

**Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích**



**Bakalářská diplomová práce**

**Experimentální prověření vlivu klimatických  
podmínek a substrátu na úspěšnost uchycení  
druhů dominantních v rané sukcesi**

**Lucie Dospělová**

**2004**

**Vedoucí práce: Prof. RNDr. Karel Prach, CSc.**

## **Bakalářská diplomová práce**

Dospělová, L. 2004. Experimentální prověření vlivu klimatických podmínek a substrátu na úspěšnost uchycení druhů dominantních v rané sukcesi [Experimental verification of influence of climatic conditions and substrate on success in establishment of species dominant early in succession] – 34 p., Faculty of Biological Sciences, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech republic.

### **Annotation**

The main aim of this study is to answer the question if the course of early successional stage is determined more by the character of substrate or by the site conditions. To achieve this aim reciprocal transport of substrate among contrasting habitats (abandoned field, spoil heaps from coal mining, extracted sand pit, and extracted peatland) and reciprocal sowing of species being dominant early in succession in the above mentioned habitats were provided.

### **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat každému, kdo mi během mé práce jakkoliv pomohl.

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

.....*Lucie Dospělová*.....

Lucie Dospělová

V Českých Budějovicích dne 12.5.2004

# OBSAH

<b>1. Úvod</b> .....	1
<b>2. Metodika</b> .....	3
2.1 Popis lokalit.....	3
2.2 Charakteristika použitých substrátů .....	4
2.3 Charakteristika vysévaných druhů .....	5
2.4 Založení pokusu a sběr dat .....	9
2.5 Zkouška klíčivosti semen .....	12
2.6 Zpracování dat.....	12
<b>3. Výsledky</b> .....	14
3.1 Počet jedinců .....	14
3.2 Výška a průměr růžice jedinců.....	18
3.3 Počet plodících jedinců .....	23
3.4 Zkouška klíčivosti .....	26
<b>4. Diskuze</b> .....	27
4.1 Počet jedinců .....	27
4.2 Velikost jedinců.....	29
4.3 Počet plodících jedinců .....	30
<b>5. Závěr</b> .....	32
<b>6. Literatura</b> .....	33
<b>7. Přílohy</b> .....	35

# 1. ÚVOD

Studiu sukcese se v současné době věnuje velká pozornost. Je to také proto, že sukcese je jediný přirozený způsob regenerace vegetačního krytu na biotopech, kde byla člověkem vegetace odstraněna nebo narušena a na stanovištích člověkem nově vytvořených, jako jsou např. výsypky. Tyto synantropní plochy se stále zvětšují.

Sukcesi bychom mohli definovat jako nesezónní, směřovaný a spojitý proces kolonizace a ústupu populací jednotlivých druhů na určitém stanovišti (BEGON *ET AL.* 1997).

Zažité dělení sukcese na primární a sekundární se v současné době ukazuje být stále více nepřesné. Nezohledňuje např. primární sukcesí na živinami bohatém substrátu a sekundární sukcesí na živinami chudém substrátu. V procesu sekundární sukcese na živinami chudém substrátu hraje hlavní roli konkurence o živiny, zatímco během sekundární sukcese na živinami bohatém substrátu je zásadní kompetice o světlo (GLEESON, TILMAN 1990).

PRACH *ET AL.* (2001) rozlišují sukcesí „ruderální“ a „neruderální“. „Ruderální“ sukcese probíhá v zemědělské, průmyslové nebo urbanizované krajině pozměněné člověkem, obvykle na živiny bohatých místech. Začíná ruderalními jednoletými druhy, které později vystřídají ruderalní vytrvalé druhy. „Neruderální“ sukcese probíhá v méně pozměněné, většinou zalesněné krajině, obvykle na kyselých, na živiny chudých a vlhkých stanovištích. Od samého začátku sukcese zde převládají neruderální klonální vytrvalé druhy.

Rostliny raných sukcesních stadií jsou schopny velmi rychle obsadit narušená stanoviště po odstranění původní vegetace (SLAVÍKOVÁ 1986; GRIME 2001). Protože však nedokáží konkurovat druhům pozdějším, musí rychle růst a rychle konzumovat dostupné zdroje. Mají velkou rychlost rozmnožování. Jejich semenáčky naleznou na stanovišti málo živin, ale dostatek světla (GLENN-LEWIN *ET AL.* 1992; BEGON *ET AL.* 1997).

K tomu, aby semena určitých druhů na substrátu vůbec vyklíčila, jsou často třeba specifická půdní vlhkost, světelné podmínky, koncentrace kyslíku v půdě, kolísání teploty nebo jiné přírodní podmínky (VAN DER VALK 1992). Zvláště semena pionýrských jednoletých rostlin vyžadují ke klíčení světlo (BEGON *ET AL.* 1997).

Je také všeobecně známo, že semenáčky jsou hodně citlivé k působení vnějších faktorů a mají vysokou úmrtnost. Hlavní riziko pro ně většinou představují vysychání substrátu a žír herbivory, kterými jsou nejčastěji slimáci a šneci (BONSALL *ET AL.* 2003).



Druhy raných sukcesních stadií jsou specializované k osidlování nově vzniklých stanovišť. Jejich semena jsou schopna šíření nejen v prostoru, ale především v čase. Tvoří trvalou zásobu semen v půdě („persistent seed bank“). Je to adaptace, která jim umožňuje čekat na příhodnou disturbanci na místě, aniž by musela hledat nová vhodná stanoviště někde jinde ve svém okolí (FENNER 1985). Ztráty v půdní zásobě semen mohou být způsobeny herbivory, parazity (např. bakteriemi, plísněmi a dalšími houbami) nebo hnitím (SLAVÍKOVÁ 1986).

Doposud byla na téma sukcese prováděna po celém světě řada jednotlivých studií. Byly při nich používány rozličné metody a to vše má za následek, že výsledky mohou být jen stěží přímo navzájem porovnatelné. Teoretické, zobecňující závěry o průběhu sukcese byly proto často vyvozovány nepřímou, z množství jednotlivých pokusů.

Jednu z rozsáhlejších studií provedli SALONEN, SETÄLÄ (1992), kteří sledovali průběh sukcese na rašelině. Převezli vzájemně substrát mezi dvěma lokalitami a z výsledků pozorování sukcese se snažili odvodit, zda rozdíly v osidlování nově vzniklých stanovišť jsou dány spíše zdroji diaspor v okolí, nebo kvalitou substrátu.

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo experimentálně ověřit úspěšnost uchycení druhů dominantních v rané sukcesci na jednotlivých substrátech; odpovědět na otázku, do jaké míry je uplatnění druhů v raných sukcesních stadiích závislé na charakteru substrátu a do jaké míry na místních klimatických podmínkách. K dosažení tohoto cíle byl obstarán reciproký transport substrátů mezi rozdílnými typy stanovišť (opuštěné pole, výsypka po těžbě uhlí, vytěžená a později opuštěná pískovna, vytěžené rašeliniště) a proveden výsev druhů dominantních v časných sukcesních stadiích na již zmiňovaných stanovištích. Předpokládám, že výsledky se budou moci použít k predikci sukcese na zkoumaných substrátech.

Pokus byl konán v rámci grantu GA ČR č. 206/02/0617.

## 2. METODIKA

Botanická nomenklatura byla použita podle: KUBÁT *ET AL.* (2002)

### 2.1 Popis lokalit

Pokus proběhl na dvou lokalitách (Obr. 1):

#### BENEŠOV NAD LIPOU

- nadmořská výška pokusné plochy: cca 655 m n.m.
- dlouhodobý průměr ročních teplot (1961 – 1990; meteorologická stanice Počátky): 6,7 °C, ale v roce 2003, kdy pokus probíhal, byla naměřena průměrná roční teplota 7,5 °C
- dlouhodobý průměr ročních úhrnů srážek (1961 – 1990; meteorologická stanice Černovice): 759,0 mm, v roce 2003 činil však roční úhrn srážek pouze 528,2 mm
- sklon: cca 8°
- expozice vůči světovým stranám: JZ

#### VROUTEK

- nadmořská výška pokusné plochy: cca 351 m n.m.
- dlouhodobý průměr ročních teplot (1981 – 2000; meteorologická stanice Blšany): 8,4 °C, v roce 2003 byla zjištěna průměrná roční teplota 8,7 °C
- dlouhodobý průměr ročních úhrnů srážek (1988 – 2000; meteorologická stanice ve vedlejší obci Kryry): 437,0 mm, v roce 2003 však roční úhrn srážek činil pouze 268,5 mm
- sklon: cca 5°
- expozice vůči světovým stranám: SV

**Obr. 1:** Mapa ČR s vyznačením pokusných lokalit Benešov nad Lipou a Vroutek.



## 2.2 Charakteristika použitých substrátů

**Ornice:** z vybraných substrátů považována za obecně nejvhodnější; dokáže dobře podržet vlhkost; pH = 7,0

**Písek:** ničím nekrytá svrchní vrstva substrátu velice rychle vysychá a může v ní docházet i k velice extrémním teplotním výkyvům; nízký obsah základních živin, především N a P (KRUPAUER *ET AL.* 1990); pH = 6,4

**Rašelina:** hodně rychle vysychá a jsou veliké rozdíly mezi teplotou svrchní vrstvy přes den a v noci; na dostupné živiny chudá; pH = 4,4

**Výsypková zemina:** pochází z nadloží hnědouhelných slojí a tvoří ji převážně šedé miocénní jíly; substrát celkově málo provzdušněný; pH = 8,3

### 2.3 Charakteristika vysévaných druhů

#### ATRIPLEX SAGITTATA – lebeda lesklá

Jednoletá bylina, rozšířená na rumištích, na náspech a u cest. Výskyt od nížin až do podhůří především na bohatém organickém a vápenitém substrátu (poblíže kompostů a na kompostech, u zdí a v zahradách) (VODÁK *ET AL.* 1956). Objevuje se na výsypkách, kde zhruba po šesti letech sukcese může tvořit rozsáhlé porosty o celkové pokryvnosti kolem 50 % (HODAČOVÁ, PRACH 2003). V ČR je rozšířena hojně v termofytiku a teplejším mezofytiku, v chladnějším mezofytiku jen roztroušeně.

Kvete od července do září (HROUDA, SKALICKÝ 1990). Má tři druhy plodů: typ A - malé hladké černé uzavřené v okvěti, hluboce dormantní; typ B - trochu větší černé, ale v krovkách, dormantní; typ C - velké hnědé v krovkách, nedormantní. Typ A a B tvoří trvalou zásobu semen v půdě. Pokud k výsevu dojde na podzim, klíčí na jaře bez problému všechny typy (MANDÁK, PYŠEK 2001). Klíčí velmi brzy na jaře.

#### CARDUUS ACANTHOIDES – bodlák obecný

Dvouletá bylina, obecně rozšířená na rumištích, podle cest, na pastvinách, mezích, cestách, úhorech, pasekách. Vyskytuje se na půdách výhřevných, vysychavých, živných, zásaditých až neutrálních, písčitohlinitých (DOSTÁL 1989). Na výsypkách se jeho účast zvyšuje mezi sedmým a dvanáctým rokem sukcese (HODAČOVÁ 2002). Mezi druhým až čtvrtým rokem sukcese může vytvářet stadia na sušších opuštěných polích v nižších polohách (OSBORNOVÁ *ET AL.* 1990). Hojný je zvláště v teplejších krajích.

Kvete od června do října. Plodem jsou nažky 3 – 4 mm (DOSTÁL 1989). Ke zrušení dormance vyžaduje bodlák obecný vysoké teploty následované postupným snižováním teplot. Ale nízké zimní teploty nezpůsobují sekundární dormanci, jak bychom u dvouletek očekávali. Naopak, dlouhodobě nízké teploty podporují zrušení dormance (KRUK, BENECH 2000). Semena vyklíčená za špatných světelných podmínek nejsou schopná přežít dál ve stínu vyšší okolní vegetace. Uchycení a růst v gapech jsou ovlivňovány vegetačním pokryvem, přítomností opadu a velikostí gapu. Přítomnost opadu má na uchycení a přežívání kladný vliv (FELDMAN *ET AL.* 1994).

## ELYTRIGIA REPENS – pýr plazivý

Polykarpní vytrvalá tráva běžná na rozmanitých stanovištích a substrátech. Daří se mu dobře zvláště na uvolněných, provzdušněných půdách, po hustém zapojení druhu ustupuje. U nás rozšířen od nížin po podhůří (VODÁK *ET AL.* 1956) na celém území ČR, ale nejčastější a nejhojnější v nížinných obdělávaných oblastech (PIKULA *ET AL.* 1997). Je hojný v širokém rozmezí úživnosti lokality. Nejběžnější na narušených lokalitách, zvláště na obdělávané půdě, kde je obtížným plevem, na okrajích silnic a na různých typech skládek. Častý také na loukách a pastvinách. Jen vzácně se vyskytuje na bažinatých, šterkovitých a zastíněných místech (GRIME *ET AL.* 1988). Na výsypkách dosahuje maxima své pokryvnosti kolem dvanáctého roku existence výsypky (HODAČOVÁ, PRACH 2003). Nejvhodnější lokality jsou spojované s rovnou zemí nebo jen s mírným sklonem a s půdním pH okolo 7,0 (GRIME *ET AL.* 1988).

Rozmnožuje se převážně vegetativně oddénkovými výběžky, také však semeny (VODÁK *ET AL.* 1956). Těmi jsou obilky 9 x 1,3 mm (PIKULA *ET AL.* 1997). Semena jsou klíčivá ještě téhož roku na podzim, klíčí však spíše na jaře při vyšší teplotě. V půdě podržují klíčivost nejdéle tři až čtyři roky. Klíčící rostlinky se velmi rychle vyvíjejí a za měsíc již vytvářejí oddenky a hustou spleť kořínků (VODÁK *ET AL.* 1956). Dospělé rostliny kvetou od června do září a semení od srpna do října.

## JUNCUS EFFUSUS – sítina rozkladitá

Polykarpní vytrvalá bylina. Je charakteristická pro celou škálu vlhkých nebo zamokřených lokalit, zvláště nezastíněné mokřiny. Častá také na březích řek a na pastvinách. Příležitostně se vyskytuje na vodních lokalitách, v otevřeném lese a při okrajích cest. Byla pozorována i na strusce a ve šterkových a písččných lomech. Schází na obdělávaných půdách kromě těch, které sousedí s vodou. Sítina je na mnoha bažinatých lokalitách mezi prvními druhy, které se uchytí na obnažené půdě po disturbanci. Je běžná ve všech polohách, nejčastější a nejhojnější na rovině či mírných svazích. Z hlediska půdního pH je rozšířena široce. Vyskytuje se dokonce při hodnotách pH nižších než 3,5, ale je méně běžná nad pH = 7,0 (GRIME *ET AL.* 1988).

Kvete od června do srpna a semení postupně od července nebo srpna dále. Každá tobolka obsahuje více než sto semen o rozměrech 0,01 x 0,5 x 0,3 mm. Jediným květenstvím tak může být produkováno přes 13 000 semen. Ta klíčí zvláště na jaře. Pro uchycenou sítinu

je regenerace semeny mnohem méně důležitá. Rostlina je silně oddénkatá a může tvořit rozsáhlé klonální porosty (GRIME *ET AL.* 1988).

#### PERSICARIA HYDROPIPER – rdesno pepřík

Jednoletá bylina. Vyskytuje se na obnažených půdách při vodních tocích, rybnících a vodních nádržích, v příkopech, na vlhkých lesních cestách, rumišťích, opuštěných místech v okolí obcí, vlhkých polích apod. Na vlhkých, živinami bohatých půdách s vyšším obsahem dusíku vytváří často husté porosty (HROUDA, SKALICKÝ 1990). Rdesno pepřík je omezeno na vysoce osvětlená místa na půdě s vysokým obsahem organických látek, hodně vlhké nebo zaplavované. Druh je omezen na půdy s pH blízko 6,0, ale toleruje široký rozsah půdních teplot (SULTAN *ET AL.* 1998). Na území ČR je rozšířeno roztroušeně až velmi hojně od nížiny až po nižší polohy hor. Těžiště výskytu má v termofytiku a mezofytiku.

Kvete od června do září (HROUDA, SKALICKÝ 1990). Během uchycování semenáčků je schopno tolerovat zaplavování (SULTAN *ET AL.* 1998).

#### RUMEX ACETOSELLA – šťovík menší

Polykarpická vytrvalá bylina skromná na půdní živiny, ale náročná na světlo (PIKULA *ET AL.* 1997). Druh suchých, dobře odvodněných stanovišť, do značné míry omezen na nevápnité substráty. Častý na vypásaných i nevypásaných travinných porostech nebo vřesovištích, v šterkových a pískových lomech. Nalézán také na skalních výchozech, březích řek, mezích, podél cest a na škváře podél silnic. Jen výjimečně roste na obdělávané půdě a byl pozorován také jako plevel lesních školek. Chybí na mokřých stanovištích (GRIME *ET AL.* 1988). Je rozšířen po celém území ČR (PIKULA *ET AL.* 1997). Šťovík menší je nejčastější a nejhojnější na půdách při pH 3,5 – 5,5. Na sklonu stanoviště příliš nezáleží. Je to bylina typická pro poměrně neúživné písčité nebo rašelinné půdy (GRIME *ET AL.* 1988). Na odvodněných rašeliništích úspěšně kolonizuje uvolněné plochy již během prvních let po skončení těžby (BASTL 1994). Poměrně hluboký kořenový systém umožňuje přístup k podzemní vodě během léta a umožňuje tak šťovíku existovat na suchých písčitých půdách.

Regeneruje vegetativně tvorbou adventivních pupenů na horizontálních kořenech, ale také ze semen, která klíčí na jaře. Kvete od května do července a semení od července do října (GRIME *ET AL.* 1988). Plodem je červenohnědá nažka 11 x 0,8 mm (VODÁK *ET AL.* 1956).

## SALIX CINEREA – vrba popelavá

Keř nebo řídkěji malý strom. Roste v nižších polohách podél vodních toků, u tůní nebo slepých ramen řek, na okrajích luhů, zamokřených loukách a slatinách, nejvíce na hlubších a úživnějších půdách. Semenáčky a mladé keře jsou časté na škváře, železničních náspech a ve vápencových a šterkových lomech (GRIME *ET AL.* 1988). Snáší stagnující vodu a záplavy. Nevyskytuje se na kyselých horninách a v chladnějších oblastech. U nás je vrba p. zastoupena roztroušeně na celém území ČR od nížin do podhůří (700 m n.m.) (ÚRADNÍČEK *ET AL.* 2001), ale příhodné lokality jsou nejčastější a nejhojnější v nížinných oblastech. Na sklonu lokality nezáleží. Mladé rostliny jsou rozšířeny přes široké rozmezí půdního pH, ačkoli nejčastěji se vyskytují na půdě s  $\text{pH} > 6,0$  (GRIME *ET AL.* 1988). Má významnou úlohu při nástupu dřevinné vegetace na extrémních lokalitách, především na bažinatých půdách.

Je dvoudomá. Rozkvétá před rašením listů koncem března a v dubnu. Plody – tobočky – dozrávají už v květnu (ÚRADNÍČEK *ET AL.* 2001). Semena jsou krátkověká (< 3 měsíce), klíčí ihned po opadnutí a nevytváří trvalou zásobu semen v půdě. Klíčení je mimořádně rychlé, přes široké rozmezí teplot, na světle i ve tmě. Uchycování semenáčků je omezeno na „gapy“ ve vegetaci, na nezastíněná místa. Semenáčky mají v poměru k jiným dřevinám vysokou růstovou rychlost. Rostliny jsou schopné omlazovat také z pařezů. Rovněž odlomené proutky ve vlhké půdě snadno zakoření a vytvoří nové jedince (GRIME *ET AL.* 1988).

## SISYMBRIUM LOESELII – hulevník Loeselův

Jednoletá, často ozimá bylina. Vyskytuje se na rumišťích a skládkách, podél komunikací, řídkěji na písčivých a výsypkách. Jedná se o nitrofilní druh rostoucí na sypkých minerálních, živinami bohatých půdách, kyselých až bazických; často na slunných místech. Rozšířen je od nížin až po pahorkatiny, v termofytiku hojně, ale často i v mezofytiku.

Kvete od června do července, plodem je šešule (HEJNÝ, SLAVÍK 1992). Vytváří ozimé i jarní formy (VODÁK *ET AL.* 1956).

## TUSSILAGO FARFARA – podběl lékařský

Polykarpická vytrvalá léčivka. Je běžný na březích, náspech, polích, v lomech (DOSTÁL 1989), na rozličných typech půdy, ale především se vyskytuje na těžších půdách, ve



spodně se ztuženou jílovitou vrstvou, na níž se hromadí voda, anebo na půdách s nehlubokou hladinou spodní vody. S oblibou na rozvolněné půdě, navážkách, náspech, vykopaných kanálech, v lomech, na březích řek, na okrajích silnic, cest a lesů i na pasekách. Dává přednost půdám vápenitým, i poněkud sušším (VODÁK *ET AL.* 1956). Podběl obecný je pozorován po nadmořskou výšku 600 m, přičemž na sklonu stanoviště příliš nezáleží. Je nalézán v širokém rozmezí hodnot půdního pH, ale na půdách s  $\text{pH} < 4,5$  není častý. Často osidluje holý substrát. Na úrodných lokalitách bývá nakonec nahrazován vyššími dominantami, zatímco na méně úrodných stanovištích může vytrvat po mnoho let.

Kvete od února do dubna, plody tvoří od dubna do června. Semeny jsou nažky  $3,2 \times 0,4 \times 0,4$  mm, přenáší je vítr a jsou klíčivá ihned po opadnutí. Jsou krátkověká a vlivem přírodních podmínek jich přes 50% ztrácí klíčivost během dvou měsíců. Klíčení je výjimečně rychle, dokonce i na substrátech s nízkým obsahem vody a při nízkých teplotách (GRIME *ET AL.* 1988). Rozmnožuje se jak semeny, tak vegetativně oddenky (VODÁK *ET AL.* 1956).

#### **2.4 Založení pokusu a sběr dat**

Pokus proběhl na dvou lokalitách: v Benešově nad Lipou a ve Vroutku (podrobněji viz 2.1 Popis lokalit). Na každé lokalitě bylo založeno 20 plošek o rozměrech  $0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$ , a to tak, že tvořily dohromady pět zcela znáhodněných bloků. Každý blok zahrnoval čtyři plošky. Protože jedním z mých cílů bylo odpovědět na otázku, jaký vliv na uchycení semenáčků v rané sukcesi má substrát, byly vybrány celkem čtyři různé substráty: ornice, písek, rašelina a výsypková zemina. Jedná se o substráty, na kterých na člověkem narušených stanovištích spontánní sukcese běžně probíhá. Substráty byly na obě lokality dopraveny: písek z pískovny Halámky u Třeboně, rašelina z rašeliniště Hrdlořezy u Třeboně, výsypková zemina z mosteckých výsypek po těžbě hnědého uhlí a ornice byla ponechána místní. Na každé pokusné plošce byl původní substrát odstraněn do hloubky 0,3 m, vzniklá prohlubeň o rozměrech  $0,5 \times 0,5 \times 0,3$  m byla vyložena folií (na dně plošky proděravěnou) a původní zemina byla nahrazena jedním z dovezených substrátů. Výsledkem je tedy na každé lokalitě dohromady 20 plošek, kde se jeden druh substrátu opakuje pětkrát (Obr. 2).



Ohr. 2

	O		
1	3	7	
5	2	6	
8	4	9	

	P		
9	4	7	
2	8	5	
3	1	6	

	R		
9	2	5	
4	1	7	
6	3	8	

	P		
1	4	8	
5	9	6	
2	3	7	

	V		
4	9	1	
3	2	5	
8	7	6	

	P		
9	7	2	
5	8	1	
6	3	4	

	V		
2	7	5	
1	6	3	
8	9	4	

	V		
4	5	8	
2	6	1	
3	7	9	

	O		
2	1	5	
9	8	3	
7	6	4	

	P		
2	4	1	
5	6	7	
3	8	9	

	V		
6	5	2	
3	4	1	
9	7	8	

	R		
2	3	9	
1	4	7	
5	8	6	

	O		
3	7	2	
5	8	6	
4	9	1	

	R		
5	4	1	
3	2	8	
6	7	9	

	R		
1	5	6	
4	7	9	
2	3	8	

	R		
3	5	9	
4	6	2	
1	7	8	

	O		
7	8	4	
3	9	6	
1	2	5	

	P		
2	5	9	
3	6	8	
7	1	4	

	V		
6	5	1	
3	2	7	
8	4	9	

	O		
5	2	3	
1	7	4	
6	9	8	

1 *Elyturgia repens*

2 *Atriplex sagittata*

3 *Carduus acanthoides*

4 *Juncus effusus*

5 *Persicaria hydropiper*

7 *Salix cinerea*

8 *Sisymbrium loeselii*

9 *Tussilago farfara*

O...ornice

P...písek

R...rašelina

V...výsypková zemina

Pro vysévání druhů dominujících v časných sukcesních stadiích bylo zvoleno devět následujících druhů: *Atriplex sagittata*, *Carduus acanthoides*, *Elytrigia repens*, *Juncus effusus*, *Persicaria hydropiper*, *Rumex acetosella*, *Salix cinerea*, *Sisymbrium loeselii* a *Tussilago farfara*. *A. sagittata*, *C. acanthoides* a *S. loeselii* jsou typické spíše pro termofytikum (v našem případě ho zastupuje lokalita ve Vrutku) a byly vybrány právě pro určení míry vlivu makroklimatu na uchycování jednotlivých druhů v rané sukcesi. Ostatní druhy jsou typické spíše pro vlhčí a chladnější oblasti. Semena všech uvedených druhů kromě *S. cinerea* a *T. farfara* byla sesbírána během podzimu 2002 a vyseta na pokusné plošky na začátku prosince 2002. Semena *S. cinerea* a *T. farfara* byla s ohledem na jejich krátkověkost (GRIME ET AL. 1988) sesbírána na jaře 2003, *T. farfara* pak vyseto 6.5. ve Vrutku a 13.5. v Benešově a *S. cinerea* 22.5. ve Vrutku a 23.5. v Benešově nad Lipou. Každá ploška byla rozdělena na devět shodných čtverců a do každého z nich byla na povrch rovnoměrně vyseta semena sledovaných druhů (konkrétní rozmístění v jednotlivých ploškách viz Obr. 2) – *A. sagittata*, *C. acanthoides*, *R. acetosella*, *S. loeselii* a *T. farfara* 100 semen na jednu plošku (*C. acanthoides* a *T. farfara* bylo předem mechanicky zbaveno chmýru, aby nedocházelo ke ztrátám semen vlivem větru), *P. hydropiper* kvůli nedostatku pouze 70 semen. U druhů *E. repens* a *S. cinerea* nebyla semena vzhledem k náročnosti napočítána přesně, ale vyseta tak, aby jejich množství na všech ploškách bylo přibližně stejné a blížilo se počtu 100. *J. effusus* byla rovněž vysévána odhadem, ale protože obecně špatně klíčí (GRIME ET AL. 1988), v daleko větším množství. Semena, u kterých hrozilo snadné odnesení větrem, byla mírně překryta substrátem.

V průběhu jedné sezóny jsem detailně sledovala počet vyklíčených semen a přežívání semenáčků. Při každém měření jsem odečítala počet semenáčků všech vysévaných druhů a mechanicky odstraňovala případné semenáčky ostatních druhů. Likvidovala jsem rovněž *E. repens*, který do pokusných ploch prorostl vegetativně oddenky z okolní vegetace. Jednotlivá měření proběhla ve Vrutku 13.4., 6.5., 22.5., 10.6., 16.7., 25.8., 3.10.2003 a v Benešově nad Lipou 22.4., 13.5., 23.5., 6.6., 18.7., 27.8., 2.10.2003. Od 23.5.2003 v Benešově nad Lipou a 10.6.2003 ve Vrutku jsem měřila vždy výšku nejvyššího jedince daného druhu na každé plošce, u druhů tvořících přizemní růžici listů, jež v mém případě reprezentovaly *C. acanthoides* a *S. loeselii*, jsem měřila průměr růžice (Příloha č. 2). Protože jsem chtěla také zjistit, které ze sledovaných druhů jsou na lokalitách schopny odplodit, začala jsem vyrostlé semenáčky v případě vysoké hustoty protrhávat. Snažila jsem se tím zabránit vnitrodruhové konkurenci, která by mohla negativně ovlivnit dozrávání jedinců. Ve

Vroutku jsem nejdříve 10.6.2003 protrhala *P. hydropiper* všude tam, kde počet jedinců na plošce přesáhl číslo 20 právě na dvacet. Od 16.7.2003 až do konce sezóny jsem pak protrhávala každý vyšetý druh na patnáct jedinců na jednu plošku. V Benešově nad Lipou jsem začala protrhávat rovněž na patnáct jedinců od 18.7.2003. Při posledním měření (Benešov nad Lipou 2.10.2003, Vroutek 3.10.2003) jsem spočítala všechny jedince sledovaných druhů na každé plošce, kteří plodili. Poté byl pokus ukončen.

### **2.5 Zkouška klíčivosti semen**

Jednalo se pouze o orientační pokus. Semena *Atriplex sagittata*, *Elytrigia repens*, *Juncus effusus*, *Persicaria hydropiper*, *Rumex acetosella* a *Sisymbrium loeselii* (*Carduus acanthoides* nebyla k dispozici) byla přes zimu uskladněna třemi různými způsoby: a) v místnosti při pokojové teplotě kolem 22 °C ; b) v lednici při teplotě 3 °C ; c) v písčitém substrátu venku, kde byla vystavena všem vlivům počasí. Klíčivost byla testována v polovině března 2003 při pokojové teplotě 22 °C. Od *A. sagittata*, *R. acetosella* a *S. loeselii* bylo vyseto 100 semen, od *P. hydropiper* kvůli nedostatku jenom 70 semen a od druhů *E. repens* a *J. effusus* jen odhadem vždy přibližně stejné množství semen. Semena byla vyseta na tenkou vrstvu zahradnického substrátu (značky KERA SUBSTRÁT UNIVERZÁL) do tří fotomisek (o rozměrech 28 x 35 cm) podle způsobu uskladnění. Pokus byl ukončen po šesti týdnech. Klíčivost semen *Salix cinerea* a *Tussilago farfara* byla testována hned po sesbírání na jaře 2003 – *T. farfara* na začátku května a *S. cinerea* v polovině května 2003. Byl použit stejný substrát jako u předchozích druhů.

### **2.6 Zpracování dat**

Získaná data byla vyhodnocována analýzou variance (dvoucestná ANOVA), programem STATISTICA ver. 5.5. Zpracován byl počet jedinců vysévaných druhů odečtený na každé plošce od prvního měření do začátku protrhávání (22.4. - 6.6. Benešov nad Lipou a 13.4. - 10.6. Vroutek). Vyhodnocena tak byla data získaná během čtyř měření – jako

„repeated measures“. Aby data měla přibližně normální rozdělení, byla užita arcsinová transformace.

Nejdříve jsem vyhodnotila každý druh zvlášť a sledovala závislost počtu jedinců na pokusných lokalitách a na použitých substrátech. Pokud byl výsledek statisticky průkazný, použila jsem dále HSD (Tukey honest significant difference) test, který ukázal, jaké konkrétní substráty se při pětiprocentní hladině významnosti mezi sebou navzájem liší v počtu přítomných semenáčků. Z výsledků HSD testu jsem rovněž odečetla pořadí substrátů i lokalit podle tohoto hlediska (Tab. 1). Tento postup jsem opakovala i při souhrnném vyhodnocování počtu jedinců všech sledovaných druhů dohromady. Nakonec jsem vyhodnotila každé ze čtyř měření zvlášť, avšak souhrnně pro všechny druhy (Tab. 2).

Do grafů jsem vynesla počet jedinců jednotlivých druhů v průběhu celé sezóny (Obr. 3).

Dalším vyhodnocovaným faktorem byla výška jedinců. Statistické vyhodnocování zde bylo stejné jako v předchozím případě s počtem jedinců, jen s tím rozdílem, že nebylo použito „repeated measures“. Pro každý druh a plošku byla zadána pouze jedna hodnota. Jednalo se o maximální výšku, které bylo u daného druhu a pokusné plošky dosaženo od začátku jejího měření po ukončení pokusu (6.6. – 2.10. Benešov nad Lipou a 10.6. – 3.10. Vroutek). Pro každý druh a substrát jsem tak měla k dispozici pět maximálních hodnot. U druhů *C. acanthoides* a *S. loeselii* bylo počítáno s průměrem růžice, nikoliv s výškou jedinců.

K upřesnění výsledků analýzy variance jsem opět použila HSD test (Tab. 3). Výsledky jsem znázornila také pomocí „Categorized box-whisker plots“ (Obr. 4).

Výšku, případně průměr růžice, jedinců v průběhu sezóny jsem rovněž vynesla do grafů (Obr. 5).

Data získaná při posledním měření sečtením plodících jedinců statisticky nijak vyhodnocována nebyla, protože vzhledem k protrhávání by výsledky byly značně zkresleny. Zhotovila jsem z nich histogramy, kde je vedle sebe vnesen počet všech jedinců daného druhu na plošce a počet plodících jedinců téhož druhu na téže plošce (Obr. 6). Jiné histogramy ukazují, na kolika ploškách daného substrátu v pěti opakováních plodil alespoň jeden jedinec (Obr. 7).

odkazy na tabulky obsahující seřazené výsledky v tabulkách, ab se u výsledků

### 3. VÝSLEDKY

#### 3.1 Počet jedinců

Na pětiprocentní hladině významnosti byly průkazné rozdíly mezi oběma lokalitami pouze u druhů *Elytrigia repens* a *Rumex acetosella*. V obou případech se jako „příhodnější“ jevila lokalita v Benešově nad Lipou. Naopak počet jedinců na různých substrátech se liší u všech sledovaných druhů kromě *E. repens*. (Tab 1)

**Tab. 1:** Výsledky získané z dat počtu jedinců od 22.4. do 6.6. (Benešov nad Lipou) a od 13.4. do 10.6. (Vroutek) vyhodnocených analýzou variance jako „repeated measures“ a následně Tukey testem. Každému efektu je přiděleno pro větší přehlednost písmeno - pokud se nepodařilo statisticky prokázat rozdíl mezi jednotlivými substráty či dvěma lokalitami, značí je stejné písmeno. Pokud se však substráty či lokality od sebe vzájemně liší, i jejich písmena jsou pak v tabulce různá. Tak např. pro druh *Persicaria hydropiper* lze vyčíst, že rozdíl mezi lokalitou Benešov nad Lipou a Vroutek nevyšel průkazně, avšak pro substráty již ano. Rašelina se liší od všech ostatních substrátů, ornice od rašeliny a výsypky, písek pouze od rašeliny a výsypka od ornice a rašeliny. Písmena jsem přidělovala postupně ve sledu podle abecedy tak, aby pro daný druh substrát či lokalita, na kterých bylo nejvíce jedinců, byli na prvním místě (= a), s nejnižším počtem jedinců potom na posledním (= c).

	Lokalita		Substrát			
	Benešov	Vroutek	Ornice	Písek	Rašelina	Výsypka
<i>A. sagittata</i>	a	a	a	b	b	a
<i>C. acanthoides</i>	a	a	a	b	b	b
<i>E. repens</i>	a	b	a	a	a	a
<i>P. hydropiper</i>	a	a	b	bc	a	c
<i>R. acetosella</i>	a	b	c	b	a	c
<i>S. loeselii</i>	a	a	ab	a	ab	b
<i>T. farfara</i>	a	a	ab	a	ab	b

Při statistickém vyhodnocování každého ze čtyř měření zvlášť ale pro všechny druhy zároveň vyšel rozdíl mezi lokalitami průkazný 23.5., 22.5. a 6.6., 10.6.. Při prvních dvou měřeních (22.4., 13.4. a 13.5., 6.5.) se lokality na pětiprocentní hladině významnosti nelišily. Vyšší počet jedinců sledovaných druhů byl však v Benešově nad Lipou než ve Vroutku zaznamenán během každého měření. Budeme-li sledovat substráty, rozdíl mezi nimi byl prokázán pro data všech měření. U druhého měření (13.5., 6.5.) byl však výsledek pro substráty téměř na hranici průkaznosti ( $p = 0,0465$ ) a po zadání HSD testu nevyšla žádná interakce mezi substráty průkazně. (Tab 2)

Po souhrnném zpracování dat je výsledek statisticky průkazný jak pro použité substráty, tak pro obě lokality. Pořadí substrátů od obecně „nejpříhodnějšího“ po nejméně vhodný je toto: ornice, rašelina, písek, výsypková zemina; lokalit pak: Benešov nad Lipou, Vroutek. Výsledky jsem opět shrnula do tabulky (Tab. 2).

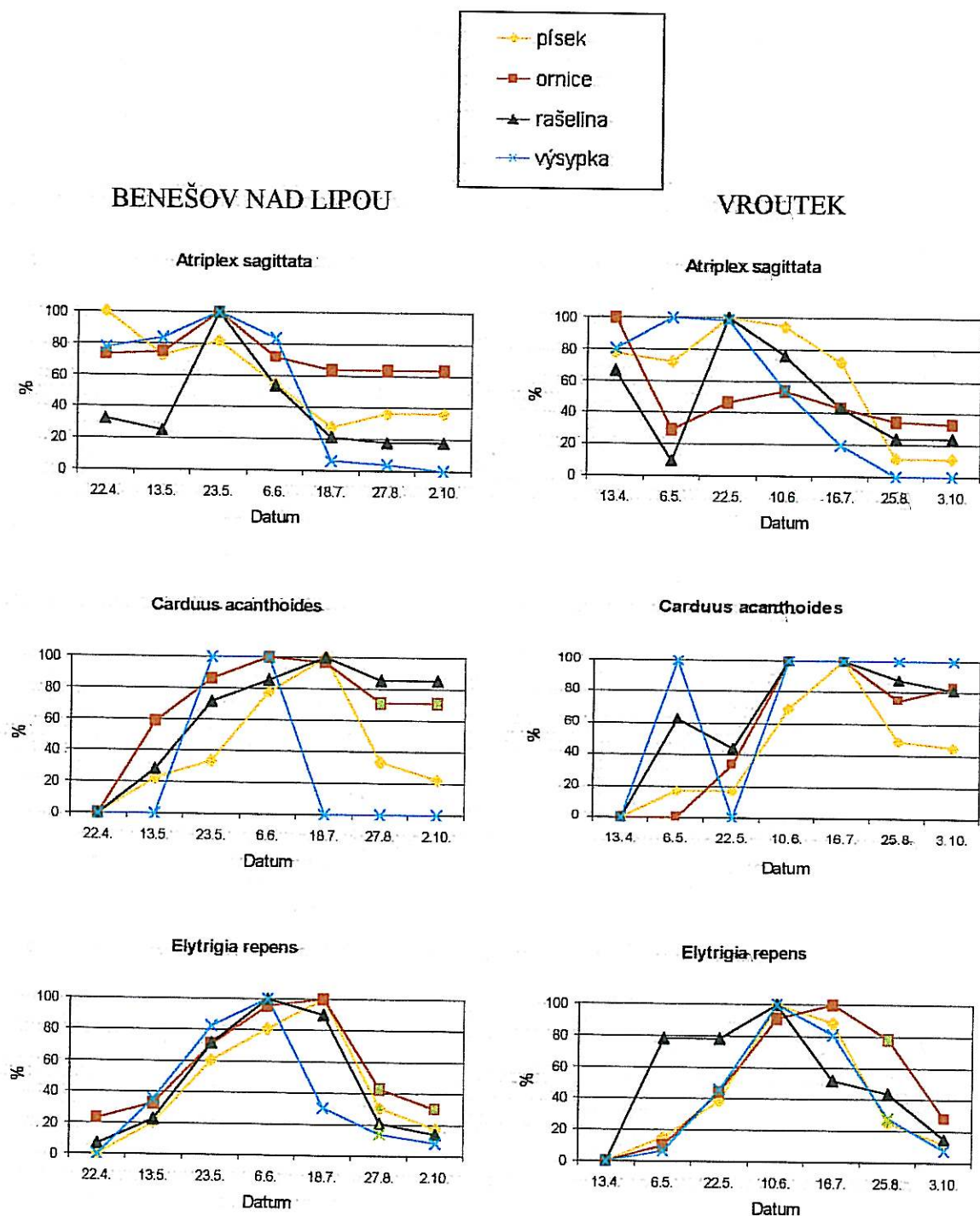
**Tab. 2:** Výsledky získané z dat počtu jedinců od 22.4. do 6.6. (Benešov nad Lipou) a od 13.4. do 10.6. (Vroutek) vyhodnocených analýzou variance a následně Tukey testem pro každé ze čtyř měření zvlášť.

	Lokalita		Substrát			
	Benešov	Vroutek	Ornice	Písek	Rašelina	Výsypka
22.4., 13.4.	a	a	a	c	c	b
13.5., 6.5.	a	a	-	-	-	-
23.5., 22.5.	a	b	a	ab	a	b
6.6., 10.6.	a	b	a	a	a	b
Souhrnně	a	b	a	bc	ab	c

Na Obr. 3 je zachycen počet jedinců vysévaných druhů v průběhu celé sezóny. Pro každé měření ze sedmi celkem byla pro každý substrát a druh spočítána průměrná hodnota z pěti opakování. Data byla následně relativizována, takže sto procent představuje maximální průměrný počet jedinců, kterého bylo kdykoliv během celé sezóny u daného druhu a substrátu dosaženo. Hodnoty pro ostatní měření jsou odvozeny od této hodnoty.

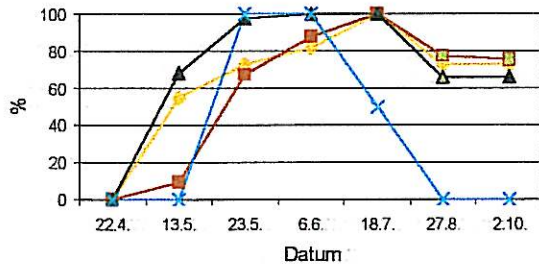


**Obr. 3:** Zrelativizovaný počet jedinců jednotlivých druhů v průběhu celé sezóny. Údaje ovlivněné předchozím protrháním jsou v grafech vyznačeny zelenou barvou. Např. u druhu *Carduus acanthoides* v Benešově nad Lipou je patrné, že k protrhání došlo 18.7. i 27.8., ale pouze na ornici. Podrobněji viz výše v textu.



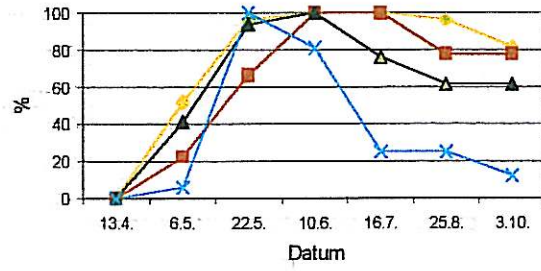
## BENEŠOV NAD LIPOU

*Persicaria hydropiper*

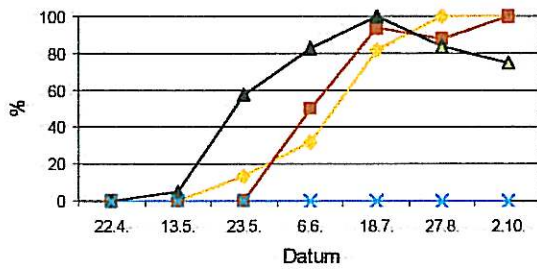


## VROUTEK

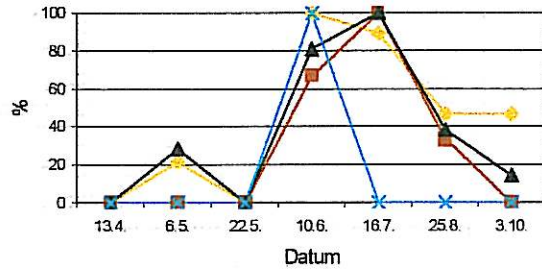
*Persicaria hydropiper*



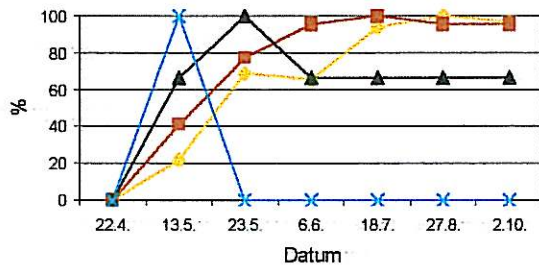
*Rumex acetosella*



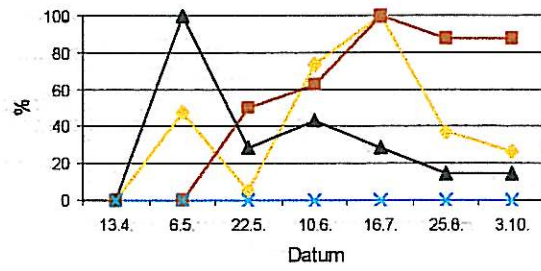
*Rumex acetosella*



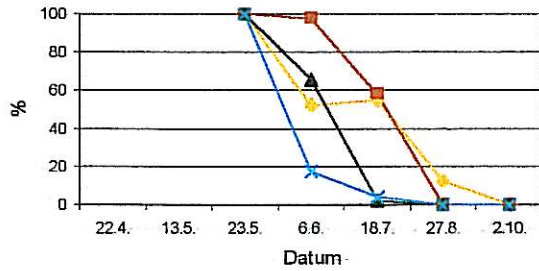
*Sisymbrium loeselii*



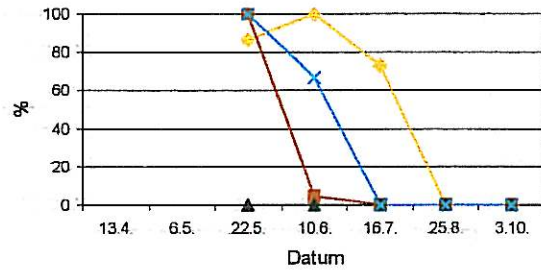
*Sisymbrium loeselii*



*Tussilago farfara*



*Tussilago farfara*



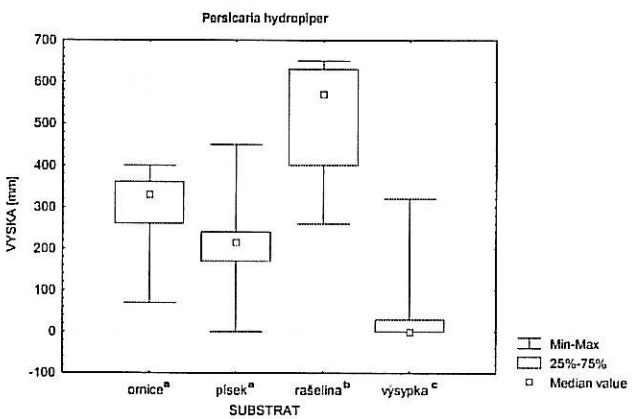
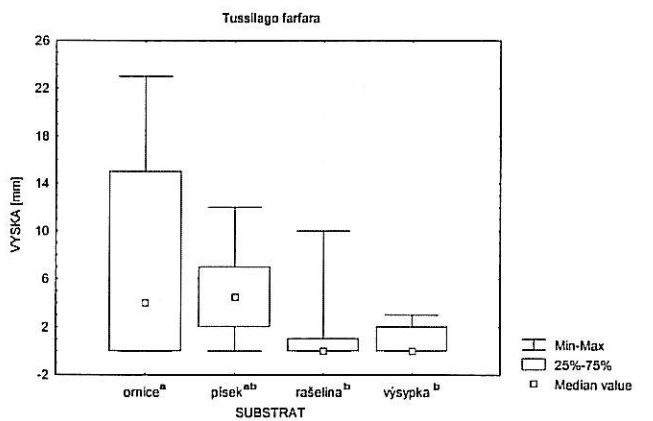
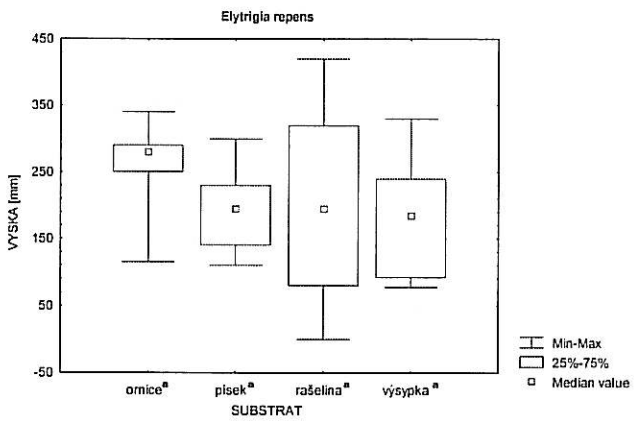
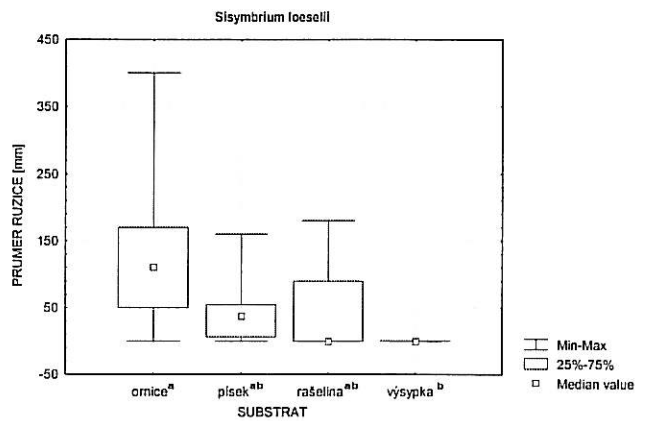
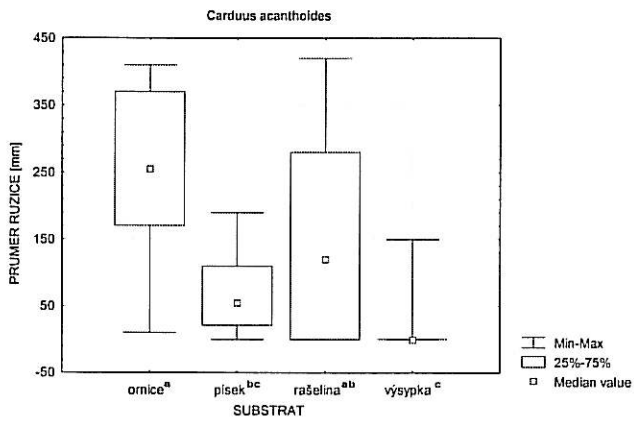
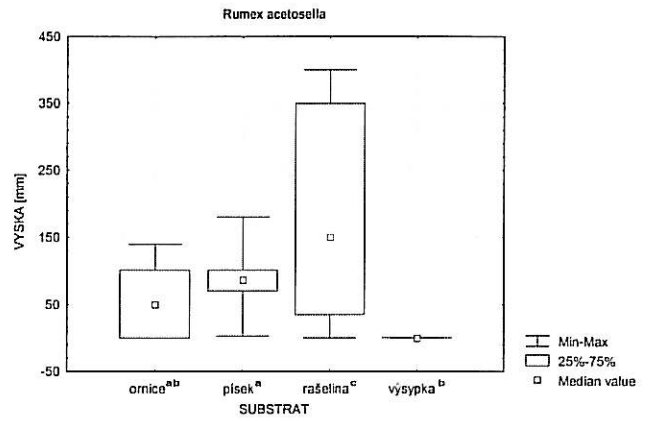
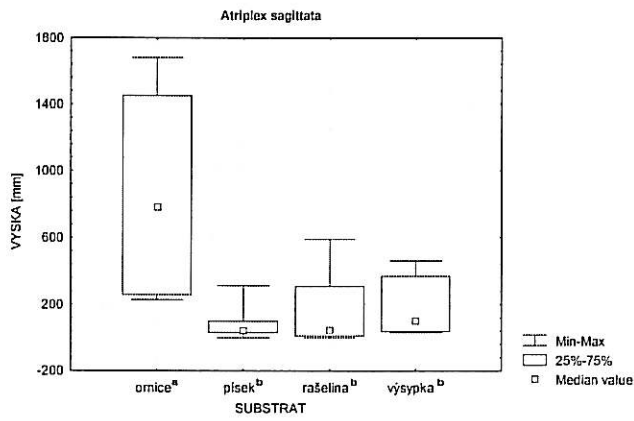


Semenáčky obecně začínaly klíčit v malých počtech už v dubnu, nejvíce jich však vyklíčilo v květnu. U některých druhů (např. *R. acetosella* ve Vroutku) lze sledovat, že po prvotním vyklíčení a následném úhynu semenáčků nastala druhá vlna klíčení. Ke konci sezóny jedinci většiny druhů postupně vymíraly, u druhu *Tussilago farfara* nevytrval žádný jedinec

### 3.2 Výška a průměr růžice jedinců

Vyhodnocovala jsem pro každý druh zvlášť hodnoty maximální dosažené výšky, u druhů *C. acanthoides* a *Sisymbrium loeselii* průměr růžice, kdykoliv od začátku jejího měření do konce sezóny (6.6. – 2.10. Benešov nad Lipou a 10.6. – 3.10. Vroutek) na každé plošce. Výsledky jsou znázorněny pomocí „Categorized box-whisker plot“ na Obr. 4.

pro každé  
místo a  
měření je  
to graficky  
i výškově



**Obr. 4:** Výsledky získané statistickým zpracováním dat maximální výšky (průměru růžice) jednotlivých vysévaných druhů dosažené kdykoliv během jejího měření na jednotlivých ploškách (bez rozlišení lokalit).

Mezi lokalitami Benešov nad Lipou a Vroutek byl signifikantní rozdíl prokázán u druhů *Atriplex sagittata*, *C. acanthoides*, *R. acetosella* a *T. farfara*. Ve všech těchto případech byly větší výška či průměr růžice jedinců zaznamenány na lokalitě v Benešově nad Lipou, jen u *C. acanthoides* ve Vroutku. Substráty se od sebe významně lišily opět u všech sledovaných druhů kromě *E. repens*. (Tab 3)

Po souhrnném vyhodnocení dat pro všechny druhy dohromady byl výsledek průkazný pouze pro substráty, lokality se od sebe nelišily. Substráty lze podle klesající výšky (průměru růžice) jedinců seřadit takto: ornice, rašelina, písek, výsypková zemina.

**Tab. 3:** Výsledky statistického zpracování naměřené výšky, případně průměru růžice, jedinců vyšetřovaných druhů vyjádřené pomocí písmen. Stínováním jsou zvýrazněny údaje, které se liší od výsledků vyhodnocujících počet jedinců.

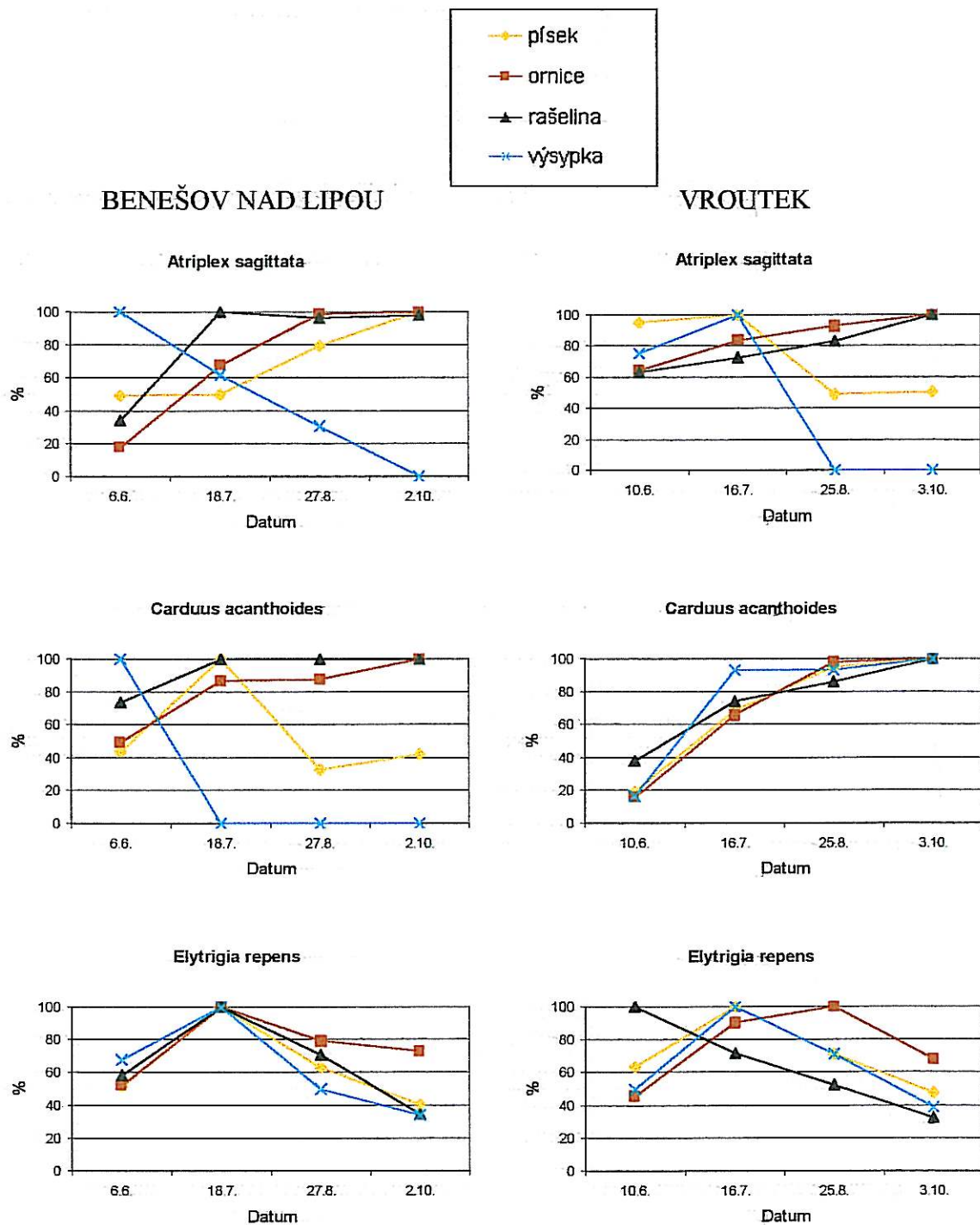
	Lokalita		Substrát			
	Benešov	Vroutek	Ornice	Písek	Rašelina	Výsypka
<i>A. sagittata</i>	a	b	a	b	b	b
<i>C. acanthoides</i>	b	a	a	bc	ab	c
<i>E. repens</i>	a	a	a	a	a	a
<i>P. hydropiper</i>	a	a	b	b	a	c
<i>R. acetosella</i>	a	b	bc	b	a	c
<i>S. loeselii</i>	a	a	a	ab	ab	b
<i>T. farfara</i>	a	b	a	ab	b	b
Souhrnně	a	a	a	c	b	c

*poznámka: ostatní tabulky měly být v podobě předloženy s obrázkem*

Na Obr. 5 jsou v grafech vynesena zrelativizovaná data výšky či průměru růžice jednotlivých druhů. Pro každé měření byla pro každý substrát a druh spočítána průměrná hodnota z pěti opakování. Z takto získaných hodnot ta nejvyšší představuje sto procent, ostatní jsou od ní odvozeny.

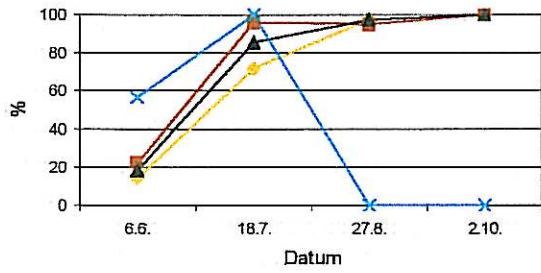
*data měření  
z rel. do  
100% (pro  
každý druh  
a substrát)  
(10 op.)*

**Obr. 5:** Zrelativizovaná data pro výšku jedinců jednotlivých druhů. U druhů *C. acanthoides* a *S. loeselii* je vynesena průměr růžice (podrobněji viz výše v textu). U *S. loeselii* byl měřen průměr růžice jen do okamžiku, kdy druh začal kvést a následně plodit. Pak je v grafu vynesena výška jedinců. Pro odlišení od předchozího průměru růžice nejsou ony dva body navzájem spojené a dva časově po sobě jdoucí body představující výšku jedinců jsou propojeny přerušovanou čarou (např. *S. loeselii* ve Vrutku začalo na rašelině kvést mezi 16.7. a 25.8.).



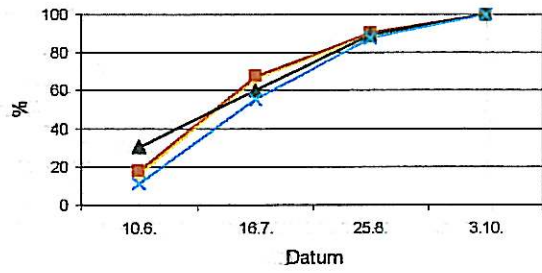
## BENEŠOV NAD LIPOU

*Persicaria hydropiper*

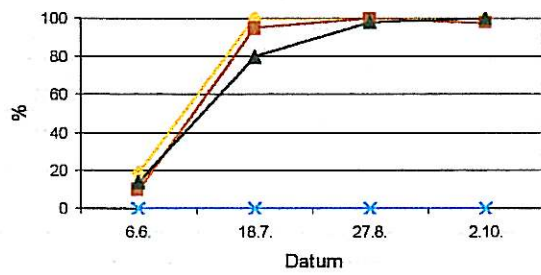


## VROUTEK

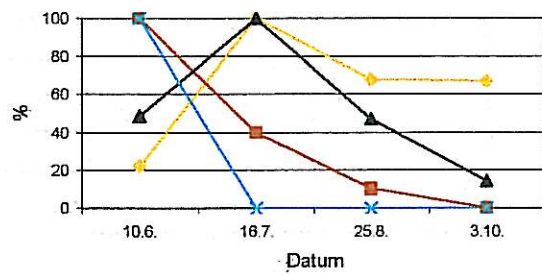
*Persicaria hydropiper*



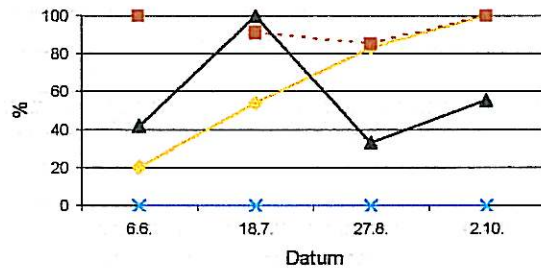
*Rumex acetosella*



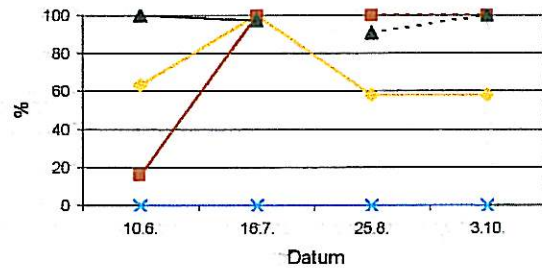
*Rumex acetosella*



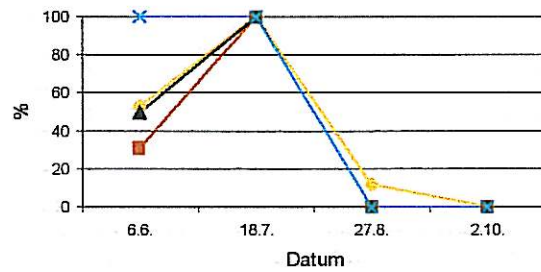
*Sisymbrium loeselii*



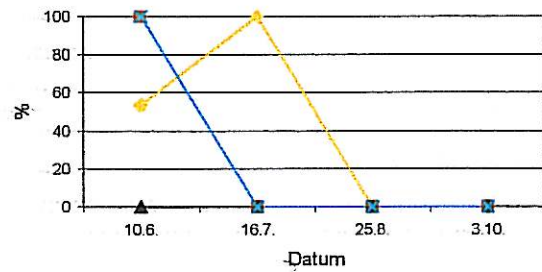
*Sisymbrium loeselii*



*Tussilago farfara*



*Tussilago farfara*





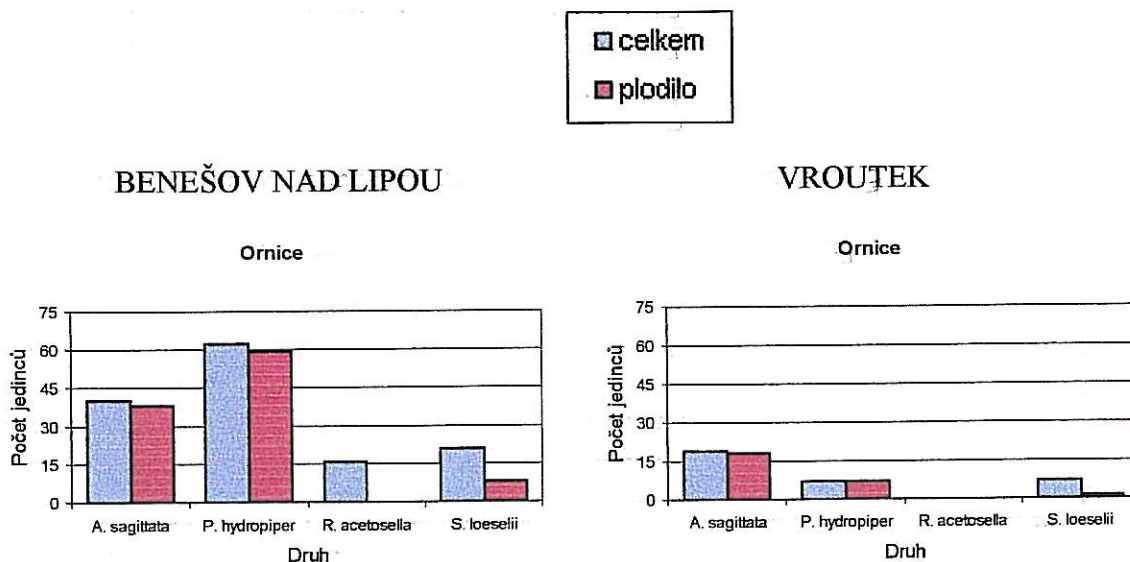
V některých případech (především na výsypkové zemině) z grafů vyplývá, že se výška jedinců vysévaných druhů v průběhu sezóny zmenšovala. Je to dáno vysokým úhynem ke konci léta, kdy vymírali i ti nejvyšší jedinci. Někde vyhynuli na daném substrátu všichni jedinci a hodnota v grafu je pak rovna nule (např. *T. farfara*).

### 3.3 Počet plodících jedinců

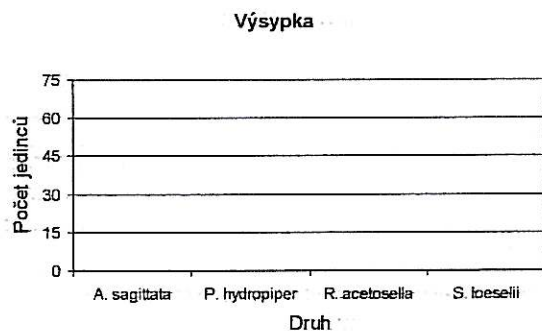
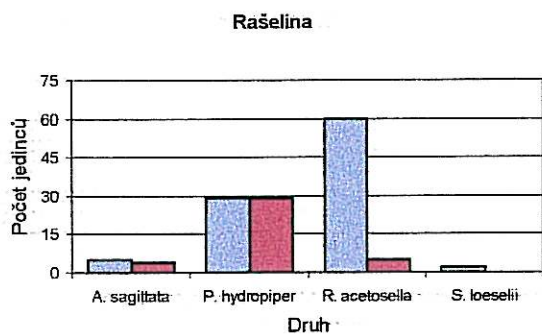
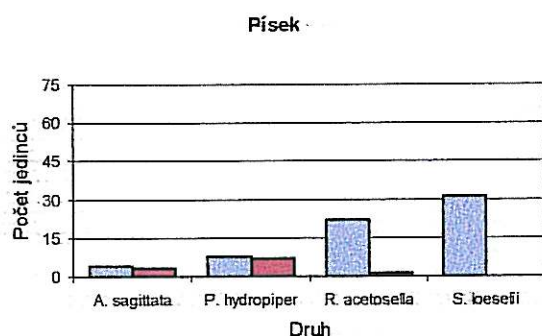
Plodit na konci hned první sezóny mohly z vysévaných druhů jen čtyři – *A. sagittata*, *P. hydropiper*, *R. acetosella* a *S. loeselii*. Ostatní druhy jsou buď vytrvalé nebo dvouleté. Při posledním měření v říjnu jsem odečetla počet plodících jedinců každého druhu na každé ploše. Vzhledem k předchozímu protrhávání mohl maximální počet dosáhnout 75-ti jedinců (= 15 x 5 opakování). Výsledky jsou zachyceny na Obr. 6.

to u  
je v  
metoda  
popisuje

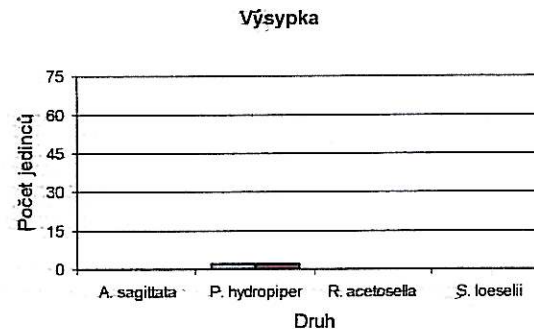
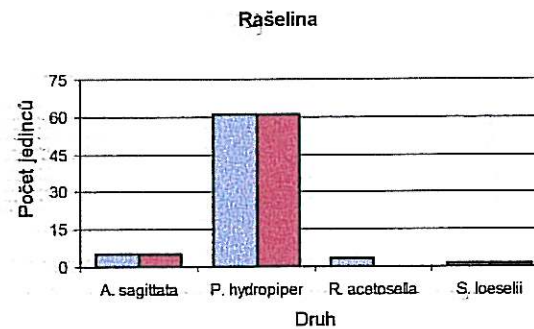
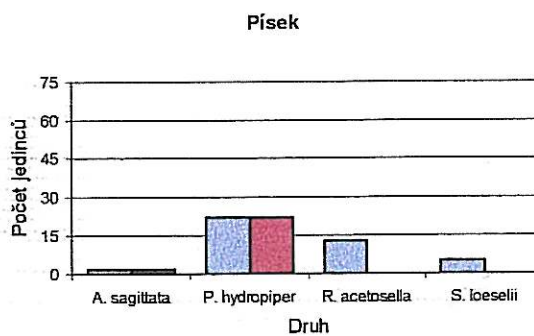
**Obr. 6:** Stav na lokalitách při posledním měření (Benešov nad Lipou 2.10., Vroutek 3.10.2003). V histogramech je vyneseno celkové množství všech jedinců daného druhu na daném substrátu v pěti opakováních (modře značené sloupce) a počet všech jedinců daného druhu na daném substrátu, kteří plodili (sloupce vínové barvy).



## BENEŠOV NAD LIPOU



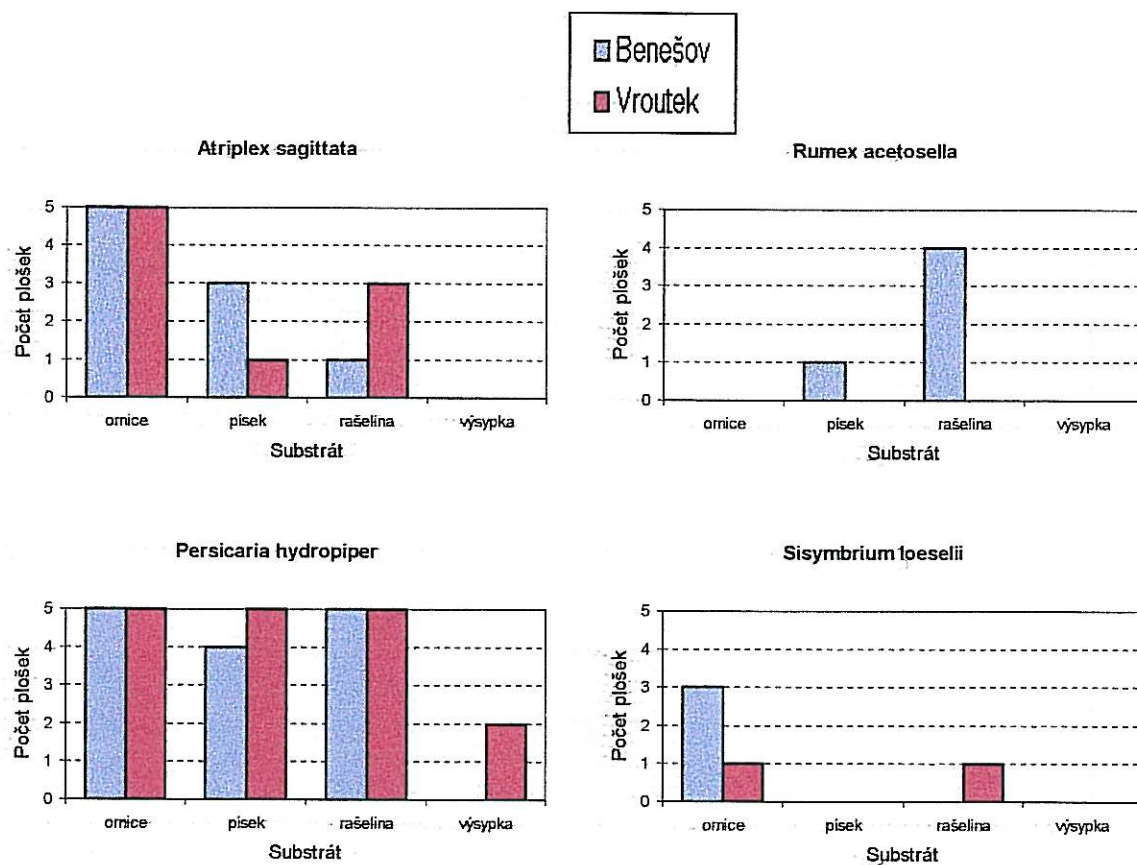
## VROUTEK



Z grafů je patrné, že každý ze čtyř možných druhů plodil alespoň na jednom substrátu. Nejvyšší podíl plodících jedinců z přítomných můžeme pozorovat u druhů *A. sagittata* a *P. hydropiper*.

Protože však některé druhy byly protrhávány a jiné nebylo vůbec třeba uměle zředit, větší výpovědní hodnotu má zřejmě Obr. 7. V něm je situace zachycena vzhledem k jednotlivým druhům, nikoliv substrátům. Histogramy ukazují, na kolika ploškách daného substrátu v pěti opakováních plodil alespoň jeden jedinec daného druhu.

**Obr. 7:** Přehled, na kolika ploškách z pěti opakování plodil alespoň jeden jedinec sledovaných druhů.



Z těchto výsledků jako nejméně vhodným substrátem pro vytrvání jedinců až do konce sezóny a jejich plození vychází výsypková zemina. Jediným druhem, který na ní byl schopen odplodit, byl *P. hydropiper* (ve Vroutku). *P. hydropiper* se z hlediska tohoto zpracování jeví celkově jako neúspěšnější druh.

Ve výsledcích nebylo vůbec zahrnuto vyhodnocování druhů *Juncus effusus* a *Salix cinerea*. Ze semen těchto druhů totiž nevzešel ani na jedné z lokalit žádný semenáček.

*(Hobily asi do písků, nebo na rašelině, výsypka)*



### 3.4 Zkouška klíčivosti

**Tab. 4:** Procento vyklíčených semen vysévaných druhů při zkoušce klíčivosti, která proběhla v březnu 2003. U druhů *E. repens* a *J. effusus* je udán absolutní počet vyklíčených semenáčků, protože semena nebyla počítána.

	<i>A. sag.</i>	<i>P. hyd.</i>	<i>R. ace.</i>	<i>S. cin.</i>	<i>S. loe.</i>	<i>T. far.</i>	<i>E. rep.</i>	<i>J. eff.</i>
Venku	63	4,3	23	-	14	-	7	0
V lednici při 3 °C	0	0	46	-	13	-	5	0
V pokoji při 22 °C	2	0	61	-	51	-	14	0
Neuskladněna	-	-	-	75	-	82	-	-

*A. sag.* = *Atriplex sagittata*

*P. hyd.* = *Persicaria hydropiper*

*R. ace.* = *Rumex acetosella*

*S. cin.* = *Salix cinerea*

*S. loe.* = *Sisymbrium loeselii*

*T. far.* = *Tussilago farfara*

*E. rep.* = *Elytrigia repens*

*J. eff.* = *Juncus effusus*

## 4. DISKUZE

Rok 2003 byl celkově vzhledem k dlouhodobému průměru velmi suchý. V Benešově nad Lipou spadlo pouze 69,6 % z dlouhodobého průměru ročních srážek. Podobně v Kryrech, vedlejší obci od Vroutku, bylo naměřeno jen 61,4 % dlouhodobého průměru. Průměrná roční teplota byla vyšší než je její dlouhodobý průměr. Můžeme tak mluvit až o extrémním roku. A to poznamenalo i výsledky mého pokusu. Semenačky na holém substrátu jsou sice chráněny před konkurencí vzrostlé vegetace, naopak jsou vystaveny faktorům působícím na povrchu půdy nezakryté vegetací jako je nízká půdní vlhkost, vysoké denní teploty a velké denní kolísání teplot (WALKER, DEL MORAL 2003).

### 4.1 Počet jedinců

Podíváme-li se na výsledky statistického zpracování dat z hlediska jednotlivých druhů, zjistíme, že na pětiprocentní hladině významnosti existují průkazné rozdíly mezi oběma lokalitami pouze u druhů *Elytrigia repens* a *Rumex acetosella*. V obou případech byl vyšší počet jedinců zaznamenán na lokalitě v Benešově nad Lipou. *E. repens* je druh spíše vlhčích a chladnějších stanovišť (GRIME ET AL. 1988), což je zřejmě hlavní důvod, proč se z obou pokusných lokalit ta v termofytiku jevila jako méně „příhodná“. *E. repens* byl také jediný druh, u kterého nevyšel průkazný rozdíl mezi žádnými substráty.

*R. acetosella* obecně upřednostňuje vysychavé substráty s pH okolo 4,5 a je skromný na půdní živiny (GRIME ET AL. 1988). Přesně v souladu s touto charakteristikou jsou i výsledky statistického zpracování dat. Substrátem s nejvyšším počtem semenáček je rašelina, pak písek a nakonec ornice a výsypka.

Pro ostatní druhy nebyl rozdíl mezi lokalitami prokázán. Nepodařilo se tedy odlišit tři záměrně vybrané druhy, hojnější obecně v termofytiku než v mezofytiku (*Atriplex sagittata*, *Carduus acanthoides* a *Sisymbrium loeselii*), od ostatních. Nabízí se proto odpověď, že vliv makroklimatu na uchycení a růst semenáček není příliš významný. Na druhou stranu ale nesmíme opomenout skutečnost, že rok 2003 byl extrémně suchý a teplý a klimatické podmínky v Benešově nad Lipou (mezofytikum) se takřka vyrovnaly průměrným podmínkám ve Vroutku (termofytikum). Z hlediska substrátů byl nejvyšší počet jedinců zaznamenán u *A. sagittata* na ornici a výsypce, u *C. acanthoides* na ornici. I zde tedy zjištěné zhruba odpovídá předpokládanému (VODÁK ET AL. 1956; DOSTÁL 1989; OSBORNOVÁ ET AL. 1990;

FELDMAN ET AL. 1994). Druh *S. loeselii* byl nejpočetnější na písku. Jedná se o nitrofilní druh rostoucí na živinami bohatých půdách (HEJNÝ, SLAVÍK 1992), a proto je toto zjištění v rozporu s očekávaným.

*Persicaria hydropiper* byl početně nejhojnější druh na rašelině. Je to překvapující, protože *P. hydropiper* se přirozeně vyskytuje na hodně vlhkých stanovištích (SULTAN ET AL. 1998; HROUDA, SKALICKÝ 1990), kdežto rašelina je substrát, který velmi rychle vysychá.

Pro druh *Tussilago farfara* vyšel jako „nejpříhodnější“ substrát písek. Zde se tedy opět získané výsledky s očekávanými rozcházejí (GRIME ET AL. 1988; VODÁK ET AL. 1956). *pro-? (x nov-27, silnic...)*

Po souhrnném vyhodnocení počtu jedinců všech druhů do začátku protrhávání vyšel při pětiprocentní hladině významnosti průkazně rozdíl mezi lokalitou v Benešově nad Lipou a ve Vroutku. Lokalita v Benešově nad Lipou se pro sledované druhy jevila jako obecně příhodnější. Jedním z důvodů mohou být již zmiňované atypické klimatické podmínky v roce 2003. Léto bylo suché a teplé, substráty rychle vysychaly a mladé semenáčky byly jen stěží schopny takovým abiotickým faktorům čelit. Ve Vroutku bylo schopno vyklíčit nižší procento vysetých semen a případné semenáčky pak více vymíraly než v Benešově nad Lipou. Dokazují to výsledky analýzy variance provedené pro každé ze čtyř měření zvlášť. Statisticky průkazně vyšel výsledek jen pro poslední dvě měření, ale při všech čtyřech bylo v Benešově nad Lipou přítomno více semenáček než ve Vroutku. Rozdíl v počtu jedinců mezi oběma lokalitami se během těchto čtyř měření stále více prohluboval.

Počet jedinců na použitých substrátech vyšel rovněž statisticky průkazně. Pořadí substrátů podle klesajícího počtu odečtených semenáček bez rozlišení druhů je: ornice, rašelina, písek, výsypková zemina a zcela se shoduje s předpokládaným.

Ke klíčení vysévaných druhů docházelo většinou na přelomu dubna a května. Pouze semenáčky *A. sagittata* jsem zaznamenala již při prvním měření v dubnu, a to na všech čtyřech substrátech na obou lokalitách. Obecně u všech druhů počet semenáček po prvním vyklíčení postupně stoupal. V květnu pak ale ve Vroutku došlo u druhů *A. sagittata*, *C. acanthoides*, *R. acetosella* a *S. loeselii* k jejich výraznému úhynu. Vzápětí následovala druhá vlna klíčení. V Benešově nad Lipou v takovém rozsahu nic pozorováno nebylo. Rozdílnost v dynamice klíčení mezi oběma lokalitami mohla být způsobena celkově suchým jarem 2003, což se ve větší míře projevilo právě ve Vroutku (termofytiku). Mladé semenáčky jsou totiž na sucho velmi citlivé, protože ještě nemají dostatečně vyvinutý kořenový systém,

kterým by mohli čerpat vlhkost nejen při povrchu půdy, ale i z větších hloubek (FENNER 1985).

Přibližně od přelomu června a července začal počet jedinců části sledovaných druhů postupně klesat. Výjimku tvořil druh *C. acanthoides*, jak v Benešově nad Lipou tak ve Vroutku, u kterého vytrvalo vysoké procento jedinců až do ukončení pokusu. Stejný trend vykazovaly *R. acetosella* a *S. loeselii* v Benešově nad Lipou. Tyto tři druhy byly tedy z hlediska přežívání extrémně suchého a teplého léta nejúspěšnější. Jak jsem již několikrát uváděla, *C. acanthoides* a *S. loeselii* jsou druhy preferující termofytikum před mezofytikum (DOSTÁL 1989; HEJNÝ, SLAVÍK 1992), takže toto zjištění není nijak překvapující. *R. acetosella* je zase druh suchých stanovišť (GRIME ET AL. 1988) a zřejmě proto byl v Benešově nad Lipou schopen vytrvat v takovém počtu až do konce sezóny. Ve Vroutku však byly klimatické podmínky během léta pro tento druh tak nepříznivé, že je nebyl schopen tolerovat. Do ukončení pokusu v říjnu přežilo jen nízké procento jedinců.

*T. farfara* jsem vysévala až v první polovině května. Semena dobře klíčila a hned při následujícím měření jsem odečetla počet semenáčků. Z výsledků je ale vidět, že právě při tomto měření v drtivé většině případů dosáhl druh své maximální početnosti. Následovalo období sucha, ve kterém odumřela většina jedinců a do konce sezóny nevytrval ani jeden.

#### **4.2 Velikost jedinců**

Výsledky statistického zpracování dat naměřené výšky, případně průměru růžice, jedinců z hlediska substrátů potvrzují výše uvedené výsledky z počtu jedinců. Statisticky průkazné rozdíly mezi jednotlivými substráty jsou s nimi zcela ve shodě až na dvě výjimky – u druhů *A. sagittata* a *C. acanthoides* na výsypce. V obou případech si výsypka „vedla lépe“ při vyhodnocování počtu jedinců než při vyhodnocování výšky a průměru růžice.

Pokud výsledky HSD testu provedeného pro porovnání obou lokalit srovnáme opět s výsledky vyhodnocování počtu jedinců, zjistíme, že se liší u *A. sagittata*, *E. repens* a *T. farfara*. Těžko však z toho můžeme vyvozovat nějaké závěry, protože vyhodnocovaná data počtu jedinců byla získána během prvních čtyř měření, zatímco data pro výšku či průměr růžice během posledních čtyř měření. První tak vypovídají spíše o dynamice klíčení a přežívání semenáčků, druhá pak hodnotí především růst jedinců během letních měsíců.

Rozdíl mezi lokalitami vyšel průkazně u čtyř druhů – *A. sagittata*, *C. acanthoides*, *R. acetosella* a *T. farfara*. Jedinci dosahovali větších rozměrů vždy v Benešově nad Lipou než ve Vroutku, kromě *C. acanthoides*, u kterého tomu bylo naopak. Hlavním důvodem je zřejmě

opět sucho a teplo během léta, které se projevilo ve větší míře ve Vroutku než v Benešově nad Lipou. Jedinci ve Vroutku většinou sotva přežívali a hodně jich uhynulo. Často se stalo, že odumřel i ten největší jedinec. Jediný druh, který dosáhl průkazně větších rozměrů ve Vroutku než v Benešově nad Lipou, byl *C. acanthoides*. Jedná se o jeden z druhů typických především pro termofytikum (DOSTÁL 1989).

Po souhrnném vyhodnocení vyšly rozdíly mezi substráty shodně jako ve výsledcích získaných zpracováním dat počtu semenáčků. Rozdíl mezi lokalitami však statisticky průkazně nevyšel. Vliv místních klimatických podmínek se tedy nejeví být příliš zásadní. WALKER A DEL MORAL (2003) uvádějí, že v raných stádiích sukcese je druhové složení ovlivněno místním klimatem jen slabě. Absence kompetice umožňuje druhům osidlovat širokou škálu prostředí. S postupující sukcesí vztah mezi druhovým složením a místními klimatickými podmínkami sílí.

#### **4.3 Počet plodících jedinců**

Plodnost jednotlivých druhů nebylo možné statisticky vyhodnotit, přesto data poskytují cenné informace. Ve Vroutku se mnohem častěji vyskytla situace, že plodilo všech sto procent ze zůstavších jedinců. To v Benešově nad Lipou můžeme sledovat jen v jednom případě – u *P. hydropiper* na rašelině. Pro jedince ve Vroutku bylo tedy zřejmě klíčové vytrvat navzdory nepřízní počasí a potažmo i substrátu (přeschlému). Potom už plodili bez problému. Rdesno bylo také jediným druhem ze čtyř potencionálně plodících, který vytrval na výsypce až do ukončení pokusu. Je překvapující, že právě tento druh byl schopen úspěšně čelit silnému vysychání, protože je obecně považován za vlhkomilný (SULTAN ET AL. 1998; HROUDA, SKALICKÝ 1990)

Pokud se podíváme, zda byly druhy typické pro termofytikum schopny odplodit i v mezofytiku, zjistíme, že ano. Nasnadě je opět odůvodnění, že letní sezóna roku 2003 v Benešově nad Lipou (mezofytikum) se úhrnem srážek a teplotou téměř vyrovnala s průměrnými hodnotami pro Vroutek (termofytikum). U obou druhů (*A. sagittata*, *S. loeselii*) v Benešově nad Lipou vytrvalo více jedinců, především na ornici a písku, než ve Vroutku. Tam ale zase plodilo vyšší procento jedinců z celkem přítomných.

Druh *R. acetosella* plodil pouze v Benešově nad Lipou.

Ve výsledcích nebyl vůbec vyhodnocován druh *Juncus effusus* a *Salix cinerea*. Ze semen těchto druhů totiž nevzešel ani na jedné lokalitě žádný semenáček. Vzhledem k tomu,

že při zkoušce klíčivosti rovněž nevyklíčilo žádné semeno *J. effusus*, usuzuji, že semena byla sesbírána z „vadné“ populace, nebyla životaschopná. Co se týká *S. cinerea*, musím opět upozornit na extrémně teplý konec květena. Semena byla vyseta až 23.5., 22.5., tedy již přímo v období sucha. Oproti *T. farfara*, které bylo vyseto o jedno měření dříve, tak ani nestihla vyklíčit. A protože jsou krátkověká (GRIME ET AL. 1988), nemohla vyčkat na příhodnější podmínky.

Kolonizace nových stanovišť je v různých letech velmi variabilní, protože závisí na místních podmínkách prostředí a na klimatických podmínkách, které jsou každý rok trochu jiné (VAN DER VALK 1992).

## 5. ZÁVĚR

V pokusu se podařilo při pětiprocentní hladině významnosti statisticky prokázat vliv jak místních klimatických podmínek tak i substrátu na uchycení a přežívání semenáčků vybraných druhů raných sukcesních stadií.

Rozdíly mezi použitými substráty byly prokázány pro všechny vysévané druhy kromě *E. repens*. Po souhrnném vyhodnocení pro všechny druhy dohromady je pořadí substrátů směrem od „nejpříhodnějšího“ k nejméně „vhodnému“ toto: ornice, rašelina, písek, výsypková zemina.

Průkazný rozdíl mezi oběma lokalitami byl zjištěn jen asi u poloviny druhů. Výsledek celkového vyhodnocení pro všechny druhy vypovídá, že lokalita v Benešově nad Lipou se od lokality ve Vroutku liší jen při zpracování dat celkového počtu jedinců. Výsledek získaný vyhodnocením maximální výšky, případně průměru růžice, statisticky průkazný mezi lokalitami nebyl.

Pokud porovnáme přesné hodnoty dosažených hladin významnosti mezi lokalitami a substráty, zjistíme, že hladina významnosti při vyhodnocování lokalit byla vždy vyšší než hladina významnosti dosažená při srovnávání substrátů. A to jak při souhrnném zpracování dat počtu semenáčků (lokality:  $P = 0,000098$ ; substráty:  $P = 0,000001$ ), tak jejich výšky (průměru růžice) (lokality:  $P = 0,066992$ ; substráty:  $P < 10^{-6}$ ). To tedy vede k závěru, že při uchycování a přežívání sledovaných druhů je zásadnější limitace v charakteru substrátu než v makroklimatu (alespoň ve sledovaném roce).

Vliv makroklimatu však v tomto případě nelze příliš zobecňovat, protože v pokusu byla jak pro termofytikum, tak mezofytikum použita vždy pouze jedna lokalita. Navíc rok 2003, kdy pokus probíhal, neodpovídal svými klimatickými hodnotami dlouhodobému průměru. Na obou lokalitách spadlo úhrnem mnohem méně srážek a průměrná teplota byla vyšší.



## 6. LITERATURA

- 204 K v k u d u
- BASTL, M. 1994. Sukcese vegetace na rašeliništích narušených těžbou. (Bakalářská diplomová práce. Depon. In: Společná knihovna AV ČR a BF JU, České Budějovice).
- BEGON, M., HARPER, J.L., TOWNSEND, C.R. 1997. Ekologie – jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc.
- BONSALL, M.B., VAN DER MEIJDEN, E., CRAWLEY, M.J. 2003. Contrasting dynamics in the same plant-herbivore interaction. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100: 14932-14936.
- DOSTÁL, J. 1989. Nová květena ČSSR 2. Academia, Praha.
- FELDMAN, S.R., VESPRINI, J.L., LEWIS, J.P. 1994. Survival and establishment of *Carduus acanthoides*. *Weed Research* 34: 265-273.
- FENNER, M. 1985. Seed ecology. Chapman and Hall, London.
- GLEESON, S.K., TILMAN, D. 1990. Allocation and the transient dynamics of succession on poor soils. *Ecology* 71: 1144-1155.
- GLENN-LEWIN, D.C., PEET, R.K. & VEBLER, T.T. 1992. Plant succession theory and prediction. Chapman & Hall, London, UK.
- GRIME, J.P., HODGSON, J.G., HUNT, R. 1988. Comparative plant ecology. Unwin Hyman, London.
- GRIME, J.P. 2001. Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. John Wiley, Chichester.
- HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. 1990. Květena České republiky 2. Academia, Praha.
- HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. 1992. Květena České republiky 3. Academia, Praha.
- HODAČOVÁ, D., PRACH, K. 2003. Spoil heaps from brown coal mining: Technical reclamation versus spontaneous revegetation. *Restoration Ecology* 11: 385-391.
- KRUK, B.C., BENECH-ARNOLD, R.L. 2000. Evaluation of dormancy and germination responses to temperature in *Carduus acanthoides* and *Anagallis arvensis* using a screening system, and relationship with field-observed emergence patterns. *Seed Science Research* 10: 77-88.
- KRUPAUER, V., BICAN, J. & DRBAL, K. 1990. Excavated Sand Pits: Man-made Ecosystem of Třeboň Biosphere Reserve. Academia, Praha.
- KUBÁT, K. *ET AL.* 2002. Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.
- LHOTSKÁ, M., KROPÁČ, Z. 1985. Kapesní atlas semen, plodů a klíčnicích rostlin. SPN, Praha.
- LEPŠ, J. 1996. Biostatistika. Jihočeská univerzita České Budějovice.



- MANDÁK, B., PYŠEK, P. 2001. The effects of light quality, nitrate concentration and presence of bracteoles on germination of different fruit types in the heterocarpous *Atriplex sagittata*. *J. Ecol.* 89: 149-158.
- MANDÁK, B., PYŠEK, P. 2001. Fruit dispersal and seed banks in *Atriplex sagittata*: the role of heterocarpy. *J. Ecol.* 89: 159-165.
- OSBORNOVÁ, J., KOVÁŘOVÁ, M., LEPŠ, J. & PRACH, K. 1990. Succession in abandoned fields. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- PIKULA, J., OBDRŽÁLKOVÁ, D., ZAPLETAL, M. 1997. Polní, zahradní a lesní plevely České republiky. Peres, Praha.
- PRACH, K., PYŠEK, P., BASTL, M. 2001. Spontaneous vegetation succession in human-disturbed habitats: A pattern across seres. *Applied Vegetation Science* 4: 83-88.
- SALONEN, V., SETÄLÄ, H. 1992. Plant colonization of bare peat surface – relative importance of seed availability and soil. *Ecography* 15: 199-204.
- SLAVÍKOVÁ, J. 1986. Ekologie rostlin. SPN, Praha.
- SULTAN, S.E., WILCZEK, A.M., HANN, S.D., BROSI, B.J. 1998. Contrasting ecological breadth of co-occurring annual *Polygonum* species. *J. Ecol.* 86: 363-383.
- ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P. 2001. Dřeviny České republiky. Matice Lesnická, Písek.
- VAN DER VALK, A.G. 1992. Establishment, colonization and persistence. In: Glenn-Lewin *et al.* (eds.): *Plant succession. Theory and prediction*. Chapman and Hall, London.
- VODÁK, A., KROPÁČ, Z., NEJEDLÁ, M. 1956. Semena nebo plody našich kulturních rostlin a nejčastějších plevelů; klíčící rostliny našich běžných plevelů. Československá akademie zemědělských věd, Praha.
- WALKER, L.R., DEL MORAL, R. 2003. *Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation*. University Press, Cambridge.

## 7. PŘÍLOHY

**Příloha č. 1:** Fotografie

**Příloha č. 2:** Disketa (3,5') s nahranými daty



**Příloha č. 1**



Pokusné plošky ve Vroutku 22.5.2003.



Detail jedné plošky ve Vroutku 16.7.2003; substrát – písek.