

Bakalářská práce Biologické fakulty Jihočeské university,
České Budějovice

**VLIV KONKURENCE A HNOJENÍ NA DRUHY
*RANUNCULUS AURICOMUS, R. ACRIS A R. NEMOROSUS***

Zuzana Musilová

školitel: Doc. RNDr. Jan Lepš, CSc.

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

Mušířová' Žuzana

ABSTRACT

Competitive interactions and fertilization effects were studied on three species - *Ranunculus auricomus*, *R. acris*, and *R. nemorosus* in an oligotrophic meadow. Above- and belowground effects of neighbors on target individuals were measured using three treatments. For one growing seasons target plants of each species were grown as follows:

- with no neighbors, root competition was excluded with polyethylene-foil (trenching method)
- with roots but not shoots of neighbors, the plants around the target individuals were removed by clipping (removal method)
- with all above- and belowground parts of neighbors present (control)

Fertilization (two levels: yes, no) was applied in a factorial design. The experiment was set in five complete blocks (i.e. 3 x 2 plant of each species in each block). On each plant the number of leaves and the length and width of the longest leaf were measured.

The analysis (repeated measure ANOVA) showed significant effects of removal and fertilization on *R. acris* (i.e., the interactions of removal and fertilization with time are significant). However, effects on the other two species were not significant.

1. ÚVOD

V každé biocenóze se vytvářejí těsnější nebo volnější vzájemné vztahy (interakce) mezi jednotlivými rostlinnými populacemi i mezi jedinci jedné populace. Jsou různého druhu a projevují se různými mechanismy, avšak všechny jsou významné pro utváření struktury a funkce biocenózy (Slavíková, 1986).

Jednou z těchto interakcí je mezidruhov^á kompetice. Podstata mezidruhov^é kompetice tkví v tom, že plodnost, délku života nebo růst jedinců omezují svou přítomností jedinci jiného druhu (Begon et al., 1990).

Konkurence představuje soutěž o limitující faktor stanoviště, který je zdrojem výživy, tj. o minerální látky v půdě, půdní vlhkost, zdroje energie, nebo prostor. Jde tedy o trofický a prostorový vztah (Slavíková, 1986).

Mezidruhov^á kompetice může ovlivňovat populační dynamiku soutěžících druhů mnoha způsoby. Tato dynamika pak může zase ovlivňovat rozmístění druhů i jejich vývoj (Begon et al., 1990)

Jedna z teorií říká, že dva druhy rostlin mohou žít společně, jsou-li jejich populace nezávisle ovládány jedním nebo několika z následujících mechanismů:

1. rozdílné požadavky na živiny
2. rozdílné příčiny hynutí
3. různá vnímavost k rozdílným toxinům
4. různá vnímavost k těmto řídicím činitelům (světlo, voda) v různých obdobích

(Odum, 1977)

Ke konkurenci nedochází jen v nadzemních částech (konkurence o záření a prostor), ale i v kořenovém systému. Donald (1951) zjistil, že kořenová kompetice má větší efekt než nadzemní kompetice, ale zároveň také prokázal interakci mezi nimi. Domnívá se, že právě to je základem pro konkurenci.

Někdy však může být prýtová konkurence důležitější. Záleží to na druhu a prostředí (konkrétně na tom, jaké faktory jsou limitující). Některé pokusy ukazují, že význam konkurence v nadzemní části vzhledem ke kompetici kořenové roste s časem (Wilson, 1988).

Martiho studie (1994) ukázaly, že na sledovaných lokalitách byly některé druhy limitovány právě kořenovou konkurencí, která převažovala nad prýtovou.

Intenzita nadzemní a kořenové kompetice je negativně korelována a to tak, že kořenová konkurence je intenzivnější v živinově chudých místech, zatímco na místech na živiny bohatých převažuje kompetice nadzemní (Wilson & Tilman, 1993).

+ velikost!

Na téma význam kořenové konkurence byla vedena řada diskusí. Tak například Newman (1973) kritizoval tvrzení Grima (1973), že kompetice je méně intenzivní na středně stresových místech než na nízkostresových. Vyčítal mu, že použil charakteristik, které se vztahují na konkurenci o světlo a zcela ignoroval možnost kořenové kompetice. Sám Grime ve své odpovědi uznal, že je jasný rozdíl mezi jeho a Newmannovým názorem na roli kořenové konkurence v přirozené vegetaci.

Také pro Grima a Tilmana byla kompetice příčinou sporu (Thompson & Grime, 1988; Tilman, 1987). Zatímco Grimův názor zní, že nejsilnějšími konkurenty jsou rostliny s nejvyšší maximální rychlostí růstu vegetativních částí (mají maximální schopnost odčerpat zdroj), Tilmanova teorie předpokládá, že nejschopnějšími kompetitory jsou druhy s minimálními požadavky na zdroj (Grace, 1990). Příčinou jejich rozdílných názorů může být různost užitých definic kompetice.

Většina ekologů 70. let zastávala názor, že mezidruhová kompetice je nejvýznamnějším faktorem pro utváření struktury společenstva a to proto, že určuje, které druhy a kolik jich může koexistovat.

V poslední době se však do centra pozornosti dostávají i nerovnovážné a stochastické faktory (např. fyzikální narušování a nestálost podmínek) (Begon et al., 1990).

Existují různé možnosti, jak mezidruhovou konkurenci zkoumat. První typ experimentálních důkazů jsou studie konané za umělých, řízených (často laboratorních) podmínek. Např. Grovessova a Williamsova studie (1975) na *Trifolium subterraneum* a *Chondrilla juncea* nebo Tansleyova práce (1917) na *Galium hercynicum* a *G. pumilum* [non vidi]. Klíčovým prvkem je porovnání reakcí druhů žijících samostatně s reakcemi, které se projevují, jsou-li druhy smíseny.

+ mož
fertilizaci
práci

Výhodou je relativně snadná realizace a kontrola, ovšem druhy pozorujeme v podmínkách, které se od přirozených liší. Druhým způsobem jsou terénní pokusy, kdy provedeme určitý typ zásahu a výsledky se porovnájí s kontrolní plochou bez zásahu. Výhodou těchto pokusů je, že se zabývají organismy žijícími ve svých přirozených biotopech. Pro svou práci jsem si vybrala právě tento typ experimentu.

V pokusu byly sledovány druhy *Ranunculus auricomus*, *R. acris* a *R. nemorosus*.

Cílem práce bylo u jednotlivých druhů zjistit:

1. reakci jednotlivých druhů na konkurenci ostatních rostlin
 2. reakci druhů na hnojení
- a vzájemné interakce těchto faktorů.

Nomenklatura

Nomenklatura vyšších rostlin podle: Dostál (1989).

Nomenklatura mechorostů podle: Pilous (1960).

2. MATERIÁL A METODY

2.1 Popis lokality

Terénní pokusy byly prováděny na louce, která se nachází asi 2 km SZ od obce Ohrazení u Českých Budějovic. Jedná se o nekosenou, vlhkou, oligotrofní louku, která už několik let není hospodářsky využívána. Ze tří stran je chráněná lesem, z jedné pak přiléhá k poli. Louka se mírně svažuje směrem k severu. Lokalita je relativně druhově bohatá s dominantními druhy *Molinia caerulea* a *Nardus stricta*.

Z dalších trav jsou více zastoupeny *Festuca ovina*, *F. rubra*, *Anthoxanthum odoratum*, *Briza media* a *Holcus lanatus*. Je zde také několik druhů ostřic - nejhojnější je *Carex panicea*, dále se zde vyskytují *C. hartmanii*, *C. pallescens*, *C. pilulifera*. Z ostatních druhů jsou hojněji zastoupeny *Ajuga reptans*, *Prunella vulgaris*, *Potentilla erecta* a *Galium boreale*. Z vzácnějších druhů zde roste *Pedicularis sylvatica*. Mechové patro tvoří *Pseudoscleropodium purum*, *Rhytiadelphus squarrosus*, *Climacium dendroides*, *Sphagnum* spp. atd. Fytocenologický snímek z této louky je uveden v práci Špačková, Kotorová, Lepš (1998).

viz Novák

2.2 Biologie a morfologie sledovaných druhů

1. *Ranunculus* (č. *Ranunculaceae*)

Zahrnuje jak rostliny jednoleté tak i vytrvalé; květ je pětičetný - rozlišen na kalich a korunu, jsou přítomna nektaria, andreceum i gyneceum je pomnoženo, plodem je nažka; vyskytuje se v mírném pásu severní polokoule; obsahuje ranunculin, z kterého se uvolňuje protoanemonin - jedná se o toxickou látku s bakteriostatickým a fungicidním účinkem, sušením se toxicita snižuje, díky této látce jsou pryskyřníky opomíjeny při spásání dobyt看 (Novák, 1958).

Ranunculus auricomus

Taxonomicky jde o složitý druh, s dosud neúplně vysvětlenou variabilitou (několik desítek mikrospecií) (Křísa, 1988).

Morfologie: Jde o vytrvalou rostlinu s krátkým oddenkem bez šupin. Lodyha je lysá, někdy s roztroušenými chlupy. První jarní listy jsou nedělené s čepelí ledvinitého tvaru, ostatní listy jsou dělené. Květy jsou žluté s lysým květním lůžkem. Nažky jsou slabě nafouklé s krátkým rovným nebo zahnutým zobánkem.

Biologie: Vyskytuje se na loukách, ve smíšených, listnatých a lužních lesích. Roste na vlhkých, neutrálních, často vápenatých půdách, převážně písčitých a hlinitých. Kvetení: IV - VII (Dostál, 1989).

Literatura: O tomto druhu se literatura zmiňuje pouze v souvislosti s prací Rabotnova (1958) [non vidi].

Ranunculus acris

Morfologie: Vytrvalá rostlina s krátkým oddenkem. Lodyha je přímá, lysá nebo s přitisknutými chlupy. Listy jsou dlouze řapíkaté, hluboce dělené, na bázi s pochvou. Květ je zlatožlutý, lesklý, s lysým květním lůžkem. Má kulaté nažky, úzce lemované krátkým rovným zobánkem.

Biologie: Roste na loukách (i horských), pastvinách, lesních světlínách. Preferuje vlhké, živné, neutrální až mírně kyselé půdy, kamenité, písčité nebo hlinité (Dostál, 1989).

Netvoří mykorrhizu. Dává přednost množení semeny, vegetativně se množí jen zřídka. Zimu přežívá v podobě růžice (Harper, 1957).

Kvetení: V - X (max. na přelomu VI a VII)

Literatura: Ze tří sledovaných druhů bylo právě na tomto provedeno nejvíce sledování. Byl podrobně popsán Harperem (1957) a jeho demografie byla studována v pracích Sarukhána a Harpera (1973, 1974) společně s druhy *R. repens* a *R. bulbosus*.

Ranunculus nemorosus

Morfologie: Vytrvalá rostlina s přímou lodyhou, která má ve spodní části přímo odstálé chlupy; má přízemní řapíkaté listy, k bázi 3 sečné; květy jsou jasně žluté s chlupatým květním lůžkem; nažky jsou slabě zploštělé se zahnutým zobánkem.

Biologie: Vyskytuje se ve světlých listnatých lesích, na pastvinách, v lesních lemech na loukách. Obsazuje vlhké, zásadité i neutrální půdy, převážně kamenité nebo hlinité. Kvetení: V- VII (Dostál, 1989).

Literatura: Tomuto druhu nebyla věnována žádná práce.

2.3 Uspořádání pokusu

Pokus byl založen v září roku 1996. Pokusná plocha byla rozdělena na 5 bloků. V každém bloku bylo vybráno vždy 6 rostlin od každého druhu (celkem 90 rostlin ve faktoriálním uspořádání). Rostliny byly ovlivněny dvěma způsoby:

a) Byl proveden zásah, jehož cílem bylo zjistit vliv ostatních rostlin na daný druh; tento zásah měl tři hladiny

1. val - kolem rostliny byl vyplet kruh o průměru cca 45 cm, který byl ohraničen plastovou fólií. Fólie zasahovala do hloubky asi 40 cm. Tento zásah měl zabránit nejen nadzemní, ale i kořenové kompetici.

2. obřih - kolem rostliny byl vystřihán kruh stejného průměru jako u valu, čímž byla odstraněna prýtová kompetice, ale kořenová zůstala zachována.

3. kontrola - zbylé rostliny byly ponechány bez zásahu a sloužily jako kontrola.

b) hnojení

Polovina rostlin byla pohnojena tak, aby vždy z dvojice se stejným zásahem byla jedna rostlina hnojena a jedna nehnojena. Bylo použito Universální zahradní hnojivo v dávce 15 g na rostlinu.

Složení hnojiva: celkový obsah živin 50%

obsah dusíku 12%

obsah fosforu 19%

obsah draslíku 19%

vápník, chlór

25% ?

U všech rostlin byla změřena délka a šířka nejdelšího listu a byl zjištěn celkový počet listů.

Během roku byly jednotlivé zásahy udržovány průběžným pletím a obřihem.

Na podzim roku 1997 byly všechny rostliny opět změřeny a zjištěny počty listů.

2.3 Statistické zpracování dat

Měření bylo provedeno celkem třikrát - 27.9.1996, 28.4.1997 a 27.9.1997.

Z důvodu srovnatelnosti byla porovnávána pouze dvě měření - 27.9.1996 a 27.9.1997.

Data jsou ve formě opakovaného pozorování, s tím, že první měření bylo provedeno před zásahem. Z tohoto důvodu byla pro vyhodnocení dat z 27.9.1996 a 27.9.1997 použita ANOVA, model opakovaných pozorování (Repeated Measurements). Jarní měření (28.4.1997) byla zpracována pomocí ANOVY pro jednotlivá měření. Vzhledem k uspořádání nás nejvíce zajímá interakce jednotlivých zásahů s časem.

K vyhodnocení byl použit program STATISTICA (Anonymus, 1996).

3. VÝSLEDKY

Výsledky analýz jsou zobrazeny v grafech v příloze.

Z hodnocení musela být vyřazena data získaná z valů. Díky extrémně deštivému létu došlo u takto upravených rostlin vlivem nepropustné fólie ke změně vodního režimu, na což rostliny reagovaly převážně sníženým růstem a některé uhynuly. Jelikož tato reakce nebyla způsobena ani vlivem konkurence ani vlivem hnojení, došlo by ke zkreslení výsledků.

1. výsledky z porovnání všech druhů

a) porovnání dat z 27.9.1996 a 27.9.1997 (ANOVA- opakovaná měření; vysvětlující faktory: druh, zásah, hnojení)

Délka listů:

U dat o délce listu byly zjištěny průkazné rozdíly mezi druhy ($p = 0.0005$, $F = 8.828$)- což se dalo očekávat. Průkazná byla též interakce druhu a času ($p = 0.029$, $F = 3.831$).

Dále byla zjištěna průkazná interakce druhu, hnojení a času ($p = 0.016$, $F = 4.51$)- tzn. různé druhy reagují různě na hnojení.

Na hranici průkaznosti byla interakce hnojení a času ($p = 0.063$, $F = 3.616$), což naznačuje, že hnojení by mohlo mít efekt na všechny druhy.

Vliv zásahu nebyl průkazný.

Počet listů:

Data o počtu listů opět vykazují průkazný rozdíl mezi druhy ($p = 0.046$, $F = 3.299$). Dále je průkazná reakce na zásah v čase ($P = 0.002$, $F = 10.7$).

Nebyl prokázán vliv hnojení.

Šířka listů:

U dat týkajících se šířky listů byl průkazný pouze rozdíl mezi druhy ($p = 0.001$, $F = 15.149$).

b) porovnání dat z 28.4.1997 (ANOVA pro jednotlivá měření)

Pro tato data nebyl zjištěn žádný průkazný efekt.

2. výsledky analýzy pro jednotlivé druhy

Ranunculus auricomus

U tohoto druhu nebyl průkazný ani vliv zásahu ani vliv hnojení.

Z grafů je vidět, že délka listu v nehnojeném obštíhu měla tendenci se snižovat, v hnojeném obštíhu zůstala přibližně stejná. V hnojené kontrole výrazněji klesla (obr. 1). Negativní reakce na hnojení u délky listu je patrná i z obrázku 2, kde je zobrazeno měření provedené 27.9. 1997. Počet listů v obštíhu zůstal zhruba stejný při hnojení i bez hnojiva. V kontrole pak lehce vzrostl (obr. 3). Šířka listu klesla v obštíhu (hnojeném i nehnojeném), naopak v obou kontrolách mírně vzrostla (obr. 5).

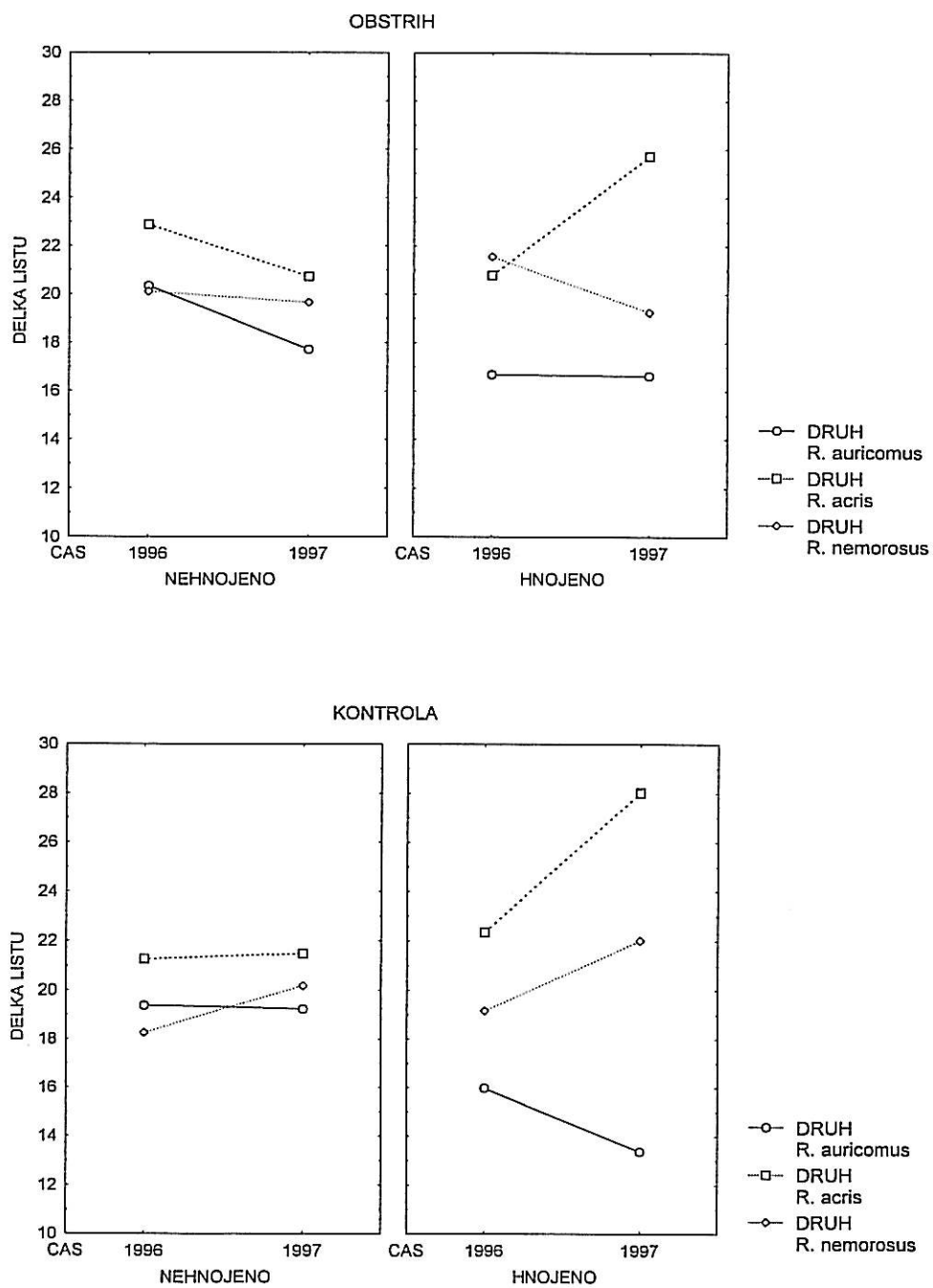
Ranunculus acris

U tohoto druhu byl průkazný vliv zásahu na počet listů ($p=0.168$, $F=7.127$) a šířku listu ($p=0.156$, $F=7.322$). Dále byl prokázán vliv hnojení na délku listu ($p=0.0009$, $F=26.39$) - nárůst byl zřetelný v hnojeném obštíhu a kontrole (obr. 1), na počet listů ($p=0.168$, $F=7.127$) - nárůst v hnojené kontrole (obr. 3), a šířku listu ($p=0.008$, $F=9.074$) - nárůst v hnojeném obštíhu (obr. 5). Positivní reakce na hnojení zejména v kontrolách je zřetelná i z obrázků 2, 4 a 6 (opět pro data z 27.9. 1997).

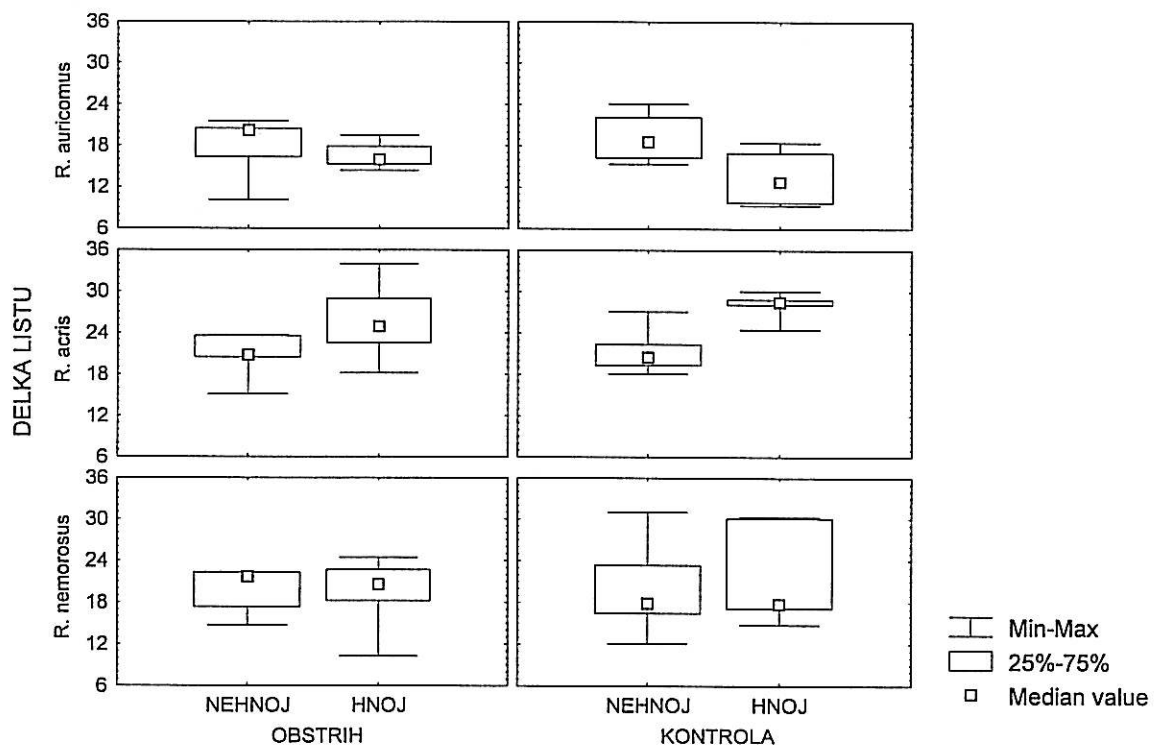
Ranunculus nemorosus

U tohoto druhu nebyl průkazný ani vliv zásahu ani hnojení.

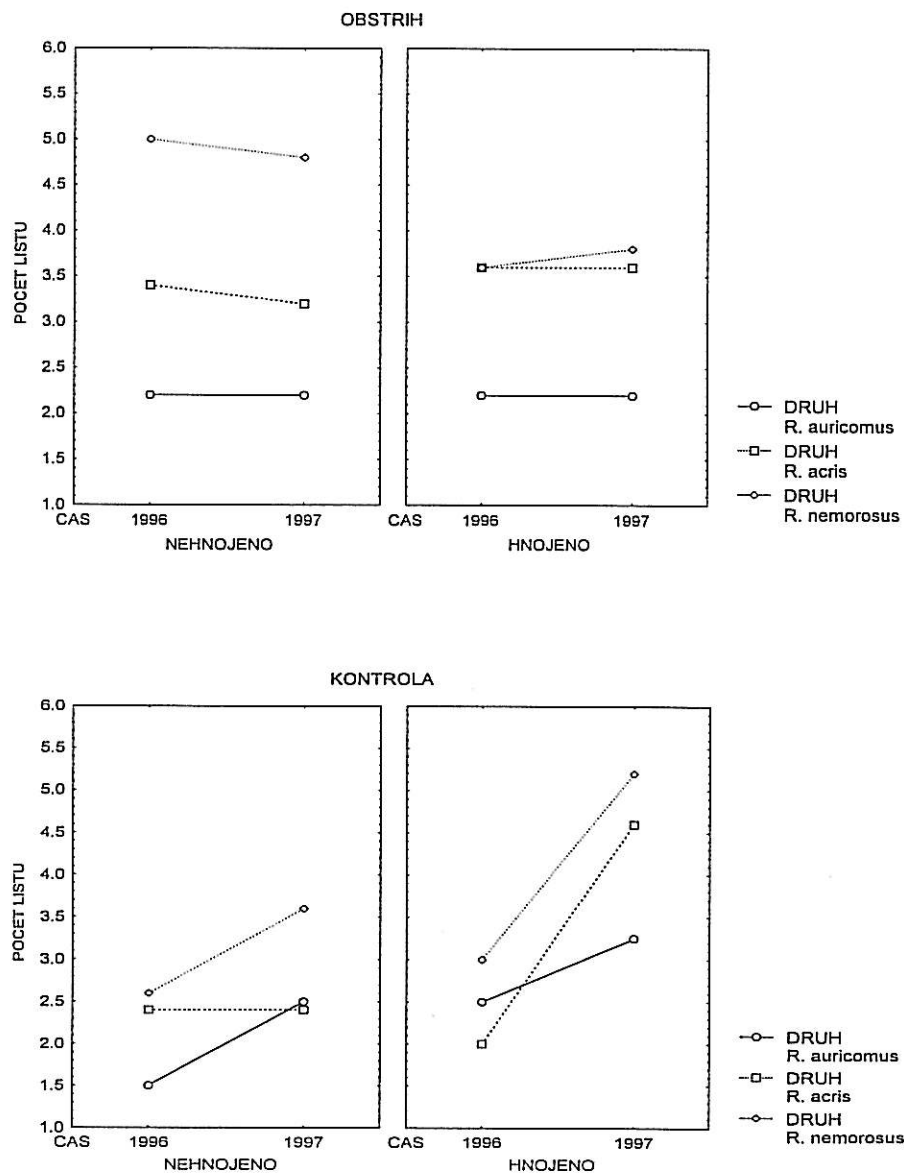
Z grafů je vidět, že délka listu mírně klesla v hnojeném obštíhu a měla tendenci mírně vzrůstat v hnojené i v nehnojené kontrole (obr. 1). Zatímco počet listů v obštíhu zůstal téměř nezměněn, v obou kontrolách vzrostl (obr. 3). Šířka listu se nijak výrazně nezměnila ani v obštíhu ani v kontrole (obr. 5).



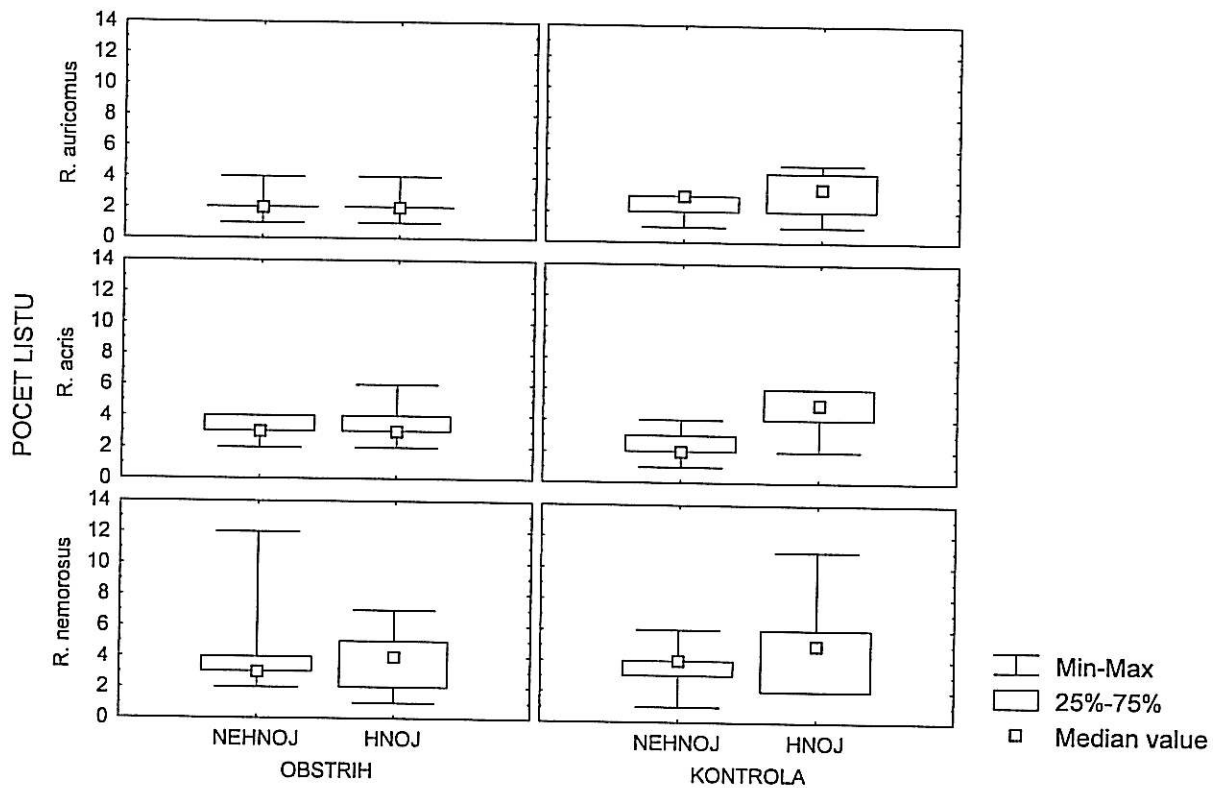
Obr.1. Změny délky listu v závislosti na hnojení a obstrihu (měření 27. 9. 1996 bylo provedeno před zásahem)



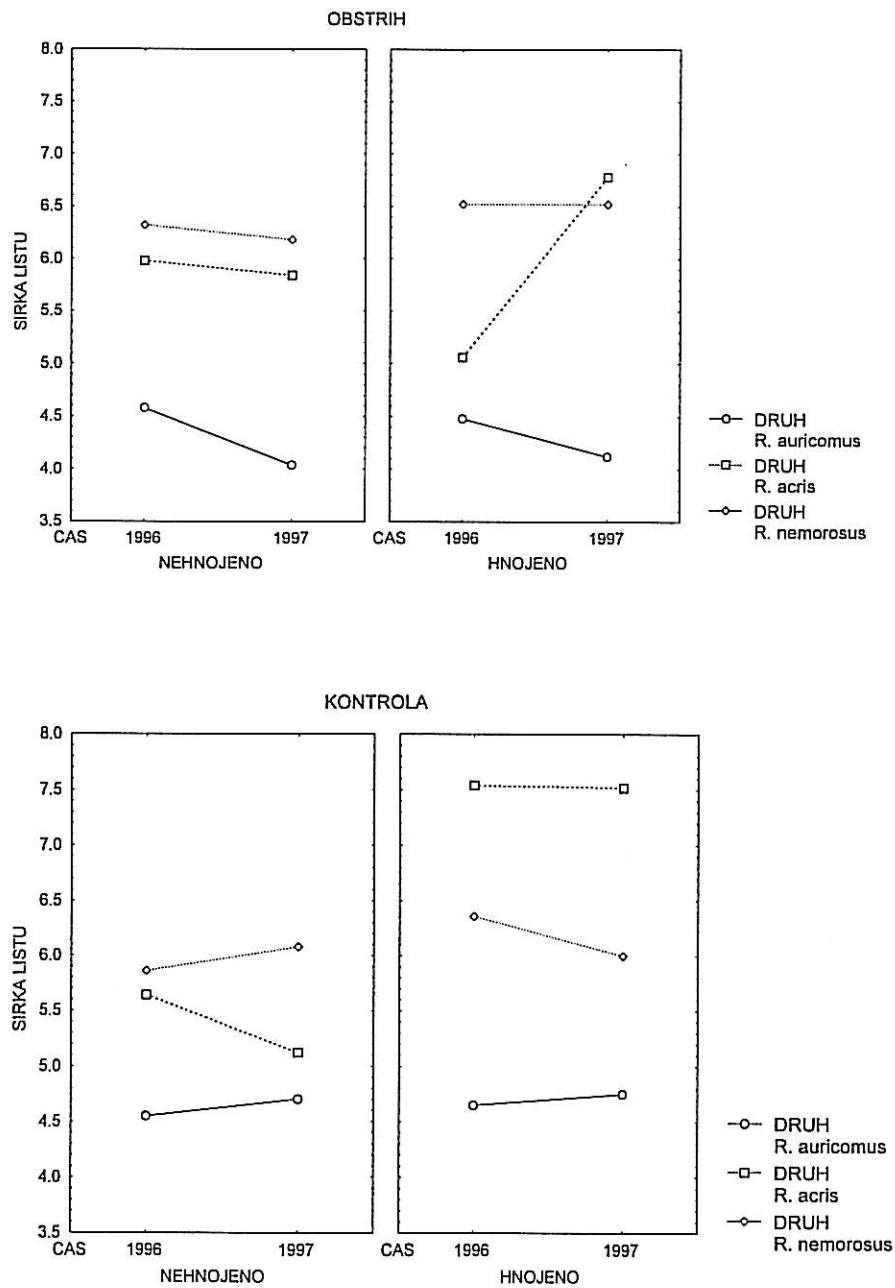
Obr. 2. Krabicový diagram (Box and Whisker Plot) znázorňující závislost délky listu na hnojení a obštíhu (měřeno 27. 9. 1997).



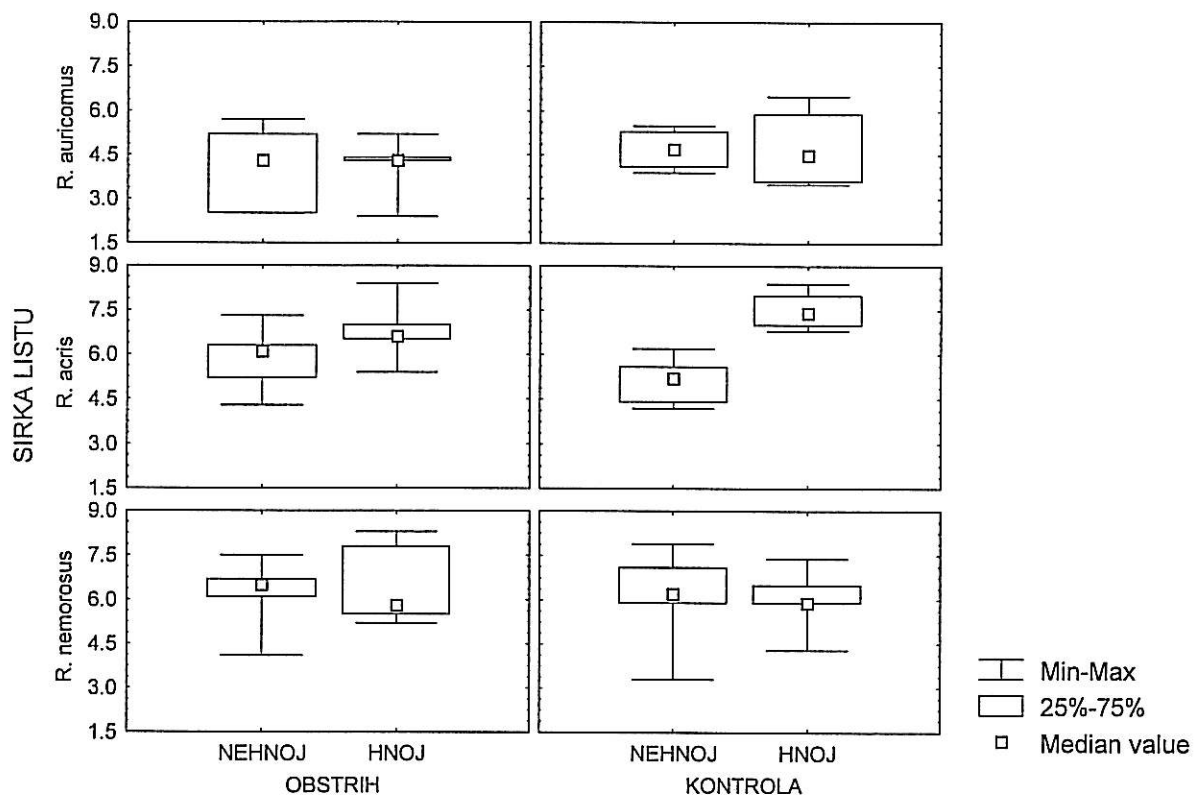
Obr. 3. Změny počtu listů v závislosti na hnojení a obřihu (měření 27. 9. 1996 bylo provedeno před zásahem)



Obr. 4. Krabicový diagram (Box and Whisker Plot) znázorňující závislost počtu listů na hnojení a obstrihu (měřeno 27. 9. 1997)



Obr. 5. Změny šířky listu v závislosti na hnojení a obstříhu. (měření 27. 9. 1996 bylo provedeno před zásahem)



Obr. 6. Krabicový diagram (Box and Whisker Plot) znázorňující závislost šířky listu na hnojení a obřívku (měřeno 27. 9. 1997)

4. DISKUSE

Z grafů je vidět jak jednotlivé druhy reagovaly na zásah a hnojení.

Nejvýraznějších výsledků bylo dosaženo u druhu *R. acris*. Ten průkazně reagoval na hnojení a byl také zjištěn průkazný vliv zásahu. Pozitivní reakce na hnojení je v souladu s tím, že tento druh zasahuje i na hnojené louky. Z grafů je také vidět, že *R. acris* dobře prosperoval i v přítomnosti ostatních druhů, takže ze všech tří sledovaných druhů se jeví jako kompetičně nejodolnější. Toto zjištění se shoduje s výsledky studií Harpera (1957), který zjistil, že *R. acris* je schopen odolat i konkurenci vyšších trav. Dále zjistil, že tento druh obvykle netvoří mykorrhizu, která se spíše vyskytuje u kompetičně slabších druhů. Toto však není ve shodě s pozorováními, které prováděl Titus též na lokalitě Ohrazení. V jeho práci byla mykorrhiza zjištěna u všech tří sledovaných druhů (Titus, ústní sdělení).

Důležitým faktorem určující kompetiční schopnosti je také velikost investice do fotosyntetických tkání a vertikální distribuce listové plochy (Grace & Tilman, 1990). Jelikož *R. acris* je ze všech tří sledovaných druhů nejmohutnější, je možné, že i tato skutečnost hovoří ve prospěch jeho větší kompetiční schopnosti.

Ranunculus auricomus měl tendenci snižovat délku listu v hnojené kontrole. Jelikož délka listu ze všech tří sledovaných parametrů snad nejlépe charakterizuje mohutnost rostliny, mohl by tento pokles naznačovat, že *R. auricomus* je kompetičně slabší a špatně snáší konkurenci ostatních rostlinných druhů, jejichž konkurenční schopnost mohla být hnojením posílena. To, že nereagoval na hnojení odpovídá faktu, že se tento druh vyskytuje spíše na oligotrofnějších stanovištích.

R. nemorosus stejně jako *R. auricomus* nereagoval na hnojení, což opět odpovídá tomu, že tento druh vyhledává spíše středně živná stanoviště. Jelikož celkem dobře rostl i v přítomnosti ostatních druhů, je možné říci, že i tento druh je kompetičně poměrně odolný.

Z celkově ne příliš výrazné reakce na kompetici lze usuzovat, že pro dospělé rostliny tří sledovaných druhů není konkurence až tak důležitá. Jde totiž spíše o časné druhy, které se konkurenčnímu boji vyhnou právě brzkým vykvetením. Obdobné pokusy prováděné na *Succisa pratensis* byly vysoce průkazné (Špačková, ústní sdělení). *S. pratensis* patří spíše k později kvetoucím druhům (VII - IX) a proto pro ni konkurenční boj hraje patrně významnější roli.

Na druhou stranu pokusy na *Gentiana pneumonante* neprokázaly signifikantní rozdíl mezi rostlinami obštíhanými a kontrolou (Křenová & Lepš, 1996).

Dalším důvodem pro nevýraznou kompetiční odpověď sledovaných druhů může být i to, že většinou jsou na vliv konkurence ostatních rostlin mnohem více citlivější semenáčky než dospělé rostliny (Špačková et al., 1998).

Pokusy Wilsona a Tilmana (1993) na druhu *Schyzachyrium scoparium* ukázaly, že celková kompetice (nad- i podzemní) se v souvislosti s hnojením nelišila, byla však značně snížena disturbancí. V nenarušených a nehnojených blocích byl růst limitován kořenovou kompeticí, zatímco v hnojených blocích se uplatňovala nad- i podzemní konkurence. Jejich experiment prokázal, že posun od kořenové k prýtové kompetici nastal s růstem hnojení.

Jelikož díky extrémně deštivému létu nemohla být vyhodnocena data získaná z valů, nebylo možné porovnat, jak důležitou roli hraje u sledovaných druhů kořenová kompetice a v jakém vztahu se uplatňuje vzhledem ke konkurenci nadzemní.

5. ZÁVĚR

V této práci byl prokázán vliv zásahu a hnojení na druh *R. acris*. Ostatní druhy na hnojení výrazně nereagovaly. Ze sledování vlivu kompetice na jednotlivé druhy vyplývá, že konkurenčně nejsilnější je *R. acris*, zatímco *R. auricomus* se jeví jako kompetičně nejméně odolný.

Protože musela být vyřazena data získaná z valů, nemohlo být porovnáno, jak důležitou roli hraje u těchto druhů kořenová kompetice.

Jelikož tento experiment bude pokračovat je možné, že výsledky z další sezóny ukáží nové skutečnosti, které přispějí k objasnění této problematiky.

PODĚKOVÁNÍ

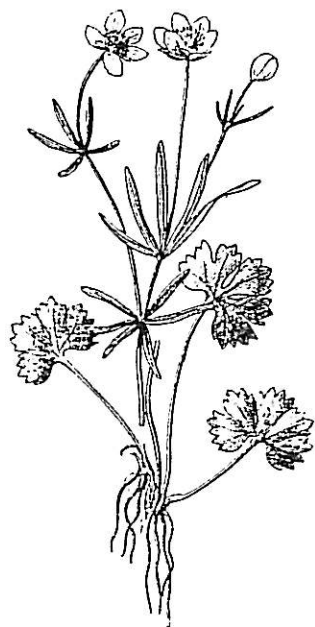
Na závěr bych chtěla poděkovat především J. Š. Lepšovi za jeho trpělivost při vedení této práce a za jeho čas, který mi věnoval. Můj dík samozřejmě patří i všem ostatním, kteří mi jakkoli při této práci pomohli.

LITERATURA

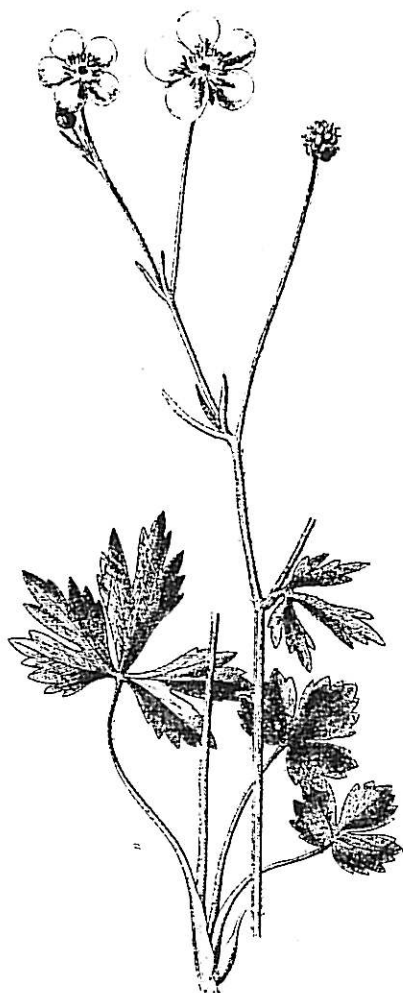
- ANONYMUS. 1996. STATISTICA for Windows [program manual], StatSoft., Tulse, OK.
- BEGON, M., HARPER, J.L., TOWNSEND, C.R. 1990. Ecology: individuals, populations and communities. Blackwell, Oxford.
- DONALD, C.M. 1951. Competition among pasture plants. Australian Journal of Agricultural Research 2: 335-376.
- DOSTÁL, J. 1989. Nová květena ČSSR. Academia, Praha.
- GRACE, J. B. 1990. On the relationship between plant traits on competitive ability. In: GRACE, J. B. & TILMAN, D.: Perspectives on plant competition. Academic Press, London. pp. 51- 63
- GRIME, J.P. 1973. Competition and diversity in herbaceous vegetation. Nature 244: 310 -311. *Hobbs, Hunt*
- GRIME, J. P. 1987. Comparative plant ecology. Unwin Hyman, London.
- GRIME, J.P. 1979. Plant strategies and vegetation processes. Wiley, Chichester.
- GROVES, R.H. & WILLIAMS, J.D. 1975. Growth of skeleton weed (*Chondrilla juncea* L.) as affected by growth of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) and infection by *Puccinia chondrilla*. Bubak and Syd. Australian Journal of Agricultural Research 26: 975-983.
- HARPER, J.L. 1957. Biological flora *of the* British Isles - *Ranunculus acris*. Journal of Ecology 45: 289 -342.
- KŘENOVÁ, Z. & LEPŠ, J. 1996. Regeneration of a *Gentiana pneumonanthe* population in an oligotrophic wet meadow. Journal of Vegetation Science 7: 107-112.
- KŘÍSA, B. 1998. *Ranunculus*. In: HEJNÝ, S. & SLAVÍK, B.[eds]: Květena České socialistické republiky 1. Academia, Praha. pp. 425 - 446.
- MARTI, R. 1994. Einfluss der Wurzelkonkurrenz auf die Koexistence von stellen mit häufigen Pflanzenarten in Trespen - Halbtrockenrasen. Stiftung Rübél, Zurich.

- NEWMAN, J. 1973. Competition and diversity in herbaceous vegetation. *Nature* 244: 310-311.
- NOVÁK, A. 1958. *Farmaceutická botanika*. SZN, Praha.
- ODUM, E.P. 1977. *Základy ekologie*. Academia, Praha.
- PILOUS, Z. 1960. Klíč k určování mechorostů. Nakladatelství ČSAV, Praha.
- RABOTNOV, R. A. 1958. The life cycle of *Ranunculus acer* and *Ranunculus auricomus*. *Obshch. Ispyt. Prir. Otdel biologicheskii* 67: 73-80. [rusky]
- SARUKHAN, J. & HARPER, J. L. 1974. Studies on plant demography on *Ranunculus repens*, *R. bulbosus* and *R. acris*: A mathematical model incorporating. *Journal of Ecology* 62: 921 - 936.
- SARUKHAN, J. & HARPER, J. L. 1973. Studies on plant demography on *R. repens*, *R. bulbosus* and *R. acris*: Population flux and survivorship. *Journal of Ecology* 61: 675 - 716.
- SARUKHAN, J. 1974. Studies on plant demography on *R. repens*, *R. bulbosus* and *R. acris*: Reproductive strategies and seed population dynamics. *Journal of Ecology* 62: 151- 177.
- SLAVÍKOVÁ, J. 1986. *Ekologie rostlin*. SNP, Praha.
- ŠPAČKOVÁ, I., KOTOROVÁ, I., LEPŠ, J. 1998. Sensitivity of seedling recruitment to moss, litter and dominant removal in an oligotrophic wet meadow. *Folia Geobotanica* 33: 17- 30.
- TANSLEY, A.G. 1917. On competition between *Galium saxatile* and *Galium sylvestre* on different types of soil. *Journal of Ecology* 5: 173-179.
- THOMPSON, K. & GRIME, J. P. 1988. Competition reconsidered - a reply to Tilman. *Funct. Ecology* 2: 114-116.
- TILMAN, G. D. 1987. On the meaning of competition and the mechanism of competitive superiority. *Funct. Ecology* 1: 304-315.
- WILSON, J.B. 1988. Shoot competition and root competition. *Journal of Applied Ecology* 25: 279-296.
- WILSON, S. D. & TILMAN, D. 1993. Plant competition and resource availability in response to disturbance and fertilization. *Ecology* 74: 599 - 611.

R. auricomus – p. zlatožlutý



R. acris – p. prudký



R. nemorosus – p. hajní

