

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA UNIVERSITY KARLOVY V PRAZE  
KATEDRA BOTANIKY  
ODDĚLENÍ GEOBOTANIKY



VZTAH PŮDNÍCH PODMÍNEK A ROZŠÍŘENÍ DRUHŮ SVAZU  
*Bromion erecti* JAKO POTENCIÁLNÍ REFLEXE HISTORICKÉHO  
MANAGEMENTU LOKALIT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MARTIN WEISER

ŠKOLITELKA: MGR. ZUZANA MÜNZBERGOVÁ PhD.

Diplomová práce **Martina Weisera** byla obhájena na katedře botaniky PřF UK v Praze dne 20.9.2006 a ohodnocena klasifikačním stupněm **dobře**.

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracoval samostatně s využitím citovaných zdrojů.

V Praze dne 1.9.2006

*Weise*



## Poděkování

Pokud mám vyjádřit na tomto místě vztah svého okolí, diplomové práce a sebe, nezbývá než minima „oho s těmi obry“: Pokud jsem vůbec něco napsal, je to proto, že mi všichni kolem pomáhali.

Početím počínaje a korekturou následujících stran konče.

Jsem si toho vědom. Děkuji.

(Tedy: poděkování za neustávající podporu patří zejména našim a Hance. Bez školitelky Zuzky by cokoliv z toho, co následuje (a náhodou není špatně), nebylo nikdy realizováno, o soustavném vytrhávání trnů z mé paty ani nemluvě. Plný výčet pomoci a shovívavosti těchto lidí vůči mé osobě by značně změnil rozsah tohoto svazku.

Radit a pomáhat se mi snažilo mnoho lidí, zejména jsem však ocenil rady Radky Sudové, doc. Suchary, Tomáše Černého, Jany Rydlové, dr. Vosátky. Snad jsem přes jejich intensivní pomoc nevyrobil nesmyslů přespříliš.

Za značnou pomoc při přerodu idejí v data patří dík také paní V. Rydlové a Jarmile.

Neumím si představit, jak by celé mé dosavadní vysokoškolské studium vypadalo bez lidí jako jsou Janštík, Zelí, Téra, Méd'a a Neméd'a, Matúš,... tedy obecně bez Geobotaniků, Haluziaků a skvělých přátel a kamarádů vůbec.

(Seznam není vypsatelný bez rizika, že na někoho zapomenu, proto jej nevypisuji. Pokud se tedy cítíte příslušníkem jakékoliv z výše uvedených skupin, resp. chcete, aby poděkování patřilo i Vám, tak Vám patří. Viz druhou část první věty.))

S díky Váš

Martin Weiser – Louskáček

# **Obsah**

<b>OBSAH.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>3</b>
<b>2 METODIKA.....</b>	<b>6</b>
2.1 VÝBĚR LOKALIT A ODBĚR VZORKŮ .....	6
2.2 STANOVENÍ OBSAHU A DOSTUPNOSTI KLÍČOVÝCH LÁTEK V PŮDĚ. ....	7
2.2.1 Stanovení půdní reakce .....	7
2.2.2 Dostupnost vody – stanovení maximální kapilární kapacity .....	8
2.2.3 Celkový obsah dusíku.....	9
2.2.4 Obsah rostlinám přístupného fosforu.....	10
2.3 MYKORHIZNÍ KOLONISACE KOŘENŮ .....	12
2.3.1 Založení pokusu se <i>Securigera varia</i> a <i>Brachypodium pinnatum</i> .....	12
2.3.2 Kultivace; odběr a zpracování vzorků kořenového systému.....	13
2.3.3 Stanovení mykorrhizní kolonisace <i>Zea mays</i> .....	14
2.4 ZPRACOVÁNÍ DAT .....	15
2.4.1 Vztah současné vegetace a půdních podmínek.....	15
2.4.2 Vztah půdních parametrů a historie lokalit.....	17
2.4.3 Vliv historie na současné druhové složení lokalit.....	18
<b>3 VÝSLEDKY .....</b>	<b>19</b>
3.1 VZTAH PŮDNÍCH PODMÍNEK A PŘÍTOMNÝCH DRUHŮ.....	19
3.2 VZTAH HISTORIE A PŮDNÍCH PODMÍNEK .....	20
3.3 VZTAH PŮDNÍCH PODMÍNEK A PŘÍTOMNÝCH DRUHŮ S OHLEDEM NA HISTORII.....	20
<b>4 DISKUSE.....</b>	<b>22</b>
<b>5 ZÁVĚR .....</b>	<b>24</b>
<b>6 POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>25</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>29</b>

## **Abstract**

The aim of this study was to find relationship between present vegetation, past land use and soil conditions of calcareous grasslands in České Středohoří.

Twenty localities, coupled into pairs according to their abiotic attributes (e.g. slope, bedrock, potential direct irradiation) and differing in past land use were chosen. Differences in composition of plant community between these two types of localities were found in previous study (Chýlová, T. (2005): Effect of past land use on distribution of plant species of present dry grassland. Master thesis, Dept. Of Botany, Faculty of Science, Charles University, Prague [Ms., in Czech]). Fifty years ago, ten of them were grazed, the others were arable fields. Nowadays, vegetation of localities belongs to *Bromion erecti* alliance.

Five soil samples per locality were taken. Per sample content of available phosphorus, total nitrogen, pH, water holding capacity together with ability to form mycorrhizal symbioses were estimated.

It was concluded that soils from the former pastures had significantly higher water holding capacity than the former fields ones.

Using multivariate analysis (RDA – redundancy analysis), significant relationship between plant community composition and the volume of the soil capillary pores was shown. This relationship was evident even after the past land use type was filtered out, although the most correlated species were not the same.

This suggests that ability of water retention, expressed as volume of capillary pores, could be the underlying factor for mysterious species – past land use relationship at least for some of the species.

There was no clear pattern revealed between other measured parameters, plant community and past land use. As shown with tests power analysis, there was only a slight chance to do so, probably because of high inner variability of localities.

These estimations could be used in further study.

# 1 Úvod

Tato práce je věnovaná studiu půdních podmínek stanovišť (rostlinných) společenstev tzv. širokolistých xertermních trávníků, nejsnáze ztotožnitelnými s fytocenologickým svazem *Bromion erecti* (Chytrý et al. 2001), vyskyujících se v oblasti Českého Středohoří. Tyto lokality budu ve své práci nazývat bílými stráněmi, ačkoliv jsem si vědom, že se jedná o značně variabilnější soubor habitatů, než spojoval s tímto pojmem např. Studnička (1972).

Při pohledu do databasí rostlinně ekologických prací si není možné nevšimnout, jak mohutné badatelské úsilí je tradičně věnováno studiu právě takovýchto lokalit. Zejména je tento jev nápadný, uvědomíme-li si, že „calcareous grasslands“ zdaleka nepatří k biotopům plošně největším. Proč právě jim?

Jedním z důvodů je zajisté velká druhová bohatost (Cremene et al. 2005), která je pro vápenaté substráty charakteristická a jejíž kořeny snad leží hluboko v minulosti (Ewald 2003, diskuse viz Herben et Chytrý 2003).

Dalším, o nic méně pravděpodobným, je možnost, že přitahují pozornost jako stanoviště silně ohrožené: pastva už není typickou součástí středoevropské krajiny a bývalé pastviny tak pomalu podléhají sukcesi dřevin (Willems 2001 )

Není mi známo, jaké konkrétní pohnutky vedly k započetí serie prací, věnujících se vápnitým xertermním trávníků v Českém Středohoří. Vzhledem k výše nastíněnému kontextu to ovšem není překvapující.

Má práce vznikla jako jedna z nich. Vznikla, aby doplnila informace o vlastnostech druhů, které byly náplní práce Tremlové-Blažkové (2005) a vlastnostech krajinného kontextu a jeho historie, kterému se věnovala Chýlová (2005) a umožnila tak opět o něco komplexnější pohled na pozoruhodný fenomén.

Je věnovaná dvěma, poněkud se prolínajícím, cílům: charakteristice vlastností půd, majících přímý vliv na druhy bílých strání a nalezení historické informaci, kterou půda obsahuje, tak, jak je reflektována rostlinnými druhy.

První cíl je nasnadě: půda představuje pro terestrické rostliny hlavní zdroj minerálních živin, je prostředím, které je vždy (pomineme-li epifyty) obklopuje. Můžeme tedy předpokládat, že její vlastnosti mají pro porozumění ekologii druhů (bílých strání) značný význam a jejich poznání tak přispěje k lepší charakterizaci, po kterém jako po nezbytném k řešení mnoha otázek ekologie obecně volá např. Brown (1995)

Které charakteristiky zvolit? Měřitelných půdních charakteristik jsou desítky, ne-li stovky. Prozkoumatelných lokalit je omezený počet, výběr parametrů tedy musí být úzký. Řídil jsem se touto úvahou:

Jedná se o lokality xertermní, prostředí, kde je voda limitujícím faktorem. I malé rozdíly ve schopnosti půd poskytnout vodu rostlinám tak zřejmě mohou rozhodovat o velkých rozdílech v druhovém složení. Jako jedna z charakteristik byla tedy vybrána maximální kapilární kapacita, tj. maximální množství vody, které půda dokáže ve svém těle zadržet ve formě přístupné rostlinám. Kapilární kapacita je v tomto typu biotopu klasickou charakteristikou, viz např. (Kucera et Clark Martin 1957)

Dalším důležitým aspektem je minerální výživa. Obsah dostupného dusíku a fosforu zřejmě limituje terestrické rostliny obecně (Vitousek et Howarth 1991), eutrofizace stanovišť má na druhové složení společenstev obrovský vliv (Tilman et Lehman 2001). Obsah tzv. dostupného fosforu a dusíku jsem proto zařadil do zkoumaných charakteristik také.

V tomto bodě se situace zesloží uje: Pomineme-li síru, která nebývá limitujícím faktorem růstu rostlin v (polo-)přirozených podmínkách (Nátr 1998), vynoří se několik prvků, jejichž úloha může být důležitá. K, Mg, případně i další (např. Gaudet et Keddy 1995). Aby počet parametrů nezvládnutelně nenařostl, dal jsem před stanovením dalších jednotlivých živin, které může být v kontextu silně vápnitých půd metodicky, případně investičně (času i prostředků) náročné, přednost stanovení půdní reakce, která významně ovlivňuje dynamiku živin.

Půda ovšem není inertní zásobárnou živin. Významnou úlohu v konstituci vegetace sehrává také půdní biota (Klironomos 2002, De Deyn et al. 2004). Z této široké skupiny organismů je tradičně velký význam přisuzován mykorhizním houbám (viz např. Mejstřík 1988, Allen 1993), a to zřejmě právem, vezmeme-li v potaz, jak extrémní podmínky umožňuje toto spojení hub a rostlin využít pro život (např. Rao et Tak 2002), či jak velkou změnu ve složení společenstva rostlin může změna mykorhizního symbionta způsobit (Richardson et al. 2000, Marler et al. 1999). Do sledovaných půdních charakteristik jsem proto zahrnul také schopnost tvorby mykorhizních symbios.

Přímou inspirací pro stanovení druhého cíle, hledání vztahu mezi historií lokalit, půdními charakteristikami a složením rostlinného společenstva byla práce Chýlové (2005), která objevila významnou korelaci mezi výskytem některých druhů a bývalým způsobem využití pozemků. Tento vztah se jí nepodařilo vysvětlit rozdíly

v „očividných“ vlastnostech lokalit (např. sklon, oslunění, geologický substrát). Znamená to, že neobjevila nic, co by nasvědčovalo tomu, že plochy o určitém managementu byly preferenčně umisťovány na místa, kterých podmínky nyní podmiňují přítomnost / nepřítomnost některých druhů. Rozšíření druhů je pak možno připsat přímo na vrub historického způsobu obhospodařování a vyloučit hypotézu, že umístění lokalit a umístění druhů má společného jmenovatele.

Dalším triviálním vysvětlením by bylo, že druhy s preferencí trvalého travního porostu jsou jednoduše příliš špatnými kolonisátory. Zdá se, že tomu tak opravdu může být. (Chýlová 2005, Tremlová–Blažková 2005). Jak moc je ale tohle řešení významné, tj. jakou ve skutečnosti sehrává *relativní* úlohu, bude možné posoudit až ve srovnání s jiným modelem, který se pokusí osvětlit vztah historie lokality – přítomnost druhu.

Jevilo se jako možné, že lokality v sobě nesou záznam o bývalém obhospodařování na nich prováděném a že tento záznam má navíc povahu ekologického faktoru, ovlivňujícího přežití některých rostlinných druhů. Nejpravděpodobnějším médiem, které by mohlo tento záznam nést, se zdala půda lokalit. Cílem bylo pokusit se faktor identifikovat a prokázat, že druhy, které zdánlivě vyhledávají jistý typ historického managementu, jsou ve skutečnosti vázány na tento faktor. Test půdních vlastností zároveň dodá váhu také pro závislost vztahu historického managementu a schopnosti šíření, takže bude možné stanovit jejich relativní podíl (šíření vs. půda).

Jaká půdní vlastnost by to měla být? Měla by patřit do výše uvedeného výčtu. Také by se její hladina měla lišit mezi lokalitami s rozdílným způsobem využití v minulosti. Třetím kritériem je, že by měla distribuci druhů zdánlivě vázaných na typ bývalého obhospodařování popisovat lépe, než ji popisuje příslušnost lokalit k tomu či onomu typu. Vzhledem ke komplexnosti půd je finální důkaz, založený na manipulativním experimentu, pro většinu zmíněných faktorů obtížně, pokud vůbec, proveditelný.

Typ dat ani myšlenka není unikátní. Rozdíly v půdních parametrech mezi plochami s rozdílným současným i minulým managementem jsou zkoumány a prokazovány poměrně často ( Verheyen et al 1999), řidčeji je zároveň prokazován vztah těchto parametrů a současné vegetace ( Koerner et al. 1997 ).

Z podmínek, které jsem si vybral k testování já, je poměrně častým objektem zkoumání obsah fosforu, dusíku a půdní reakce (např. Janssens et al 1998 ). Mnohem méně prací znám o rozdílech v kapilární kapacitě ( o vlhkosti např. Motzkin et al. 1996). Na vztah mykorhizních symbios a historického obhospodařování lokalit se dá usuzovat

nepřímo: mykorhizní symbiotické houby jsou (různě) citlivé k agrotechnickým zásahům (Jansa 2002, Oelh et al. 2003, 2004) a zároveň změny v početnosti mohou přetrhávat (Allen 1993). O vyhodnocení vztahu mezi mykorhizní kolonizací a historií lokalit se pokusil také Eriksson (2001).

## 2 Metodika

### 2.1 Výběr lokalit a odběr vzorků

Ze souboru lokalit zahrnutých v práci Chýlové (2005) jsem vybral 10 dvojic tak, aby se v rámci dvojice lišily typem managementu (pole/pastvina) na mapě z padesátých let (viz Chýlová 2005, popis lokalit tamtéž). Za pastvinu jsem považoval lokality s pastevním typem managementu alespoň z 80%, stejně tak byla lokalita považována za bývalé pole, pokud ním byla alespoň z 80 procent.

Naopak, podle dalších kritérií byly lokality vybírány tak, aby si byly v rámci dvojic co nejpodobnější. Těmito kritérii byl geologický substrát, sklon a potenciální přímá radiace, v tomto pořadí.

Dvojic bylo vybráno více, než byl potřebný počet. Některé lokality se po příjezdu na místo odběru ukázaly nepoužitelnými (např. čerstvě rozorané), proto při aplikaci výše uvedených kritérií na kompletní Chýlové (2005) databázi dojdeme k poněkud odlišnému výsledku, než je uveden ve výčtu v práci použitých lokalit, uvedeném v příloze 1.

Pomocí generátoru náhodných čísel jsem pro každou lokalitu získal náhodné geografické souřadnice bodů, které jsem si zobrazil v systému souřadnic SJTSK na digitální mapě lokalit (vytvořené Chýlovou 2005) v programu ArcGIS (ESRI 2004). Pro každou z lokalit jsem vybral podle atributové tabulky prvních 6 bodů, a to tak, aby v případě, že lokalita nebyla na historické mapě managementově jednotná, body ležely na části s většinovým jednotným managementem. Souřadnice bodů jsem pomocí programu PicoGPS (Anon.) převedl do souřadného systému WGS 84.

V terénu jsem body vyhledal pomocí přístroje GPS. Pokud nebylo možné vzorek odebrat pro malou nepřesnost (např. byl zaměřen uprostřed malé skupiny keřů), byl vybrán nejbližší možný bod. Pokud na některém z bodů č. 1-5 nebylo možno vzorek půdy odebrat, byl použit bod č. 6. V případě, že se situace opakovala, byl vytvořen místní souřadný systém a v něm pomocí náhodných čísel vybrán náhradní bod, který byl opět zaměřen pomocí GPS. Odběrové body jsou uvedeny v příloze 2.

Z nalezených míst byly odebrány půdní vzorky po odstranění vegetačního krytu a vrstvy nadložního humusu. Max. hloubka byla cca 30 cm. V těsné blízkosti, mimo zhusnělou půdu, byly, opět po odstranění vegetace a nadložního humusu, odebrány 2 vzorky pro stanovení maximální kapilární kapacity pomocí tzv. Kopeckého válečků.

Z důvodu špatného uskladnění vzorků bylo nutno odběr opakovat. Z prvního odběru (26.3.2005 a 2.4.2005) tak pochází data o maximální kapilární kapacitě a substrát do pokusu se *Securigera varia* a *Brachypodium pinnatum*, ostatní data pocházejí ze vzorků pořízených později (listopad) na totožných místech.

## 2.2 Stanovení obsahu a dostupnosti klíčových látek v půdě.

Není-li uvedeno jinak, byly analýzy prováděny s jemnozemí vzniklou prosetím na vzduchu vyschlých půdních vzorků sítem s velikostí otvorů 2 mm. Vzorky pocházely (kromě vzorků pro stanovení maximální kapilární kapacity) z druhého odběru.

Vodivost použité deionizované vody byla  $5\text{--}9 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Pro filtrace jsem užíval papírových filtrů Filtrační papíry – kruhové výseky 12,5, výrobce Západočeské papírny, n. p., Perštejn n. O. – MCHP. Jako analytické sloužily váhy Mettler AE 163, vážil jsem také pomocí vah Owa-Labor (váživost 5–1000 g) a AND HL-200 (max. 200g)

### 2.2.1 Stanovení půdní reakce

Při stanovení jsem vycházel z metodiky pro International Co-operative Programme on Integrated Monitoring on Air Pollution Effects (Pylvänäinen 1993):

Materiál:

vzorky půd – jemnozem, PE lahve o objemu 100ml, potřeby pro filtrace, kombinovaná pH elektroda s teploměrem (WTW pH electrode SenTix 41), pH-metr (WTW inoLab pH/ION Level 2P), třepačka (IKA HS 260 control)

Do 100 ml PE lahviček jsem navážil 10 g jemnozemě, přidal 50 ml deionizované vody a pomocí třepačky třepal 2 h při 250 výkyvech / min.

Obsah Lahviček jsem filtroval přes filtrační papír a pomocí elektrody připojené k pH-metru měřil pH filtrátu. Hodnotu jsem považoval za stabilní, pokud se zobrazovaná hodnota po zaokrouhlení na setiny alespoň po 30 s neměnila. Zároveň jsem zaznamenával teplotu vzorku, zaokrouhlenou na celé stupně.

Před vlastním měřením jsem elektrodu kalibroval pomocí pufrů WTW STP 7 Technical Buffer (pH 7,00 při 25 °C) a WTW STP 4 Technical Buffer (pH 4,01 při 25 °C), výsledek viz tab. 1.

Změřené hodnoty pH, teplota po zaokrouhlení na celé stupně jsou uvedeny v příloze 3.

**Tab.1 Kalibrace elektrody**

Asymetricita	-13 mV
Strmost	-58,6 mV/pH

### **2.2.2 Dostupnost vody – stanovení maximální kapilární kapacity**

Jako míru dostupnosti vody v půdě jsem zvolil stanovení maximální kapilární kapacity. Vycházel jsem z popisu instrumentárně nenáročné metody, uvedeného Kubíkovou (1971).

Vzorky půd odebrané do kovových zavíčkovatelných, tzv. Kopeckého válečků, o objemu 100 cm<sup>3</sup> (postup odběru viz část Odběr vzorků...) jsem přepravil do laboratoře tak, aby byla zachována orientace vzorků stejná, jako byla jejich orientace v půdním těle a byly vystaveny co nejmenším vibracím.

Vzhledem k citlivosti metody na zacházení se vzorky jsem několik vzorků, u kterých nebyla tato podmínka splněna, vyřadil. Také jsem byl nucen vyřadit několik vzorků s chybným označením.

Pomocí vlhkého filtračního papíru, přiloženého ze spodní strany oboustranně otevřených válečků, jsem vzorky nasytíl vodou (viz obr. 1). Sycení jsem považoval za dokončené, když se povrch všech vzorků začal mírně lesknout na celé ploše.

Nasycené vzorky ve válečcích jsem, stále při zachování původní vertikální orientace, přenesl na suchý filtrační papír (1 vrstva), kde jsem je ponechal po dobu 30 min, abych odstranil nenaadherovanou vodu. Poté jsem vzorky zvážil.

Zvážené vzorky jsem vysušil v sušárně při 110 °C do konstantní hmotnosti a opět zvážil. Po mechanickém odstranění vzorku z válečku jsem zjistil hmotnost válečku.

Maximální kapilární kapacita se stanoví jako poměr hmotnosti vody obsažené v plně nasyceném vzorku a objemu vzorku, resp. jako poměr hmotnosti vody obsažené v plně nasyceném vzorku a jeho hmotnosti v suchém stavu:

$$MKK_V = \frac{m_N - m_S}{V}, \text{ resp. } MKK_M = \frac{m_N - m_S}{m_S}$$

$MKK_V$  – maximální kapilární kapacita vztažená na objem vzorku

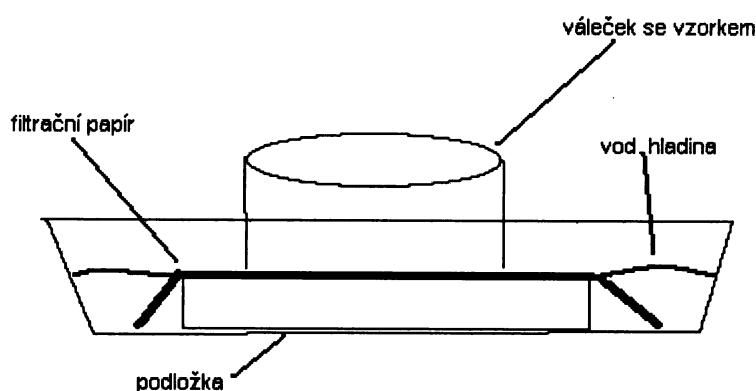
$MKK_M$  – maximální kapilární kapacita vztažená na hmotnost suchého vzorku

$m_N$  – hmotnost vzorku nasyceného vodou

$m_S$  – hmotnost vysušeného vzorku

$V$  – objem vzorku (vnitřní objem Kopeckého válečku)

Vzhledem k uspořádání odběru (viz část Odběr vzorků...) jsem maxilární kapilární kapacitu pro daný odběrový bod stanovil jako průměr z hodnot získaných na tomto bodě. Výsledky viz příloha 4



Obr. 1 Sycení vzorku vodou v Kopeckého válečku

### 2.2.3 Celkový obsah dusíku

Obsah dusíku ve vzorcích jsem určil modifikovanou Kjeldahlovou metodou s použitím směsi  $K_2SO_4$  a  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  jako katalyzátoru, která nevyžaduje práci s toxickými kovy (Se, Hg). Kjeldahlova metoda a její modifikace jsou široce přijímány jako standardní metoda (Kubíková 1971, Pylvänäinen 1993)

Materiál:

vzorky půd,

$H_2SO_4$ ,  $K_2SO_4$ ,  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ,  $HCl$ ,  $NaOH$ , methylčerveň,  $H_3BO_3$ ,

100 ml Kjeldahlovy baňky, odměrné baňky 250 ml, titrační baňky,

topné hnízdo, destilační přístroj, automatická byreta (minimální přídavek 0,03 ml), váhy

Do Kjeldahlových baněk jsem přesně navážil přibližně 1 g ve třecí misce jemně rozetřené půdy, přidal přibližně 5 g rozetřené směsi  $K_2SO_4$  a  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  (1:1 hmot. poměr) a 10 ml koncentrované ( $>93\%$   $H_2SO_4$ ). Směs jsem zahříval v topném hnízdě do vyčeření (čirý roztok zelené–zelenomodré barvy nad usazeninou), maximální teplota rozkladu dosahovala 320–330 °C (měřeno ve slepém vzorku).

Obsah Kjeldahlových baněk jsem kvantitativně převedl do 250ml odměrných baněk a po dosažení laboratorní teploty doplnil do objemu 250ml a obsah promísil. Vyčkal jsem alespoň částečného usazení.

Odebral jsem 50 ml, ke kterým jsem přidal 30–40 ml 33% roztoku NaOH, čímž pH směsi dosáhlo hodnoty cca 12. Tuto směs jsem destiloval s vodní parou po dobu 3 min. Kondensát jsem zachytával do titračních baněk se směsí 20 ml deionis. vody, 5 ml nasyceného roztoku kys. trihydrogenborité a 5 kapek methylčerveně.

Výsledný roztok jsem titroval 1M HCl do sytě růžového zabarvení.

Čistotu práce je možné hodnotit pomocí několika „slepých“ vzorků bez obsahu půd, které byly zařazeny mezi ostatní vzorky. (tab. 2.)

Pro ověření adekvátnosti 3 min intervalu destilace jsem několik vzorků zpracoval znova, s délkou trvání destilační fáze 4 min. (tab. 3)

Obsah dusíku ve vzorcích, v mg N na 1 kg půdy vysušené při 105 °C viz příl. 5.

**Tab. 2** Slepé vzorky

vzorek	spotřeba 1M HCl [ml]
BL1	0.09
BL2	0.12
BL3	0.14
BL4	0.11

**Tab. 3** Test adekvátnosti času

spotřeba 1M HCl [ml]	
4 min. destilace,	3 min. destilace
0.94	0.98
1.13	1.11
1.24	1.22

## 2.2.4 Obsah rostlinám přístupného fosforu

Základním rozdílem mezi různými metodami stanovení obsahu dostupného fosforu v půdách je doporučovaný způsob extrakce.

Protože cílem mé práce bylo najít souvislost mezi obsahem fosforu a reakcí (bylinné) vegetace, volil jsem z metod užívaných v zemědělské praxi.

Jako vhodnou pro půdy s basickou reakcí doporučuje (Sims 2000a) metodu Olsenovu (extrakce roztokem  $\text{NaHCO}_3$ ). Upozorňuje však, že metoda může selhat při vzájemném srovnávání širokého spektra půd. Zvolil jsem proto raději extrakci Mehlichovým roztokem 3 (Mehlich 1984). Tato metoda poskytuje uspokojivé výsledky při velkém rozsahu půdních reakcí a pestrému chemismu půd (Sims 2000b). Množství extrahovaného fosforu je vyšší než množství získané metodou Olsenovou (Sims 2000a) či Brayovou (roztok  $\text{HCl}$  a  $\text{NH}_4\text{F}$ ) (Mehlich 1984), což činí metodu robustnější.

Materiál:

vzorky půd – jemnozem, filtrační papír,  
 $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{F}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $(\text{HOOCCH}_2)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2$  (EDTA),  
 $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{N}_2\text{H}_4)\text{SO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  
PE lahve (100ml), potřeby pro filtraci a ultrafiltraci, potřeby pro přípravu roztoků  
(pipety, odměrné baňky,...), potřeby pro vážení, 50 ml odměrné baňky,  
spektrofotometr Spekol 11 (Carl Zeiss Jena), spektrofotometrické kyvety o průměru  
1,002 a 0,998, váhy.

Den předem jsem nechal rozpustit 10 g  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  v 25 ml konc.  $\text{HCl}$  a uložil do lednice.

Další roztoky: 0,12g hydrazinu v 12%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 0,021968 g  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  / 1000 ml (=0,005 mg P / ml), 25g molybdenanu amonného a 250 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (zbytek voda) v 1000 ml roztoku. Těsně před použitím naředěn roztok  $\text{SnCl}_2$  1:80 vodou (roztok stálý max 2 hod.)

Do PE lahviček o objemu 100 ml jsem s přesností na desetiny gramu navážil přibližně 8g vzorků, přidal 80 ml Mehlichova roztoku 3 (0,2M  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 0,25M  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 0,015M  $\text{NH}_4\text{F}$ , 0,013M  $\text{HNO}_3$  0,001M) a třepal na třepačce při 250 výkyvech za minutu po dobu 30 min. Suspensi jsem zfiltroval přes papírový filtr.

K 10 ml filtrátu jsem přidal 1ml roztoku  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 1 ml molybdenanového roztoku a 1ml roztoku chloridu cínatého.

Kalibrační roztoky byly připraveny stejným způsobem, místo filtrátu byl přidán čistý Mehlichův roztok a příslušné množství roztoku dihydrogenfosforečnanu draselného (0, 1, 2, 4, 6, 8 a 10 ml)

Po 30 min jsem přidal 2,5 ml roztoku hydrazinu, doplnil vodou do 50 ml.

Extinkci jsem měřil při 660 nm. Pokud extinkce některého vzorku výrazně přesáhla hodnotu extinkce kalibračního vzorku s nejvyšší koncentrací fosforu, byl z filtrátu připraven nový vzorek, podle okolností buď bez přídavku P, nebo bez přídavku P a se zmenšeným obsahem filtrátu.

Vzorky byly zpracovány ve dvou sériích, které se lišily způsobem filtrace (první sada ultrafiltrace, druhá filtrována za normálního tlaku) a dobou od získání filtrátu po další zpracování. Pro každou byla zvlášť vytvořena kalibrační křivka.

Obsah fosforu viz příloha 6.

## 2.3 Mykorrhizní kolonisace kořenů

Pro stanovení úrovně mykorrhizní kolonisace kořenů byly vybrány *Securigera varia* a *Brachypodium pinnatum*. Výběr druhů se řídil snahou o co největší fylogenetickou vzdálenost, mykorrhizním statutem (ne nemykorrhizní) a snahou o co nejvyšší frekvenci výskytů na vybraných lokalitách. Tuto frekvenci jsem hodnotil z dat shromážděných Chýlovou (2005) a Tremlovou-Blažkovou (2005). Zároveň jsem druhy vybíral tak, aby se nelišily četností výskytů na bývalých polích a bývalých pastvinách. (tab. 4).

Původním záměrem bylo pokusit se detektovat rozdíly nejen kvantitativní, ale také kvalitativní. Proto byl pokus se *Securigera varia* a *Brachypodium pinnatum* původně založen tak, aby bylo možno učinit několik odběrů v různém čase. Taxony mykorrhizních hub se liší dynamikou vývoje (Hart et Reader 2002), tedy takto založený pokus by mohl poukázat na možné rozdíly v druhovém (?) složení.

**Tab. 4** Obsazenost lokalit zamýšlenými rostlinami

	počet obsazených polí v souboru	počet obsazených pastvin v souboru
<i>Brachypodium pinnatum</i>	10	10
<i>Securigera varia</i>	9	10

### 2.3.1 Založení pokusu se *Securigera varia* a *Brachypodium pinnatum*

Vzhledem k uvažovanému dlouhodobé kultivaci pokusných rostlin byly použity květináče o objemu 3 l, vystерilisované nejméně 20-ti min působením 5% roztoku perchloranu sodného nebo Lihového čistidla (výrobce Barvy Laky Hostivař).

Jako substrát byla použita směs půd z prvního odběru a písku v objemovém poměru 1:1. Vzorky půd byly použity ještě za vlhka, před smísením s pískem byly prosety sítem s velikostí oka 0,5 cm. Písek byl před pokusem proset sítem s velikostí oka 2 mm a sterilisován horkou vodní parou při 121 °C a přetlaku 101,3 kPa po dobu 1 h.

Ředění pískem jsem použil z různých důvodů. Hlavním bylo snížení hustoty houbových infekčních částic a tím prodloužení doby potřebné k maximální kolonisaci kořenů. Dalším byla snaha o usnadnění preparace kořenů z masy substrátu při přípravě vzorků.

Kromě experimentálních vzorků byly zpracovány také vzorky kontrolní, které měly umožnit odhad maximální zpracováním způsobilné kontaminace. Byly připraveny z těch pěti půdních vzorků, ze kterých zbýval po odběru experimentálního

vzorku největší objem. Sterilisace proběhla stejně jako v případě písku a to ještě před přesetím (které jsem tedy dělal nesterilním sítěm a nástroji). Sterilisované vzorky jsem zařadil zařazeny v pseudonáhodném pořadí mezi vzorky experimentální a dále s nimi pracoval stejně jako se vzorky experimentálními.

Rostlinný materiál pro původní výsev pocházel v případě příslušníků druhu *Securigera varia* ze sběru provedeného Blažkovou přímo v zájmovém území, obilky druhu *Brachypodium pinnatum* dodala firma Planta Naturalis, s. r. o. Před výsevem byla semena (Sec. var.) skarifikována smirkovým papírem a naklíčena v Petriho miskách na vlhkém filtračním papíře. Obilky (Bra. pin.) nebyly upravovány. Do každého květináče jsem zasadil dva semenáčky (každý zvlášť, vzájemná vzdálenost cca 3 cm) a vysel 20–30 obilek.

### **2.3.2 Kultivace; odběr a zpracování vzorků kořenového systému**

Kultivace rostlin probíhala v jednom ze skleníků Botanického ústavu AVČR v Průhonicích, lokalita Chotobuz. Skleník nebyl uměle osvětlován, vytápěn byl tak, aby teplota neklesla pod 10 °C. Rostliny byly zavlažovány demineralizovanou vodou. Pokus byl založen 20.4.2005.

První odběr byl původně plánován na období cca 4 týdnů po založení pokusu, kvůli velmi pomalému růstu rostlin se uskutečnil až 25.–27.6., druhý odběr po 6 týdnech po prvním, třetí odběr dtto.

Vzorky byly odebírány kovovými sondami cylindrického tvaru o průměrech 1,8–2,2 cm, vpichovanými při prvním odběru cca 3 cm od spojnice semenáčků *Securigera varia* na stranu s příhodnější hustotou porostu *Brachypodium pinnatum*. Při dalších odběrech jsem dbal, aby jsem neodebíral vzorek na místě již jednou narušeném.

Z odebraných vzorků byly promýváním na sítě pod tekoucí vodou vyisolovány rostlinné kořeny, které jsem následně převedl do 10% roztoku KOH. V tomto roztoku byly zahřívány po dobu 40–60 min na teplotu 90 °C, aby se zbavily buněčného obsahu. Po promytí tekoucí vodou jsem vzorky přemístil do 20% kyseliny mléčné (kys. 2-hydroxypropanová), v kterémžto roztoku byly zahřívány po dobu 20 min, opět při teplotě 90 °C. Dalším krokem barvící procedury je převod do roztoku složeného z 0,05g trypanové modři na 100 ml, 1 dílu kys. mléčné, 2 dílů glycerolu a 1 dílu vody a další zahřívání při teplotě 90 °C, tentokrát po dobu 45 min. Vhodné je vzorky v barvícím roztoku ponechat několik hodin i po zahřívání, já jsem volil ponechání do druhého dne. Poobarvení a důkladném promytí tekoucí vodou jsem vzorky umístil do roztoku

složeného z 1 dílu kyseliny mléčné, 2 dílů glycerolu a 1 dílu vody, ve kterém jsem je ponechal až do mikroskopického pozorování. (Postup podle Koske et Gemma 1989.)

Ze vzorků jsem připravil mikroskopické preparáty, které jsem pozoroval v procházejícím světle při zvětšení  $10\times 10$  mikroskopem Olympus IX 51. Počínaje jedním z rohů preparátu jsem zaměřoval mikroskop tak, aby se pozorovací pole vzájemně nepřekrývala. V každém byl zaznamenán počet kořenů s vyvinutými mykorrhizními strukturami a počet kořenů bez těchto struktur, pro každý druh zvlášt'. Fragment jsem započítával, pokud jeho délka v mikroskopickém poli dosáhla alespoň jedné poloviny průměru pole.

Pole po poli jsem vyhodnocoval do dosažení alespoň 100 záznamů pro každý druh. V případě, že se na preparátu nenacházel dostatečný počet objektů, byl z nepoužitého vzorku připraven preparát další atd. až do dosažení 100 záznamů pro každý druh nebo do spotřebování veškeré hmoty vzorku.

Vyhodnocování jsem začal vzorky z druhého odběru. Již po několika preparátech jsem se rozhodl nevyhodnocovat vzorky ze třetího odběru, protože úroveň kolonisace byla už v druhé sérii tak vysoká, že vyšší ve třetí sérii prakticky nebyla možná, takže její vyhodnocení, při průměrné době hodnocení vzorku 1,5 h (po zpracování), jsem považoval za neekonomické. Po několika preparátech bylo zároveň jasné, že první série odběrů neobsahuje dostatečnou masu kořenů, proto jsem od jejího vyhodnocení také upustil.

### 2.3.3 Stanovení mykorrhizní kolonisace *Zea mays*

Protože z pokusu se *Securigera varia* a *Brachypodium pinnatum* se podařilo získat pouze informace z jednoho časového bodu, který s velkou pravděpodobností odráží finální stav, provedl jsem pro získání informace z rannějšího stavu jednorázový pokus se *Zea mays*.

Tuto rostlinu jsem zvolil proto, že její kultivace je v experimentálních podmírkách bezproblémová, biomasa kořenů je značná a rychle vzniká. Tím jsem se pokusil předejít situaci z pokusu se *Securigera varia* a *Brachypodium pinnatum*, kdy v ranných fázích byla biomasa kořenů příliš malá. Nevýhodou je, že *Zea mays* není složkou rostlinných společenstev zkoumaných společenstev.

Pokus byl založen takto podobně jako předcházející. Půdní vzorky ale nebyly řezeny pískem a vzhledem ke krátkodobému charakteru pokusu jsem zvolil květináče o objemu 0,8 l. Úlohou kontrolních vzorků bylo v tomto případě pomoci odhalit

pravděpodobnost kontaminace v průběhu kultivace. Po prosetí jsem kontrolní vzorky podrobil dvojnásobné sterilisaci (vodní pára 121 °C, přetlak 101,3 kPa , trvání 1 h) s odstupem jednoho dne a dále zpracovával jako ostatní vzorky. Do každého květináče jsem zasadil semenáček kukuřice naklíčený na Petriho misce s kořeny cca 3 cm dlouhými. Abych předešel příliš brzké nebo naopak pozdní sklizni, kultivoval jsem zároveň několik testovacích vzorků.

Po šesti týdnech, když kolonisace testovacích vzorků dosáhla cca 30–50%, jsem pokus ukončil. Pro vyhodnocení byl zpracován vždy celý kořenový systém pokusné rostliny, opět stejným způsobem jako v předcházejícím případě. Protože v tomto případě vyhodnocení nebylo komplikováno přítomností více druhů, sledoval jsem kolonisaci alespoň 200 fragmentů / vzorek. (Obr. viz příl. 9, 10,11)

Kolonisace kořenů viz příloha 7 a 8.

## 2.4 Zpracování dat

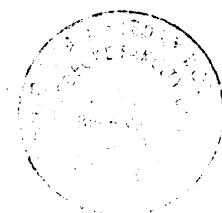
### 2.4.1 Vztah současné vegetace a půdních podmínek

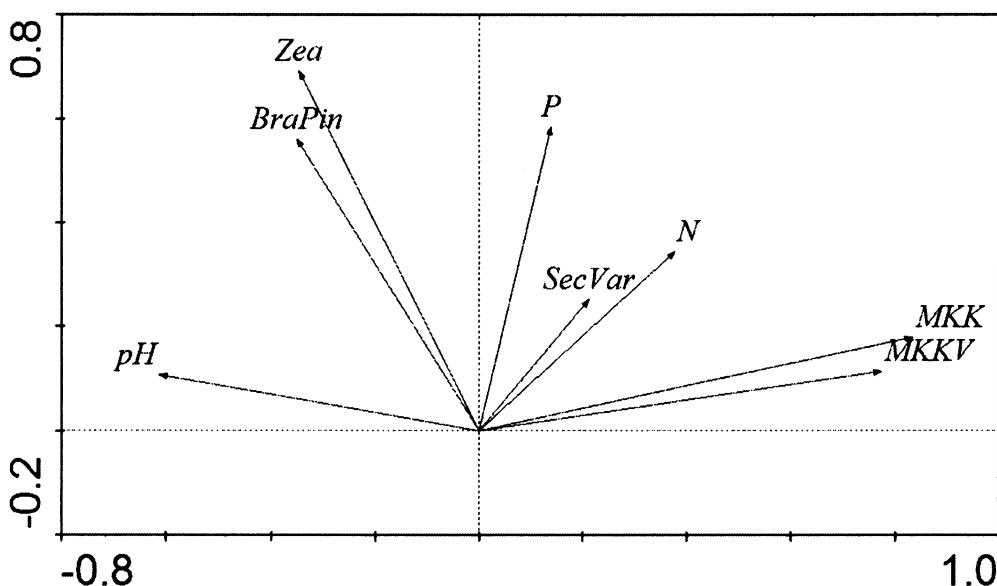
K hledání vzájemného vztahu jsem použil techniky mnohorozměrné statistiky, obsažené v programu CANOCO (TerBraak et Šmilauer 1998).

Prvním krokem bylo nalezení vztahů mezi zamýšlenými vysvětlujícími proměnnými. K tomu jsem použil data uvedená v příloze 12. Chybějící hodnoty byly nahrazeny průměrnými hodnotami daného sloupce a jsou označeny tučně.

Data o mykorhizní kolonisaci byla získána jako frakce kolonisovaných fragmentů kořenů z jejich celkového počtu. Tyto hodnoty jsem dále transformoval arcsinovou transformací, tj. hodnota v tabulce =  $\arcsin(\sqrt{x})$ , kde x je hodnota poměru. Transformaci jsem provedl proto, abych získal větší rozpětí hodnot a při zobrazení tak byla směrová tendence dat jasně patrná.

Hodnoty měřených proměnných jsem podrobil nepřímé gradientové analýze, lineární PCA (analýzu hlavních komponent – nepřímá lineární technika). Vektory proměnných byly vloženy jako vektory druhů, zadána standardizace a centrování přes druhy. Výsledek analýzy jsem zobrazil pomocí programu CanoDraw, který je součástí programového balíku CANOCO. Výsledek viz obr. 2





Obr. 2. Zobrazuje vzájemné korelační vztahy proměnných. MKK – maximální kapilární kapacita přepočítaná na hmotnost, MKKV – maximální kapilární kapacita přepočítaná na objem, SecVar – kolonisace kořenů *Securigera varia*, BraPin – kolonisace kořenů *Brachypodium pinnatum*, Zea – kolonisace kořenů *Zea mays*, P – obsah fosforu, N – obsah dusíku, pH – půdní reakce. Výstup z PCA, proměnné zadány jako druhy, standardizováno a centrováno přes druhy.

Na základě výsledku jsem se rozhodl do analýz nezahrnout hodnoty maximální kapacity přepočítané na objem.

Vlastní vztah proměnných a výskytu druhů jsem hodnotil na základě dat uvedených v příl. 14, bez údaje o procentickém zastoupení historických managementů.

Data o mykorrhizní kolonisaci jsou mediány arcsin transformovaných (viz výše) kolonisací na jednotlivých lokalitách, ostatní jsou mediány hodnot pro příslušné lokality.

Data o výskytu druhů pocházejí z dat shromážděných Chýlovou (2005) a Tremlovou–Blažkovou (2005). Ze souboru údajů o presenci / absenci 83 druhů na jednotlivých lokalitách jsem vynechal ty druhy, které se vyskytovaly v mé souboru 20 lokalit méně než dvakrát, vznikl tak soubor 64 druhů (viz příl. 13). Data o prostředí lokalit také pocházejí z práce Chýlové (2005).

Vlastní test významnosti faktorů jsem prováděl pomocí RDA ( tzv.redundancy analysis), s volbami centrovat a standardizovat přes druhy. Pracoval jsem postupnou, tzv. forward regresí, tj. našel jsem mezi proměnnými tu, která vysvětlila nejvíce variability a jejíž vliv byl nejvíce průkazný. Pak jsem postupně přidával proměnné, až

přídavek jakékoliv další nepřispěl signifikantně ke zlepšení vysvětlovací schopnosti modelu, což bylo testováno vestavěným Monte Carlo permutačním testem při 499 permutacích.

Analýzu jsem provedl s použitím a bez použití dat o prostředí lokalit z přílRDa jako kovariát.

#### **2.4.2 Vztah půdních parametrů a historie lokalit**

Závislost půdních charakteristik na minulosti lokalit jsem testoval pomocí nástrojů obsažených v programu S-plus ( Anon. 2003). Hlavním postupem byla analysa rozptylu (ANOVA). Na úrovni rozdílů mezi lokalitami jsem hodnotil vliv historie a příslušnost ke konkrétnímu páru s podobnými charakteristikami (viz část o výběru lokalit). Faktory byly v modelu uspořádány tak, aby faktory jejichž variabilita není objektem studia (dvojice, v příp. fosforu také série) předcházely faktoru historie.

Hodnoty obsahu dusíku, fosforu, maximální kapilární kapacity a hodnoty půdní reakce nesplňovaly předpoklady analýzy co do normality dat, proto jsem je transformoval. V případě dat o maximální kapilární kapacitě, obsahu fosforu a obsahu dusíku jsem použil logaritmickou transformaci (tj. data, která vstupovala do analýzy byly hodnotami logaritmů původních hodnot při základu logaritmu  $e=2,71\dots$ )

Z kolekce dat o pH byla vyloučena dvojice č. 3, když se ukázalo, že hodnoty pH jsou na jedné z lokalit neobvykle nízké (3 hodnoty). Vzhledem k malé rozloze lokality (lokalita č. 15, viz příloha 1), blízkosti místní komunikace a obce jsem usoudil na lokální ovlivnění

Transformace (umocnění) se v případě hodnot pH nejevila účinnou, proto jsem hodnoty pH nahradil jejich pořadím. Poté jsem zjistil medián pořadí hodnot pH z jednotlivých lokalit. Vliv historie jsem testoval znaménkovým testem (Zvára 2001), páry byly tvořeny lokalitami s podobnými abiot. podmínkami (ze stejné dvojice).

Rozdíly v mykorhizní kolonisaci byly testovány pomocí zobecnělého lineárního modelu postaveném na binomické distribuci chyb (jednotlivé fragmenty kořenů byly skórovány ano / ne). Jako tzv. linking function se v této třídě modelů používá logit, tj.  $\ln(p/q)$ , kde p je počet pozitivních a q počet negativních případů (Crawley 2004).

Při visuální kontrole dat jsem se rozhodl důkladně otestovat rozptyly netransformovaných hodnot, abych zjistil, jestli se lokality s rozdílnou minulostí neliší touto vlastností. Srovnával jsem rozptyly pro jednotlivé lokality, v párech podle dvojic.

Při hodnocení variability v pH jsem pracoval pouze s 18 lokalitami (stejná sada dat jako při testování vlivu historie na hodnotu).

Pro testy rozdílu hodnot mezi typy managementu jsem určil síly testu (kromě testu pH). Sílu testu jsem určoval tak, že jsem zjistil residuály po odečtení vlivu dvojice na (transformovanou původní) proměnnou, a jejich průměry pro jednotlivé lokality jsem použil jako vstup pro výpočet síly párového testu dat s normálním rozložením, jak jej nabízí S-plus (Anon. 2003).

#### **2.4.3 Vliv historie na současné druhové složení lokalit**

Podobně, jako v případě hledání vztahu mezi parametry půdy bez časového hlediska jsem použil RDA (centrováno a standardizováno přes druhy), tentokrát s procentickým zastoupením minulého způsobu obhospodařování jako kovariátou, opět ve variantě s a bez ostatních vlastností ze šetření Chýlové (2005) (příloha 14)



**Obr. 3** Spory a extraradikální mycelium mykorhizní houby

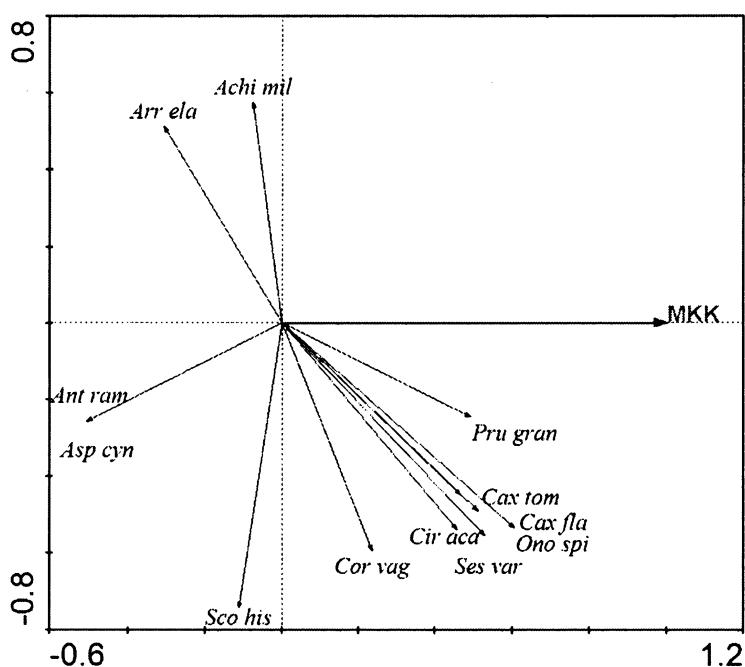
### 3 Výsledky

#### 3.1 Vztah půdních podmínek a přítomných druhů.

Postupnou regresi jsem zastavil v případě analysy bez kovariát po vložení první proměnné, kterou byla maximální kapilární kapacita přepočítaná na hmotnost vzorku.

V případě analýzy bez kovariát vysvětlila maximální kapilární kapacita 7,2 % procenta celkové variability ve výskytu druhův ( $p= 0,04$ ,  $F= 1,399$ ,  $\text{Trace}=0,072$ , 499 permutací). Nejtěsněji korelující ( $\text{fit} \geq 30\%$ ) druhy jsou zobrazeny na obr. 4.

Výsledky analysy s kovariátami neuvádím, po vložení kovariát žádná z proměnných neprošla testem na pětiprocentní hladině (Monte Carlo, 499 permutací)



Obr. 4 Vztah 12 nejtěsněji vázaných druhů k maximální kapilární kapacitě

### 3.2 Vztah historie a půdních podmínek

Výsledky viz tabulka 5.

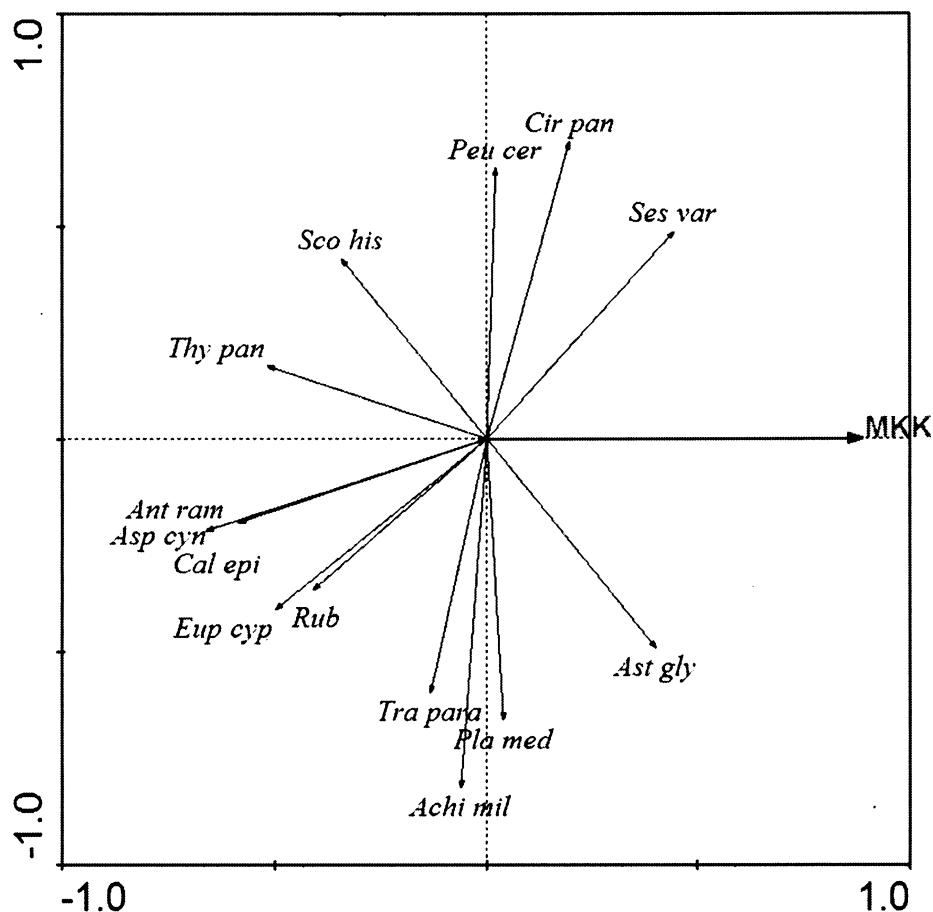
**Tab. 5.** Výsledky. Maximální kapilární kapacita přeypočítaná na objem, *Zea mays*, *Brachypodium pinnatum*, *Securigera varia* – mykorhizní kolonisace těchto rostlin. Pravděpodobnost nulové hypotézy o shodnosti rozptylů posuzována znaménkovým testem, vliv historického managementu viz text., množství dusíku v g/kg, fosforu v mg/kg

Parametr	n, průměr, směrodatná odchylnka	medián, horní a dolní kvartil	p testu historie	p testu shodnosti rozptylů	síla testu historie
Celkový obsah dusíku	n=95 m=3,36 sd=1,06	m=3,27 1q=2,57 3q=3,98	0,387	<b>0,754</b>	0,14
Obsah dostupného fosforu	n=95 m=19,82 sd=15,1	m=14,15 1q=11,11 3q=20,51	0,823	<b>0,754</b>	0,09
Maximální kapilární kapacita	n=96,0 m=0,587 sd=0,137	m=0,549 1q=0,486 3q=0,645	<b>0,035</b>	1	0,67
Půdní reakce (pH)	n=95 m=7,6 sd=0,486	m=7,69 1q=7,53 3q=7,86	1	1	–
<i>Zea mays</i> – mykorhizní kolonisace	n=92 m=0,31 sd=0,137	m=0,32 1q=0,2 3q=0,41	0,974	<b>0,754</b>	0,05
<i>Brachypodium</i> <i>pinnatum</i>	n=99 m=0,76 sd=0,097	m=0,78 1q=0,70 3q=0,83	0,981	<b>0,754</b>	0,12
<i>Securigera</i> <i>varia</i>	n=95 m=0,89 sd=0,103	m=0,91 1q=0,86 3q=0,96	0,367	<b>0,754</b>	0,2

### 3.3 Vztah půdních podmínek a přítomných druhů s ohledem na historii.

Některé rostlinné taxony vykazují vazbu na maximální kapilární kapacitu i po „odečtení“ vlivu historie: při zpracování pomocí RDA zadána procentická příslušnost lokality k bývalým polím a bývalým pastvinám jako kovariáta. Viz obr. 5 (fit  $\geq 29\%$ )

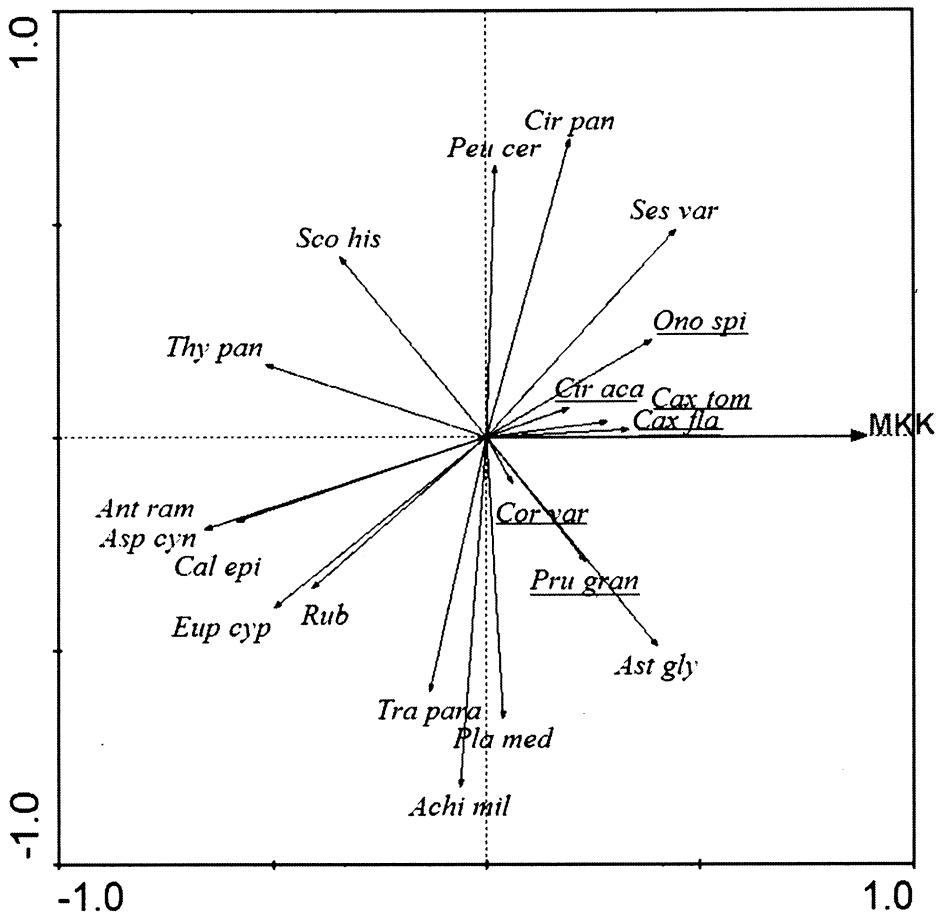
Maximální kapilární kapacita dosáhla marginální signifikance (p=0,057, F=1,338, 9999 permutací), vysvětlila 7,7 procenta variability druhů po odečtení vlivu historie.



**Obr. 5** Vztah druhů k maximální kapilární kapacitě po odečtení vlivu historie. (RDA, procentický poměr polí a luk na lokalitách jako kovariáta.  $F=1,338$ ,  $p=0,057$ , 9999 permutací. Centrováno a stanardisováno přes druhy.)

Pokud se jako kovariáty zařadí kromě historie i ostatní vlastnosti z přílohy 14, nejvyšší vysvětlovací schopnost získá proměnná vyjadřující kolonisaci kořenů *Zea mays*, vztah ovšem není průkazný.

Pokud porovnáme druhy na obr rda%1 a rda2, zjistíme, že některé taxony se liší. Na obr. rda3 byly k druhům z obr rda2 přidány druhy s pozitivní vazbou na pastviny / MKK z obr. rda1 , jsou vyznačené podtržením. Obr. 6.



**Obr. 6** Stejně jako na obr. 5 (RDA, centrováno a standardizováno přes druhy), podtržené druhy byly přidány bez ohledu na velikost korelace s osou maximální kapacity. Jedná se o druhy, které projevují afinitu k MKK na obr. 4, tj. bez odečtení vlivu historie.)

## 4 Diskuse

Na tomto místě nebudu polemizovat s pracemi, které dokumentují rozdíly ve složení půd v závislosti na jejich bývalém managementu (Fraterrigo et al. 2005). Jemné rozdíly detekovatelné v obsahu živin (Koerner et al. 1997), či dokonce možnost rozeznat od sebe bývalé louky a pastviny (Koerner et al. 1999) se zdají být dobře dokumentovanými. K polemice s těmito pracemi nejsou testy v mé práci dostatečně silné. Většina mých dat tedy může sloužit spíše jako pilotní studie pro dobré naplánování příštího zkoumání.

Primárně byla práce zadána jako nástavba na dosavadní práci „skupiny bílých strání“, zejména pak práci Chýlové (2005), proto se pokusím svůj výsledek vztáhnout zejména k jejím závěrům.

Na obrázku 4 vidíme skupinu 12 druhů, nejtěsněji vázanou na hodnoty maximální kapilární kapacity (MKK). Ze sedmi druhů, které vykazují k hodnotě maximální kapilární kapacity pozitivní vztah (*Prunella grandiflora*, *Ononis spinosa*, *Carex tomentosa*, *C. flacca*, *Sesleria caerulea*, *Cirsium acaule*, *Coronilla vaginalis*) přiřadila Chýlová (2005) druhy *Prunella grandiflora*, *Carex tomentosa*, *Cirsium acaule* a *Ononis spinosa* do skupiny druhů pozitivně reagujících na pastviny z 50. let. Tyto druhy ale chybí na obr. 5, který zobrazuje 13 taxonů s nejlepší vazbou na MKK po odečtení vlivu historie. Znamená to tedy, že určující vliv na jejich rozšíření má dosud neodhalený faktor úzce svázaný s historií a Chýlové teorie o špatných kolonistech se tak jeví pravděpodobnější.

Nejzajímavější skupinou jsou druhy, které svoji posici mezi obr. rda1 a rda2 změnily jen málo či vůbec: mezi těmito taxony najdeme ty, pro které je MKK faktorem důležitějším než historie. Poněkud zvláštně se chovající *Anthericum ramosum* a *Asperula cynanchica*, dle Chýlové (2005) typické indikátory pastvin, se vyskytují pouze na čtyřech společných lokalitách, z nichž dvě vystupují v mé souboru jako pole a dvě jako pastviny. Netypické chování je tedy zřejmě dílem náhody, resp. faktu, že lokalita vedená jako pastvina či pole jí nemusela být ze sta procent rozlohy. Jiným vysvětlením by mohlo být, že jsou to jakési „kaktusy Středohoří“, specializované na obecně nehostinné podmínky, ovšem bez konkurence. Typický biotop a výzor obou druhů by tomuto řešení napovídalo. (To ovšem také vede k myšlence, že přítomnost půdních kapilár je z hlediska rostlin přínosem. Nelze to ovšem považovat za pravidlo, viz Unger 1990.)

Naopak typickým druhem, u kterého můžeme soudit na vyšší ovlivnění MKK než historií je *Sesleria caerulea*: její rozšíření je dobře predikováno abiotickými podmínkami (Chýlová 2005), je tedy zřejmě dobrým kolonistou a pastviny vyhledává (v mé souboru) kvůli jejich podmínkám.

Zdálo by se, že jediný druh, vykazující smysluplnou vazbu na jediný průkazný parametr je poněkud chabým zjištěním. Při pohledu na obr. 6 se ovšem ukáže, že i druhy, které jsou více ovlivněné historií lokalit, se k MKK vztahují.

To mne vede k závěru, že vliv půdní podmínky (MKK) není zanedbatelný, u jednotlivých druhů se mu ovšem dostává důležitosti v závislosti na kolonisačních schopnostech.

Samozřejmě, většina výše uvedených tvrzení jsou spekulace. K jejich zvěrohodnění by bylo zapotřebí nasbírat více dat, což není v případě MKK

problematické. Dalším vhodným poznatkem, jehož zisk není nereálný, by bylo vyšetření vzájemného vztahu dat o šíření, zpracovaných Tremlovou – Blažkovou (příp. uložené v některé z databasí biologických vlastností flóry) a rozšíření na lokalitách se zjištěnou MKK.

## 5 Závěr

Přes nevelký počet signifikantních výsledků se zdá, že:

- Důležitým faktorem pro život rostlin na bílých stráních je přítomnost půdních kapilár, což poukazuje na limitující úlohu vody v tomto prostředí.
- Obsah kapilárních prostor v půdě je ovlivnitelný obhospodařováním.
- Význam kvality prostředí je v interakci se schopností druhu kolonisovat stanoviště.

Závěrem ze zcela jiného soudku je, že jsem se při tvorbě diplomové práce dověděl mnoho o sobě. Děkuji lidem kolem sebe a datům za nastavené zrcadlo.

## 6 Použitá literatura

- Allén, M. F. (1993): The ecology of mycorrhizae. Cambridge University Press, Cambridge, pp.184.
- Anonymous (2003): S-PLUS 6.2 for Windows. User's Guide. Insightful Corporation.
- Anonymous: Manuál k programu PicoGPS v.0.80
- Brown, J. H. (1995): Macroecology. University of Chicago Press, Chicago, pp. 269.
- Crawley, M. J. (2004): Statistical Computing. An introduction to data analysis using S-plus. John Wiley & Sons Ltd., Chichester, pp.761.
- Cremene, C., Groza, G., Rakosy, L., Schileyko, A. A. et Baur, A. (2005): Alterations of steppe-like grasslands in Eastern Europe: a threat to regional biodiversity hotspots. *Conservation Biology* 19(5), p. 1606–1618.
- De Deyn, G. B., Raaijmakers, C. E. et Van Der Putten, W. H. (2004): Plant community development is affected by nutrients and soil biota. *Journal of Ecology* 92(5), p. 824-834.
- Eriksson, A.(2001): Arbuscular mycorrhiza in relation to management history, soil nutrients and plant species diversity. *Plant Ecology* 155, p. 129–137.
- ESRI (2004): ArcGIS 9.0. Environmental Systems Research Institute. Redlands.
- Ewald,J. (2003): The calcareous riddle: Why are there so many calciphilous species in the Central European flora?. *Folia Geobotanica* 38(4), p. 357-366.
- Fraterrigo, J. M., Turner, M. G., Pearson, S. M. et Dixon, P.(2005): Effects of past land use on spatial heterogeneity of soil nutirnts in southern Appalachian forests. *Ecological Monographs* 75 (2), p. 215–230.
- Gaudet, C. L. et Keddy, P.(1995): Competitive performance and species distribution in shoreline plant communities: a comparative approach. *Ecology* 76(1), p. 280–291.
- Hart,M. M. et Reader, R. J. (2002):Taxonomic basis for variation in the colonization strategy of arbuscular mycorrhizal fungi.*New Phytologist* 153, p. 335–344.
- Herben, T. et Chytrý, M. (2003): Calcium and plant species richness. *Folia Geobotanica* 38(4), p.355.
- Chytrý, M., Kučera, T. et Kočí, M. [eds.] (2001): Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, pp. 307.



- Jansa, J., Mozafar, A., Anken, T., Ruh, R., Sanders, I. R. et Frossard, E. (2002): Diversity and structure of AMF communities as affected by tillage in a temperate soil. *Mycorrhiza* 12, p. 225-234.
- Janssens, F., Peeters, A., Tallowin, J. R. B., Bakker, J. P., Fillat, F. et Oomes, M. J. M. (1998): Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil* 202(1), p. 69-78.
- Klironomos, J. N. (2002): Feedback with soil biota contributes to plant rarity and invasiveness in communities. *Nature* 417(6884), p. 67–70.
- Koerner, W., Dambrine, E., Dupouey, J. L. et Benoit (1999): d15N of forest soil and understorey vegetation reflect the former agricultural land use. *Oecologia* 121: p. 421–425.
- Koerner, W., Dupouey, J. L., Dambrine, E., Benoit, M. (1997): Influence of past land use on the vegetation and soils of present day forest in the Vosges mountains, France. *Journal of Ecology* 85 (3): p. 351-358.
- Koske, R. E. et Gemma, J. N. (1989): A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycological Research* 92 (4): p. 486–488.
- Kubíková, J. (1971): Geobotanické praktikum. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, pp. 186.
- Kucera, C. L. et Clark Martin, S. (1957): Vegetation and soil relationships in the Glade Region of Southwestern Missouri Ozarks. *Ecology* 38(2), p. 285–291.
- Marler, J. M., Zabinski, C. A. et Callaway, R. M. (1999): Mycorrhizae indirectly enhance competitive effects of an invasive forb on a native bunchgrass. *Ecology* 80(4), p. 1180-1186.
- Mehlich, A. (1984): Mehlich 3 soil test extractant: a modification of Mehlich 2 extractant. *Communications in soil science and plant analysis*, 15(12), p. 1409–1416.
- Mejstřík, V. (1988): Mykorrhizní symbiozy. Studie ČSAV, 7/88. Academia, Praha, pp.152
- Motzkin, G., Foster, D. R., Allen, A., Harrod, J. et Boone, R. (1996): Controlling site to evaluate history: vegetation patterns of a New England sand plain. *Ecological Monographs* 66, p. 345–365.
- Nátr, L. (1998): Minerální výživa. In: Procházka, S., Macháčková, I., Krekule J., Šebánek, J. et al. (1998): Fyziologie rostlin. Academia, Praha, pp. 484.

- Oehl, F., Sieverding, E., Mader, P., Dubois, D., Ineichen, K., Boller, T. et Wiemken, A. (2004): Impact of long-term conventional and organic farming on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. *Oecologia* 138 (4), p. 574-583.
- Oelh, F., Sieverding, E., Ineichen, K., Mader, P., Boller, T. et Wiemken, A., (2003): Impact of land use intensity on the species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems of central Europe. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(5), p.2816-2824.
- Pylvänäinen, M. [ed.] (1993): Manual for Integrated Monitoring Programme Phase 1993-1996. EDC, Helsinki, pp. 113.
- Rao, A.V. et Tak, R. (2002): Growth of different tree species and their nutrient uptake in limestone mine spoil as influenced by arbuscular mycorrhizal (AM)-fungi in Indian arid zone. *Journal of Arid Environments* 51, p.113-119.
- Richardson, D.M., Allsopp, N., D'Antonio, C. M., Milton S. J. et Rejmánek M. (2000): Plant invasions - the role of mutualisms.[abs.]. *Biological Reviews* 75(1), p. 65-93.
- Sims, J. T. (2000a): Soil Test Phosphorus: Olsen P. in Pierzynski, G. M. [ed.](2000): Methods of Phosphorus analysis for soils, sediments, residuals, and waters. Kansas State University, Manhattan, pp. 110.
- Sims, J. T. (2000b): Soil Test Phosphorus: Mehlich 3. in Pierzynski, G. M. [ed.](2000): Methods of Phosphorus analysis for soils, sediments, residuals, and waters. Kansas State University, Manhattan, pp. 110.
- Studnička, M. (1972): Bílé stráně Českého středohoří. Studie ekologická a fytocenologická. Praha, pp.129.ms. [Diplomová práce, depon. in Knihovna katedry botaniky PřF UK v Praze]
- Ter Braak C. J. F. et Šmilauer P. (1998): Canoco Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer power. Ithaca, New York, pp. 325
- Tilman, D. et Lehman, C.(2001): Human-caused environmental change: Impacts on plant diversity and evolution. *Proceedings of National Academy of Sciences* 98(10), p. 5433–5440.
- Unger, P. W. (1990): Conservation Tillage systems. In: Dryland Agriculture: Strategies for sustainabilitz. Advances in Soil Science,13. Springer-Verlag New York Inc., New York. p. 27–68.[Abs.]

Verheyen, K., Bossuyt, B., Hermy, M. et Tack, G. (1999): The land use history (1278–1990) of a mixed hardwood forest in western Belgium and its relationship with chemical soil characteristics. *Journal of Biogeography* 26 (5), p. 1115–1128.

Vitousek, P. M. et Howarth, R. W. (1991): Nitrogen limitation on land and in the sea: How can it occur? *Biogeochemistry* 13(2), p. 87–115.

Willems, J. H. (2001): Problems, approaches, and results in restoration of Dutch calcareous grassland during the last 30 years. *Restoration Ecology* 9(2), p. 147–154.

Zvára, K. (2001): Biostatistika. Karolinum, Praha, pp. 210.

## Přílohy

1. Charakteristiky lokalit
2. Souřadnice bodů odběru
3. Hodnoty pH
4. Hodnoty maximální kapilární kapacity
5. Obsah dusíku
6. Obsah fosforu
7. Mykorrhizní kolonisace kořenů – *Zea mays*
8. Mykorrhizní kolonisace kořenů – *Brachypodium pinnatum, Securigera varia*
9. Fotografie mykorrhiz – pokusná plocha
10. Fotografie mykorrhiz – *Securigera varia, Brachypodium pinnatum*
11. Fotografie mykorrhiz – *Zea mays*
12. Data použité v PCA
13. Použité zkratky a jména druhů
14. Data použité v RDA

**Příloha 1:** Vlastnosti lokalit (podle Chýlové, 2005). Číslo – číslo lokality, dvojice – součást které dvojice lokalit s podobnými abiot. podmínkami, pole–cesta – typ managementu podle mapy z padesátých let, rozloha, geologický substrát, sklon, orientace, potenciální prímá radiace v prosinci a červnu.

číslo	dvojice	pole	pastvina	vinice	sad	cesta	area	pískovec	vápenec	jilovec, slinovec a spol.	písek, štěrk, hlína	sediment	sklon	med_sklon	orientace	dec	jun
1	8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	531.11	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	16.47	17	307.89	0.56	8.48
2	5	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	2279.45	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.42	15	207.83	2.66	8.78
3	7	0.11	0.89	0.00	0.00	0.00	5448.70	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	15.72	15	207.18	2.86	8.76
4	4	0.18	0.82	0.00	0.00	0.00	6882.36	0.00	0.92	0.00	0.08	0.00	17.61	18	177.24	3.22	8.68
5	4	0.83	0.07	0.00	0.00	0.10	8058.96	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	17.57	17	214.32	2.90	8.74
6	7	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	221.94	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	15.89	16	209.86	2.84	8.76
7	1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	844.40	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	19.87	20	309.08	0.42	8.33
8	10	0.01	0.99	0.00	0.00	0.00	3412.38	0.00	0.91	0.09	0.00	0.00	8.48	6	198.31	2.29	8.81
9	6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1189.49	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.54	15	159.80	3.01	8.75
10	6	0.14	0.86	0.00	0.00	0.00	946.86	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.73	14	171.98	2.84	8.76
11	2	0.09	0.81	0.00	0.00	0.10	1265.86	0.37	0.00	0.00	0.63	0.00	9.78	10	298.69	0.99	8.70
12	9	0.94	0.01	0.04	0.00	0.02	4731.81	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.15	18	195.20	3.11	8.73
13	2	0.81	0.12	0.00	0.00	0.07	51681.96	0.33	0.00	0.00	0.67	0.00	9.03	9	136.46	2.13	8.79
14	3	0.93	0.07	0.00	0.00	0.00	2114.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	12.96	11	350.04	0.20	8.56
15	3	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2728.40	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	13.95	14	30.85	0.32	8.52
16	5	0.87	0.12	0.00	0.01	0.00	11112.05	0.84	0.00	0.00	0.00	0.16	13.70	14	175.28	2.84	8.76
17	10	0.83	0.17	0.00	0.00	0.00	2523.02	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	6.28	6	281.46	1.31	8.77
18	8	0.02	0.98	0.00	0.00	0.00	6574.01	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	19.18	19	299.11	0.68	8.45
19	1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	512.60	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	18.42	17	342.15	0.00	8.34
20	9	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	102.31	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.53	19	247.49	2.12	8.78

**Příloha 2 – souřadnice bodů odběru**

Pracovní ozn.	z. šířka (WGS 84)	z. délka (WGS 84)	Pracovní ozn.	z. šířka (WGS 84)	z. délka (WGS 84)
02/3	50.5280539	14.2070534	1/20	50.5496192	14.2336013
03/3	50.5277808	14.206843	2/20	50.5494629	14.2290051
04/3	50.5278381	14.2067734	3/20	50.5494241	14.2286717
05/3	50.5277415	14.2068089	4/20	50.5494716	14.2299151
06/3	50.5277427	14.2068229	5/20	50.5494177	14.232463
01/121	50.5442551	14.2946823	6/20	50.5494743	14.2336046
02/121	50.543477	14.2998237	1/28	50.5278892	14.2301754
03/121	50.5438095	14.2972298	2/28	50.5273938	14.23215
04/121	50.5446562	14.2950078	3/28	50.5279837	14.2299125
05/121	50.5432718	14.3005807	4/28	50.5279051	14.2305565
06/121	50.5446859	14.2953431	5/28	50.5274615	14.2319927
1/6	50.526155	14.3348176	6/28	50.5272505	14.2326799
2/6	50.5258771	14.3360883	1/29	50.5556025	14.2430719
3/6	50.5262754	14.334948	2/29	50.5555985	14.2431298
4/6	50.5261626	14.3348017	3/29	50.5556176	14.2431399
5/6	50.5261571	14.3354579	4/29	50.5555948	14.2430879
6/6	50.5262573	14.3350516	5/29	50.5556188	14.2431538
1/16	50.5351739	14.232661	6/29	50.5555337	14.2431156
2/16	50.534933	14.2330131	1/59	50.5454542	14.2780384
3/16	50.5350748	14.2333808	2/59	50.5451641	14.2775321
4/16	50.5352322	14.2328049	3/59	50.5447255	14.2774999
5/16	50.5349854	14.2335998	4/59	50.5453794	14.2779123
6/16	50.5349408	14.2337094	5/59	50.5454739	14.2777492

**Příloha 2 – pokračování 1**

Pracovní ozn.	z. šířka (WGS 84)	z. délka (WGS 84)	Pracovní ozn.	z. šířka (WGS 84)	z. délka (WGS 84)
3/71	50.5172073	14.30482	6/59	50.5447705	14.2772907
4/71	50.5173275	14.3045376	1/71	50.5173933	14.3046656
5/71	50.5173698	14.3049127	2/71	50.5173374	14.3046493
6/71	50.5172766	14.3050896	4/203	50.5276305	14.3561384
1/86	50.4703057	14.3163556	5/203	50.5277838	14.3563329
2/86	50.470256	14.3164091	6/203	50.52805	14.3528722
3/86	50.4701132	14.3160278	1/239	50.5386624	14.2179626
4/86	50.470224	14.3159468	2/239	50.5397279	14.2187108
5/86	50.470228	14.316401	3/239	50.5396644	14.2187106
6/86	50.4702846	14.3161184	4/239	50.5387271	14.2180765
1/126	50.5003438	14.3062653	5/239	50.5392845	14.2185236
2/126	50.5003854	14.306427	6/239	50.5393267	14.2183861
3/126	50.5001452	14.3063798	1/243	50.5493452	14.2278912
4/126	50.5001193	14.3065989	2/243	50.5495	14.2280993
5/126	50.5002316	14.3064321	3/243	50.5494594	14.2280513
6/126	50.5002942	14.3068311	4/243	50.5494558	14.2279096
1/178	50.5009297	14.3123565	5/243	50.5493467	14.2278054
2/178	50.5007264	14.3128277	6/243	50.549461	14.2278657
3/178	50.5009289	14.3121432	1/245	50.5394076	14.3117651
4/178	50.5010679	14.3119706	2/245	50.539483	14.3115919
5/178	50.5007088	14.3127319	3/245	50.5394063	14.3117511
6/178	50.5008508	14.3123879	4/245	50.539386	14.311727
1/203	50.527986	14.3539967	5/245	50.5394038	14.3117232

**Příloha 2 – pokračování 2**

Pracovní ozn.	z. šířka (WGS 84)	z. délka (WGS 84)	Pracovní ozn.	z. šířka (WGS 84)	z. délka (WGS 84)
2/203	50.528105	14.3527748	6/245	50.5394637	14.3116816
3/203	50.5281301	14.3533674	01/39	50.5305955	14.2304917
04/39	50.5307187	14.2305501	2/93	50.4773094	14.3123265
05/39	50.5307178	14.2303367	3/93	50.4777732	14.3129508
06/39	50.5305725	14.2305395	4/93	50.4779392	14.3131849
01/208	50.5302807	14.2599273	5/93	50.4774185	14.3124307
02/208	50.5302467	14.2597496	6/93	50.4775973	14.3126051
03/208	50.5302279	14.2602521	01/98	50.4892271	14.3444998
04/208	50.530279	14.2601128	02/98	50.4886375	14.3438881
05/208	50.5303124	14.2605896	03/98	50.489025	14.3444726
06/208	50.5304439	14.2603329	04/98	50.4890756	14.3441202
1/93	50.4774336	14.3124986	05/98	50.4891446	14.3439771
01/3	50.5277782	14.2069148	06/98	50.4888932	14.3443163

**Příloha 3 Hodnoty pH a teploty**

lok	bod	pH	teplota
1	1	7.94	24
1	2	7.76	25
1	3	7.86	24
1	4	7.65	24
1	5	7.81	24
2	1	7.26	23
2	2	7.72	23
2	3	7.57	24
2	4	7.85	23
2	5	7.95	25
3	1	7.84	24
3	2	7.66	24
3	3	7.92	23
3	5	7.74	24
3	6	7.92	24
4	1	7.67	24
4	3	7.53	26
4	4	7.55	26
4	5	7.76	24
4	6	7.47	25
5	1	7.655	24
5	2	8	24
5	3	7.93	24
5	4	8.02	24
5	5	7.49	23
6	1	7.29	25
6	2	7.88	24
6	3	7.88	24
6	4	7.75	24
6	5	7.73	24
7	1	7.54	26
7	2	7.86	23
7	3	7.66	25
7	4	7.89	24
7	5	7.91	24
8	1	7.68	25
8	2	7.71	24
8	3	7.67	25
8	4	7.74	23
8	6	7.71	25
9	2	7.91	24
9	3	7.56	24
9	4	7.77	24
9	5	7.62	23
10	1	7.43	24
10	2	7.38	24
10	3	7.81	25
10	4	7.49	24
10	5	7.15	24
11	2	7.54	23
11	3	7.67	24
11	4	7.67	24
12	1	7.75	24
12	2	7.69	24
12	3	7.18	27
12	4	7.85	24

lok	bod	pH	teplota
13	2	6.91	27
13	3	7.25	26
13	4	7.78	24
13	5	7.42	24
13	6	7.89	24
14	1	7.35	25
14	2	7.61	24
14	3	7.91	24
14	4	7.61	24
14	5	7.95	23
15	1	5.34	25
15	2	5.61	23
15	3	7.86	24
15	4	7.62	24
15	6	4.82	24
16	2	7.49	28
16	3	7.85	25
16	4	7.22	24
16	5	7.72	24
17	1	7.4	25
17	2	7.53	24
17	3	7.62	23
17	4	8.01	25
17	5	7.88	23
18	1	7.62	25
18	2	7.77	24
18	3	7.63	24
18	4	7.96	25
18	5	7.82	24
19	1	7.83	25
19	2	7.45	25
19	3	7.92	24
19	4	7.66	24
19	5	8.01	24
20	1	7.05	24
20	2	7.5	24
20	3	7.93	24
20	4	7.39	24
20	6	7.74	24

**Příloha 3 – pokračování 1**

dvojice	lokalita	bod	historie	prumerH2Om	prumH2OV
6	10	4	pastvina	0.399	0.464
6	10	5	pastvina	0.531	0.421
2	11	1	pastvina	0.649	0.507
2	11	2	pastvina	0.660	0.490
2	11	3	pastvina	0.703	0.500
2	11	4	pastvina	0.661	0.467
2	11	5	pastvina	#DIV/0!	0.000
9	12	1	pole	0.487	0.486
9	12	2	pole	0.506	0.456
9	12	3	pole	0.376	0.434
9	12	4	pole	0.471	0.467
9	12	5	pole	0.590	0.467
2	13	2	pole	0.592	0.501
2	13	3	pole	0.559	0.539
2	13	4	pole	0.528	0.508
2	13	5	pole	0.638	0.464
2	13	6	pole	0.498	0.500
3	14	1	pole	0.446	0.480
3	14	2	pole	0.545	0.542
3	14	3	pole	0.458	0.503
3	14	4	pole	0.477	0.476
3	14	5	pole	0.465	0.517
3	15	1	pastvina	0.811	0.593
3	15	2	pastvina	0.643	0.566
3	15	3	pastvina	0.764	0.587
3	15	4	pastvina	0.475	0.476
3	15	6	pastvina	1.020	0.621
5	16	1	pole	0.491	0.454
5	16	2	pole	0.323	0.405
5	16	3	pole	0.380	0.440
5	16	4	pole	0.387	0.458
5	16	5	pole	0.407	0.454
10	17	1	pole	0.513	0.426
10	17	2	pole	#DIV/0!	0.000
10	17	3	pole	0.548	0.501
10	17	4	pole	0.657	0.442
10	17	5	pole	0.603	0.449
8	18	1	pastvina	0.437	0.364
8	18	2	pastvina	0.645	0.458
8	18	3	pastvina	0.655	0.569
8	18	4	pastvina	0.581	0.480
8	18	5	pastvina	0.532	0.442
1	19	1	pastvina	0.713	0.492
1	19	2	pastvina	1.001	0.545
1	19	3	pastvina	1.031	0.599
1	19	4	pastvina	0.792	0.516
1	19	5	pastvina	0.358	0.278
9	20	1	pastvina	0.573	0.535
9	20	2	pastvina	0.770	0.567
9	20	3	pastvina	0.526	0.530

**Příloha 3 – pokračování 2**

dvojice	lokalita	bod	historie	prumerH2Om	prumH2OV
9	20	4	pastvina	0.448	0.472
9	20	6	pastvina	0.625	0.522

**Příloha 4** Maximální kapilární kapacita.

prumer H2Om – maximální kapilární kapacita přepočítaná na hmotnost, prumerH2OV – maximální kapilární kapacita přepočítaná na objem.

dvojice	lokalita	bod	historie	prumerH2Om	prumH2OV
8	1	1	pole	0.538	0.420
8	1	2	pole	0.603	0.514
8	1	3	pole	0.816	0.529
8	1	4	pole	0.668	0.526
8	1	5	pole	0.509	0.437
5	2	1	pastvina	0.516	0.503
5	2	2	pastvina	0.458	0.462
5	2	3	pastvina	0.608	0.529
5	2	4	pastvina	0.527	0.518
5	2	5	pastvina	0.504	0.478
7	3	1	pastvina	0.644	0.520
7	3	2	pastvina	0.592	0.542
7	3	3	pastvina	0.671	0.517
7	3	5	pastvina	0.591	0.473
7	3	6	pastvina	0.521	0.458
4	4	1	pastvina	0.932	0.535
4	4	3	pastvina	0.635	0.428
4	4	4	pastvina	0.571	0.419
4	4	5	pastvina	0.721	0.508
4	4	6	pastvina	0.797	0.478
4	5	1	pole	0.550	0.455
4	5	2	pole	0.550	0.471
4	5	3	pole	0.539	0.465
4	5	4	pole	0.640	0.493
4	5	5	pole	0.597	0.498
7	6	1	pole	0.645	0.471
7	6	2	pole	0.536	0.462
7	6	3	pole	0.480	0.450
7	6	4	pole	0.421	0.387
7	6	5	pole	0.534	0.453
1	7	1	pole	#DIV/0!	0.000
1	7	2	pole	0.679	0.481
1	7	3	pole	0.632	0.497
1	7	4	pole	0.663	0.524
1	7	5	pole	0.555	0.456
10	8	1	pastvina	0.535	0.464
10	8	2	pastvina	0.466	0.433
10	8	3	pastvina	0.474	0.477
10	8	4	pastvina	0.518	0.472
10	8	6	pastvina	0.400	0.384
6	9	1	pole	0.459	0.487
6	9	2	pole	0.521	0.545
6	9	3	pole	0.547	0.517
6	9	4	pole	#DIV/0!	0.000
6	9	5	pole	0.472	0.488
6	10	1	pastvina	0.454	0.501
6	10	2	pastvina	0.593	0.473
6	10	3	pastvina	0.672	0.370

**Příloha 5 Obsah dusíku v g na 1kg půdy vysušené při 105 °C**

lok	bod	gN/kg	lok	bod	gN/kg
1	1	4.0912	11	4	3.0352
1	2	3.7883	12	1	2.2102
1	3	2.8335	12	2	2.1705
1	4	2.7640	12	3	2.3822
1	5	3.7995	12	4	2.6414
2	1	2.4947	13	2	4.3896
2	2	3.1118	13	3	3.8668
2	3	4.3216	13	4	3.1016
2	4	2.1005	13	5	3.7255
2	5	1.8174	13	6	2.6050
3	1	5.8100	14	1	3.6186
3	2	3.1644	14	2	2.3463
3	3	4.9644	14	3	1.9771
3	5	4.5754	14	4	2.7403
3	6	3.1914	14	5	3.2756
4	1	3.6362	15	1	3.9890
4	3	6.7831	15	2	1.6617
4	4	4.0474	15	3	3.9540
4	5	3.9760	15	4	4.0409
4	6	5.5906	15	6	4.1246
5	1	3.4363	16	2	2.1739
5	2	3.4958	16	3	2.5683
5	3	3.8575	16	4	3.1309
5	4	3.3414	16	5	1.9850
5	5	3.9838	17	1	4.7334
6	1	2.2002	17	2	4.9262
6	2	2.7178	17	3	3.6609
6	3	3.2100	17	4	4.1134
6	4	2.0677	17	5	3.5670
6	5	2.1468	18	1	2.5995
7	1	3.8384	18	2	2.5801
7	2	2.1325	18	3	3.1863
7	3	3.4604	18	4	3.9840
7	4	3.7032	18	5	2.3557
7	5	3.6483	19	1	4.8983
8	1	1.3746	19	2	4.8902
8	2	2.3040	19	3	4.6234
8	3	2.3921	19	4	6.0510
8	4	2.9546	19	5	5.9960
8	6	2.1387	20	1	3.9228
9	2	4.2247	20	2	4.0469
9	3	4.0107	20	3	3.2465
9	4	1.4910	20	4	3.1131
9	5	2.6268	20	6	2.2504
10	1	2.4543	11	3	3.3124
10	2	2.9734			
10	3	2.9348			
10	4	3.2720			
10	5	3.3918			
11	2	2.8289			

Příloha 6 – Obsah fosforu.

dvojice	lokalita	bod	série	mgP/kg	dvojice	lokalita	bod	série	mgP/kg
8	1	1	1	28.5088	2	11	3	2	8.6232
8	1	2	2	67.1427	2	11	4	1	7.0783
8	1	3	1	19.1883	9	12	1	2	17.0119
8	1	4	1	27.9978	9	12	2	2	10.6365
8	1	5	2	62.6132	9	12	3	1	18.3805
5	2	1	2	13.4879	9	12	4	2	16.6764
5	2	2	2	19.6963	2	13	1	2	12.9522
5	2	3	1	12.1873	2	13	2	2	27.7163
5	2	4	2	11.6866	2	13	3	1	25.0168
5	2	5	2	13.3209	2	13	5	1	42.0371
7	3	1	2	24.7295	2	13	6	1	16.1787
7	3	2	2	13.9920	3	14	1	1	10.0331
7	3	3	2	22.7163	3	14	2	2	12.6498
7	3	5	1	14.8800	3	14	3	2	14.6631
7	3	6	2	12.3143	3	14	4	1	9.6448
4	4	1	2	12.3143	3	14	5	2	18.1275
4	4	3	1	10.5717	3	15	1	2	16.0053
4	4	4	1	11.3915	3	15	2	2	58.6524
4	4	5	1	9.8859	3	15	3	2	66.8403
4	4	6	1	6.9849	3	15	4	2	9.9654
4	5	1	1	11.1154	3	15	6	1	19.9734
4	5	2	2	17.3475	5	16	2	1	23.2273
4	5	3	1	12.9951	5	16	3	1	31.9876
4	5	4	2	11.7906	5	16	4	2	83.3178
4	5	5	2	19.3608	5	16	5	1	46.8435
7	6	1	1	32.0980	10	17	1	2	13.3209
7	6	2	2	10.1738	10	17	2	1	15.0660
7	6	3	1	11.4041	10	17	3	2	13.9920
7	6	4	2	12.3143	10	17	4	1	11.1102
7	6	5	1	7.7048	10	17	5	1	8.4775
1	7	1	1	10.1768	8	18	1	2	11.6432
1	7	2	1	8.0489	8	18	2	2	9.6299
1	7	3	1	12.8366	8	18	3	2	18.3541
1	7	4	1	11.7944	8	18	4	1	14.3414
1	7	5	1	9.8859	8	18	5	1	8.8468
10	8	1	1	7.8023	1	19	1	2	17.6830
10	8	2	2	9.2943	1	19	2	2	16.3408
10	8	3	1	11.6487	1	19	3	2	19.4532
10	8	4	2	14.1507	1	19	4	2	26.4127
10	8	6	2	8.5168	1	19	5	1	8.0784
6	9	2	1	15.6112	9	20	1	2	61.3043
6	9	3	1	15.1492	9	20	2	1	37.3073
6	9	4	2	17.6830	9	20	3	1	9.1128
6	9	5	2	13.6565	9	20	4	1	12.6820
6	10	1	1	29.8520	9	20	6	2	21.0385
6	10	2	1	40.7863					
6	10	3	2	7.9189					
6	10	4	1	39.6460					
6	10	5	1	41.8768					
2	11	2	2	16.5970					

**Příloha 7 – Kolonisace kořenů Zea mays. pos – počet pozitivních fragmentů, neg – počet negativních fragmentů**

dvojice	historie	lokalita	bod	pos	neg	dvojice	historie	lokalita	bod	pos	neg
8	pole	1	1	92	143	2	pastvina	11	4	72	230
8	pole	1	2	109	123	9	pole	12	1	30	322
8	pole	1	3	167	207	9	pole	12	3	55	262
8	pole	1	4	120	183	9	pole	12	4	90	336
8	pole	1	5	139	120	2	pole	13	3	105	170
5	pastvina	2	1	34	174	2	pole	13	4	62	165
5	pastvina	2	2	250	322	2	pole	13	5	178	221
5	pastvina	2	3	94	163	2	pole	13	6	161	230
5	pastvina	2	4	99	174	3	pole	14	1	87	136
5	pastvina	2	5	115	109	3	pole	14	2	62	184
7	pastvina	3	1	104	133	3	pole	14	3	68	273
7	pastvina	3	2	104	144	3	pole	14	4	48	282
7	pastvina	3	3	128	121	3	pole	14	5	73	179
7	pastvina	3	5	147	97	3	pastvina	15	1	49	246
7	pastvina	3	6	135	114	3	pastvina	15	3	61	183
4	pastvina	4	1	42	251	3	pastvina	15	4	56	264
4	pastvina	4	3	73	176	3	pastvina	15	6	11	221
4	pastvina	4	4	69	268	5	pole	16	2	177	256
4	pastvina	4	5	19	444	5	pole	16	3	97	175
4	pastvina	4	6	48	171	5	pole	16	4	182	235
4	pole	5	1	105	128	5	pole	16	5	34	170
4	pole	5	2	87	115	10	pole	17	1	117	251
4	pole	5	3	85	229	10	pole	17	2	90	219
4	pole	5	4	109	207	10	pole	17	3	48	221
4	pole	5	5	80	133	10	pole	17	4	120	158
7	pole	6	1	216	194	10	pole	17	5	86	150
7	pole	6	2	116	112	8	pastvina	18	1	15	212
7	pole	6	3	128	107	8	pastvina	18	2	58	169
7	pole	6	4	68	145	8	pastvina	18	3	35	215
7	pole	6	5	135	98	8	pastvina	18	4	16	228
1	pole	7	1	23	195	8	pastvina	18	5	98	198
1	pole	7	2	21	184	1	pastvina	19	1	64	129
1	pole	7	3	54	158	1	pastvina	19	2	119	177
1	pole	7	4	39	190	1	pastvina	19	3	186	286
1	pole	7	5	64	253	1	pastvina	19	4	90	180
10	pastvina	8	1	21	237	1	pastvina	19	5	78	155
10	pastvina	8	2	35	168	9	pastvina	20	1	45	176
10	pastvina	8	3	100	259	9	pastvina	20	2	71	299
10	pastvina	8	4	76	283	9	pastvina	20	3	100	183
10	pastvina	8	6	81	159	9	pastvina	20	4	141	222
6	pole	9	2	74	300	9	pastvina	20	6	79	277
6	pole	9	3	46	196	2	pastvina	11	3	63	193
6	pole	9	4	62	170						
6	pole	9	5	156	161						
6	pastvina	10	1	85	203						
6	pastvina	10	2	114	175						
6	pastvina	10	3	45	186						
6	pastvina	10	4	105	133						
6	pastvina	10	5	135	180						
2	pastvina	11	2	83	144						

**Příloha 8 – Kolonisace kořenů Securigera varia a Brachypodium pinnatum. Sposit – počet pozitivních fragmentů kořenů Sec var., Snegat – počet negativních fragmentů, Scelk – celkový počet bodů**

dvojice	historie	lokalita	bod	Sposit	Snegat	Scelk	Bposit	Bnegat	Bcelk	
8	pole		1	1	95	11	106	102	19	121
8	pole		1	2	99	10	109	97	9	106
8	pole		1	3	99	9	108	89	30	119
8	pole		1	4	88	18	106	69	34	103
8	pole		1	5	94	12	106	88	21	109
5	pastvina		2	1	99	11	110	40	23	63
5	pastvina		2	2	92	5	97	100	12	112
5	pastvina		2	3	98	6	104	84	22	106
5	pastvina		2	4	17	2	19	48	18	66
5	pastvina		2	5	96	5	101	105	23	128
7	pastvina		3	1	50	2	52	87	29	116
7	pastvina		3	2	82	30	112	15	2	17
7	pastvina		3	3	67	3	70	79	35	114
7	pastvina		3	5	95	10	105	87	27	114
7	pastvina		3	6	62	9	71	92	20	112
4	pastvina		4	1	34	1	35	96	49	145
4	pastvina		4	3	104	3	107	95	29	124
4	pastvina		4	4	38	0	38	100	26	126
4	pastvina		4	5	58	1	59	95	21	116
4	pastvina		4	6	58	5	63	98	12	110
4	pole		5	1	43	3	46	85	5	90
4	pole		5	2	105	8	113	84	17	101
4	pole		5	3	24	4	28	80	26	106
4	pole		5	4	7	0	7	90	28	118
4	pole		5	5	20	1	21	68	42	110
7	pole		6	1	95	9	104	92	16	108
7	pole		6	2	5	0	5	105	7	112
7	pole		6	3	113	11	124	95	27	122
7	pole		6	4	87	13	100	82	20	102
7	pole		6	5	108	6	114	85	16	101
1	pole		7	1	18	2	20	98	47	145
1	pole		7	2	18	0	18	84	41	125
1	pole		7	3	79	1	80	80	38	118
1	pole		7	4	15	1	16	65	45	110
1	pole		7	5	4	0	4	46	35	81
10	pastvina		8	1	63	7	70	76	39	115
10	pastvina		8	2	96	7	103	83	21	104
10	pastvina		8	3	0	0	0	109	9	118
10	pastvina		8	4	87	18	105	63	45	108
10	pastvina		8	6	106	11	117	68	24	92
6	pole		9	1	72	8	80	87	31	118
6	pole		9	2	18	4	22	96	13	109
6	pole		9	3	108	16	124	85	44	129
6	pole		9	4	129	20	149	78	44	122
6	pole		9	5	69	34	103	115	16	131
6	pastvina		10	1	15	3	18	82	21	103
6	pastvina		10	2	119	15	134	83	35	118
6	pastvina		10	3	72	2	74	92	26	118
6	pastvina		10	4	2	0	2	111	25	136
6	pastvina		10	5	3	0	3	94	25	119

**Příloha 8 – pokračování**

dvojice	historie	lokalita	bod	Sposit	Snegat	Scelk	Bposit	Bnegat	Bcelk
2	pastvina	11	1	107	8	115	59	24	83
2	pastvina	11	2	14	2	16	122	18	140
2	pastvina	11	3	51	5	56	74	41	115
2	pastvina	11	4	28	1	29	93	27	120
2	pastvina	11	5	42	8	50	90	71	161
9	pole	12	1	88	15	103	67	7	74
9	pole	12	2	53	1	54	97	9	106
9	pole	12	3	73	27	100	86	28	114
9	pole	12	4	28	0	28	95	46	141
9	pole	12	5	94	14	108	92	26	118
2	pole	13	1	45	19	64	69	61	130
2	pole	13	2	89	12	101	75	31	106
2	pole	13	3	94	27	121	93	23	116
2	pole	13	5	86	16	102	93	17	110
2	pole	13	6	9	12	21	88	24	112
3	pole	14	1	76	34	110	93	34	127
3	pole	14	2	32	4	36	75	56	131
3	pole	14	3	67	1	68	92	22	114
3	pole	14	4	50	3	53	102	22	124
3	pole	14	5	19	1	20	51	11	62
3	pastvina	15	1	95	13	108	69	40	109
3	pastvina	15	2	7	0	7	92	39	131
3	pastvina	15	3	9	0	9	88	21	109
3	pastvina	15	4	28	5	33	103	36	139
3	pastvina	15	6	106	12	118	78	28	106
5	pole	16	1	63	1	64	99	11	110
5	pole	16	2	8	1	9	109	6	115
5	pole	16	3	103	38	141	81	23	104
5	pole	16	4	106	9	115	66	17	83
5	pole	16	5	93	34	127	93	11	104
10	pole	17	1	63	15	78	83	45	128
10	pole	17	2	101	1	102	80	24	104
10	pole	17	3	0	0	0	118	47	165
10	pole	17	4	0	0	0	85	31	116
10	pole	17	5	0	0	0	100	17	117
8	pastvina	18	1	80	11	91	75	32	107
8	pastvina	18	2	3	0	3	101	24	125
8	pastvina	18	3	65	21	86	101	9	110
8	pastvina	18	4	45	24	69	82	38	120
8	pastvina	18	5	98	2	100	92	12	104
1	pastvina	19	1	12	0	12	92	27	119
1	pastvina	19	3	55	0	55	90	19	109
1	pastvina	19	3	38	2	40	83	21	104
1	pastvina	19	5	46	4	50	92	13	105
1	pastvina	19	4	32	11	43	89	43	132
9	pastvina	20	1	93	13	106	98	22	120
9	pastvina	20	2	94	24	118	71	35	106
9	pastvina	20	4	4	3	7	88	30	118
9	pastvina	20	6	96	11	107	132	17	149

**Příloha 9. Kultivace mykorhizních vzorků**



Kultivace pokusu s *Brachypodium sylvaticum* a *Securigera varia*

Kultivace pokusu se *Zea mays*



**Příloha 10. Mykorhizní struktury -*Brachypodium pinnaru* a *Securigera varia***

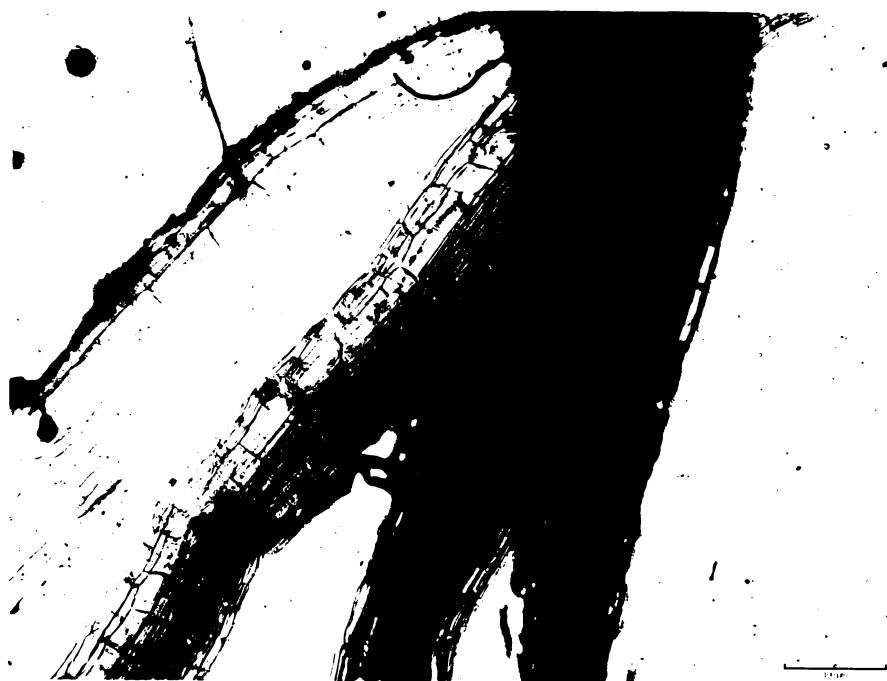


Různě intensivně kolonisované kořeny *Securigera varia*

Kolonisované kořeny *Brachypodium pinnatum*



**Příloha 11 Mykorrhizní struktury Zea mays a Brachypodium pinnatum**



Brachypodium pinnatum – detail kliček

Zea mays - kolonisované kořeny



Příloha 12 – Data pro PCA

lokalita	pole	pastvina	bod	MKK	MKKV	pH	N	P	Zea	SecVar	BraPin
3	1	0	1	0.538	0.420	7.94	4.0912	28.5	0.676	1.243	1.163
3	1	0	2	0.603	0.514	7.76	3.7883	67.1	0.755	1.263	1.275
3	1	0	3	0.816	0.529	7.86	2.8335	19.2	0.732	1.278	1.045
3	1	0	4	0.668	0.526	7.65	2.7640	28	0.681	1.146	0.959
3	1	0	5	0.509	0.437	7.81	3.7995	62.6	0.822	1.228	1.116
6	0	1	1	0.516	0.503	7.26	2.4947	13.5	0.416	1.249	0.922
6	0	1	2	0.458	0.462	7.72	3.1118	19.7	0.722	1.342	1.237
6	0	1	3	0.608	0.529	7.57	4.3216	12.2	0.649	1.328	1.098
6	0	1	4	0.527	0.518	7.85	2.1005	11.7	0.646	1.240	1.021
6	0	1	5	0.504	0.478	7.95	1.8174	13.3	0.799	1.346	1.133
16	0	1	1	0.644	0.520	7.84	5.8100	24.7	0.724	1.373	1.047
16	0	1	2	0.592	0.542	7.66	3.1644	14	0.704	1.027	1.221
16	0	1	3	0.671	0.517	7.92	4.9644	22.7	0.799	1.362	0.984
16	0	1	5	0.591	0.473	7.74	4.5754	14.9	0.889	1.257	1.063
16	0	1	6	0.521	0.458	7.92	3.1914	12.3	0.828	1.207	1.135
20	0	1	1	0.932	0.535	7.67	3.6362	12.3	0.388	1.401	0.950
20	0	1	3	0.635	0.428	7.53	6.7831	10.6	0.572	1.403	1.066
20	0	1	4	0.571	0.419	7.55	4.0474	11.4	0.470	1.571	1.099
20	0	1	5	0.721	0.508	7.76	3.9760	9.89	0.204	1.440	1.131
20	0	1	6	0.797	0.478	7.47	5.5906	6.98	0.487	1.285	1.234
28	1	0	1	0.550	0.455	7.66	3.4363	11.1	0.736	1.313	1.333
28	1	0	2	0.550	0.471	8	3.4958	17.3	0.716	1.301	1.148
28	1	0	3	0.539	0.465	7.93	3.8575	13	0.547	1.183	1.053
28	1	0	4	0.640	0.493	8.02	3.3414	11.8	0.628	1.571	1.062
28	1	0	5	0.597	0.498	7.49	3.9838	19.4	0.660	1.351	0.905
29	1	0	1	0.645	0.471	7.29	2.2002	32.1	0.812	1.272	1.176
29	1	0	2	0.536	0.462	7.88	2.7178	10.2	0.794	1.571	1.318
29	1	0	3	0.480	0.450	7.88	3.2100	11.4	0.830	1.268	1.081
29	1	0	4	0.421	0.387	7.75	2.0677	12.3	0.600	1.202	1.112
29	1	0	5	0.534	0.453	7.73	2.1468	7.7	0.865	1.339	1.161
39	1	0	1	<b>0.578</b>	<b>0.483</b>	7.54	3.8384	10.2	0.331	1.249	0.965
39	1	0	2	0.679	0.481	7.86	2.1325	8.05	0.326	1.571	0.961
39	1	0	3	0.632	0.497	7.66	3.4604	12.8	0.529	1.459	0.967
39	1	0	4	0.663	0.524	7.89	3.7032	11.8	0.425	1.318	0.877
39	1	0	5	0.555	0.456	7.91	3.6483	9.89	0.466	1.571	0.854
59	0	1	1	0.535	0.464	7.68	1.3746	7.8	0.289	1.249	0.949
59	0	1	2	0.466	0.433	7.71	2.3040	9.29	0.428	1.307	1.105
59	0	1	3	0.474	0.477	7.67	2.3921	11.6	0.556	<b>1.276</b>	1.291
59	0	1	4	0.518	0.472	7.74	2.9546	14.2	0.478	1.144	0.869
59	0	1	6	0.400	0.384	7.71	2.1387	8.52	0.620	1.259	1.035
71	1	0	1	0.459	0.487	<b>7.6</b>	<b>3.3605</b>	<b>19.8</b>	<b>0.578</b>	1.249	1.033
71	1	0	2	0.521	0.545	7.91	4.2247	15.6	0.461	1.130	1.218
71	1	0	3	0.547	0.517	7.56	4.0107	15.1	0.451	1.203	0.947
71	1	0	4	<b>0.578</b>	<b>0.483</b>	7.77	1.4910	17.7	0.543	1.196	0.927
71	1	0	5	0.472	0.488	7.62	2.6268	13.7	0.778	0.959	1.214
86	0	1	1	0.454	0.501	7.43	2.4543	29.9	0.574	1.150	1.102
86	0	1	2	0.593	0.473	7.38	2.9734	40.8	0.679	1.230	0.995
86	0	1	3	0.672	0.370	7.81	2.9348	7.92	0.457	1.406	1.082
86	0	1	4	0.399	0.464	7.49	3.2720	39.6	0.726	1.571	1.128
86	0	1	5	0.531	0.421	7.15	3.3918	41.9	0.714	1.571	1.095

**Příloha 12 pokračování**

93	0	1	1	0.649	0.507	7.6	3.3605	19.8	0.578	1.304	1.003
lokalita	pole	pastvina	bod	MKK	MKKV	pH	N	P	Zea	SecVar	BraPin
93	0	1	2	0.660	0.490	7.54	2.8289	16.6	0.649	1.209	1.204
93	0	1	3	0.703	0.500	7.67	3.3124	8.62	0.519	1.267	0.931
93	0	1	4	0.661	0.467	7.67	3.0352	7.08	0.510	1.384	1.077
93	0	1	5	0.578	0.483	7.6	3.3605	19.8	0.578	1.159	0.845
98	1	0	1	0.487	0.486	7.75	2.2102	17	0.296	1.179	1.258
98	1	0	2	0.506	0.456	7.69	2.1705	10.6	0.578	1.434	1.275
98	1	0	3	0.376	0.434	7.18	2.3822	18.4	0.430	1.024	1.052
98	1	0	4	0.471	0.467	7.85	2.6414	16.7	0.478	1.571	0.963
98	1	0	5	0.590	0.467	7.6	3.3605	19.8	0.578	1.202	1.082
121	1	0	2	0.559	0.539	6.91	4.3896	13	0.578	0.995	0.816
121	1	0	3	0.528	0.508	7.25	3.8668	27.7	0.666	1.219	0.999
121	1	0	4	0.592	0.501	7.78	3.1016	25	0.550	1.079	1.109
121	1	0	5	0.638	0.464	7.42	3.7255	42	0.731	1.164	1.167
121	1	0	6	0.498	0.500	7.89	2.6050	16.2	0.697	0.714	1.090
126	1	0	1	0.446	0.480	7.35	3.6186	10	0.675	0.981	1.027
126	1	0	2	0.545	0.542	7.61	2.3463	12.6	0.526	1.231	0.858
126	1	0	3	0.458	0.503	7.91	1.9771	14.7	0.463	1.449	1.116
126	1	0	4	0.477	0.476	7.61	2.7403	9.64	0.391	1.331	1.136
126	1	0	5	0.465	0.517	7.95	3.2756	18.1	0.568	1.345	1.136
178	0	1	1	0.811	0.593	5.34	3.9890	16	0.420	1.216	0.920
178	0	1	2	0.643	0.566	5.61	1.6617	58.7	0.578	1.571	0.994
178	0	1	3	0.764	0.587	7.86	3.9540	66.8	0.524	1.571	1.116
178	0	1	4	0.475	0.476	7.62	4.0409	9.97	0.432	1.171	1.037
178	0	1	6	1.020	0.621	4.82	4.1246	20	0.220	1.246	1.031
203	1	0	1	0.491	0.454	7.6	3.3605	19.8	0.578	1.445	1.249
203	1	0	2	0.323	0.405	7.49	2.1739	23.2	0.694	1.231	1.340
203	1	0	3	0.380	0.440	7.85	2.5683	32	0.640	1.025	1.081
203	1	0	4	0.387	0.458	7.22	3.1309	83.3	0.722	1.287	1.101
203	1	0	5	0.407	0.454	7.72	1.9850	46.8	0.421	1.027	1.240
208	1	0	1	0.513	0.426	7.4	4.7334	13.3	0.599	1.117	0.936
208	1	0	2	0.578	0.483	7.53	4.9262	15.1	0.570	1.472	1.070
208	1	0	3	0.548	0.501	7.62	3.6609	14	0.436	1.276	1.008
208	1	0	4	0.657	0.442	8.01	4.1134	11.1	0.717	1.276	1.028
208	1	0	5	0.603	0.449	7.88	3.5670	8.48	0.648	1.276	1.180
239	0	1	1	0.437	0.364	7.62	2.5995	11.6	0.260	1.216	0.992
239	0	1	2	0.645	0.458	7.77	2.5801	9.63	0.530	1.571	1.117
239	0	1	3	0.655	0.569	7.63	3.1863	18.4	0.383	1.054	1.281
239	0	1	4	0.581	0.480	7.96	3.9840	14.3	0.259	0.940	0.973
239	0	1	5	0.532	0.442	7.82	2.3557	8.85	0.613	1.429	1.224
243	0	1	1	0.713	0.492	7.83	4.8983	17.7	0.614	1.571	1.074
243	0	1	2	1.001	0.545	7.45	4.8902	16.3	0.687	1.571	1.140
243	0	1	3	1.031	0.599	7.92	4.6234	19.5	0.679	1.345	1.105
243	0	1	4	0.792	0.516	7.66	6.0510	26.4	0.615	1.284	1.211
243	0	1	5	0.358	0.278	8.01	5.9960	8.08	0.617	1.041	0.963
245	0	1	1	0.573	0.535	7.05	3.9228	61.3	0.468	1.213	1.128
245	0	1	2	0.770	0.567	7.5	4.0469	37.3	0.453	1.103	0.959
245	0	1	3	0.526	0.530	7.93	3.2465	9.11	0.637	1.276	1.079
245	0	1	4	0.448	0.472	7.39	3.1131	12.7	0.673	0.857	1.042
245	0	1	6	0.625	0.522	7.74	2.2504	21	0.491	1.244	1.226

**Příloha 13 Názvy a zkratky druhů**

Zkratka Název

Agri eu	<i>Agrimonia eupatoria</i>	Tri med	<i>Trifolium medium</i>
Ane syl	<i>Anemone sylvestris</i>	Tri mon	<i>Trifolium montanum</i>
Ant ram	<i>Anthericum ramosum</i>	Ver teu	<i>Veronica teucrium</i>
Ant vul	<i>Anthyllis vulneraria</i>	Achi mil	<i>Achillea millefolium</i>
Asp cyn	<i>Asperula cynanchica</i>	Arr ela	<i>Arrhenaterum elatius</i>
Asp tin	<i>Asperula tinctoria</i>	Cal epi	<i>Calamagrostis epigeios</i>
Ast cic	<i>Astragalus cicer</i>	Con arv	<i>Convolvulus arvensis</i>
Ast gly	<i>Astragalus glycyphyllos</i>	Dac glo	<i>Dactylis glomerata</i>
	<i>Brachypodium pinnatum</i>		
Bra pin	<i>Brachypodium pinnatum</i>	Eup cyp	<i>Euphorbia cyparissias</i>
Bro ere	<i>Bromus erectus</i>	Hyp per	<i>Hypericum perforatum</i>
Bup fal	<i>Bupleurum falcatum</i>	Kna arv	<i>Knautia arvensis</i>
Cam rot	<i>Campanula rotundifolia</i>	Pla lan	<i>Plantago lanceolata</i>
Cax fla	<i>Carex flacca</i>	Tra para	<i>Tagopogon pratensis</i>
Cax hum	<i>Carex humilis</i>	Rub	<i>Rubus sp.</i>
Cax tom	<i>Carex tomentosa</i>	Thy pan	<i>Thymus sp.</i>
Car vul	<i>Carlina vulgaris</i>	Med fal	<i>Medicago falcata</i>
Cen jac	<i>Centaurea jacea</i>	Mel arv	<i>Melampyrum arvense</i>
Cen sca	<i>Centaurea scabiosa</i>	Ono spi	<i>Ononis spinosa</i>
Cir aca	<i>Cirsium acaule</i>	Peu cer	<i>Peucedanum cervaria</i>
Cir eri	<i>Cirsium eriophorum</i>	Pla med	<i>Plantago media</i>
Cir pan	<i>Cirsium pannonicum</i>	Pot are	<i>Potentilla arenaria</i>
Cor var	<i>Securigera varia</i>	Pot hep	<i>Potentilla heptaphylla</i>
Cor vag	<i>Coronilla vaginalis</i>	Pru gran	<i>Prunella grandiflora</i>
Ery cam	<i>Eryngium campestre</i>	Sal pra	<i>Salvia pratensis</i>
Fes rup	<i>Festuca rupicola</i>	Sal ver	<i>Salvia verticillata</i>
Fra vir	<i>Fragaria viridis</i>	San min	<i>Sanguisorba minor</i>
Gen cru	<i>Gentiana cruciata</i>	Sco his	<i>Scorzonera hispanica</i>
Gym con	<i>Gymnadenia conopsea</i>	Ses var	<i>Sesleria caerulea</i>
Hel gra	<i>Helianthemum canum</i>	Sta rec	<i>Stachys recta</i>
Hie pil	<i>Hieracium pilosella</i>	Tan cor	<i>Tanacetum corymbosum</i>
Inu sal	<i>Inula salicina</i>	Lis ova	<i>Listera ovata</i>
Leo his	<i>Leontodon hispidus</i>	Lot cor	<i>Lotus corniculatus</i>

**Příloha 14** Data do RDA. Podobně jako v příloze 1,  $X_m$  – medián hodnot pro danou lokalitu.

dvojice	cislo	pole	pastvina	pole_proc	pastvina_p	area	piskovec	vapenec	jilovec	slin	isek	sterk	sediment	sklon	orientace
8	1	1	0	1.00	0.00	531.11	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.47	307.89
5	2	0	1	0.20	0.80	2279.45	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.42	207.83
7	3	0	1	0.11	0.89	5448.70	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.72	207.18
4	4	0	1	0.18	0.82	6882.36	0.00	0.92	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	17.61	177.24
4	5	1	0	0.83	0.07	8058.96	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.57	214.32
7	6	1	0	1.00	0.00	221.94	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.89	209.86
1	7	1	0	1.00	0.00	844.40	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	19.87	309.08
10	8	0	1	0.01	0.99	3412.38	0.00	0.91	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	8.48	198.31
6	9	1	0	1.00	0.00	1189.49	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.54	159.80
6	10	0	1	0.14	0.86	946.86	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.73	171.98
2	11	0	1	0.09	0.81	1265.86	0.37	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	9.78	298.69
9	12	1	0	0.94	0.01	4731.81	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.15	195.20
2	13	1	0	0.81	0.12	51681.96	0.33	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.03	136.46	
3	14	1	0	0.93	0.07	2114.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	12.96	350.04
3	15	0	1	0.00	1.00	2728.40	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	13.95	30.85
5	16	1	0	0.87	0.12	11112.05	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	13.70	175.28
10	17	1	0	0.83	0.17	2523.02	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.28	281.46
8	18	0	1	0.02	0.98	6574.01	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.18	299.11
1	19	0	1	0.00	1.00	512.60	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.42	342.15
9	20	0	1	0.00	1.00	102.31	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.53	247.49

dec	jun	pHm	Pm	Nm	MKKmm	Zearn	Svn	Bpm	Agri eu	Ane syl	Ant ram	Ant vul	Asp cyn
0.56	8.48	7.81	28.51	3.788	0.603	0.732	1.242808	1.116388	0	0	0	0	0
2.66	8.78	7.72	13.32	2.495	0.516	0.649	1.328232	1.09778	1	0	0	0	0
2.86	8.76	7.84	14.88	4.575	0.592	0.799	1.257068	1.062529	1	0	0	0	0
3.22	8.68	7.55	10.57	4.047	0.721	0.47	1.40256	1.099259	1	1	0	0	0
2.90	8.74	7.93	13	3.496	0.55	0.66	1.312559	1.062005	1	1	0	1	0
2.84	8.76	7.75	11.4	2.2	0.534	0.812	1.272205	1.161444	1	1	0	0	0
0.42	8.33	7.86	10.18	3.648	0.647	0.425	1.458759	0.960985	1	0	0	1	0
2.29	8.81	7.71	9.29	2.304	0.474	0.478	1.254065	1.034735	1	0	1	0	1
3.01	8.75	7.70	15.38	3.319	0.496	0.502	1.19569	1.032639	1	1	0	0	0
2.84	8.76	7.43	39.65	2.973	0.531	0.679	1.405648	1.094659	1	0	1	0	0
0.99	8.70	7.67	8.62	3.035	0.661	0.519	1.267354	1.003051	0	0	0	0	0
3.11	8.73	7.72	16.84	2.296	0.487	0.43	1.202484	1.082182	1	0	0	0	0
2.13	8.79	7.42	25.02	3.726	0.559	0.681	1.07881	1.089521	1	0	0	0	0
0.20	8.56	7.61	12.65	2.74	0.465	0.526	1.330577	1.11598	1	0	1	0	1
0.32	8.52	5.61	19.97	3.989	0.764	0.426	1.246231	1.031006	1	0	0	0	0
2.84	8.76	7.61	39.42	2.371	0.387	0.667	1.230959	1.23955	1	0	1	1	1
1.31	8.77	7.62	13.32	4.113	0.575	0.599	1.24729	1.027508	1	0	0	0	0
0.68	8.45	7.77	11.64	2.599	0.581	0.383	1.215704	1.117226	1	1	0	1	0
0.00	8.34	7.83	17.68	4.898	0.792	0.617	1.345283	1.104749	1	0	0	0	0
2.12	8.78	7.50	21.04	3.246	0.573	0.491	1.155182	1.084059	1	0	1	1	1









