trnů (jedná se o významné znaky k odlišení jednotlivých druhů čeledi *Cecidomyiidae*).



Obr. 8. – Detail larvy 3. instaru *D. pulsatillae*: vlevo spatula sternalis, vpravo koncová část zadečku se skupinami trnů. Originální, dosud nepublikované kresby M. Skuhravé.



Obr. 9. – Samice *Dasineura pulsatillae*, měřítko 1 mm. Originální, dosud nepublikovaná kresba M. Skuhravé.

## 6.5 Druh z čeledi *Anthomyiidae* (květilka)

Z celkového počtu 93 nezakrytých rostlin bylo květilkou napadeno celkem 53 rostlin (57%). Květilka průměrně znehodnotila 21% semen z celkového počtu semen v rostlině.

První vajíčka květilky byla nalezena na chloupkách vyvíjejících se nažek dne 18. 4. 2012.

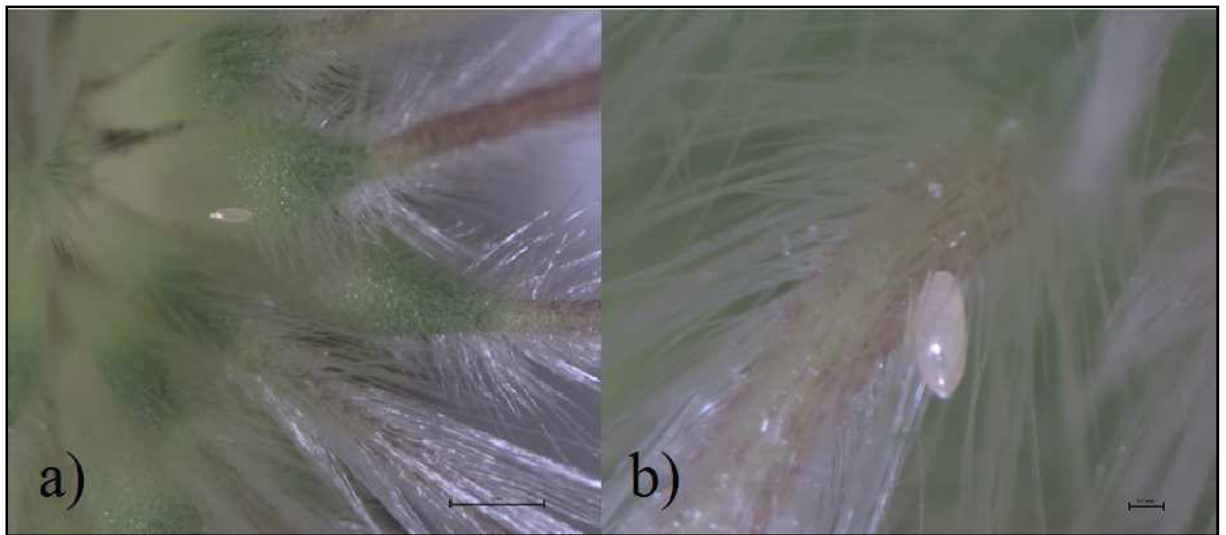


Foto 6. – Vajíčka květilky mezi vyvíjejícími se nažkami. Foto ze dne 18. 4. 2012, R. Skalická. Foto a) měřítko 1 mm, foto b) měřítko 0.1 mm.



Foto 7. – A) vajíčko květilky, měřítko 200 µm. B) detail vajíčka květilky, měřítko 100 µm. Na obou fotografiích vzorky ze dne 18. 4. 2012. R. Skalická.

Další vývojová stadia květilky se nepodařilo zaznamenat. Přítomnost larev byla znatelná až v době zrání nažek, kdy byly viditelné otvory, které larvy květilek způsobily v nažkách.



Foto 8. – Zralá nažka koniklece s otvorem způsobeným květilkou. Foto 30. 3. 2013 L. Kylarová.

## 7. DISKUZE

### 7.1 Provedení pokusu

Pokusy tohoto typu jsou v literatuře zmiňovány jen zřídka. Obecně se dají rozdělit na pokusy, kdy jsou rostliny chráněny před napadením hmyzem insekticidy (Weppeler et Stöcklin 2006) a na pokusy, kdy je využíváno mechanické ochrany (Hofhanzlová et Křenová 2004), stejně jako tomu bylo v této práci. Ochrana rostlin insekticidem byla vyloučena z toho důvodu, že celá lokalita je chráněná (přírodní památka), a tudíž by využití agresivních chemických prostředků nebylo vhodné.

Pokusy s využitím pytlíčků nejsou příliš časté. Při hledání informací o možném vlivu zapytlíčkování na rostliny nebyly nalezeny žádné zdroje, které by bylo možno použít. V článcích, ve kterých je zapytlíčkování používáno, není řešen jejich případný vliv na rostlinu (Hofhanzlová et Křenová 2004).

Poznatky získané při studiu životního cyklu bejlmorky jsou důležité pro případné zopakování pokusu v budoucnosti a při jeho vylepšení. Z provedených pozorování vyplývá, že bejlmorky ani květilky nekladou vajíčka do květů s živými tyčinkami. To je způsobeno zřejmě faktem, že larvy se živí na vyvíjejících se nažkách. V době, kdy má rostlina živé tyčinky ještě nejsou nažky dostatečně vyvinuté, spíše vůbec. Larvy by se tedy neměly čím živit. S ohledem na tento poznatek je možné rostliny v příštích pokusech zakrýt až po proběhnutí přirozeného opylení. Tím se jednak zmenšuje časová náročnost provedení pokusu a také se tím omezuje vliv ručního opylení na rostliny. Navíc se nemůže stát, že by byl termín opylení špatně odhadnut a došlo k nežádoucí autogamii (Torvik et al. 1998).

I tak je nutné mít na mysli, že životní cyklus bejlmorky a pravděpodobně i květilky je pevně svázaný s vývojovým cyklem živné rostliny – koniklece lučního (Skuhravá et Skuhravý 2010). Vývojový cyklus koniklece závisí především na počasí, které se každý rok chová jinak. Proto je nutné brát konkrétní data uváděná v této práci s rezervou a vycházet především z konkrétní situace v daném roce.

Jeden z problémů, nad kterým je nutné se v budoucích pokusech zamyslet, je spojený s posledním vývojovým stadiem bejlmorky. Larvy se kuklí v půdě, tudíž v určitou chvíli opouštějí souplodí nažek, ve kterém se až do té doby živily, a spadnou na zem. Z toho vyplývá, že je možné, že některé nezakryté rostliny, ve kterých bejlmorky nebyly nalezeny, mohly být i přesto teoreticky predované. Některé larvy bejlmorek už mohly souplodí opustit.



Možným řešením je zakrýt všechny květy, ale u poloviny rostlin zakrytí provést co nejdříve, ještě předtím, než bejlomorky a květilky začnou klást vajíčka. Druhá polovina by byla zakryta později, v době, kdy vajíčka již byla nakladena. Larvy by zůstaly v pytlíčku i poté, co by se pokusily souplodí nažek opustit. Bylo by tedy možné určit i přesný počet larev v jednotlivých souplodích a odvodit závislost mezi počtem larev a mírou vlivu na jednotlivé parametry.

## 7.2 Rozdíly mezi jednotlivými termíny pokusu

Rozdíly mezi rostlinami zahrnutými do prvního a do druhého termínu pokusu jsou značné. Jedná se o rozdíly v morfologii rostlin (délka nejdelšího listu, počet listů, výška stonku, průměrná hmotnost jedné nažky), tak i o rozdíly v klíčivosti, nebo v míře napadení jednotlivými druhy hmyzu. Rozdíly v klíčivosti a morfologické rozdíly vycházejí průkazně i v případě samostatného testování rostlin, které nebyly predované (kromě počtu listů v listové růžici), a tudíž nejsou způsobené rozdílnou mírou predace mezi rostlinami v prvním a druhém termínu pokusu.

Pro vysvětlení těchto rozdílů jsou dvě možnosti. V případě prvního z nich hraje důležitou roli fakt, že v druhém termínu pokusu byly larvy sledovaných druhů hmyzu nalezeny ve větším počtu rostlin. V prvním termínu pokusu se larvy alespoň jednoho druhu hmyzu vyskytovaly u 22% rostlin, ve druhém termínu pokusu u 44% rostlin, což je dvojnásobný počet. Je tedy možné, že koniklece v PP Na Horách záměrně investují více energie do časných semen, protože pozdní semena jsou ve větší míře predovaná (s čímž souvisí i jejich nižší klíčivost. Větší míra predace semen a květů u později kvetoucích rostlin je známá i u populací *Vaccinium hirtum* (Mahoro 2002). Rozdíly v míře predace semen v závislosti na termínu kvetení jsou prokázány i u druhu *Ipomopsis aggregata*, na jejichž semenech se živí larvy z čeledi *Anthomyiidae* (Freeman et al. 2003).

V případě druhého možného vysvětlení je důležité, že v prvním termínu pokusu byly zakryty vždy první květy, které rostlina vytvořila, kdežto ve druhém termínu se často jednalo až o druhé květy rostliny. Při zakládání prvního termínu pokusu nebylo dosud na lokalitě tolik rostlin, jako při zakládání druhého termínu pokusu a jejich maximální velikost (tzn. velikost poupata, protože koniklece tvoří nejprve poupata, a teprve pak listy) byla jen několik centimetrů. Rostliny byly tak malé, že bylo sotva technicky možné provedení zapytlíčkování.

V době zakládání druhého termínu se konikleců na lokalitě vyskytovalo více, než při zakládání prvního termínu pokusu, ale mnohé rostliny již kvetly, či dokonce zakládaly nažky. Pro účely pokusu bylo nutné vybrat rostliny, které byly co nejmenší, a měly stále živé tyčinky. V mnoha případech se proto jednalo o druhý květ, který rostlina vytvořila, protože rozdíly v termínu kvetení jednotlivých květů v jedné růžici mohou být značné.

Rozdíly v hmotnosti semen mezi rostlinami v prvním a druhém pokusu mohou být tedy způsobeny tím, že v prvním pokusu byly zapytlíčkovány (a tedy i měřeny), vždy první květy, které rostlina tvořila, ale ve druhém termínu se často jednalo až o druhé květy. Vyšší

hmotnost nažek v souplodích rostlin z prvního termínu může být způsobena úsporou energie, protože rostlina investovala živiny jen do jednoho květu, a nemusela je rozdělovat mezi první květ, listy a druhý květ. Na druhou stranu rostliny z druhého termínu, u kterých byl zapytlíčkován až jejich druhý květ, mohly čerpat živiny z již vytvořených listů, u kterých probíhala fotosyntéza. I přes to byla průměrná hmotnost jejich nažky menší, než u rostlin z prvního termínu pokusu.

Rostliny z pozdějšího termínu pokusu mají statisticky průkazně vyšší stonek a delší nejdělnější list, než rostliny z prvního termínu pokusu. Tento jev naznačuje, že by rostliny mohly více energie investovat do akumulace energie pro přezimování. Tyto rostliny mají i nižší hmotnost nažek, což vypovídá o jiném rozložení investice energie. Podle principu trade-off jsou delší listy a stonek vykoupeny lehčími nažkami.

Rostliny z prvního termínu pokusu, které měly vyšší hmotnost, měly zároveň i vyšší klíčivost. Tento vztah se dá vysvětlit větším množstvím živin uložených v hmotnějších semenech.

### 7.3 Vliv napadení sledovaných druhů hmyzu na fitness

Při hodnocení obou dvou termínů pokusu dohromady se ukazuje vliv sledovaných druhů hmyzu na celou populaci, na rozdíl od hodnocení termínů zvlášť, kdy se projevuje jiná reakce v závislosti na termínu.

Predace bejломorkou, květilkou, nebo oběma druhy hmyzu zároveň ovlivnila statisticky průkazně průměrnou hmotnost jedné nažky (váženy jen nažky, které neměly otvor od květilky). V klíčícím pokusu, kde byly rostliny rozděleny podle přítomnosti bejломorky, a podle termínu pokusu, se prokázalo, že nažky z rostlin, u kterých byla zjištěna přítomnost bejломorky, mají výrazně nižší klíčivost. U rostlin z časného termínu pokusu vyklíčilo pouze 24% semen, pocházejících z rostlin s bejломorkou. V případě semen z nepredovaných rostlin vyklíčilo 63% semen. Klíčivost rostlin z druhého termínu pokusu napadených bejломorkou byla 19% versus 42% u nenapadených rostlin. Ke stejnému výsledku, tedy snížení klíčivosti semen u rostlin, ve kterých byla přítomná bejломorka, došli Wepler et al. (2006). V případě jejich studie šlo o bejломorku *Geomyia alpina*, jejíž larvy se živí na nažkách horského druhu *Geum reptans*. Autoři uvádějí snížení klíčivosti u napadených rostlin až o 98%.

Květilka napadla 57% rostlin, které nebyly ochráněné pytlíčkem. U těchto rostlin průměrně zničila 21% nažek, což odpovídá 12% všech semen z nezakrytých rostlin. Nažky, ve kterých byl otvor způsobený květilkou, nebyly zahrnuty do dalších analýz. Průměrná hmotnost nažky by byla ovlivněna přítomností otvoru a klíčivost takto poškozených nažek je nulová (Jiras et al. 2010).

U dlouhověkých rostlin je těžké odhadnout míru vlivu ztráty životaschopných semen na populační růst. Vzcházení semenáčků bývá často limitováno například omezeným množstvím vhodných ploch (Andersen 1989). Ve prospěch přežití populace koniklece hraje dlouhověkost této rostliny. Významná je i krátká doba života bejlomorek, během které musejí samice naklást svá vajíčka. V případě nepříznivých podmínek (například větrné počasí) může být počet nakladených vajíček, a tudíž i míra ovlivnění rostlin, menší.

V rámci časného termínu pokusu je zajímavý vliv predace na délku stonku. Nejdelší stonek mají rostliny s květilkou. Druhé v pořadí jsou rostliny s oběma druhy hmyzu. Od těchto dvou kategorií se výrazně liší (potvrzeno Post-hoc testy) rostliny, ve kterých se vyskytovala pouze bejломorka. Bejломorka, která saje na nažkách a květním lůžku, pravděpodobně rostlinu oslabuje a ta potom tvoří kratší stonek. Naopak květilka nažky

umrtvuje, takže rostlina pak vyživuje menší počet nažek a více živin zůstane pro stonek, který může být delší.

## 8. ZÁVĚR

Z celkového počtu 93 nezakrytých rostlin byla v 9% souplodí nažek přítomná bejlmorka koniklecová, v 34% byla nalezena bejlmorka i druh z čeledi *Anthomyiidae*, u 23% rostlin byl nalezen jen druh z čeledi *Anthomyiidae* a 34% rostlin nebylo predováno ani jedním ze sledovaných druhů hmyzu. Rostliny, na jejichž nažkách se živily larvy alespoň jednoho ze sledovaných druhů hmyzu, tvořily statisticky průkazně nažky s nižší průměrnou hmotností, než rostliny bez predace. Rozdíl mezi jednotlivými typy predace byl detekován i u délky nejdelšího listu. Rostliny, ve kterých byla přítomna bejlmorka, měly o více než polovinu nižší klíčivost v porovnání s rostlinami bez přítomnosti larev (22% versus 53%). Larvy hmyzu z čeledi *Anthomyiidae* se vyskytovaly u 57% nezakrytých rostlin a průměrně jimi bylo zničeno 21% nažek.

I přes nižší průměrnou hmotnost nažek a nižší klíčivost u napadených rostlin zřejmě není populace koniklece na lokalitě ohrožena. Rostliny tvoří velké množství semen a důležitou roli hraje dlouhověkost konikleců.

Při porovnání parametrů rostlin ze dvou termínů pokusu bylo zjištěno, že rostliny z prvního termínu mají oproti rostlinám z druhého termínu pokusu statisticky průkazně větší průměrnou hmotnost jedné nažky, kratší stonek a kratší nejdelší list.

Práce přinesla i nové poznatky ohledně životního cyklu bejlmorky koniklecové. Především byl zjištěn termín kladení vajíček samicemi sledovaných druhů hmyzu. Tato informace bude užitečná při dalším výzkumu vlivu bejlmorky na koniklec luční. Podle odchycených jedinců byly M. Skuhravou nakresleny ilustrace samice imaga bejlmorky koniklecové a detailu posledního instaru její larvy, ze kterých jsou patrné znaky důležité pro determinaci druhu. Podobné ilustrace dosud nebyly v žádné práci publikovány.

Pro další výzkum vlivu hmyzích herbivorů na koniklec luční by bylo vhodné se zaměřit na identifikaci druhu z čeledi květilkovitých. Je možné, že se jedná o dosud nepopsaný druh, jak uvedl R. Rozkošný (Jiras et al. 2010).

Výsledky této práce byly prezentovány v listopadu 2012 na studentské konferenci v Kostelci nad Černými Lesy a v červenci 2013 budou prezentovány na konferenci EGF 2013 na Islandu.

## 9. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. – <i>Pulsatilla pratensis</i> subsp. <i>bohemica</i> .....	22
Obr. 2. – <i>Pulsatilla pratensis</i> subsp. <i>bohemica</i> .....	22
Obr. 3. – Mapa rozšíření koniklece lučního ( <i>P. pratensis</i> subsp. <i>bohemica</i> ).....	24
Obr. 4. – Larva 3. instaru čeledi <i>Cecidomyiidae</i> .....	35
Obr. 5. – Poloha PP Na Horách.....	39
Obr. 6. – Poloha PP Na Horách u obce Křešín.....	40
Obr. 7. – Ordinační diagram (PCA analýza).....	49
Obr. 8. – Detail larvy 3. instaru <i>D. pulsatillae</i> .....	52
Obr. 9. – Samice <i>Dasineura pulsatillae</i> .....	52

## 10. SEZNAM FOTOGRAFIÍ

Foto 1. – Koniklec luční v PP Na Horách.....	23
Foto 2. – Panoramatická fotografie PP Na Horách.....	39
Foto.3. – A) Dvě vajíčka <i>D. pulsatillae</i> nakladená na chloupkách vyvíjejících se nažek. B) vajíčko s larvou <i>D. pulsatillae</i> , ve kterém se nachází larva 1. instaru.....	50
Foto 4. – Larvy <i>D. pulsatillae</i> 1. a 2. instaru.....	51
Foto 5. – Skupina larev bejlomorky koniklecové.....	51
Foto 6. – Vajíčka květilky mezi vyvíjejícími se nažkami.....	53
Foto 7. – A) vajíčko květilky, měřítko 200 $\mu$ m. B) detail vajíčka květilky.....	53
Foto 8. – Zralá nažka koniklece s otvorem způsobeným květilkou.....	54

## 11. SEZNAM TABULEK

Tab. 11. – Taxonomické zařazení rodu <i>Pulsatilla</i> .....	19
Tab. 12. – Taxonomické zařazení bejlomorky koniklecové.....	36
Tab. 13. – Taxonomické zařazení čeledi květilkovití.....	38
Tab. 14. – Míra napadení rostlin, které nebyly zakryté pytlíčkem.....	43
Tab. 15. – Rozdíly v parametrech rostlin mezi časným a pozdním termínem.....	44
Tab. 16. – Rozdíly v parametrech rostlin mezi časným a pozdním termínem.....	45
Tab. 17. – Rozdíly mezi rostlinami s jednotlivými typy predace (z obou termínů).....	46
Tab. 18. – Rozdíly mezi rostlinami s jednotlivými typy predace (z časného termínu).....	47
Tab. 19. – Rozdíly mezi rostlinami s jednotlivými typy predace (z pozdního termínu).....	48
Tab. 20. – Rozdíly mezi rostlinami ze čtyř kategorií podle přítomnosti bejlomorky a termínu pokusu.....	48

## 12. ZDROJE LITERATURY

- ADLER W., OSWALD K. es FISCHER R. [es], 1994: Exkursionsflora von Österreich. Ulmer, Wien: 1180 s.
- ANDERSEN A. N., 1989: How important is seed predation to recruitment in stable populations of long-lived perennials? *Oecologia* 81: 310 – 315.
- ANCHETA J. et HEARD S. B., 2011: Impacts of insect herbivores on rare plant populations. *Biological Conservation* 144: 2395 – 2402.
- BEGON M., HARPER J. L. et TOWNSED C. R., 1997: Ekologie: Jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc: 949 s.
- BIOLIB, 2013a: *Dasineura*. Online: <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id116776/>. Cit. 15. 2. 2013.
- BIOLIB, 2013b: *Anthomyiidae*. Online: <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id17394/>. Cit. 18. 2. 2013.
- BOCHENKOVÁ M., ŘEZNÍČEK M., KARLÍK P., SKALICKÁ R., JIRAS, P. et SKUHRAVÁ, 2012: Rozšíření a vitalita silně ohrožené rostliny suchých trávníků, koniklece lučního *Pulsatilla pratensis*, v Čechách (Certifikovaná mapa). Distribution and vitality of endangered species *Pulsatilla pratensis* in Bohemia dry grasslands. Ministerstvo zemědělství, Praha: 10 s.
- BOIEIRO M., REGA C., SERRANO A. R. M. et ESPADALER X., 2012: Seed production and pre-dispersal reproductive losses in the narrow endemic *Euphorbia pedroi* (*Euphorbiaceae*). *Plant Ecology* 213: 581 – 590.
- CALLAWAY M. R., PENNINGS S. C. et RICHARDS C. L., 2003: Phenotypic plasticity and interactions among plants. *Ecology* 84: 1115 – 1128.
- CRAWLEY M. J., 1989: Insect herbivores and plant populations dynamics. *Annual review of Entomology* 34: 531 – 564.
- CRAWLEY M. J., 2000: Seed predators and plant population dynamics. In: FENNER M. [ed.]: *Seeds: The Ecology of Regeneration in Plant Communities*, 2nd ed. CAB International, Wallingford, UK: 167 – 182.



- ČÍŽEK L. et KONVIČKA M., 2006: Pastva a biodiverzita. In: MLÁDEK J., PAVLŮ V., HEJCMAN M., et GAISLER J. [eds]: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. VÚRV, Praha: str. 6.
- DOSKOČIL J. [ed.], 1977: Klíč zvířeny ČSSR V. Academia, Praha: 373 s.
- ENYEDI Z. M., RUPRECHT E. et DEAK M., 2008: Long-term effects of the abandonment of grazing on steppe-like grasslands. *Applied Vegetation Science* 11: 55 – 62.
- FLORABASE, 2012: *Pulsatilla pratensis*. Online: <http://florabase.cz/databanka/>. Cit. 28. 5. 2012.
- FREEMAN R. S., BROODY A. K. et NEEFUS C. D., 2003: Flowering phenology and compensation for herbivory in *Ipomopsis aggregata*. *Oecologia* 136: 394 – 401.
- GAVLOVSKI J. E. et LAMB R. J., 2000: Specific impacts of herbivores: comparing diverse insect species on young plants. *Environmental Entomology* 29: 1 – 7.
- GRULICH V., 2012: Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition. *Preslia* 84: 631 – 645.
- HÁKOVÁ A., KLAUDISOVÁ A., SÁDLO J. [eds], 2004: Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. *Planeta XII*, 3/2004 – druhá část. Ministerstvo životního prostředí, Praha: 144 s.
- HEARD S. B. et REMER L. C., 2008: Travel costs, oviposition behaviour and the dynamics of insect-plant systems. *Theoretical Ecology* 1: 179 – 188.
- HLAVÁČEK R., KARLÍK P., 2010: Příspěvek k poznání flóry a vegetace PP Na horách a poznámky k teplomilné květeně Podbrdská. *Bohemia Centralis* 30: 190 – 237.
- HODGSON J. G., GRIME J. P., WILSON P. J., THOMPSON K. et BAND S. R., 2005: The impacts of agricultural change (1963–2003) on the grassland flora of Central England: processes and prospects. *Basic and Applied Ecology* 6: 107 – 118.
- HOFHANZLOVÁ E. et KŘENOVÁ Z., 2004: Opylovací strategie a reprodukční úspěšnost hořce šumavského (*Gentiana pannonica* Scop.). *Aktuality šumavského výzkumu II*: 137 – 142.

HOPKINS G. W., THACKER J. I., DIXON A. F. G., WARING P. et TELFER M. G., 2002: Identifying rarity in insects: the importance of host range. *Biological Conservation* 105: 293 – 307.

CHYTRÝ M., 2001: T3 Suché trávníky. In: Chytrý M., Kučera T. et Kočí M. [eds]: Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha. 307 s.

CHYTRÝ M., HOFFMANN A. et NOVÁK J., 2007: Suché trávníky (Festuco-Brometea). In: CHYTRÝ M. [ed.]: Vegetace České republiky 1. Travninná a keříčková vegetace. Academia, Praha: 371 – 376.

JASIČ J. et al., 1984: Entomologický náučný slovník. Příroda, Bratislava: 680 s.

JIRAS P., SKUHRAVÁ M. et KARLÍK P., 2010: Bejlmorka koniklecová (*Dasineura pulsatillae*) a další druhy hmyzu vyvíjející se v souplodích koniklece lučního českého (*Pulsatilla pratensis* subsp. *bohemica*) v přírodních památkách Na horách a Pitkovická stráň ve středních Čechách. *Bohemia Centralis* 30: 251 – 264.

JOHNSON E. W., 1911: South Dakota, a republic of friends. The capital supply company, South Dakota, USA: 344 s.

Dostupný také z: <http://archive.org/stream/cu31924028873341#page/n0/mode/2up>

KALAMEES R., PÜSSA K., VANHA-MAJAMAA I., et ZOBEL K., 2005: The effects of fire and stand age on seedling establishment of *Pulsatilla patens* in a pinedominated boreal forest. *Canadian Journal of Botany* 83: 688 – 693.

KARBAN R., 2011: Evolutionary ecology of plant defences - The ecology and evolution of induced resistance against herbivores. *Functional Ecology* 25: 339 – 347.

KARBAN R., et MYERS J. H., 1989: Induced plant responses to herbivory. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20: 331 – 348.

KARLÍK P., 2005: Plán péče o přírodní památku Na Horách na období 2006–2015. Ms. [depon in: KrÚ Středočeského kraje, AOPK ČR]: 18 s.

KEANE R. M. et CRAWLEY M. J., 2002: Exotic plant invasions and the enemy-release hypothesis. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 164 – 170.

- KÉRY M., MATTHIES D. et FISCHER M., 2001: The effect of plant population size on the interactions between the rare plant *Gentiana cruciata* and its specialized herbivore *Maculinea rebeli*. *Journal of Ecology* 89: 418 – 427.
- KIM Y., KIM S. B., YOU Y. B. et AHN B. Z., 2002: Deoxypodophyllotoxin; The Cytotoxic and Antiangiogenic component from *Pulsatilla coreana*. *Planta Medica* 68: 271 – 274.
- KUBÁT K. [ed.], 2002: Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha: 927 s.
- KUBÍKOVÁ J., 1999: Xerothermní trávníky až semixerothermní lemy. In: Petříček V. [ed.]: Péče o chráněná území I. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha: 213 – 230.
- LI D. L., LI W. CH., LIU CH. W., SHI W. J., GONG P. T., LI J. H., ZHANG G. C., YANG J., LI H. et ZHANG X. CH., 2012: *Giardia intestinalis*: effects of *Pulsatilla chinensis* extracts on trophozoites. *Parasitology Research* 111: 1929 – 1935.
- LIU J. Y., GUAN Y. L., ZOU L. B., GONG Y. X., HUA H. M., XU Y. N., ZHANG H., YU Z. G. et FAN W. H., 2012: Saponins with neuroprotective effects from the roots of *Pulsatilla ceria*. *Molecules* 17: 5520 – 5531.
- LIPPERT W., 1985: GU Naturführer. Alpen Blumen. Gräfe und Unzer Verlag, München: 253 s.
- LOŽEK V., KUBÍKOVÁ J., SPRYŇAR K. et al., 2005: Střední Čechy. In: MACKOVČIN P. et SEDLÁČEK M. [ed.]: Chráněná území ČR, svazek XIII. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha: 904 s.
- MAHORO S., 2002: Individual flowering schedule, fruit set, and flower and seed predation in *Vaccinium hirtum* Thunb. (*Ericaceae*). *Canadian Journal of Botany* 80: 82 – 92.
- MARON J. L. et CRONE E. E., 2006: Herbivory: effects on plant abundance, distribution and population growth. *Proceedings of the Royal Society (London) B* 273: 2575 – 2584.
- MATTHIOLI P. O., 2005: Herbář neboli bylinář. Levné knihy KMa, Praha: 1288 s.
- MAYEROVÁ H., ČIHÁKOVÁ K., FLOROVÁ K., KLADIVOVÁ A., ŠLECHTOVÁ A., TRNKOVÁ E. et MÜNZBERGOVÁ Z., 2010: Vliv pastvy ovcí a koz na vegetaci suchých trávníků v CHKO Český kras. *Příroda*: 53 – 74.

- MICHELSEN V., 2012: Revision of the European *Delia pruinosa* species group (Diptera: Anthomyiidae) feeding as larvae in seed capsules of *Silene* L. (Caryophyllaceae). *Zootaxa* 3434: 31 – 48.
- MILBERG P. et HANSSON M. L., 1993: Soil seed bank and species turnover in a limestone grassland. *Journal of Vegetation Science* 4: 35 – 42.
- MLÁDEK J., PAVLŮ V., HEJCMAN M., et GAISLER J. [eds], 2006: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. VÚRV, Praha: 104 s.
- MOORA M., ÖPIK M., SEN R. et ZOBEL M., 2004: Native arbuscular mycorrhizal fungal communities differentially influence the seedling performance of rare and common *Pulsatilla* species. *Functional Biology* 18: 554 – 562.
- MULDER C. P. H., 1999: Vertebrate herbivores and plants in the Arctic and subarctic: effects of individuals, populations, communities and ecosystems. *Perspectives in Plant Ecology and Evolution and Systematics* 2: 29 – 55.
- MYKIŠKA R. [ed.], 1969: Geobotanická mapa ČSSR. List M-33-XX Plzeň. Academia a Kartografické nakladatelství, Praha.
- MŽP ČR, 1992: Vyhláška 395/1992 Sb. ministerstva životního prostředí České republiky ze dne 11. června 1992, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha: 60 s.
- NEUHÄUSL R., 1997: Rostlinstvo. In: Hejný S. et Slavík B. [eds]: Květena České republiky, díl 1. Academia, Praha: 36 – 51 s.
- NEUHÄUSLOVÁ Z. et al., 2001: Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Academia, Praha: 341 s.
- NOVÁK J., 2007: Jedovaté rostliny kolem nás. Grada, Praha: 176 s.
- OBENBERGER J., 1964: Entomologie V. Systematická část 4. Československá akademie věd, Praha: 776 s.
- PAKALNIŠKIS S., 2004: The Agromyzidae (Diptera) feeding particularities on some genera of ranunculaceae. *Latvijas Entomologs* 41: 93 – 99.

- PEARSON R. G. et DAWSON T. P., 2003: Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology and Biogeography* 12: 361 – 371.
- PICKETT J. A., RASMUSSEN H. B., WOODCOCK C. M., MATTHES W. et NAPIER W. A., 2003: Plant stress signalling: understanding and exploiting plant-plant interactions. *Biochemical Society Transactions* 31: 123 – 127.
- POSCHLOD P., BAUMANN A. et KARLÍK P., 2009: Origin and development of grasslands in central Europe. In: VEEN P., JEFFERSON R., DE SMIDT J. et VAN DER STRAATEN J. [eds]: *Grasslands in Europe of high nature value*. KNNV Publishing, Zeist: 15 – 25.
- PRICE P. W., 1991: The plant vigor hypothesis and herbivore attack. *Oikos* 62: 244 – 251.
- PROCHÁZKA F. [ed.], 2001: Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). *Příroda*, Praha: 147 s.
- ROTHMALER W., 2000: *Exkursionsflora von Deutschland, Band 3, Atlasband*. Spektrum, Berlin: 753 s.
- ROTHMALER W., 2005: *Exkursionsflora von Deutschland, Band 4, Gefaspflanzen, Kritischer Band. Ed. 10*. Spektrum, Munchen: 980 s.
- RYDLO J., 1982: Inventarizační průzkum PR “Na horách”. Ms. [depon. in OkrÚ Příbram]: 19 s.
- RYSTONOVÁ I., 2007: *Průvodce lidovými názvy rostlin i jiných léčivých přírodnin a jejich produktů*. Academia, Praha: 736 s.
- RUSCH G. et MAAREL E., 1992: Species turnover and seedling recruitment in limestone grasslands. *Oikos* 63: 139 – 146.
- SCHÖPS K., 2002: Local and regional dynamics of a specialist herbivore: overexploitation of a patchily distributed host plant. *Oecologia* 132: 256 – 263.
- SCHUPP E. W. et FUENTES M., 1995: Spatial patterns of seed dispersal and the unification of plant population ecology. *Ecoscience* 2: 267 – 275.
- SKALICKÝ V., 1988a: *Pulsatilla* Mill. – koniklec. In: Hejný S. et Slavík B. [eds]: *Květena České republiky, díl 1*. Academia, Praha: 414 – 422.

SKALICKÝ V., 1988b: Regionálně fyto geografické členění. In: Hejný S. et Slavík B. [eds]: Květena České republiky, díl 1. Academia, Praha: 103 – 121.

SKUHRAVÁ M. et SKUHRAVÝ V., 1960: Bejlmorky. ČSAZV+SZN, Praha: 270 s.

SKUHRAVÁ M., 1975: Bejlmorky Křivoklátska. Bohemia Centralis: 84 – 95.

SKUHRAVÁ M., 1977: Bejlmorkovití – Cecidomyiidae. In: DOSKOČIL J. [ed.]: Klíč zvířeny ČSSR V. Academia, Praha: 116 – 150.

SKUHRAVÁ M., 1994: The zoogeography of gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) of the Czech Republic. II. Review of gall midge species including zoogeographical diagnoses. Acta Societatis Zoologicae Bohemicae: 79 – 126.

SKUHRAVÁ M., 1997: Family *Cecidomyiidae*. In: PAPP L. et DARVAS B. [eds]: Contributions to a Manual of Palaearctic Diptera (with special reference to flies of economic importance). Vol. 2. Nematocera and Lower Brachycera. Science Herald, Budapest: 71 – 204.

SKUHRAVÁ M., 2005: *Cecidomyiidae* (Bejlmorkovití). In: FARKAČ J., KRÁL D. et ŠKORPÍK M. [eds]: Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha: 255 – 258.

SKUHRAVÁ M., 2009: Cecidomyiidae Macquart, 1838. In: JEDLIČKA L., KÚDELA M. et STLOUKALOVÁ V. [eds]: Checklist of Diptera of the Czech Republic and Slovakia. Electronic version 2. Dostupné z: <http://zoology.fns.uniba.sk/diptera2009>

SKUHRAVÁ M. et SKUHRAVÝ V., 2010 (2009): Species richness of gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) in Europe (West Palaearctic): biogeography and coevolution with host plants. Acta Societatis Zoologicae Bohemicae: 87 – 156.

SKUHRAVÁ M., STÖCKLIN J. et WEPPLER T., 2006: *Geomyia* n. gen. *alpina* n. sp. (Diptera: Cecidomyiidae), a new gall midge species associated with flower heads of *Geum reptans* (Rosaceae) in the Swiss Alps. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft: 107 – 115.

SON M. K., JUNG K. H., HONG S. W., LEE H. S., ZHENG H. M., CHOI M. J., SEO J. H., SUH J. K. et HONG S. S., 2013: SB365, *Pulsatilla* saponin D suppresses the proliferation of

human colon cancer cells and induces apoptosis by modulating the AKT/mTOR signalling pathway. *Food Chemistry* 136: 26 – 33.

ŠMÍD M., 2002: Průvodce odbornými názvy rostlin, Latinsko – český slovník. Brázda s r. o., Praha: 320 s.

TORVIK S. E., BORGÉN L., BERG R. Y., 1998: Aspects of reproduction in *Pulsatilla pratensis* in Norway. *Nordic Journal of Botany* 18: 385 – 391.

WALKER K. J., PINCHES C. E., 2011: Reduced grazing and the decline of *Pulsatilla vulgaris* Mill. (Ranunculaceae) in England, UK. *Biological Conservation* 144: 3098 – 3105.

WELLS T. C. E. et BARLING D. M., 1971: Biological flora of the British Isles, *Pulsatilla vulgaris* Mill. (*Anemone pulsatilla* L.). *Journal of Ecology* 59: 275 – 292.

WENNENSTRÖM A. et ERICSON L., 1991: Variation in disease incidence in grazed and ungrazed sites for the system *Pulsatilla pratensis* – *Puccinia pulsatillae*. *Oikos* 60: 35 – 39.

WEPLER T. et STÖCKLIN J., 2006: Does pre-dispersal seed predation limit reproduction and population growth in the alpine clonal plant *Geum reptans*? *Plant Ecology* 187: 277 – 287.

WILSON S. D. et TILMAN D., 1993: Plant competition and resource availability in response to disturbance and fertilization. *Ecology* 74: 599 – 611.

YOUNG T. P. et OKELLO B. D., 1998: Relaxation of an induced defense after exclusion of herbivores: spines on *Acacia drepanolobium*. *Oecologia* 115: 508 – 513.

YOUNG T. P., STANTON M. L. et CHRISTIAN C. E., 2003. Effects of natural and simulated herbivory on spine lengths of *Acacia drepanolobium* in Kenya. *Oikos* 101: 171 – 179.

ZABEL J. et TSCHARNTKE T., 1998: Does fragmentation of *Urtica* habitats affect phytophagous and predatory insects differentially? *Oecologia* 116: 419 – 425.

ZHAO HE X. et WANG Q., 2011: Phenological Dynamics of *Dasineura mali* (Diptera: Cecidomyiidae) and Its Parasitoid *Platygaster demades* (Hymenoptera: Platygasteridae) in Apple Orchards. *Journal of Economic Entomology*: 1640 – 1646.