

POPULAČNÍ EKOLOGIE
OHROŽENÉHO DRUHU GENTIANA PNEUMONANTHE
bakalářská práce

Biologická fakulta Jihočeské university,
České Budějovice

Zdeňka Veronika Křenová

1994

Jan Lepš
vedoucí práce



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

Radka Křenová

Abstract

The aim of this study was to evaluate the critical phases of the life cycle of marsh gentian, the threatened species of Bohemian ^{area} flora. The influence of various conditions on germination and seedling establishment and the possible role of competition for species performance was tested. Seeds were sown into plots subjected to four treatments (unmanaged meadow, meadow after mowing, burned meadow, meadow with turf stripped off) in randomized complete blocks experiment. The highest ^{seedling} recruitment was found in plots with turf stripped off, and the lowest in unmanaged control (significant differences, ANOVA, $P < 0.01$). The seeds were shown to be germinable in a laboratory germination test: the seeds germinated on a surface of the soil from the gentian locality, the germination on soil surface from non-gentian locality was poor and no germination was found on filter paper. The influence of neighbouring vegetation on the target gentian individual was evaluated in an experiment, where the vegetation around experimental individuals was ^{removed} cleared out, and the performance of those individuals was compared with the performance of the control individuals. Initial height of all individuals was measured and was used as the covariable in analyses. No significant effect of neighbouring vegetation was detected. The results show, that the establishment phase is more critical for the population persistence, and this phase is probably also more influenced by the management regime.

than mature phase

1. Úvod

Narůstající množství odpadů a škodlivin unikajících dnes do volné přírody a celková destrukce ekosystémů způsobuje vymírání stovek druhů organismů. Katastrofický proces mizení celých společenstev neprobíhá pouze v tropických oblastech, kde při díky často kritizované těžbě cenných dřevin dochází při holosečích a následném klučení pozemků ke zničení mnoha často ještě ani nepoznaných organismů. Podobně jsou ohroženy biotopy i všech ostatních vegetačních pásem včetně temperátního (Wilson, 1992).

Nemizí však pouze celá společenstva, ale nenápadněji vymírají jednotlivé rostlinné i živočišné druhy. Mnoho druhů citlivých na současné změny je odsouzeno k přežívání v malých a izolovaných územích. V těchto chráněných územích často přežívají velmi malé populace, které díky malé genetické variabilitě jen s obtížemi úspěšně reagují i na sebemenší změny vnějšího prostředí.

Bohužel je třeba konstatovat, že k nejohroženějším systémům v Evropě vedle horských klimaxových porostů a lužních lesů patří všechny typy lučních společenstev. Přestože tento typ bezlesých stanovišť byl člověkem uměle vytvořen a udržován, stal se za dlouhá staletí své existence plnohodnotnou složkou evropské přírody. Výrazné změny v zemědělství ve druhé polovině dvacátého století mají vedle oslavovaných zisků i vedlejší efekty. Dochází k eutrofizaci půdy, hladina podzemní vody na většině území výrazně poklesla vlivem meliorační činnosti, změnily se původní způsoby obhospodařování především na územích, která nemohou být využívána k orbě. Všechna tato fakta způsobila značný pokles druhové diversity v lučních porostech. I na územích, která nebyla podrobena monokulturnímu výsevu, se mění druhové složení. Díky změněným podmínkám se často objevují agresivní invazní druhy, které jsou konkurenčně schopnější a potlačují původní rostlinné druhy. Jedním z druhů, u nichž se negativní vliv poslední doby projevil, je *Gentiana pneumonanthe*, kterému je věnována tato práce. Ubývání tohoto druhu je následkem různých negativních faktorů. Vedle úplné destrukce lokalit s výskytem *Gentiana pneumonanthe* jsou to

nežádá
neopoz
neopoz
bohužel
lepší
často
obnovu

změny ve způsobu hospodaření, které způsobily porušení ekologické rovnováhy v daných společenstvech, a dále je to narůstání množství dusíku v půdě (Oostermeijer et al., 1992). Cílem práce bylo najít kritické fáze životního cyklu tohoto druhu. Provedené experimenty zjišťovaly konkurenční schopnost *Gentiana pneumonanthe* v průběhu různých fází životního cyklu rostlin v lučním porostu podrobeném několika typům zásahů. Část experimentální plochy byla pokosena, v další části byla vypálena stařina, ve třetí části byl narušen drnový pokryv a poslední byla ponechána jako kontrolní v původním stavu.

2. Materiál a metody

2.1. Studovaný druh

Hořec hořepník (*Gentiana pneumonanthe* L.) je vytrvalá bylina, přezimující ve formě růžice krátkých kořenů (Oostermeijer, 1994). Někteří autoři vyčleňují hořepník ze široce pojatého druhu *Gentiana*. Pro úplnost uvádím používaná synonyma (Dostál, 1989):

Gentiana pneumonanthe L.

Pneumonanthe vulgaris F.W.Schmidt

Tretorhiza pneumonanthe (L.) Á. et D. Löve

Dasystephana pneumonanthe (L.) Soják

Rostlina má jednu či více kvetoucích lodyh. Na přelomu září a října dozrává v tobolkách relativně vysoké množství semen, průměrně 300-700 semen v jedné tobolce (Salisbury, 1942). Vhodným biotopem pro druh *Gentiana pneumonanthe* jsou podmáčené louky svazu Molinion, slatiny a rašeliniště (Moravec, 1983).

Gentiana pneumonanthe je euroasijský druh, severní hranice rozšíření dosahuje šedesáté rovnoběžky, prochází jižní Skandinávií, přes Estonsko a Karélii pokračuje na Ural a dál až na Kamčatku. V Evropě se druh vyskytuje roztroušeně s výjimkou jižních částí Pyrenejského a Apeninského poloostrova a řecké části Balkánu, kde nebyl zaznamenán. Jižní hranice výskytu dál pokračuje východním směrem přes Kavkaz, středoasijská pohoří a oblast jezera Bajkal až k Tichému oceánu. Nejedná se o horský druh, maximální nadmořská výška výskytu se pohybuje kolem 1200 m nad mořem (Simmonds, 1946).

V minulosti byl tento druh dosti hojný, ale jeho rozšíření bylo vždy roztroušené. V průběhu posledních třiceti let se stával stále vzácnějším, především vlivem radikálních změn ve způsobu hospodaření v místech výskytu. V roce 1958 byl vyhláškou o ochraně rostlin č.54/1958 MŠK zapsán mezi chráněné druhy a oceněn na 540 Kč. Ve Vyhlášce MŽP ČR č 395/1992 Sb. je *Gentiana pneumonanthe* uvedena pod jménem *Pneumonanthe vulgaris* a zařazena do kategorie "druhy silně ohrožené".

Rychlé mizení tohoto druhu bylo zaznamenáno i v jiných zemích, existují podrobné zprávy o vymírání *Gentiana pneumonanthe* v Holandsku i Velké Británii (Welda, Meijden & Bakker, 1990; Chapman, Rose & Clarke; 1989). V průběhu studia populační ekologie *Gentiana pneumonanthe* byly rozlišeny tři populační typy. První z nich "invazivní" či "dynamická" populace je charakterizovaná vysokou hustotou semenáčků a mladých rostlin, v populaci "normální" či "stabilní" převládají dospělé rostliny a hustota semenáčků a mladých rostlin je nízká, třetí typ populace nazývaný "regresivní" nebo-li "senilní" je tvořen pouze dospělými kvetoucími i nekvetoucími rostlinami (Oostermeijer, Van't Veer & Den Nijs; 1994).

2.2. Lokalita

Terénní sledování i pokusy byly prováděny na lokalitě Ohrazení I nedaleko obce Ohrazení vzdálené 10 km od Českých Budějovic směrem jihovýchodním.

Jedná se o hospodářsky nevyužívanou louku na rozhraní lesa a pole o celkové výměře cca 1.5 hektaru. Území se mírně svažuje směrem jihozápadním k protékajícímu potoku, který společně s lesem a polem tvoří přirozené hranice. Celý prostor je navíc rozdělen borovým asi desetiletým porostem (*Pinus silvestris*) na dvě nestejně velké části. Horní část je více zastíněná blízkým lesem a její sklon je minimální, spodní část s výraznějším sklonem má jižní orientaci a je po většinu dne silně osluněná.

Rozptýlení jedinců druhu *Gentiana pneumonanthe* není rovnoměrné, ale je koncentrované do několika míst. Důvodem takového rozmístění může být především různá výška hladiny podzemní vody v jednotlivých částech louky, a také lokální variabilita rostlinných společenstev.

Ve zprávě o základním botanickém průzkumu, který byl na lokalitě proveden v roce 1991, je populace několika set exemplářů *Gentiana pneumonanthe* označena za nejmohutnější v jižních Čechách. Z dalších zajímavých jsou uvedeny druhy *Orchis morio*, *Dactylorhiza majalis*, *Pedicularis silvestris*,

(druh^o sylvatica)

H. K. M.?
(číslo
včetně
plochy)

Eriophorum angustifolium, *Salix rosmarinifolia*, *Scorsonera humilis*, *Serratula tinctoria*, *Valeriana dioica*, *Carex hartmanii* a *Carex umbrosa*. Zpráva obsahuje i základní hodnocení stavu lokality a návrhy na vhodný způsob budoucího hospodaření. Některé sušší části lokality byly naposledy koseny v roce 1988, ostatní více podmáčené části byly opuštěny již dříve. Bylo doporučeno kosení celé lokality alespoň jednou za dva roky. Lokalita Ohrazení I byla Odborem pro životní prostředí Okresního úřadu v Českých Budějovicích vyhlášena v roce 1991 za chráněné území. Lokalitu převzala do péče místní organizace ČSOP, která od roku 1992 provádí kosení v nejcenějších částech lokality. V rámci inventarizace bylo provedeno také geobotanické snímkování (Lepš, 1991). Lokalita společně s několika dalšími, vesměs s velmi chudým výskytem *Gentiana pneumonanthe*, je uvedena v Rozboru floristicko-fytografických poměrů Lišovského prahu a jižní části Tábořské pahorkatiny (Kučerová, 1974).

2.3. Metodika pokusů

Tradičním způsobem hospodaření v místech výskytu *Gentiana pneumonanthe* ve střední Evropě bylo kosení a především vypásání, na Britských ostrovech pak vedle vypásání ovce také vypalování opakované po pěti až sedmi letech (Chapman, Rose & Clarke; 1989). Protože souběžně s upouštěním od tradičního způsobu hospodaření docházelo v posledních třiceti letech k ubývání druhu *Gentiana pneumonanthe* z přírody, je možné označit tento druh za konkurenčně slabý a mizející v průběhu sukcese, která nastupuje na opuštěných loukách a pastvinách.

Účelem výzkumu bylo poznat, které úseky reprodukčního cyklu druhu *Gentiana pneumonanthe* jsou za změněných podmínek nejzranitelnější.

Byly provedeny dva pokusy, z nichž první se zabýval počáteční životní etapou rostliny, obdobím klíčení a přežíváním mladých semenáčků. Druhý pokus se věnoval dospělým kvetoucím rostlinám. Životní cyklus druhu *Gentiana pneumonanthe* byl rozčleněn do následujících kategorií:

- semenáčky
- mladé (juvenilní) rostliny
- dospělé nekvetoucí rostliny
- dospělé kvetoucí rostliny

Použité členění je téměř totožné s členěním užívaným holadskými vědci při studiu demografie populací (Ostermeijer, 1994).

2.3.1. Metodika pokusu se semenáčky

Vliv typu obhospodařování na klíčení semen byl sledován v pokusu uspořádaném v úplných znáhodněných blocích.

Na podzim roku 1992 byla sebrána semena na lokalitě Ohrazení I, přes zimní období byla skladována v papírových sáčcích a skleněných obalech při teplotě +2 - +5 st C. Na jaře 1993 byla semena vyseta do pěti bloků rozmístěných na lokalitě Ohrazení I. Každý blok se skládal ze čtyř kvadrátů 0.5 x 0.5 m, které byly předem upraveny následujícím způsobem. V kvadrátu "A" byla vysekána vegetace, loňská vegetace kvadrátu "B" byla vypálena, v kvadrátu "C" byl zrytím narušen drn na povrchu do hloubky 0.15 - 0.20 m a kvadrát "D" byl ponechán bez zásahu jako kontrolní. Do každého kvadrátu bylo naseto 1700 - 2000 semen. Přes veškerou snahu o přesnost nebyl výsev drobných semen zcela rovnoměrný.

V červnu 1993 bylo provedeno první sčítání vzešlých semenáčků na ploše 0.25 x 0.25 m v každém kvadrátu pomocí sčítací mřížky. Druhé sčítání bylo provedeno v září 1993 stejnou metodou a přineslo informaci o množství přežívajících jedinců. Cílem pokusu bylo zjistit míru, jakou jednotlivé metody hospodaření ovlivňují klíčení semen a následné přežívání semenáčků. Semenáčky ve zbytku kvadrátu za hranicemi sčítací mřížky nebyly započítány, aby bylo zamezeno vlivu okrajového efektu.

2.3.2. Metodika pokusu s kvetoucími rostlinami

Na počátku vegetační sezóny bylo provedeno označení třiceti jedinců v horní části louky a třiceti ve spodní části louky. Polovina rostlin z každého souboru byla ponechána v přirozeném stavu, kolem druhé poloviny rostlin byla do vzdálenosti 0.3 m osekáním odstraněna okolní vegetace.

U všech rostlin byly zaznamenány základní charakteristiky - počet lodyh a výška každé lodyhy. Osekávání okolní vegetace bylo opakováno v průběhu celé vegetační sezóny s periodou dvaceti dnů. V období kvetení rostlin byl zjišťován počet lodyh, jejich výška, počet květů na každé lodyze a bylo provedeno měření fotosyntetické aktivity. Tento pokus přinesl informace o konkurenčním ovlivnění dospělých kvetoucích rostlin okolní vegetací.

2.3.3. Metodika měření fotosyntézy

Měření fotosyntézy provedl dr. Václav Bauer z Botanického ústavu AV ČR v Třeboni přístrojem LCA 2. Z mnoha různých funkcí tohoto přístroje byla využita jeho schopnost měřit rozdíl koncentrací oxidu uhličitého vzduchu vstupujícího do listové komory a vzduchu vycházejícího ven. Na základě naměřeného rozdílu provedl přístroj výpočet fotosyntetické aktivity. Tento výpočet však byl vztažený na konstantní listovou plochu, proto bylo nutné do konečného výpočtu započítat skutečnou plochu listu uzavřeného v listové komoře přístroje.

2.4. Zpracování dat

Výsledky byly hodnoceny příslušnými metodami analýzy variance a analýzy kovariance. V případech, kde to bylo vhodné, byla data transformována (logaritmické a angulární transformace), aby bylo dosaženo homogenity variance (Zar, 1984). Pro mnohonásobné porovnání byl použit Tukeyho test,

podobně při vynášení dat bylo užito Tukeyho HSD (honest significant difference) intervaly pro průměry. Pokud se intervaly nepřekrývají, srovnávané hodnoty se liší. Pro statistické výpočty bylo použito softwarového souboru Statgrafics. Tabulky 4-6 byly tvořeny v programu Quatro Pro.

3. Výsledky

3.1. Výsledky pokusu se semenáčky

Největší množství semen vyklíčilo na kvadrátech "C" s narušeným drnem, naopak nejmenší množství semen vzešlo na kvadrátech "D", které byly ponechány bez zásahu. Rozdíl mezi kvadráty "A", posekaná vegetace, a kvadráty "B", vypálená loňská vegetace, je minimální (tab.1, obr.1). Maximální množství semen, které vyklíčilo, je 531.

Největší množství semenáčků na konci vegetační sezóny bylo nalezeno na kvadrátech "C" s narušeným drnem. Na kvadrátech "D", které byly kontrolní, (bez zásahu) nepřežil žádný semenáček (tab.2, obr.2). Přežívání bylo také vyjádřeno v procentech. Stav na počátku vegetační sezóny byl označen za stoprocentní základ, z něhož byl počítán podíl. Na kvadrátech "B" s vypálenou vegetací přežila téměř polovina semenáčků. Na kvadrátech "C" přežila jedna třetina semenáčků, na kvadrátech "A" s posekaným povrchem cca 10 procent (tab.2-6, obr.2,3).

Nikde v průběhu pokusu nebyly nalezeny výrazné odchylky výsledků v některé z pěti pokusných ploch.

3.2. Výsledky pokusu s kvetoucími rostlinami

Osekání vegetace v okolí vybraných jedinců se neprojevalo na jejich fotosyntetické aktivitě, na přírůstku výšky rostlin, ani na počtu květů. Projevil se však prokazatelný rozdíl v celkovém množství květů na jedné rostlině mezi dolní a horní loukou. Rostliny na dolní louce kvetly bohatěji (tab.7-9):

Některé z označených rostlin byly v průběhu vegetační sezóny okusovány srnčí zvěří, která hořce vyhledává pro jejich výraznou chuť. Období, během něhož došlo k okusu, ovlivnilo další vývoj rostliny. Rostliny ukousnuté v době, kdy pouze rostly lodyhy a neexistovala poupata květů, se abnormálně

jen u posekaných
u dolní louce?

rozvětvlily a celkový počet květů na rostlině se zvýšil. Rostliny poškozené již v době kvetení zaschly a nedošlo k vyvinutí bočních lodyh. Pro nízký počet těchto případů v označených souborech nebylo provedeno statistické vyhodnocení. Po dozrání tobolek bylo opakovaně spočteno množství semen ze sedmi tobolek. Průměrný počet semen v tobolce byl 807,7. Maximum zjištěných semen bylo 1043, naopak minimální počet semen byl 608. Zároveň bylo provedeno vážení a určena průměrná hmotnost jednoho semene, což je $4 \cdot 10^{-4}$ g.

±SD²

4. Diskuse

Na základě pokusu se semenáčky je možné za nejvhodnější prostředí pro klíčení a ranné stádium vývoje území s narušených drnovým povrchem. Zjištění, že narušený drn je vhodným prostředím pro růst semenáčků, se shoduje se závěry holandských vědců, kteří na základě mnoha pozorování různých lokalit v průběhu demografických studií došli k závěrům, že nejlépe prosperují semenáčky na narušeném drnovém povrchu (Oostermeijer, 1992). Neporostlé převrácené strany drnů jsou velmi výhodné pro konkurenčně slabé klíčící rostlinky. Pokus jasně ukázal, že současný stav na většině lokalit zcela znemožňuje růst nových rostlin. Prostředí, která nebyla několik let vypásána, kosena nebo případně vypálena jsou pokryta vysokou stařinou a vysokou vrstvou opadu (=litter). Velmi malá semena se často ani nedostanou k půdnímu povrchu, na němž by mohla vyklíčit. V případě, že se jim toto podaří, jsou natolik zastíněna, že k růstu opět nedojde. Za dosti výhodné je možné označit pravidelné kosení lokalit s výskytem *Gentiana pneumonanthe*, jímž se odstraní negativní vliv opadu. V období, kdy vzroste okolní luční porost jsou již semenáčky dostatečně vyspělé a dobře prosperují v polostínu přízemního lučního patra. Zajímavé zjištění přinesly kvadráty, na nichž byla všechna loňská ^{bromose} vegetace odstraněna ohněm. ^{na vyčerpání půdy}
Vzcházení semen bylo lehce nadprůměrné, ale při hodnocení procentuálního přežívání byla zjištěna skvělá skutečnost, že na takto upravených půdách přežila téměř polovina semenáčků narozdíl od ostatních dosti nízkých hodnot. Kladný vliv vypalování staré vegetace na růst a květní aktivitu ^{vr} potvrdilo několik experimentů prováděných na anglických vřesovištích v hrabstvích Dorset a Hampshire (Chapman, 1982). Je třeba připomenout, že vypalování byl zcela běžný způsob hospodaření na anglických vřesovištích po celá staletí. V současnosti se od něho upouští a dochází k zarůstání vřesovišť a následnému mizení *Gentiana pneumonanthe*. Existuje však výrazný rozdíl mezi rostlinnými společenstvy vřesovišť a podmáčených luk, na kterých se *Gentiana pneumonanthe* vyskytuje ve střední Evropě především.

K vypalování těchto luk v minulosti nedocházelo. Přesto se zde pravděpodobně nabízí velmi úspěšné řešení problémů na mnoha lokalitách s výskytem *Gentiana pneumonanthe*, které byly sice často vyhlášeny za chráněná území, ale tím veškerá péče skončila. Toto řešení je žádoucí především na územích, kde již několik let neprobíhá žádné hospodaření, a ^{bývalá} nenajde-li se k brzkému řešení, je velmi pravděpodobné, že dojde k vymření populace ohroženého druhu. Vhodným obdobím pro vypalování jsou zimní měsíce prosinec - únor. Je však třeba zvážit nebezpečí poškození vlhkomilných rostlinných formací, které nejsou schopny přežít zásah ohněm, a proto není možné provést tento zásah všude. hvězdička!

Gentiana pneumonanthe je druh, u něhož byla objeveno symbiotické soužití se zatím neznámými druhy hub. Význam mykorhizy především při klíčení a přežívání semenáčků se zdá být dosti závažný. V předběžném pokusu, který jsem provedla, jsem zjistila, že dosti úspěšně klíčí semena na půdě přinesené z lokality s výskytem *Gentiana pneumonanthe*. Pokusy o klíčení na filtračním papíru, sterilované půdě i půdě z míst bez výskytu dospělých rostlin jsou neúspěšné. Neexistují zatím hlubší poznatky o typu mykorhizy u *Gentiana pneumonanthe*, ale u blízkých druhů *Gentiana lutea* a *Gentianella purpurea* byla potvrzena endomykorhiza (Jacgulivet-Jeanmougiu, 1983, Gay, 1982). Někteří autoři však uvádějí u *Gentiana pneumonanthe* úspěšné klíčení na různých substrátech (Chapman, 1982).

Výsledky pokusu s odstraňováním okolní vegetace ukazují, že dospělé kvetoucí rostliny jsou v porostu schopny úspěšné konkurence a jejich fotosyntéza, růst a reprodukční aktivita není tímto ovlivněna.

Naopak některá (statisticky neprůkazná) data ukazují na možnost častějšího okusu u rostlin exponovaných ve volném prostoru. V současné době však není možné určit, zda okus vrcholových částí rostlin je vliv negativní či pozitivní. Domnívám se, že rozhodující je především období, ve kterém k okusu došlo a pravděpodobně také délka pahýlu. K objasnění těchto otázek bude třeba provést další experimenty a sledování.

Zjištěné rozdíly v množství květů na jedné rostlině mezi horní a dolní loukou mohou být ovlivněny několika faktory. Je nezbytné vzít v úvahu především určitý rozdíl místních podmínek - dolní louka je více osluněná. Nezanedbatelná je i skutečnost, že *Gentiana pneumonanthe* je rostlina vytrvalá a do životní kategorie "dospělá kvetoucí" je zahrnována několik let. V průběhu tohoto období se samozřejmě stále vyvíjí. Není proto vyloučené, že došlo k vytvoření ne zcela identických souborů.

Množství semen, která jsem napočítala ve zralých tobolkách je shodné s počty udávanými ^{u literatury} druhými autory (Salisbury, 1942). _{jedem?}

Pokusy, které jsem provedla, nemohou jednoznačně určit kritické fáze životního cyklu *Gentiana pneumonanthe*, ale osvětlily několik významných faktů. Dospělé kvetoucí rostliny jsou konkurenčně schopné i ve změněných podmínkách na vybrané lokalitě. Výrazně citlivější se ukázaly být mladé semenáčky, které nejsou schopné vyklíčit a následně přežít.

Tím, že nedochází k vývoji nových jedinců, se tato populace dostává do kategorie "senilní populace" a její existence je vážně ohrožena. Podobný proces _{stejně} probíhá i na jiných lokalitách.

Poděkování

Závěrem bych chtěla poděkovat dr. Janu Lepšovi, který mi cennými radami pomohl překonat mnohá úskalí při mém prvním pokusu o vědeckou práci. Děkuji také dr. Václavu Bauerovi za změření fotosyntetické aktivity kvetoucích rostlin. Mé díky patří i všem ostatním, kteří mi v průběhu práce pomáhali.

Literatura:

- Chapman, S.B. & Rose, R.J. 1982. Ecological studies on the marsh gentian (*Gentiana pneumonanthe* L.). *ITE Annual Report, Plant Population Ecology*, 74-78.
- Chapman, S.B., Rose, R.J. & Clarke, R.T. 1989. The behaviour of population of marsh gentian (*Gentiana pneumonanthe* L.): modeling approach. *Journal of Applied Ecology*, 26, 1059-1072.
- Dostál, J. 1989. Nová květena ČSSR. *Academia, Praha*.
- Gay, P.E., Grubb, P.J. & Hudson, H.J. 1982. Seasonal changes in the concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium, and the density of mycorrhiza, in biennial and matrix-forming perennial species of closed chalkland turf. *Journal of Ecology*, 70, 571-593.
- Jacquelinet-Jeanmougin, S. & Gianinazzi-Pearson V. 1983. Endomycorrhizas in the Gentianaceae. *New Phytologist*, 95, 663-666.
- Kučerová, J. 1974. Rozbor floristicko-fytografických poměrů Lišovského prahu a jižní části Tábořské pahorkatiny. [MS. Rigorozní práce; kat. bot. PŘF UK, Praha].
- Lepš, J.Š. 1991. Zpráva o botanickém průzkumu lokalit vlhkých luk severovýchodně od obce Ohrazení. [MS. - pro vnitřní potřebu OÚ České Budějovice].
- Moravec, J. 1983. Rostlinná společenstva České socialistické republiky a jejich ohrožení. *Severočeská příroda, Litoměřice*, 14, app. 1: 1-110.
- Oostermeijer, L.G.B., Den Nijs, J.C.M., Raijmann, L.E.L. & Menken, S.B.J. 1992. Population biology and management of marsh gentian (*Gentiana pneumonanthe* L.), a rare species in The Netherlands. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 108, 117-130.
- Oostermeijer, L.G.B., Den Nijs, J.C.M. & Menken, S.B.J. 1994. Population structure of rare, long-live perennial *Gentiana pneumonanthe* L. in relation to vegetation and management in The Netherlands. *Journal of Applied Ecology* - in press.

vyšlo i viskem jako samosklonné pěstováno, v. Ous.

- Salisbury, E.J. 1942. The Reproductive Capacity of Plants. *Bell, London.*
- Simmonds, N.W. 1946. Biological flora of the British Isles, *Gentiana pneumonanthe* L. *Journal of Ecology*, 36 259-307.
- Wilson, E.O. 1992. The Diversity of Life. *Belknap, Cambridge.*
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. 2.ed. *Prentice-Hall, Englewood Cliffs.*

Přílohy

Tabulka 1

Analýza variance počtů semenáčků na začátku vegetační sezony.
Data byla podrobena logaritmické transformaci $\ln(x+1)$.

Zdroj variability	Součet čtverců	d.f.	MS	F	p
HLAVNÍ EFEKTY	69.634846	7	9.947835	13.286	.0001
pokusná plocha	5.956308	4	1.489077	1.989	.1604
typ hospodaření	63.678537	3	21.226179	28.349	.0000
REZIDUAL	8.9848524	12	.7487377		
CELKEM	78.619698	19			

Tabulka 2

Analýza variance počtů semenáčků na konci vegetační sezony.
Data byly podrobena logaritmické transformaci $\ln(x+1)$.

Zdroj variability	Součet čtverců	d.f.	MS	F	p
HLAVNÍ EFEKTY	64.866716	7	9.266674	9.698	.0004
pokusná plocha	4.481662	4	1.120415	1.173	.3710
typ hospodaření	60.385054	3	20.128351	21.066	.0000
REZIDUAL	11.465815	12	.9554846		
CELKEM	76.332531	19			

Tabulka 3

Analýza variance přežívání semenáčků.

Data byla podrobena angulární transformaci $\arcsin x$, kde x je poměr počtu semenáčků na podzim a počtu semenáčků v létě. Do výpočtu nebyly zahrnuta data z kvadrátů "D".

Zdroj variability	Součet čtverců	d.f.	MS	F	p
HLAVNÍ EFEKTY	.4483954	6	.0747326	2.814	.0889
pokusná plocha	.1113812	4	.0278453	1.048	.4402
typ hospodaření	.3370143	2	.1685071	6.345	.0224
REZIDUAL	.2124700	8	.0265588		
CELKEM	.6608654	14			

Tabulka 4

Počty semenáčků v jednotlivých kvadrátech na začátku vegetační sezony (léto). Vysvětlivky: "A" = pokosené kvadráty, "B" = vypálené kvadráty, "C" = kvadráty s narušeným drnem, "D" = kontrolní kvadráty.

	Plocha 1	Plocha 2	Plocha 3	Plocha 4	Plocha 5
A	151	12	51	45	53
B	85	2	102	12	28
C	489	531	294	350	325
D	0	0	4	3	5

Tabulka 5

Počty semenáčků v jednotlivých kvadrátech na konci vegetační sezony (podzim). Vysvětlivky viz tabulka 4.

	Plocha 1	Plocha 2	Plocha 3	Plocha 4	Plocha 5
A	27	2	4	5	5
B	19	1	85	4	7
C	122	207	113	110	112
D	0	0	0	0	0

Tabulka 6

Procenta přežívajících semenáčků v jednotlivých kvadrátech. Výpočet nebyl proveden pro kvadráty "D". Vysvětlivky viz tabulka 4.

	Plocha 1	Plocha 2	Plocha 3	Plocha 4	Plocha 5
A	17,88	16,67	7,84	11,11	9,43
B	22,35	50,00	83,33	33,33	25,00
C	24,95	38,98	38,44	31,43	34,46

Tabulka 7

Analýza kovariance fotosyntetické aktivity vybraných jedinců
 Titul "pomocné proměnné" je totožný s anglickým výrazem "covariable".

Zdroj variability	Součet čtverců	d.f.	MS	F	P
POMOCNÉ POMĚNNÉ	58.664565	1	58.664565	3.282	.0760
výška nejvyšší lodyhy na začátku veg. sezony	58.664565	1	58.664565	3.282	.0760
HLAVNÍ EFEKTY	55.793207	2	27.896603	1.561	.2200
způsob úpravy okolí vybraných jedinců	39.095237	1	39.095237	2.187	.1454
soubor vybraných jedinců	15.960337	1	15.960337	.893	.3593
REZIDUAL	893.70538	50	17.874108		
CELKEM	1008.1631	53			

Tabulka 8

Analýza kovariance výšky nejvyšších lodyh vybraných jedinců na konci
 vegetační sezony.

Zdroj variability	Součet čtverců	d.f.	MS	F	P
POMOCNÉ PROMĚNNÉ	1562.6094	1	1562.6094	40.357	.0000
výška nejvyšší lodyhy na začátku veg. sezony	1562.6094	1	1562.6094	40.357	.0000
HLAVNÍ EFEKTY	133.68211	2	66.841056	1.726	.1873
způsob úpravy okolí vybraných jedinců	60.89097	1	60.890969	1.573	.2150
soubor vybraných jedinců	73.52724	1	73.527240	1.899	.1737
REZIDUAL	2168.2918	56	38.719496		
CELKEM	3864.5833	59			

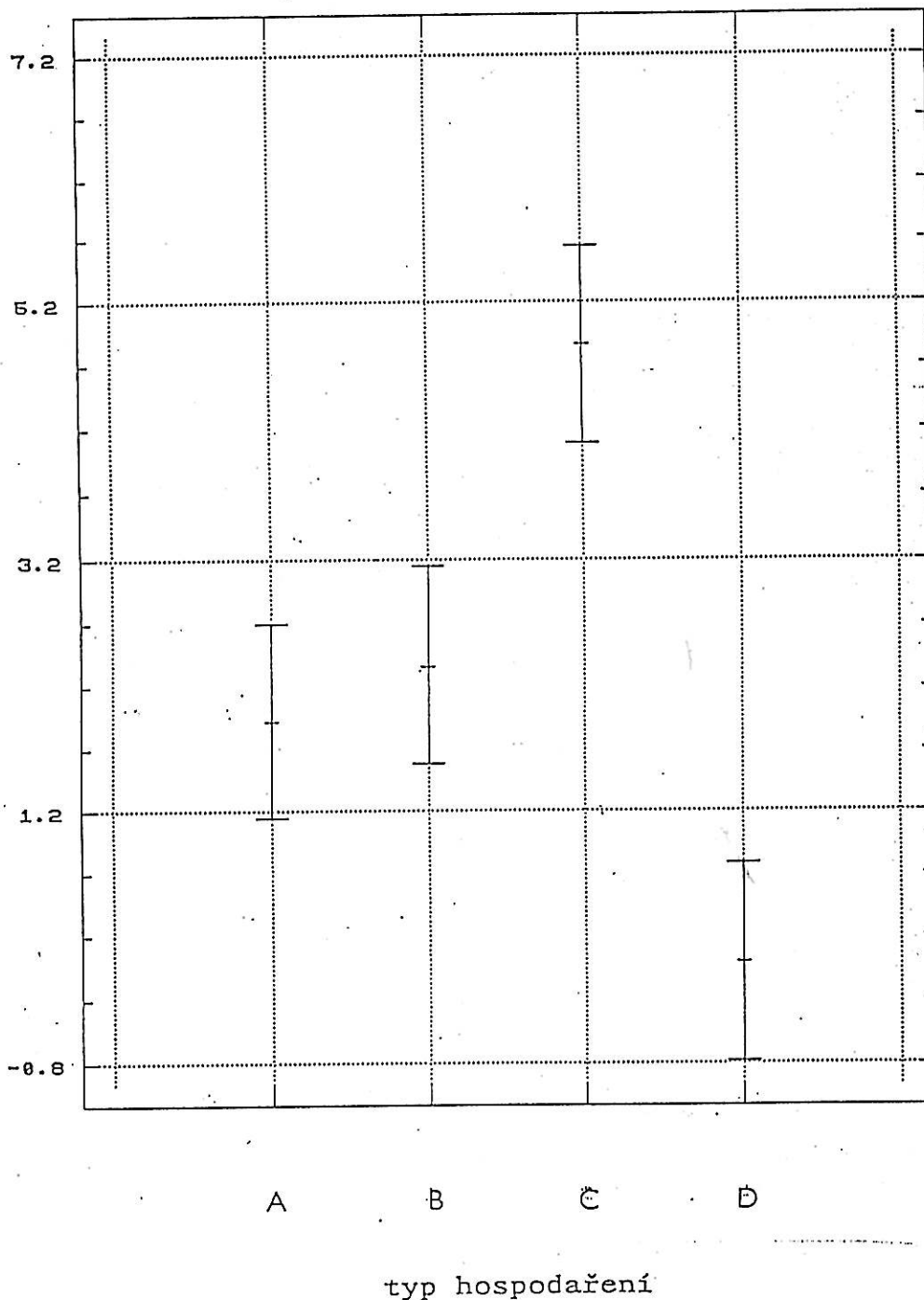
soubor vybraných jedinců = horní nebo dolní louka

Tabulka 9

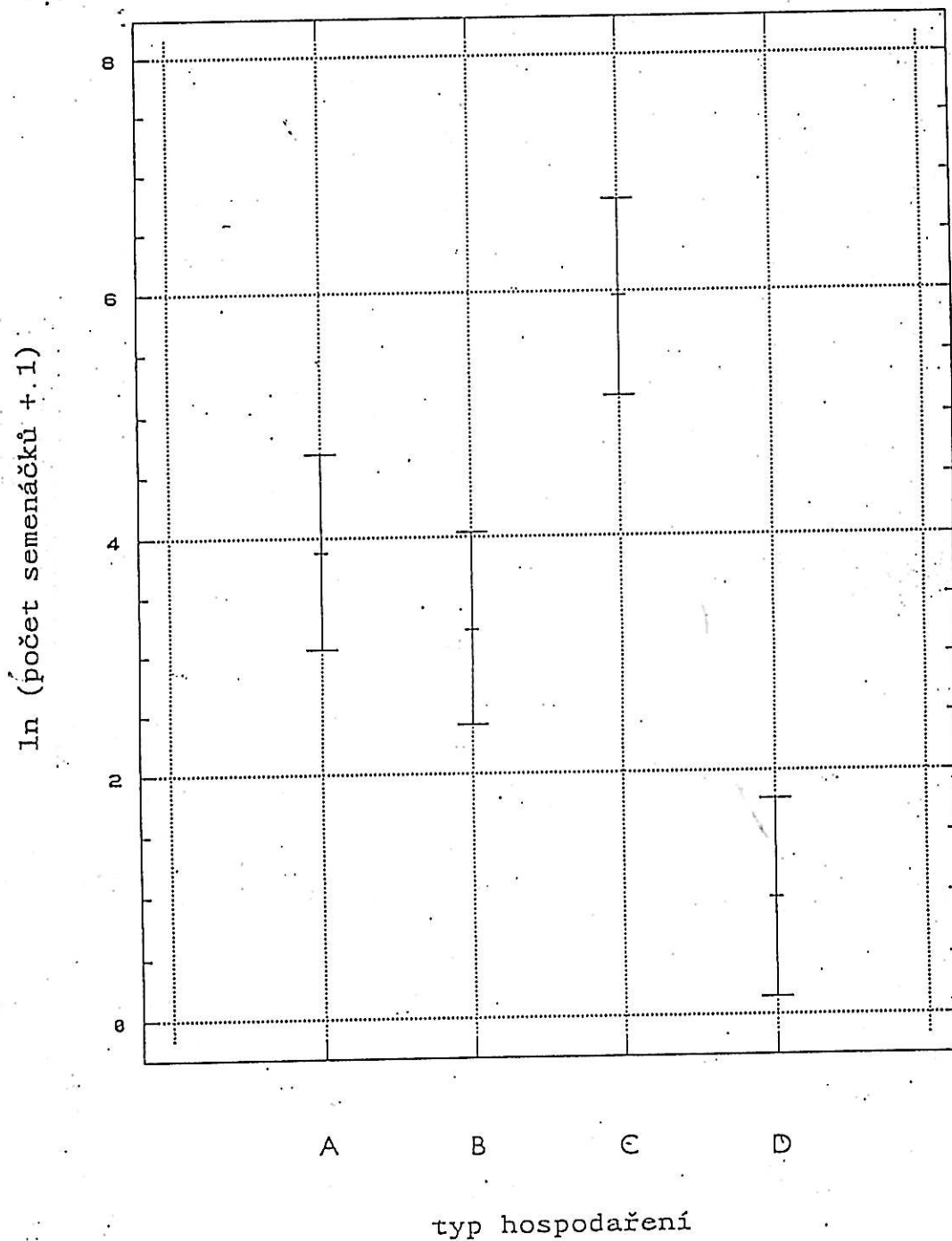
Analýza kovariance počtu květů na jedné rostlině u vybraných jedinců.

Zdroj variability	Součet čtverců	d.f.	MS	F	p
POMOCNÉ PROMĚNNÉ	39498.478	1	39498.478	63.285	.0000
součet výšek všech lodyh rostliny na začátku vegetační sezony	39498.478	1	39498.478	63.285	.0000
HLAVNÍ EFEKTY	3332.1887	2	1666.0944	2.669	.0781
způsob úpravy okolí vybraných jedinců	6.9775	1	6.9775	.011	.9173
soubor vybraných jedinců	3324.5160	1	3324.5160	5.327	.0247
REZIDUAL	34951.666	56	624.13690		
CELKEM	77782.333	59			

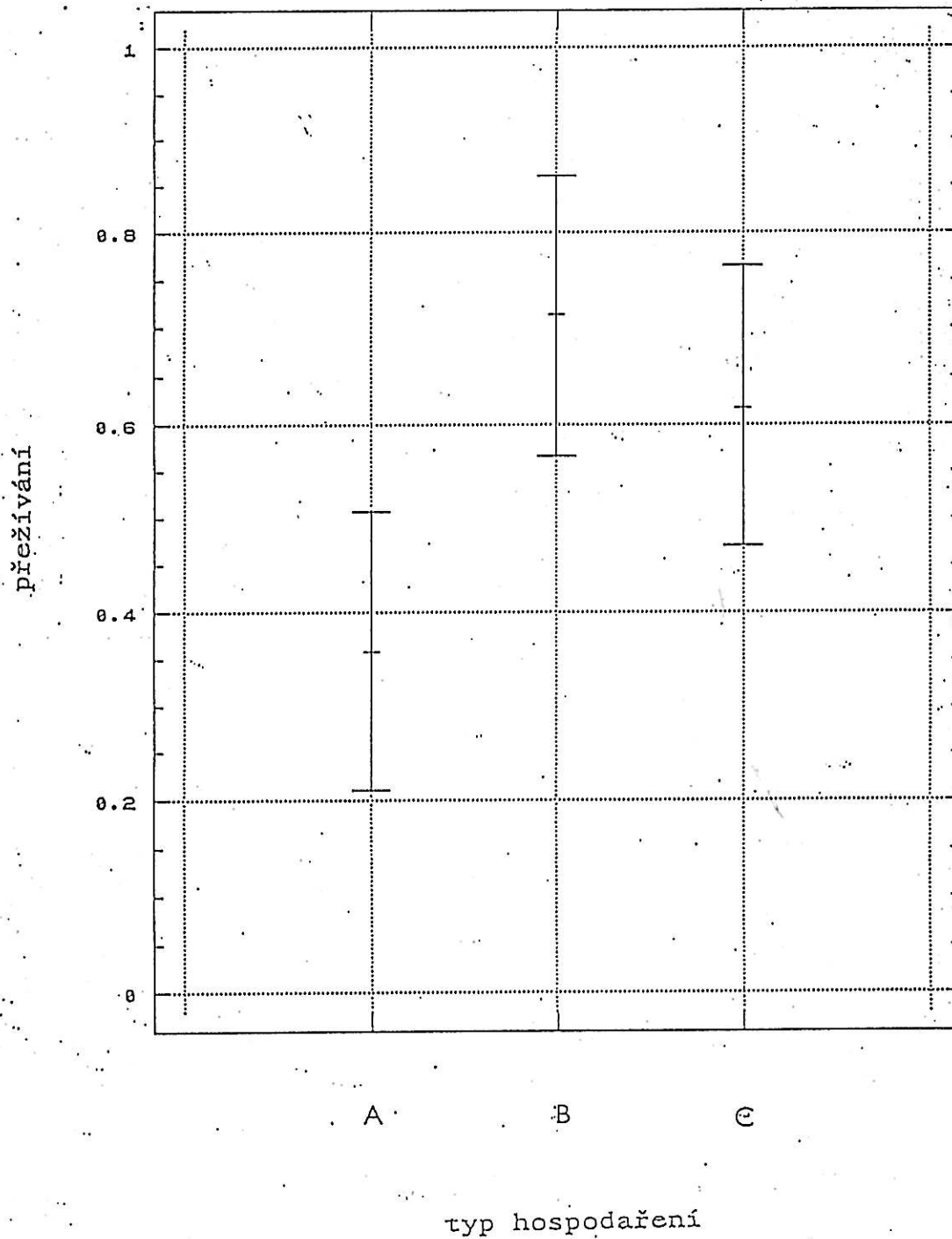
ln (počet semenáčků + 1)



Obrázek 1.
Grafické znázornění výsledků analýzy variance pokusu se semenáčky: 95 % Tukeyho HSD (honest significant difference) intervaly pro průměry ln počtu semenáčků na plochách s různým typem zásahu na začátku vegetační sezony. Intervaly, které se nepřekrývají se statisticky průkazně liší. Vysvětlivky: "A"= pokosené kvadráty, "B"= vypálené kvadráty, "C"= kvadráty s narušeným drnem, "D"= kontrolní kvadráty.



Obrázek 2. Grafické znázornění výsledků analýzy variance pokusu se semenáčky: 95 % Tukeyho HSD (honest significant difference) intervaly pro průměry ln počtu semenáčků na plochách s různým typem zásahu na konci vegetační sezony. Intervaly, které se nepřekrývají se statisticky průkazně liší. Vysvětlivky viz obrázek 1.



Obrázek 3. Grafické znázornění výsledků analýzy variance pokusu se semenáčky: 95 % Tukeyho HSD (honest significant difference) intervaly pro průměry přežívání semenáček na plochách s různým typem zásahu. Intervaly, které se nepřekrývají se statisticky průkazně liší. Vysvětlivky viz obrázek 1.