Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Biologická fakulta

Vliv pozice semen na mateřské rostlině na jejich vybrané vlastnosti u druhů *Heracleum sphondylium* a *Pastinaca sativa* (čeleď *Apiaceae*)

Bakalářská diplomová práce
2002

Veronika Horváthová
vedoucí práce: Milan Štech
konzultant: Stanislav Mihulka

Horváthová V. (2002): Vliv pozice semene na mateřské rostlině na jeho vybrané vlastnosti u druhů *Heracleum sphondylium* a *Pastinaca sativa* (čeleď *Apiaceae*) [The effect of seed position on the mother plant on choice seed charakteristics at the species *Heracleum sphondylium* and *Pastinaca sativa* (the family *Apiaceae*)., Bc. Thesis, in Czech], Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic, p.21.

Anotace:
Seeds size and germination of two species from the family Apiaceae (*Heracleum sphondylium* and *Pastinaca sativa*) were examined to find differences in their charakteristics associated with their position on the mother plants. Species around were noted.

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně, pouze s použitím uvedené literatury.

V Českých Budějovicích, dne 14.1.2000 Veronika Horváthová

Poděkování
Mé poděkování patří mému školiteli Milanovi Štechovi za jeho rady, připomínky a trpělivost, jakou se mnou musel mít. Dále Petru Šmilauerovi za pomoc se statistickým zpracováním dat. Také bych ráda poděkovala každému, kdo nějakým způsobem přispěl k vytvoření této práce, ať už to byla poskytnutím rady, povzbuzujícím slovem či jakoukoli drobnou pomocí.
Zvláštní a velký dík patří Lindě Podlenové a Elišce Zapomělové. Lindě za její rady do mých začátků, stálou pomoc a ochotu, se kterou mě doprovázela na cestách silničními příkopy, zatímco ona mě vodila po mezích vonících mateřídouškou. Elišce za její všestrannou podporu, která mi mnohé ulehčila.

Obsah

1. Úvod 1
1.1 Čeleď *Apiaceae* (miříkovité) 1
1.1.1. Rod *Heracleum* – bolševník 3
1.1.2. Rod *Pastinaka* – pastinák 3
1.2.Charakteristiky semen 3
1.2.1.Produkce a disperze semen 3
1.2.2.Velikost semen 5
2. Metodika 7
2.1 Sběr semen 7
2.2. Vlastnosti semen 7
2.2.1. Hmotnost a odhad velikosti plochy semen 7
2.2.2. Klíčivost semen 8
2.3. Fytocenologické snímky 8
2.4. Statistické zpracování 10
3. Výsledky 11
3.1. Vlastnosti semen 11
3.1.1. Hmotnost semen 11
3.1.2.Plocha semen 13
3.1.3. Klíčivost semen 15
3.2. Fytocenologické snímky 15
4. Diskuse 17
4.1. Velikost semen 17
4.2.Klíčivost semen 18
4.3. Vztah k okolní vegetaci 19
5. Literatura 20

1. Úvod

1.1. Čeleď *Apiaceae* (miříkovité)

Čeleď má asi 270 rodů zahrnujících 2 850 druhů po celém světě. Jsou to byliny, povětšinou s dutou a více či méně rýhovanou lodyhou, střídavými listy bez palistů, většinou s členěnou nebo složenou čepelí. Řapík lodyžních listů mívá zřetelnou pochvu. Květenství je jednoduchý či složený okolík tvořený dílčími květenstvími okolíčky, vzácně strboul. Pod květenstvím může být vytvořený obal z podpůrných listenů, pod okolíčky pak obalíček. Květy bývají zpravidla oboupohlavné, zřídka sekundárně jednopohlavné. Spodní semeník je srostlý ze dvou plodolistů. (TOMŠOVIC 1997)

Charakteristickým plodem rostlin čeledi *Apiaceae* je dvounažka, která se v době své zralosti většinou rozpadá na dva plůdky (merikarpia) často spojené karpoforem. Merikarpia k sobě přiléhají břišní stranou. Na hřbetní straně mohou být pozorovatelná hlavní žebra. Žebra nejbližší k břišní straně se označují jako okrajová a mohou být zvětšená až křídlatá. Na příčném průřezu plůdkem jsou v oplodí patrné sekreční kanálky (TOMŠOVIC 1997). Vznikají schizogenně a u některých druhů mohou v době zralosti plodů vymizet. Morfologie nažek je hlavním diagnostickým znakem pro určování jednotlivých druhů (KLÁN 1947).

Molekulárních metody srovnávající sekvence genů *rpl*16 a *rpo*C1 chloroplastové DNA a sekvence genu *rps*16 chloroplastové DNA a sekvence ITS nukleární ribozomální DNA u zástupců čeledi Apiaceae ukazují, že rody *Heracleum* a *Pastinaca* jsou blízce příbuzné a nacházejí se v jedné vývojové větvi, ve skupině ještě s rody *Tordylium*, *Malabaila* a *Zosima*. Rod *Heracleum* podle těchto analýz není monofyletický, ale druhu *Heracleum sphondylium* se to netýká. Druh *Heracleum mantegazzianum* nebyl v analýzách zahrnut (DOWNIE et al. 2000a, 2000b).

Tato práce se zabývala především druhy *Heracleum sphondylium* a *Pastinaca sativa*. Často je zde ovšem zmiňován i druhý zástupce rodu *Heracleum* – *H. mantegazzianum*. Tato nápadná největší evropská bylina je díky svým invazivním vlastnostem předmětem mnoha studií. U druhu *Pastinaca sativa* byl jeho poddruh *Pastinaca sativa* subsp. *urens* nalezen jen na jedné navštívené lokalitě (Solenice).

1.1.1. Rod *Heracleum* – bolševník

Dvouleté nebo víceleté polykarpické byliny, obvykle statného vzrůstu. Lodyha je přímá, rozvětvená. Přízemní listy jsou jednoduché až složené, lodyžní se směrem nahoru zmenšují Okolíky jsou složené, bohaté , víceméně ploché. Barva korunních lístků je bílá, načervenalá nebo žlutavě zelenavá. Vnější korunní lístky okrajových květů okolíčku jsou podstatně větší než vnitřní, paprskující (zygomorfní). (HOLUB 1997)

Dvounažky jsou silně zploštělé, v obrysu eliptické, vejčité nebo obvejčité až okrouhlé. Karpofor je rozdělen až k bázi. Merikarpia mají široká křídla. Sekreční kanálky jsou zřetelné, u tohoto rodu dosahují největší velikosti (KLÁN 1947), stejně vyniklé jako hlavní žebra (HOLUB 1997).

Rod má na území České republiky dva běžněji se vyskytující zástupce – domácí druh *Heracleum sphondylium* a invazní druh *Heracleum mantegazzianum*. Jsou uváděny příklady, kdy v oblastech společného výskytu mezi nimi došlo k hybridizaci.

Kříženci mají intermediární znaky. Jejich přirozená frekvence výskytu je obvykle menší než 0,1% (HOLUB 1997, SHEPPARD 1991, TILEY et al. 1996)

***Heracleum sphondylium* L. – bolševník obecný**

Druh s lodyhou 30–200 cm vysokou a 0,5–3,0 cm širokou. Přízemní listy jsou 20–60 cm dlouhé. Merikarpia jsou kolem 0,8 mm silná, dlouhá 5–11 mm, široká 4–9 mm (HOLUB 1997), průměrná váha životaschopné nažky je 3,3 mg (2-10 mg) (SHEPPARD 1991).

Na území České republiky se druh rozpadá do čtyř poddruhů, které mohou být pokládány i za samostatné druhy, mezi nimiž existují poměrně četné přechodné typy. Základními znaky pro jejich rozlišování jsou odění semeníků u oboupohlavných květů v době kvetení, tvar korunních lístků u okrajových květů v okolíčku a barva korunních lístků. Poddruhy mají v ČR rozdílné rozšíření a odlišná centra výskytu. (HOLUB 1997)

- subsp. *sphondylium* (bolševník obecný pravý) západní oblasti ČR až po střední Moravu
- subsp. *trachycarpum* (bolševník obecný karpatský) východní a severní Morava, severovýchodní Čechy
- subsp. *glabrum* (bolševník obecný žlutavý) jižní a střední Morava
- subsp. *chloranthum* (bolševník obecný zelenokvětý) jižní a střední Morava, není vyloučeno, že jde o hybridní typ vzniklý křížením subspecií *glabrum* × *sphondylium*

Tato práce se věnovala poddruhu *Heracleum sphondylium* subsp. *sphondylium.*, hojnému na většině území státu.

Heracleum sphondylium je běžný na loukách (zvláště hnojených), vlhčí pastvinách, v lužních lesích a jejich lemech, na lesních světlinách, vlhkých rumištích, pobřežních bylinných porostech a v příkopech u cest. Vyžaduje humózní, dusíkem dobře zásobené půdy. Vyskytuje se hlavně ve společenstvech řádu *Arrhenatheretalia*, svazů *Filipendulion* a *Alno-Ulmion* a dále v ruderalizových společenstvech třídy *Galio-Urticetea.*

***Heracleum mantegazzianum* SOMMIER et LEVIER**

Rostliny 100–500 cm vysoké, s šířkou lodyhy při bázi 2–10cm. Přízemní listy 50–200 cm dlouhé. Merikarpia jsou 9–13 mm dlouhá a 5–8 mm široká (HOLUB 1997), jiné zdroje udávají délku 6–18 mm a šířku 4–10 mm. Váha suchých merikarpií se pohybuje kolem rozmezí 4,6–23,2 mg , průměrná váha udávaná pro dvě britské populace je 16,5 mg a 18,2 mg (TILEY et al.1996).

Heracleum mantegazzianum se vyskytuje v lesních lemech, na lesních světlinách, okrajích křovin, neobdělávaných vlhčích loukách, opuštěných zahradách a travnatých plochách, v silničních příkopech, u železničních tratích, při vodních tocích, ve vegetaci městských sídlišť apod. Vyžaduje humózní, živinami, zvláště na dusík, bohaté půdy.

Je to agresivní invazní typ, jenž mění podstatně složení rostlinných společenstev, do nichž vstoupil a vytváří velmi ochuzená společenstva se svým dominantním zastoupením. Tato společenstva patří do okruhu třídy *Galio-Urticetea* a svazů *Sambuco-Salicion capreae* a *Filipendulion.*

Druh má původní areálu na na jižních svazích západního Kavkazu, kde roste ve středně horském stupni v horských nivách, na okrajích lesů, pasekách a ve světlinách. Nedosahuje zde takových rozměrů jako v naturalizované části sekundárního areálu

(výška rostlin se udává v rozsahu 200–220 cm) (HOLUB 1997, PYŠEK 1997, TILEY et al. 1996).

1.1.2. Rod *Pastinaca* – pastinák

Dvouleté nebo vytrvalé byliny. Přízemní i lodyžní listy jsou obvykle jednoduše zpeřené. Ve složeném okolíku obvykle chybí obal i obalíčky. Korunní lístky žluté, nepaprskující. Dvounažky v obrysu eliptické až téměř okrouhlé, ze hřbetu silně smáčklé. Karpofor je nitkovitý, rozdělený až k bázi. Merikarpia mají silně zploštělá okrajová žebra vytvářející lemy (Hrouda1997).

***Pastinaca sativa* L. – pastinák setý**

Monokarpické rostliny, vysoké 30–100 cm. Merikarpia jsou 5–7 mm dlouhá a 3,5–6,5 mm široká (HROUDA 1997).

Druh je značně proměnlivý zejména v odění a rýhování lodyhy, tvaru lístků a plodů, počtu a délce stopek okolíčků. Na základě těchto znaků jsou v rámci celého areálu rozlišovány 3–4 typy, hodnocené jako poddruhy i samostatné druhy. Na našem území se vyskytují dva podruhy.

- subsp. *sativa* (pastinák setý pravý)

Listy i ostře hranatá, hluboce rýhovaná lodyha jsou porostlé roztroušenými krátkými přitisklými, jen na spodní straně lístků šikmo odstálými chlupy. Okolíky tvoří 8–18 okolíčků na nestejně dlouhých stopkách. Křídlatý lem dvounažek je poměrně široký, zabírající 1/4–1/2 šířky plodu. Rozšířen je po celém území státu, v horách vzácně.

- subsp. *urens* (pastinák setý tmavý)

Listy i tupě hranatou, mělce rýhovanou lodyhu má nápadně chlupaté krátkými odstálými chlupy. Okolíky tvoří 5–7 okolíčků s víceméně stejně dlouhými stopkami. Dvounažky mají křídlatý lem poměrně úzký, zabírá 1/5–1/3 šířky plodu.Je roztroušeně rozšířen v západní a jižní části Čech. Tento poddruh má u nás severovýchodní hranici areálu (HROUDA 1997).

Pastinaca sativa se obvykle vyskytuje na loukách, mezích, železničních náspech, v silničních příkopech, popř. na jiných otevřených synantropních stanovištích. Je to světlomilný druh rostoucí na čerstvě vlhkých až polosuchých, živinami bohatých půdách. Je diagnostickým druhem lučních společenstev svazu *Arrhenatherion* a ruderálních společenstev svazu *Dauco-Melilotion* podél komunikací (HROUDA 1997).

V Evropě se vyskytuje jako archeofyt a byl dále zavlečen do Severní i Jižní Ameriky, Austrálie a na Nový Zéland (HROUDA 1997). Místy se využívá jako kořenová zelenina a je pěstován ke komerčním účelům (GRAY et al. 1984,1985, GRAY & STECKEL 1985, HASSELL & KRETCHMAN 1997, HROUDA 1997).

1.2.Charakteristiky semen

1.2.1.Produkce a disperze semen

Rostliny se šíří pomocí diaspor. Diaspora je podle SLAVÍKOVÉ (1986) jakýkoli oddělený orgán, nebo jeho část, schopný vyrůst v novou rostlinu. Dále uvádí, že k označení diaspory generativního původu se obecně používá termínu semeno. Budou jím označovány i zde zkoumané diaspory rostlin z čeledi Apiaceae – merikarpia.

U obou výše uvedených rodů je typem květenství složený okolík. V uspořádání okolíků na rostlině lze najít určitou hierarchii. Hlavní lodyha je ukončena jediným terminálním (apikálním) okolíkem. Na větvích, které z ní vyrůstají, se pak nalézají

laterální okolíky, též označované jako satelitní. Z nich mohou vyrůstat větve ukončené okolíky dalšího řádu (SHEPPARD 1991, TILEY et al. 1996). HENDRIX (1984) označuje jednotlivé řády okolíků jako primární (odpovídá terminálnímu), sekundární a terciární. Okolíky rozkvétají v průběhu sezóny postupně.

Některé řády okolíků se u rostliny vůbec nemusí vyvinout. U rodu *Heracleum* lze nejčastěji nalézt okolíky prvních dvou řádů a v menším počtu než u rodu *Pastinaca*, který je více větvený. U toho nejsou výjimkou ani kvarterní okolíky, ani okolíky, které podle výše uvedené hierarchie zařadit nelze (Na místě okolíčku ve složeném květenství vyrůstá opět větévka ukončená okolíkem.) (vlastní pozorování).

Množství jednotlivých okolíků daného řádu na rostlinu a jejich velikost jsou i v rámci druhu značně proměnlivé. *Heracleum sphondylium* mívá okolíky s průměrem do 25 cm tvořené 8–45 okolíčky, u druhu *Heracleum mantegazzianum* bývá v okolíku 20–150 okolíčků a terminální okolík může dosáhnout v průměru až 80 cm (HOLUB 1997, TILEY et al. 1996). *Pastinaca sativa* mívá okolíky s 5–18 okolíčky (HROUDA 1997).

Počet okolíků a jejich velikost přirozeně rozhodují o množství vytvořených semen. *Heracleum sphondylium* může za sezónu vytvořit až 5 000 semen (Po sezóně s velmi značnou produkcí semen však často následuje senescence, oslabené kořeny s vyčerpanými zásobami jsou snadno napadány a v průběhu zimy se pak rozloží.), průměrný počet je přibližně 850. Během svého celého života pak vyprodukuje až 10 000 semen. Skutečně staří jedinci druhu *Heracleum sphondylium* s lodyhou přes 3 m vysokou a s více než třiceti okolíky však mohou vytvořit 10–20 000 semen za jedinou sezónu (SHEPPARD 1991).

Značná je produkce semen u druhu *Heracleum mantegazzianum*. Rostlina může mít až 80 000 květů, z nichž každý poskytne dvě merikarpia. Odhady počtu semen se liší, maximální údaj hovoří o rostlině z Irska ze 108 000 semeny (TILEY et al. 1996), průměrný počet semen v Evropě se pohybuje kolem 15 000.

Semena se dostávají od mateřské rostliny různými způsoby, které závisejí na jejich morfologii a charakteru. Semena zde probíraných druhů jsou přizpůsobena především k anemochorii. Jsou lehká a plochá, při okrajích mají žebra rozšířena do křídel, takže mohou být snadno rozšiřována větrem. Nicméně jejich tvar jim (zvláště u rodu *Heracleum*) umožňuje i snadné šíření vodou. Uvádí se, že semena druhu *Heracleum mantegazzianum* vydrží plovoucí na vodní hladině až 3 dny, než klesnou ke dnu. Nezanedbatelný vliv na šíření těchto druhů, vyskytujících se často na synantropních stanovištích, má i člověk (PYŠEK 1997).

Rozšiřovaná semena se hromadí v povrchové vrstvě půdy, kde čekají na vhodné podmínky k vyklíčení. K tomu může dojít poměrně brzy, ale většinou semena setrvávají v půdě v latentním stavu dormance jako zdroj potenciální vegetace (semenná banka). Dormance umožňuje rostlině překonat období, které je nepříznivé pro její růst a vývoj (SLAVÍKOVÁ 1986). BEGON et al. (1997) rozlišuje tři typy dormance: vrozenou (primární), vnucenou (sekundární) a indukovanou.

Vrozená dormance je geneticky určenou vlastností semen. Ta vyklíčí až po určitém, specifickém stimulu, který dormanci přeruší. Ke klíčení pak dochází synchronně. Bývá to často nízká teplota (stratifikace) nebo střídání teplot, jindy je to dozrání embrya, narušení osemení, světlo, fotoperioda, přítomnost vody či jiné faktory. U vynucené dormance semena zůstavají v latentním klidu proto, že podmínky

na stanovišti nejsou dostatečně vhodné pro jejich vyklíčení. Vyklíčí, jakmile se vhodné podmínky vytvoří. Indukovaná dormance je stav, do nějž je semeno uvedeno obdobím vnucené dormance. Po tomto období však semeno musí dostat podnět navíc, aby mohlo vyklíčit (SLAVÍKOVÁ 1986, BEGON et al. 1997).

Dormance řady našich druhů se přeruší působením mrazů v zimním období. Takové druhy klíčí až na na jaře, v druhém roce po uzrání semen. Týká se to i druhů *Heracleum sphondylium*, *Heracleum mantegazzianum* a *Pastinaca sativa* (HENDRIX 1984, HENDRIX et al. 1991, SHEPPARD 1991, TILEY et al. 1996). Během stratifikace dochází postupně k odbourávání kyseliny abscisové a jiných látek inhibiční povahy (BEGON et al. 1997 , PROCHÁZKA et al. 1998, SLAVÍKOVÁ 1986).

U čeledi *Apiacea* převládá morfofyziologická dormance. Embryo není v době, kdy semeno opouští rostlinu ještě ne zcela vyvinuté a dorůstá až během následujících měsíců, k čemuž potřebuje ještě další specifické podmínky. Růst např. závisí na teplotě, přičemž embrya se lépe vyvíjejí za nižších tepiot (URBANOVÁ 2000).

Zásoba životaschopných semen v půdě postupně klesá klesá následkem přirozené ztráty klíčivosti. Pro *Pastinaca sativa, Heracleum sphondylium* a *Heracleum mantegazzianum* jsou udávány někdy hodně odlišné údaje o délce jejich životaschopnosti.

1.2.2. Velikost semen

Jedinci v potomstvu se od sebe mohou lišit velikostí (BEGON et al. 1997). Velikost či spíše hmotnost semen zde slouží spíše jako hrubý odhad množství zásobních látek, které má semeno k dispozici. Tento odhad je samozřejmě poněkud zkreslený. Hmotnost semen je ovlivněna mimo jiné např. tloušťkou osemení a rezervní látky mohou být různé povahy, s odlišnou hodnotou energie (SALISBURY 1942). Rozdíly ve velikosti semen mohou být dány např. pozicí vajíček v semeníku či pozicí v rámci květenství (HARPER et al.1970).

Rostlina může obecně zisk z fotosyntézy vynaložit na utváření semen dvěma způsoby. Buď investuje do velkého počtu malých semen nebo naopak do menšího počtu větších semen (SALISBURY 1942). Nejvýhodnější situace pro rostlinu je, když mají všichni potomci dohromady nejvyšší celkovou reprodukční hodnotu (BEGON et al.1997).

Malá semena mají více limitované zdroje, jejich výhodou je však větší rozptyl a tím i větší šance obsadit všechna možná příznivá stanoviště. U velkých semen větší množství zásobních látek umožňuje jejich semenáčkům přežít po určité období, jehož délka vzrůstá s množstvím zásobních látek, nezávisle na své vlastní fotosyntetické produkci. Tato semena tedy budou zvýhodněna v uzavřených společenstvech, kde dochází ke konkurenci o světlo (SALISBURY 1942). Velikost semen je také důležitá pro přežití tam, kde je velká hustota semenáčků na jednotku plochy a dochází mezi nimi ke konkurenci a přirozenému samozřeďování (HARPER et al. 1970, BEGON et al1997). Semenáčky z velkých semen jsou na konkurenci připraveny, zatímco malá semena při svém širším rozptylu spíše najdou místo, kde se konkurenci vyhnou (SALISBURY 1942). Rozdíly ve velikosti a váze semen však mohou mít i další biologické aspekty. Malá hmotnost semen skrz větší disperzi redukuje vnitrodruhovou konkurenci. Malá semena jsou také více odolná vůči predaci (HARPER et al. 1970).

U určitého počtu druhů, zvláště z čeledí *Chenopodiaceae*, *Asteraceae* a *Brassicaceae*, se vyskytuje somatický polymorfismus plodů či semen, kdy rostliny

produkují semena dvou či více tvarů nebo velikostí. Rozdíl mezi jednotlivými typy semen je určen mateřskou rostlinou, nikoliv genetickými rozdíly mezi semeny. Semena mívají odlišné ekologické role, odlišnou dormanci, váhu i mechanismus disperze. Např. u druhu *Atriplex patula* většina (přibližně 98%) semen je malých s průměrnou váhou kolem 0,831 mg, ale 1–2% semen dosahuje hmotnosti 2,5 mg. Tato velká semena klíčí dříve a produkují větší a mohutnější semenáčky. Během nepříznivých podmínek přežilo 50% těchto semenáčků, zatímco semenáčky z malých semen nepřežily žádné. I další studie dokazují, že obecně velká semena klíčí lépe a rychleji než malá (BEGON et al. 1997, SALISBURY 1942).

Vztahem mezi velikostí semen a typem společenstva se zabýval SALISBURY (1942). Podle něj druh s většími semeny se spíše udrží v pokročilejších stádiích sukcese, kdy jsou společenstva již více uzavřená a kokurence o světlo je výraznější. Druh, který je schopný alespoň příležitostné produkce větších semen, je pak schopný udržet se i v těchto pokročilejších fázích sukcese.

Cíle práce

1. Zhodnotit vybrané vlastnosti semen u druhů *Heracleum sphondylium* a *Pastinaca sativa*.
   Zjistit variabilitu ve hmotnosti a ploše semen v závislosti na pozici na mateřské rostlině.
   Zjistit klíčivost semen v závislosti na pozici na mateřské rostlině.

2. Zaznamenat vegetaci na stanovištích, kde byly přítomny sledované druhy.

2. Metodika

2.1. Sběr semen

V průběhu podzimu roku 2000 byla na deseti lokalitách, vždy z několika rostlin, sesbírána zralá nepoškozená semena obou druhů, přičemž byly rozlišovány jednotlivé rostliny a pozice semen v rámci nich. Tedy to, pochází-li z primárního či sekundárních okolíků, a zároveň zda jsou ze středu okolíku nebo jeho okraje.

Protože bylo zapotřebí získat co nejvíce semen, a ne všechny rostliny měly semena z obou typů okolíků, byl počet rostlin (a rovněž i počet okolíků), které poskytly semena, na každé lokalitě odlišný.

Semena byla zbavena nečistot a v papírových sáčcích uskladněna při pokojové teplotě do doby, než byl ukončen sběr všech semen. Po té byla přemístěna do ledničky, kde byla po 7 měsíců skladována při teplotě 2°C.

Lokality *Pastinaca sativa*

- jižní Čechy:

České Budějovice – populace na okraji areálu JU a AV

Hluboká nad Vltavou – lokalita nadále označována jako Hluboká

1. populace před domy naproti nádražní budově železniční stanice Hluboká nad Vltavou

2. populace podél parovodu v úseku 1–1,5 km severozápadně od železniční stanice Hluboká nad Vltavou)

Markvartice – lokalita nadále označována jako Velešín, populace při okraji silnice mezi Zubčickým potokem a Markvarticemi, cca 1,5 km jihozápadně od železniční stanice Velešín

- střední Čechy

Solenice – populace u silnice na západním okraji Solenic u značky začátku obce ve směru od Dolní Líšnice západní Čechy:

Doubrava (ca 13,5 km JV od Chebu při trati ve směru na Plzeň) – populace cca 0,5 km jihovýchodně od železniční zastávky Lipová u Chebu v blízkosti Stebnického potoka

Františkovy Lázně – populace v západní části travnaté plochy mezi silnící E49 a turistickou cestou (červená značka) na Žírovice, cca 1 km severně od železniční stanice Františkovy Lázně

Cheb – populace na východním okraji města (Švédský vrch) v úseku cca 1 km západně od křižovatky v Maškově směrem k železničnímu mostu

Mariánské Lázně – populace podél trati u železničního přejezdu cca 200m jihovýchodně od nádražní budovy železniční stanice Mariánské Lázně

2.2. Vlastnosti semen

2.2.1. Hmotnost a odhad velikosti plochy semen

Digitálním posuvným měřítkem byla zjištěna výška a šířka u 10 semen z každého vzorku charakterizovaného rostlinou, řádem okolíku a pozicí semene na okraji či ve středu daného okolíku. Vynásobením obou rozměrů byla získána hodnota, která zastupovala velikost jejich plochy. Ačkoli se tedy jedná o odhad plochy semene, bude tato hodnota nadále označována pouze jako plocha.

Z každého vzorku bylo zváženo 50 semen. Hmotnost jednotlivých semen obou druhů je velmi nepatrná, a proto byla semena vážena po 10 kusech.

Zjištěné údaje byly použity k vyhodnocení variability semen v rámci druhu a ke zjištění vlivu pozice semene na mateřské rostlině na jeho vlastnosti.

2.2.2. Klíčivost semen

U semen byla dále zkoumána jejich klíčivost při třech podmínkách: na světle, při zástinu zelenou fólií, napodobující zastínění okolní vegetací, a ve tmě.

Při tomto pokusu se pro každou podmínku rozlišovalo 9 skupin podle jednotlivých lokalit: pěti lokalit druhu *Heracleum sphondylium* (Doubrava, Hluboká, Mariánské Lázně, Markvartice, Solenice) a čtyř lokality druhu *Pastinaca sativa* (Františkovy Lázně, Hluboká, Cheb, Solenice). Naneštěstí došlo ke znehodnocení sběru semen druhu *Pastinaca sativa* z lokality České Budějovice a ten nemohl být v pokusu použit.

V rámci jedné skupiny pak byly čtyři podskupiny podle původu semen ze středu primárních okolíků, z okraje primárních okolíků, ze středu sekundárních okolíků a z okraje sekundárních okolíků.

Semena z jednotlivých podskupin byla ponechána jeden den ve vodě s přidaným živočišným uhlím, aby se z nich vyluhovala alespoň část případných inhibičních látek (HASSELL & KRETCHMAN 1997), a poté byla vyseta po 25 kusech do Petriho misek na navlhčený filtrační papír. Každá podskupina měla 3 replikace, pokus tedy celkem obsahoval 348 Petriho misek po 25 semenech.

Misky byly umístěny v místnosti s teplotou pohybující se mezi 18 až 22°C. V průběhu pokusu byla semena udržována ve vlhku a průběžně kontrolována po dobu 6 týdnů. Dvakrát jim byl vyměněn filtrační papír (po prvním a třetím týdnu pokusu), aby se omezilo šíření plísní a také odstranil možný vliv zbytku nevylouhovaných inhibičních látek. Semena, která zplesnivěla, byla vyřazena, stejně jako ta, která vyklíčila. Za vyklíčená byla považována ta semena, u kterých se objevil kořínek

2.3. Fytocenologické snímky

V průběhu léta a podzimu roku 2001 bylo na lokalitách, na nichž byla sebrána semena (viz výše), a na dalších místech, kde se vyskytoval alepoň jeden ze sledovaných druhů, *Pastinaca sativa*, *Heracleum sphondylium* a *Heracleum mantegazzianum*, pořízeno 79 fytocenologických snímků o ploše 25 m^2. Často byla snímkována vegetace podél liniových komunikací (silnice a železnice).

Jména druhů byla sjednocena podle ROTHMALERA (1982).

Popis lokalit:

- jižní Čechy:

Hluboká nad Vltavou:

1. porost před domy naproti nádražní budově železniční stanice Hluboká nad Vltavou
2. porosty podél parovodu v úseku 1–1,5 km severozápadně od železniční stanice Hluboká nad Vltavou
3. porost u odbočky ze silnice od Hluboké k ZOO Ohrada mezi Munickým rybníkem a rybníkem Velký Zvolenov

Markvartice: porosty při okraji silnice mezi Zubčickým potokem a Markvarticemi, cca 3,5 km od železniční stanice Velešín

- střední Čechy:

Solenice: (obec pod hrází Orlické vodní nádrže)

1. porost podél silnice u autobusové zastávky Bohostice – Zalaby
2. porost podél silnice u autobusové zastávky Solenice – Dolní Líšnice
3. porost u silnice vedle označení začátku obce Solenice ve směru od Dolní Líšnice
4. porost v intravilánu obce u silnice při okraji vodní nádrže Kamýk naproti značení 143. km
5. porost na severním okraji Solenic při okraji vodní nádrže Kamýk naproti značení 142. km

- západní Čechy:

Doubrava: (13,5 km JV od Chebu při trati ve směru na Plzeň)

1. porost v intravilánu obce na pozemku Skanzenu Doubrava
2. porost u trati cca 50 m jižně od nádražní budovy železniční zastávky Lipová u Chebu
3. porosty cca 0,5 km jihovýchodně od železniční zastávky Lipová u Chebu v blízkosti Stebnického potoka

Františkovy Lázně:

1. porost podél turistické cesty (červená značka) na Žírovice, cca 1,5 km severně od železniční stanice Františkovy Lázně
2. porost podél železniční trati mezi 1. a 2. železničním přejezdem ve směru od železniční stanice Františkovy Lázně na Hazlov
3. porosty podél silnice 50 m jižně od křižovatky E49 se silnicí na Hazlov u městského hřbitova
4. porost podél silnice 50–100 m východně od městského hřbitova

Cheb: porost na východním okraji města (Švédský vrch) v úseku cca 1 km západně od křižovatky v Maškově (odbočka k městskému hřbitovu) směrem k železničnímu mostu **Mariánské Lázně**:

1. porost podél trati u železničního přejezdu cca 200 m jihovýchodně od nádražní budovy železniční stanice Mariánské Lázně
2. porost podél trati naproti železniční stanici Mariánské Lázně na okraji zahrádkářské kolonie

Planá u Mariánských Lázní:

1. porost u slepé koleje naproti nádražní budově východním směrem
2. porosty podél hřiště cca 0,75 km po modré turistické značce od železniční stanice směrem do centra města

Sv. Anna (mezi Planou u Mariánských Lázní a Chodovou Planou, u severovýchodního okraje přírodní rezervace Anenské rybníky): porosty podél turistické cesty (červená značka) v úseku cca 300 m

Získaná data byla použita k vyhodnocení vztahů sledovaných druhů k okolní vegetaci.

2.4. Statistické zpracování

Vlastnosti semen, vliv jejich pozice na mateřské rostlině a data týkající se klíčivosti *Pastinaca sativa* subsp. *urens* (viz výsledky) byly vyhodnoceny v programu STATISTICA 5.5.

Charakteristiky souborů dat (rozsah hodnot, průměrná hodnota a SE) byly zjištěny pomocí Descriptive statistics.

Klíčivost semen byla uváděna v procentech, a proto byly tyto údaje upraveny použitím arcsinové transformace (LEPŠ 1996). Klíčivost semen v závislosti na původu semene a podmínce byla vyhodnocena metodou dvoucestné analýzy variance.

K vyhodnocení vlivu pozice semene na mateřské rostlině na jeho vlastnosti byla použita metoda hierarchické analýzy variance. Pro tuto analýzu byly vybrány pouze ty rostliny, které měly oba typy zkoumaných okolíků, bez ohledu na lokalitu ze které pocházely. Celkem to bylo 25 rostlin *Heracleum sphondylium,* 47 rostlin *Pastinaca sativa* pro analýzu hmotnosti a 41 rostlin *Pastinaca sativa* pro analýzu plochy (některé vzorky byly znehodnoceny)

Data z fytocenologických snímků byla zpracována v programu CANOCO for Windows verze 4.02, grafické výstupy v programu CanoDraw for Windows verze 4.0. Pro vyjádření pokryvnosti druhů byla použita upravená Braun-Blanquetova stupnice (r → 1, + → 2, 1 → 3, 2 → 4, 3 → 5, 4 →6, 5 → 7).

Data byla vyhodnocena metodou přímé ordinace (DCCA), kde vysvětlující proměnnou byla přítomnost sledovaných druhů (*Pastinaca sativa*, *Heracleum sphondylium*, *Heracleum mantegazzianum*) a metodou nepřímé ordinace druhů (DCA), do které byly následně promítnuty jako vysvětlující proměnné přítomnost sledovaných druhů a typ stanoviště (porosty podél silnice – „silnice", porosty podél železnice – „železnice", nižší, obvykle rozvolněnější porosty vegetace , vyšší porosty zapojené vegetace). Všechny vysvětlující proměnné byly zadány jako indikátorové proměnné. Vliv vysvětlující proměnné v přímé ordinaci byl otestován Monte-Carlo permutačním testem (499 permutací).

Výsledky všech testů byly hodnoceny na hladině významnosti $\alpha = 0{,}05$.

3. Výsledky

3.1. Vlastnosti semen

3.1.1. Hmotnost semen

Průměrná hmotnost všech semene druhu *Heracleum sphondylium* (H) byla 3,7 ± 0,05 mg, druhu *Pastinaca sativa* (P) 2,3 ± 0,03 mg (podrobněji Tab. 1. a Tab. 2.)

U semen z primárních okolíků (dále jako primární semena) byly průměrné hmotnosti 3,8 ± 0,07 mg (H) a 2,9 ± 0,04 mg (P). Semena ze sekundárních okolíků (dále jako sekundární semena) měla průměrnou hmotnost u bolševníku 3,2 ± 0,8 mg (74% hmotnosti primárních semen), u pastináku 1,9 ± 0,03 mg (66% hmotnosti primárních semen) (Tab. 3. a Tab. 4.).

Primární semena byla u obou druhů průkazně těžší než sekundární semena ($p_H < 10^{-6}$, $F_H = 45{,}943$ / $p_P < 10^{-6}$, $F_P = 57{,}816$). Rozdíly ve hmotnosti semen pocházejících z okrajů a středů okolíku byly rovněž průkazné (primární: $p_H < 10^{-6}$, $F_H = 4{,}767$ / $p_P < 10^{-6}$, $F_P = 5{,}950$; sekundární: $p_H < 10^{-6}$, $F_H = 8{,}148$ / $p_P < 10^{-6}$, $F_P = 2{,}335$).

lokalita	rozsah (mg)		hmotnost semen (mg) (průměr, SE)		
	P	S	V	P	S*
Doubrava	1,3–8,9	1,7–7,0	4,8 ± 0,09	5,3 ± 0,14	4,3 ± 0,10 (81%)
Hluboká	1,0–7,9	1,5–4,8	3,0 ± 0,13	3,1 ± 0,17	2,7 ± 0,12 (87%)
Mar. Lázně	1,1–10,1	1,4–5,6	4,4 ± 0,15	4,8 ± 0,17	2,8 ± 0,21 (58%)
Solenice	1,0–5,6	0,9–2,8	2,4 ± 0,06	2,5 ± 0,06	1,9 ± 0,12 (76%)
Velešín	1,4–7,3	1,3–3,4	3,3 ± 0,10	3,9 ± 0,12	2,2 ± 0,06 (56%)
celkově	1,0–10,1	0,9-7,0	3,7 ± 0,05	3,8 ± 0,07	3,2 ± 0,08 (84%)

Tab. 1. Hmotnost semen druhu *Heracleum sphondylium*; P – primární semena, S – sekundární semena, V – všechna semena, * – číslo v závorce udává procento dosažené hmotnosti primárních semen

lokalita	rozsah (mg)		hmotnost (mg) (průměr, SE)		
	P	S	V	P	S*
Č. Budějovice	0,3–1,2	0,3–2,4	1,0 ± 0,05	0,8 ± 0,07	1,1 ± 0,07 (138%)
Fran. Lázně	1,2–5,8	0,5–4,2	2,8 ± 0,06	3,4 ± 0,08	2,2 ± 0,05 (65%)
Hluboká	1,3–339	0,7–3,7	1,9 ± 0,05	2,4 ± 0,09	1,8 ± 0,05 (75%)
Cheb	1,2–4,8	0,6–3,7	2,6 ± 0,06	3,2 ± 0,07	2,0 ± 0,06 (63%)
Solenice	0,7–4,3	0,5–4,2	2,2 ± 0,04	2,5 ± 0,06	2,0 ± 0,05 (80%)
celkově	0,3–5,8	0,3–4,2	2,3 ± 0,03	2,9 ± 0,04	1,9 ± 0, 03 (66%)

Tab. 2. Hmotnost semen druhu *Pastinaca sativa*; P – primární semena, S – sekundární semena, V – všechna semena, * – číslo v závorce udává procento dosažené hmotnosti primárních semen

	hmotnost (mg) (průměr, SE)	rozsah (mg)
V	4,3 ± 0,08	0,9–10,1
P	5,1 ± 0,11	1,3–10,1
Ps	5,1 ± 0,16	1,3–10,1
Po	5,1 ± 0,15	2,2–9,6
S	3,5 ± 0,10	0,9–7,0
Ss	3,3 ± 0,13	0,9–6,4
So	3,6 ± 0,14	1,3–7,0

Tab. 3. Hmotnost semen z kompletních rostlin u druhu *H. sphondylium*, V – všechna , P – primární, S – sekundární, s– střed, o–okraj

	hmotnost (mg) (průměr, SE)	rozsah (mg)
V	2,4 ± 0,031	0,5–5,8
P	2,9 ± 0,043	0,7–5,8
Ps	2,9 ± 0,059	0,7–5,4
Po	3,0 ± 0,061	1,0–5,8
S	1,9 ± 0,032	0,5–4,2
Ss	2,0 ± 0,044	0,5–3,8
So	1,9 ± 0,046	0,5–4,5

Tab. 4. Hmotnost semen z kompletních rostlin u druhu *P. sativa*, V – všechna , P – primární, S – sekundární, s– střed, o–okraj

3.1.2.Plocha semen

Průměrná plocha všech semen byla u druhu *Heracleum sphondylium* 44,1 ± 0,3 mm^2, u druhu *Pastinaca sativa* 18,8 ± 0,1 mm^2 (podrobněji Tab. 5. a Tab. 6.)

Průměrná plocha primárních semen byla 46,8 ± 0,3 mm^2 (H) a 20,7 ± 0,1 mm^2 (P), sekundárních semen 36,9 ± 0,4 mm^2 (78% plochy primárních semen) a (P) 17,4± 0,1 mm^2 (84% plochy semen primárních) (Tab. 7. a Tab. 8.).

U této vlastnosti semen byl průkazný rozdíl ($p_H < 10^{-6}$, $F_H = 60,916$ / $p_P < 10^{-6}$, $F_P = 41,141$) mezi semeny primárními a sekundárními. Mezi semeny pocházejícími z okrajů či středů daného okolíku byl průkazný rozdíl u obou typů okolíků pouze u bolševníku, u pastináku byl rozdíl ve velikosti plochy sekundárních semen neprůkazný. (primární: $p_H = 0,0005$, $F_H = 2,290$ / $p_P < 0,01$, $F_P = 2,573$; sekundární: $p_H = 0,0039$, $F_H = 1,967$ / $p_P = 0,070$, $F_P = 1,358$).

lokalita	rozsah (mm^2)		plocha semen (mm^2) (průměr, SE)		
	P	S	V	P	S*
Doubrava	22,8–75,2	17,6–56,3	42,9 ± 0,5	47,7 ± 0,6	37,0 ± 0,5 (78%)
Hluboká	22,0–80,0	25,1–63,8	43,6 ± 0,7	45,4 ± 0,9	38,8 ± 1,0 (86%)
Mar. Lázně	22,0–83,9	23,6–53,7	47,0 ± 0,6	49,5 ± 0,6	37,6 ± 0,8 (76%)
Solenice	6,6–80,0	30,4–61,2	45,9 ± 0,5	45,8 ± 0,5	47,0 ± 1,2 (103%)
Velešín	22,8–65,3	13,8–51,0	41,0 ± 0,5	45,5 ± 0,5	32,2 ± 0,6 (71%)
celkově	6,6–83,9	13,8–63,8	44,1 ± 0,3	46,8 ± 0,3	36,9 ± 0,4 (79%)

Tab. 5. Plocha semen druhu *Heracleum sphondylium*; P – primární semena, S – sekundární semena, V – všechna semena, * – číslo v závorce udává procento dosažené velikosti primárních semen

lokalita	rozsah (mm^2)		hmotnost 10 semen (mm^2) (průměr, SE)		
	P	S	V	P	S
Č. Budějovice	8,9–27,0	7,9–37,6	17,2 ±0,5	16,4 ±0,6	17,6 ±0,6 (107%)*
Fran. Lázně	11,2–31,7	8,2–35,3	18,6 ±0,2	21,3 ±0,2	15,8 ±0,2 (74%)
Hluboká	18,8–30,2	5,7–34,5	20,4 ±0,2	24,6 ±0,3	19,4 ±0,2 (79%)
Cheb	10,1–27,7	5,7–24,5	17,5 ±0,2	19,9 ±0,2	15,0 ±0,2 (75%)
Solenice	9,0–28,1	10,2–30,2	19,2 ±0,1	20,3 ±0,2	18,5 ±0,2 (91%)
celkově	8,9–31,7	5,7–37,6	18,8 ±0,1	20,7 ±0,1	17,4 ± 0,1 (84%)

Tab. 6. Plocha semen druhu *Pastinaca sativa*; P – primární semena, S – sekundární semena, V – všechna semena, * – číslo v závorce udává procento dosažené velikosti primárních semen

	plocha (mm^2) (průměr, SE)	rozsah (mm^2)
V	44,83 ± 0,04	17,57–83,89
P	51,90 ± 0,52	22,76–83,88
Ps	52,20 ± 0,76	22,77–83,89
Po	51,60 ± 0,70	22,81–80,03
S	37,75 ± 0,39	17,57–63,79
Ss	37,12 ± 0,52	17,57–61,14
So	38,39 ± 0,57	19,63–63,80

Tab. 7. Velikost plochy u kompletních rostlin druhu *H. sphondylium*, V – všechna , P – primární, S – sekundární, s– střed, o–okraj

	plocha (mm^2) (průměr, SE)	rozsah (mm^2)
V	18,64 ± 0,11	5,71–35,26
P	21,08 ± 0,13	9,46–31,72
Ps	21,09 ± 0,19	10,07–31,39
Po	21,06 ± 0,19	9,47–31,72
S	16,20 ± 0,12	5,71–35,26
Ss	16,16 ± 0,17	5,71–34,46
So	16,23 ± 0,16	7,53–35,26

Tab. 8. Velikost plochy u kompletních rostlin druhu *P. sativa*, V – všechna , P – primární, S – sekundární, s– střed, o–okraj

3.1.3. Klíčivost semen

Z celkového počtu 4 500 vysetých semen druhu *Heracleum sphondylium* vyklíčily pouze 3 (primární semena z lokality Solenice), což odpovídá 0,07%. U druhu *Pastinaca sativa* celková klíčivost dosáhla 2,5%. Vyklíčilo 90 semen z celkového počtu 3 600. 82 (2,3%) z těchto semen pocházelo z lokality Solenice. Jednalo se tedy o zástupce subspecie *Pastinaca urens*. Vzhledem k velmi špatné klíčivosti semen nebylo možno výsledky celého pokusu statisticky zpracovat.

Zajímavým výsledkem pokusu je relativně úspěšná klíčivost semen *Pastinaca sativa* subsp. *urens*. Vyklíčilo 9,1% vysetých semen tohoto poddruhu. Byl zde signifikantní rozdíl mezi semeny pocházejícími z primárních (6% klíčivost) a semeny ze sekundárních (12,2% klíčivost) okolíků ($p = 0,005$, $F = 9,042$) (Pro nízký počet vyklíčených semen nebyl vliv pozice ve středu či na okraji okolíku testován.). Vliv podmínek průkazný nebyl ($p = 0,311$, $F = 1,214$), stejně jako interakce obou faktorů ($p = 0,145$, $F = 2,057$).

3.2. Fytocenologické snímky

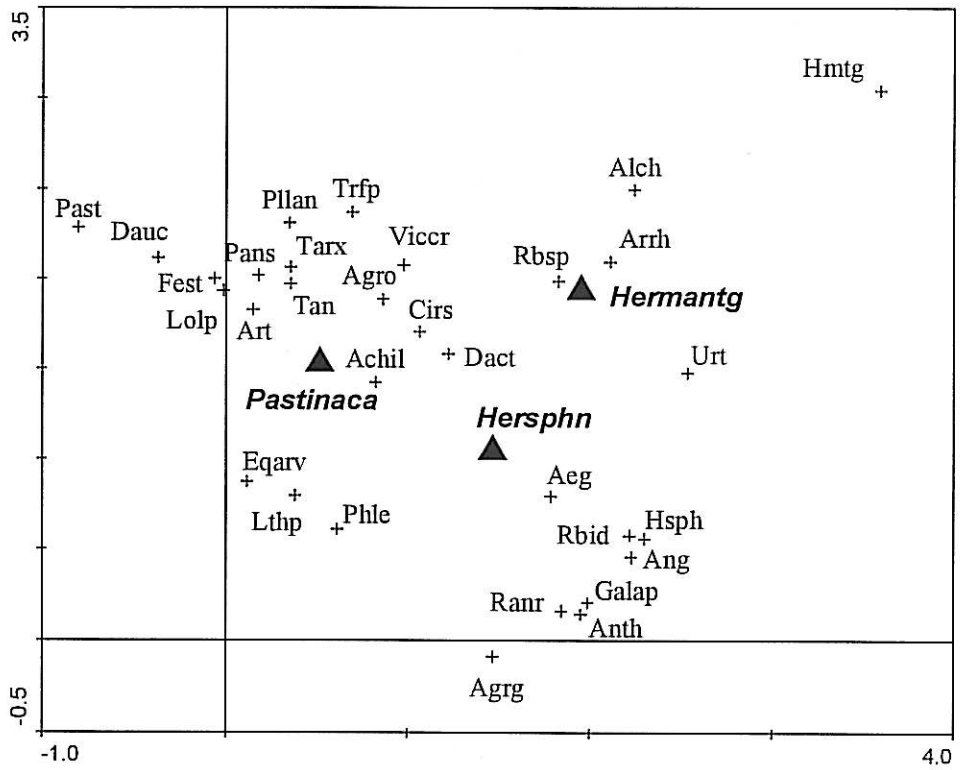
První 2 kanonické osy v metodě přímé gradientové analýzy DCCA s vysvětlující proměnnou „přítomnost sledovaných druhů" vysvětlily 4,2 % variability v datech ($p = 0,002$, $F = 2,127$).

První 2 kanonické osy v metodě nepřímé gradientové analýzy DCA vysvětlily 9,2% variability v datech. Do ordinačního diagramu byly následně promítnuty vysvětlující proměnné „přítomnost sledovaných druhů" a „typ stanoviště".

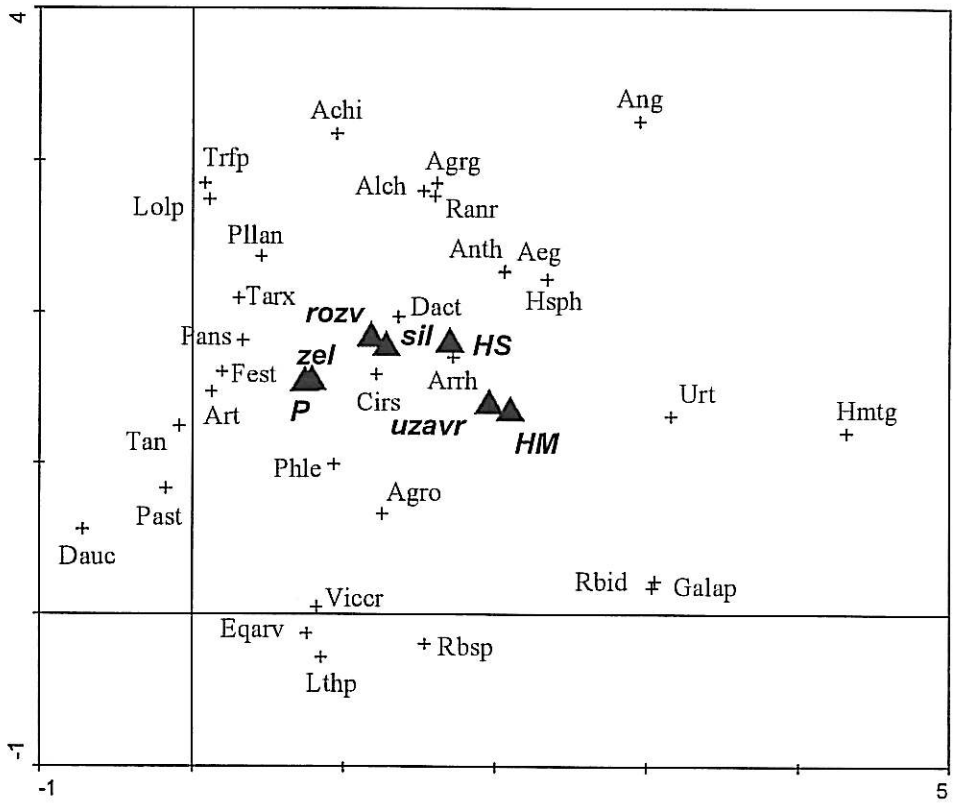
V levé horní části prvního diagramu jsou druhy, jejichž výskyt je dobře korelován s přítomností druhu. Jak je vidět z druhého ordinačního diagramu jsou to druhy preferující spíše rozvolněnější vegetaci s dostatkem světla, která je obvykle spíše na sušších místech.

Naproti tomu druhy v pravé části ordinačního diagramu korelované s výskytem rodu *Heracleum* mají své optimum spíše na vlhčích úživnějších stanovištích, ve vzrostlejší vegetaci, popřípadě tam, kde je tato vegetace sekána (podél silnic).

Heracleum mantegazzianum je v ordinačním prostory poněkud stranou. V jeho přítomnosti přežívá jen málo druhů.



Obr.1. DCCA s vysvětlující proměnnou „přítomnost druhů" – *Heracleum mantegazzianum*, Heracleum *sphondylium, Pastinaca sativa;* zkratky druhů jsou uvedeny v příloze



Obr. 1. DCA s promítnutými vysvětlujícími proměnnými „typ stanoviště" a „přítomnost druhů", HM–*Heracleum mantegazzianum,* HS–*Heracleum sphondylium,* P–*Pastinaca sativa,* sil–silnice, zel–zeleznice, rozv–rozvolněné vegetace, uzavr–uzavřená vegetace

4. Diskuse

4.1. Velikost semen

Prokázaná odlišnost ve hmotnosti semen pocházejících z primárních a sekundárních okolíků u obou druhů je v souladu s výsledky, které uvádí HENDRIX (1984) pro *Pastinaca sativa* a URBANOVÁ (2000) pro *Heracleum mantegazzianum*. Sekundární okolíky produkují ve srovnání s primárními lehčí semena, která v průměru dosahují 74% hmotnosti primárních semen u *Heracleum sphondylium* a 66% hmotnosti u *Pastinaca sativa*. HENDRIX (1984) pro sekundární semena *Pastinaca sativa* udává podíl 73% hmotnosti primárních semen a pro terciární (ty v této práci hodnoceny nebyly) 50%. URBANOVÁ (2000) uvádí pro semena ze sekundárních okolíků *Heracleum mantegazzianum* 60% hmotnosti primárních semen.

HENDRIX (1984) se variabilitou hmotnosti semen u *Pastinaca sativa* zabýval podrobněji. Udává rozsah hmotností semen pro jednotlivé řády okolíků: primární semena vážila 3–6 mg, sekundární 1,5–4 mg a terciární 1–2,5 mg. Odpovídající hodnoty z této práce jsou 0,3–5,8 mg pro primární semena a 0,3–4,2 mg pro sekundární semena. Poměrně velký rozsah hodnot může být následkem přítomnosti semen s nevyvinutými embryi ve vážených vzorcích. U druhu *Heracleum mantegazzianum* PYŠEK et al. (1995) uvádí bimodální rozdělení hmotnosti semen způsobené tím, že nažky pocházející z jednoho květu mají často asymetrické rozměry. Jedna nažka je velká a druhá malá. U rostlin sledovaných druhů, respektive, u jejich semen používaných v této práci však žádná obdobná, výrazná asymetrie ve velikosti nažek pozorována nebyla.

HENDRIX (1984) dále uvádí, že rozdíly mezi jednotlivými řády okolíků byly průkazné i u jednotlivých rostlin. Byla prokázána i korelace mezi variabilitou váhy semen mezi okolíky daného řádu a velikostí rostlin (branou jako průměr lodyhy na její bázi). Čím větší rostlina, tím těžší semena produkuje. Primární semena z malých rostlin (d=8 mm) váží srovnatelně jako terciární semena z velkých rostlin (d=23 mm).

V této práci byla porovnávána i semena s ohledem na jejich postavení v rámci okolíku. Semena pocházející z okolíčků rostoucích při okraji složeného okolíku byla průkazně těžší než semena z vnitřních okolíčků u obou druhů. Odlišný výsledek pro *Heracleum mantegazzianum* udává ve své práci URBANOVÁ (2000). Dle jejích výsledků jsou průkazně odlišná ve svých hmotnostech jen semena pocházející z různých řádů okolíků. Původ semene ze středu či okraje okolíku daného řádu na hmotnost semene vliv nemá. PYŠEK et al. (1995) naopak uvádí, že nebyl prokázán rozdíl ve váze semen z laterálních a terminálních okolíků kontrolních (nepoškozených) rostlin.

Zajímavý je vliv poškození vyvíjejících se květenství na hmotnost regenerovaných semen. U velkých jedinců *Pastinaca sativa* (stonek >12 mm) destrukce primárních květenství housenkami *Depressaria pastinacella* vede ke zvýšení počtu semen v terciárních květenstvích produkovaných později během sezóny. Ačkoli celkový počet semen se neliší mezi poškozenými a nepoškozenými rostlinami, semena z terciárních okolíků celkově váží méně než semena, která nahradily (HENDRIX).

Heracleum mantegazzianum, jež obvykle kvete od května do srpna, v případě regenerace po mechanickém poškození (nejčastěji posekání) dokáže kvést až do

příchodu mrazu (ČERNÝ 1998). Totéž lze velmi dobře a často sledovat i u *Heracleum sphondylium* rostoucím např. podél silnic, kde je vegetace kosena (vlastní pozorování).

Schopnost regenerace u *Heracleum mantegazzianum* je opravdu mimořádná, podrobněji se jí zabývali PYŠEK et al. (1995). Zjišťovaly odpověd rostlin na různé zásahy (1. odstranění listů a všech okolíků, 2. odstranění všech okolíků, 3. odstranění primárních okolíků). Rostlina může regenerovat několika způsoby. Buď prostřednictvím nových větví vyrostlých na hlavní lodyze nebo prostřednictvím nových prýtů vyrůstajících z báze hlavní lodyhy. Při odstranění listů a okolíků nebo jen okolíků byl průkazný pokles počtu okolíků na rostlinu a pokles počtu semen na okolík, celkově tedy velmi výrazný pokles počtu semen (o 95,9% u rostlin z odstraněnými listy i okolíky a 95% u rostlin z odstraněnými okolíky). Odstranění pouze primárního okolíku nemělo vliv na celkový počet semen ve srovnání s kontrolními rostlinami. Rostliny s odstraněným primárním okolíkem měly méně semen na okolík, ale produkovaly větší množství okolíků ve srovnání s kontrolními rostlinami.

I v případě regenerace rostlin, měla na hmotnost semen velký vliv části rostliny, na které semena rostla. Semena na nových prýtech byla lehčí než ostatní, semena na nových větvích vážila stejně jako kontrola. Podíl malých semen byl nejvyšší u souborů semen pocházejících s regenerovaných větví. Když však byla velká semena (>8 mg) analyzovaná samostatně, tak byla průkazně těžší než všechna ostatní (PYŠEK et al. 1995).

Odlišná velikost (hmotnost) semen z různých částí rostliny je důsledkem odlišného rozdělování zdrojů mateřskou rostlinou. U zde zkoumaných druhů je podstatný řád okolíku a pozice semene v něm. Nejtěžší semena jsou u primárních okolíků, které rozkvétají první. V jednotlivých okolících se první otevírají květy na okraji. Semena, která se z nich vyvinou, jsou pak těžší než semena ze středu okolíků. Obdobná situace je i u slunečnic. V rámci jejich květenství klesá váha semen směrem do středu. Pokud se u nich vyvinou postranní větve, pak semena z květenství na nich umístěných jsou rovněž lehčí než semena z květenství na hlavní lodyze. Druhu *Oriza sativa* má nejtěžší semena z těch květů, které se otevírají jako první. U druhů *Rumex crispus* a *Rumex obtusifolius* bývají nejtěžší semena umístěná v horní části laty na proximálních koncích větví (HARPER et al. 1970).

4.2. Klíčivost semen

Bohužel pokus s klíčivostí semen, který měl ověřit vliv pozice semen na mateřské rostlině na jejich klíčivost byl neúspěšný. S výjimkou druhu *Pastinaca sativa* subsp. *urens* byla klíčivost semen prakticky nulová. Výsledek pokusu byl zřejmě ovlivněn podmínkami, ve kterých byla semena skladována, a které pro ně nebyla ideální. Semena byla sice skladována v chladu, ale ne ve vlhku. Zdá se, že druh *Pastinaca sativa* subspecie *urens* by mohl mít poněkud odlišné požadavky na vyklíčení nebo přezimování. Bohužel tento poddruh pocházel pouze z jedné lokality a tak získané výsledky nelze zobecňovat.

Pro klíčivost druhu *Pastinaca sativa* jsou však údaje z práce HENDRIXE (1984). Zabýval se klíčivostí primárních, sekundárních a terciárních semen za podmínek, která mají na jaře (simuloval zimní podmínky ponecháním semen 72 h ve vodě a poté je uskladnil ve tmě při teplotě 5°C po 30 dní.) a na podzim v Iowě. Pokusy z laboratoře i terénu dávají obdobné výsledky s výjimkou toho, že na jaře byla klíčivost

sekundárních a terciárních semen nižší než klíčivost semen primárních . Celkově na podzim vyklíčilo kolem 1,3% všech vysetých semen a během jara 12,1%.

Za simulace podzimních podmínek (semena nebyla vystavena nízkým teplotám) se celková klíčivost semen z různých řádů okolíků nelišila, ale malá semena klíčila mnohem rychleji. Při simulaci jarních podmínek prokazatelně lépe klíčila primární a sekundární semena než terciární.

Efekt ošetření chladem měl rovněž vliv na snížení počtu dní potřebných k dosažení 50% klíčivosti a na zkrácení doby nutné pro dosažení maximální klíčivosti.

I když se u rodů *Heracleum* a *Pastinaca* nevyskytuje skutečný polymorfismus plodů, jejich semena nejsou uniformní. Liší se ve své hmotnosti a v souvislosti s tím i v klíčivosti, alespoň u rodu *Pastinaca.* Obvykle klíčí lépe velká semena. Neprůkazný je rozdíl v původu semen při podzimním klíčení, ale většina semen klíčí na jaře. Ke klíčení v roce vysemenění dochází jen za určitých, pro to příznivých podmínek. HENDRIX (1984) udává udává, že k většímu podzimnímu klíčení dochází, pokud je značně deštivý podzim. Zřejmě v té době dochází k vymytí inhibičních látek. SHEPPARD (1991) u *Heracleum sphondylium* zmiňuje zaznamenané klíčení poddruhu *Heracleum sphondylium* subsp. *sibirica* za podmínek za vlhkého a chladného počasí.

Semenáčky z různých semen odlišně reagují na podmínky prostředí, které se každý rok se mohou měnit. Je tedy výhodnější mít různorodé potomstvo. Obvykle jsou odolnější semenáčky z větších semen, ale práce HENDRIXE et al.(1991), naznačuje že malé semenáčky *Pastinaca sativa* spíše přežívají období krátkodobých letních veder v lowě, protože v porovnání s velkými semenáčky ztrácejí méně vody transpirací. (HENDRIX & TRAPP 1992).

4.3. Vztah k okolní vegetaci

Z druhů, které zahrnul SALISBURY (1942) do své studie o vztahu velikosti semen a charakteru stanoviště, uvádí jako druhy polootevřených *Achillea millefolium*, *Cirsium arvense*, *Taraxacum officinale*. Pro tento typ stanovišť udává průměrnou váhu všech diaspor 1,86 mg a plodů 2,24 mg. Průměrná hmotnost semene *Pastinaca sativa* je 2,3 mg a odpovídá tedy typu stanoviště, kde se nachází.

K bylinným druhům křovin a okrajů lesa řadí *Aegopodium podagraria*, *Anthriscus sylvestris*, *Geum urbanum* i sám *Heracleum sphondylium*. Na tomto stanovišti průměrná váha všech diaspor byla 4,03 mg a plodů 3,39 mg. Průměrná váha semen *Heracleum sphondylium* 3,7 mg i v tomto případě odpovídá typu stanoviště.

Zde jmenované druhy se vyskytovaly i na lokalitách snímkovaných v rámci této práce.

Vlivem velikosti semen u 10 druhů z čeledi Apiaceae na jejich uchycování v neobhospodařovaných porostech se zabývali THOMPSON & BASTER (1992). Zjistili, že velikost semen na úspěšné uchycení neměla velký vliv, což je připisováno tomu, že i přes rozdílnou velikost semen byla všechna relativně velká. Velikost semen tedy hraje kritickou roli spíše u semen mnohem menších rozměrů, než měli vybraní zástupci čeledi *Apiaceae*

5. Literatura

BEGON M., HARPER J.L., TOWNSEND C.R. (1997): Ekologie: jedinci, populace a společenstva. – Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc

ČERNÝ Z., NERUDA J., VÁCLAVÍK F. (1998): Invazní rostliny a základní způsoby jejich likvidace. – Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, Praha.

DOWNIE S.R., KATZ-DOWNIE D.S., WATSON M.F. (2000): A phylogeny of the flowering plant family *Apiaceae* based on chloroplast DNA rpl16 and rpoC1 intron sequences: towards a suprageneric classification of subfamily *Apioideae*. – American Journal of Botany 87(2): 273–292.

DOWNIE S.R., KATZ-DOWNIE D.S., SPALIK K., WATSON M.F. (2000): Molecular systematics of Old World *Apioideae* (*Apiaceae*): relationships among some members of tribe Peucedaneae sensu lato, the placement of several island-endemic species, and resolution within the *Apioideae* superclade. – Canadian Journal of Botany 78: 506–528.

GRAY D., STECKEL J.R.A. (1985): Parsnip (*Pastinaca sativa*) seed production effects of seed crop plant denzity, seed position on the mother plant, harvest date and method, and seed grading on embryo and seed size and seedling performance. – Annals of Applied Biology 107: 559–570.

GRAY D., STECKEL J.R.A., WARD J.A. (1985): The effect of plant density, harvest date and method on the yield of seed and components of yield of parsnip (*Pastinaca sativa*). – Annals of Applied Biology 107: 547–558.

HARPER J. L., LOVELL P. H., MOORE K.G. (1970): The shapes and sizes of seed. – Annual rewiew of ecology and systematics 1: 327–356.

HASSELL R.L., KRETCHMAN D.W. (1997): The effects of umbel order, soaking, and scarification on germination inhibiting substances in *Petroselinum crispum* L. and other Apiaceae seeds. – Hortscience 32: 1227–1230.

HENDRIX S.D. (1984): Variation in seed weight and its effects on germination in *Pastinaca Sativa* L.(Umbelliferae). – American Journal of Botany 71: 795–802.

HENDRIX S.D., NIELSEN E., NIELSEN T., SCHUTT M. (1991): Are seedlings from small seeds always inferior to seedlings from large seeds – effects of seed biomass on seedling growth in *Pastinaca Sativa* L. – New Phytologist 119: 299–305.

HOLUB (1997) in: SLAVÍK B. [ed.]: Květena České republiky. 5. – Academia, Praha.

HROUDA (1997) in: SLAVÍK B. [ed.]: Květena České republiky. 5. – Academia, Praha.

LEPŠ J. (1996): Biostatistika. – Jihočeská univerzita, České Budějovice.

PROCHÁZKA S., MACHÁČKOVÁ I., KREKULE J., ŠEBÁNEK J. a kol. (1998): Fyziologie rostlin. – Academia, Praha.

PYŠEK P. (1997): Bolševník velkolepý – trifid naší flóry? – Živa 1: 6–8.

PYŠEK P., KUČERA T., PUNTIERI J., MANDÁK B. (1995): Regeneration in *Heracleum mantegazzianum* – response to removal of vegetative and generative parts. – Preslia 67: 161–171.

ROTHMALER W. (1982): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD: kritischer Band. – Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin

SALISBURY E.J. (1942): The reproductive capacity of plants. – Bell & Sons, London.

SHEPPARD A.W. (1991): *Heracleum sphondylium* L. – Journal of Ecology 79: 235 – 258.

SLAVÍK B. [ed.] (1997): Květena České republiky. 5. – Academia, Praha.

SLAVÍKOVÁ J. (1986): Ekologie rostlin. – SPN, Praha.

TER BRAAK C.J.F., ŠMILAUER P. (1998): CANOCO Release 4. Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination. – Microcomputer Power, Ithaca, New York.

THOMPSON K., BASTER K. (1992): Establishment from seed of selected Umbelliferae in unmanaged grassland. – Functional Ecology 6: 346–352.

TILEY G.E.D., DODD F.S., WADE P.M. (1996): *Heracleum mantegazzianum* Sommier & Levier. – Journal of Ecology 84: 297–319.

URBANOVÁ H. (2000): Ekologické vlastnosti semen *Heracleum mantegazzianum* v závislosti na architektuře rostlin. – Ms. [Bakalářská práce – depon. in: knihovna BF JCU].

Příloha

Zkratky druhů použité v ordinačních diagramech

název druhu	zkratka
Aegopodium podagraria L.	Aeg
Achillea millefolium L.	Achi
Agropyron repens (L.) P.B.	Agro
Agrostis gigantea ROTH	Agrg
Alchemilla sp.	Alch
Angelica sylvestris L.	Ang
Anthriscus sylvestris (L.) HOFFM.	Anth
Arrhenatherum elatius (L.) J. ET C. PRESL	Arrh
Artemisia vulgaris L.	Art
Cirsium arvense (L.) SCOP.	Cirs
Dactylis glomerata L.	Dact
Daucus carota L.	Dauc
Equisetum arvense L.	Eqarv
Festuca sp.	Fest
Galium aparine L.	Galap
Heracleum mantegazzianum SOMMIER et LEVIER	Hmtg
Heracleum sphondylium L.	Hsph
Lathyrus pratensis L.	Lthp
Lolium perenne L.	Lolp
Pastinaca sativa L.	Past
Plantago lanceolata L.	Pllan
Potentilla anserina L.	Pans
Ranunculus repens L.	Ranr
Rubus idaeus L.	Rbid
Rubus sp.	Rbsp
Tanacetum vulgare L.	Tan
Taraxacum officinale WIGGERS	Tarx
Trifolium pratense L.	Trfp
Urtica dioica L.	Urt
Vicia cracca L.	Vicr