

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**KATEDRA EKOLOGIE**



**Změny struktury porostu při různém pascvním  
systému**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. Vilém Pavlů

Diplomant: Bc. Hana Šimáčková

Praha 2011



Česká zemědělská univerzita v Praze

Katedra: ekologie

Fakulta životního prostředí

Školní rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: Bc. Hana Šimáčková

obor: Aplikovaná ekologie - EKOL

Název tématu: Změny struktury porostu při různém pastevním systému

Název tématu v anglickém jazyce: Changes of sward structure under of different grazing management

### Zásady pro vypracování:

Diplomová práce se zabývá studiem sezónní dynamiky struktury travního porostu při různém pastevním obhospodařování. Pokus byl založen na dlouhodobém pastevním experimentu v Jizerských horách. Výzkum probíhá na pokusných plochách 1m x 1m ve čtyřech opakováních, uspořádaných v náhodných blocích s následujícími variantami: kontinuální pastva, rotační pastva extenzivní, rotační pastva intenzivní a neobhospodařovaná kontrola. Hlavním cílem diplomové práce je rozbor rostlinné biomasy do rostlinných druhů, která byla odebrána v měsíčních intervalech v průběhu sezóny (duben až prosinec), dále zpracování a interpretace výsledků práce. Práce je součástí dlouhodobého projektu zabývající se zkoumáním změn struktury travinného společenstva ve vztahu k různé defoliační intenzitě.



Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: cca 50 str.

Seznam odborné literatury:

1. MLÁDEK J., PAVLŮ V., HEJCMAN M. ET GAISLER J. (eds), 2006: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. VÚRV Praha, 104 s.
2. PAVLŮ V., HEJCMAN M., PAVLŮ L. ET GAISLER J., 2003: Effect of rotational and continuous grazing on vegetation of an upland grassland in the Jizerské hory Mts., Czech republic. – Folia Geobotanica 38: 21 – 34.
3. PAVLŮ V., HEJCMAN M., PAVLŮ L. ET GAISLER J., 2007: Restoration of grazing management and its effect on vegetation in an upland grassland. – Applied Vegetation Science 10: 375 – 382.
4. STEVENS M. H.H. ET CARSON W.P., 2001: Phenological complementarity, species diversity, and ecosystem function. - Oikos 92: 291 – 296.
5. WALLISDEVRIES M.F., BAKKER J.P. ET VAN WIEREN S. E. (eds.), 1998: Grazing and conservation management. - Kluwer Academic Publishes, Great Britain, Dordrecht, 390 s.


Vedoucí diplomové práce: Doc. Dr. Ing. Vilém Pavlů

Konzultant diplomové práce: Ing. Jan Gaisler

Datum zadání diplomové práce: červen 2010

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2011



  
Prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.  
Vedoucí katedry

  
Prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.  
Děkan

V Praze dne .....

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím citované literatury a pod vedením příslušného vedoucího diplomové práce.

V Praze, dne 29. 4. 2011

.....

Bc. Hana Šimáčková

## **Poděkování**

Ráda bych především poděkovala svému vedoucímu diplomové práce doc. Dr. Ing. Vilému Pavlů za vedení práce a pomoc při vyhodnocování dat. Dále bych ráda poděkovala i ostatním pracovníkům Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i., Výzkumné stanice travních ekosystémů v Liberci, zejména pak Františku Paškovi za pomoc při zpracování vzorků biomasy a Ing. Janu Gaislerovi za odborné rady.

Poděkování patří i mé rodině za podporu při studiu a při zpracování předložené diplomové práce.

Práce byla podporována z výzkumného záměru MZE 0002700604 a dále projekt VaV MŽP SP/203/179/07.

## Souhrn

Práce se zabývá vlivem různé defoliační intenzity na změny struktury travního porostu s dominancí psinečku obecného (*Agrostis capillaris*). Experiment byl založen v roce 2002 na dlouhodobém pastevním experimentu v Jizerských horách a probíhal v letech 2002 až 2004. Cílem práce bylo zjistit vliv různého pastevního systému na změny v sezónní struktuře biomasy pastevního porostu. Byly studovány následující varianty defoliační intenzity: intenzivní kontinuální pastva (C), rotační pastva extenzivní se dvěma pastevními cykly (2R), rotační pastva intenzivní se čtyřmi pastevními cykly (4R) a neobhospodařovaná kontrola (U). Experiment byl uspořádán ve čtyřech znáhodněných blocích (4 varianty × 4 opakování = 16 trvalých ploch) s velikostí jednotlivých trvalých ploch 1 m × 1 m. Dva vzorky biomasy byly odebírány nůžkami těsně nad povrchem půdy z plochy (0,1 m × 0,1 m) z každé trvalé plochy (1 m × 1 m) v měsíčních intervalech v průběhu pastevní sezóny od května do listopadu, resp. do prosince. Vzorky biomasy byly uloženy do polyetylenových sáčků a poté zamrazeny na -20 °C. Následně roztříděny do jednotlivých druhů, usušeny a zváženy. Struktura a druhové složení bylo významně ovlivněno typem pastvy i vlivem jednotlivého měsíce pastevní sezóny. Tyto změny byly největší již v první pastevní sezóně. Poté se rozdíl mezi variantami již neprohlubovaly a docházelo ke změnám v druhovém složení porostu pouze v jednotlivých měsících pastevní sezóny. Na různou defoliační intenzitu nejrychleji reagují skupiny vysokých a nízkých trav, které se významně diferencovaly mezi variantami již ve druhém měsíci první vegetační sezóny 2002. Dominantní travní druh *Agrostis capillaris* byl relativně plastický a vyskytoval se v porostech s různou defoliační intenzitou. Jeteloviny (zejména *Trifolium repens*) se na intenzivně spásaných variantách prosazovaly zejména na konci pastevní sezóny. Na základě výsledků lze konstatovat, že nejen různé pastevní systémy, ale i intenzita pastvy má významný vliv na sezónní strukturu travního porostu. Tyto změny jsou nejvýznamnější již v první pastevní sezóně.

**Klíčová slova:** trvalý travní porost, složení a struktura travního porostu, intenzivní kontinuální pastva, rotační pastva, neobhospodařovaný porost, funkční skupiny, rostlinná biomasa

## Summary

The aim of this work was to study the effect of different grazing management on seasonal dynamic of sward structure in an upland grassland. The study was established inside of long-term grazing experiment in the Jizera Mountains in 2002 and it was conducted during the years 2002 and 2004. The reason of this study was to determine the effect of different grazing management on changes in seasonal structure of sward biomass. The treatments were: intensive continuous grazing (C), extensive rotational grazing with two grazing cycles (2R), intensive rotational grazing with four grazing cycles (4R) and unmanaged control (U). The experiment was arranged in four randomized blocks (4 treatments  $\times$  4 replicates = 16 plots) with individual plot sizes of 1 m  $\times$  1 m. The samples of biomass were collected by cutting above soil surface (0,1 m  $\times$  0,1 m) monthly during the grazing season from May to November, or December. Biomass samples were stored in polythene bags and then freezing at -20 °C. Subsequently sorted into individual species, then dried and weighed. Structure and species composition was significantly influenced by the type of grazing and as well as by the effect of each month in the course of grazing season. These changes were the greatest in the first grazing season (2002). Then the differences between the treatments did not widen and there revealed changes in species composition during the months of grazing season only independently on treatments. The dominant grass species *Agrostis capillaris* was relatively resistant to wide broad defoliation intensity and was presented in all study treatments. The functional groups of tall and short grasses had the fastest responds to different management and the significant differences were revealed in June 2002 already. On the other hand legumes functional group (especially *Trifolium repens*) reacted slowly and differences were apparent in the end of grazing seasons in October. In summary, applied grazing management and intensity significantly affected sward structure of upland grassland.

**Keywords:** sward, intensive continuous grazing, rotational grazing, unmanaged sward, functional groups, plant biomass

# Obsah

1. ÚVOD .....	10
2. CÍLE PRÁCE .....	12
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	13
3.1 Trvalé travní porosty ve světě a v ČR .....	13
3.2 Význam trvalých travních porostů .....	14
3.3 Faktory ovlivňující skladbu a strukturu travního porostu .....	15
3.3.1 Přírodní podmínky .....	16
3.3.2 Časová proměnlivost struktury a složení travního porostu .....	17
3.3.2.1 Strategie rostlin .....	19
3.3.2.2 Fenologická komplementarita .....	21
3.3.3 Obhospodařování travních porostů .....	22
3.4 Pastva dobytka .....	23
3.4.1 Historie pastevectví .....	24
3.4.2 Pastva jednotlivých druhů zvířat .....	27
3.4.3 Pastevní systémy .....	28
3.5 Ovlivnění struktury a složení travního porostu pastvou .....	31
3.5.1 Odezva travního porostu na rotační pastvu .....	34
3.5.2 Odezva travního porostu na kontinuální pastvu .....	35
3.5.3 Odezva travního porostu na ponechání ladem .....	36
3.6 Pastva jako nástroj ochrany biodiverzity trvalých travních porostů .....	38
3.7 Shrnutí literární rešerše .....	39
4. METODIKA .....	41
4.1 Popis lokality .....	41
4.2 Meteorologické údaje .....	41
4.3 Půdní podmínky .....	43
4.4 Vegetace pokusné pastviny .....	43
4.5 Uspořádání experimentu .....	43
4.6 Sběr dat .....	44
4.7 Statistické vyhodnocení dat .....	46
4.7.1 Mnohorozměrné analýzy .....	47
4.7.2 Analýza variance .....	48



4.7.3 Korelační analýza.....	48
5. VÝSLEDKY .....	49
5.1 Druhové složení - mnohorozměrná analýza (RDA).....	49
5.2 Druhové složení (ANOVA) .....	53
5.3 Komplementarita druhů ve vegetační sezóně (ANOVA) .....	59
5.4 Funkční skupiny (ANOVA).....	59
5.5 Celková a odumřelá biomasa (ANOVA) .....	67
5.6 Výška porostu (ANOVA) .....	74
6. DISKUSE.....	77
7. ZÁVĚR .....	86
8. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	88
9. PŘÍLOHY .....	97
9.1 Tabulková příloha .....	98
9.2 Obrazová příloha.....	104

# 1. ÚVOD

Trvalé travní porosty mají nezastupitelnou úlohu v krajině a jsou důležitou součástí dnešní kulturní krajiny Evropy (PRINS 1998, PAVLŮ ET AL. 2001, ŠRÁMEK ET AL. 2001), která je v dnešní době formována typickými antropogenními mozaikami lesů, otevřených pastvin a polí (POTT 1998). V evropských podmínkách představují travní porosty významný krajinný prvek (ISSELSTEIN ET AL. 2005), který je nedílnou součástí ekologické stability v krajině (MRKVIČKA ET AL. 2002).

V severozápadní a střední Evropě je vznik a vývoj trvalých travních porostů popisován jako produkt dlouhodobého vlivu člověka a dobytka na utváření krajiny (POTT 1998). Uchování travních porostů je však podmíněno jejich pravidelným obhospodařováním a využitím. Bez pravidelného obhospodařování a využití by se v našich podmínkách většina travních porostů přeměnila postupnou sukcesí na lesní či křovinná společenstva (MÍCHAL 1994, PAVLŮ 1997, DZWONKO ET LOSTER 2007). Travní porosty jsou ovlivňovány řadou faktorů, které ovlivňují jejich složení a strukturu. Jedná se zejména o abiotické podmínky, vzájemné vztahy mezi rostlinami a vliv obhospodařování (KLIMEŠ 1997). Jako nejlevnější, nejpřirozenější (PAVLŮ ET AL. 2001) a nejpoužívanější nástroj pro zachování a ochranu travních porostů je v posledních desetiletích v mnoha zemích Evropy využíváno pastvy hospodářských zvířat (BAKKER ET LONDO 1998, WALLISDEVRIES 1998, POTT 1998). Z výzkumů poslední doby se jako nejvhodnější obhospodařování osvědčuje pastva s mírnou intenzitou, která podporuje uchování diverzity travních porostů (PAVLŮ ET AL. 2006c). Hlavním cílem využití pastevního obhospodařování se tak stává vytvoření a uchování vhodných podmínek pro širokou škálu rostlinných, ale i živočišných druhů (BAKKER 1998).

Z výzkumů po celém světě je patrné, že pastva sehrála významnou roli ve formování vegetace dnešní krajiny. Prozatím však není zcela jisté, zda bylo obhospodařování pastvou jediným vlivem, který přispěl k zachování těchto typů stanovišť (POTT 1998). Tomuto tématu se v posledních desetiletích věnuje množství studií po celém světě. V různých podmínkách se však vliv pastvy, především její intenzita a různé způsoby, mohou projevovat odlišně (BULLOCK ET AL. 2001), a proto nelze aplikovat poznatky a zkušenosti v různých částech světa (SMITH ET AL. 2000). Zejména by se neměly přebírat pastvinářské techniky a zkušenosti získaných

z přímořských oblastí západní Evropy, ve kterých jsou jiné klimatické a půdní podmínky (PAVLŮ ET AL. 2006b, CORREL ET AL. 2003), či jsou tam porosty všeobecně druhově chudší (PYKÄLÄ 2004).

Z tohoto důvodu je potřeba rozšířit poznatky, jak se travní porost chová při různém pastevním obhospodařování v podmínkách České republiky. Doposud se studie u nás i ve světě obvykle zabývaly pouze meziročními změnami ve struktuře a složení travního porostu. Přínosem předložené diplomové práce bylo zejména studium změn struktury a složení travního porostu probíhajících v jednotlivých měsících pastevní sezóny při různém pastevním způsobu.

## 2. CÍLE PRÁCE

### *Cíl práce:*

Studium změn struktury vegetace při různých pastevních systémech na podhorském travním porostu s dominancí psinečku obecného (*Agrostis capillaris*).

### *Dílčí cíle:*

Jaký je vliv různého pastevního obhospodařování na druhové složení vegetace po tříletém obhospodařování?

Jsou změny v druhovém složení patrné již v průběhu první vegetační sezóny?

Jak velký je sezónní vliv na tyto změny?

Je možné tyto změny vyjádřit funkčními skupinami?

Je zde patrná komplementarita jednotlivých druhů rostlin v průběhu pastevních sezón?

## 3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 3.1 Trvalé travní porosty ve světě a v ČR

Travní porosty jsou složitá, smíšená, a ve svém celku pestrá a velice různorodá společenstva trav, jetelovin a dalších bylin reprezentujících důležitou složku rostlinné součásti biosféry (KLIMEŠ 1997). Představují tak jedny z nejrozsáhlejších biomů, které pokrývají zemský povrch (REYNOLDS ET BATELLO 2005).

Díky své široké stanovištní amplitudě vykazují travní porosty značné rozšíření a jejich plocha činí téměř dvojnásobek veškeré orné půdy. Travní porosty jsou z geografického hlediska zastoupeny ve všech vegetačních pásmech s těžištěm v horách a vrchovinách (ŠOCH 2009). Především díky své vysoké adaptabilitě, regenerační schopnosti a homeostázi se uplatňují i v širokém rozmezí vláhového režimu od polopouští a stepí až po mokřady (KLIMEŠ 1997).

Podle *FAO Production yearbook* vydané v roce 2009 pokrývaly přírodní a antropogenní travní porosty, tj. stepi, louky, trvalé pastviny v celém světě  $35 \cdot 10^6$  km<sup>2</sup>, což je přibližně 26 % suchozemského povrchu světa (ANONYMUS 2009). Ve střední Evropě představují travní porosty nejrozsáhlejší skupinu pícních cenóz hrajících důležitou roli v krajině (ROOK ET AL. 2004, ISSELSTEIN ET AL. 2005), přičemž zastoupení travních ekosystémů vzrůstá především se stoupající nadmořskou výškou (ŠOCH 2009). V Evropské unii je více než 30 % využívané plochy pokryto trvalými travními porosty. V mnoha zemích Evropské unie (EU25), zejména u nově přistupujících států, se ale rozloha travních porostů mírně snižuje a počty dobytka poklesly mezi lety 1992 a 2002 o 10 % (ISSELSTEIN ET AL. 2005) oproti České republice, kde se rozloha trvalých travních porostů zvyšuje zatravňováním orné půdy.

V České republice je v současné době dle poslední vydané *Statistické ročenky ČR 2010* 4 236 tis. ha zemědělské půdy a z toho 983 tis. ha tvoří trvalé travní porosty, což představuje 23,2 % z celkové rozlohy ČR. Počet kusů skotu poklesl z 3 360 tis. v roce 1991 na 1 349 tis. v roce 2010 (ANONYMUS 2010). Snížení počtu kusů skotu o více než polovinu bylo způsobeno zejména politickými změnami po roce 1989. Tento pokles představuje negativní dopad na hospodaření a využití pastvin na všech produkčních plochách. V horských a podhorských oblastech tyto

změny v systému hospodaření spočívají v upuštění od intenzivního zemědělství na orné půdě. V environmentálně citlivých a produkčně méně příznivých oblastech vedou k redukci zornění a tím rozšiřování ploch trvalých travních porostů (PAVLŮ ET AL. 2005, ŠOCH 2009).

### **3.2 Význam trvalých travních porostů**

Travní porosty představují důležitou součást biosféry (REYNOLDS ET BATELLO 2005) a patří k biologicky nejproduktivnějším fytoocenózám s rychlým výměnným cyklem (MRKVIČKA ET AL. 2002). Louky a pastviny jsou v naší oblasti, která je využívána člověkem již 30 tis. let, jediným biotem, který má ještě polopřirozený charakter (RYCHNOVSKÁ 2009).

V našich podmínkách jsou tyto cenózy jedny z nejstabilnějších ekosystémů v zemědělské krajině a umožňují tak velmi dobrou ochranu půdy před erozí (KLIMEŠ 1997, ŠANTRŮČEK 2007). Travní porost také představuje nejvhodnější konzervaci půdy, kterou můžeme využít v pozdějších letech. Toto je jeden z důvodů, proč bychom se neměli přiklánět k unáhleným závěrům a přetvářet jej v les, který by změnil zejména hydrologické podmínky v krajině. Travní porosty také představují nejvhodnější prostředek k udržení kulturní zemědělské krajiny v podhorských a horských oblastech, kde kromě produkce zvířat dochází k oživení krajiny pasoucími se zvířaty (PAVLŮ ET AL. 2001).

Travní porosty se výrazně podílejí na utváření místního klimatu, ale i na celkovém zlepšování životního prostředí. Dále přispívají k rozvoji životního prostředí a venkova mnoha aspekty, zejména svojí biodiverzitou, zpracováním uhlíku, prevencí proti povodním, kulturní krajinou, vytvářením celkové přírodní rovnováhy v krajině, ale i její estetické funkce (DURU ET AL. 2005).

Mezi produkčním a tzv. mimoprodukčním využíváním trvalých travních porostů neexistuje v přírodních podmínkách ostrá hranice. V podstatě se jedná o to, která funkce v porostu je považována za primární a sekundární (ŠOCH 2009). V celé Evropě, ale i v celém světě, je píče hlavním krmivem pro dobytek (REYNOLDS ET BATELLO 2005), který využíváme pro mléko, maso a vlnu (PRINS 1998).

Mimoprodukční funkce travních porostů mají stěžejní význam v ochraně životního prostředí a ekologické stability krajiny. Postupně tyto funkce budou

nabývat na významu nad funkcemi produkčními (MOUDRÝ 2006). Mezi tyto funkce, které jsou dány jejich vznikem již v historických dobách (ŠANTRŮČEK 2007), patří zejména jejich vodohospodářská funkce. Vodohospodářská funkce spočívá především ve výborné schopnosti zadržení 80-90 % srážkových vod (KLIMEŠ 1997). V našich podmínkách, kde jsou vodní zdroje omezené má tato funkce zásadní význam (ŠANTRŮČEK 2007). Zapojený drn poskytuje plynulý odtok vody, ale současně umožňuje zasakování přívalových i srážkových vod, a vytváří tak celoroční ochranu otevřené krajiny – půdoochranná funkce. Travní porost je i biologickým filtrem, který brzdí průnik škodlivých látek do podzemních vod vazbou na humus v drnu (MOUDRÝ 2006).

Další funkce travních porostů spočívá především v možnosti stabilizace druhové rozmanitosti. Značné procento rostlinných a živočišných druhů se zřídka kdy vyskytuje i v jiných vegetačních typech (OLFF ET RITCHIE 1998). Obdobně jako lesní ekosystémy mohou sloužit travní ekosystémy jako významná refugia cenného genofondu v krajině. V polopřirozených a kulturních travních porostech se ve středoevropských podmínkách pohybuje celkový počet druhů vyšších rostlin od 5-10 do 100 druhů. Většinou se však hodnoty pohybují v rozmezí od 30 do 70 druhů (KLIMEŠ 1997). V posledních 40 letech se diverzita rostlin trvalých travních porostů snížila z důvodu vysoké intenzity využívání, aplikace vyšších dávek hnojení, odvodňování či dosévání porostů, nebo naopak v důsledku degradace způsobené ukončením hospodaření. Výsledkem bylo i zhoršení produkčních a zejména mimoprodukčních funkcí v horských a podhorských oblastech (HAKROVÁ ET WOTAVOVÁ 2004, MOUDRÝ 2006)

### **3.3 Faktory ovlivňující skladbu a strukturu travního porostu**

Mezi nejvýraznější faktory, které se podílejí na skladbě a struktuře travního porostu, lze zařadit zejména přírodní podmínky, časovou proměnlivost travního porostu, vzájemné vztahy mezi rostlinami, proměnlivost travinného společenstva a v neposlední řadě i způsob využívání travního porostu.

### 3.3.1 Přírodní podmínky

Území České republiky leží v oblasti přechodného středoevropského klimatu. Obecně lze říci, že západní část republiky je ovlivněna oceánským klimatem a východní část naopak kontinentálním klimatem (PAVLŮ ET AL. 2006b).

Přírodní podmínky, tj. klimatické a topografické podmínky, délka vegetační doby, kvalita a intenzita světla, proudění větru, atmosférické srážky, vzdušná vlhkost, hladina podzemní vody, půdní typ či dostupnost živin, jsou často určujícími faktory, jaký bude mít pastva vliv na složení a strukturu rostlinného společenstva (BAKKER 1998, PLANTUREUX ET AL. 2005). Přičemž limitujícím faktorem výnosu a druhového složení travního porostu se stává ten faktor, který je nejdále od optima (ŠANTRŮČEK 2007). Jako příklad lze uvést, že v chladných a vlhčích oblastech poskytují travní porosty vyšší výnosy píce na svazích s jižní expozicí než v oblastech teplých a sušších na svazích severně exponovaných (KLIMEŠ 1997).

Optimální podmínky pro pastviny se nacházejí ve vlhčích oblastech, kde atmosférické srážky dosahují průměrných hodnot nad 700 mm (MRKVIČKA ET AL. 2002), což odpovídá bramborářské oblasti vlhčího typu a horské oblasti. Navíc v horských oblastech přispívá intenzivnější sluneční záření ke zlepšení stravitelnosti travní biomasy, především snížením obsahu vlákniny a ligninu (KLIMEŠ 1997). Důležitým hlediskem je také rovnoměrné rozložení srážek během vegetace pro plynulý růst pastevního porostu (ČÍTEK ET ŠANDERA 1993), ale i úhrn srážek mimo vegetační sezónu. Úhrn srážek mimo vegetaci tvoří až jednu třetinu z celkového úhrnu srážek v daném období (MRKVIČKA ET AL. 2002).

Orografické podmínky jsou zastoupeny svažitostí, nadmořskou výškou, reliéfem a expozicí terénu (MRKVIČKA ET AL. 2002). Přičemž pro pastviny jsou nejvíce vhodné mírně svažité polohy (PAVLŮ ET AL. 2006b), které by měly mít do 15° (ČÍTEK ET ŠANDERA 1993). Pro pastviny s větším sklonem je vhodnější využít pastvu ovcí (PAVLŮ ET HEJCMAN 2006) nebo tyto pastviny využít pouze pro extenzivní spásání (ČÍTEK ET ŠANDERA 1993). Se vzrůstající nadmořskou výškou se podle většiny autorů výnosy píce na 100-250 m snižují o 10 %. Největší produkce travních porostů je dosahováno v nadmořských výškách 500-600 m n. m. (KLIMEŠ 1997).



Nejdůležitějším komplexem faktorů, které určují botanické složení i produkční schopnosti travních porostů, jsou půdní podmínky (KLIMEŠ 1997, BAKKER 1998). Půdní podmínky mají většinou rozhodující vliv na výnos a kvalitu píce travních porostů (ČÍTEK ET ŠANDERA 1993). Na půdních podmínkách se však také výrazně podílejí pasoucí se zvířata, která výrazně mění podmínky vylučováním moči a exkrementů, a dále pak narušováním, ale i sešlapáváním půdy (OLFF ET RITCHIE 1998). Hloubka půdního profilu pastvin by neměla být mělčí než 0,2 m. Vodní a živinný režim je ovlivněn půdním druhem. Pro travní porosty jsou nejvhodnější půdy hlinité, jílovitohlinité až jílovité, naopak nejméně vhodné jsou půdy písčité a hlinitopísčité. Pro pastevní využití jsou dále vhodná stanoviště, u kterých se hladina podzemní vody pohybuje v rozmezí 0,5 až 0,8 m (ČÍTEK ET ŠANDERA 1993).

Podmínky, které panují na stanovišti, jsou často určujícím vlivem, který ovlivňuje složení a strukturu travního porostu, a měl by se jim dávat větší význam než samotnému obhospodařování (PIEK 1998).

### **3.3.2 Časová proměnlivost struktury a složení travního porostu**

Struktura společenstev travních porostů není nikdy zcela stabilní. Uspořádání jedinců, populací, jejich hustota, velikost populací i výskyt druhů v cenózách se v čase stále mění. Jedinci vznikají, rostou a zanikají. Tím se tvoří nepřetržitý kontinuální proud změn, který se projevuje změnami v prostorovém uspořádání jedinců. Skladba a struktura travního porostu je výslednicí vzájemného působení ekologických podmínek, konkurenčních vztahů jednotlivých rostlinných druhů a doplňkových vztahů zúčastněných druhů (KLIMEŠ 1997). V travinných ekosystémech lze vystopovat ekologické strategie a mezidruhové vztahy, které vznikaly během poledové doby při návratu vegetace a při evoluci ekosystémů. Ty zahrnují přirozené vazby i výkyvy mezi rostlinami, živočichy, půdou a proměnlivými klimatickými vlivy tak, že systém při své velké pružnosti a obnovitelnosti zůstává stabilní (RYCHNOVSKÁ 2009).

V daném prostředí je určitá populace schopna dosáhnout určitou maximální hustotu, která závisí na nosné kapacitě prostředí a velikosti dospělých jedinců. Přitom se mezi populací a prostředím vytváří mechanismus zpětné vazby, který nastoluje v populaci dynamickou rovnováhu zajišťující nepřetržité sebeobnovování populace, tak i udržování hustoty poblíž maximální hodnoty. Tento mechanismus je

řízen zejména množivostí druhu v daných podmínkách a vnitrodruhovou konkurencí (MORAVEC 1994). Takto vyvážené společenstvo formované stanovištěm je relativně uzavřené před pronikáním nových, cizích druhů, proti kterým vystupuje za daných podmínek více či méně jako relativně konstantní celek (KLIMEŠ 1997). MÍCHAL (1994) uvedl, že složitější struktura společenstva podporuje jeho stabilitu. Společenstva bohatá na krátkověké druhy se zdají být otevřená novým kolonistům a společenstva v konstantních podmínkách umožňují přežít dlouhověkým druhům, což má podle této hypotézy pozitivní zpětnou vazbu k vysoké imunitě takového společenstva vůči standardnímu narušení.

V mezidruhové konkurenci vede úspěch a expanze populace určitého druhu k ústupu až zániku populací jiných druhů. Konkurence působí často prostřednictvím prostředí, tj. snížením nosné kapacity prostředí pro určitý druh, např. živiny či voda intenzivněji odčerpané populací určitého druhu, se stávají hůře dostupné pro populaci jiného druhu (MORAVEC 1994). Druhy, které dávají společenstvu charakteristické vlastnosti a vytvářejí zároveň i jeho vnitřní prostředí, také ovlivňují konkurenční vztahy mezi jednotlivými rostlinami. Tyto druhy dále ovlivňují i mikroflóru, půdu, samotné mikroklima porostu a tím i jeho botanické složení (ADLER ET AL. 2001).

Struktura rostlinného společenstva podléhá změnám, které se odrážejí i v jeho druhovém složení, většinou však jen kvantitativním. Tyto změny více či méně pravidelně kolísají kolem určitého průměrného stavu. Ve většině případů vyplývají tyto změny z biologických rytmů rostlin a jejich populací, svůj vliv však vykonávají i periodické či epizodické změny prostředí, které mohou biologické rytmy rostlin synchronizovat a tím i zvýraznit (MORAVEC 1994).

Hlavní složky proměnlivosti travního porostu (MORAVEC 1994, KLIMEŠ 1997):

#### *1. adaptační změny, vyvolané periodickými změnami vnějšího prostředí*

V rámci svého životního cyklu odpovídají jednotlivé komponenty travního společenstva na roční rytmus meteorologických změn rytmem fyziologických procesů. Většina z těchto rytmů jsou geneticky zakotveny jako rytmy endogenní. Ve společenstvu se mohou objevit některé opticky výrazné fenofáze, tzv. fenologický aspekt.

2. *změny, které jsou spojené s náhlými extrémními změnami některých vnějších podmínek stanoviště*

Na travních porostech se mohou projevit náhlé změny přirozenou cestou. Jako příklad lze uvést jednorázový příval vody, požár, extrémní narušení celistvosti drnu, použitím herbicidů a hnojiv, intenzivním využitím, apod. Na takto narušených stanovištích dochází postupem času k vývojovým změnám, které již představují ekologickou sukcesi.

3. *změny vyvolané komplexním působením změn vnějšího prostředí, ale i existencí a životními pochody vlastních rostlin*

Typickým příkladem cyklických změn je cyklický vzrůst dominance jetelovin v travním porostu. Lze vymezit dvě období v dynamice populací jetelovin a to jetelovinné období a jetelovinné meziobdobí, ve kterém se formují nové populace po hromadném odumření rostlin. U sekundárních travních porostů, u kterých je potenciálním klimaxovým stádiem les, je sukcesní proces blokován využitím travních porostů.

### **3.3.2.1 Strategie rostlin**

Na ekologické konstituci druhu a jeho vzrůstové formě závisí jeho chování v rostlinných společenstvech, které je označováno termínem nika. Nika tak představuje soubor biologických vlastností určitého druhu, které vymezují jeho místo v prostorové struktuře společenstva, periodicitu jeho populací, způsob využívání zdrojů životního prostředí a způsob interakcí s populacemi ostatních druhů. Prosazení určitého druhu v rostlinném společenstvu podléhá schopnostem tvorby biomasy, odolnosti vůči nepříznivým životním podmínkám a nepříznivému působení ostatních druhů (MORAVEC 1994).

Teorie C-S-R strategie má své počátky v roce 1938 v Ramenskii myšlenkách a následně ji vyslovil Grime v roce 1974 (GRIME 2002). GRIME (1979) rozlišil hlavní typy primárních strategií, které odpovídají třem hlavním cenotypům. Základem koncepce je typizace způsobů, kterými se rostlinné populace vyrovnávají s narušováním vlastní existence limitujícími faktory, jakými jsou stres, disturbance a konkurence (GRIME 2002), přičemž ústředním kritériem je tvorba biomasy (MÍCHAL 1994). Různé druhy rostlin, které jsou vystavené podobnému selekčnímu tlaku, mohou mít odlišnou reakci v závislosti na jejich životní strategii. Znalosti o

strategiích rostlin mohou být prospěšné při analýze populační dynamiky druhů a predikci změn při zavedení odlišného managementu travního porostu. Různá intenzita pastvy dobytka ovlivňuje přítomnost rostlinných druhů s odlišnou životní strategií (LUDVÍKOVÁ ET PAVLŮ 2010).

Mezi konkurenční strategy, též C-strategy, patří vytrvalé, konkurenčně silné druhy rostlin s vysokou tvorbou biomasy dosahující značné relativní výšky (GRIME 2002). Tento cenotyp se dále vyznačuje dlouhověkostí a hustým zápojem asimilačních orgánů. Pro svůj zdárný růst vyžadují příznivé podmínky prostředí s dostatkem zdrojů a nízké narušování (MÍCHAL 1994, MORAVEC 1994). Konkurenční strategy můžeme nalézt přednostně v extenzivně spásaných travních porostech, ve kterých se vyskytují nespásané plošky (*patches*), tzv. nedopasky obsahující dominantní druhy se schopností vést konkurenci o světlo, jako příklad C-stratéga lze uvést kopřivu dvoudomou (*Urtica dioica*) (LUDVÍKOVÁ ET PAVLŮ 2010).

Další strategií jsou stres tolerantní strategy, také S-strategy, mezi které patří vytrvalé druhy rostlin, které jsou schopné odolávat nepříznivým podmínkám pod vlivem stresu. Tyto druhy rostlin jsou adaptovány na stres pomalým růstem, nízkou produkcí biomasy, dlouhověkostí a ukládáním velké části asimilátů do podzemních rezerv (MÍCHAL 1994, MORAVEC 1994, GRIME 2002). Na doplňkové rostliny v travním porostu může být vyvíjen tlak dominantních rostlin v různých vývojových stádiích. Nejúčinněji jsou vyvíjeny tlaky na semenáčky. Dominantní druhy rostlin mají značně odlišné účinky na druhovou bohatost společenstva, což bylo pozorováno v experimentech, ve kterých byla zjištěna nejvyšší rozmanitost ve společenstvech s dominancí S-strategů. Tento vztah lze vysvětlit komplexem klíčových faktorů, které ukazují na pomalou dynamiku stres tolerantních dominantních druhů rostlin (GRIME 2002). Stres tolerantní druhy se vyskytují ve všech typech pasených ploch, avšak s malým zastoupením. Vliv defoliace u této strategie nebyl v experimentu v Jizerských horách prokázán a neměl vliv ani na jejich početnost (LUDVÍKOVÁ ET PAVLŮ 2010).

Poslední strategií jsou ruderalní strategy, též R-strategy. Tyto rostliny se vyznačují nízkou konkurenceschopností, snášející jen malý stres a jsou uzpůsobeny k rychlému šíření a rychlé tvorbě biomasy v nově uvolněných prostorech. Rostliny této strategie produkují velké množství semen s velmi vysokou často mnohaletou

klíčivostí (MÍCHAL 1994, MORAVEC 1994, GRIME 2002). V experimentu v Jizerských horách byly ruderalní strategové nejméně zjištěny v extenzivně spásaných plochách, pravděpodobně z důvodu nedostatečné disturbance porostu. Z tohoto důvodu ruderalům nejvíce vyhovují intenzivně spásané plochy s velkou disturbancí půdního povrchu (LUDVÍKOVÁ ET PAVLŮ 2010).

Mezi těmito třemi primárními strategiemi se vytvářejí čtyři typy kombinací či přechodů označovaných jako sekundární strategie: C-S-, C-R-, S-R-, C-S-R-strategie (MORAVEC 1994). Zatímco primární strategové reprezentují extrémny v rozsahu podmínek dostupných pro rostliny. Sekundární strategie se vyvinuly v prostředí, kde dochází ke středním produktivitám a středním intenzitám disturbancí (GRIME 2002).

### **3.3.2.2 Fenologická komplementarita**

Rostlinná společenstva, která mají podobné druhové složení, se v určitém území vyskytují opakovaně v obdobných životních podmínkách. Společenstva jsou nápadná přítomností určitých skupin druhů, které vykazují užší korelaci společného výskytu (MORAVEC 1994). Střídání dominance C-strategů s odolnými S-strategy i doplnění struktury porostu R-strategy je podle Grimeovy definice velmi názorné. Střídavou dominanci ukáže i prostému oku proměnlivost barevných aspektů v průběhu roku i meziročně na stejné louce – jednou převahu modrého rdesna, jindy nádech hnědo-fialových totenů, bílý koberec kopretin anebo jen zelený aspekt travin. Nikdy však nejde o úplné vymizení dočasně potlačených loňských dominant, ale o úsporné přežívání se zachováním růstového potenciálu, který se v nejbližší době projeví (RYCHNOVSKÁ 2009).

Ani při plném zápoji nevyužívají populace jednotlivých druhů osídlený prostor beze zbytku. Prostor mezi jedinci bývá osídlen rostlinami, které mají drobný vzrůst a využívají tak komplementárně dané prostředí. V některých společenstvech se lze setkat i s tzv. časově komplementárními druhy rostlin, které vytvářejí nadzemní orgány v různých obdobích vegetace (MORAVEC 1994). Projev komplementarity lze předpokládat na distribuovaných místech, jakými jsou například pastviny. Na pastvinách vzniká strukturně heterogenní prostředí vlivem selektivní defoliace, sešlapu, vylučovaných exkrementů a moči (MLÁDEK 2008).

Termín fenologie je odvozen z řeckého slova *phaino*, které znamená zobrazit se nebo objevit se. Fenologie je tedy definována jako studie o sezónním načasování životních projevů rostlin, které může být pro rostliny důležité z hlediska jejich dalšího přežití a rozmnožování. Fenologické studie rozeznávají obvykle fenologické fáze klíčení, kvetení a dozrávání semen (RATHCKE ET LACEY 1985). Fenologická komplementarita, tj. rozdíl ve využití zdrojů a rychlosti růstu rostlin u jednotlivých druhů, může vysvětlit, jak ovlivňuje druhová diverzita funkce ekosystémů. Předpokladem je, že zvýšení druhové rozmanitosti společenstva vede ke zlepšení funkce ekosystému. Z experimentů však vyplynulo, že diverzita společenstva nesouvisí s fenologickou komplementaritou. Výsledky naznačily, že přirozeně se vyskytující rozdíly v druhové diverzitě měly malý vliv na to, zda fenologická komplementarita zlepšuje funkci ekosystému. Může však zlepšit funkci ekosystémů pokud jsou zdroje (světlo, voda, živiny) krátkodobé a vývoj druhů vrcholí v různých obdobích sezóny. Ve skutečnosti tak může mít fenologická komplementarita zásadní význam pro zachování funkce ekosystémů. Dostatečná komplementarita může být ale dosažena i při nízké diverzitě (STEVENS ET CARSON 2001).

Fenologický *pattern* (*phenological pattern*) může být kvantitativně definován jako statistické rozdělení charakterizované řadou parametrů jako jsou čas výskytu, doba trvání, fáze výskytu a nesouměrnost výskytu. Z tohoto důvodu se fenologické *patterns* řeší na úrovni jednotlivců, populací, druhů a společenstev. Fenologické *patterns* mohou být omezovány zejména morfologií rostlin, fyziologií a genetickými a epigenetickými předpoklady každého jedince (RATHCKE ET LACEY 1985).

### 3.3.3 Obhospodařování travních porostů

Na biodiverzitu travních porostů má vliv mnoho dosud známých a používaných managementových opatření. Jedná se zejména o pastvu, mulčování, využití porostů kosením či hnojení (ADLER ET AL. 2001). Pro zajištění dostatečné produkce a kvality píče jsou prováděny doplňující zásahy, např. vápnění, orební obnova porostu, přísev, vypalování, apod. (HEJDUK ET GAISLER 2006). V mnoha případech je ale intenzivní a vysoce produkční obhospodařování porostů neslučitelné se zachováním vysokého stupně biodiverzity (PLANTUREUX ET AL. 2005).

Při výběru způsobu obhospodařování travního porostu se hlavním cílem stává druhové složení travního porostu (PAVLŮ ET AL. 1997, ROOK ET TALLOWIN 2003,

ISSELSTEIN ET AL. 2005). Travné ekosystémy jsou také útočištěm pro mnoho druhů lučních ptáků. Jako příklad lze uvést lindušku luční (*Anthus pratensis*) či bramborníčka hnědého (*Saxicola ruberta*) (ČÍŽEK ET AL. 2006) a mnoho druhů bezobratlých, kteří nalézají úkryty v nepasených místech pastviny (BAKKER ET LONDO 1998, MALENOVSKÝ ET AL. 2006).

Pastva je používána v malém měřítku jako náhrada kosení a slouží především k zachování nízkého porostu (ROOK ET AL. 2004). Základní rozdíl mezi pastvou a kosením je takový, že pastva na rozdíl od seče zvyšuje strukturální heterogenitu porostu a navrácí odebrané živiny zpět do ekosystému (BAKKER 1998, ADLER ET AL. 2001, MLÁDEK ET AL. 2006). Pastevní porost se strukturálně liší od porostu lučního, i když může obsahovat stejné druhy rostlin. Pastevní porost je odolný proti okusu i sešlapu a skládá se z proplétajících se přízemních částí rostlin tak, že prakticky pokrývají celý povrch půdy (HEJCMAN ET AL. 2002). Rostliny se v porostu udržují vegetativně nebo generativně. Významným prvkem pro uchycení a vyklíčení semen, která jsou rozšiřována větrem, ale i semen v půdní bance, je narušení drnu. Přírodním prostředkem pro narušení povrchu travního porostu je pastva (PAVLŮ 1997). Spasený porost je schopen znovu obrůst za 2-6 týdnů, spodní hranice platí pro jaro s dostatkem vláhy a intenzivním nárůstem porostu, horní hranice je pro letní a podzimní období, kdy se limitujícím faktorem stávají atmosférické srážky (PAVLŮ ET AL. 2006d).

### **3.4 Pastva dobytka**

Význam pastvy dobytka se v současné době zvyšuje. Pastva je zajímavou alternativou seče sloužící k zachování druhově bohatých travních porostů (ISSELSTEIN ET AL. 2005). Hlavním cílem pastvy se stává druhové složení vegetace a hnízdní stanoviště pro luční ptáky a entomofaunu (BAKKER ET LONDO 1998). Při využití pastvy se zejména docílí úspory práce a finančních prostředků, využití stávajících travních porostů a zajištění přirozených podmínek pro chov zvířat, zvláště pak zajištění pobytu zvířat na pastvinách, které je jedním ze základních požadavků pro chovy v ekologickém zemědělství (MRKVIČKA ET AL. 2002).

Slovo pastvina pochází z latinského slova *pastus*, které v překladu znamená pást, krmit či sytit (PAVLŮ ET AL. 2001). V našich zeměpisných šířkách zahrnují pastviny trvalé nebo víceleté porosty trav, jetelovin a jiných bylin, jejichž

vyprodukovaná biomasa se z převážné části využívá pastvou zvířat (PAVLŮ 1997). Pasení je částečné odstraňování rostlin na pastvině různými zvířaty, tj. hraboši, zajáci, jeleny, skotem, ovce, kozami či koňmi (OLFF ET RITCHIE 1998). Pastva zvířat nepůsobí na travní porost stejně po celé ploše, protože její vliv se liší místo od místa. Při formování struktury porostu hraje důležitou roli druh paseného zvířete, druhová skladba porostu a fenologická fáze rostlin (LUDVÍKOVÁ ET AL. 2009).

V praxi je doba trvání pastevní sezóny ovlivněna místními půdními a klimatickými podmínkami, rozlohou pastvin, zatížením pastvin, složením pastevního porostu a průběhem počasí v daném roce (HEJCMAN ET AL. 2002). V podhorských podmínkách se obvykle začíná s pastvou kolem poloviny dubna až začátkem května. Doba pastevního období se zkracuje s přibývajícím nadmořskou výškou. Při vypuštění zvířat na pastvinu by povrch neměl být rozbahněný a ideální výška porostu by měla dosáhnout 5 cm. Za ukončení pastevní sezóny se považuje období - obvykle konec října (PAVLŮ ET AL. 2001), ve kterém je ukončen růst trav a bylin (HEJCMAN ET AL. 2002), popř. do doby napadení silnější sněhové pokrývky, zpod které již nejsou zvířata schopna travní biomasu vyhrabat (PAVLŮ ET AL. 2001).

### **3.4.1 Historie pastevectví**

Při pohledu do dnešní krajiny to tak sice nevypadá, ale jedním z hlavních faktorů, které utvářely evropskou přírodu je pastva (ŠOCH 2009). Během vývoje krajiny Evropy rozeznáváme postupně tři stupně její proměny. Prvním stupněm je stav přírodě blízký bez zásahu člověka, v tomto případě jsou pasoucí se zvířata přirozenou složkou ekosystému, do kterého vstupují. Dalším stupněm je polopřirozená krajina, která je dnes nejvíce rozšířena v přírodních rezervacích. V těchto rezervacích je uplatňován cílený management pro vznik heterogenní vegetace. A krajina kulturní, ve které se hlavním cílem stává zachování a obnova určitých rostlinných a živočišných společenstev nebo stav blízký přírodě prostřednictvím aktivního zásahu člověka (BAKKER ET LONDO 1998, PIEK 1998). Přeměna přirozené krajiny do krajiny polopřirozené jistě způsobila celkově velkou ztrátu druhů. V regionálním měřítku vedla ale také ke značné diverzifikaci vegetačních typů a diverzity rostlinných druhů (POTT 1998).

Ovlivnění krajiny lidským faktorem je nezpochybnitelný. Je však pravděpodobné, že se člověk nepodílel na vytvoření všech současných travních



porostů. Za nejstaršího a nejvýznamnějšího spásáče v průběhu boreálu můžeme označit pratura (*Bos primigenius*), který je již vyhynulý, ale je předkem dnešního tura domácího (*Bos primigenius f. taurus*). Mezi další zvířata, která se za dob pleistocénu pásala v travinných ekosystémech, patří osrstěný mamut, divoký kůň, jelen či sob (VAN WIEREN 1995, PRINS 1998). V době, kdy lidé zvířata nechovala, působili tito živočichové jako vnější ekologický faktor jen lokálně, např. v okolí napajedel, a to zejména zvýšeným okusem rostlin, sešlapem či hromaděním výkalů (MORAVEC ET AL. 1994). V této době bylo již možné nalézt na otevřených plochách chrastici rákosovitou (*Phalaris arundinacea*), lipnici obecnou (*Poa trivialis*), lipnici bahenní (*Poa palustris*), srhu laločnatou (*Dactylis glomerata*), děhel lesní (*Angelica sylvestris*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*), svízel slatinný (*Galium uliginosum*), vrbinu obecnou (*Lysimachia vulgaris*), vrbinu penízkovou (*Lysimachia nummularia*), smetanku lékařskou (*Taraxacum officinale*) a jiné byliny a trávy, které se dnes běžně vyskytují v obhospodařovaných travních porostech (PRINS 1998).

Přirozené travní porosty již tehdy dominovaly v říčních nivách, v nepříznivých podmínkách pro les, nad horní hranicí lesa v horských oblastech, na zamokřených stanovištích, v bažinách blízko moře, apod. (PRINS 1998, ISSELSTEIN ET AL. 2005). Před zavedením pravidelných zemědělských aktivit byla pastva velkých divokých zvířat podle nejnovějších studií zodpovědná za udržení lesních světlin a drobných bezlesých ploch. Tyto rozvolněné světliny se pravděpodobně staly vhodným místem pro založení prvních zemědělských osad (HEJCMAN ET AL. 2006).

Složení travních porostů, jak jej známe dnes, souvisí s lidskou aktivitou a používanými zemědělskými metodami v období neolitu 5 300-4 300 př. n. l., kdy se začalo rozvíjet zemědělství (ISSELSTEIN ET AL. 2005). Zemědělství vzniklo na Blízkém východě a do Evropy se šířilo rychlostí v průměru 2 km za rok (PRINS 1998). Do Čech pronikalo zemědělství podunajským kolonizačním proudem ze Slovenska (HEJCMAN ET AL. 2006). Zemědělství je definováno jako produkce primárních surovin pomocí záměrného pěstování rostlin a chovu zvířat (PRINS 1998). Pastevní odchov zvířat znamenal pro člověka přechod od loveckého způsobu života k zemědělství (PAVLŮ ET AL. 2001).

Až do starší doby železné byl chov hospodářských zvířat založen výhradně na pastvě. K nejčastěji chovaným zvířatům patřil skot, což dokazuje velký podíl nalezených kostí v neolitických vesnicích. Dále člověk choval kozy, ovce a nejméně

prasata (HEJCMAN ET PAVLŮ 2006). Domestikovaný skot se od svých předchůdců značně lišil zejména menší velikostí těla. V zimě byl dobytek odkázán z větší části sám na sebe, a tak okusoval větve stromů a keřů v pastevních lesích. Podle srovnání s písemnými záznamy z pozdějších období lze předpokládat, že se zkrmovala letnina – nasušené větve a listí stromů (HEJCMAN ET AL. 2006). V době neolitu dochází také k zásadní změně působení člověka na vegetaci. Především se tak dělo prostřednictvím domestikovaných zvířat, pomocí ohně a různých nástrojů, tj. sekerou, později kosami. Pěstováním zemědělských kultur a jejich obhospodařováním začal člověk nepřímo měnit prostředí fytoocenóz. Pod tímto tlakem došlo postupně k potlačení přírodních společenstev, ale současně také vznikala nová náhradní společenstva pastvin, luk, polí a rumišť (MORAVEC ET AL. 1994).

V době železné kolem roku 500 př. n. l. se v Evropě i u nás poprvé objevily první kosy. Nebyly to však kosy dnešního typu, ale nástroje krátké, s nimiž se musela biomasa sklízet výše nad zemí s ponecháním poměrně vysokého strniště (PRINS 1998, HEJCMAN ET PAVLŮ 2006). Ustájení zvířat bylo z hlediska vývoje travních porostů důležitým mezníkem v zemědělské výrobě. Ustájení umožňovalo zejména produkci hnoje, čímž byla podporována možnost hnojení obdělávané půdy. Z krajinného hlediska má ustájení význam i v tom, že umožňovalo vznik rozsáhlých ploch sklízených pro seno, na nichž vznikaly například ovsíkové louky (HEJCMAN ET AL. 2006).

Lesní pastva probíhala nepřetržitě již od neolitu a její intenzita se zvyšovala s nárůstem obyvatelstva. Páslo se opravdu všude a těžko bychom dnes hledali místo nepostižené v minulosti chovem hospodářských zvířat. Volná pastva v lesích se pravděpodobně rozšířila pod vlivem služebností, tj. nejrůznějších svobod a povolení, které byly dávány osadníkům (HEJCMAN ET PAVLŮ 2006). Na lesní pastvě byly často závislé nejchudší vrstvy obyvatelstva. Z tohoto důvodu byla pastva později zakázána jen na pasekách a v mlázi (HEJCMAN ET AL. 2006). První snahy vedoucí k omezení lesní pastvy se datují do 16. století (HEJCMAN ET PAVLŮ 2006).

Naším lesům výrazně ulevil velký dobytčí mor v letech 1712 až 1714, při němž údajně zahynulo více než milion kusů dobytka. Zvířata se začala postupně celoročně zavírat do stájí od konce 18. století, což umožňovalo zvýšit produkci statkových hnojiv a tím zvýšit i výnosy na orné půdě (HEJCMAN ET AL. 2006).

V období od jara do zimy se dobytek odchoval většinou pastevně až do 19. století. Rozloha luk a pastvin byla již v té době nedostatečná, a proto se také spásaly zelené úhory, páslo se také nadále v lese a v podhorských oblastech (PAVLŮ ET AL. 2001).

V druhé polovině 20. století začalo výrazně ubývat trvalých travních porostů na celém našem území a od šedesátých let se budovaly rozsáhlé pastevní areály s intenzivním hospodařením (HEJCMAN ET PAVLŮ 2006). Tradice pastvy se udržela hlavně u menších zemědělců a v podhorských a horských oblastech. V oblastech s intenzivním zemědělstvím se přešlo na stájový odchov s vysokou produkcí polních píceňin (PAVLŮ ET AL. 2001).

### **3.4.2 Pastva jednotlivých druhů zvířat**

Jednotlivé druhy pastevních zvířat různě ovlivňují strukturu a složení travního porostu.

Skot a další větší přežvýkavci jsou na rozdíl od ovcí a koz chápáni jako pastevní generalisté, což znamená, že porost spásají výrazně méně selektivně a spásají porost obvykle na výšce 3-5 cm. Malá selektivnost se vysvětluje tím, že zvířata vyžadují pro svoji výživu denně mnohem větší množství biomasy. Stejně jako koza se skot vyhýbá pokáleným a pomočeným místům, ze kterých následně vznikají nedopasky. Skot respektuje elektrické ohradníky a celkově se s ním dobře manipuluje. Ovce, podobně jako koza, je výrazný selektivní spásač, který spásá porost na výšce kolem 2-3 cm. Při pastvě vzrostlejší vegetace se výrazně vyhýbá kvetoucím travám. Ovce se nevyhýbá pokáleným místům ani po skotu, proto je často doporučována společná pastva ovcí a skotu. Oba druhy totiž dávají přednost různým druhům rostlin, a tak se vzájemně doplňují. Ovce většinou nerespektují elektrické ohradníky, protože jim vlna slouží jako výborný izolant. Pro snazší manipulaci se zvířaty je vhodné využít ovčáckých psů. Kozu nejlépe charakterizuje české přísloví „mlsný jako koza“. Koza spásá porost na výšce větší než 5 cm, vyhýbá se pokáleným místům, zaměřuje se více na střední část porostu a vylepšuje si jídelníček listy dřevin a lýkem, což může být prospěšné při omezování růstu nežádoucích stromů a keřů. Pastvu koz a ovcí je možné použít i na svahy s větším sklonem. Tato zvířata působí na půdu malým tlakem, tudíž nedochází k výraznějšímu narušování půdy, čímž se snižuje riziko eroze půdy. Kůň při pasení zachytává porost pysky a odhryzává ho tak těsně u povrchu půdy. Ve srovnání se skotem je kůň výrazně

selektivní, čímž způsobuje vznik mozaikové struktury porostu. Nepříznivým projevem koní je vylučování exkrementů na určitých částech, která jsou následně zaplevelena širokolistými šřovíky (HEJCMAN ET AL. 2002, PAVLŮ ET HEJCMAN 2006).

### **3.4.3 Pástevní systémy**

Skutečné pastviny lze zařadit podle různých hledisek do několika skupin. Nejčastěji se dělí podle intenzity obrůstání, podle možnosti využívání a podle kvality na kulturní a polokulturní. Mezi kulturní pastviny zařazujeme takové plochy, které při vysoké kvalitě píče zaručují 4, 5 (6) pástevních cyklů. Méně ošetřované pastviny, které je možné spásat třikrát, se označují jako polokulturní (MRKVIČKA ET AL. 2002).

Do poloviny 20. století byla pastva většinou neřízená a byla buď zcela volná, nebo se omezovala na příležitostnou pastvu u chlévů. Rozvoj pástevních systémů a jejich uplatňování ve větším měřítku nastal až ve druhé polovině 20. století, kdy po druhé světové válce nastala potřeba zemědělské produkce. Vývoj pástevních systémů byl v posledních 50- ti letech ovlivněn rozvojem pastvy, a to od nekontrolovatelného pasení přes oplůtkovou pastvu k pásové pastvě. Poté došlo s možností dusíkatého hnojení během pasení k navrácení se ke kontinuální pastvě, avšak při vysokém zatížení pastviny (PAVLŮ ET AL. 2001).

Intenzita obhospodařování pastviny je soubor agrotechnických opatření, tj. hnojení, obnova travních porostů, chemické ošetření, jejichž cílem je dosažení maximálního využití a výnosu pástevního porostu a následně i pasených zvířat. Intenzita pastvy je zatížení pastviny zvířaty ve vztahu k produkci rostlinné biomasy na jednotku plochy. Je tedy možné mít intenzivní pastvu na extenzivně obhospodařované pastvině (HEJCMAN ET AL. 2002, PAVLŮ ET AL. 2006c). Zatížení pastviny je vyjadřováno počtem nebo hmotností zvířat na jednotku plochy. Obvykle se v České republice udává počet dobytčích jednotek (DJ) na 1 ha pastviny. 1 DJ je 500 kg živé hmotnosti zvířete (HEJCMAN ET AL. 2002).

Typ pástevního systému je závislý na rozloze a uspořádání pastvin, počtu a druhu zvířat, stavu a možnostech oplocení pastviny, dále na půdních a klimatických podmínkách, botanickém složení porostu a na zkušenostech s pastvou (PAVLŮ ET AL. 2001).

Pastevní systémy zařazujeme do dvou základních skupin, a to na rotační a kontinuální, které tak představují jakési protipóly v pastevním obhospodařování. Všechny ostatní techniky pastvy jsou jen jejich variacemi (HEJCMAN ET AL. 2006).

Rotační pastva (*rotational grazing*) je definována jako pasení dvou a více pastvin (oplůtků), ve kterých se střídá doba pasení s dobou obrůstání oplůtku. Doba spásání pastviny je závislá na obrůstání porostu, podmínkách prostředí a na počtu zvířat na pastvině. Rotační pastva se dále rozděluje na pastvu honovou, oplůtkovou, dávkovou a pásovou (PAVLŮ 1997, PAVLŮ ET AL. 2001, HEJCMAN ET AL. 2006, PAVLŮ ET AL. 2006c). Nejvyšší produkce a příjmu píce je možné dosáhnout při výšce porostu 20-25 cm před spasením porostu. Při této pastvě mají rostliny periodu bez pasení, při níž se zvýší listová plocha rostlin a dojde tak k znovuobnovení kořenových rezerv (PAVLŮ ET AL. 2001). Při tomto způsobu pastvy se snižuje denně kvalita píce a po každém pastevním dnu má nižší kvalitu, tzn., že obsahuje více stonků a méně kvalitních druhů rostlin (PAVLŮ 1997). Menší plocha porostu je pošlapána a znečištěna výkaly, porost je méně ovlivněn selektivní pastvou. Tento typ pastvy podporuje zejména vytrvalost jetelovin (PAVLŮ ET AL. 2001).

Kontinuální pastva (*continuous stocking*) je definována jako nepřetržité pasení dobytka v jednom oplůtku během roku nebo pastevní sezóny. Většinou je využívána na rozsáhlých celcích polopřirozených travních porostů při nízkém zatížení pastviny nebo na menších intenzivně obhospodařovaných pastvinách s vysokým zatížením. Výhoda tohoto systému spočívá v menší finanční náročnosti na oplocení, menšího počtu napájecích míst a nižší spotřeby práce na manipulaci se zvířaty. Nevýhodou je obtížná regulace kvality vypasení v rámci jedné sezóny (PAVLŮ 1997, PAVLŮ ET AL. 2001, HEJCMAN ET AL. 2006, PAVLŮ ET AL. 2006c).

Kontinuální pastva se dále rozděluje na pastvu kontinuální extenzivní a kontinuální intenzivní (PAVLŮ ET AL. 2001).

Kontinuální intenzivní pastva je vysoce produktivní využívání pastvin. Zatížení pastviny zvířaty se pohybuje 1,5-3,0 DJ·ha<sup>-1</sup>, které se mění podle intenzity nárůstu píce buď změnou rozlohy pastviny, nebo počtem zvířat (PAVLŮ ET AL. 2001). Intenzivní pastva mění strukturu travinného porostu v tom smyslu, že se porost stává homogenní a má minimální množství odumřelé hmoty (PAVLŮ 1997). Výška porostu v průběhu pastevní sezóny se pohybuje mezi 7-12 cm u pastvy skotu a 4-6 cm u

pastvy ovcí (PAVLŮ ET AL. 2001). V tomto typu pastvy se však vyskytuje problém s rostoucím podílem nedopasků, které jsou způsobeny hromaděním exkrementů. Na takto pasených plochách může jejich podíl tvořit až 20 % plochy pastviny (PAVLŮ ET AL. 2006a). Intenzivně spásané porosty jsou také atraktivnější pro pasoucí se zvířata, protože porost obsahuje vysoký obsah bílkovin s lehkou stravitelností (PAVLŮ 1997).

Kontinuální extenzivní pastva, tzv. volná pastva, představuje neregulované využití pastvin. Zvířata spásají porost selektivně, tzn. nejprve jsou spásány nejhodnotnější rostliny a až poté méně hodnotné již přestárlé rostliny. Oproti intenzivní pastvě se zatížení pastviny zvířaty se pohybuje v rozmezí 0,5-1,0 DJ·ha<sup>-1</sup> (PAVLŮ ET AL. 2001). Extenzivní pastva má za následek nadbytek píce vzhledem k potřebám zvířat, dále se dosahuje píce s nízkým obsahem bílkovin a vysokým obsahem buněčných stěn v rostlinných pletivech. Zejména z těchto uvedených důvodů je píce pro zvířata méně stravitelná. Tento typ pastvy také produkuje vyšší akumulaci odumřelé hmoty oproti pastvě intenzivní (PAVLŮ 1997, PAVLŮ ET AL. 2006c). Pastva s nízkou intenzitou je ale naopak žádoucí v ochraně a zachování diverzity travního porostu, zejména díky menšímu sešlapávání půdy, hromadění výkalů a zvláště pak rozdílnému odstraňování rostlinného materiálu selektivními býložravci (BAKKER 1998).

Při porovnání pastevních systémů bylo zjištěno, že u kontinuálně a rotačně pasených porostů není výrazně rozdílná produkce sušiny ani chemické složení píce při stejných půdních a klimatických podmínkách. Travní porosty totiž vykazují výraznou plasticitu k různému způsobu obhospodařování. Rozložení hmoty se však liší v jednotlivých výškách. Obecně lze říci, že při kontinuální pastvě porost vykazuje vyšší obsah dusíkatých látek a nižší obsah vlákniny. Toto je možné kompenzovat vhodným příkrmem nebo pastvou na starším porostu (PAVLŮ ET AL. 2001).

V souvislosti techniky pastvy ve vztahu ke zvířatům lze pastvu dále rozdělit na nátlakovou a volnou (PAVLŮ ET AL. 2001).

Za nátlakovou pastvu lze považovat tu, při které zvířata nutíme pást určitý typ porostu bez možnosti výběru. U této pastvy se podíl nedopasků pohybuje v rozmezí 5-20 % v závislosti na kvalitě porostu (HEJCMAN ET AL. 2002). Do tohoto systému můžeme zařadit všechny formy rotační pastvy a intenzivní kontinuální pastvy

(PAVLŮ ET AL. 2001). U volné pastvy mají zvířata neomezeně k dispozici různé typy porostů lišících se kvalitou a sama si řídí množství příjmu píce podle momentální potřeby (HEJCMAN ET AL. 2002). Podíl nedopasků je výrazně vyšší než v případě pastvy nátlakové (PAVLŮ ET AL. 2006c).

### **3.5 Ovlivnění struktury a složení travního porostu pastvou**

V mnoha studiích provedených po celém světě byl zjištěn pozitivní vliv pastvy na strukturu a složení travinných ekosystémů (BAKKER 1998, WALLISDEVRIES 1998), ale i na živočichy, kteří tyto ekosystémy obývají (OLFF ET RITCHIE 1998). BAKKER (1998) však poznamenává, že je důležité přihlédnout nejprve k tomu „kde se pase“ než „jak se pase“. V mnoha studiích se podceňuje vliv ostatních faktorů, které se podílejí na botanickém složení travního porostu (PIEK 1998). Vliv přírodních podmínek lze ukázat na příkladu pastvy s mírnou intenzitou, kterou zkoumali v oblasti Dehesa ve Španělsku. Bylo zjištěno, že na strukturu a druhové složení porostu neměla pastva takový vliv jako hydrologické podmínky, dostupnost světla či chemismus půd (PECO ET AL. 2006). Heterogenita travního porostu je tedy ovlivněna celou řadou jiných vlivů (PAVLŮ ET AL. 2006b).

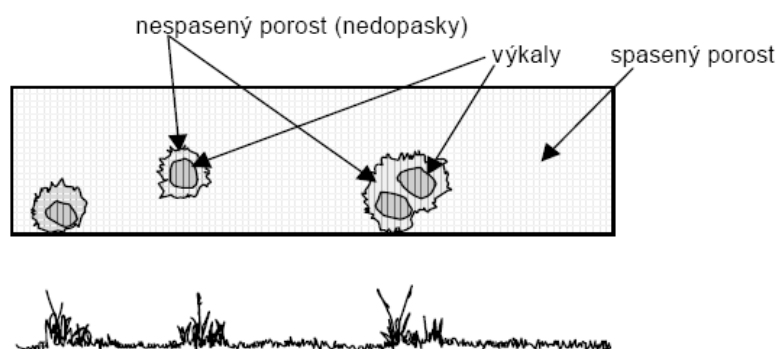
Pastva dobytka ovlivňuje travní porost přímo a nepřímo. Nepřímý projev pastvy se projevuje zvýšením čistého výnosu píce odstraněním starých a odumřelých částí rostlin. Díky zvýšení hustoty přízemní vrstvy porostu je vlivem pastvy zajišťována vyšší vlhkost v porostu (PAVLŮ ET AL. 2006e).

Mezi přímé vlivy pastvy patří selektivní spásání rostlin, redistribuce moči a exkrementů a poškození drnu (VAN WIEREN 1995, WALESDEVRIES 1998, PAVLŮ ET AL. 2006e).

Selektivní spásání rostlin je výsledkem volby zvířat mezi jednotlivými druhy rostlin, ale i jejich rostlinnými částmi (BULLOCK ET AL. 2001, ROOK ET TALLOWIN 2003, ROOK ET AL. 2004). Selektivní spásání má za následek následnou vyšší heterogenitu a prostorovou rozmanitost porostu (CORREL ET AL. 2003, PAVLŮ ET AL. 2006f). Různé preference ve spásání rostlin se objevují u různých druhů zvířat, ale dokonce i u jedinců v rámci jednoho druhu (PAVLŮ 1997). Zvířata totiž více vyhledávají velmi chutné druhy a naopak jiné druhy rostlin spásají velmi zřídka nebo je nechávají nedotčené (ROOK ET TALLOWIN 2003).

Dalším přímým vlivem ovlivňujícím výrazně stanoviště je redistribuce moči a exkrementů (OLFF ET RITCHIE 1998, WALLISDEVRIES 1998, HEJCMAN ET AL. 2005). Takto zasažené plochy jsou označovány jako mastná místa (*hot spots*) (ROOK ET TALLOWIN 2003, ISSELSTEIN ET AL. 2005). Na těchto mastných místech se mění konkurenceschopnost mezi jednotlivými druhy rostlin. Zvířata se těmto místům vyhýbají a jsou nuceni spásat mladou a nižší píci na již jednou spasených plochách, tzn., na pastvině se poté střídají plochy nízké intenzivně spávané s nepasnými plochami (ISSELSTEIN ET AL. 2005). Vzniká tak pastvina s heterogenním porostem založeném na mozaikovitém uspořádání (CORREL ET AL. 2001, DURU ET AL. 2005). V jedné nizozemské studii se uvádí, že dobytek odpočívá na sušším porostu pastviny, který nespásá, což vyplývá z velké hustoty pokálených míst s výskytem vysokých bylin. Na těchto místech byly těmito druhy rostlin nahrazeny pomalu rostoucí druhy (BAKKER 1998).

Selektivním spásáním rostlin a redistribucí moči a exkrementů vznikají na pastvině tzv. nedopasky (PAVLŮ ET AL. 2006a) (Obr. č. 1).



Obr. č. 1 – Struktura nedopasků na pastvině  
(Zdroj obr.: PAVLŮ ET AL. 2006a)

Od okolního porostu se nedopasky liší zejména svou výškou, strukturou porostu, ale i jeho druhovým složením. Bylo zjištěno, že nedopasky představují ideální místo pro generativní rozmnožování rostlin, zejména pro klíčení semen a nerušený růst semenáčků mladých rostlin. Dále představují také vhodný úkryt a potravu pro hmyz a mnoho druhů ptáků (PAVLŮ ET AL. 2006a). Význam nedopasků by však neměl být přeceňován (MLÁDEK 2005). Nedopasky mohou mít totiž škodlivý vliv, zejména při šíření širokolistých plevelů, které zvířata nepřijímají (HEJCMAN ET AL. 2002). Problém s nedopasky lze vyřešit společnou pastvou ovcí a skotu (PAVLŮ



ET AL. 2001) nebo zkombinovat pastvu a občasné pokosení těchto nedopasků (PLANTUREUX ET AL. 2005).

Významným prvkem, který též umožňuje zachycení a vyklíčení semen je disturbance půdního povrchu (PAVLŮ 1997, ADLER ET AL. 2001). Tato narušená místa (*gaps*), která způsobují velcí býložravci, jsou schopny využívat zejména krátce žijící druhy rostlin. Dlouhožijící druhy rostlin jsou naopak pastvou poškozovány a nejsou tak schopni využívat nových volných plošek (*patches*) (BULLOCK ET AL. 2001). Všeobecně je druhová pestrost travních porostů vyšší, pokud je porost udržován krátký na určité výšce. V takovýchto porostech se také vyskytuje minimální procento odumřelé hmoty, čímž se řízená pastva prokazuje jako výborný nástroj k udržení nízkorostoucí vegetace (BIGNAL ET MCCRACKEN 1996, PYKÄLÄ 2004).

BAKKER (1998) považuje porovnání pasených a nepasených variant za nejjednodušší způsob, jak zjistit vliv pastvy na strukturu a složení travního porostu. Odezva rostlinného společenstva na různé pastevní systémy ovšem vyžaduje zakládat dlouhodobé experimenty, které zaručí přesnější informace (BULLOCK ET AL. 2001).

Vlivem opakované defoliace je v pasených travních porostech podpořeno obrůstání rostlin, což podporuje menší akumulaci odumřelé hmoty, která by stínila mladým rostlinám a bránila jim tak v dalším vývoji. V intenzivně spásaných porostech se vlivem silného pastevního tlaku travní porost mění ve prospěch nízkých druhů s přízemní listovou růžicí (BAKKER 1998, BULLOCK ET AL. 2001), tj. smetanka lékařská (*Taraxacum officinalis*), sedmikráska chudobka (*Bellis perennis*) či jitrocel větší (*Plantago major*), a dochází tak k vytvoření porostu s homogenní strukturou. Rostliny, které jsou přizpůsobeny opakované defoliaci, mají pozitivní odezvu na pastvu. Jde například o jetel plazivý (*Triforium repens*) a jílek vytrvalý (*Lolium perenne*). Oba ty druhy dominují právě v kontinuálně pasených travních porostech (PAVLŮ ET AL. 2001).

V intenzivně spásaném porostu jsou některé druhy nahrazovány nežádoucími druhy, které si vytvořily obranné mechanismy. K těmto adaptacím na pastevní tlak lze zařadit jedovatost, trnitost či nechutnost (BAKKER 1998, HEJDUK ET HEJCMAN 2006). V travním porostu se můžeme nejčastěji setkat například s těmito jedovatými rostlinami: pryskyřník (*Ranunculus* sp.), sasanka (*Anemone* sp.), řeřišnice luční

(*Cardamine pratensis*), krabilice mámivá (*Chaerophyllum temulum*), ocún jesenní (*Colchicum autumnale*), atd. a s těmito trnitými rostlinami: pcháč (*Cirsium* sp.), bodlák (*Carduus* sp.), jehlice trnitá (*Ononis spinosa*), či dřevinami jako je růže šípková (*Rosa canina*), trnka obecná (*Prunus spinosa*), atd. (HEJDUK ET HEJCMAN 2006).

Pokud dojde k úplnému vyloučení pastvy, jsou nízké druhy nahrazeny vysokými druhy trav a bylin, které nejsou odolné pastevnímu tlaku. V takto opuštěných porostech se akumuluje odumřelá hmota a postupem času dochází k degradaci travinného společenstva ve prospěch křovinných a lesních společenstev (BAKKER 1998).

ADLER ET AL. (2001) sestavili simulační model, jehož prostřednictvím se snažili vysvětlit, jak pastva ovlivňuje konečný stav konkurenceschopnosti rostlinných druhů. Model porovnává jednotlivé rostlinné druhy a různé formy pastvy v různých vegetačních typech. Výsledný vztah mezi proměnnými se lišil na různých lokalitách. Ve své studii tak předkládají hypotézu: „Jestliže je prostorová heterogenita pastvy silnější než prostorová heterogenita vegetace, pak prostorovou heterogenitu vegetace zvýší následující pastva. Prostorová heterogenita pastvy se sníží, jestliže pastva redukuje rozdíl mezi místy vegetace negativně ovlivňovanými početností selektivních zdrojů, ale zvýší se, jestliže se pastva bude stupňovat“.

Na pastvinách, které jsou využívány již delší dobu, jsou vztahy mezi rostlinami a herbivorem již do jisté míry ustáleny. S tímto předpokladem lze na dané stanoviště aplikovat různé formy pastvy a studovat změny, které na stanovišti probíhají (BULLOCK ET AL. 2001).

### **3.5.1 Odezva travního porostu na rotační pastvu**

Z výsledků experimentu, ve kterém byl pozorován vliv kontinuální a rotační pastvy na travní porost, bylo zjištěno, že na skladbu vegetace má vliv nejen samotná pastva (PAVLŮ ET AL. 2006f), ale zejména použitý pastevní způsob a načasování pastvy (BULLOCK ET AL. 2001).

PAVLŮ ET AL. (2003) studovali vliv kontinuální a rotační pastvy na strukturu a složení porostu s použitím pastevních klecí. S rotační pastvou jsou spojeny zejména vysoké druhy rostlin a bylin, kdežto v kontinuální variantě se více vyskytují druhy nízké. Tento fakt lze také zjistit z potenciální výšky porostu, která umožňuje

odhadnout změny v druhovém složení travního porostu v různých variantách. Na základě výsledku z tohoto experimentu lze konstatovat, že vysoké druhy rostlin byly v kontinuální variantě nahrazeny nízkými druhy.

Druhy, které se nejvíce vyskytují v rotační variantě, většinou ke svému vývoji potřebují klidové období bez pastvy (PAVLŮ ET AL. 2001). V našich podmínkách rotační varianta nejvíce prospívá druhům trav *Dactylis glomerata*, *Poa trivialis*, *Agrostis capillaris*, *Alopecurus pratensis*, *Holcus mollis* a bylin *Achillea millefolium*, *Aegopodium podagraria*, *Plantago lanceolata*, *Veronica chamaedrys* či *Rumex obtusifolius* (PAVLŮ ET AL. 2005, PYKÄLÄ 2005, PAVLŮ ET AL. 2006f, PAVLŮ ET AL. 2007). Nacházejí se zde zejména druhy, které jsou citlivé na častou defoliaci, tj. *Poa trivialis*, *Holcus mollis*, *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata* (PAVLŮ ET AL. 2003).

V Anglii byl v letech 1990-1998 studován vliv pastvy ovcí s mírnou intenzitou. Po zavedení jarní a podzimní pastvy zaznamenali zvýšení druhové diverzity, zejména u dvouděložných druhů (BULLOCK ET AL. 2001). Toto zjištění souhlasí i s výsledky experimentu SMITH ET AL. (2000). Zvýšení počtu dvouděložných rostlin v pasených variantách je důkazem možnosti kolonizování těchto variant novými druhy (BULLOCK ET AL. 2001).

### **3.5.2 Odezva travního porostu na kontinuální pastvu**

V experimentu probíhající v Krkonoších, kde je pastva prováděna prostřednictvím vysokohorského skotu *Highland*, bylo zjištěno, že pastva s mírnou intenzitou může být prevencí výskytu vysokých druhů rostlin (HEJCMAN ET AL. 2005). V malém měřítku vykazuje kontinuální intenzivní a kontinuální extenzivní pastva větší druhovou diverzitu než v neobhospodařované variantě, ve které dominují pouze vysoké druhy trav a bylin (PAVLŮ ET AL. 2006a).

Ve struktuře travního porostu lze při porovnání výšky v extenzivně a intenzivně pasených plochách zjistit velkou časovou variabilitu (CORREL ET AL. 2003). V kontinuálně pasené variantě se v našich podmínkách nejvíce vyskytují zástupci druhů trav *Agrostis capillaris*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis* a z bylin *Bellis perennis*, *Leontodon autumnalis*, *Taraxacum sp.*, *Trifolium repens*, *Veronica chamaedrys*, *Veronica serpyllifolia* (PAVLŮ ET AL. 2005, PAVLŮ ET AL. 2006f, PAVLŮ ET AL. 2007). V této variantě naopak dochází k výraznému ubývání

vysokých druhů trav, např. *Elytrigia repens*, *Alopecurus pratensis* či *Poa trivialis* (PAVLŮ ET AL. 2006f).

Intenzivní varianta pastvy způsobuje v porovnání s extenzivní variantou homogennější strukturu porostu a celkově se skládá z tolerantnějších nízkých druhů, které jsou odolné pastevnímu tlaku (PAVLŮ L. ET AL. 2008). V této variantě produkují rostliny také velké množství malých jedinců (PAVLŮ ET AL. 2008). Typickým druhem intenzivně spásaných ploch, který snáší velký pastevní tlak a má rád zejména místa s příznivými světelnými podmínkami, je *Trifolium repens* (ADLER ET AL. 2001). V experimentu, který probíhal na pastvině v Jizerských horách, pozorovali CORREL ET AL. (2003) v intenzivní variantě pastvy druhy *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra* a *Trifolium repens*.

Podle BAKKER (1998) způsobuje extenzivní pastva nerovnoměrné rozložení exkrementů, což má za následek zvýšení výměny živin jen místy, ve kterých jsou koncentrovány živiny. Ve větším měřítku však tento typ pastvy způsobuje nižší dostupnost živin a zároveň předchází k akumulaci odumřelé hmoty. Extenzivní varianta podporuje selektivní spásání travního porostu (ROOK ET AL. 2004), které se následně projevuje mozaikou opakovaně spásaných míst s nízkým porostem a vysokými nedopasky (BAKKER 1998) s průměrnou výškou porostu 10 cm. V těchto plochách převažují vysoké a středně vysoké druhy rostlin, například *Alopecurus pratensis* a *Gallium mollugo* (CORREL ET AL. 2003).

Pozitivní vliv nedopasků byl pozorován v experimentu (CORREL ET AL. 2003), ve kterém bylo zjištěno, že mnoho ohrožených druhů rostlin, které nesnášejí opakovanou defoliaci a v porostu se udržují prostřednictvím generativního rozmnožování, mohou být zachovány, pokud bude v travním porostu vhodná nika. Ta nejvhodnější se podle výsledků vyskytuje právě v extenzivně pasených plochách.

### **3.5.3 Odezva travního porostu na ponechání ladem**

Ponechání travního porostu ladem bez obhospodařování přináší významné změny ve složení a struktuře travního porostu (PAVLŮ L. ET AL. 2008). Z předcházejícího stavu, který byl závislý na obhospodařování travního porostu, má odstranění vlivu defoliacie za následek pokles druhové diverzity a celkově způsobí uniformitu travinného společenstva (PAVLŮ ET AL. 2005).

Akumulace odumřelé hmoty výrazně neposkytuje dostatečné množství pronikání světla k půdě a stává se tak mechanickou zábranou vývoje mnoha rostlinných druhů (BAKKER 1998). V Jizerských horách byl v experimentu zkoumán vliv ukončení pastvy na travní porost (PAVLŮ L. ET AL. 2008). Byl pozorován konkurenční boj o světlo u bylin a trav (OLFF ET RITCHIE 1998). Pokryvnost zvýšily zejména druhy, které jsou adaptovány vysokým vzrůstem a vytvářením velkých listů. Tato adaptace je zřejmě reakcí na nedostatek světla v neobhospodařovaném porostu. V experimentu se po počátečním rychlém nárůstu ustálily druhy trav *Holcus mollis* a *Elytrigia repens* na stejné úrovni pokryvnosti. Po prvotním vzestupu ve druhém roce pozorování byl zaznamenán pokles pokryvnosti u druhů *Poa trivialis* a *Agrostis capillaris*. *Poa trivialis* je vysoce citlivá na akumulaci odumřelé hmoty, a proto se z neobhospodařovaných porostů postupem času vytrácí (PAVLŮ L. ET AL. 2008). V jiném experimentu, který studoval také vyloučení pastvy, nebyl již po druhém roce *Trifolium repens* zaznamenán. Rozdíly mezi různě pasenými variantami kompletně vymizely během pěti let pozorování. Dominantními druhy se staly vysoké druhy bylin a trav (PAVLŮ ET AL. 2005).

Z experimentů vyplývá, že se v neobhospodařovaných plochách nejvíce vyskytují nitrofilní druhy vysokých trav *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Deschampsia cespitosa*, *Elytrigia repens*, *Holcus mollis* a vysokých bylin *Aegopodium podagraria*, *Anthriscus sylvestris*, *Galium album*, *Ranunculus repens*, *Rumex acetosa* a *Rumex obtusifolium*. Tyto druhy rostlin jsou naopak pastvou ve vývoji omezovány a z paseného porostu se rychle vytrácejí (HEJCMAN ET AL. 2005).

V experimentu, který probíhal v jižním Finsku, byl zkoumán vliv pastvy po opuštění pastviny (PYKÄLÄ 2004). Byla zkoumána plocha kontinuálně pasená, plocha nepasená 3-8 let a plocha opuštěná více než 10 let. Bylo zjištěno, že druhy střední a nižší se více vyskytovaly v dříve pasených plochách než v plochách opuštěných, naopak vysoké druhy byly více zastoupeny v nepasených variantách. Z výsledků bylo též patrné, že vyšší druhová diverzita byla vyšší na plochách nepasených 3-8 let než na plochách opuštěných více než 10 let. V pasených variantách byly ze všech druhů nejpočetnější druhy *Alopecurus pratensis* a *Trifolium repens* (PYKÄLÄ 2005).

### 3.6 Pastva jako nástroj ochrany biodiverzity trvalých travních porostů

Ekosystémy travních porostů jsou velmi bohatá společenstva rostlin, živočichů a ostatních organismů, které mají podstatný význam pro zachování biodiverzity, zejména pokud se jedná o vzácné a ohrožené druhy organismů. Funkce travních porostů je proto v oblastech, které vyžadují ochranu, nezastupitelná (ŠOCH 2009).

Na našem území je vliv člověka na utváření krajiny a vegetace nezpochybnitelný. Bez jeho zásahu by se na většině našeho území nacházely rozsáhlé lesy (POTT 1998, HEJCMAN ET AL. 2006). Stoupající zalidnění nutilo zemědělce ustupovat do vyšších, méně úrodných poloh, ve kterých následně vznikaly horské luční enklávy. Šetrné hospodaření v těchto oblastech vedlo k udržení či vzniku celé řady rostlinných společenstev. Tato společenstva se stala v poslední době předmětem zájmu mnoha ochranářů (PAVLŮ ET AL. 2001).

Od padesátých let 20. století začaly na celém našem území trvalé travní porosty výrazně ubývat. Úbytek travních porostů se projevil hlavně v horských oblastech, které byly zalesňovány. V šedesátých letech byly budovány rozsáhlé pastevní areály s intenzivním obhospodařováním (HEJCMAN ET PAVLŮ 2006). Intenzifikace zemědělství, zejména drenážování a kultivace půdy, aplikace velkých dávek umělých hnojiv a pesticidů, zapříčinila ohromnou degradaci přírody a ztrátu mnoha rostlinných i živočišných druhů (BAKKER ET LONDO 1998, ISSELSTEIN ET AL. 2005). V této době byla však také vyhlašována chráněná území, ve kterých byla pastva dobytka zakázána (HEJCMAN ET PAVLŮ 2006).

Zprvu byl přístup ochranářů takový, že došlo k vyloučení všech hospodářských zásahů ve snaze konzervovat přírodní stav (PAVLŮ ET AL. 2001). Konzervační přístup ochrany přírody v péči o mnohá nelesní chráněná území je naštěstí již minulostí (HEJCMAN ET AL. 2002). Absence obhospodařování totiž způsobila degradaci společenstev a na mnoha stanovištích nastoupila sukcese směřující k lesnímu společenstvu. Tento fakt potvrdil BAKKER (1998) z mnoha experimentů, ve kterých se biodiverzita a ekologická hodnota těchto porostů podstatně snížila. Bylo zjištěno, že skončení obhospodařování pastvou podporuje akumulaci odumřelé hmoty, která podporuje zvýšení pokryvnosti vysokých druhů

trav a bylin, homogenitu porostu a posléze zarůstání travního porostu dřevinami (BAKKER 1998, ISSELSTEIN ET AL. 2005).

Ochranáři si uvědomili, že výskyt mnohdy vzácných druhů závisel na způsobu obhospodařování, který byl v minulosti na lokalitě uplatňován. V dnešní době se tak často zabýváme myšlenkou, jak o tyto lokality efektivně pečovat (HEJCMAN ET AL. 2002). V současné době se již o tato stanoviště pečuje dynamickým přístupem, který využívá tradiční způsoby obhospodařování (PAVLŮ ET AL. 2001).

Na biodiverzitu travních porostů má vliv mnoho managementových opatření. Jedná se zejména o hnojení, pastvu a kosení (PLANTUREUX ET AL. 2005). O efektivním způsobu, který by zachoval rostlinná společenstva zahrnujících i ohrožené druhy rostlin, zatím není příliš známo. Aplikovaný management by se měl v první řadě řídit typem rostlinného společenstva, a dále by se měl vyhnout aplikování umělých hnojiv a pesticidů, drenážování půdy a volit pastvu s mírnou intenzitou (VAN WIEREN ET BAKKER 1998).

Jednou z možností, jak navrátit rostlinná společenstva formující druhově bohaté travní porosty, u kterých bylo upuštěno od obhospodařování, je extenzivní pastva (PLANTUREUX ET AL. 2005). Pastvinářství je velmi cennou kulturní tradicí. Rozumným využitím půdy by tak mohlo poskytnout přijatelný kompromis mezi obhospodařením půdy a ochranou přírody (WALLISDEVRIES 1998). Pastva skotu jako managementové opatření sloužící k zachování druhové rozmanitosti travinných ekosystémů se nikdy nezabývá malými a homogenními oblastmi, ale naopak pokrývá rozsáhlé a heterogenní oblasti. Vlivem různých podmínek se často pro danou oblast hodí jiný typ managementu (BAKKER 1998).

Od devadesátých let 20. století se v našich podmínkách pastva do horských a podhorských oblastí opět vrátila a začala být vyhledávaným způsobem obhospodařování v chráněných územích (HEJCMAN ET PAVLŮ 2006).

### **3.7 Shrnutí literární rešerše**

Travní porosty jsou velice různorodá společenstva trav, jetelovin a dalších bylin, které představují důležitou součást rostlinné součásti biosféry. Díky své adaptabilitě je najdeme ve všech vegetačních pásmech po celém světě a jejich plocha zabírá čtvrtinu zemského povrchu.

Většina travních porostů vznikla a vyvíjela se pod dlouhodobým působením člověka a dobytka. Pastva tak sehrála významnou roli ve formování dnešní kulturní krajiny. Uchování těchto porostů je však podmíněno jejich pravidelným obhospodařováním. V zemích Evropy vzrůstá problém s přibývajícím plochou trvalých travních porostů a s ubývajícím počtem kusů dobytka, které by je obhospodařovaly. Zvyšuje se tak zájem o tato stanoviště a hledá se nejvhodnější způsob, který by zachoval jejich diverzitu. Travní porosty mají také celou řadu mimoprodukčních funkcí. Jako hlavní lze jmenovat jednak výbornou ochranu proti erozi půdy, dále jsou travní porosty schopny zadržet 80 až 90 % srážkových vod a vytvářejí vhodné prostředí pro celou řadu druhů z živočišné i rostlinné říše, které se zřídka vyskytují v jiných vegetačních typech.

Na skladbě a struktuře travního porostu se podílí celá řada faktorů. Jedná se zejména o přírodní podmínky, vzájemné vztahy mezi rostlinami a v neposlední řadě obhospodařování travního porostu. Při vyhodnocování experimentů by se měl brát ohled na všechny faktory, které působí na travní porost. Při volbě vhodného typu obhospodařování, který by sloužil k zachování druhové diverzity travních porostů, se v poslední době zvyšuje význam pastvy.

Pastva dobytka představuje nejlevnější, nejpřirozenější a nejpoužívanější nástroj ochrany diverzity trvalých travních porostů v posledních desetiletích. Pastva dobytka ovlivňuje skladbu travního porostu přímo selektivním spásáním, poškozením drnu a sešlapem porostu, distribucí moči a exkrementů. Nepřímo působí dobytek zvýšením čistého výnosu píce odstraněním starých a odumřelých částí rostlin. Typy pastevních systémů lze rozlišit na kontinuální a rotační. V kontinuální intenzivní variantě převládají nízké druhy rostlin s přízemní listovou růžicí, které jsou tolerantní k pastvě a vytvářejí tak homogenní porost. Za pastvu s mírnou intenzitou lze označit kontinuální extenzivní pastevní systém a v určité míře i rotační pastvu. V těchto pastevních systémech se vytváří heterogenní struktura porostu. Tyto formy pastvy vytvářejí větší podíl nedopasků, které jsou útočištěm generativně se rozmnožujících druhů rostlin a jsou také domovem pro mnoho druhů z živočišné říše. Lze tedy konstatovat, že pastva představuje vhodný nástroj v péči o trvalé travní porosty, zejména pak v chráněných územích.



## 4. METODIKA

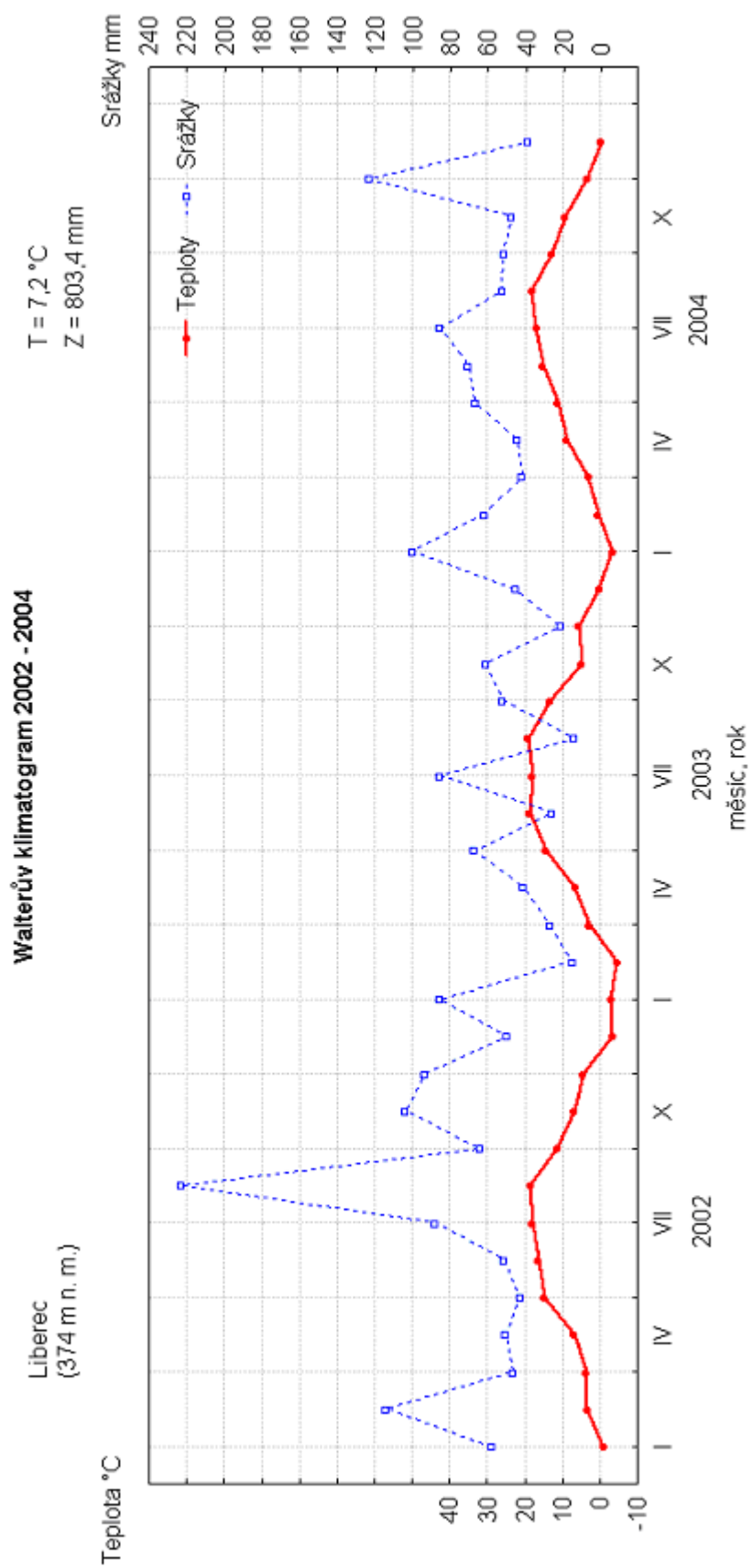
### 4.1 Popis lokality

Pokus, jehož cílem bylo studium změn struktury travního porostu při různém pastevním systému, byl založen na experimentální pastvině Výzkumného ústavu rostlinné výroby v. v. i. v Praze, Výzkumné stanice travních ekosystémů v Liberci v podhůří Jizerských hor. Pokusná pastvina se nachází přibližně 10 km severním směrem od Liberce (Obr. P 1) v nadmořské výšce 420 m n. m. u obce Oldřichov v Hájích, v lokalitě Betlém (Obr. P 2). Poloha je určena souřadnicemi 50°50' severní šířky, 15°05' východní délky v systému WGS 84. Pastvina je exponována na jihovýchodní světovou stranu se svažitostí 9°.

### 4.2 Meteorologické údaje

Dle QUITTA (1971) se území nachází v chladné klimatické oblasti CH7 s mírně chladným, vlhkým, krátkým až velmi krátkým létem, mírně chladným jarem a mírným podzimem. Oblast je charakterizována počtem 10-30 letních dnů a 140-160 mrazivých dnů a 100-120 dny se souvislou sněhovou pokrývkou. Průměrná teplota roční se v dané oblasti pohybuje kolem 7,2 °C s průměrnými ročními srážkami 803 mm

V letech 2002-2004 byla naměřena průměrná roční teplota 8,1 °C, což je hodnota nad dlouhodobým průměrem. Průměrné roční srážky v těchto letech činily 775 mm, což je hodnota pod dlouhodobým průměrem. Tyto údaje byly převzaty z meteorologické stanice v Liberci. Rozložení průměrných měsíčních teplot a atmosférických srážek v letech 2002-2004 ukazuje Walterův klimatogram (Obr. č. 2) podle NOSKA (1972). V grafu je vidět, že v roce 2003 v měsících červen a srpen došlo k přísušku.



Obr. č. 2 – Walterův klimatogram let 2002, 2003 a 2004

### 4.3 Půdní podmínky

Experimentální plocha leží na liberecké žule, na které se vytvořila kambizem typická, varieta kyselá, písčitohlinitá, středně hluboká. Chemické vlastnosti půdy byly následující  $\text{pH/KCL} = 5,1$ ,  $\text{C}_{\text{ox}} = 3,9 \%$  a obsah dostupných živin byl  $\text{P} = 64 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,  $\text{K} = 95 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,  $\text{Mg} = 92 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  podle Mehlicha III. (PAVLŮ ET AL. 2007).

### 4.4 Vegetace pokusné pastviny

Pokusná pastvina byla v osmdesátých letech odvodněna, zorána a do porostu byla přiseta produkční jetelotravní směska. Poté byla pastvina intenzivně využívána sečně a pastvou dobytka. Na počátku devadesátých let bylo jednou ročně provedeno mulčování a nedlouho poté byla pastvina opuštěna (PAVLŮ ET AL. 2007). Od roku 1992 nebylo na pastvině aplikováno hnojení (PAVLŮ ET AL. 2008).

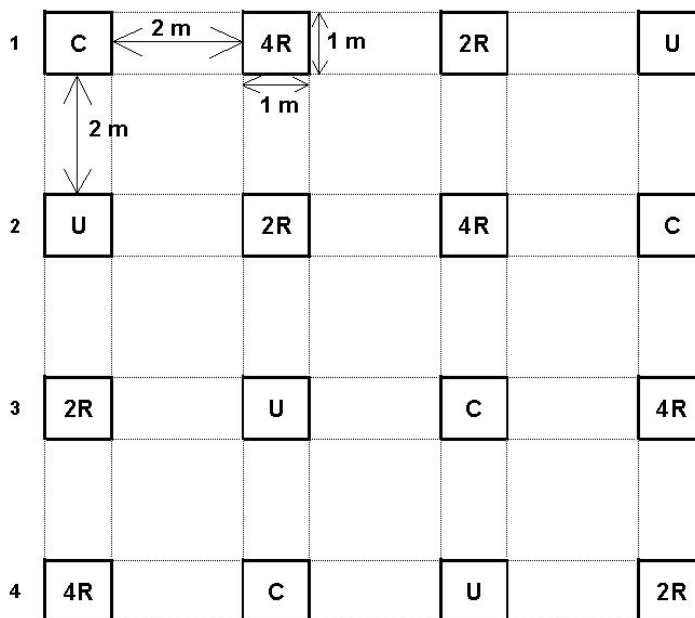
Před založením pokusné pastviny v roce 1998 byla plocha bez obhospodařování. Vegetace byla v roce 1998 klasifikována jako mezofilní ovsíková louka T 1.1 (MLÁDEK ET HEJCMAN 2006) svazu *Arrhenatherion* (CORREL ET AL. 2003), který je typický pro travní porosty nížin, pahorkatin i některých podhorských luk (MLÁDEK ET HEJCMAN 2006). Dle Klíče ke květeně ČR (KUBÁT ET AL. 2002) byly na pokusné ploše dominantními druhy *Agrostis capillaris*, *Alopecurus pratensis*, *Festuca rubra*, *Aegopodium podagraria* a *Galium album* (PAVLŮ ET AL. 2007). Od roku 1998 se porost na pastvině pravidelným intenzivním obhospodařováním postupně mění na poháňkovou pastvinu T 1.3 svazu *Cynosurion* s dominantními druhy *Agrostis capillaris*, *Trifolium repens* a *Taraxacum* spp. Tento typ porostu se ve většině Evropy vyvíjí na dlouhodobě pasených nebo sešlapávaných plochách (MLÁDEK ET HEJCMAN 2006).

Na pokusné pastvině jsou studovány různé formy obhospodařování – EG (extenzivní pastva), IG (intenzivní pastva), ECG (senoseč s následnou extenzivní pastvou), ICG (senoseč s následnou intenzivní pastvou), U (kontrolní varianta) (Obr. P 3).

### 4.5 Uspořádání experimentu

Experiment byl založen v horním okraji IG varianty na jaře v roce 2002 a trval po dobu tří let, tj. do roku 2004. Na pastvině byly aplikovány tyto varianty: kontinuální

intenzivní pastva (C), intenzivní rotační pastva se čtyřmi pastevními cykly (4R), extenzivní rotační pastva se dvěma pastevními cykly (2R) a neobhospodařovaná kontrola (U). Každá varianta byla se čtyřmi opakováními. Obr. č. 3 ukazuje rozmístění, vzdálenosti a velikost trvalých ploch jednotlivých variant v náhodných blocích.



Obr. č. 3 – Uspořádání experimentu v náhodných blocích

(Použité zkratky v obr.: C – kontinuální intenzivní pastva, 4R - intenzivní rotační pastva se čtyřmi pastevními cykly, 2R - ), extenzivní rotační pastva se dvěma pastevními cykly, U - neobhospodařovaná kontrola)

S pastvou jalovic (Obr. P 4) se vždy začalo v květnu a pastva byla zakončena v říjnu. Plochy variant C byly spásány po celou dobu pastevní sezóny neomezeně. Plochy variant 4R a 2R byly odkrývány tak, aby bylo dosaženo čtyř (květen, červen, červenec, srpen), respektive dvou (květen a srpen) pastevních cyklů. Tyto varianty byly vždy po vypasení přikryty pastevními klecemi (Obr. P 5). V neobhospodařované kontrolní variantě U byly plochy pod pastevními klecemi po celou dobu experimentu.

#### 4.6 Sběr dat

Podstatou experimentu, jehož cílem bylo zjistit změny struktury travního porostu při různém pastevním systému, byl odběr nadzemní biomasy. Sběr dat byl prováděn každý měsíc od května (dubna) do listopadu (prosinec) (Tab. č. 1). Odlíšná data sběru dat v jednotlivých letech byly způsobeny zejména díky rozdílnému počasí, v listopadu v roce 2003, resp. prosinci 2004 pak napadením sněhové pokrývky.

V tabulce jsou uvedeny skutečné termíny sběru dat, ale pro následující zpracování výsledků a grafů jsou již uvedeny referenční termíny.

Tab. č. 1 - Data sběru dat (měření výšky porostu, odběr rostlinné biomasy) v letech 2002, 2003, 2004

Odběr	Rok		
	2002	2003	2004
1.	6.5.	28.4.	30.4.
2.	6.6.	4.6.	7.6.
3.	4.7.	4.7.	2.7.
4.	5.8.	6.8.	3.8.
5.	5.9.	4.9.	31.8.
6.	3.10.	3.10.	1.10.
7.	6.11.	18.11.	1.11.
8.	6.12.		

Základní data experimentu (*base line data*) byla odebrána před začátkem pastvy 6.5.2002. Nejprve byla změřena výška porostu metodou CSHM (*Compressed sward height method*) (CORREL ET AL. 2003). Pomocí posuvného kalibrovaného talířového měřidla (*Rising plate meter*) byla změřena výška porostu po dosednutí disku na povrch porostu (Obr. P 6). *Rising plate meter* je kovová kalibrovaná tyč s kruhovým diskem o známé výšce a tlaku, který bývá obvykle mezi 1,7-5,0 kg·m<sup>-2</sup>. Takto změřená výška není povrchovou výškou, ale výškou porostu po stlačení (FRAME 1993, MLÁDEK 2005). Měření výšky porostu bylo provedeno pěti měřeními na jedné pokusné ploše (1 m × 1 m) každý měsíc od května do listopadu, resp. prosince. Těchto pět hodnot bylo při výpočtu zprůměrováno a byla tak zjištěna průměrná výška porostu po stlačení.

Po každém změření výšky porostu byly odebrány pomocí nůžek těsně nad povrchem půdy vždy dva vzorky biomasy o velikosti 0,1 m × 0,1 m z protilehlých stran každé pokusné plochy (1 m × 1 m) v každém opakování. Vzorky biomasy byly vždy odebírány z jiné části pokusné plochy, aby nebyly výsledky ovlivněny předchozím odběrem (sečí). Každý vzorek byl ihned po odběru uložen do polyetylénového sáčku se jmenovkou, na které byl vyznačen datum odběru, varianta, blok a vzorek 1, resp. 2. Ze sáčků se vytěsnil vzduch a následně se vzorky daly zamrazit na teplotu -20 °C.

V roce 2002 bylo odebráno od května do prosince celkem odebráno 256 vzorků biomasy (32 vzorků za měsíc), v roce 2003 a 2004 byl odběr prováděn od května do listopadu z důvodu napadení sněhové pokrývky, a bylo tak v každém roce odebráno 224 vzorků biomasy. Během tří let tak bylo odebráno celkem 704 vzorků biomasy.

Vzorky biomasy se následně postupně rozmrazovaly a byly rozebírány během let 2009 a 2010. Rozmražená biomasa byla rozebrána do jednotlivých rostlinných druhů vyšších rostlin a jejich částí, odumřelá hmota byla rozebírána zvlášť na byliny a trávy (Obr. P 7), které byly ukládány do papírových sáčků a popsány stejným způsobem jako při odebrání vzorků (Obr. P 8). Odumřelá hmota byla tvořena stařinou a rostlinným opadem (PAVLŮ 1997). Rozebrané vzorky byly následně usušeny při teplotě 80 °C do konstantní vlhkosti a zváženy na kalibrovaných vahách (Sartorius BP 61) s přesností na 0,001 g.

Ve vzorcích bylo celkem zaznamenáno 32 druhů cévnatých rostlin (Tab. P 1), které byly rozděleny do funkčních skupin (Tab. č. 2). Určení jednotlivých druhů bylo provedeno dle nomenklatury KUBÁT ET AL. (2002).

Tab. č. 2 – Rozdělení zaznamenaných druhů do funkčních skupin

Nízké trávy (< 0,5 m)	Vysoké trávy (> 0,5 m)	Nízké byliny (< 0,5 m)	Vysoké byliny (> 0,5 m)	Jeteloviny
<i>Agrostis capillaris</i>	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Alchemilla vulgaris</i>	<i>Aegopodium podagraria</i>	<i>Lotus uliginosus</i>
	<i>Elytrigia repens</i>	<i>Cardamine pratensis</i>	<i>Achillea millefolium</i>	<i>Trifolium repens</i>
	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Cerastium holsteoides</i>	<i>Campanula</i> spp.	<i>Vicia cracca</i>
	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Lysimachia nummularia</i>	<i>Cirsium</i> sp.	
	<i>Festuca rubra</i> agg.	<i>Plantago major</i>	<i>Galium album</i>	
	<i>Holcus mollis</i>	<i>Ranunculus acris</i>	<i>Hypericum maculatum</i>	
	<i>Phleum pratense</i>	<i>Ranunculus repens</i>	<i>Myosotis</i> sp.	
	<i>Poa</i> spp.	<i>Stellaria graminea</i>	<i>Rumex acetosa</i>	
		<i>Taraxacum</i> spp.	<i>Rumex obtusifolium</i>	
		<i>Veronica chamaedrys</i>	<i>Urtica dioica</i>	

#### 4.7 Statistické vyhodnocení dat

V rámci diplomové práce byla vyhodnocena všechna data z let 2002, 2003 a 2004. Získaná data byla upravena prostřednictvím programu Microsoft Office Excel 2007. Data byla převedena z g·100 cm<sup>-2</sup> na kg·m<sup>-2</sup>, dále byl spočítán aritmetický průměr ze dvou odebraných vzorků z jedné plochy. Byly též sečteny hodnoty jednotlivých

rostlinných částí, ze kterých vznikla celková biomasa v sušině jednoho druhu rostliny. Výsledné hodnoty byly následně analyzovány prostřednictvím programů STATISTICA 8.0 Software (STATSOFT, TULSA) a CANOCO for Windows 4.5. program (TER BRAAK ET ŠMILAUER 2002). Pro vyhodnocení dat v CANOCO byla data dále upravena kódováním *dummy variables*. Každá z těchto proměnných odpovídá jedné hladině faktoru a obsahuje pro dané pozorování hodnotu 1.0 jen tehdy, pokud dané pozorování nabývá danou hladinu faktoru, jinak je hodnota nulová. Z toho vyplývá, že v sérii *dummy variables* kódujících jeden faktor má každé pozorování vždy jen jednu jedničku, ostatní hodnoty jsou nuly (LEPŠ ET ŠMILAUER 2000).

#### 4.7.1 Mnohorozměrné analýzy

Pro vyhodnocení dat prostřednictvím mnohorozměrné analýzy byla použita data hmotnosti nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ). Do analýzy vstupovala data každé vegetační sezóny zvláště, tj. 2002, 2003 a 2004 a poté ještě data z prvního odběru ze všech vegetačních sezón.

Nejprve byla data vyhodnocena analýzou DCA (*detrended correspondence analysis*). Na základě výsledků z této analýzy se bylo možné rozhodnout, zda dále použít unimodální nebo lineární techniku. Vzhledem k tomu, že byla velikost nejdelšího gradientu větší než 3, byla zvolena lineární přímá analýza RDA (*redundancy analysis*). V analýze RDA byla data nejprve logaritmicky transformována. Poté byla testována významnost korelace permutačním testem Monte Carlo s 999 permutacemi (*split plots permutation; whole-plot level: freely exchangeable; split-plot level: time series or linear transect*). Povahou tohoto testu je opakované znáhodnění hodnot nezávislých proměnných vůči snímkům. Procento variability bylo vysvětleno kanonickými osami ordinačního diagramu RDA analýzy, který byl vykreslen v CanoDraw (HERBEN ET MÜNZBERGOVÁ 2003). Hladina významnosti testů byla stanovena na  $\alpha = 0,05$ . Pokud nebyla tato hodnota překročena, testovaná hypotéza byla zamítnuta.

Pro kvalitativní vyhodnocení dat byl použit program CANOCO for Windows 4.5 program (TER BRAAK ET ŠMILAUER 2002).

### 4.7.2 Analýza variance

K ohodnocení druhové diverzity a funkčních skupin byla použita faktoriální analýza variance (*Factorial ANOVA*), ve které byla testována biomasa v sušině a procentuální zastoupení biomasy v sušině jednotlivých funkčních skupin vysokých a nízkých trav, vysokých a nízkých bylin, jetelovin, dále odumřelá hmota celkem, odumřelá hmota trav a bylin, výška travního porostu a významné druhy trav, bylin a jetelovin. Dále byla analýzou variance vyhodnocena komplementarita u druhů s největším zastoupením v průběhu sezóny, konkrétně v měsících květen, červen, červenec, září a listopad.

Jako kategoriální proměnné byly při analýze označeny varianta, blok a měsíc. Za náhodný faktor byl zvolen blok. K získání přehledu vlivu variant v jednotlivých měsících byla použita jednocestná analýza variance ANOVA (*One way ANOVA*) s post-hoc testem — Tukey test u statisticky významných rozdílů. Hladina významnosti testů byla stanovena na  $\alpha = 0,05$ . Pokud nebyla tato hodnota překročena, testovaná hypotéza byla zamítnuta.

Analýza variance byla zpracována v programu STATISTICA 8.0 Software (STATSOFT, TULSA)

### 4.7.3 Korelační analýza

Byla provedena korelační analýza výšky porostu změřené *Rising plate meter* a celkové odebrané biomasy ve vzorku z odběrové plošky 0,1 m × 0,1 m. Korelace je vzájemný vztah dvou proměnných a míru závislosti mezi dvěma proměnnými vyjadřuje korelační koeficient  $r$ , který může nabývat hodnot od -1 do +1.

Byla testována hypotéza, že veličiny výška porostu a celková biomasa jsou nezávislé. Při zjištění hodnoty korelačního koeficientu větším než  $r > 0,7$  je korelace velmi silná a obě hodnocené složky jsou na sobě silně závislé. Hladina významnosti testu byla stanovena na  $\alpha = 0,05$ . Pokud nebyla tato hodnota překročena, testovaná hypotéza byla zamítnuta (LEPŠ 1996).

Korelační analýza byla zpracována v programu STATISTICA 8.0 Software (STATSOFT, TULSA).



## 5. VÝSLEDKY

### 5.1 Druhové složení - mnohorozměrná analýza (RDA)

Výsledky mnohorozměrné analýzy RDA (Tab. č. 3) ukázaly, že existuje vztah mezi druhovým složením, variantami a vlivem času.

Statisticky významné rozdíly ( $P = 0,001$ ) byly zjištěny ve vegetační sezóně 2002 v obou RDA analýzách. V analýze A, ve které se testoval vliv času, vysvětluje první kanonická osa 62,2 % variability v datech, resp. 62,7 % variability dat na všech osách. V analýze B byl testován vliv interakce varianty a času. První kanonická osa vysvětlovala 26,5 % variability dat, respektive 26,8 % variability dat na všech osách. Na druhové složení travního porostu měl vliv čas (měsíc vegetační sezóny) i aplikované varianty.

Ve vegetační sezóně 2003 byl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $P = 0,001$ ) v analýze A, ve které byl testován vliv času. Výsledky z této analýzy ukázaly 18,8 % variability dat na první kanonické ose, resp. 20,0 % variability v datech na všech osách. Ve vegetační sezóně 2004 byl také zjištěn statisticky významný rozdíl ( $P = 0,021$  – na všech osách) pouze v analýze A. První kanonickou osou bylo vysvětleno 8,8 % variability dat, resp. 9,5 % variability dat na všech osách. Ve vegetačních sezónách let 2003 a 2004 nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl u analýzy B, ve které byl testován vliv varianty na druhové složení. Tento neprůkazný výsledek lze vysvětlit tak, že jednotlivé varianty se od sebe odlišily již v první vegetační sezóně 2002. V dalších letech se již vytvořené rozdíly dále neprohloubily a měnily se pouze v průběhu vegetační sezóny.

Při RDA analýze pouze prvních odběrů (6.5.2002, 28.4.2003, 30.4.2004) ve všech vegetačních sezónách byl zjištěn statisticky významný rozdíl v obou analýzách RDA, v analýze A ( $P = 0,001$ ) a v analýze B ( $P = 0,049$ ). V analýze A, ve které byl testován vliv času, je vysvětlováno první kanonickou osou 50,2 % variability v datech, resp. 51,2 % všemi osami. V analýze B byl testován vliv interakce varianty a času. První kanonická osa vysvětlovala 19,8 % variability dat, respektive 21,0 % variability dat na všech osách.

Tab. č. 3 – Výsledky RDA analýzy. Zkratky: C, 4R, 2R, U - varianty, M – měsíc, R – rok, % expl. - variabilita v datech vysvětlená na první (všech) ose, *F*-ratio - F test, *P* - value - hladina významnosti získaná permutačním testem Monte Carlo. Statisticky významné rozdíly jsou označeny kurzívou.

Testované hypotézy:

A - Ve druhovém složení nejsou žádné přímé změny v čase, které by byly společné ve všech variantách nebo byly charakteristické pro určitou variantu.

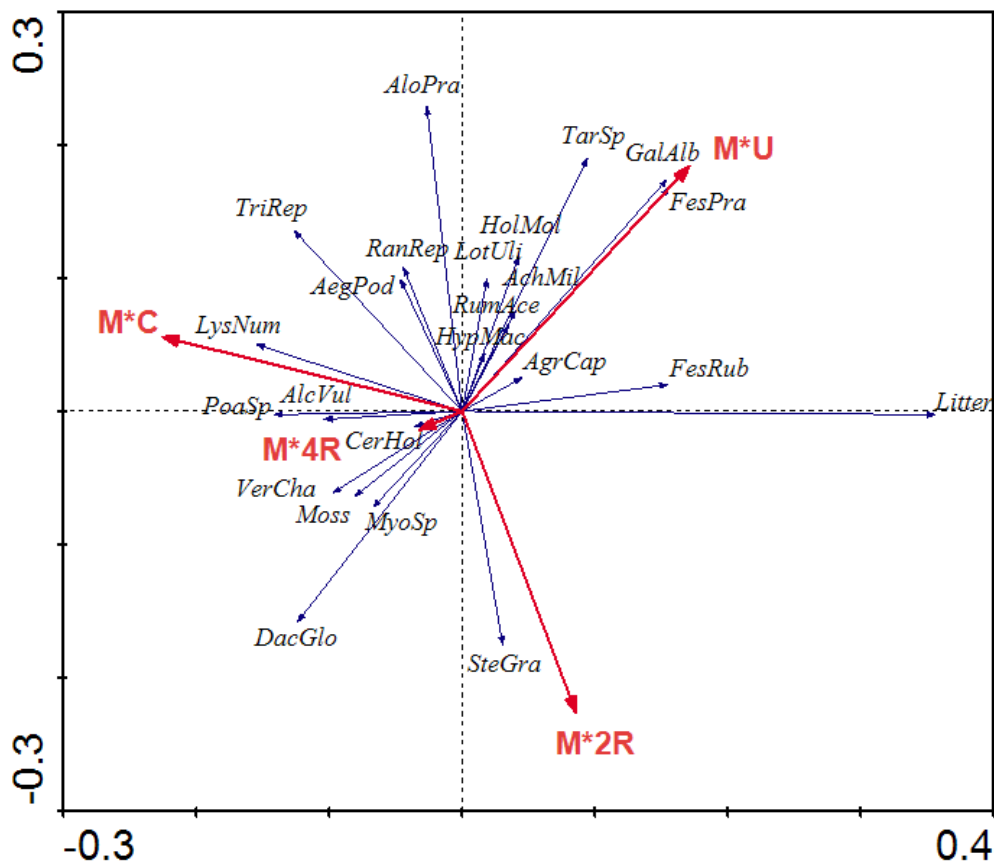
B - Ve druhovém složení je krátkodobý trend nezávislý na variantách.

Rok	Analýzy	Vysvětlující proměnné	Kovariáty	% vysvětlené první osou (všemi osami)	<i>F</i> - ratio první osy (všech os)	<i>P</i> - value první osy (všech os)
2002	A	M, M*C, M*4R, M*2R, M*U	PlotID	62.2 (62.7)	177.965 (45.398)	0.001 (0.001)
	B	M*C, M*4R, M*2R, M*U	PlotID, M	26.5 (26.8)	38.967 (13.183)	0.001 (0.001)
2003	A	M, M*C, M*4R, M*2R, M*U	PlotID	18.8 (20.0)	21.3 (5.8)	0.001 (0.001)
	B	M*C, M*4R, M*2R, M*U	PlotID, M	4.5 (5.5)	4.4 (1.8)	0.1920 (0.1910)
2004	A	M, M*C, M*4R, M*2R, M*U	PlotID	8.8 (9.5)	8.9 (2.4)	0.008 (0.021)
	B	M*C, M*4R, M*2R, M*U	PlotID, M	4.3 (4.9)	4.2(1.6)	0.1030 (0.1860)
2002	A	R, R*C, R*4R, R*2R, R*U	PlotID	50.2 (51.2)	28.2 (7.4)	0.001 (0.001)
2004	B	R*C, R*4R, R*2R, R*U	PlotID, M	19.8 (21.0)	6.9 (2.5)	0.049 (0.049)

Z ordinačního diagramu (Obr. č. 4) je patrné, že zastoupení jednotlivých druhů ve variantách bylo rozdílné. Již v prvním roce pozorování se od sebe výrazně odlišily jednotlivé varianty, přičemž nejvíce se odlišila neobhospodařovaná varianta U. Tato varianta byla negativně korelovaná se všemi ostatními variantami. Dle krátké šipky varianty 4R je zřejmé, že nebyla zjištěna významná korelace se specifickým druhovým složením.

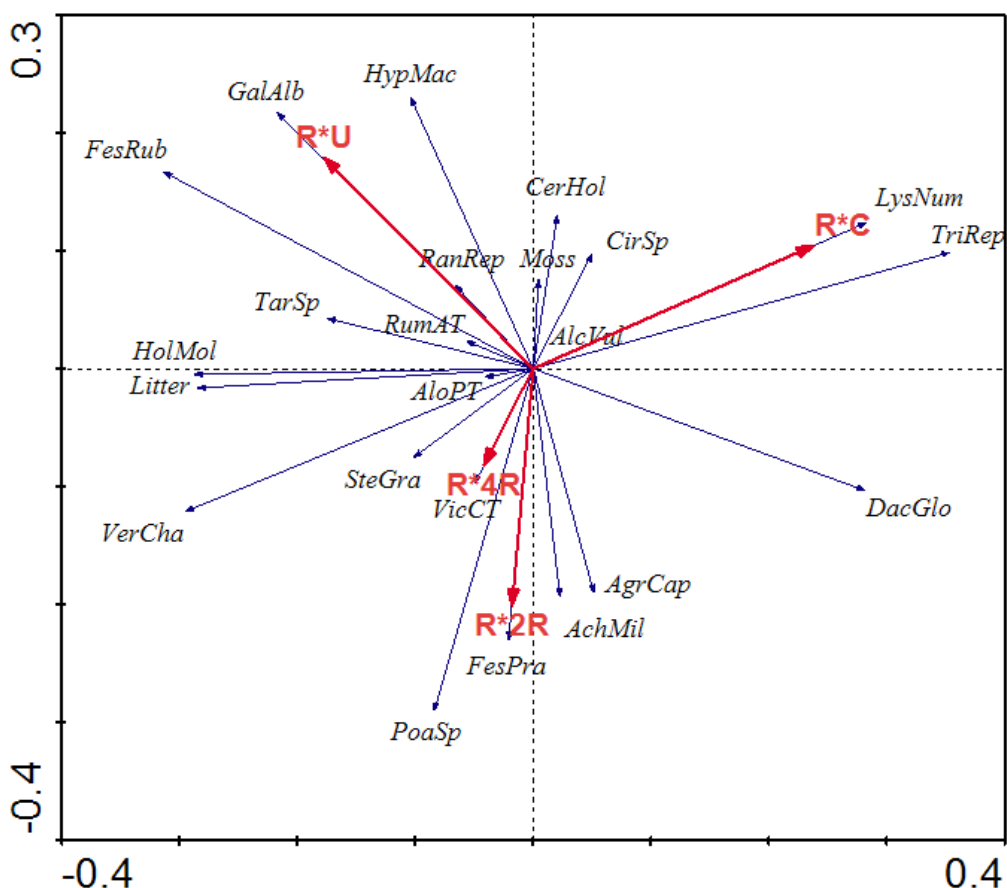
Z diagramu je patrné, že vysoké druhy bylin *Galium album*, *Achillea millefolium*, *Hypericum maculatum*, *Rumex acetosa*, ale i vysoké druhy trav *Alopecurus pratensis*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Holcus mollis* se více vyskytovaly v neobhospodařované variantě U. V této variantě byl také zaznamenán

největší počet druhů. Zajímavé je, že v této variantě byl zaznamenán i dominantní výskyt *Taraxacum* spp., která zde měla největší podíl biomasy v sušině. Tento druh je spíše typický pro kontinuálně pasené plochy, neboť snáší velmi dobře opakovanou defoliaci. Výrazně pozitivně korelovanými druhy ve variantě kontinuálně intenzivně obhospodařované C byly zejména druhy *Lysimachia nummularia*, méně pak *Alchemila vulgaris* a *Trifolium repens*. Varianta 2R s rotační pastvou se dvěmi pastevními cykly nejvíce podporovala druh *Stelaria graminea*. Odumřelá hmota se nejvíce vyskytovala v neohospodařované variantě U a ve variantě 2R.



Obr. č. 4 – Ordinační diagram analýzy B – interakce varianty a měsíce ve vegetační sezóně 2002. (Zkratky v diagramu: M – vliv měsíce, C, 4R, 2R a U – varianty, AegPod = *Aegopodium podagraria*, ArgCap = *Agrostis capillaris*, AchMil = *Achillea millefolium*, AlchVul = *Alchemila vulgaris*, CerHol = *Cerastium holosteoides*, DacGlo = *Dactylis glomerata*, FesPra = *Festuca pratensis*, FesRub = *Festuca rubra*, GalAlb = *Galium album*, HolMol = *Holcus mollis*, HypMac = *Hypericum maculatum*, Litter = odumřelá hmota, LysNum = *Lysimachia nummularia*, LotUli = *Lotus uliginosus*, Moss = mech, MyoSp = *Myosotis* sp., PoaSp = *Poa* spp., RanRep = *Ranunculus repens*, RumAce = *Rumex acetosa*, SteGra = *Stelaria graminea*, TarSp = *Taraxacum* spp., TriRep = *Trifolium repens*, VerCha = *Veronica chamaedrys*).

V ordinačním diagramu (Obr. č. 5) je zřejmý vztah jednotlivých variant vůči sobě a zastoupení jednotlivých druhů v prvních odběrech (6.5.2002, 28.4.2003, 30.4.2004) ve vegetačních sezónách 2002, 2003 a 2004. Z diagramu je patrné, že varianty U - C, U - 4R, 2R, C - 4R, 2R byly na sobě nezávislé. Pozitivně korelované byly varianty 4R a 2R.



Obr. č. 5 – Ordinační diagram analýzy B – interakce varianty a roku prvního odběru ve vegetačních sezónách 2002, 2003 a 2004.

(Zkratky v diagramu: M – vliv měsíce, C, 4R, 2R a U – varianty, *AegPod* = *Aegopodium podagraria*, *ArgCap* = *Agrostis capillaris*, *AchMil* = *Achillea millefolium*, *AlchVul* = *Alchemilla vulgaris*, *CerHol* = *Cerastium holosteoides*, *DacGlo* = *Dactylis glomerata*, *FesPra* = *Festuca pratensis*, *FesRub* = *Festuca rubra*, *GalAlb* = *Galium album*, *HolMol* = *Holcus mollis*, *HypMac* = *Hypericum maculatum*, Litter = odumřelá hmota, *LysNum* = *Lysimachia nummularia*, *LotUli* = *Lotus uliginosus*, Moss = mech, *MyoSp* = *Myosotis* sp., *PoaSp* = *Poa* spp., *RanRep* = *Ranunculus repens*, *RumAce* = *Rumex acetosa*, *SteGra* = *Stelaria graminea*, *TarSp* = *Taraxacum* spp., *TriRep* = *Trifolium repens*, *VerCha* = *Veronica chamaedrys*).

Zastoupení druhů ve variantách je podobné jako u Obr. č. 4 analýzy RDA z vegetační sezóny 2002, ale z délky šipek lze usoudit, že vliv druhů ve variantách měl mnohem větší vliv. Dominantními druhy ve variantě C byly druhy *Lysimachia*

*nummularia* a *Trifolium repens*. S nižším zastoupením se zde vyskytoval druh *Alchemilla vulgaris*. Ve variantách 4R a 2R byly zjištěny podobné druhy díky velmi úzké korelaci obou variant. S těmito variantami byly pozitivně korelovány druhy *Vicia cracca*, *Poa* spp., *Festuca pratensis*, *Achillea millefolium*, *Stelaria graminea*. Ve variantě U byl výrazně dominantní druhem *Galium album*. Méně dominantními druhy v této variantě byly *Hypericum maculatum*, *Festuca rubra*, *Ranunculus repens*. S touto variantou byl pozitivně korelován i druh *Taraxacum* spp., ale s již menším vlivem. Odumřelá hmota byla nejvíce v U variantě, dále v 2R, 4R variantách, zatímco nejméně v C variantě.

## 5.2 Druhové složení (ANOVA)

### *Biomasa v sušině (kg·m<sup>-2</sup>)*

Výsledky faktoriální analýzy variance (*Factorial ANOVA*) interakce varianty a času biomasy v sušině významných druhů ve vegetačních sezónách 2002, 2003 a 2004 jsou uvedeny v tabulkách, které jsou rozdělené do trav v Tab. P 2, do bylin v Tab. P 3 a jeteloviny v Tab. P 4.

### **2002**

Ve vegetační sezóně 2002 byly zjištěny statisticky významné rozdíly ve vlivu interakce varianty a času. Z trav se jednalo o *Agrostis capillaris* ( $P < 0,001$ ), *Alopecurus pratensis* ( $P = 0,002$ ), *Festuca rubra* ( $P = 0,045$ ) a *Poa* spp. ( $P = 0,003$ ). U jednotlivých druhů bylin a jetelovin nebyl v tomto roce zjištěn statisticky významný rozdíl u interakce varianty a času.

Z Obr. P 9 - 2002 na grafu druhu *Agrostis capillaris* je zřejmé, že byl zjištěn statisticky významný rozdíl již v měsíci červenec v interakci jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících. V tomto měsíci se od sebe odlišily varianty 4R, 2R a U od varianty C. V podobném trendu pokračoval vývoj druhu *Agrostis capillaris* v celé vegetační sezóně, kromě měsíce prosince, kdy nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. V srpnu měl největší zastoupení biomasy v sušině ve variantě 2R a v září naopak ve variantě U. Ve variantě C se podíl biomasy v sušině udržoval na stejné úrovni po celou vegetační sezónu. Vysoká tráva *Alopecurus pratensis* (Obr. P 10 - 2002) se nejvíce vyskytovala ve variantě 2R zejména na počátku vegetační sezóny v měsících červen a červenec. Pouze v květnu a červenci

byl zjištěn statisticky významný rozdíl. Podíl biomasy v sušině druhu *Festuca rubra* (Obr. P 11 - 2002) byl po celou vegetační sezónu téměř stejný. Výraznější změna nastala až koncem vegetační sezóny v měsících září a říjen, statisticky významný rozdíl ale zjištěn nebyl. Druh *Holcus mollis* (Obr. P 12 - 2002) se v průběhu vegetační sezóny 2002 nejvíce vyskytoval ve variantách 4R, 2R a U v měsíci červnu, v září ve variantě 4R a v listopadu ve variantě U. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn v prvním roce pozorování u druhu *Poa* spp. (Obr. P 13 - 2002) v měsíci červenec a srpen, kdy se nejvíce diferencovala varianta 2R od ostatních variant, ve kterých měl druh menší podíl.

Z bylin se v průběhu vegetační sezóny 2002 vyskytl podíl biomasy v sušině druhu *Achillea millefolium* (Obr. P 14 - 2002) sporadicky, největší podíl byl zaznamenán ve variantách 4R a U. Druhy *Alchemila vulgaris* (Obr. P 15 - 2002), *Galium album* (Obr. P 16 - 2002), *Hypericum maculatum* (Obr. P 17 - 2002), *Stelaria graminea* (Obr. P 19 - 2002) a *Lotus uliginosus* (Obr. P 22 - 2002) se vyskytovaly výjimečně v malém nebo žádném podílu biomasy v sušině v odebraných vzorcích. Výše jmenované druhy bylin se však více vyskytovaly ve variantě U. U byliny *Ranunculus repens* (Obr. P 18 - 2002) byl zjištěn statisticky významný rozdíl v měsíci říjen, kdy se výrazněji od sebe diferencovaly varianty 4R, U a C, 2R, přičemž tento druh ve variantách 4R a U měl největší podíl biomasy v sušině. Podíl biomasy v sušině druhu *Taraxacum* spp. (Obr. P 20 - 2002) byl proměnlivý v průběhu vegetační sezóny, nicméně největší podíl byl zjištěn ve variantách 4R a U. U druhu *Trifolium repens* (Obr. P 21 - 2002) byl zjištěn statisticky významný rozdíl ke konci vegetační sezóny konkrétně v měsíci říjen, kdy měl největší podíl biomasy v sušině ve variantě C. Podobný trend byl pozorován i v měsících září, listopad a prosinec avšak s neprůkazným rozdílem.

### **2003**

Ve vegetační sezóně 2003 byly zjištěny statisticky významné rozdíly u interakce varianty a času. Z trav se jednalo o druhy *Agrostis capillaris* ( $P < 0,001$ ) a *Festuca rubra* ( $P = 0,003$ ). U druhů z bylin byl zjištěn statisticky významný rozdíl u dvou druhů, konkrétně *Achillea millefolium* ( $P = 0,005$ ) a *Alchemila vulgaris* ( $P = 0,022$ ). U jetelovin nebyl v tomto roce zjištěn statisticky významný rozdíl u interakce varianty a času.

V roce 2003 pokračoval podíl biomasy v sušině u nízké trávy *Agrostis capillaris* (Obr. P 9 - 2003) v podobném trendu jako ve vegetační sezóně 2002, avšak s menším množstvím biomasy ve všech variantách. Statisticky významné rozdíly byly opět zjištěny v měsících od července do října, v měsících květen a listopad nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Vliv jednotlivých variant zejména pak 4R, 2R a U byl podobný, nicméně ve variantě U byl zaznamenán největší podíl biomasy v sušině v měsících červen a červenec a v měsících srpen a září ve variantě 2R. Z grafu a výsledků Tukey testu lze říci, že si jsou podobné varianty 4R a U. Nejnižší zastoupení měl druh *Agrostis capillaris* ve variantě C, ve které se podíl biomasy v sušině postupně ve vegetační sezóně snižoval. U vysoké trávy *Alopecurus pratensis* (Obr. P 10 - 2003) nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly, ale v měsíci červenec lze vysledovat podobný vývoj jako v roce 2002. Neprůkazný výsledek byl způsoben velkým rozptylem sledovaných hodnot. Nicméně největší podíl biomasy v sušině byl zjištěn ve variantě 2R a U. V měsíci květen měl největší podíl biomasy sice ve variantě 4R, ale s velkým rozptylem hodnot, které by dokazovaly souvislost s touto variantou. U druhu *Festuca rubra* (Obr. P 10 - 2003) byl zjištěn statisticky významný rozdíl v měsících červen a červenec. V těchto měsících, ale i v ostatních měsících vegetační sezóny, byl výrazný nárůst biomasy v sušině ve variantě U, která se od ostatních variant výrazně odlišila. U ostatních variant s již menším nebo téměř nulovým podílem biomasy v sušině byly varianty více méně vyrovnané a výrazně se od sebe nelišily. Druh *Holcus mollis* (Obr. P 12 - 2003) ve vegetační sezóně 2003 výrazně zvýšil svůj podíl biomasy v sušině ve variantě 4R zejména v měsících červen a červenec. Hodnoty však dosahovaly velkých rozptylů, aby byl zjištěn statisticky významný rozdíl. Menší podíl biomasy byl též zjištěn ve variantě U. U druhu *Poa* spp. (Obr. P 13 - 2003) nebyl také zjištěn statisticky významný rozdíl, ale z grafu je patrné, že největší zastoupení měla ve variantách 4R a 2R.

Oproti vegetační sezóně 2002 byl ve vegetační sezóně 2003 zvýšen podíl biomasy v sušině u všech druhů bylin, zejména pak ve variantách 4R a U. U druhu *Achillea millefolium* (Obr. P 14 - 2003) byl zjištěn statisticky významný rozdíl v měsíci červenec u interakce jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících sezóny. Největší podíl biomasy v sušině byl zjištěn v měsíci červenec, ale i v jiných měsících vegetační sezóny ve variantě 4R. V měsících srpen a září byl též

zaznamenán větší podíl biomasy ve variantě U. Druh *Alchemilla vulgaris* (Obr. P 15 - 2003) zvýšil výrazněji podíl biomasy v sušině oproti vegetační sezóně 2002 ve variantě U, konkrétně v měsíci červen. Vyšší podíl biomasy oproti jiným variantám byl též zjištěn ve variantě 4R v měsíci květen a červenec, v měsíci srpen pak ve variantě C. Ke konci sezóny již nebyl tento druh v experimentu téměř zaznamenán v žádných variantách. Bylinný druh *Galium album* (Obr. P 16 - 2003) měl výraznější podíl biomasy v sušině až v pozdějších měsících vegetační sezóny, přičemž největší podíl byl zjištěn v měsíci říjen. Statisticky významný rozdíl však zjištěn nebyl. U druhů *Hypericum maculatum* (Obr. P 17 - 2003), *Stelaria graminea* (Obr. P 19 - 2003) a *Lotus uliginosus* (Obr. P 22 - 2003) nebyl zjištěn nárůst biomasy v sušině oproti vegetační sezóně 2002 a druhy více méně zůstaly na stejných hodnotách. U druhu *Ranunculus repens* (Obr. P 18 - 2003) byl zjištěn statisticky významný rozdíl u interakce jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících, konkrétně byl zjištěn rozdíl v měsíci červen. Největší podíl biomasy v sušině byl zjištěn ve variantě U, v ostatních variantách téměř nebyl zaznamenán. Největší podíl biomasy v sušině druhu *Taraxacum* spp. (Obr. P 20 - 2003) byl zjištěn ve variantách 4R a U. V měsíci srpnu byl zjištěn statisticky významný rozdíl. V tomto měsíci se výrazně odlišila varianta U od pasených variant, ve které měl druh *Taraxacum* spp. největší podíl biomasy v sušině. Ve vegetační sezóně 2003 nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl u druhu *Trifolium repens* (Obr. P 21 - 2003). Tento druh však pokračuje podobným trendem, který byl zjištěn v sezóně 2002.

## **2004**

Ve vegetační sezóně 2004 byly zjištěny statisticky významné rozdíly ve vlivu interakce varianty a času. Z trav se jednalo o druhy *Agrostis capillaris* ( $P = 0,031$ ), *Alopecurus pratensis* ( $P = 0,005$ ) a *Holcus mollis* ( $P = 0,008$ ). U druhů z bylin a jetelovin nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl u interakce varianty a času.

Ve vegetační sezóně 2004 měl opět menší množství biomasy v sušině druh *Agrostis capillaris* (Obr. P 9 - 2004) oproti zbylým sezónám. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn v měsících červen, září a říjen u interakce jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících. Největší podíl biomasy v sušině byl zjištěn ve variantě 2R, zejména v měsících červenec, srpen, září a říjen. V těchto měsících se varianta 2R výrazně diferencovala od ostatních variant, ve kterých druh *Agrostis capillaris* nabýval podobných hodnot. Větší podíl biomasy v sušině byl zaznamenán i ve



variantě U v měsících červenec a srpen. Vysoká tráva *Alopecurus pratensis* (Obr. P 10 - 2004) byla ve vegetační sezóně 2004 nejvíce zjištěna ve variantě 2R, ve které měla největší podíl biomasy, oproti sezóně 2003 byl zde zjištěn výrazný nárůst biomasy. Statisticky významný rozdíl nebyl zjištěn patrně díky velkému rozptylu hodnot v jednotlivých opakováních. V této vegetační sezóně 2004 pokračoval stejný trend vývoje druhu *Festuca rubra* (Obr. P 10 - 2004). Byl zjištěn výrazný nárůst biomasy v sušině ve variantě U v celé vegetační sezóně. V měsíci říjen byl zjištěn statisticky významný rozdíl. V tomto měsíci, ale i v ostatních měsících avšak s neprůkazným rozdílem, se výrazně odlišila varianta U, v zastoupení biomasy si byly podobné varianty 4R a 2R. Nejmenší podíl biomasy v sušině byl zjištěn ve variantě C. Druh *Holcus mollis* (Obr. P 12 - 2004) ve vegetační sezóně 2004 navýšil podíl biomasy v sušině ve všech variantách, avšak nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. V měsíci červenec byl největší podíl zaznamenán ve variantách 4R a 2R a v měsíci září naopak ve variantě U. Ve variantě C nebyl druh *Holcus mollis* prakticky zaznamenán. U druhu *Poa* spp. (Obr. P 13 - 2004) nebyl také zjištěn statisticky významný rozdíl, ale z grafu je patrné, že největší zastoupení měl ve vegetační sezóně 2004 variantě U, zejména v měsících červenec a září, oproti předchozí vegetační sezóně, ve které měl největší podíl ve variantách 2R a 4R.

Oproti vegetačním sezónám 2002 a 2003 se zvýšil podíl biomasy v sušině u všech bylinných druhů, zejména ve variantách 4R a U. U druhu *Achillea millefolium* (Obr. P 14 - 2004) nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Ve vegetační sezóně 2004 byl podíl biomasy v sušině zjištěn ve variantě 4R a U, oproti roku 2003, ve kterém byl zjištěn největší podíl pouze ve variantě 4R. Největší podíl biomasy v sušině byl zaznamenán u druhu *Alchemilla vulgaris* (Obr. P 15 - 2004) ve variantě 4R v měsíci červen a červenec, v měsíci srpen měl největší podíl biomasy ve variantě U. Druh *Galium album* (Obr. P 16 - 2004) výrazně navýšil podíl biomasy v sušině ve variantě U, největší podíl měl však v měsíci červen. V jiných variantách tento druh zaznamenán nebyl. Statisticky významný rozdíl nebyl pravděpodobně zjištěn, protože sledované hodnoty byly s velkým rozptylem. Podobný výsledek byl zjištěn u druhu *Hypericum maculatum* (Obr. P 17 - 2004), který ve vegetační sezóně 2004 zvýšil podíl biomasy v sušině ve variantě U, zejména od měsíce srpen. U druhu *Ranunculus repens* (Obr. P 18 - 2004) nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl oproti roku 2003. Nejvyšší podíl biomasy v sušině byl zjištěn ve variantě U. Velmi

výrazný nárůst podílu biomasy byl zjištěn u druhu *Stelaria graminea* (Obr. P 19 - 2004), který byl nejvíce zastoupen ve variantě U. V měsíci červenec byl zjištěn statisticky významný rozdíl, přičemž se nejvíce odlišovala varianta U. Podobný trend, jako v měsíci červenec, byl zaznamenán i v ostatních měsících vegetační sezóny 2004. Další výrazný nárůst podílu biomasy v sušině byl zjištěn u druhu *Lotus uliginosus* (Obr. P 22 - 2004), konkrétně ve variantě U. Druh *Taraxacum* spp. (Obr. P 20 - 2004) byl variabilní v průběhu vegetační sezóny 2004. Největší podíl biomasy v sušině byl zaznamenán v měsících květen a červen ve variantách 4R a U, v červenci ve variantě 2R, v srpnu ve variantě U a v září ve variantě C a 4R. Ve vegetační sezóně 2004 byl zjištěn statisticky významný rozdíl u interakce jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících vegetační sezóny u druhu *Trifolium repens* (Obr. P 21 - 2003) ve všech měsících vegetace kromě měsíce květen a červenec, přičemž největší zastoupení biomasy v sušině bylo zjištěno ve variantě C v celé vegetační sezóně 2004, kromě měsíce srpen, ve kterém byl podíl biomasy vyrovnaný ve všech variantách.

#### **Procentuální zastoupení biomasy v sušině**

Poněkud odlišné výsledky byly získány v porovnání procentuálního zastoupení biomasy v sušině jednotlivých druhů. Jako příklad byly analyzovány druhy *Alopecurus pratensis*, *Festuca rubra* a *Trifolium repens*. Výsledky faktoriální analýzy variance jsou uvedeny v Tab. P 5.

U druhu *Alopecurus pratensis* (Obr. P 23) byl zjištěn statisticky významný rozdíl v interakci varianty a času v letech 2002 ( $P = 0,002$ ) a 2004 ( $P = 0,003$ ). Je zajímavé, že u tohoto druhu dávají výsledky z analýzy procentuálního zastoupení biomasy v sušině velmi podobné výsledky jako analýza biomasy v sušině. Největší procentuální zastoupení bylo zjištěno ve variantě 2R v roce 2004, ve kterém byl procentuální podíl biomasy v sušině v měsících červenec a srpen cca 15 % z celkové odebrané biomasy.

Analýza procentuálního zastoupení biomasy v sušině u druhu *Festuca rubra* (Obr. P 24) ukázala, že v procentuálním zastoupení v jednotlivých variantách není takový výrazný rozdíl, jaký ukázala analýza biomasy v sušině, ve které byl výrazný nárůst biomasy ve variantě U po celou vegetační sezónu ve všech letech. V interakci varianty a času byl zjištěn statisticky významný rozdíl pouze v roce 2003

( $P = 0,016$ ). Procentuální podíl biomasy v jednotlivých variantách lze shrnout následovně  $U > 2R, 4R > C$ .

U druhu *Trifolium repens* (Obr. P 25) byly zjištěny statisticky významné rozdíly v interakci varianty a času až v roce 2004 ( $P = 0,047$ ). Procentuální zastoupení biomasy v sušině bylo dle grafu výrazně vyšší ve variantě C oproti jiným variantám již v prvním roce pozorování 2002, ve kterém byl výraznější nárůst biomasy pozorován již v měsíci červenec. Dle grafů je také zřejmé, že se druh *Trifolium repens* výrazněji projevoval až v pozdějších měsících vegetační sezóny. V těchto měsících byly také zjištěny statisticky významné rozdíly v interakci jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících. Největší procentuální podíl biomasy v sušině byl zjištěn v roce 2004 v měsíci září, ve kterém byl procentuální podíl téměř 25 % z celkové biomasy v sušině ve vzorku.

### 5.3 Komplementarita druhů ve vegetační sezóně (ANOVA)

Výsledné grafy jednocestné analýzy variance (*One way ANOVA*) procentuálního zastoupení nejvýznamnějších druhů v jednotlivých variantách jsou znázorněny v příloze na Obr. P 26, Obr. P 27, Obr. P 28 a Obr. P 29.

Z grafů je zřejmé, že v sezónním vývoji porostu nedocházelo k výraznějším změnám ve složení travního porostu v průběhu vegetační sezóny. Vzhledem k tomu, že se jednalo o travní porost s dominancí *Agrostis capillaris*, byl travní porost stabilní po celou vegetační sezónu. Výjimku tvořila pouze neobhospodařovaná varianta U, ve které byl ve vegetační sezóně 2004 *Agrostis capillaris* nahrazen vysokým druhem trávy *Festuca rubra* a vysokou bylinou *Galium album*. Na Obr. P 26 varianty C je zřejmé, že v porostu probíhala nepřilíš výrazná výměna druhů *Festuca rubra* a *Trifolium repens*. Druh *Trifolium repens* měl vyšší procentuální podíl biomasy v sušině až pozdějším období vegetační sezóny na úkor druhu *Festuca rubra*.

### 5.4 Funkční skupiny (ANOVA)

#### *Biomasa v sušině (kg·m<sup>-2</sup>)*

Výsledky faktoriální analýzy variance (*Factorial ANOVA*) interakce varianty a času biomasy v sušině funkčních skupin ve vegetačních sezónách 2002, 2003 a 2004 jsou uvedeny v tabulce Tab. P 6.

## 2002

Ve vegetační sezóně 2002 byl zjištěn statisticky významný rozdíl v interakci měsíce a varianty ve funkčních skupinách vysoké trávy ( $P < 0,001$ ) a nízké trávy ( $P < 0,001$ ). U ostatních skupin nebyl statisticky významný rozdíl zjištěn.

Ve funkční skupině vysoké trávy (Obr. P 30 – 2002) byl zjištěn statisticky významný rozdíl v interakci jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících vegetační sezóny v prvním roce pozorování již v měsíci červenec. Podobný trend vývoje pokračoval po celou vegetační sezónu se statisticky významnými rozdíly až do měsíce října. V měsících listopad a prosinec nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Z grafu je zřejmé, že zastoupení podílu biomasy bylo v jednotlivých variantách podobné v celé vegetační sezóně. Dle Tukey testu lze podíl biomasy v sušině v jednotlivých měsících shrnout následovně: červenec C,  $4R < U < 2R$ , srpen C  $< 4R$ ,  $U < 2R$ , září C,  $4R$ ,  $2R < U$ , říjen C  $< 4R$ ,  $2R < U$ . Lze tedy říci, že největší podíl biomasy v sušině byl zaznamenán ve variantě U a naopak nejmenší ve variantě C. Funkční skupina nízké trávy (Obr. P 31 – 2002) byla reprezentována pouze jedním druhem *Agrostis capillaris*, jehož výsledky byly prezentovány v kapitole 5.2 Analýza významných druhů (ANOVA). Funkční skupina vysoké byliny (Obr. P 32 – 2002) byla v prvním roce pozorování zaznamenána sporadicky, nicméně byl v květnu zjištěn statisticky významný rozdíl. Největší podíl biomasy v sušině byl zjištěn ve variantě 4R. Tato varianta se dle Tukey testu od ostatních lišila. Ve funkční skupině nízké byliny (Obr. P 33 – 2002) probíhal vývoj ve vegetační sezóně variabilně v jednotlivých variantách bez zjištění statisticky významného rozdílu. Podíl biomasy v sušině v jednotlivých variantách lze shrnout následovně: květen C,  $2R$ ,  $U < 4R$ , červen C  $< 4R$ ,  $2R < U$ , červenec C,  $4R < U < 2R$ , srpen  $2R < 4R < C < U$ , září  $2R < C < 4R < U$ , říjen  $2R < C < 4R$ , U, listopad, prosinec C,  $2R < 4R$ , U. Na výsledky analýzy u skupiny jetelovin (Obr. P 34 – 2002) měl největší vliv druh *Trifolium repens*, který v této skupině tvořil největší podíl biomasy v sušině. V této skupině byl zjištěn statisticky významný rozdíl až v pozdějším období vegetační sezóny, konkrétně v měsíci říjen. V tomto měsíci byl nejvyšší podíl biomasy v sušině zjištěn ve variantě C. Na počátku vegetační sezóny 2002 v květnu byl podíl biomasy v sušině u mechu (Obr. P 35 – 2002) ve všech variantách téměř shodný. Později se začínal podíl biomasy v sušině ve vegetační sezóně odlišovat v jednotlivých variantách. V měsíci říjen byl zjištěn statisticky

významný rozdíl. Podíl biomasy v sušině v měsíci říjen lze shrnout následovně  $2R < 4R$ ,  $U < C$ . Již v prvním roce pozorování byl největší podíl biomasy v sušině mechu nejvyšší ve variantě C.

### **2003**

Ve vegetační sezóně 2003 byl zjištěn statisticky významný rozdíl v interakci měsíce a varianty ve funkčních skupinách vysoké trávy ( $P < 0,001$ ), nízké trávy ( $P < 0,001$ ) a u mechu ( $P = 0,029$ ). U ostatních skupin nebyl statisticky významný rozdíl zjištěn.

Ve funkční skupině vysoké trávy (Obr. P 30 – 2003) byl zjištěn statisticky významný rozdíl v interakci jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících vegetační sezóny v měsících červen a červenec. Podíl biomasy v průběhu v měsíce červenec lze shrnout následovně  $C < 4R$ ,  $2R < U$ , přičemž podobný trend byl zaznamenán po celou vegetační sezónu. Z grafu lze říci, že nejvyšší podíl biomasy v sušině byl zaznamenán ve variantě U. Ve vegetační sezóně 2003 byl zaznamenán podobný trend vývoje u funkční skupiny nízké trávy (Obr. P 31 – 2003) jako v minulé sezóně avšak s nižším podílem biomasy v sušině. V této sezóně byl zjištěn statisticky významný rozdíl ve všech měsících vegetační sezóny kromě měsíců květen a listopad. Podíl biomasy v sušině v jednotlivých měsících lze dle Tukey testu shrnout následovně: červen C,  $4R$ ,  $2R < U$ , červenec C  $< 4R$ ,  $2R < U$ , srpen C  $< 4R$ ,  $U < 2R$ , září C  $< 4R$ ,  $U < 2R$ , říjen  $U < C < 4R < 2R$ . Z grafu lze usoudit, že největší podíl biomasy v sušině měla skupina nízké trávy ve variantě 2R. U funkční skupiny vysoké byliny (Obr. P 32 – 2003) byl v této vegetační sezóně zaznamenán mírný nárůst biomasy v sušině. V měsících červenec a září byl zjištěn statisticky významný rozdíl. Podíl biomasy v sušině lze vyhodnotit v těchto měsících dle Tukey testu následovně: červenec C,  $2R$ ,  $U < 4R$ , září C,  $2R < U < 4R$ . Z tohoto výsledku lze vyvodit, že největší podíl biomasy v sušině v této sezóně byl zjištěn ve variantě 4R. Dle grafu na Obr. P 33 – 2003 byl zaznamenán výraznější nárůst biomasy v sušině u skupiny nízké byliny. V této sezóně byl také zjištěn statisticky významný rozdíl v měsících červen, červenec a listopad. Dle Tukey testu lze zastoupení biomasy sušině v jednotlivých variantách shrnout následovně: červen C,  $4R$ ,  $2R < U$ , červenec C,  $2R < 4R < U$ , listopad C,  $4R$ ,  $2R < U$ . Z těchto vztahů lze říci, že největší zastoupení biomasy bylo zjištěno ve variantě U. Ve funkční skupině jeteloviny (Obr. P 34 – 2003) nebyl zaznamenán výraznější nárůst biomasy v sušině a nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v průběhu vegetační sezóny. Nicméně z grafu lze

usoudit, že pokračuje podobný trend vývoje jako v prvním roce pozorování. Nejvíce biomasy v sušině bylo zjištěno zejména v pozdějším období vegetační sezóny od měsíce srpen ve variantě C. U mechu (Obr. P 35 – 2003) byl zaznamenán nápadný pokles biomasy v sušině ve všech variantách kromě kontinuálně intenzivně pasené varianty C, kde byl zjištěn největší podíl biomasy v sušině v měsících květen a červenec. V této vegetační sezóně byl také zjištěn statisticky významný rozdíl v měsíci červenec a listopad. Zastoupení podílu biomasy v jednotlivých variantách lze shrnout následovně: červenec 4R, 2R, U < C, listopad 2R, U < 4R < C.

#### **2004**

Ve vegetační sezóně byl zjištěn statisticky významný rozdíl v interakci měsíce a varianty ve funkčních skupinách nízké trávy ( $P = 0,031$ ) a u mechu ( $P = 0,001$ ). U ostatních skupin nebyl statisticky významný rozdíl zjištěn.

U skupiny vysoké trávy (Obr. P 30 – 2004) byl zaznamenán nárůst biomasy v sušině ve všech variantách, nejvíce však ve variantě U. V měsíci listopad byl zjištěn statisticky významný rozdíl. Dle Tukey testu lze vztahy v tomto měsíci shrnout následovně  $C < 4R$ ,  $2R < U$ . Podobný trend byl pozorován po celou vegetační sezónu bez statisticky významných rozdílů. Ve funkční skupině nízké trávy (Obr. P 31 – 2004) byl dle grafu zjištěn podobný nárůst biomasy v sušině jako v předchozí vegetační sezóně 2003. Ve vegetační sezóně 2004 byl zjištěn statisticky významný rozdíl v měsících červen, září a říjen. Zastoupení podílu biomasy v sušině lze dle Tukey testu shrnout následovně: červen 4R,  $U < 2R < C$ , září a říjen C, 4R,  $U < 2R$ . Z těchto vztahů lze usoudit, že největší podíl biomasy v sušině byl zjištěn ve variantě 2R. Oproti minulým sezónám byl ve funkční skupině vysoké byliny (Obr. P 32 – 2004) zaznamenán velký nárůst biomasy v sušině ve variantě U. V měsíci srpen byl zjištěn statisticky významný rozdíl, kdy se výrazně odlišila varianta U od ostatních variant. Podobný trend byl pozorován po celou vegetační sezónu 2004. Ve funkční skupině nízké byliny (Obr. P 33 – 2004) byl výrazný nárůst biomasy pozorován již ve vegetační sezóně 2003. Velmi podobný trend byl zjištěn i ve vegetační sezóně 2004. V této sezóně byl zjištěn statisticky významný rozdíl v měsíci srpen. Rozdíly nebyly pravděpodobně zjištěny díky velkým rozptylům sledovaných hodnot. Nejvyšší zastoupení biomasy v sušině bylo zjištěno ve variantě U. Ve funkční skupině jeteloviny (Obr. P 34 – 2004) byl zjištěn statisticky významný rozdíl v měsíci červen, říjen a listopad. V těchto měsících bylo zastoupení biomasy

v sušině v jednotlivých variantách dle Tukey testu následující: červen 2R, U < C, 4R, říjen a listopad 2R, U < 4R < C. V těchto měsících byl zjištěn nejvyšší podíl biomasy v sušině ve variantě C. Vyšší nárůst biomasy byl zjištěn v měsících červenec a srpen zejména ve variantě U a v září naopak ve variantě C. Podíl biomasy v sušině u mechu (Obr. P 35 – 2004) se postupně snížil ve všech variantách na minimum, nicméně nejvyšší podíl byl stále zjištěn ve variantě C. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn v měsících červenec, srpen, říjen a listopad. Podíl biomasy v sušině v jednotlivých variantách lze dle Tukey testu shrnout následovně: červenec, říjen a listopad 4R, 2R, U < C, srpen 2R, U < 4R < C.

### ***Procentuální zastoupení biomasy v sušině***

Z analýzy procentuálního zastoupení biomasy v sušině jednotlivých funkčních skupin byly získány výsledky z jiného úhlu pohledu. Výsledky faktoriální analýzy variance jsou uvedeny v Tab. P 7. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny ve stejných vegetačních sezónách a skupinách jako při analýze biomasy v sušině.

### ***2002***

Ve vegetační sezóně 2002 byl zjištěn statisticky významný rozdíl ve funkčních skupinách vysoké trávy ( $P = 0,012$ ) a nízké trávy ( $P = 0,004$ ). V ostatních skupinách nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl.

Ve funkční skupině vysoké trávy (Obr. P 36 – 2002) byl zjištěn statisticky významný rozdíl v měsíci srpen. Zastoupení procentuálního podílu biomasy v sušině v tomto měsíci lze dle Tukey testu shrnout následovně C, 4R < U < 2R. Podobný trend byl pozorován v celé vegetační sezóně. Největší procentuální zastoupení biomasy v sušině bylo zjištěno v měsíci červen ve variantě 2R, ve kterém bylo zaznamenáno cca 30 % biomasy v sušině z celkové biomasy ve vzorku. Ve vegetační sezóně 2002 bylo zjištěno nejvyšší procentuální zastoupení biomasy v sušině ve funkční skupině nízkých trav (Obr. P 37 – 2002). Statisticky významné rozdíly byly zjištěny v měsících červenec a září. Procentuální podíl biomasy v sušině v těchto měsících v jednotlivých variantách lze shrnout následovně: červenec C < 2R < 4R, U, září C < 4R < 2R, U. Ve variantách 4R, 2R a U bylo zaznamenáno podobné procentuální zastoupení biomasy v sušině, konkrétně cca 50 % z celkové biomasy ve vzorku. Procentuální podíl biomasy v sušině funkční skupiny vysoké byliny (Obr. P 38 – 2002) byl ve vegetační sezóně 2002 zanedbatelný a ani nebyl zjištěn statisticky

významný rozdíl. Procentuální podíl biomasy v sušině funkční skupiny nízké byliny (Obr. P 39 – 2002) byl variabilní po celou vegetační sezónu 2002 a nebyl v této sezóně zjištěn statisticky významný rozdíl v interakci jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících. V procentuálním zastoupení biomasy v sušině jetelovin (Obr. P 40 – 2002) byl zaznamenán významný nárůst biomasy v sušině již od měsíce červenec ve variantě C, ve které bylo zjištěno až 38 % biomasy v sušině z celkové biomasy ve vzorku. Tento trend byl zjištěn po celý zbytek vegetační sezóny. Statisticky významný rozdíl byl pozorován až v měsíci říjen a listopad. Zastoupení procentuálního zastoupení biomasy v sušině lze podle Tukey testu shrnout následovně: říjen 4R, 2R, U < C, listopad 2R < 4R, U < C. U mechu (Obr. P 41 – 2002) byl zjištěn statisticky významný rozdíl v této sezóně již od měsíce srpen, oproti výsledkům z analýzy biomasy v sušině, kde byl zjištěn rozdíl až v měsíci říjen. Procentuální podíl biomasy v sušině lze u jednotlivých variant dle Tukey testu shrnout následovně: srpen 2R < 4R, U < C, říjen 4R, 2R, U < C, listopad 2R, U < 4R < C.

### **2003**

Ve vegetační sezóně 2003 byl zjištěn statisticky významný rozdíl ve funkčních skupinách vysoké trávy ( $P = 0,002$ ), nízké trávy ( $P = 0,007$ ), nízké byliny ( $P = 0,03$ ) a u mechu ( $P = 0,002$ ). V ostatních skupinách nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl.

V této vegetační sezóně nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ve funkční skupině vysoké trávy (Obr. P 36 – 2003) oproti minulé sezóně. Procentuální podíl biomasy se ve všech variantách udržoval na podobných hodnotách, nicméně dle grafu je zřejmé, že byl zjištěn největší podíl biomasy v sušině v neobhospodařované variantě U a v rotačně pasených variantách 4R a 2R. Procentuální podíl biomasy v sušině byl oproti minulé sezóně nižší ve všech variantách, konkrétně do 20 % z celkové biomasy v sušině ve vzorku. Ve funkční skupině nízké trávy (Obr. P 37 – 2003) byl zjištěn statisticky významný rozdíl v měsících květen, září, říjen a listopad. V této sezóně byl zaznamenán výraznější úbytek biomasy v sušině ve variantě U. Dle Tukey testu lze zastoupení biomasy v sušině v jednotlivých variantách shrnout následovně: květen 4R, 2R, U < C, září C, U < 4R < 2R, říjen U < 2R < C, 4R, listopad U < 4R, 2R < C. Největší procentuální podíl biomasy v sušině byl zjištěn v měsíci červen ve variantě C až 50 % biomasy v sušině ve vzorku a v měsíci září ve



variantě 2R 40 % z celkové biomasy v sušině ve vzorku. Oproti minulé sezóně byl zaznamenán mírný nárůst biomasy v sušině ve funkční skupině vysoké byliny (Obr. P 38 – 2003) a byl zjištěn statisticky významný rozdíl v měsících červenec a září. Dle Tukey testu lze procentuální podíl v jednotlivých variantách shrnout následovně: červenec a září C, 2R, U < 4R. Z tohoto vztahu je patrné, že nejvíce biomasy v sušině vysokých bylin bylo zjištěno ve variantě 4R, konkrétně až 10 % z celkové biomasy ve vzorku. Nicméně výraznější podíl biomasy v sušině byl zjištěn v měsíci říjen i ve variantě U, ale bez statisticky významného rozdílu. Ve funkční skupině nízké byliny (Obr. P 39 – 2003) byl zjištěn statisticky významný rozdíl v měsících květen a červenec, oproti minulé sezóně, ve které rozdíl zjištěn nebyl. Procentuální podíl biomasy v sušině v jednotlivých měsících a variantách byl variabilní. V této skupině byl zaznamenán v měsících září až listopad minimální podíl biomasy v sušině. Dle Tukey testu lze procentuální podíl biomasy v sušině v jednotlivých variantách shrnout následovně: květen 2R, U < 4R < C, červenec 2R < C, U < 4R. Statisticky významný rozdíl ve funkční skupině jeteloviny (Obr. P 40 – 2003) byl zjištěn až v pozdějších měsících vegetační sezóny, konkrétně v měsících říjen a listopad. Nicméně byl i v této sezóně zaznamenán podobný trend jako v sezóně minulé. Dle Tukey testu lze procentuální podíl v jednotlivých variantách shrnout následovně: říjen 2R < 4R, U < C, listopad U < 4R, 2R < C. Z těchto vztahů je zřejmé, že byl největší procentuální podíl biomasy v sušině zjištěn ve variantě C, konkrétně v měsíci srpen tvořil procentuální podíl jetelovin až 25 % biomasy v sušině z celkové biomasy ve vzorku. Oproti minulé sezóně byl zjištěn výrazný pokles v procentuálním zastoupení biomasy v sušině mechu (Obr. P 41 – 2003), zejména v neobhospodařované variantě a v rotačních variantách. Nicméně byl zjištěn statisticky významný rozdíl v měsících červen, červenec, říjen a listopad. V měsíci květen byl zjištěn výrazný procentuální podíl biomasy v sušině ve variantě C, ve které tvořil mech téměř 30 % biomasy v sušině ve vzorku. Dle Tukey testu lze zastoupení procentuální podíl biomasy v sušině v jednotlivých variantách shrnout následovně červen 2R, U < 4R < C, červenec, říjen a listopad 4R, 2R, U < C.

#### **2004**

Ve vegetační sezóně 2004 byl zjištěn statisticky významný rozdíl ve funkčních skupinách vysoké trávy ( $P < 0,001$ ), nízké trávy ( $P < 0,001$ ), nízké byliny ( $P = 0,03$ )

a u mechu ( $P = 0,003$ ). V ostatních skupinách nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl.

Ve vegetační sezóně 2004 byl zaznamenán vyšší podíl biomasy v sušině ve funkční skupině vysoké trávy (Obr. P 36 – 2004) ve všech variantách. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn v měsíci červen. Oproti ostatním měsícům se v tomto měsíci výrazně lišilo procentuální zastoupení biomasy ve variantách. Dle Tukey testu lze procentuální podíl biomasy v sušině v jednotlivých variantách v měsíci červen shrnout následovně  $4R, 2R, U < C$ . V ostatních měsících vegetační sezóny je však procentuální podíl vysokých trav ve variantě C nejmenší. Ve funkční skupině nízké trávy (Obr. P 37 – 2004) byl zaznamenán podobný trend vývoje jako v minulé sezóně. Nadále byl zjištěn pokles biomasy v sušině ve variantě U a naopak se zvýšil podíl biomasy v sušině ve variantě C. Ve variantách 4R a 2R se procentuální podíl biomasy v sušině zachoval na stejných hodnotách jako v předchozí sezóně, přičemž ve variantě 2R byl zjištěn největší procentuální podíl biomasy v sušině. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn v měsících květen, červen, srpen, září, říjen a listopad. Dle Tukey testu lze procentuální zastoupení biomasy v sušině v jednotlivých variantách shrnout následovně: květen, červen  $4R, 2R, U < C$ , srpen  $U < 4R < C, 2R$ , září  $U < C, 4R < 2R$ , říjen  $4R, U < C < 2R$ , listopad  $U < 2R < C, 4R$ . Ve funkční skupině vysoké byliny (Obr. P 38 – 2004) byl zjištěn nárůst biomasy v sušině zejména ve variantách 4R a U. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn v měsíci srpen, nicméně podobné procentuální zastoupení ve variantách bylo zaznamenáno po celou vegetační sezónu. Dle Tukey testu lze procentuální podíl biomasy v sušině v jednotlivých variantách v měsíci srpen shrnout následovně  $C, 2R < 4R < U$ . Největší procentuální podíl biomasy v sušině byl zjištěn ve variantě U v měsíci červen, ve kterém podíl tvořil až 40 % z celkové biomasy ve vzorku. Vyšší procentuální podíl biomasy v sušině byl zjištěn ve variantě U ve funkční skupině nízké byliny (Obr. P 39 – 2004) oproti ostatním variantám. V této sezóně nebyl zjištěn v této skupině statisticky významný rozdíl. Ve funkční skupině jeteloviny (Obr. P 40 – 2004) bylo zaznamenáno podobné zastoupení procentuálního podílu biomasy v sušině jako v předchozí sezóně. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn v měsících květen, červenec, září, říjen a listopad. Dle Tukey testu lze procentuální podíl biomasy v sušině v jednotlivých variantách shrnout následovně: květen, červenec a říjen  $2R, U < 4R < C$ , září a listopad  $4R, 2R, U < C$ . Z těchto vztahů je

patrné, že jetelovinám, zejména dominantnímu druhu *Trifolium repens*, se nejlépe daří v intenzivně spásaných plochách. U mechu (Obr. P 41 – 2004) pokračoval úbytek biomasy v sušině i v této sezóně, zejména pak v nepasené variantě a v rotačních variantách nebyl téměř zaznamenán. Nicméně byl zjištěn statisticky významný rozdíl v interakci jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících vegetační sezóny v měsících červenec, srpen a listopad. Dle Tukey testu lze procentuální podíl biomasy v sušině v jednotlivých variantách shrnout následovně: červenec, srpen a listopad 4R, 2R, U < C. Z toho vztahu je patrné, že největší procentuální podíl mechu byl ve variantě C.

## 5.5 Celková a odumřelá biomasa (ANOVA)

### *Biomasa v sušině (kg·m<sup>-2</sup>)*

Výsledky faktoriální analýzy variance (*Factorial ANOVA*) interakce varianty a času celkové biomasy v sušině a odumřelé hmoty ve vegetačních sezónách 2002, 2003 a 2004 jsou uvedeny v tabulce Tab. č. 4. Rozbor biomasy odumřelé hmoty zvláště na trávy a byliny byl proveden až v letech 2003 a 2004.

Tab. č. 4 – Výsledky faktoriální analýzy variance biomasy v sušině celkové biomasy a odumřelé hmoty ve vegetačních sezónách let 2002, 2003 a 2004.

Zkratky: V – varianta, B – blok, M – měsíc, *F* – ratio – F test, *P* – value – dosažená hladina významnosti. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny kurzívou.

	Vliv	2002		2003		2004	
		<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value	<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value	<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value
Celková biomasa	V	24,34	< 0,001	69,33	< 0,001	46,51	< 0,001
	B	0,32	0,81	0,69	0,579	1,36	0,335
	M	13,87	< 0,001	6,66	0,001	1,12	0,391
	V x B	5,25	< 0,001	2,19	0,037	1,58	0,145
	V x M	6,91	< 0,001	2,83	0,002	1,27	0,247
	B x M	2,14	0,011	1,14	0,346	0,93	0,554
Odumřelá hmota trávy a byliny	V	18,88	< 0,001	69,25	< 0,001	40,58	< 0,001
	B	0,69	0,575	1,06	0,427	1,06	0,425
	M	40,18	< 0,001	18,48	< 0,001	7,43	< 0,001
	V x B	3,76	0,001	1,92	0,069	2,06	0,05
	V x M	7,06	< 0,001	3,1	0,001	2,94	0,001
	B x M	1,62	0,073	0,85	0,632	0,86	0,629
Odumřelá hmota trávy	V	-	-	58,22	< 0,001	17,53	< 0,001
	B	-	-	0,73	0,565	0,71	0,573
	M	-	-	11,1	< 0,001	4,23	0,008
	V x B	-	-	1,76	0,098	2,71	0,011
	V x M	-	-	2,49	0,005	1,85	0,042
	B x M	-	-	1	0,472	1	0,474
Odumřelá hmota byliny	V	-	-	3,69	0,056	5,635	0,019
	B	-	-	0,883	0,486	1,207	0,363
	M	-	-	4,199	0,008	2,199	0,091
	V x B	-	-	4,294	< 0,001	4,115	< 0,001
	V x M	-	-	1,538	0,113	2,094	0,019
	B x M	-	-	1,078	0,397	1,062	0,413

## 2002

Ve vegetační sezóně 2002 byl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $P < 0,001$ ) v interakci měsíce a varianty u obou testovaných.

U celkové nadzemní biomasy (Obr. č. 6 - 2002) ve vzorku byl zjištěn statisticky významný rozdíl v interakci jednotlivých variant vůči sobě již v měsíci červenec. Od května vegetační sezóny 2002 byl zaznamenán postupný nárůst celkové biomasy ve všech zkoumaných variantách, zejména pak ve variantách 2R a U. Dle Tukey testu lze podíl biomasy v sušině v jednotlivých variantách shrnout následovně: červenec C,  $4R < U < 2R$ , srpen C  $< 4R$ ,  $U < 2R$ , září a říjen C  $< 4R < 2R < U$ , listopad C  $< 4R$ , 2R, U, prosinec C  $< 4R < 2R < U$ . Z těchto vztahů je zřejmé, že nejmenší podíl biomasy byl zaznamenán v intenzivně pasené variantě C a naopak nejvyšší ve variantě U. Podobné postupné navyšování podílu biomasy bylo zjištěno u celkové odumřelé hmoty (Obr. č. 7). Statisticky významný rozdíl byl zjištěn až v měsíci srpen. V tomto měsíci se od sebe začaly výrazněji diferencovat jednotlivé varianty, přičemž největší podíl biomasy v sušině byl zaznamenán ve variantě U. Dle Tukey testu lze podíl biomasy v jednotlivých variantách shrnout následovně: srpen C  $< 4R < U < 2R$ , září C,  $4R < 2R$ , U, říjen C  $< 4R < 2R$ , U, listopad C  $< 4R$ , 2R, U, prosinec C  $< 4R < 2R < U$ . Z těchto vztahů je zřejmé, že podíl biomasy odumřelé hmoty stoupá se snižující se intenzitou pastvy.

## 2003

Ve vegetační sezóně 2003 byl zjištěn statisticky významný rozdíl v interakci měsíce a varianty u celkové biomasy ( $P = 0,002$ ), celkové odumřelé biomasy ( $P = 0,001$ ) a odumřelé biomasy trávy ( $P = 0,005$ ). U odumřelé biomasy bylin nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl.

Zastoupení celkové nadzemní biomasy v sušině (Obr. č. 6 - 2003) bylo zjištěno podobně jako v minulé vegetační sezóně 2002. Oproti minulé sezóně byl zjištěn výraznější vyšší podíl biomasy v sušině v neobhospodařované variantě U po celou vegetační sezónu. V pasených variantách se podíl biomasy v sušině udržoval na stejných hodnotách jako v předchozí sezóně. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn ve všech měsících vegetační sezóny. Dle Tukey testu lze celkovou biomasu v sušině v jednotlivých variantách shrnout následovně: květen C  $< 4R < 2R$ , U, červen, září a listopad C  $< 4R < 2R < U$ , červenec C,  $4R$ ,  $2R < U$ , říjen C,  $4R < 2R$ ,

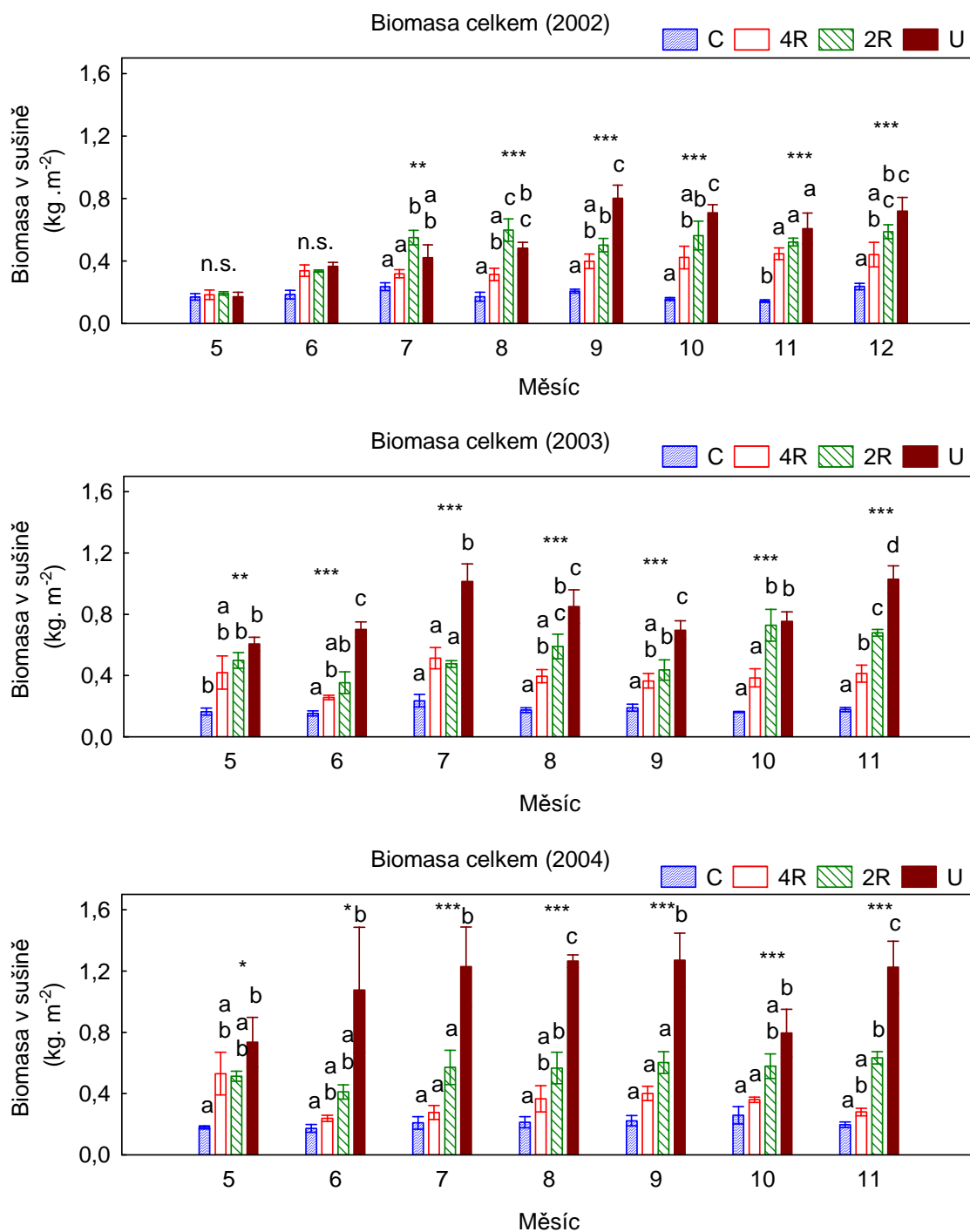
U. Podíl celkové odumřelé hmoty (Obr. č. 7 - 2003) prakticky kopíroval podíl celkové biomasy v sušině. Nadále vzrůstal podíl odumřelé hmoty ve variantě U, zatímco v ostatních variantách se udržoval po celou vegetační sezónu na stejné úrovni. Nicméně ve variantě 2R byl zjištěn větší nárůst podílu odumřelé hmoty v měsících říjen a listopad, který se zejména v říjnu vyrovnal variantě U. Dle Tukey testu lze podíl biomasy v sušině v jednotlivých variantách shrnout následovně: květen, červen, srpen a listopad  $C < 4R < 2R < U$ , červenec a září  $C, 4R, 2R < U$ , říjen  $C, 4R < 2R, U$ . V této sezóně byl také zpracován podíl odumřelé hmoty zvlášť trávy a byliny. U odumřelé hmoty – trávy (Obr. P 42 – 2003) byl zjištěn prakticky identický výsledek jako u celkové odumřelé hmoty. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn ve všech měsících vegetační sezóny. Podíl odumřelé hmoty – byliny (Obr. P 43 – 2003) začal narůstat v průběhu vegetační sezóny 2003, zejména ve variantě U. Statisticky významný rozdíl v interakci jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících byl zjištěn v měsících květen, červenec, září a listopad. Dle Tukey testu lze podíl biomasy v sušině v jednotlivých variantách shrnout následovně: květen, červenec a září  $C, 2R < 4R < U$ , listopad  $C < 4R, 2R < U$ .

#### **2004**

Ve vegetační sezóně 2004 byl zjištěn statisticky významný rozdíl v interakci měsíce u celkové odumřelé biomasy ( $P = 0,001$ ), odumřelé biomasy trávy ( $P = 0,042$ ) a odumřelé biomasy bylin ( $P = 0,019$ ). U celkové nadzemní biomasy nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl.

Podíl celkové biomasy (Obr. č. 6 - 2004) pokračoval ve vegetační sezóně 2004 v podobném trendu jako v předchozích sezónách, nicméně se opětovně zvýšil podíl biomasy v sušině v neobhospodařované variantě U, ve které tvořila celková biomasa v sušině téměř dvojnásobek biomasy oproti paseným variantám. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn ve všech měsících vegetační sezóny. Dle Tukey testu lze celkovou biomasu v sušině v jednotlivých variantách shrnout následovně: květen a červen  $C < 4R, 2R < U$ , červenec a září  $C, 4R, 2R < U$ , srpen a listopad  $C < 4R < 2R < U$ , říjen  $C, 4R < 2R < U$ . Ve vegetační sezóně 2004 se u celkové odumřelé hmoty (Obr. č. 7 – 2004) výrazně odlišila varianta U, ve které podíl odumřelé hmoty výrazně narůstal v průběhu sezóny. Nicméně byl zaznamenán výrazný pokles odumřelé hmoty ve variantě U v měsíci říjen. V ostatních variantách byl podíl odumřelé hmoty po celou sezónu na stejných hodnotách. Statisticky významné

rozdíly byly zjištěny ve všech měsících vegetační sezóny. Dle Tukey testu lze shrnout podíl odumřelé hmoty v jednotlivých variantách následovně: květen  $C < 4R$ ,  $2R < U$ , červen a listopad  $C < 4R < 2R < U$ , červenec, srpen a září  $C$ ,  $4R$ ,  $2R < U$ , říjen  $C < 4R < 2R$ ,  $U$ . Dle těchto vztahů je zřejmé, že podíl odumřelé hmoty stoupal se snižující se intenzitou pastvy. Podíl odumřelé hmoty – trávy (Obr. P 42 - 2004) pokračoval ve stejném trendu jako v předchozí sezóně. Nadále narůstal podíl biomasy v neobhospodařované variantě  $U$ . Statisticky významné rozdíly byly zjištěny ve všech měsících sezóny. Dle Tukey testu lze podíl biomasy v sušině v jednotlivých variantách shrnout následovně:  $C < 4R$ ,  $2R < U$ , červen  $C < 4R < 2R < U$ , červenec  $C$ ,  $4R < 2R < U$ , srpen a září  $C$ ,  $4R$ ,  $2R < U$ , říjen  $C < 4R$ ,  $U < 2R$ , listopad  $C$ ,  $4R < 2R$ ,  $U$ . Ve vegetační sezóně se zvýšil podíl odumřelé biomasy bylin (Obr. P 43 - 2004), zejména ve variantě  $U$ . V této sezóně byl zjištěn statisticky významný rozdíl v měsících červenec, srpen a září. Dle Tukey testu lze podíl biomasy v sušině v jednotlivých variantách shrnout následovně: červenec, srpen, září  $C$ ,  $4R$ ,  $2R < U$ .

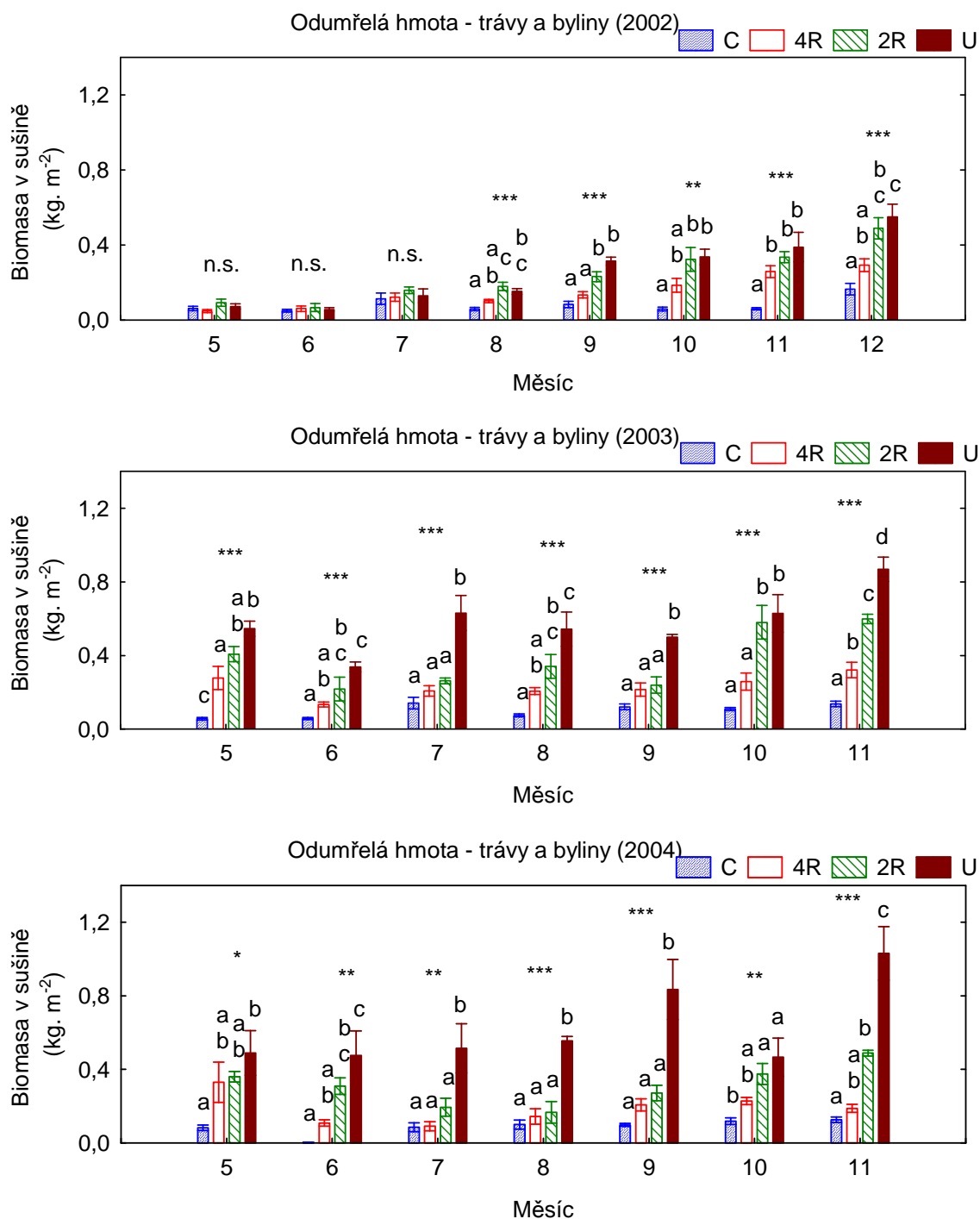


Obr. č. 6 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušíně ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) celkové biomasy ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,

2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. č. 7 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušíně ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) odumřelé hmoty trav a bylin ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,

2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



### ***Procentuální zastoupení odumřelé biomasy v sušině***

Ve všech vegetačních sezónách byly zjištěny statisticky významné rozdíly ( $P < 0,001$ ) v procentuálním zastoupení celkové odumřelé hmoty.

Ve vegetační sezóně 2002 byl zjištěn statisticky významný rozdíl v podílu celkové odumřelé hmoty (Obr. P 44 - 2002) v porovnání jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících až v měsíci listopad. Podíl celkové odumřelé hmoty byl v jednotlivých variantách podobný v průběhu celé vegetační sezóny. Dle Tukey testu lze podíl biomasy v jednotlivých variantách v měsíci listopad shrnout následovně:  $C < 4R < 2R, U$ . Z tohoto vztahu je zřejmé, že největší podíl odumřelé hmoty byl v měsíci listopad zjištěn ve variantách 2R a U. Podíl odumřelé hmoty v tomto měsíci tvořil až 80 % z celkové biomasy ve vzorku. V ostatních měsících sezóny tomu však nebylo. Například v měsíci červenec byl největší procentuální podíl biomasy v sušině v intenzivně pasené variantě C, ve které podíl biomasy odumřelé hmoty tvořil až 50% z celkové biomasy ve vzorku.

Výrazný nárůst procentuálního zastoupení celkové odumřelé hmoty (Obr. P 44 - 2003) byl zjištěn ve vegetační sezóně 2003. Největší procento odumřelé hmoty bylo zaznamenáno v měsíci květen, ve kterém tvořil podíl odumřelé hmoty až 90 % z celkové biomasy ve vzorku, zejména ve variantách 2R a U. V měsíci květen byl zjištěn zároveň nejnižší podíl odumřelé hmoty ve variantě C. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny ve všech měsících vegetační sezóny, kromě měsíců říjen a listopad. Dle Tukey testu lze podíl odumřelé hmoty v jednotlivých variantách shrnout následovně: květen  $C < 4R < 2R < U$ , červen  $C < 4R, U < 2R$ , červenec  $4R < 2R < C, U$ , srpen  $C < 4R, 2R < U$ , září  $2R < C, 4R < U$ .

Ve vegetační sezóně 2004 byl zjištěn mírný pokles procentuálního zastoupení celkové odumřelé biomasy (Obr. P 44 - 2004), oproti minulé sezóně. Kromě měsíců červenec a říjen byly zjištěny statisticky významné rozdíly ve všech měsících sezóny. Dle Tukey testu lze podíl celkové odumřelé hmoty v jednotlivých variantách shrnout následovně: květen  $C < 4R < 2R, U$ , červen  $C < 4R, U < 2R$ , srpen  $2R < 4R < C, U$ , září  $2R < C, 4R < U$ , listopad  $C < 4R, 2R < U$ . Zajímavý je pokles podílu odumřelé hmoty na minimum v měsíci červen ve variantě C. V ostatních měsících vegetační sezóny byl podíl biomasy celkové odumřelé hmoty relativně vyrovnaný ve všech variantách, kromě varianty U, ve které byl zjištěn vyšší podíl odumřelé hmoty.

## 5.6 Výška porostu (ANOVA)

### *Výška travního porostu v průběhu vegetační sezóny*

Průměrné výšky porostu po stlačení v cm ve vegetačních sezónách let 2002, 2003 a 2004 jsou uvedeny v tabulce Tab. č. 5. Z tabulky je patrné, že nejvyšší průměrné hodnoty výšky porostu byly zaznamenány v roce 2003.

Tab. č. 5 – Průměrná výška porostu za celou vegetační sezónu v letech 2002, 2003 a 2004. Uvedené hodnoty jsou v cm.

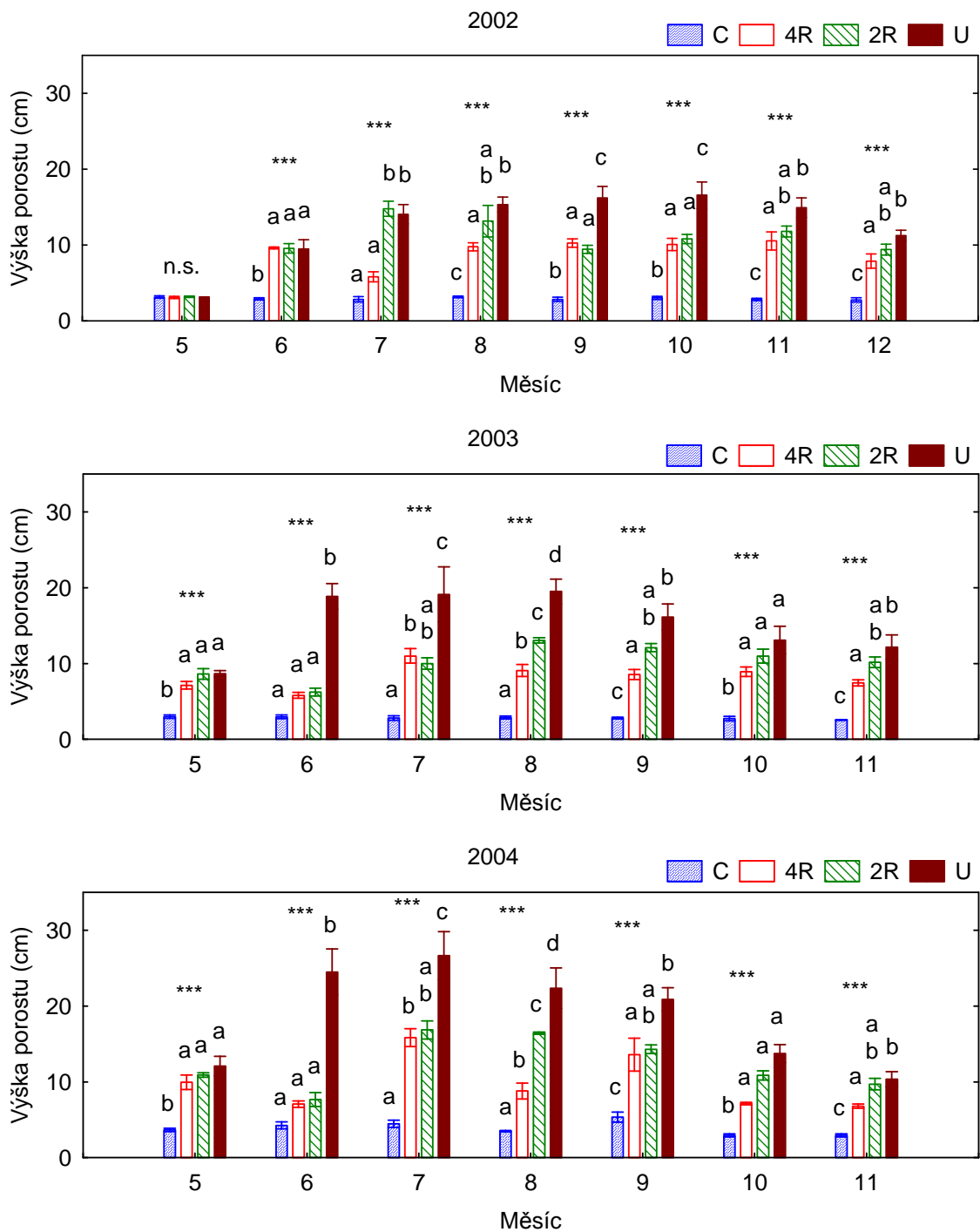
	2002	2003	2004
<b>C</b>	2,8	3,8	3
<b>4R</b>	8,27	9,89	8,4
<b>2R</b>	10,16	12,38	10,3
<b>U</b>	15,36	18,65	12,6

Výška travního porostu byla vyhodnocena faktoriální analýzou variance (*Factorial ANOVA*), jejíž výsledky jsou uvedeny v Tab. č. 6. Při porovnání jednotlivých variant, měsíce a interakce varianty s měsícem byly zjištěny statisticky významné rozdíly ( $P < 0,001$ ) ve všech třech letech pozorování.

Tab. č. 6 – Výsledky faktoriální analýzy variance výšky porostu ve vegetačních sezónách let 2002, 2003 a 2004. Zkratky: V – varianta, B – blok, M – měsíc, *F* – ratio – F test, *P* – value – dosažená hladina významnosti. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny kurzívou.

Vliv	2002		2003		2004	
	<i>F</i> -ratio	<i>P</i> -value	<i>F</i> -ratio	<i>P</i> -value	<i>F</i> -ratio	<i>P</i> -value
V	55,49	<0,001	62,94	<0,001	43,93	<0,001
B	1,27	0,34	1,86	0,212	0,49	0,699
M	46,8	<0,001	11,67	<0,001	24,75	<0,001
V x B	5,53	<0,001	3,58	0,001	6,66	<0,001
V x M	12,67	<0,001	6,42	<0,001	11,53	<0,001
B x M	1,11	0,362	0,96	0,518	1,66	0,077

Porovnání jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících bylo analyzováno prostřednictvím jednocestné analýzy variance (*One way ANOVA*). Výsledky této analýzy jsou na Obr. č. 8. Z grafu je patrné, že se jednotlivé varianty odlišily svou výškou travního porostu již v prvním roce pozorování.



Obr. č. 8 – Průměrná výška travního porostu jednotlivých variant C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

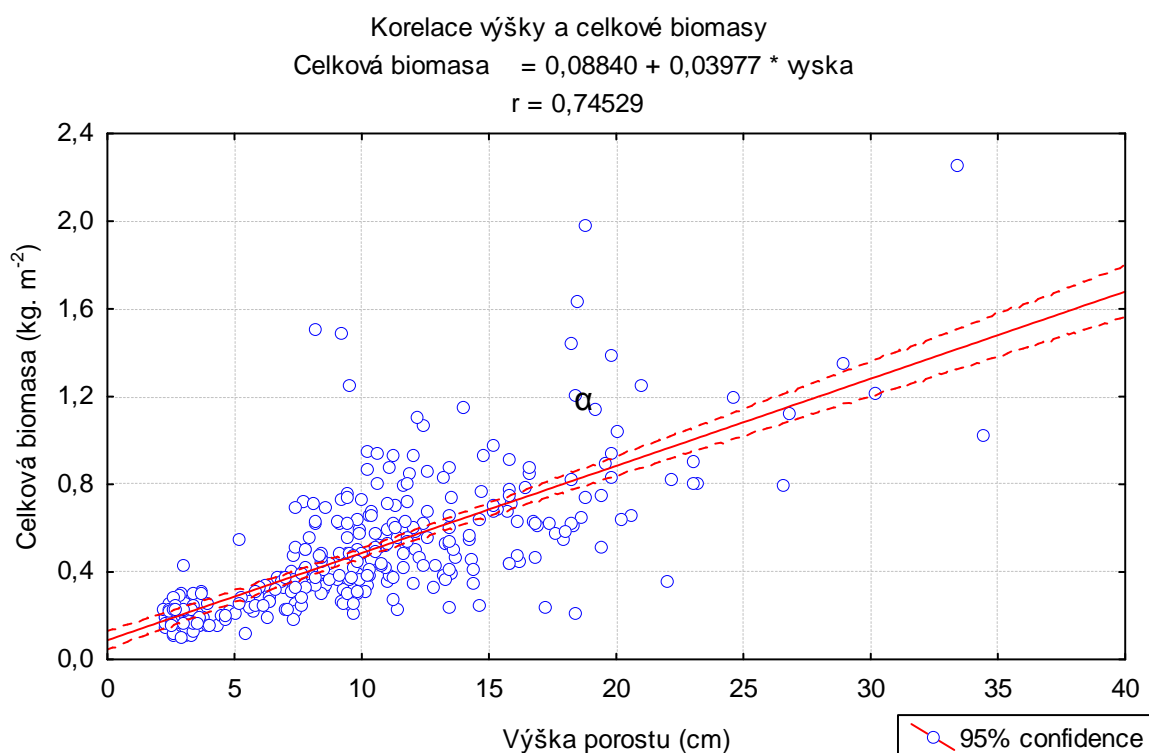
1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,

2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

Statisticky významný rozdíl byl zjištěn již v měsíci červen. V tomto měsíci se výrazně odlišila varianta C, která si stejnou výšku zachovala po celou vegetační sezónu. Nejvyšší výška porostu byla naměřena v neohospodařované variantě U. V této variantě se výška travního porostu v průběhu experimentu postupně zvýšila k téměř 30 cm. Průměrná výška porostu 3 cm byla zaznamenána ve variantě C a zachovala se po celou sezónu ve všech vegetačních sezónách pozorování. Ve variantách 2R a 4R byla výška travního porostu na podobných hodnotách po celou vegetační sezónu. Výšku porostu v jednotlivých variantách lze shrnout následovně:  $C < 4R < 2R < U$ .

### ***Korelace výšky porostu a celkové biomasy v sušině***

Korelační analýzou (Obr. č. 9) byla potvrzena závislost celkové odebrané biomasy v sušině a výšky travního porostu po stlačení na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Hodnota korelačního koeficientu dosáhla hodnoty  $r = 0,74529$ . Vzhledem k tomu, že hodnota korelačního koeficientu je větší než 0,7, je korelace velmi silná a obě hodnoty jsou tak na sobě silně závislé.



Obr. č 9 – Závislost výšky a celkové biomasy v sušině v letech 2002, 2003 a 2004.

## 6. DISKUSE

Předložená studie byla ojedinělá tím, že v experimentu byly sledovány změny ve struktuře travního porostu v jednotlivých měsících vegetační sezóny oproti jiným studiím, ve kterých byl obvykle sledován vývoj porostu v meziročních pozorováních. Na začátku experimentu byla výška, struktura a složení porostu na stejné úrovni ve všech studovaných variantách, podobě i v experimentu PAVLŮ ET AL. (2006g). Díky tomuto předpokladu bylo možné jednotlivé varianty mezi sebou účinně porovnávat a sledovat postupný vývoj travního porostu pod různým způsobem obhospodařování. Výsledky analýz ukázaly, že mezi jednotlivými variantami byly pozorovatelné rozdíly již od měsíce červenec ve vegetační sezóně 2002, ve kterém již byly zjištěny statisticky významné rozdíly.

### *Druhé složení – mnohorozměrná analýza (RDA)*

Mnohorozměrnou analýzou druhového složení byly zjištěny statisticky významné rozdíly ve všech vegetačních sezónách trvání experimentu v testování vlivu času na druhové složení travního porostu. Podobné statisticky průkazné rozdíly zjistili v experimentech i PAVLŮ ET AL. (2006f) při porovnání kontinuální extenzivní a intenzivní pastvy a neobhospodařovaného porostu, dále PAVLŮ ET AL. (2003) při porovnání kontinuální pastvy a rotační pastvy či SMITH ET AL. (2000) v porovnání jarní a podzimní pastvy ovcí.

Z výsledků analýz vyplývá, že zastoupení jednotlivých druhů se diferencovalo již v první vegetační sezóně 2002 a poté sice docházelo ke změnám v travním porostu v měsících pastevní sezóny, ale již nezávisle na aplikovaných variantách. Z diagramu (Obr. č. 5) je patrné, že se po tříletém pozorování od sebe výrazně diferencovaly jednotlivé varianty. Přičemž nejvíce se diferencovala varianta U od ostatních variant, což koresponduje i s výsledky experimentů HEJCMAN ET AL. (2005), PAVLŮ ET AL. (2006f), PAVLŮ ET AL. (2007). Mezi variantami 4R a 2R byla zjištěna pozitivní korelace, což naznačuje, že vliv variant na druhové složení travního porostu je velmi podobný. Tyto varianty byly naopak nezávislé na variantě C. Toto zjištění koresponduje s výsledky experimentu PAVLŮ ET AL. (2003), ve kterém byla zjištěna negativní korelace rotační a kontinuální pastvy. V diagramu (Obr. č. 5) jsou znázorněny preference jednotlivých druhů vůči jednotlivým variantám. Je patrné, že intenzivní kontinuální varianta C měla za následek pokles výskytu vysokých bylin a

trav, a naopak se v této variantě uplatňovaly druhy nízké odolné pastevnímu tlaku (např. *Trifolium repens*, *Lysimachia nummularia*), podobně i BELSKY 1992, HEJCMAN ET AL. (2005), PYKÄLÄ (2005). PAVLŮ ET AL. (2006f) uvedl preferenci druhu *Trifolium repens* v obou kontinuálních variantách, tj. intenzivně a extenzivně pasených. SMITH ET AL. (2000) také uvedl, že druh *Trifolium repens* je podporován variantou na jaře a na podzim pasenou. Vysoké druhy bylin *Galium album*, *Hypericum maculatum* či *Rumex acetosa* a vysoké druhy trav *Alopecurus pratensis*, *Festuca rubra*, *Holcus mollis* jsou typické pro fázi degradace v opuštěných travinných ekosystémech (KRAHULEC ET AL. 1996, BAKKER 1998, PAVLŮ L. ET AL. 2008) a více se tak vyskytovaly v neobhospodařované variantě U, což se shoduje i s výsledky HEJCMAN ET AL. (2005), PAVLŮ ET AL. (2006g), PAVLŮ ET AL. (2007). Dle obecných předpokladů podložených mnoha studiemi lze předpokládat výskyt druhu *Taraxacum* spp. zejména v kontinuální intenzivní variantě C (BULLOCK ET AL. 2001, MATĚJKOVÁ ET AL. 2003, PAVLŮ ET AL. 2003), protože se jedná o druh s přizemní růžicí, který snáší častější defoliaci. Tento předpoklad však podle výsledků tohoto experimentu nebyl potvrzen, neboť bylo zaznamenáno více biomasy v sušině v neobhospodařované variantě U. Druh *Festuca rubra* je v experimentu pozitivně korelován s neobhospodařovanou variantou U, což odporuje výsledkům z mnoha experimentů (například HEJCMAN ET AL. 2005, PAVLŮ ET AL. 2006f), ve kterých se výrazně vyskytoval v intenzivně pasených variantách. V rotačních variantách 2R a 4R bylo zaznamenáno nejvíce biomasy v sušině u druhů bylin *Achillea millefolium*, *Viccia cracca*, *Stellaria graminea*, *Veronica chamaedrys* a u trav *Agrostis capillaris*, *Festuca pratensis*, *Poa* spp. (SMITH ET AL. 2000, PYKÄLÄ 2005). *Veronica chamaedrys* je i podle jiné studie typickým druhem, který se nejvíce vyskytuje v rotačních variantách (PAVLŮ ET AL. 2003). Naproti tomu v experimentu, který probíhal v Krkonoších, byl zjištěn největší výskyt nitrofilního druhu *Veronica chamaedrys* v neobhospodařované variantě (HEJCMAN ET AL. 2005). Dominantní druh *Agrostis capillaris* byl v experimentu více zastoupen v rotačních variantách. Toto zjištění odporuje jiným výzkumům, které probíhaly na stejné lokalitě. Tento druh byl v těchto výzkumech spíše zjištěn v intenzivně pasených plochách (PAVLŮ ET AL. 2006f, PAVLŮ ET AL. 2007).

### ***Druhové složení a funkční skupiny (ANOVA)***

Ve funkční skupině vysoké trávy byl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $P < 0,001$ ) v interakci času (měsíce pastevní sezóny) a varianty ve vegetačních sezónách 2002 a 2003. Podobně jako v jiných studiích (PAVLŮ ET AL. 2003, PAVLŮ ET AL. 2007) byl zjištěn nejnižší podíl skupiny vysoké trávy v kontinuálně pasené variantě C. Naopak nejvyšší podíl biomasy v sušině byl zjištěn v neobhospodařované variantě U zejména ve vegetační sezóně 2004, což odporuje výsledkům experimentu PAVLŮ ET AL. (2003), ve kterém byl zjištěn největší procentuální podíl vysokých trav v rotačně pasené variantě. Je patrné, že se snižující se intenzitou pastvy klesá podíl vysokých druhů trav v kontinuálně pasených plochách (RYSER ET AL. 1995, BAKKER 1998). V experimentu postupně druh *Poa* spp. snížil hmotnostní podíl biomasy ve všech variantách, nicméně se v malém hmotnostním podílu vyskytoval nejvíce v sezóně 2003 ve variantách 4R a 2R a v sezóně 2004 ve variantě U se statisticky neprůkazným rozdílem, což odporuje jiným výsledkům ze studií. Druh *Poa trivialis* je totiž zvláště citlivý na akumulaci odumřelé hmoty (PAVLŮ ET AL. 2005) a svou denzitu v experimentu PAVLŮ ET AL. (2008) postupně snižoval již od druhého roku opuštění pastviny. Dále bylo zjištěno, že výskyt druhu *Poa trivialis* je pravděpodobně také velmi závislý na specifických půdních podmínkách a výchozím složení rostlinného společenstva (SMITH ET RUSHTON 1994). Výskyt *Alopecurus pratensis* byl statisticky významně zjištěn pouze ve vegetační sezóně 2002 v měsíci květen a červenec. Největší podíl biomasy byl zjištěn ve variantě 2R (PYKÄLÄ 2005), což mohlo být způsobeno přítomností klasů, protože významnější nárůst biomasy byl zaznamenán již v měsíci červnu, tedy v době květu. Ve vegetační sezóně 2004 byl zjištěn největší podíl biomasy v sušině ve variantách 2R a U, což odpovídá obecným předpokladům. *Alopecurus pratensis* je druh velmi citlivý na častou defoliaci a z intenzivně pasených porostů rychle mizí (RYSER ET AL. 1995, HEJCMAN ET AL. 2005). U druhu *Festuca rubra* byl zjištěn statisticky významný rozdíl v interakci času (měsíce pastevní sezóny) a varianty již v první sezóně pozorování. Již od počátku pozorování bylo zaznamenáno více biomasy v sušině v neobhospodařované variantě U. S postupem trvání experimentu se podíl biomasy v sušině v této variantě ještě zvýšil oproti ostatním variantám, ve kterých byl zjištěn minimální podíl biomasy. Tento výsledek naprosto odporuje ostatním studiím, ve kterých byl největší podíl druhu *Festuca rubra* zjištěn v kontinuálně pasených plochách (CORREL ET AL.

2003, MATĚJKOVÁ ET AL. 2003, HEJCMAN ET AL. 2005, PAVLŮ ET AL. 2006d , PAVLŮ ET AL. 2006g, PAVLŮ ET AL. 2007). U druhu *Holcus mollis* nebyl zjištěn v průběhu experimentu statisticky významný rozdíl v interakci času (měsíce pastevní sezóny) a varianty (PAVLŮ ET AL. 2006d), nicméně největší podíl biomasy byl zjištěn v rotační variantě 4R v první polovině sezóny 2003 a v měsíci červenec v sezóně 2004 v rotačních variantách 4R a 2R (PYKÄLÄ 2005), v měsíci září pak ve variantě U (RYSER ET AL. 1995). Podobný výsledek byl zjištěn i v jiných studiích probíhajících na stejné lokalitě, ve kterých byl *Holcus mollis* zjištěn v rotačním pastevním systému (PAVLŮ ET AL. 2003, PAVLŮ ET AL. 2005, PAVLŮ ET AL. 2006a, PAVLŮ ET AL. 2006d).

Ve skupině nízké trávy byl zjištěn statisticky významný rozdíl ve všech vegetačních sezónách, tj. 2002, 2003 a 2004, podobně PAVLŮ ET AL. (2003). Podíl biomasy v sušině byl v průběhu sezón variabilní. Největší podíl biomasy v sušině byl zaznamenán v rotační variantě 2R a neobhospodařované variantě U. Oproti experimentům BELSKY (1992), PAVLŮ ET AL. (2003) a PAVLŮ ET AL. (2007), ve kterých byl zjištěn nárůst podílu nízkých trav zejména v kontinuální variantě. Zatímco v neobhospodařované variantě nebyla tato skupina téměř zaznamenána (PAVLŮ ET AL. 2007). U jediného druhu této skupiny *Agrostis capillaris* byl zjištěn statisticky významný rozdíl ve všech vegetačních sezónách trvání experimentu v interakci varianty a času (měsíce pastevní sezóny), oproti jiným studiím, ve kterých nebyl statisticky významný rozdíl zjištěn (PAVLŮ ET AL. 2006d, PAVLŮ L. ET AL. 2008). Druh *Agrostis capillaris* byl již od počátku pozorování hmotnostně více zastoupen v rotačních variantách 4R a 2R a v neobhospodařované variantě U. Ke konci pozorování byl však jeho hmotnostní podíl již více zaznamenán v rotačních variantách, podobně PYKÄLÄ (2005). Nicméně v dlouhodobém experimentu byl jeho procentuální podíl větší již od druhé sezóny pozorování ve variantě rotačně pasené oproti kontinuálně pasené variantě (PAVLŮ ET AL. 2007). U tohoto druhu je pozorována zejména důležitost samotné pastvy než použitý pastevní systém (HELLSTRÖM ET AL. 2003, PAVLŮ ET AL. 2006d), což bylo zjištěno i v experimentu, ve kterém byl zkoumán vliv upuštění od obhospodařování. Po opuštění obhospodařování porostu byl zjištěn velký úbytek *Agrostis capillaris* (PAVLŮ L. ET AL. 2008).

Výrazný nárůst biomasy v sušině skupiny vysoké byliny byl zaznamenán ve vegetační sezóně 2004 v neobhospodařované variantě U. Nízké druhy bylin a trav tak



prohrávají konkurenční boj o světlo a jsou potlačovány vysokými druhy (OLFF ET RITCHIE 1998). U skupiny nízké byliny nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v interakci času (měsíce pastevní sezóny) a varianty. Již od druhé vegetační sezóny 2003 byl však pozorován nárůst biomasy v sušině v neobhospodařované variantě U. Toto zjištění odporuje výsledkům z jiných výzkumů, ve kterých se nízké byliny vyskytují v kontinuálně pasených variantách (TER HEERDT 1991, DIAZ ET AL. 2004). Ve výzkumech nebylo zjištěno výraznější zastoupení této skupiny v neobhospodařované variantě (PAVLŮ ET AL. 2003, PAVLŮ ET AL. 2006g, PAVLŮ ET AL. 2007). Funkční skupina vysoké byliny byla reprezentována zejména dominantními druhy *Galium album* a *Hypericum maculatum*. Podobné výsledky byly zjištěny i v experimentu PAVLŮ ET AL. (2007). Na počátku experimentu nebyl na pokusných plochách bylinný druh *Hypericum maculatum* téměř zaznamenán. Jeho podíl biomasy výrazně vzrostl po třech vegetačních sezónách v neobhospodařované variantě U, podobně HEJCMAN ET AL. (2005). Ve druhé sezóně 2003 experimentu vzrostl výrazně podíl biomasy druhu *Ranunculus repens* ve variantě U, avšak se statisticky neprůkazným rozdílem, což souhlasí i s výsledky PAVLŮ ET AL. (2005). Bylo zjištěno, že zejména druhy bylin *Veronica chamaedrys*, *Plantago lanceolata* a *Ranunculus repens* se přizpůsobují zastínění v travním porostu vysokým vzrůstem a vytvářením velkých listů (DALE ET CAUSTON 1992, OLFF ET RITCHIE 1998). Ve vegetační sezóně 2004 se po prvotním nárůstu biomasy v roce 2003 opět vrátil podíl *Ranunculus repens* zpět na nižší úroveň zastoupení, podobnou ve všech variantách. Nicméně jeho podíl byl nejvyšší ve variantě U, oproti výsledkům PAVLŮ ET AL. (2006g), ve kterých byl zjištěn největší podíl v intenzivně pasené variantě. S nástupem vysokých bylin a trav je spojen i výrazně vyšší podíl odumřelé hmoty v neobhospodařovaném porostu (BAKKER 1998). Podíl biomasy v sušině druhu *Taraxacum* spp. byl proměnlivý v průběhu celého experimentu. Ve vegetační sezóně 2003 byl největší podíl biomasy zjištěn v neobhospodařované variantě U, což odpovídá i výsledkům PAVLŮ L. ET AL. (2008). Byl zjištěn nápadný nárůst procentuálního podílu v kontinuálně pasené variantě ve třetím roce pozorování od upuštění od obhospodařování. A po tomto vzestupu byl zaznamenán výrazný pokles podílu *Taraxacum* spp., což lze pozorovat i v tomto experimentu. Toto chování lze vysvětlit přítomností semen v půdě z předchozí vegetační sezóny a následném vyčerpání těchto semenných zdrojů. Ve vegetační sezóně 2004 již nebyl podíl biomasy v sušině v neobhospodařované variantě tak výrazný jako v ostatních

pasených variantách. Nicméně v ostatních studiích však bylo zjištěno, že druh *Taraxacum* spp. je spíše typický pro kontinuálně pasené plochy (ISSELSTEIN 1994, PYKÄLÄ 2005, PAVLŮ ET AL. 2006a), neboť vyžaduje častější defoliaci (PAVLŮ L. ET AL. 2008).

Před začátkem experimentu nebyly na studované ploše jeteloviny téměř zaznamenány, podobně PAVLŮ ET AL. (2006g). Největší vliv na výsledky analýz měl druh *Trifolium repens*, který v této skupině tvořil největší podíl biomasy v sušině. Jeho vliv se projevil zejména ve druhé polovině vegetační sezóny 2004, ve které byl zjištěn statisticky významný rozdíl v interakci jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících v kontinuálně intenzivně pasené variantě C. Podobné výsledky byly zjištěny i v experimentech PYKÄLÄ (2005), PAVLŮ ET AL. (2006g). Největší procentuální podíl jetelovin byl zjištěn právě v kontinuálně pasených variantách zejména ke konci vegetační sezóny. Velký nárůst biomasy v sušině v měsíci červenec a srpen ve variantě U byl způsoben druhem *Lotus uliginosus*, který měl v těchto měsících největší podíl biomasy v sušině. V experimentu byl zjištěn u druhu *Trifolium repens* statisticky významný rozdíl již na konci první pastevní sezóny v kontinuální intenzivní variantě C, což se shoduje s výsledky ADLER ET AL. (2001). Oproti jiným výsledkům, ve kterých nebyl zjištěn průkazný rozdíl ani ve druhém roce pozorování. Stal se však hojným druhem ve všech pasených variantách (PAVLŮ ET AL. 2006g). Na počátku každé vegetační sezóny *Trifolium repens* podstatně navýšil biomasu zejména v rotačních variantách, ale na konci sezóny byl již prokazatelně nejvíce zastoupen ve variantě C, podobně i v jiných studiích, které se zabývají se výzkumem pastvy CORREL ET AL. (2003), PAVLŮ ET AL. (2003), PAVLŮ ET AL. (2005), PYKÄLÄ (2005), PAVLŮ ET AL. (2006d). V kontinuálně pasených variantách nedochází k výrazné akumulaci odumřelé hmoty, tudíž zde neprobíhá tak velký konkurenční boj o světlo (ADLER ET AL. 2001, CORREL ET AL. 2003), a naopak zde dochází k výraznějšímu narušování půdního povrchu, což podporuje rozmnožování a růst nejen *Trifolium repens* (HEJCMAN ET AL. 2005), ale i jiným druhům, které jsou závislé na generativním rozmnožování (BULLOCK ET AL. 2001). Pozitivní odezva *Trifolium repens* byla zjištěna i v jiných studiích, zejména pak na jarní a podzimní pastvu (SMITH ET AL. 2000). Nicméně i BULLOCK ET AL. (2001) uvedl pozitivní výsledky s jarní pastvou. Toto sezónní uspořádání pastvy lze přirovnat k rotačnímu pastevnímu systému. Z grafu (Obr. P 21) je zřejmý pokles

biomasy v sušině ve variantě C v měsíci červenec ve vegetační sezóně 2003. Je zřejmé, že po srážkovém deficitu v měsíci červen byl zaznamenán pokles tvorby biomasy oproti ostatním sezónám, ve kterých v měsíci červenec dosahoval *Trifolium repens* mnohem vyššího podílu biomasy. Po tomto přísušku byl zaznamenán v měsíci srpen výrazný nárůst biomasy. Byla tak zaznamenána menší regenerační schopnost *Trifolium repens* oproti travám, u kterých pokles biomasy v těchto měsících nebyl zjištěn. K podobnému výsledku u druhu *Trifolium repens*, který byl ovlivněn nedostatkem srážek dospěl i PAVLŮ (1997).

Statisticky významný rozdíl ( $P = 0,029$ ,  $P < 0,001$ ) v interakci času (měsíce pastevní sezóny) a varianty byl zjištěn ve vegetačních sezónách 2003 a 2004 u mechu. Největší podíl biomasy v sušině mechu byl zjištěn ve variantě C. Stejný výsledek byl zaznamenán i ve výzkumu LUDVÍKOVÁ ET AL. (2010), ve kterém byl zjištěn největší výskyt mechu v kontinuálně pasených plochách.

#### ***Komplementarita druhů ve vegetační sezóně (ANOVA)***

Projev komplementarity lze předpokládat na distribuovaných místech, jakými jsou pastviny (MLÁDEK 2008). Vzhledem k tomu, že se na experimentální pastvině nachází porost s dominancí druhu *Agrostis capillaris*, nedocházelo zde k výraznějším změnám ve složení travního porostu v jednotlivých variantách v průběhu pastevních sezón. Podobně jako v experimentu STEVEN ET CARSON (2001), nebyl zjištěn žádný důkaz toho, že by fenologická komplementarita tvořila mechanismus, který by byl odpovědný za celkovou pokrývnost jednotlivých druhů v průběhu vegetační sezóny.

#### ***Celková a odumřelá biomasa (ANOVA)***

Statisticky významný rozdíl ( $P < 0,001$ ) byl zjištěn v interakci času (měsíce pastevní sezóny) a varianty v analýze celkové biomasy ve všech vegetačních sezónách trvání experimentu, podobný významný rozdíl byl zaznamenán i ve studii PAVLŮ ET AL. (2006f) v porovnání kontinuální intenzivní a extenzivní pastvy. Bylo zjištěno, že nárůst biomasy pastevní píce v průběhu pastevní sezóny velmi záležel na rozložení srážek v průběhu vegetační sezóny. Přičemž největší nárůst biomasy připadá obvykle na druhou polovinu května a června, v červenci a v srpnu pak klesá nárůst biomasy více než o jednu třetinu (PAVLŮ ET AL. 2006e). V experimentu bylo zjištěno nejvíce celkové biomasy v sušině v neobhospodařované variantě U (RYSER ET AL. 1995). Nárůst celkové biomasy v sušině v této variantě byl způsoben zejména postupným

ukládáním odumřelé hmoty. Hmotnost celkové biomasy byla vyšší v plochách s nižší intenzitou pastvy (DUMONT ET AL. 2007).

Podíl biomasy v sušině odumřelé hmoty se v experimentu postupně zvýšil, zejména v neobhospodařovaném porostu U, podobné výsledky uvedl BAKKER (1998). V ostatních variantách byl podíl odumřelé hmoty podobný, přičemž lze říci, že čím větší je intenzita pastvy, tím se v porostu ukládá méně odumřelé hmoty. Nižší hodnoty podílu odumřelé hmoty byly zjištěny na počátku každé vegetační sezóny, což je způsobeno zejména převahou tvorby biomasy v jarních měsících nad podílem odumřelé hmoty (PAVLŮ 1997). Zajímavý je nárůst odumřelé hmoty bylin ve vegetační sezóně 2004 v neobhospodařované variantě U, což bylo pravděpodobně způsobeno výrazným nárůstem biomasy nízkých i vysokých bylin v této variantě. Z grafů je zřejmé, že větší podíl odumřelé hmoty se rozložil již během zimních měsíců. Sezónní charakter odumřelé hmoty a živé rostlinné biomasy ukazuje rychlý přechod z živé do odumřelé hmoty zejména v letních a podzimních měsících. Bylo také zjištěno, že různá intenzita pastvy zanechává různé půdní podmínky, které tak mají vliv i na dekompoziční procesy rostlinné biomasy (TER HEERDT ET AL. 1991).

### ***Výška porostu (ANOVA)***

Ve výšce porostu byly zaznamenány statisticky významné rozdíly ve všech vegetačních sezónách 2002, 2003 a 2004. Výsledky analýzy ANOVA ukazují nesouběžný vývoj minimálně v jedné variantě během sezóny, resp. všech sezón trvání experimentu (PAVLŮ ET AL. 2006g). Již v průběhu měsíce červen v první vegetační sezóně 2002 trvání experimentu byly zaznamenány nápadné rozdíly ve výšce porostu ve variantě C oproti ostatním variantám (CORREL ET AL. 2003, PAVLŮ ET AL. 2006f). Ve variantě C se výška porostu udržovala na stejné úrovni po celou dobu trvání experimentu. Naproti tomu v rotačních variantách dosahoval porost vyšší výšky porostu oproti variantě C (PAVLŮ ET AL. 2003), což bylo pravděpodobně způsobeno periodou s pastvou a periodou bez pastvy. Podobný výsledek zjistil i CORREL ET AL. (2003) v experimentu, ve kterém byla porovnáována intenzivní a extenzivní kontinuální pastva. Bylo zjištěno, že intenzivně spásaný porost se udržuje na stejné výšce po celou vegetační sezónu. Naproti tomu porost extenzivně spásaný dosahuje vyšších výšek a výška porostu je celkově v této variantě variabilnější v průběhu sezóny. Travní porost udržován pomocí pastvy s nízkou intenzitou je charakterizován silně heterogenní strukturou (ROOK ET TALLOWIN 2003). Ve

výsledných grafech analýzy jsou patrné rozdíly výšky porostu v rotačních variantách, zejména ve variantě 2R před pasením a po pastvě. Travní porost pravděpodobně dosahoval vyšší výšky jen proto, že byl měřen před spasením. Toto zjištění lze potvrdit výsledky experimentu PAVLŮ ET AL. (2003), ve kterém byla měřena výška porostu před a po pastvě. Z výsledků bylo patrné, že po pastvě byl porost průměrně stejně vysoký jako v kontinuálně pasené variantě. Snížení výšky porostu ve variantě C mělo též za následek nahrazení vysokých dominant v porostu nižšími druhy (BELSKY 1992, PAVLŮ ET AL. 2003, PAVLŮ ET AL. 2006f). S těmito výsledky se ztotožňují i výsledky BULLOCK ET AL. (2001), který zkoumal různou intenzitu pastvy ovcí v Anglii. Z grafů (Obr. č. 7) je zřejmé, že s postupem trvání experimentu se v neobhospodařované variantě U výška porostu výrazně zvyšuje oproti ostatním variantám, ve kterých zůstává výška porostu na podobných hodnotách v průběhu trvání experimentu. K podobnému výsledku dospěl i PAVLŮ ET AL. (2007) v experimentu v letech 1998-2004, ve kterém byla zjištěna nejvyšší potenciální výška porostu v neobhospodařované variantě, zejména ke konci trvání experimentu v roce 2003.

Na závěr lze konstatovat, že nejen různé pastevní systémy (PAVLŮ ET AL. 2003), ale i různá intenzita pastvy (BULLOCK ET AL. 2001, PAVLŮ ET AL. 2006f) mají významný vliv na složení a strukturu travního porostu. Tyto změny jsou patrné okamžitě po zavedení různého pastevního obhospodařování a jsou nejvýznamnější již v průběhu první vegetační sezóny.

## 7. ZÁVĚR

Předmětem práce bylo studium změn vegetace při různém pastevním systému na podhorském travním porostu s dominancí *Agrostis capillaris*. Studie změn vegetace byla ojedinělá tím, že byly sledovány změny probíhající ve struktuře a složení travního porostu v jednotlivých měsících vegetační sezóny. Byla studována reakce pastevního porostu na aplikované varianty: kontinuální intenzivní pastva, rotační pastva extenzivní se dvěma pastevními cykly, rotační pastva intenzivní se čtyřmi pastevními cykly a neobhospodařovaná kontrola.

Na začátku výzkumu byly položeny následující základní otázky:

***Jaký je vliv různého pastevního obhospodařování na druhové složení vegetace po tříletém obhospodařování?***

V mnohorozměrné analýze druhového složení byl zjištěn významný vliv interakce času a varianty při porovnání všech tří let trvání experimentu. Na základě analýz lze říci, že na strukturu a druhové složení travního porostu měl vliv zejména čas (měsíc pastevní sezóny) a poté aplikované studované varianty. Obecně lze říci, že v kontinuální intenzivní variantě převládly druhy nízké, odolné pastevnímu tlaku a vyžadující častější defoliaci, zejména druh *Trifolium repens*. V rotační variantě extenzivní se dvěma pastevními cykly a neobhospodařované kontrole se vyskytovaly i druhy méně tolerantní k pastvě vyžadující pro zdárný růst periodu bez pastvy. A v neobhospodařované kontrole druhy, které jsou charakteristické pro fázi degradace opuštěných travních porostů.

***Jsou změny v druhovém složení patrné již v průběhu první vegetační sezóny?***

V experimentu byly zjištěny významné rozdíly mezi jednotlivými variantami již během první vegetační sezóny 2002. Již v první vegetační sezóně se z aplikovaných variant nejvíce diferencovala neobhospodařovaná kontrola, ve které docházelo k výrazné akumulaci odumřelé hmoty.

***Jak velký je sezónní vliv na tyto změny?***

Travní porost reagoval na různé pastevní obhospodařování již v průběhu první vegetační sezóny a zastoupení jednotlivých druhů ve variantách se diferencovalo již

v této sezóně. Poté té se rozdílly mezi variantami již neprohlubovaly a docházelo ke změnám v druhovém složení porostu pouze v jednotlivých měsících pastevní sezóny.

***Je možné tyto změny vyjádřit funkčními skupinami?***

Výsledky analýz funkčních skupin byly v rozporu s ostatními studiemi. Např. podíl biomasy nízkých bylin byl více zjištěn v neobhospodařované variantě U, ačkoli tato skupina obvykle dominuje na kontinuálně pasených porostech. Na různou defoliační intenzitu nejrychleji reagují skupiny vysokých a nízkých trav, které se významně diferencovaly mezi variantami již ve druhém měsíci první vegetační sezóny 2002. Jeteloviny se na intenzivně spásaných variantách prosazovaly zejména na konci pastevní sezóny.

***Je zde patrná komplementarita jednotlivých druhů rostlin v průběhu pastevních sezón?***

Vzhledem k tomu, že ve studovaném travním porostu je dominantním druhem *Agrostis capillaris*, byl travní porost stabilní po celou vegetační sezónu a nedocházelo zde k výraznějším změnám ve složení travního porostu v průběhu vegetačních sezón. *Agrostis capillaris* byl relativně plastický druh vyskytující se v porostech s různou defoliační intenzitou. U žádných ze sledovaných druhů nebyla zaznamenána významná komplementarita během pastevní sezóny.

Na závěr lze konstatovat, že různé pastevní systémy, ale i intenzita pastvy má vliv na sezónní strukturu a složení travního porostu. Obecně lze říci, že množství nadzemní rostlinné biomasy stoupá se snižující se intenzitou pastevního obhospodařování. Většina rostlinných druhů vyskytujících se na pastvině, se vyskytovala ve všech typech porostů s různou defoliační intenzitou.

Výsledky předložené diplomové práce jsou využitelné zejména pro stanovení vhodného pastevního systému pro obhospodařování podhorských travních porostů.

## 8. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

ADLER P. B., RAFF D. A. ET LAUENROTH W. K., 2001: The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. – *Oecologia* 128: 465 - 479.

ANONYMUS, 2009: FAO yearbook production 63. – FAO Statistics Series, Rome.

ANONYMUS, 2010: Statistická ročenka ČR 2010. – Český statistický úřad.

BAKKER J. P., 1998: The impact of grazing on plant communities. In: WallisDeVries M. F., Bakker J. P. and Van Wieren S. E.(eds.): *Grazing and conservation management*. – Kluwer Academic Publishes, Great Britain, Dordrecht, 137 - 184.

BAKKER J. P. ET LONDO G., 1998: Grazing conservation management in historical perspective. In: WallisDeVries M. F., Bakker J. P. and Van Wieren S. E.(eds.): *Grazing and conservation management*. – Kluwer Academic Publishes, Great Britain, Dordrecht, 24 - 54.

BELSKY A. J., 1992: Effects of grazing, competition, disturbance and fire on species composition and diversity in grassland communities. – *Journal of Vegetation Science* 3: 187 - 200.

BIGNAL E. M. ET MCCRACKEN D. J., 1996: Low-intensity farming systems in the conservation of the countryside. – *Journal of Applied Ecology* 33: 413 - 424.

BULLOCK J. M., FRANKLIN J., STEVENSON M. J., SILVERTOWN J., COULSON S. J., GREGORY S. J. ET TOFTS R., 2001: A plant trait analysis of responses to grazing in a long-term experiment. – *Journal of Applied Ecology* 38: 253 - 267.

CORRELL O., ISSELSTEIN J. ET PAVLŮ V., 2003: Studying spatial and temporal dynamics of sward structure at low stocking densities: the use of an extended rising-plate-meter method. – *Grass and Forage Science* 58: 450 - 454.

ČÍTEK ET ŠANDERA, 1993: *Základy pastvinářství*. – Institut výchovy a vzdělávání MŽP ČR, Praha, 32 s.



- ČÍŽEK L., BEJČEK V. ET ŠŤASTNÝ K., 2006: Obratlovci. In: Mládek J., Pavlů V., Hejcman M. et Gaisler J. (eds.): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. – VÚRV, Praha, 62 - 64.
- DALE M. P. ET CAUSTON D. R., 1992: The ecophysiology of *Veronica chamaedrys*, *V. montana*, *V. officinalis*. 1. light quality and light quantity. – Journal Ecology 80: 483 - 492.
- DIAZ S., GONZALES A. ET LOPEZ C., 2004: The plant traits that drive ecosystems: evidence from three continents. – Journal of Vegetation Science 15: 295 - 304.
- DUMONT B., GAREL J. P., GINANE C., DECUQ F., FARRAGGIA A., PRADEL P., RIGOLOT C. ET PETIT M., 2007: Effect of cattle grazing a species-rich mountain pasture under different stocking rates on the dynamics of diet selection and sward structure. – Animal 7: 1042 - 1052.
- DURU M., TALLOWIN J. ET CRUZ P., 2005: Functional diversity in low-input grassland farming systems: characterisation, effect and management. – Agronomy Research 3: 125 - 138.
- DZWONKO Z. ET LOSTER S., 2007: A functional analysis of vegetation dynamics in abandoned and restored limestone grasslands. – Journal of Vegetation Science 18: 203 - 212.
- FRAME J., 1993: Herbage mass. In: Davies A., Bakker R. D., Grant S. A. et Laidlaw A. S. [eds.], Sward measurement handbook. BGS, Reading: 39 - 68.
- GRIME J.P. 1979: Plant strategies and vegetation processes. – John Wiley and Sons, Chichester, UK, 222 s.
- GRIME J. P., 2002: Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. – John Wiley and Sons Ltd., West Sussex, England, 456 s.
- HAKROVÁ P. ET WOTAVOVÁ K., 2004: Změny druhového složení a struktury druhově chudých travních porostů v závislosti na managementu. – Aktuality Šumavského výzkumu 2: 256 – 261.

- HEJCMAN M. ET PAVLŮ V., 2006: Historie pastevního obhospodařování. In: Mládek J., Pavlů V., Hejzman M. et Gaisler J. (eds.): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. – VÚRV, Praha, 7 - 9.
- HEJCMAN M., AUF D. ET GAISLER J., 2005: Year-round cattle grazing as an alternative management of hay meadows in the Giant Mts. (Krkonoše, Karkonosze), The Czech Republic. – *Ekologia Bratislava* 24: 419 - 429.
- HEJCMAN M., PAVLŮ V. ET KRAHULEC F., 2002: Pastva hospodářských zvířat a její využití v ochranné praxi. – *Zpráva České Botanické Společnosti* 37: 203 - 216.
- HEJCMAN M., PAVLŮ V., NEŽERKOVÁ P. ET GAISLER J., 2006: Historie pastvy hospodářských zvířat v Českých zemích. – *Náš chov* 66: 66 - 68.
- HEJDUK S. ET GAISLER J., 2006: Stručná charakteristika základních způsobů obhospodařování. In: Mládek J., Pavlů V., Hejzman M. et Gaisler J. (eds.): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. – VÚRV, Praha, 35 - 37.
- HELLSTRÖM K., HUHTA A. P., RAUTIO P., TUOMI J., OKSANEN J. ET LAINE K., 2003: Use of sheep grazing in the restoration of semi-natural meadows in northern Finland. – *Applied Vegetation Science* 6: 45 - 52.
- HERBEN T. ET MÜNZBERGOVÁ Z., 2003: Zpracování geobotanických dat v příkladech: Část I. Data o druhovém složení. – Studijní materiály Přírodovědecké fakulty v Praze, Praha, 118 s.
- ISSELSTEIN J., 1994: Zum futterbaulichen Wert verbreiteter Grünlandkräuter. Habilitationsschrift, Giessen.
- ISSELSTEIN J., JEANGROS B. ET PAVLŮ V., 2005: Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grassland in Europe. – *Agronomy Research* 3: 139 - 151.
- KLIMEŠ F., 1997: Lukařství a pastvinářství: ekologie travních porostů. – Jihočeská univerzita, České Budějovice, 140 s.

- KRAHULEC F., BLAŽKOVÁ D., BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ E. ŠTURSA J., PECHÁČKOVÁ S. ET FABŠIČOVÁ M., 1996: Grasslands of the Krkonoše Mountains: plant communities and their dynamics (in Czech). – *Opera Concorctica* 33: 3 - 250.
- KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J., KAPLAN Z., KIRSCHNER J. ET ŠTĚPÁNEK J. (eds.), 2002: Klíč ke Květeně České republiky. – Academia, Praha, 928 s.
- LEPŠ J., 1996: Biostatistika. – Jihočeská univerzita, České Budějovice, 166 s.
- LEPŠ J. ET ŠMILAUER P., 2000: Mnohorozměrná analýza ekologických dat. – Jihočeská univerzita, České Budějovice, 102 s.
- LUDVÍKOVÁ V. ET PAVLŮ V., 2010: Plant strategies in relation to different grazing intensities. – *Grassland Science in Europe* 15: 815 - 817.
- LUDVÍKOVÁ V., PAVLŮ V. ET HEJCMAN, 2009: Tvorba struktury pastevního porostu. – *Úroda* 8: 48 – 49.
- MALENOVSKÝ I., KMENT P., CHOBOT K., PŘIDAL A. ET RESL K., 2006: Nadzemní fauna bezobratlých. In: Mládek J., Pavlů V., Hejcman M. et Gaisler J. (eds.): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. – VÚRV, Praha, 46 - 52.
- MATĚJKOVÁ I., VAN DIGGELEN R. ET PRACH K., 2003: An attempt to restore a Czech species-rich mountain grassland through grazing. *Applied Vegetation Science* 6: 161 - 168.
- MÍCHAL I., 1994: Ekologická stabilita. – Brno. Veronica. 276 s.
- MLÁDEK J., 2005: Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v CHKO. – Český svaz ochránců přírody, Veselí nad Moravou, 298 s.
- MLÁDEK J., 2008: Vliv pastvy na druhovou diverzitu. In: Jongepierová I. [ed.] Louky Bílých Karpat, ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou, 363 - 367.
- MLÁDEK J. ET HEJCMAN M., 2006: Typy pastevně využívaných TTP dle Katalogu biotopů ČR. In: Mládek J., Pavlů V., Hejcman M. et Gaisler J. (eds.): Pastva

jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. – VÚRV, Praha, 10 - 20.

MLÁDEK J., PAVLŮ V. ET HEJCMAN M., 2006: Struktura a druhová skladba vegetace. In: Mládek J., Pavlů V., Hejcman M. et Gaisler J. (eds.): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. – VÚRV, Praha, 42 - 45.

MRKVIČKA J., 2002: Pastvinářství v ekologickém zemědělství. – Ministerstvo zemědělství, Praha, 17 s.

MORAVEC J. (eds.), 1994: Fytcenologie. – Academia, Praha, 404 s.

MOUDRÝ J., 2006: Analýza struktury zemědělských podniků v marginálních oblastech České republiky a predikce očekávaného vývoje. – Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. Disertační práce. 140 s.

NOSEK M., 1972: Metody v klimatologii. – Academia, Praha, 434 s.

OLFF H. ET RITCHIE M., 1998: Effects of herbivores on grassland plant diversity. – Tree 13: 261 - 265.

PAVLŮ L., PAVLŮ V., GAISLER J. ET HEJCMAN M., 2008: Effect of cessation of grazing management on dynamics of grassland weedy species. – Journal of Plant Diseases and Protection 21: 581 - 586.

PAVLŮ V., 1997: Rotační a kontinuální pastva jalovic. – Ph.D. disertační práce, CAU Prague, CZ. 188 s.

PAVLŮ V. ET HEJCMAN M., 2006: Pastevní charakteristika nejdůležitějších druhů zvířat. In: Mládek J., Pavlů V., Hejcman M. et Gaisler J. (eds.): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. – VÚRV, Praha, 76 - 78.

PAVLŮ V., ČIHÁKOVÁ K. ET MLÁDEK J., 2006a: Nedopasky. In: Mládek J., Pavlů V., Hejcman M. et Gaisler J. (eds.): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. – VÚRV, Praha, 79 - 81.

- PAVLŮ V., GAISLER J. ET HEJCMAN M., 2006b: Přírodní podmínky pro využití pastvy v ČR. In: Mládek J., Pavlů V., Hejzman M. et Gaisler J. (eds.): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. – VÚRV, Praha, 21 - 22.
- PAVLŮ V., GAISLER J. ET MIKULKA J., 2001: Pastvinářství. – Asociace soukromého zemědělství v ČR, 96 s.
- PAVLŮ V., HEJCMAN M. ET GAISLER J., 2006c: Typy pastevních systémů a intenzita pastvy. In: Mládek J., Pavlů V., Hejzman M. et Gaisler J. (eds.): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. – VÚRV, Praha, 38 - 41.
- PAVLŮ V., HEJCMAN M. ET MIKULKA J., 2008: Cover estimation versus density counting in species-rich pasture under different grazing intensities. – Environmental Monitoring and Assessment 156: 419 - 424.
- PAVLŮ V., HEJCMAN M., PAVLŮ L. ET GAISLER J., 2003: Effect of rotational and continuous grazing on vegetation of an upland grassland in the Jizerské hory Mts., Czech republic. – Folia Geobotanica 38: 21 - 34.
- PAVLŮ V., GAISLER J., HEJCMAN M. ET PAVLŮ L., 2006d: Effect of different grazing system on dynamics of grassland weedy species. – Journal of Plant Diseases Protection 20: 377 - 383.
- PAVLŮ V., GAISLER J., MLÁDEK J. ET PAVELČÍK P., 2006e: Struktura travního porostu. In: Mládek J., Pavlů V., Hejzman M. et Gaisler J. (eds.): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. – VÚRV, Praha, 23 - 25.
- PAVLŮ V., HEJCMAN M., PAVLŮ L. ET GAISLER J., 2007: Restoration of grazing management and its effect on vegetation in an upland grassland. – Applied Vegetation Science 10: 375 - 382.
- PAVLŮ V., HEJCMAN M., PAVLŮ L., GAISLER J., NEŽERKOVÁ P. ET ANDALUZ M. G., 2005: Vegetation changes after cessation of grazing management in the

- Jizerské Mountains (Czech Republic). – *Annales Botanici Fennici* 42: 343 - 349.
- PAVLŮ V., HEJCMAN M., PAVLŮ L., GAISLER J., NEŽERKOVÁ P. ET MENESES L., 2006f: Effect of continuous grazing on forage quality, quantity and animal performance. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113: 349 - 355.
- PAVLŮ V., HEJCMAN M., PAVLŮ L., GAISLER J., NEŽERKOVÁ P. ET MENESES L., 2006g: Changes in plant densities in a mesic species-rich grassland after imposing different grazing management treatments. – *Grass and Forage Science* 61: 42 - 51.
- PECO B., SÁNCHEZ A. M. ET AZCÁRATE F. M., 2006: Abandonment in grazing systems: Consequences for vegetation and soil. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113: 284 - 294.
- PIEK H., 1998: The practical use of grazing in nature reserves in the Netherlands. In: WallisDeVries M. F., Bakker J. P. and Van Wieren S. E.(eds): *Grazing and conservation management*. – Kluwer Academic Publishes, Great Britain, Dordrecht, 251 - 272.
- PLANTUREUX S., PEETERS A. ET MCCRACKEN D., 2005: Biodiversity in intensive grassland: Effect of management, improvement and challenges. – *Agronomy Research* 3/2: 153 - 164.
- POTT R., 1998: Effects of human interference on the landscape with special reference to the role of grazing livestock. In: WallisDeVries M. F., Bakker J. P. and Van Wieren S. E.(eds): *Grazing and conservation management*. – Kluwer Academic Publishes, Great Britain, Dordrecht, 108 - 134.
- PRINS H. H. T., 1998: Origins and development of grassland communities in northwestern Europe. In: WallisDeVries M. F., Bakker J. P. and Van Wieren S. E.(eds): *Grazing and conservation management*. – Kluwer Academic Publishes, Great Britain, Dordrecht, 55 - 105.
- PYKÄLÄ J., 2004: Cattle grazing increases plant species richness of most species trait groups in mesic semi-natural grasslands. – *Plant Ecology* 175: 217 - 226.

- PYKÄLÄ J., 2005: Plant species responses to cattle grazing in mesic semi-natural grassland. – *Agriculture, Ecosystems and Environment* 108: 109 - 117.
- QUITT E., 1971: Klimatické oblasti Československa. – Academia, Brno, 73 s.
- RATHCKE B. ET LACEY E. P., 1985: Phenological patterns of terrestrial plants. – *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 179 - 214.
- REYNOLDS G. S. ET BATELLO C., 2005: Grassland of the World. – Food and Agriculture Organization of the United Nations, 514 s.
- ROOK A. J. ET TALLOWIN J. R. B., 2003: Grazing and pasture management for biodiversity benefit. – *Animal Research* 52: 181 - 189.
- ROOK A. J., DUMONT B., ISSELSTEIN J., OSORO K., WALLIS DE VRIES M. F., PARENTE G. ET MILLS J., 2004: Matching type of livestock to desired biodiversity outcomes in pastures. – *Biological Conservation* 119: 137 - 150.
- RYCHNOVSKÁ M., 2009: Od produkční funkce k ekologické. – *Úroda* 12: 31 – 32.
- RYSER P., LANGENAUER R. ET GIGON A., 1995: Species richness and vegetation structure in a limestone grassland after 15 years management with six biomass removal regimes. – *Folia Geobotanica and Phytotaxonomica* 30: 157 - 167.
- SMITH R. S. ET RUSHTON S. P., 1994: The effect of grazing management on the vegetation of mesotrophic (meadow) grassland in Northern England. – *Journal of Applied Ecology* 31: 13 - 24.
- SMITH R. S., SHIEL R. S., MILLWARD D. ET CORKHILL P., 2000: The interactive effects of management on the productivity and plant community structure of an upland meadow: an 8 - year field trial. – *Journal of Applied Ecology* 37: 1029 - 1043.
- STATSOFT, TULSA, 2007: STATISTICA cz (softwarový systém pro analýzu dat), verze 8.0. [www.statsoft.cz](http://www.statsoft.cz).

- STEVENS M. H. ET CARSON W. P., 2001: Phenological complementarity, species diversity, and ecosystem function. – OIKOS 92: 291 - 296.
- ŠANTRŮČEK J., 2007: Encyklopedie pícninářství. – ČZU, Praha, 157 s.
- ŠOCH M., 2009: Využití trvalých travních porostů jako krajinného prvku – Modelové řešení revitalizace průmyslových regionů a území po těžbě uhlí na příkladu Podkrušnohoří. – UJEP FŽP, Ústí nad Labem, 24 s.
- ŠRÁMEK, P., KOHOUTEK, A., ŠEVČÍKOVÁ, M., ODSTRČILOVÁ, V. A JONGEPIEROVÁ, I2001: Zvyšování biodiversity travních porostů. – ÚZPI, Praha. Zemědělské informace 21, 34 s.
- TER BRAAK C. J. F. ET ŠMILAUER P., 2002: CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). – Microcomputer Power, Ithaca, NY, US.
- TER HEERDT G. N. J., BAKKER J. P. ET LEEUW J. DE, 1991: Seasonal and spatial variation in living and dead plant material in a grazed grassland as related to plant species diversity. – Journal of Applied Ecology 28: 120 - 127.
- VAN WIEREN S. E., 1995: The potential role of large herbivore in nature conservation and extensive land use in Europe. – Biological Journal of the Linnean Society 56: 11 - 23.
- VAN WIEREN S. E. ET BAKKER J. P., 1998: Grazing for conservation in the twenty-first century. In: WallisDeVries M. F., Bakker J. P. and Van Wieren S. E.(eds): Grazing and conservation management. – Kluwer Academic Publishes, Great Britain, Dordrecht, 349 - 363.
- WALLISDEVRIES M. F., 1998: Large herbivores as factors for nature conservation. In: WallisDeVries M. F., Bakker J. P. and Van Wieren S. E.(eds): Grazing and conservation management. – Kluwer Academic Publishes, Great Britain, Dordrecht, 1 - 20.



## **9. PŘÍLOHY**

## 9.1 Tabulková příloha

Tab. P 1 – Seznam rostlinných druhů zaznamenaných v experimentu (2002, 2003, 2004)

Zkratka	Latinský název	Český název
AegPod	<i>Aegopodium podagraria</i>	bršlice kozí noha
AgrCap	<i>Agrostis capillaris</i>	psineček obecný
AchMil	<i>Achillea millefolium</i>	řebříček obecný
AlchVul	<i>Alchemila vulgaris</i>	kontryhel obecný
AloPra	<i>Alopecurus pratensis</i>	psárka luční
CamSp	<i>Campanula</i> spp.	zvonek
CarPra	<i>Cardamine pratensis</i>	řeřišnice luční
CerHol	<i>Cerastium holosteoides</i>	rožec obecný
CirSp	<i>Cirsium</i> sp.	pcháč
DacGlo	<i>Dactylis glomerata</i>	srha říznačka
ElyRep	<i>Elytrigia repens</i>	pýr plazivý
FesPra	<i>Festuca pratensis</i>	kostřava luční
FesRub	<i>Festuca rubra</i> agg.	kostřava červená
GalAlb	<i>Galium album</i>	svízel bílý
HolMol	<i>Holcus mollis</i>	medyněk měkký
HypMac	<i>Hypericum maculatum</i>	třezalka tečkovaná
LotUli	<i>Lotus uliginosus</i>	štírovník bažinný
LysNum	<i>Lysimachia nummularia</i>	vrbina penízková
Moss	moss	mech
MyoSp	<i>Myosotis</i> sp.	pomněnka
PhlPra	<i>Phleum pratense</i>	bojínek luční
PlaMaj	<i>Plantago major</i>	jitrocel větší
PoaSp	<i>Poa</i> spp.	lipnice
RanAcr	<i>Ranunculus acris</i>	pryskyřník prudký
RanRep	<i>Ranunculus repens</i>	pryskyřník plazivý
RumAce	<i>Rumex acetosa</i>	šťovík kyselý
RumObt	<i>Rumex obtusifolium</i>	šťovík tupolistý
SteGra	<i>Stellaria graminea</i>	ptačinec trávovitý
TarSp	<i>Taraxacum</i> spp.	smetánka
TriRep	<i>Trifolium repens</i>	jetel plazivý
UrtDio	<i>Urtica dioica</i>	kopřiva dvoudomá
VerCha	<i>Veronica chamaedrys</i>	rozrazil rozekvítek
VicCra	<i>Viccia cracca</i>	vikev ptačí

Tab. P 2 – Výsledky faktoriální analýzy variance biomasy v sušině významných druhů trav ve vegetačních sezónách let 2002, 2003 a 2004. Zkratky: V – varianta, B – blok, M – měsíc, *F* – ratio – *F* test, *P* – value – dosažená hladina významnosti. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny kurzívou.

Druh	Vliv	2002		2003		2004	
		<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value	<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value	<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value
<i>Agrostis capillaris</i>	V	9,47	0,004	6,77	0,011	7,72	0,007
	B	0,13	0,943	0,88	0,518	1,02	0,433
	M	23,33	< 0,001	56,73	< 0,001	10,19	< 0,001
	V x B	4,75	< 0,001	2,14	0,042	2,21	0,035
	V x M	5,36	< 0,001	3,2	< 0,001	1,94	0,031
	B x M	1,26	0,238	0,37	0,989	1	0,47
<i>Alopecurus pratensis</i>	V	8,807	0,005	0,935	0,463	2,558	0,12
	B	2,226	0,175	0,896	0,477	0,772	0,527
	M	1,864	0,127	1,738	0,169	1,625	0,198
	V x B	0,985	0,461	2,359	0,025	4,039	0,001
	V x M	2,601	0,002	1,099	0,379	2,437	0,006
	B x M	1,136	0,338	1,368	0,186	2,901	0,001
<i>Festuca rubra</i>	V	1,937	0,194	3,174	0,078	3,935	0,048
	B	1,142	0,388	0,749	0,548	1,333	0,325
	M	3,451	0,013	0,431	0,849	0,69	0,66
	V x B	7,846	< 0,001	9,308	< 0,001	3,171	0,004
	V x M	1,755	0,045	2,487	0,005	0,5	0,947
	B x M	0,689	0,828	1,29	0,231	1,059	0,416
<i>Holcus mollis</i>	V	0,948	0,458	0,965	0,45	1,126	0,389
	B	0,401	0,758	0,621	0,622	0,762	0,548
	M	4,06	0,006	2,526	0,059	1,781	0,16
	V x B	2,318	0,025	3,283	0,003	2,995	0,006
	V x M	0,914	0,575	1,16	0,326	2,351	0,008
	B x M	0,552	0,935	0,774	0,72	0,845	0,642
<i>Poa spp.</i>	V	5,524	0,02	1,651	0,246	0,566	0,651
	B	2,361	0,14	2,678	0,13	0,36	0,783
	M	4,226	0,005	1,619	0,199	1,445	0,252
	V x B	1,239	0,288	1,436	0,196	3,362	0,002
	V x M	2,446	0,003	1,012	0,462	1,648	0,08
	B x M	1,312	0,202	1	0,474	1,358	0,191

Tab. P 3 – Výsledky faktoriální analýzy variance biomasy významných druhů bylin ve vegetačních sezónách let 2002, 2003 a 2004. Zkratky: V – varianta, B – blok, M – měsíc, *F* – ratio – F test, *P* – value – dosažená hladina významnosti. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny kurzívou.

Druh	Vliv	2002		2003		2004	
		<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value	<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value	<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value
<i>Achillea millefolium</i>	V	2,656	0,112	5,749	<i>0,018</i>	0,57	0,646
	B	1,252	0,337	0,22	0,88	0,4	0,758
	M	0,623	0,732	2,05	0,111	2,44	0,066
	V x B	3,525	<i>0,001</i>	4,189	<i>&lt; 0,001</i>	11,55	<i>&lt; 0,001</i>
	V x M	1,199	0,283	2,663	<i>0,003</i>	0,81	0,678
	B x M	1,646	0,066	1,177	0,312	0,68	0,812
<i>Alchemila vulgaris</i>	V	1,944	0,193	1,448	0,293	0,856	0,498
	B	1,019	0,484	1,044	0,472	0,711	0,572
	M	0,725	0,653	2,853	<i>0,039</i>	0,831	0,561
	V x B	0,639	0,759	0,996	0,454	2,73	<i>0,011</i>
	V x M	1,243	0,249	2,046	<i>0,022</i>	1,099	0,378
	B x M	0,962	0,519	0,766	0,728	1,006	0,469
<i>Galium album</i>	V	0,932	0,464	0,635	0,611	1,544	0,269
	B	0,922	0,486	0,614	0,626	0,996	0,441
	M	0,96	0,484	1,947	0,128	0,78	0,596
	V x B	1,015	0,438	3,491	<i>0,002</i>	2,728	<i>0,011</i>
	V x M	1,01	0,465	0,842	0,646	0,788	0,705
	B x M	1,01	0,465	0,798	0,694	1	0,474
<i>Hypericum maculatum</i>	V	-	-	0,89	0,483	1,997	0,185
	B	-	-	1	0,47	0,992	0,459
	M	-	-	1,372	0,278	0,871	0,535
	V x B	-	-	1	0,451	1,141	0,351
	V x M	-	-	0,89	0,592	0,823	0,667
	B x M	-	-	0,89	0,592	0,987	0,487
<i>Ranunculus repens</i>	V	1,653	0,245	1,412	0,302	0,813	0,518
	B	0,523	0,679	1,017	0,435	1,285	0,339
	M	1,88	0,124	1,826	0,15	0,846	0,551
	V x B	3,363	<i>0,002</i>	3,259	<i>0,003</i>	6,709	<i>&lt; 0,001</i>
	V x M	1,353	0,178	1,092	0,385	0,947	0,53
	B x M	0,793	0,717	0,877	0,607	0,974	0,501
<i>Stelaria graminea</i>	V	2,006	0,184	1,197	0,365	7,631	<i>0,008</i>
	B	0,671	0,587	1,274	0,344	1,626	0,265
	M	1,223	0,334	2,109	0,103	1,19	0,355
	V x B	-	-	2,942	<i>0,006</i>	2,342	<i>0,026</i>
	V x M	-	-	1,58	0,099	1,212	0,285
	B x M	-	-	1,025	0,449	0,865	0,62
<i>Taraxacum spp.</i>	V	0,308	0,819	4,174	<i>0,041</i>	0,533	0,671
	B	0,09	0,964	2,012	0,231	0,896	0,501
	M	0,507	0,819	2,342	0,076	1,148	0,376
	V x B	1,971	0,058	1,271	0,274	1,543	0,157
	V x M	0,925	0,562	1,563	0,105	1,101	0,377
	B x M	1,201	0,281	0,809	0,682	0,755	0,74

Tab. P 4 – Výsledky faktoriální analýzy variance biomasy v sušně významných druhů jetelovin ve vegetačních sezónách let 2002, 2003 a 2004.

Zkratky: V – varianta, B – blok, M – měsíc, *F* – ratio – F test, *P* – value – dosažená hladina významnosti. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny kurzívou.

Druh	Vliv	2002		2003		2004	
		<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value	<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value	<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value
<i>Lotus uliginosus</i>	V	0,523	0,677	0,998	0,437	0,943	0,459
	B	0,685	0,584	0,998	0,444	0,949	0,46
	M	0,707	0,666	1	0,455	1,062	0,421
	V x B	3,282	0,002	1,913	0,07	3,206	0,004
	V x M	1,1	0,372	1	0,474	0,98	0,495
	B x M	1,021	0,453	1	0,474	0,98	0,495
<i>Trifolium repens</i>	V	0,77	0,539	0,671	0,591	7,187	0,009
	B	0,234	0,871	0,845	0,507	1,231	0,385
	M	4,302	0,004	4,459	0,006	4,109	0,009
	V x B	4,795	< 0,001	4,225	< 0,001	1,755	0,099
	V x M	1,003	0,473	0,533	0,929	1,197	0,297
	B x M	0,849	0,652	0,791	0,702	0,686	0,81

Tab. P 5 – Výsledky faktoriální analýzy variance procentuálního zastoupení biomasy v sušně významných druhů jetelovin ve vegetačních sezónách let 2002, 2003 a 2004.

Zkratky: V – varianta, B – blok, M – měsíc, *F* – ratio – F test, *P* – value – dosažená hladina významnosti. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny kurzívou.

Druh	Vliv	2002		2003		2004	
		<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value	<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value	<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value
<i>Alopecurus pratensis</i>	V	6,068	0,015	1,016	0,43	2,008	0,183
	B	1,777	0,231	0,811	0,516	1,148	0,367
	M	1,44	0,254	2,132	0,1	1,439	0,254
	V x B	1,316	0,251	3,61	0,001	6,694	< 0,001
	V x M	2,704	0,002	1,294	0,229	2,653	0,003
	B x M	1,191	0,301	1,336	0,204	2,564	0,004
<i>Festuca rubra</i>	V	0,628	0,615	0,853	0,499	1,721	0,232
	B	1,105	0,403	1,184	0,37	1,551	0,259
	M	2,636	0,052	0,5	0,8	0,515	0,789
	V x B	7,219	< 0,001	5,681	< 0,001	5,036	< 0,001
	V x M	1,527	0,117	2,151	0,016	0,982	0,493
	B x M	0,519	0,937	1,015	0,459	1,559	0,106
<i>Trifolium repens</i>	V	3,131	0,08	5,471	0,02	73,19	< 0,001
	B	0,365	0,78	0,989	0,444	2,04	0,262
	M	4,818	0,004	3,657	0,015	2,39	0,071
	V x B	6,655	< 0,001	2,708	0,011	0,68	0,725
	V x M	1,77	0,055	1,217	0,282	1,82	0,047
	B x M	0,808	0,682	0,998	0,477	0,99	0,481

Tab. P 6 – Výsledky faktoriální analýzy variance biomasy v sušině funkčních skupin ve vegetačních sezónách let 2002, 2003 a 2004.

Zkratky: V – varianta, B – blok, M – měsíc, F – ratio – F test, P – value – dosažená hladina významnosti. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny kurzívou.

Skupina	Vliv	2002		2003		2004	
		<i>F - ratio</i>	<i>P - value</i>	<i>F - ratio</i>	<i>P - value</i>	<i>F - ratio</i>	<i>P - value</i>
Vysoké trávy	V	6,128	<i>0,015</i>	3,341	<i>0,07</i>	3,138	0,08
	B	1,328	0,33	0,287	0,834	0,877	0,49
	M	5,285	<i>0,001</i>	1,036	0,435	1,271	0,319
	V x B	4,907	<i>&lt; 0,001</i>	8,513	<i>&lt; 0,001</i>	3,549	<i>0,002</i>
	V x M	2,98	<i>&lt; 0,001</i>	2,94	<i>&lt; 0,001</i>	0,973	0,502
	B x M	0,826	0,679	1,746	0,059	1,015	0,459
Nízké trávy	V	9,47	<i>0,004</i>	6,77	<i>0,011</i>	7,72	<i>0,007</i>
	B	0,13	0,943	0,88	0,518	1,02	0,433
	M	23,33	<i>&lt; 0,001</i>	56,73	<i>&lt; 0,001</i>	10,19	<i>&lt; 0,001</i>
	V x B	4,75	<i>&lt; 0,001</i>	2,14	<i>0,042</i>	2,21	<i>0,035</i>
	V x M	5,36	<i>&lt; 0,001</i>	3,2	<i>&lt; 0,001</i>	1,94	<i>0,031</i>
	B x M	1,26	0,238	0,37	0,989	1	0,47
Vysoké byliny	V	1,788	0,219	2,252	0,151	2,948	0,091
	B	0,469	0,711	0,848	0,497	0,994	0,442
	M	0,378	0,905	1,243	0,331	0,92	0,504
	V x B	1,473	0,178	3,068	<i>0,005</i>	2,449	<i>0,02</i>
	V x M	1,051	0,421	1,184	0,306	0,875	0,608
	B x M	1,426	0,141	1,458	0,143	1,043	0,431
Nízké byliny	V	2,016	0,182	3,724	0,054	4,901	<i>0,027</i>
	B	0,777	0,545	0,839	0,51	0,734	0,561
	M	2,855	<i>0,029</i>	3,373	<i>0,021</i>	1,528	0,225
	V x B	2,358	<i>0,023</i>	2,706	<i>0,011</i>	3,347	<i>0,003</i>
	V x M	0,996	0,48	1,964	<i>0,029</i>	1,234	0,269
	B x M	0,727	0,789	0,959	0,517	0,827	0,662
Jeteloviny	V	0,656	0,599	0,641	0,608	1,322	0,327
	B	0,279	0,839	1,005	0,44	1,025	0,435
	M	4,092	<i>0,006</i>	4,813	<i>0,004</i>	3,915	<i>0,011</i>
	V x B	4,806	<i>&lt; 0,001</i>	4,121	<i>&lt; 0,001</i>	2,678	<i>0,012</i>
	V x M	0,959	0,522	0,561	0,912	1,383	0,178
	B x M	0,853	0,648	0,802	0,689	0,837	0,65
Mech	V	1,475	0,286	5,49	<i>0,02</i>	11,16	<i>0,002</i>
	B	1,502	0,342	2,27	0,258	0,94	0,466
	M	5,731	<i>0,001</i>	10,87	<i>&lt; 0,001</i>	2,98	<i>0,033</i>
	V x B	1,827	0,081	1,12	0,367	2,78	<i>0,009</i>
	V x M	0,8	0,709	1,97	<i>0,029</i>	2,92	<i>0,001</i>
	B x M	0,433	0,982	0,62	0,871	0,92	0,563

Tab. P 7 – Výsledky faktoriální analýzy variance procentuálního zastoupení biomasy v sušině významných druhů jetelovin ve vegetačních sezónách let 2002, 2003 a 2004.  
Zkratky: V – varianta, B – blok, M – měsíc, *F* – ratio – F test, *P* – value – dosažená hladina významnosti. Statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny kurzívou.

Skupina	Vliv	2002		2003		2004	
		<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value	<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value	<i>F</i> - ratio	<i>P</i> - value
Vysoké trávy	V	2,13	0,167	0,727	0,561	0,101	0,958
	B	1,07	0,412	0,272	0,844	0,293	0,829
	M	5,864	0,002	2,549	0,058	3,425	0,02
	V x B	4,432	< 0,001	5,7	< 0,001	4,441	< 0,001
	V x M	2,225	0,012	2,712	0,002	4,118	< 0,001
	B x M	0,921	0,559	1,377	0,182	0,95	0,526
Nízké trávy	V	1,42	0,299	6,33	0,013	8,12	0,006
	B	0,54	0,666	2,24	0,233	0,32	0,812
	M	14,83	< 0,001	60,01	< 0,001	17,46	< 0,001
	V x B	2,94	0,006	1,93	0,066	4,14	< 0,001
	V x M	2,53	0,004	2,39	0,007	3,22	< 0,001
	B x M	1,59	0,096	0,35	0,991	0,66	0,837
Vysoké byliny	V	2,727	0,106	4,062	0,044	2,452	0,13
	B	1,285	0,332	0,766	0,535	0,897	0,476
	M	0,538	0,773	0,926	0,5	1,435	0,256
	V x B	7,619	< 0,001	3,298	0,003	4,342	< 0,001
	V x M	1,272	0,243	1,444	0,149	0,916	0,564
	B x M	1,492	0,13	1,785	0,052	1,401	0,169
Nízké byliny	V	2,58	0,118	2,133	0,166	0,98	0,445
	B	3,582	0,095	0,499	0,693	0,406	0,752
	M	2,995	0,033	4,272	0,008	1,397	0,269
	V x B	1,732	0,104	2,124	0,043	2,689	0,012
	V x M	1,753	0,058	1,953	0,03	0,894	0,588
	B x M	0,694	0,801	1,096	0,381	1,094	0,383
Jeteloviny	V	---	---	5,505	0,02	37,26	< 0,001
	B	0,389	0,764	1,056	0,419	1,96	0,265
	M	4,835	0,004	3,762	0,013	3,56	0,017
	V x B	6,67	< 0,001	2,66	0,012	0,97	0,477
	V x M	1,723	0,064	1,205	0,29	1,47	0,138
	B x M	0,804	0,687	0,987	0,488	0,83	0,663
Mech	V	3,51	0,062	12,97	0,001	10,94	0,002
	B	1,71	0,382	2,12	0,255	0,92	0,471
	M	29,25	< 0,001	7,24	< 0,001	2,65	0,051
	V x B	1,57	0,147	0,89	0,543	3,04	0,005
	V x M	0,65	0,845	2,78	0,002	2,62	0,003
	B x M	0,22	1	0,83	0,663	0,96	0,511

## 9.2 Obrazová příloha

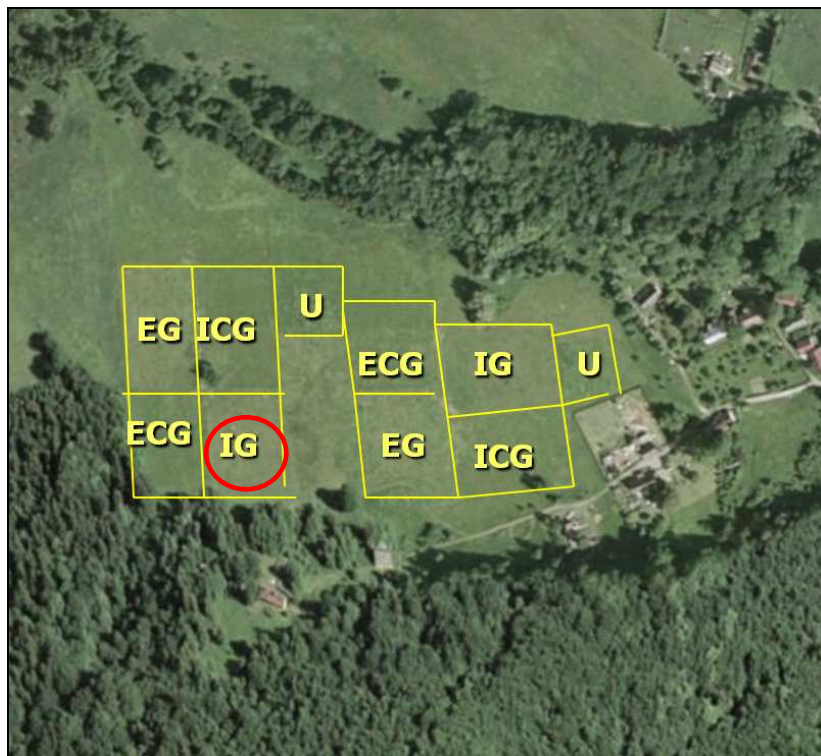


Obr. P 1 - Lokalizace zájmového území, červeně je vyznačena lokalita Betlém.  
(Zdroj obr. [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))



Obr. P 2 – Lokalita Betlém v Oldřichově v Hájích, Jizerské hory.  
(Zdroj obr. [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))





Obr. P 3 – Pastevní areál, lokalita Betlém, Oldřichov v Hájích, Jizerské hory.  
 Červeně je vyznačeno umístění experimentu na pokusné pastvině.  
 (Zdroj obr. Pavlů Vilém 2009)



Obr. P 4 – Pastva jalovic na intenzivní pastvině, Betlém.  
 (Foto: Šimáčková Hana 2010)



Obr. P 5 – Využití pastevních klecí pro studium změn vegetace v pastevním porostu, Betlém. (Foto: Šimáčková Hana 2010)



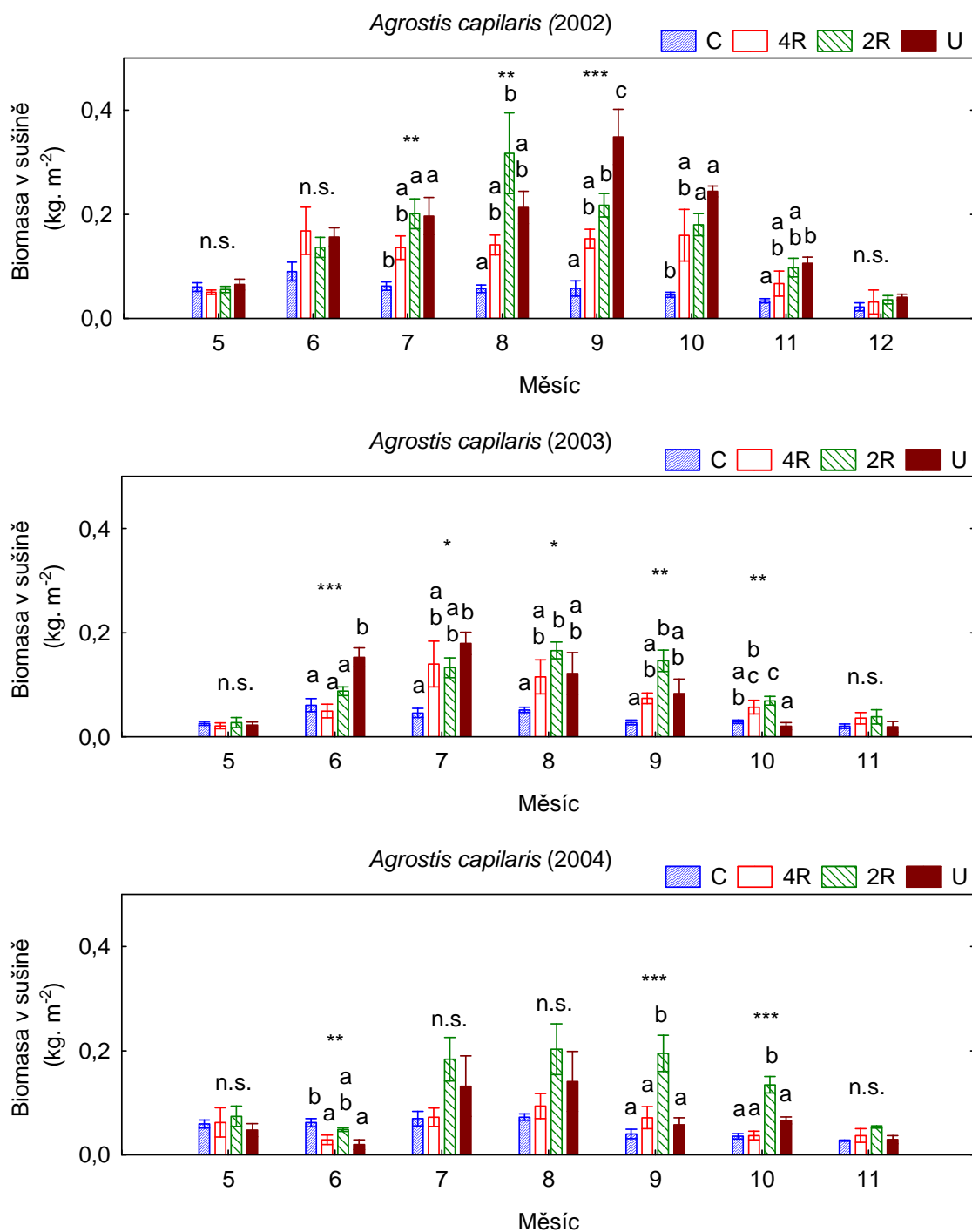
Obr. P 6 – Měření výšky porostu metodou *Compresses sward height*, Betlém. (Foto: Pavlů Vilém 2005)



Obr. P 7 – Rozbor rostlinné biomasy. (Foto: Šimáčková Hana 2010)



Obr. P 8 – Uložení rozebrané rostlinné biomasy do papírových sáčků s popisem (Foto: Šimáčková Hana 2010)

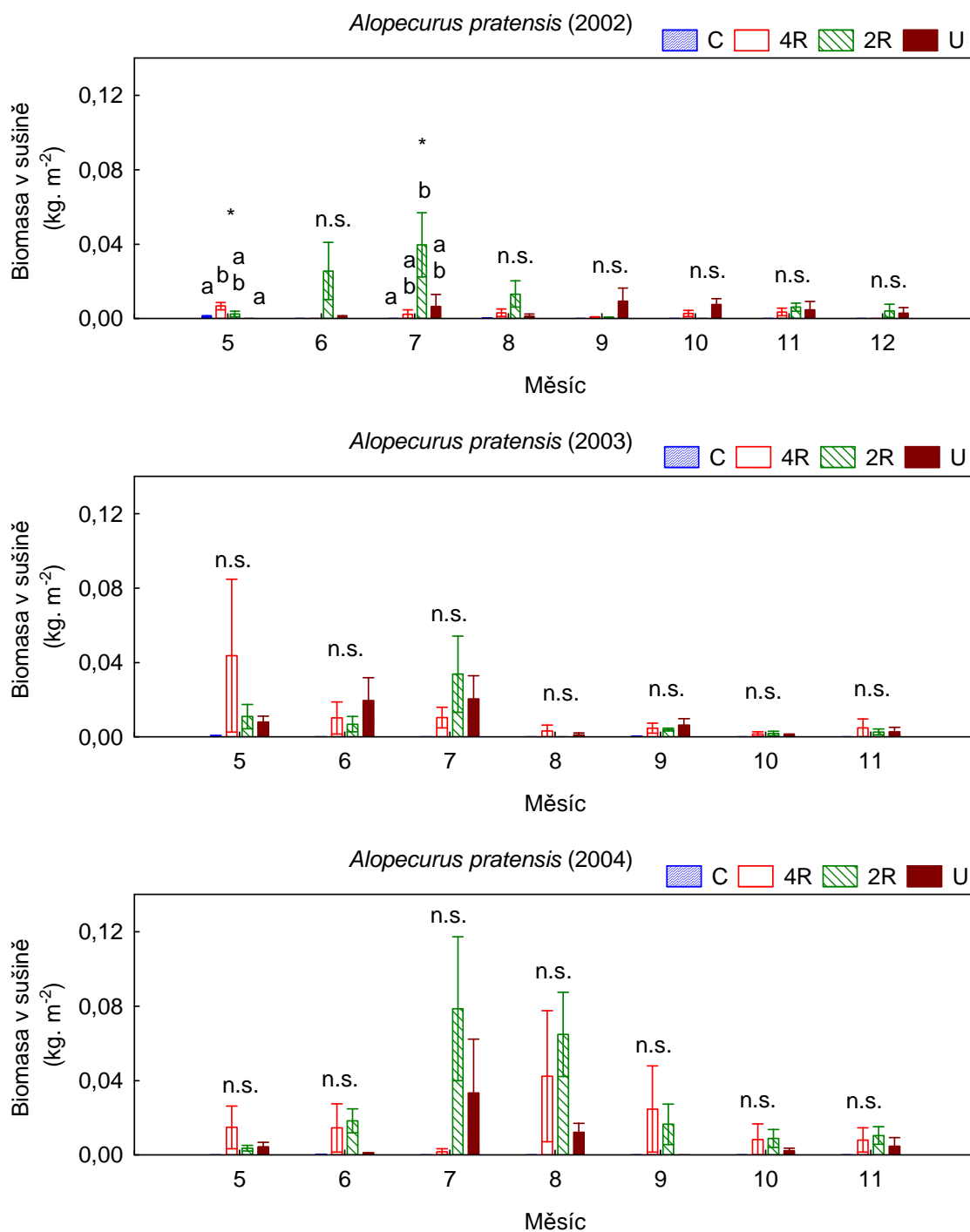


Obr. P 9 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Agrostis capillaris* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,

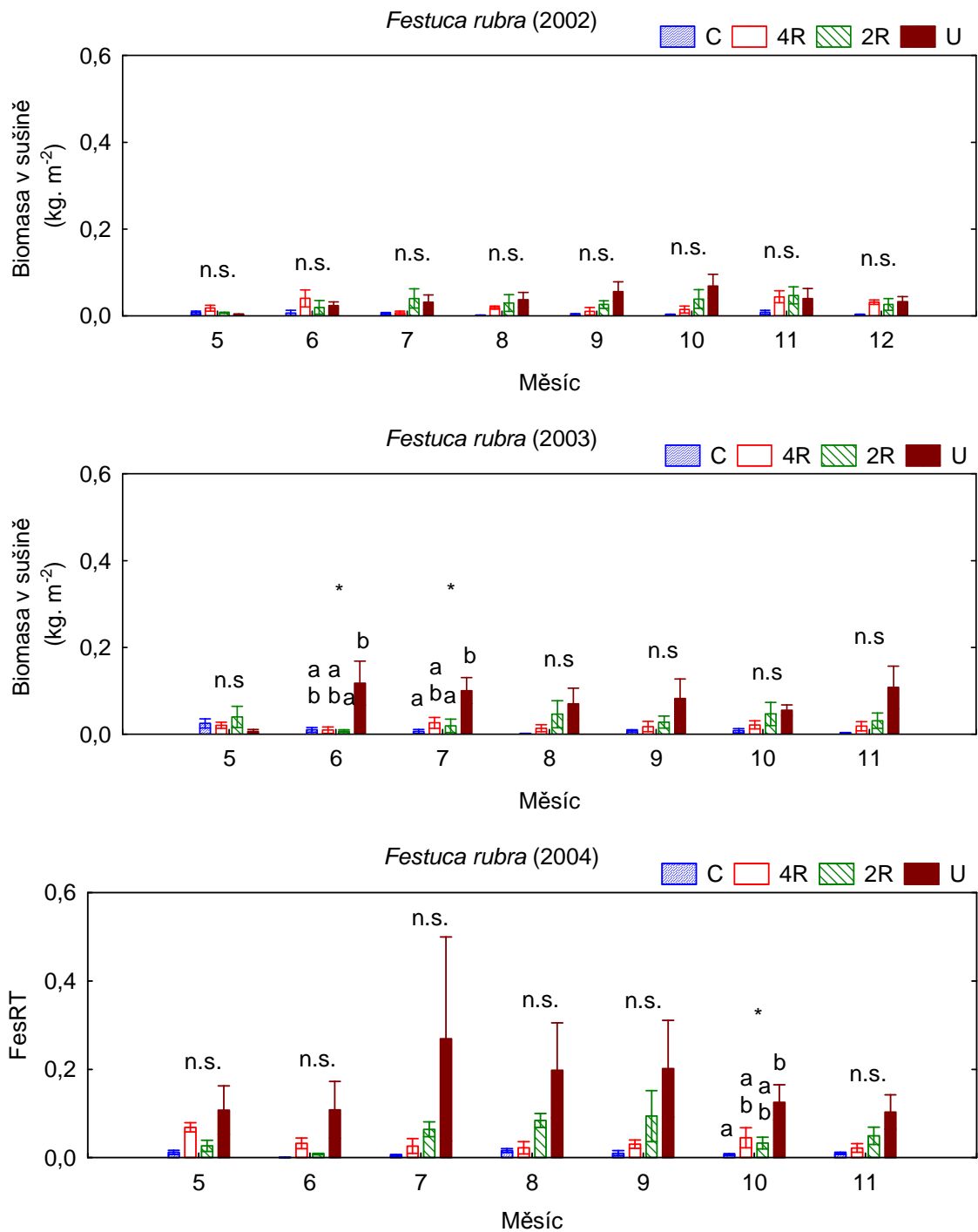
2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. P 10 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Alopecurus pratensis* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

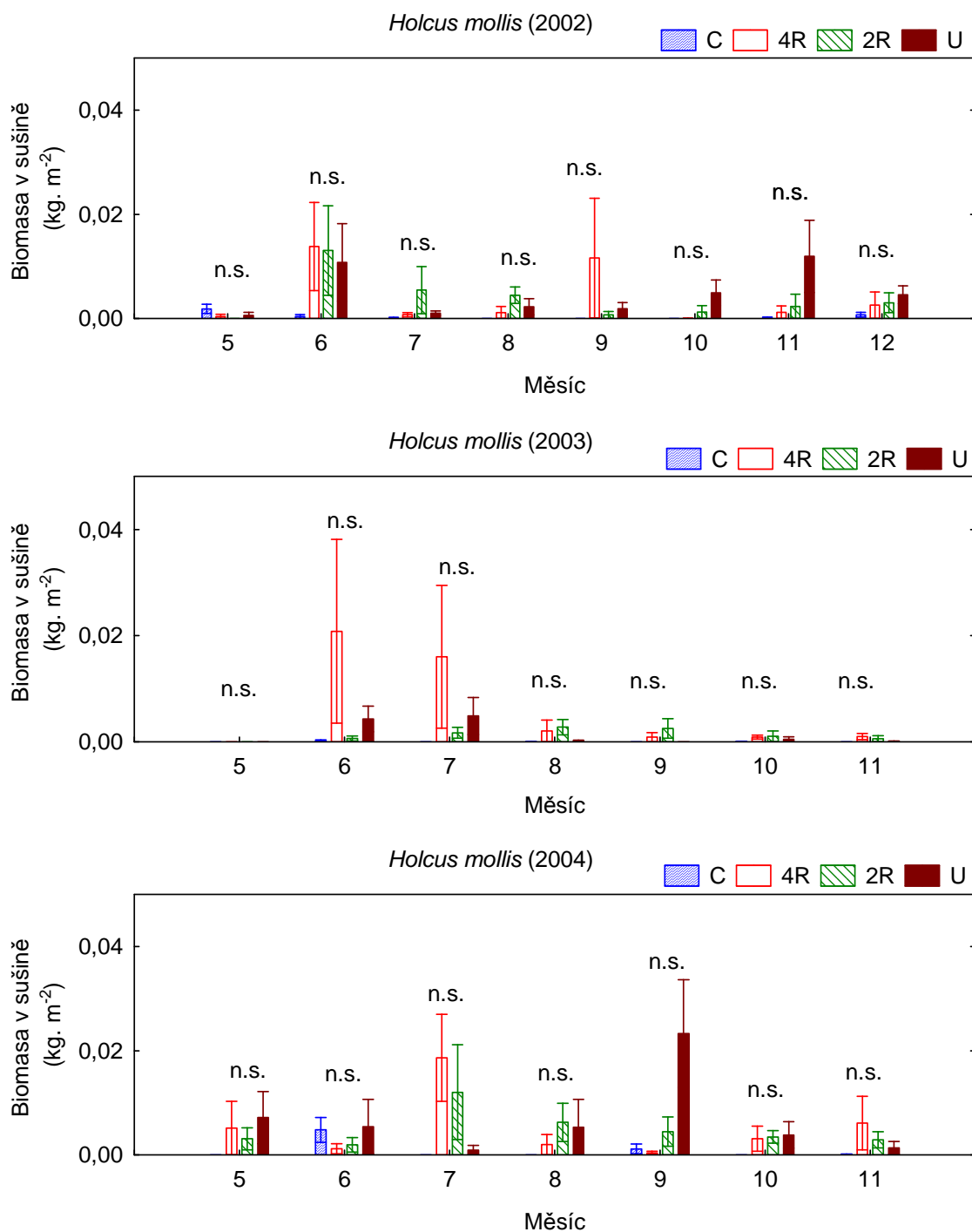


Obr. P 11 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Festuca rubra* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,

2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

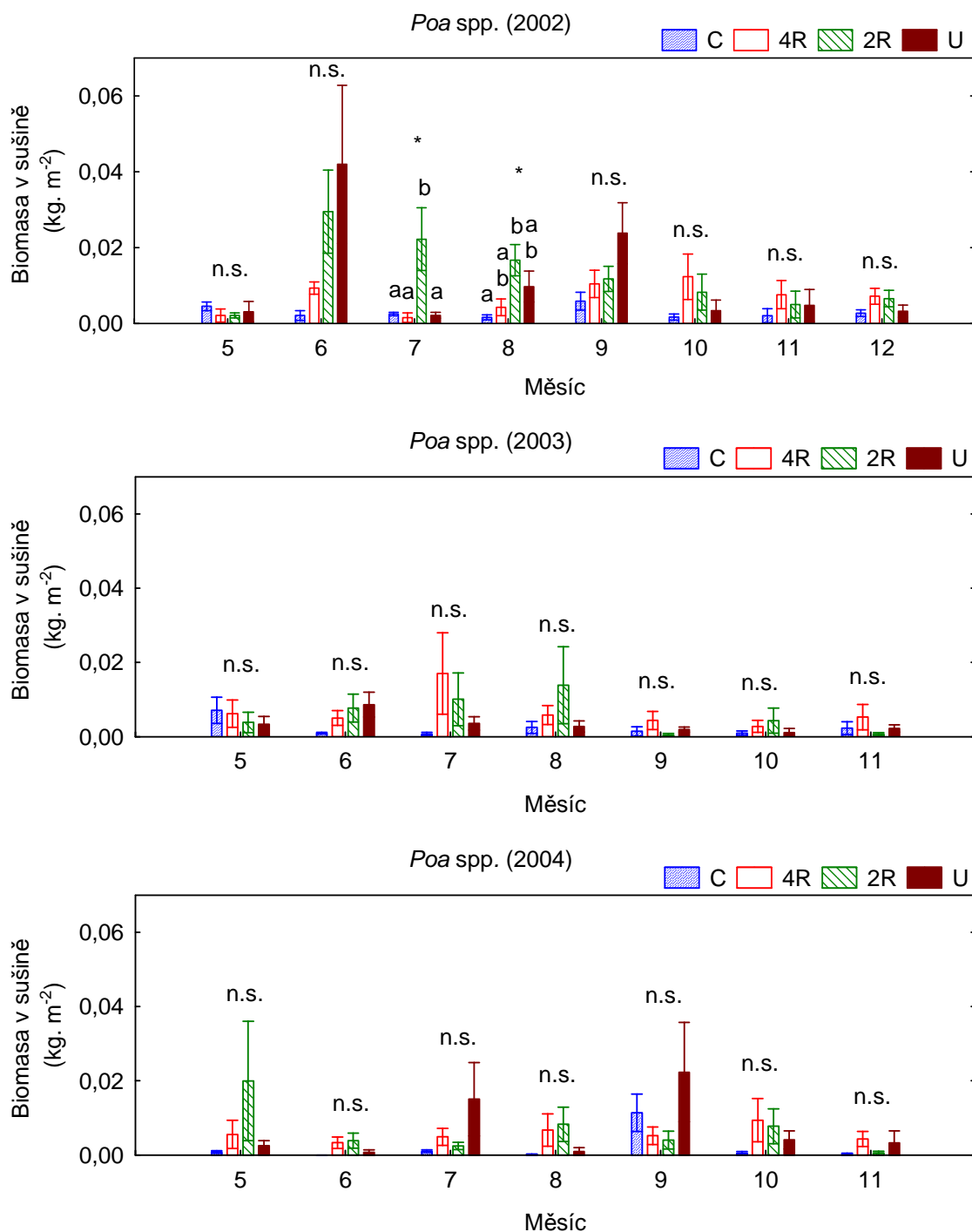


Obr. P 12 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Holcus mollis* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,

2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

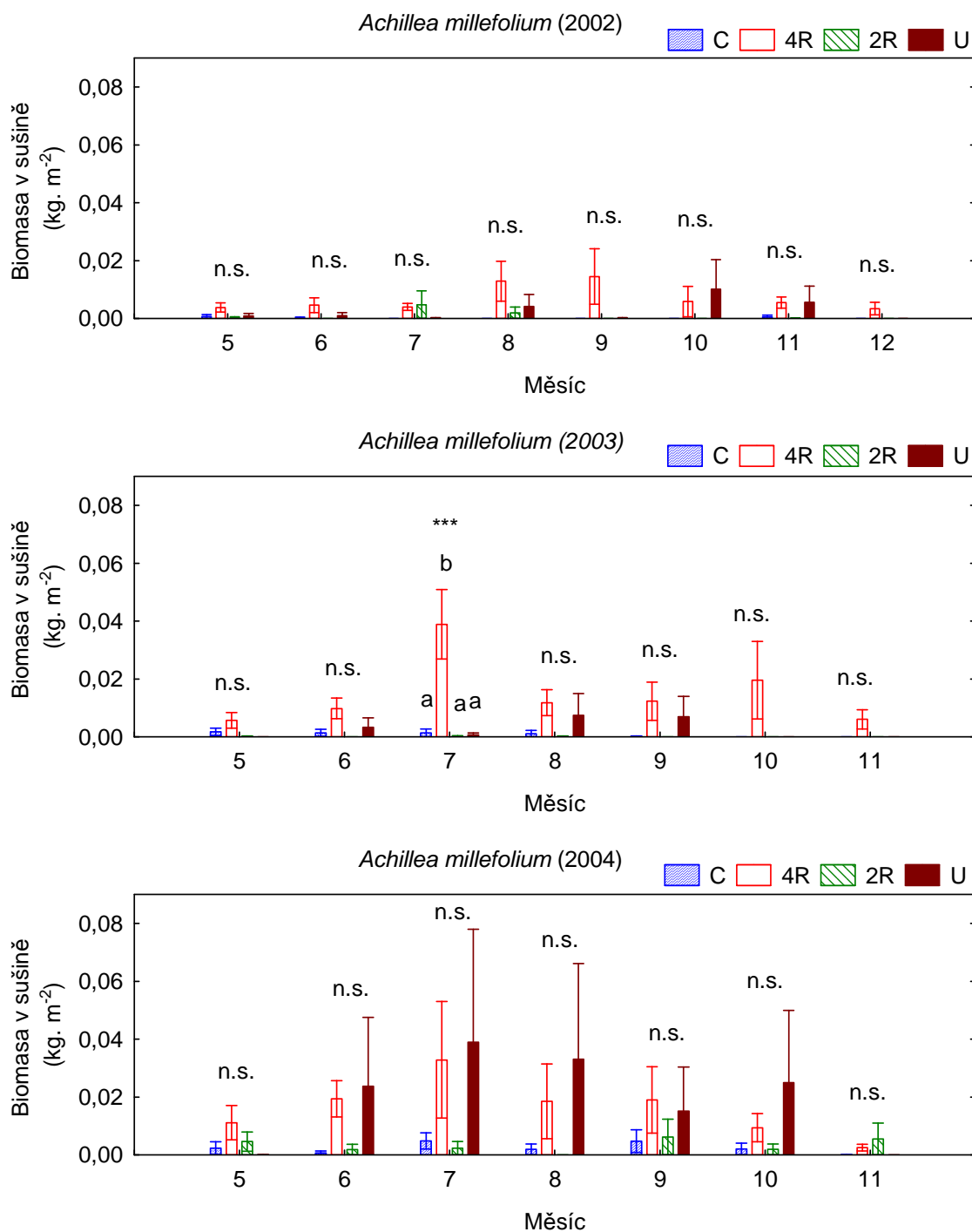


Obr. P 13 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ) *Poa* spp. ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

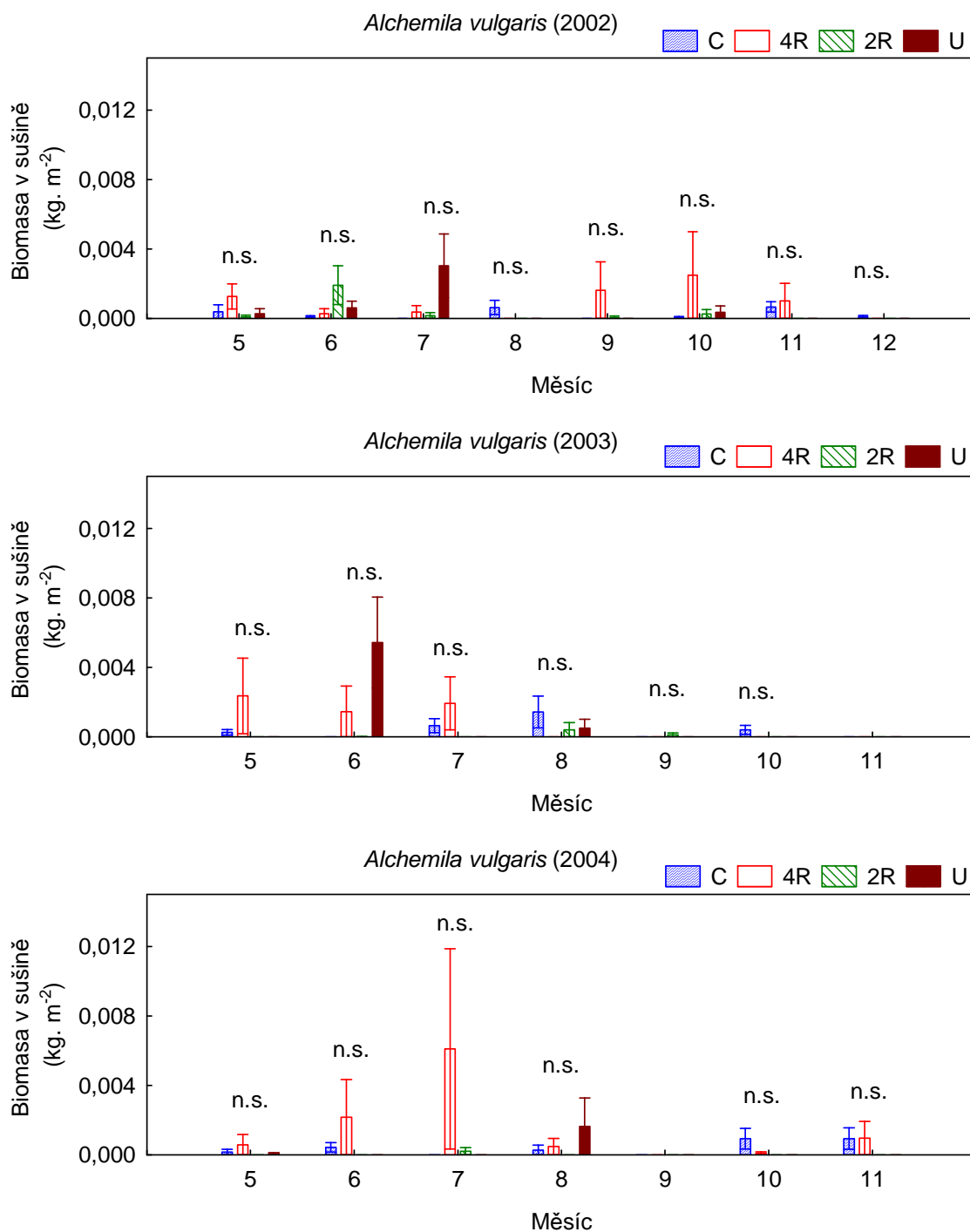




Obr. P 14 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušíně ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Achille millefolium* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

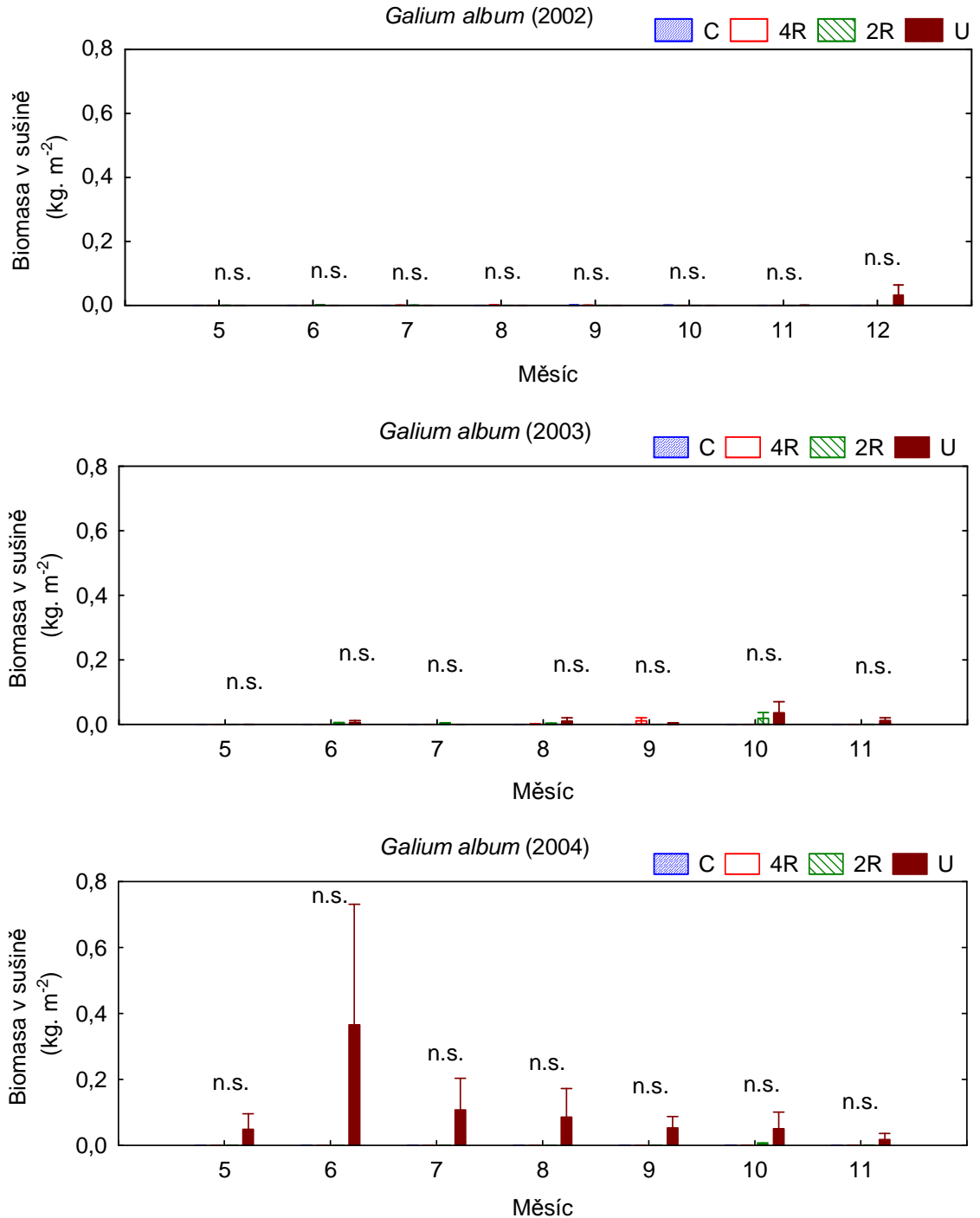
- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. P 15 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušíně ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Alchemila vulgaris* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

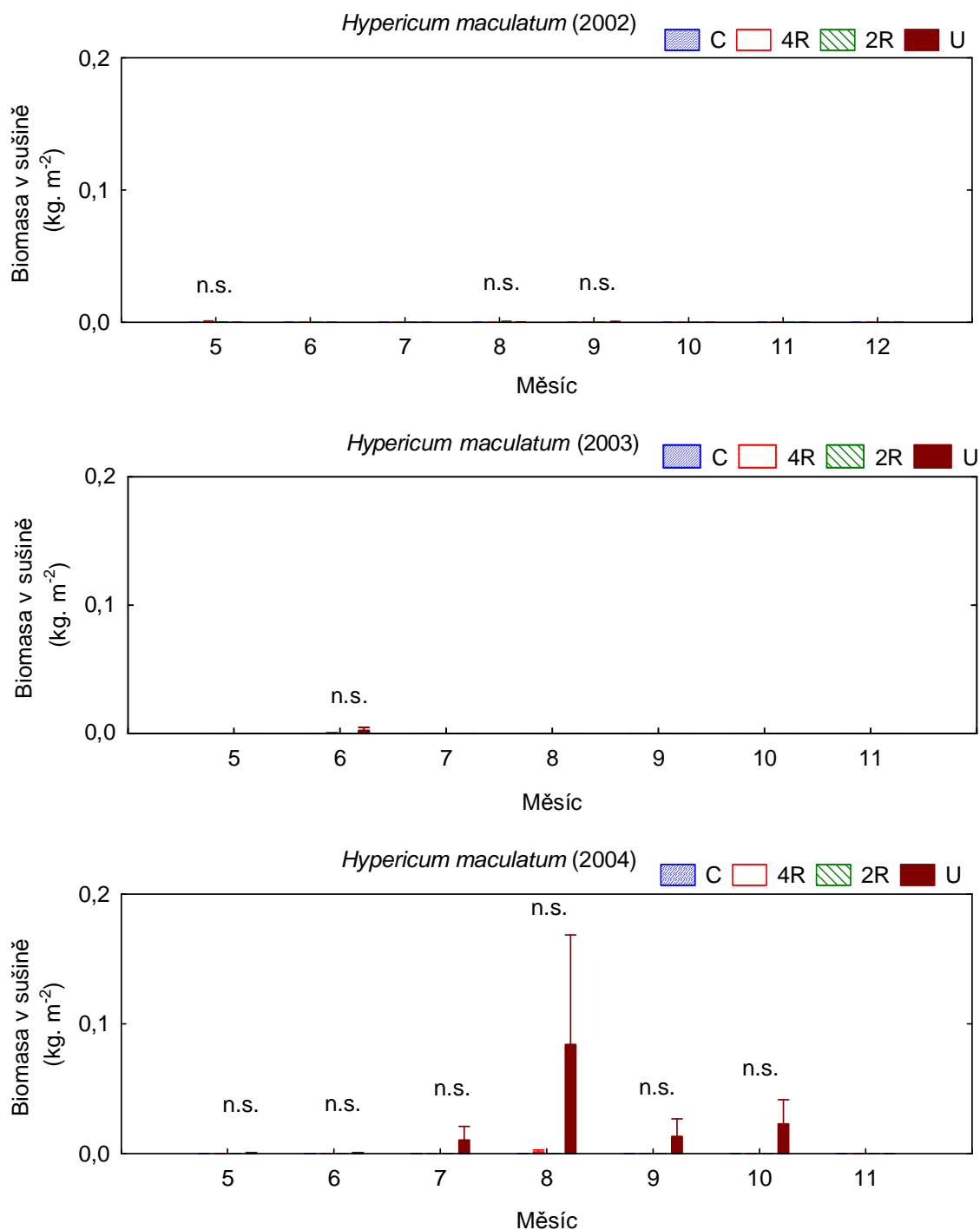
- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. P 16 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušíně ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Galium album* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

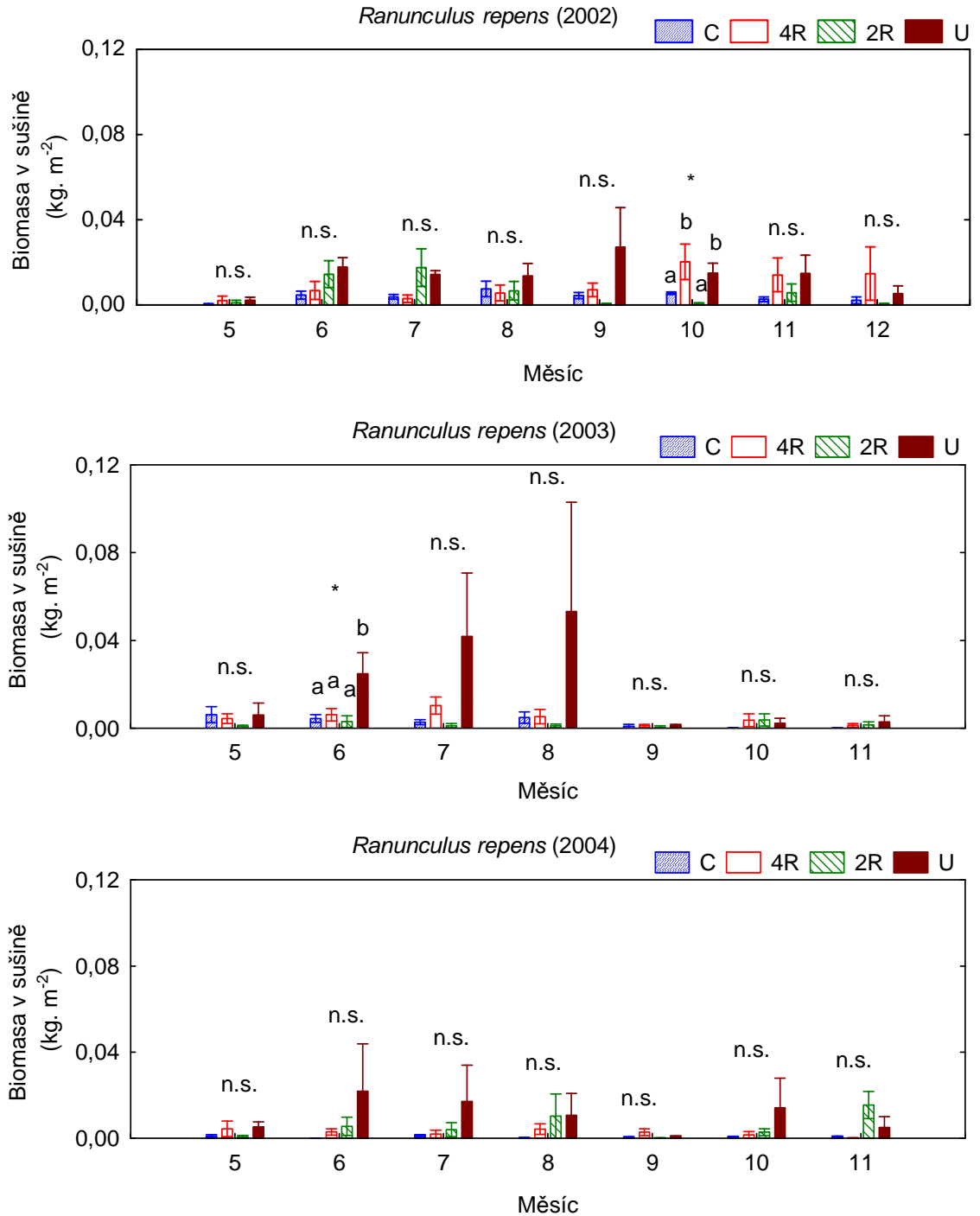


Obr. P 17 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušíně (kg·m<sup>-2</sup>) *Hypericum maculatum* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,

2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

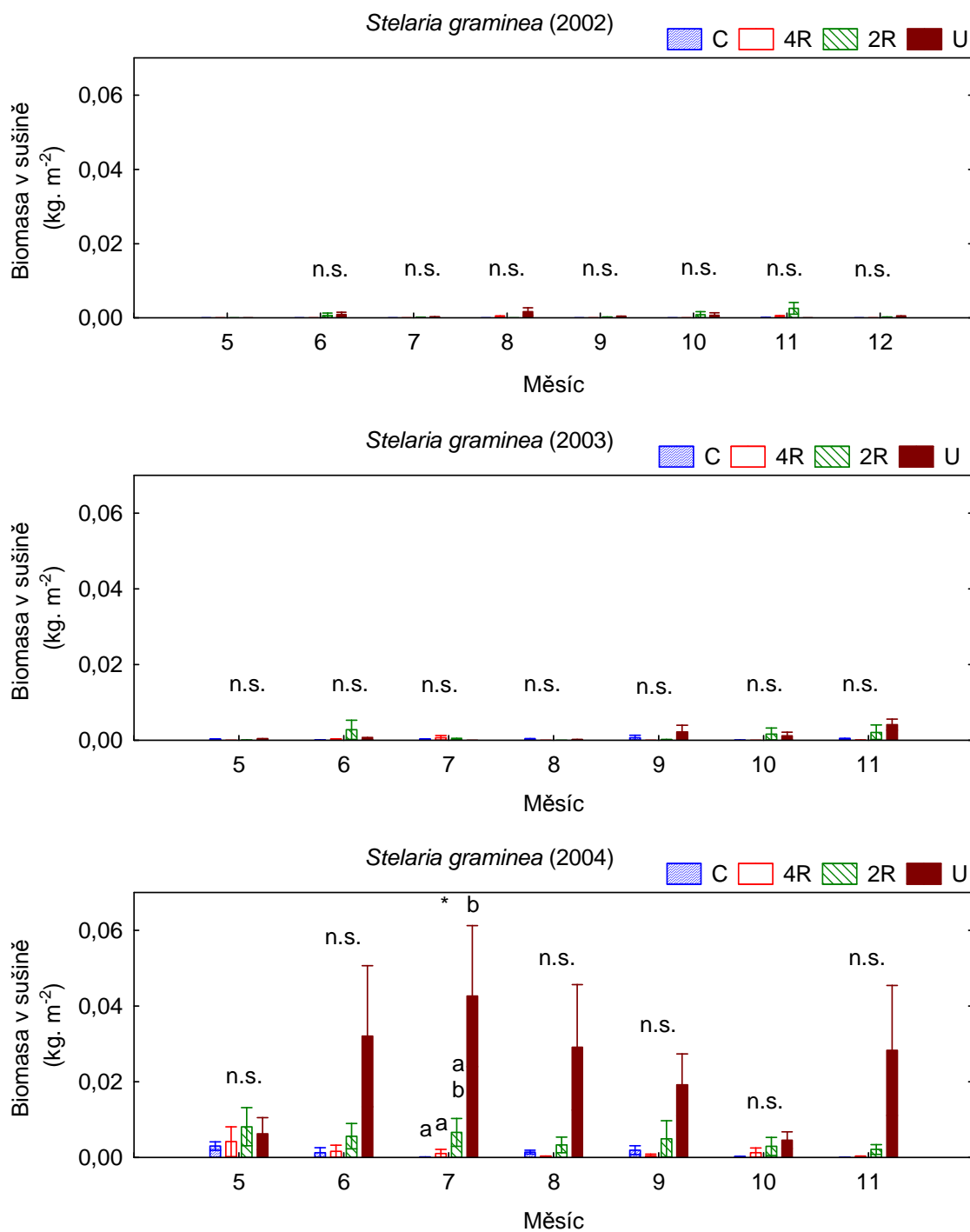


Obr. P 18 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušíně ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Ranunculus repens* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,

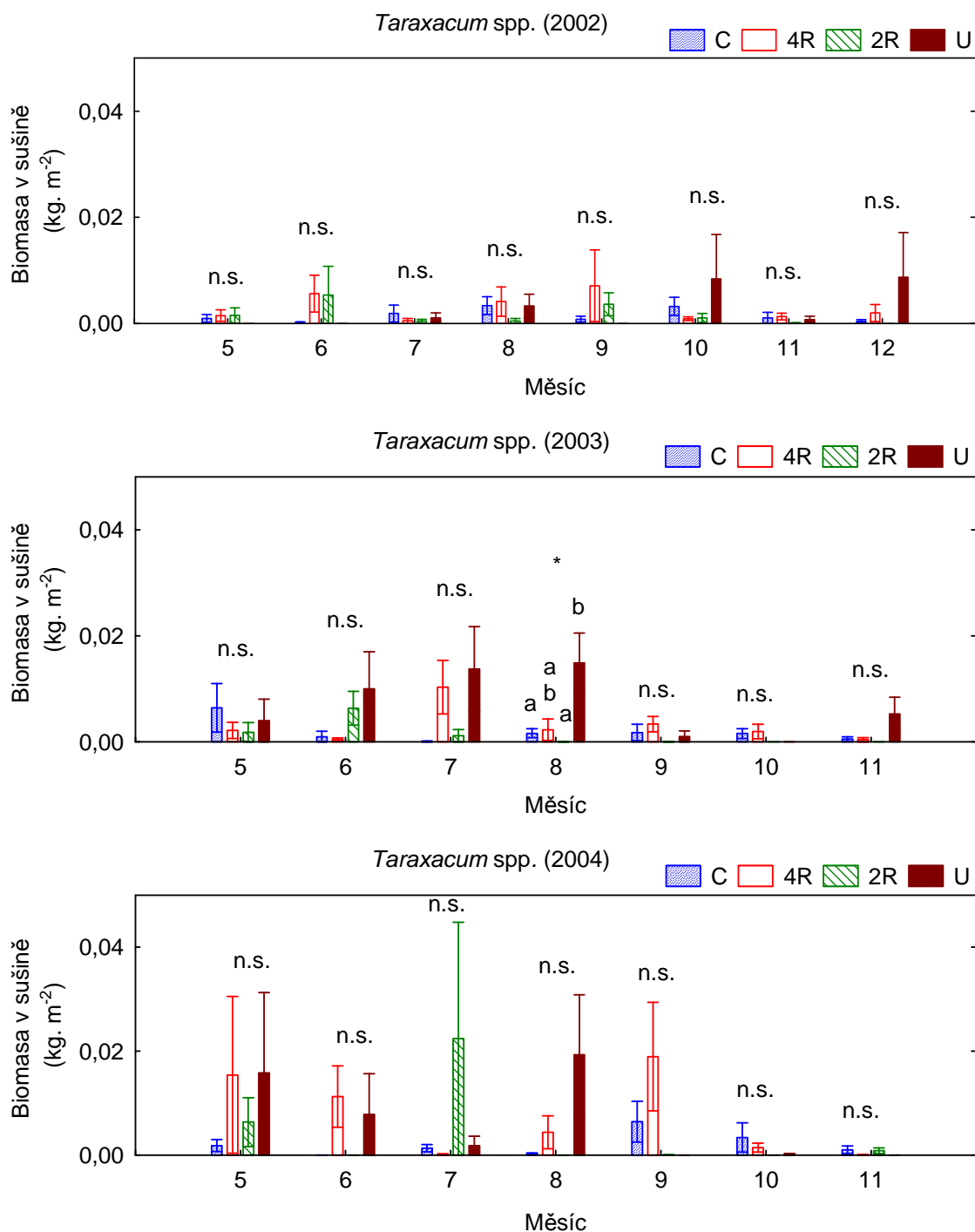
2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. P 19 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušíně ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Stelaria graminea* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

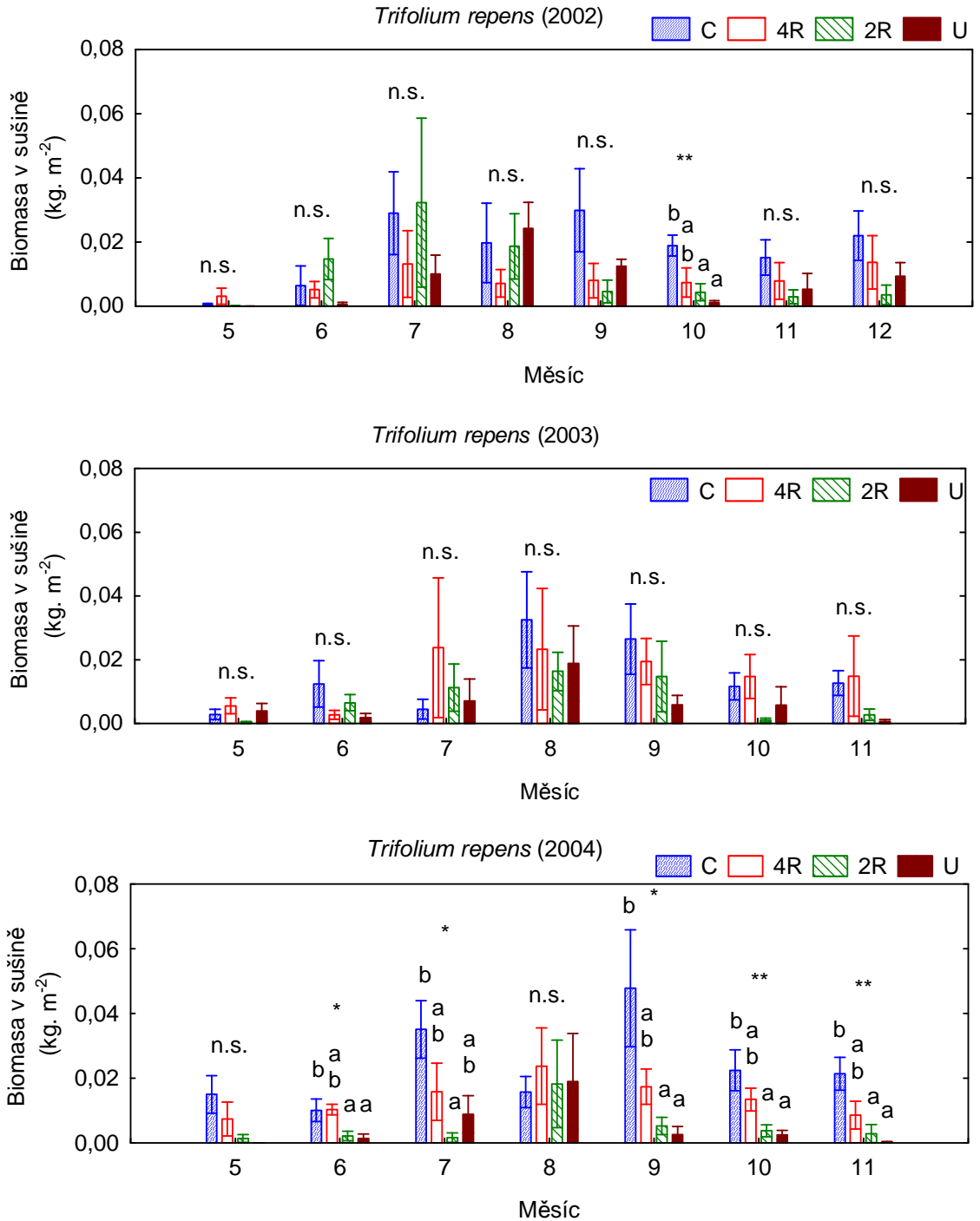
- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. P 20 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušíně ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Taraxacum* spp. ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



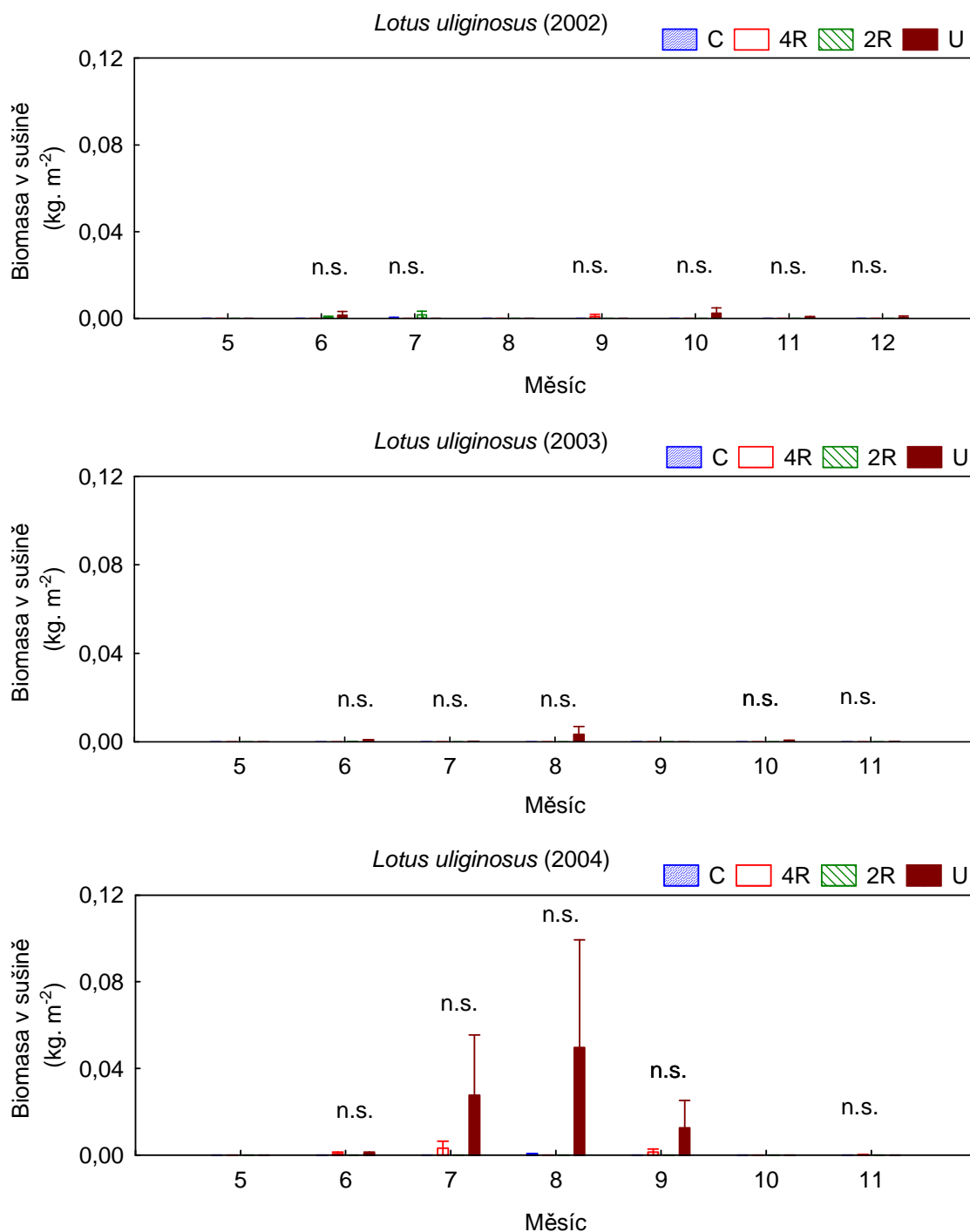
Obr. P 21 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušíně ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Trifolium repens* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,

2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

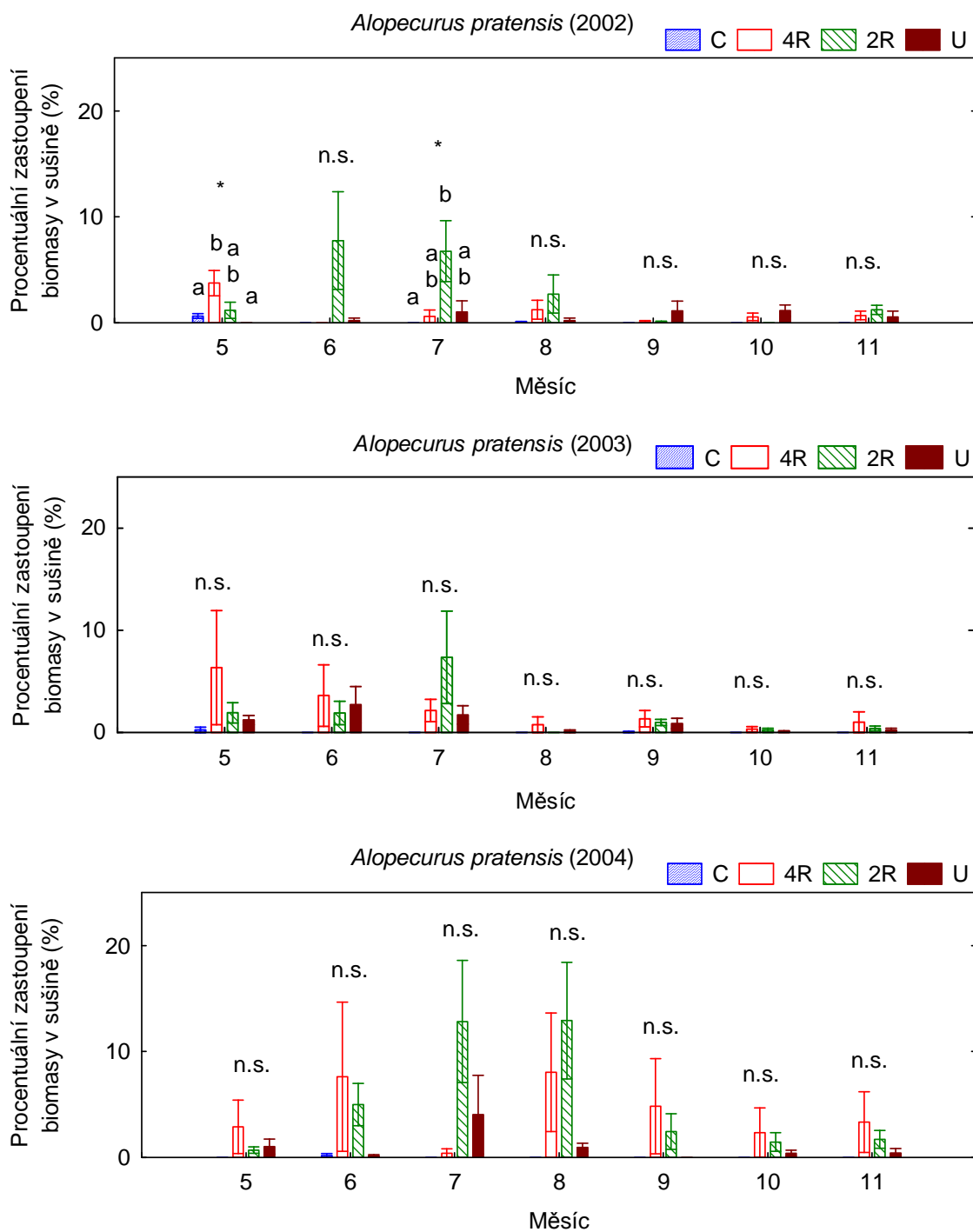




Obr. P 22 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušíně ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Lotus uliginosus* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

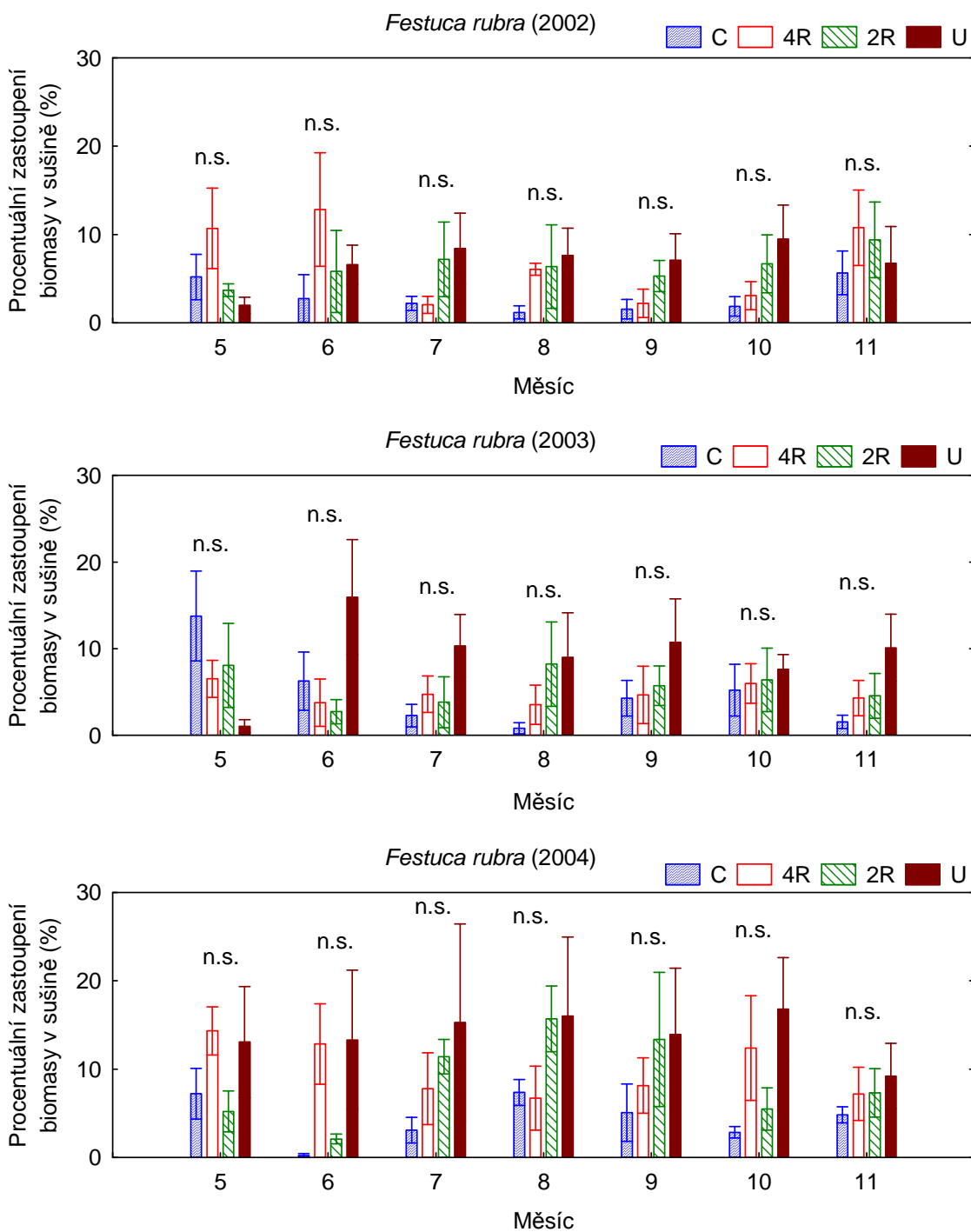
- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. P 23 – Změny v procentuálním zastoupení nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Alopecurus pratensis* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

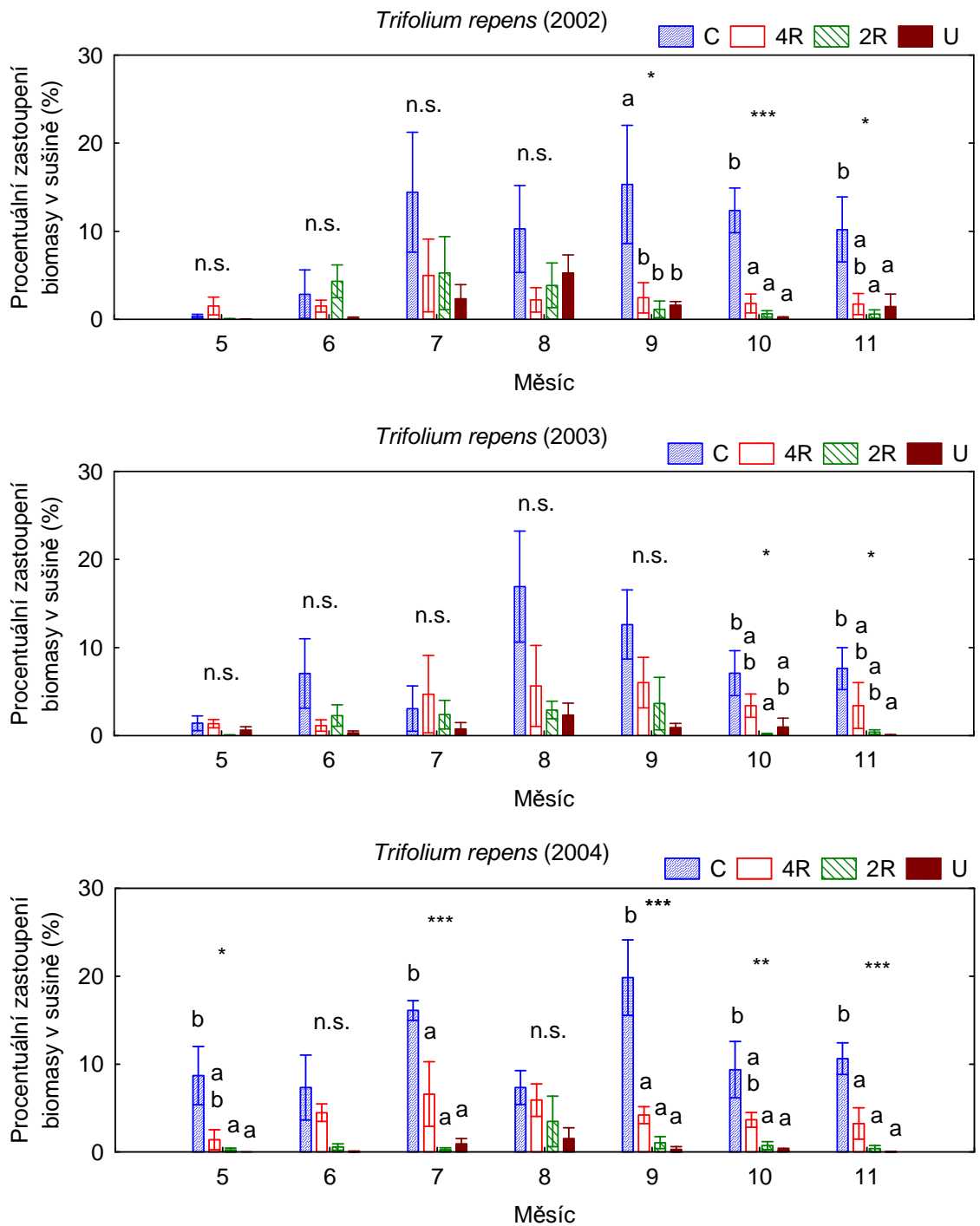
- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. P 24 – Změny v procentuálním zastoupení nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Festuca rubra* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

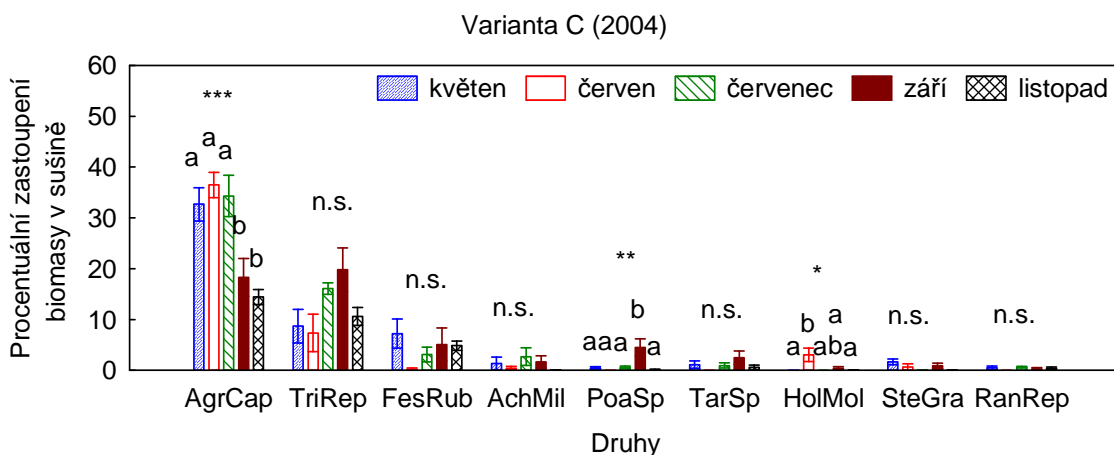
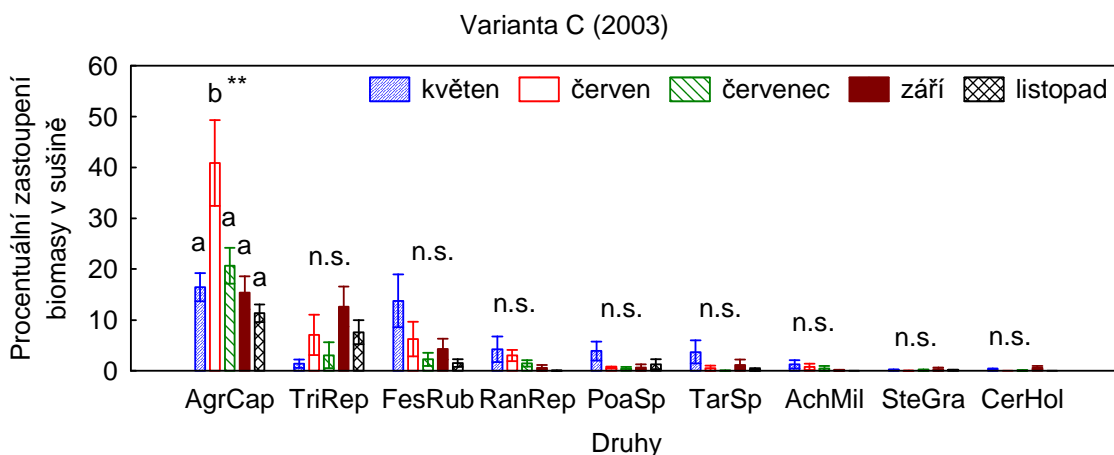
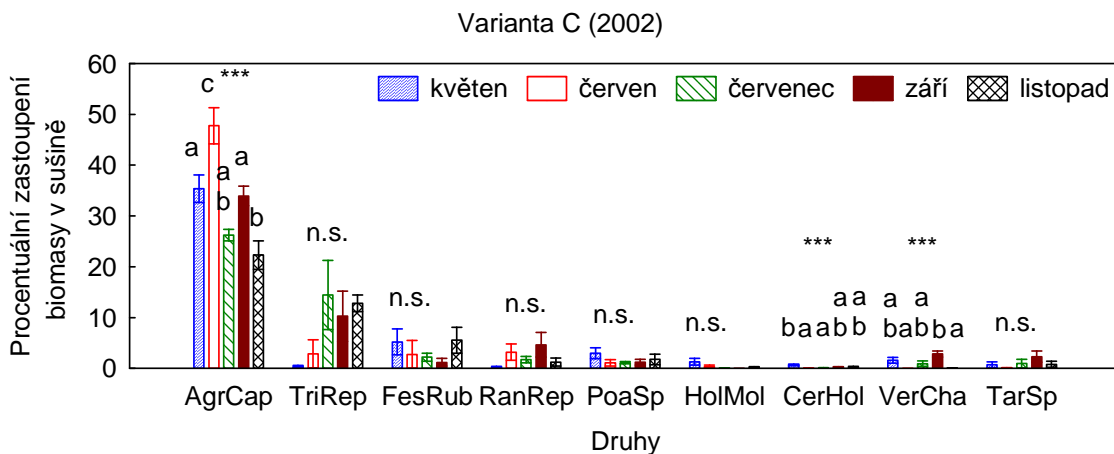
- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. P 25 – Změny v procentuálním zastoupení nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) *Trifolium repens* ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

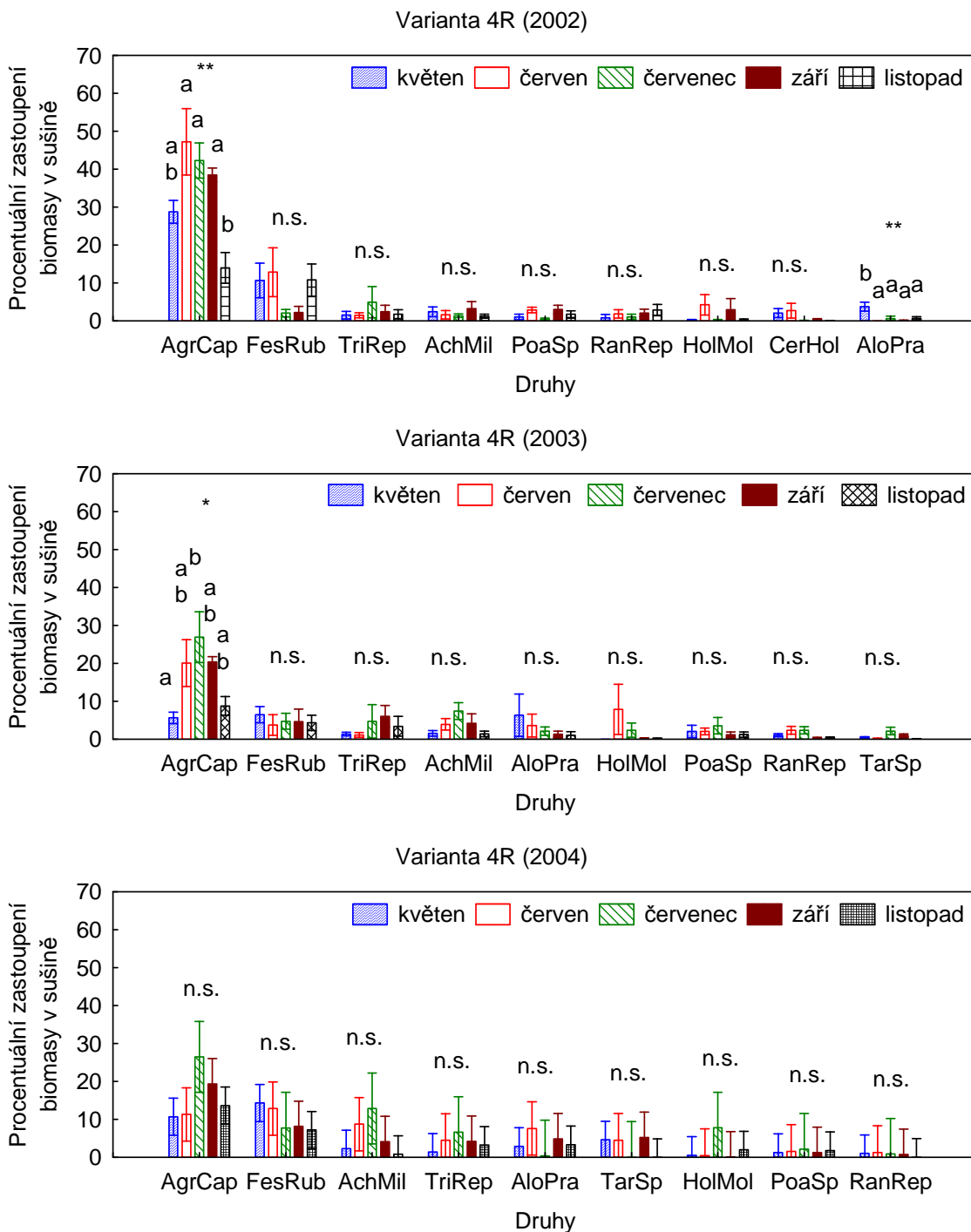


Obr. P 26 – Sezónní vývoj nejvíce zastoupených druhů ve variantě C v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004 v měsících květen, červen, červenec, září a listopad. Rozdíly v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ , 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

Použité zkratky: AgrCap – *Agrostis capillaris*, AchMil – *Achillea millefolium*, CerHol – *Cerastium holosteoides*, FesRub – *Festuca rubra*, HolMol – *Holcus mollis*, PoaSp – *Poa* spp., RanRep – *Ranunculus repens*, SteGra – *Stelaria graminea*, TriRep – *Trifolium repens*, TarSp – *Taraxacum* spp., VerCha – *Veronica chamaedrys*.

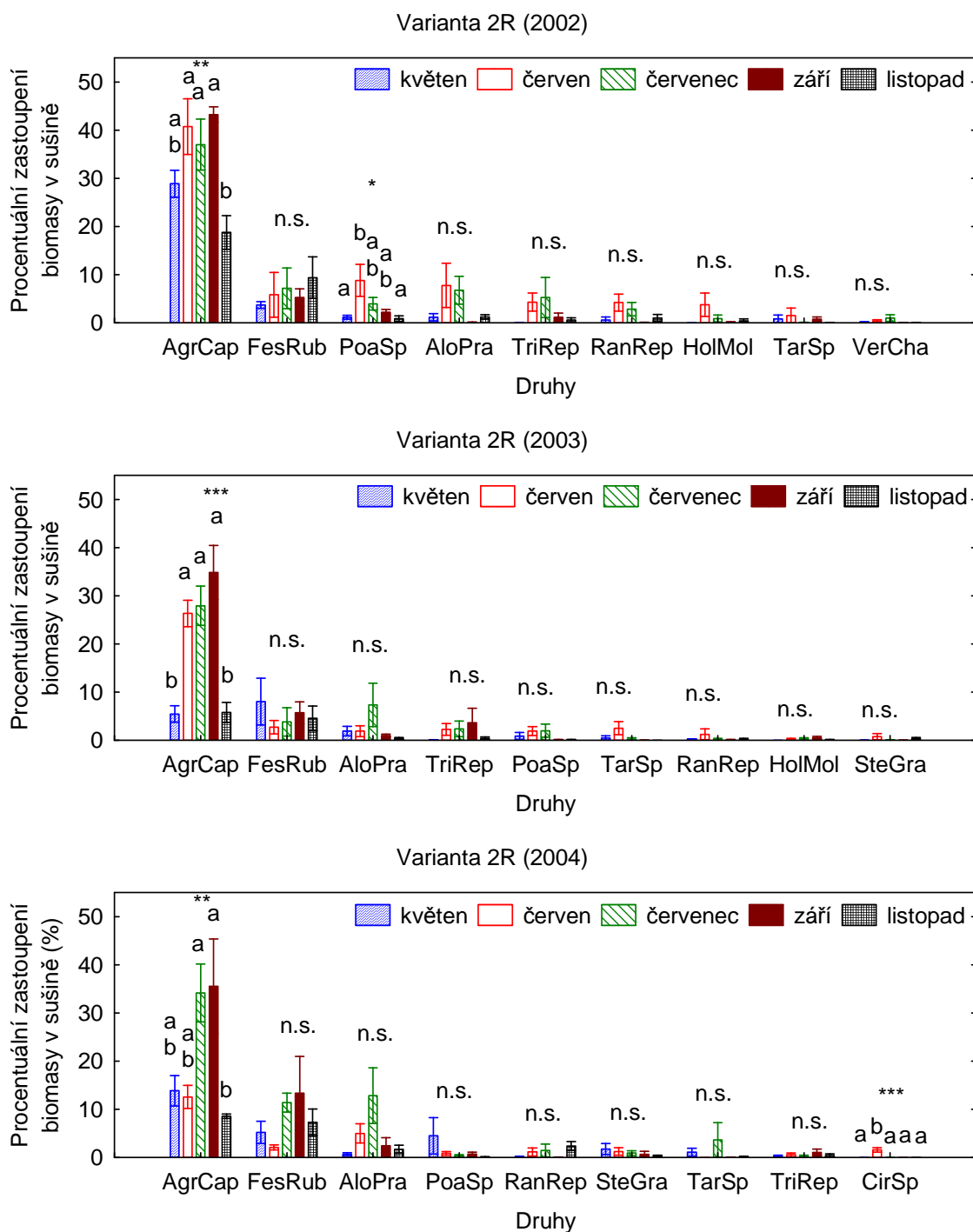


Obr. P 27 – Sezónní vývoj nejvíce zastoupených druhů ve variantě 4R v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004 v měsících květen, červen, červenec, září a listopad. Rozdíly v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ , 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

Použité zkratky: AgrCap – *Agrostis capillaris*, AchMil – *Achillea millefolium*, AloPra – *Alopecurus pratensis*, CerHol – *Cerastium holosteoides*, FesRub – *Festuca rubra*, HolMol – *Holcus mollis*, PoaSp – *Poa* spp., RanRep – *Ranunculus repens*, TriRep – *Trifolium repens*, TarSp – *Taraxacum* spp., VerCha – *Veronica chamaedrys*.

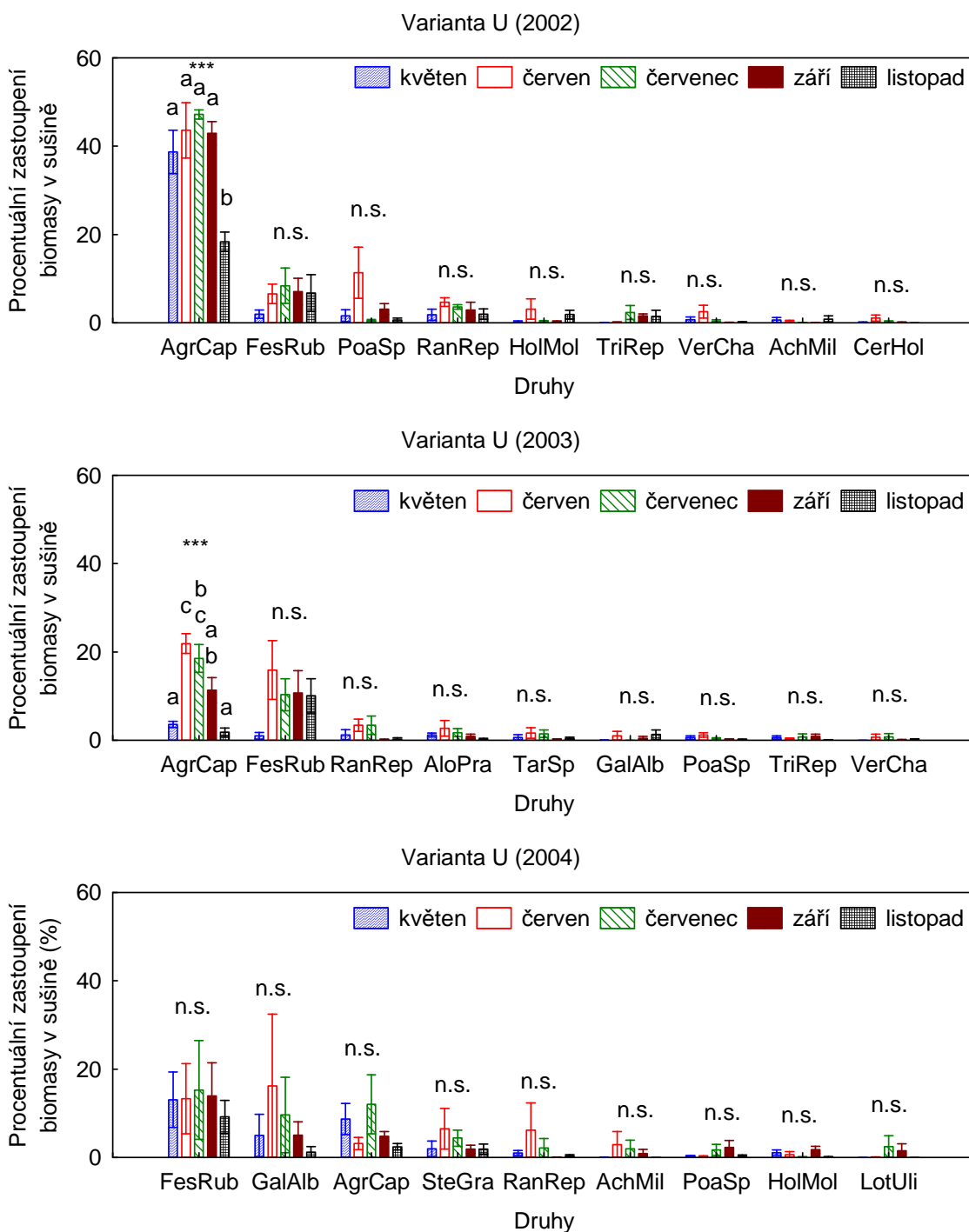


Obr. P 28 – Sezónní vývoj nejvíce zastoupených druhů ve variantě 2R v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004 v měsících květen, červen, červenec, září a listopad. Rozdíly v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ , 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

Použité zkratky: AgrCap – *Agrostis capillaris*, AchMil – *Achillea millefolium*, AloPra – *Alopecurus pratensis*, CirSp – *Cirsium* sp., FesRub – *Festuca rubra*, HolMol – *Holcus mollis*, PoaSp – *Poa* spp., RanRep – *Ranunculus repens*, SteGra – *Stelaria graminea*, TriRep – *Trifolium repens*, TarSp – *Taraxacum* spp., VerCha – *Veronica chamaedrys*.



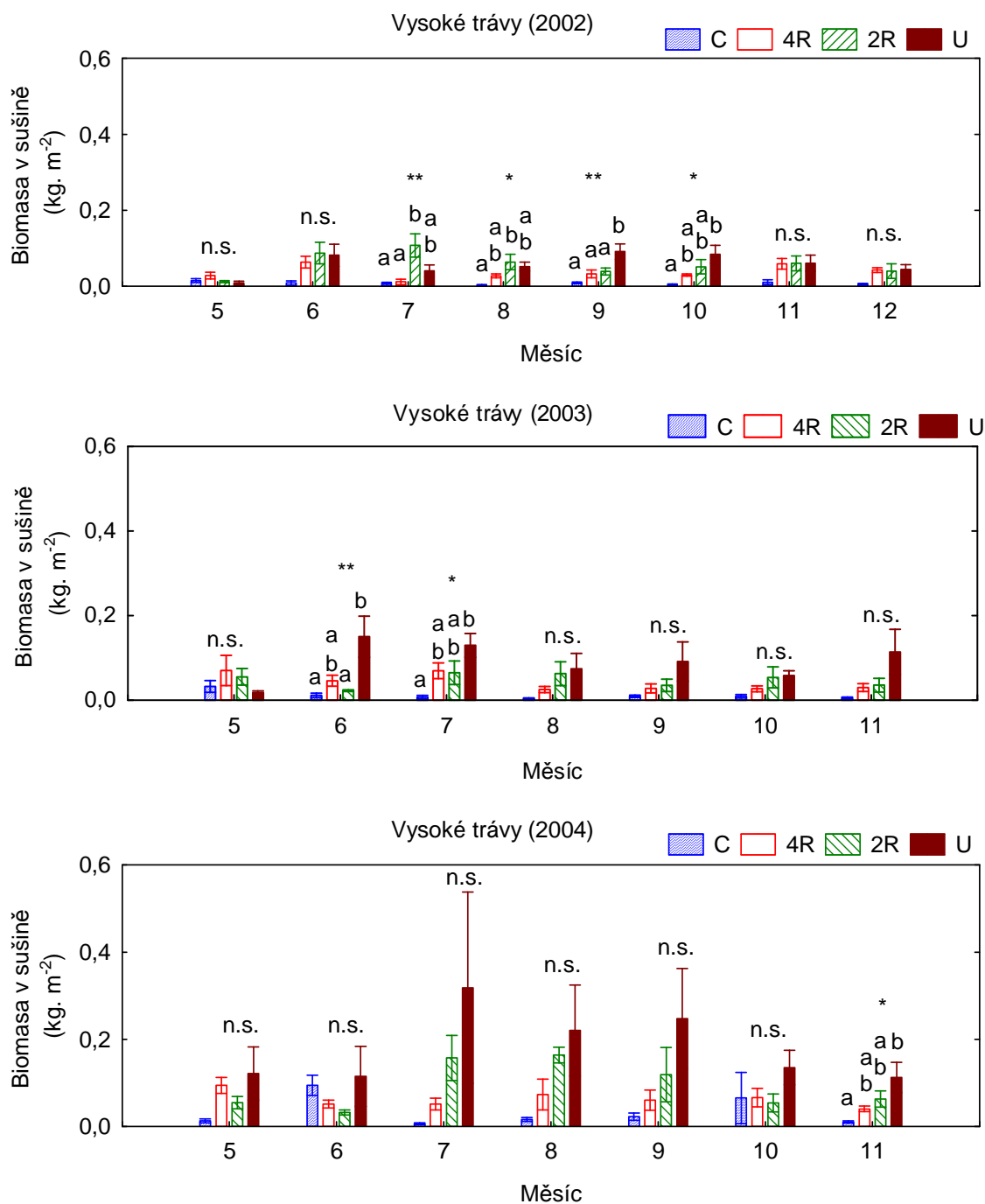
Obr. P 29 – Sezónní vývoj nejvíce zastoupených druhů ve variantě 2R v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004 v měsících květen, červen, červenec, září a listopad. Rozdíly v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ , 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

Použité zkratky: AgrCap – *Agrostis capillaris*, AchMil – *Achillea millefolium*, AloPra – *Alopecurus pratensis*, CerHol – *Cerastium holosteoides*, FesRub – *Festuca rubra*, GalAlb – *Galium album*, HolMol – *Holcus mollis*, LotUli – *Lotus uliginosus*, PoaSp – *Poa* spp., RanRep – *Ranunculus repens*, SteGra – *Stelaria graminea*, TriRep – *Trifolium repens*, VerCha – *Veronica chamaedrys*.

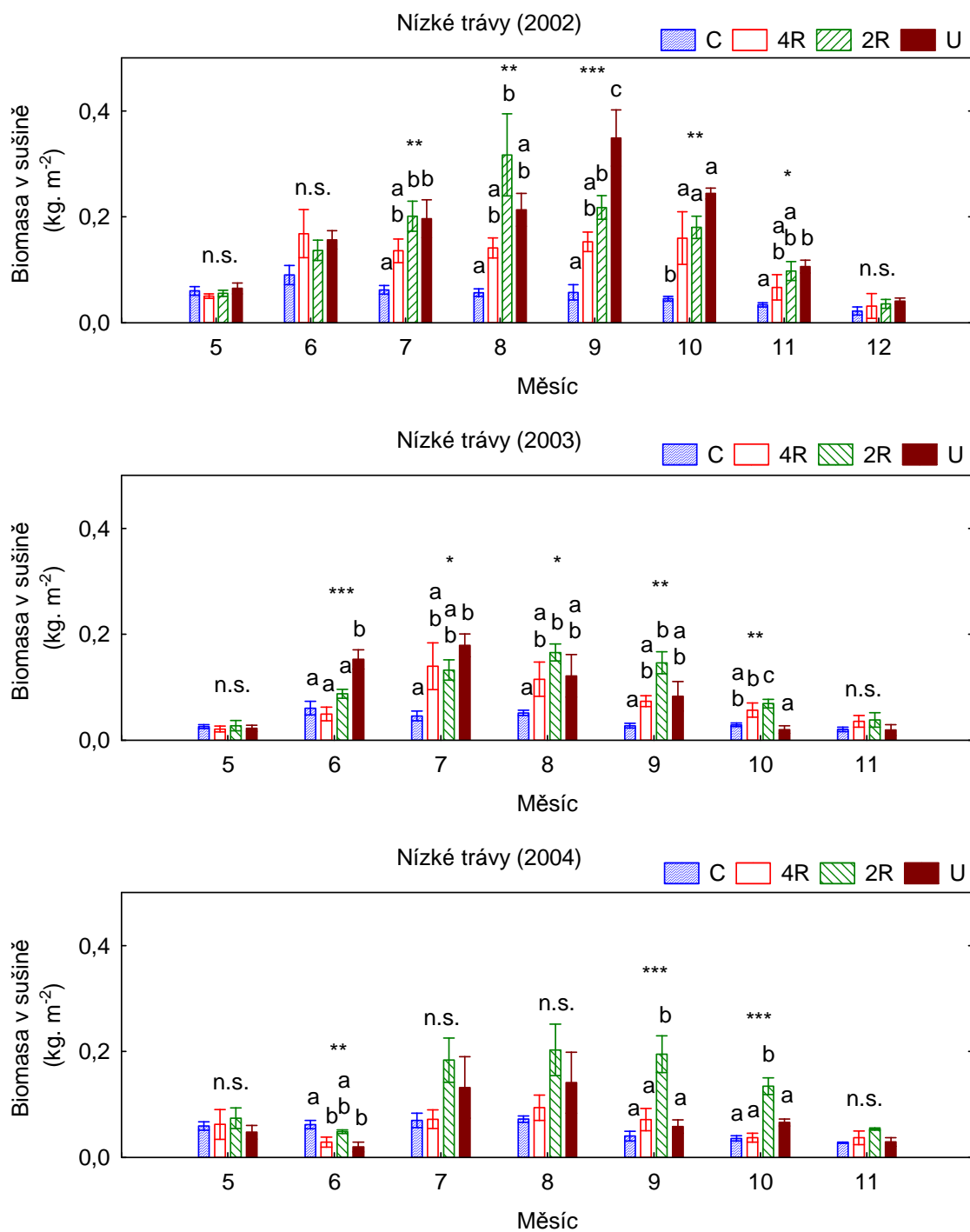




Obr. P 30 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) skupiny vysoké trávy ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

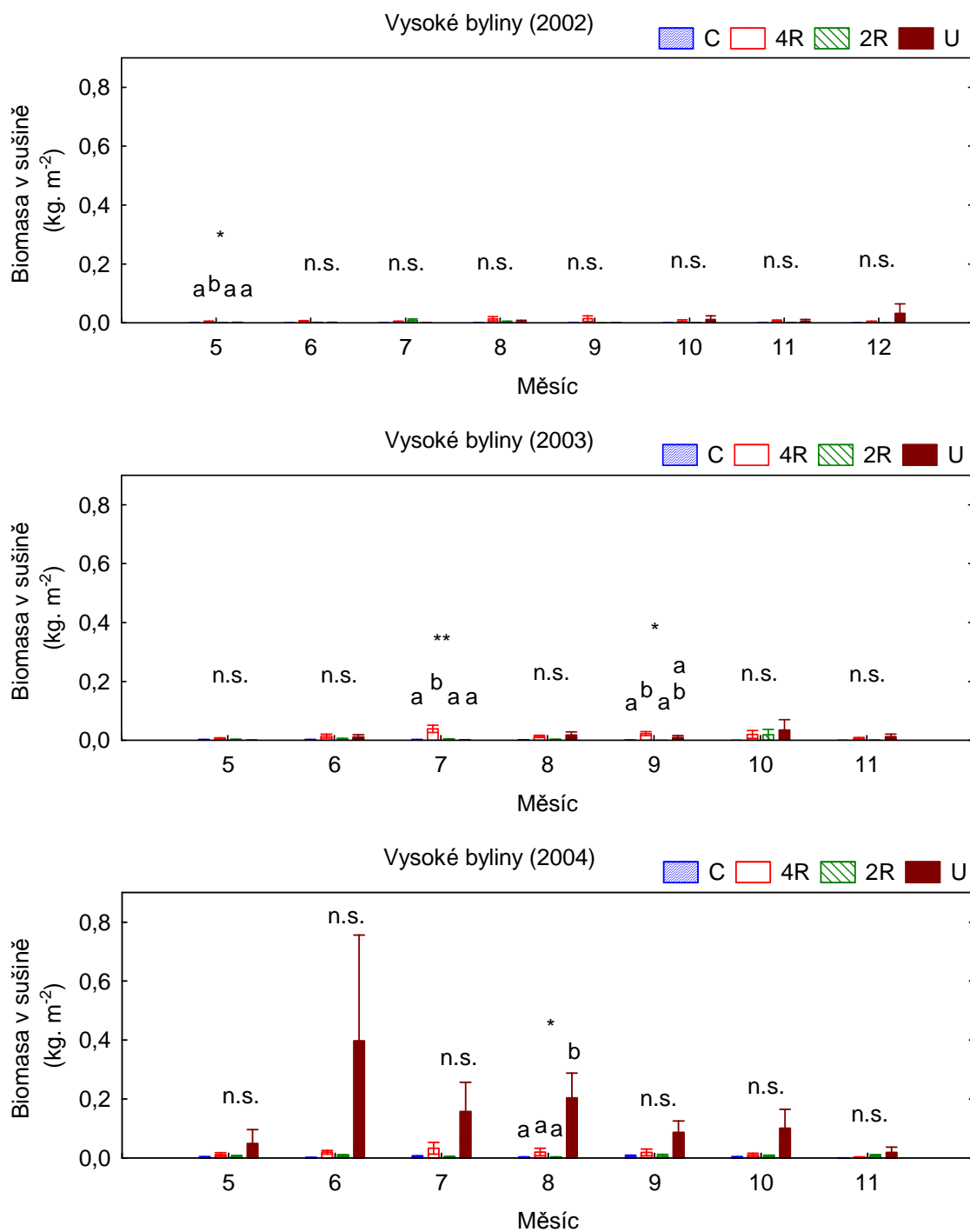
- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. P 31 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) skupiny nízké trávy ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

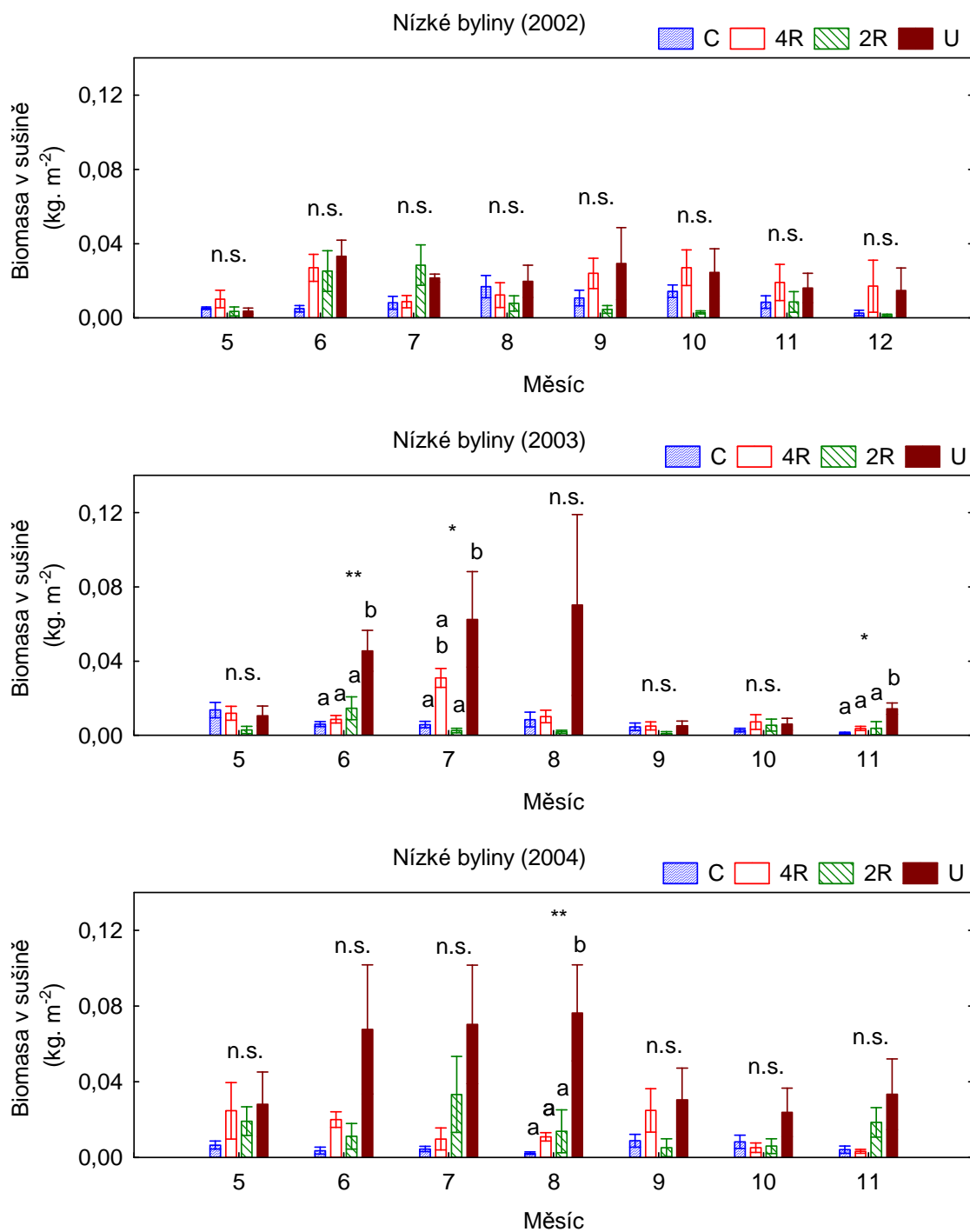


Obr. P 32 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) skupiny vysoké byliny ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,

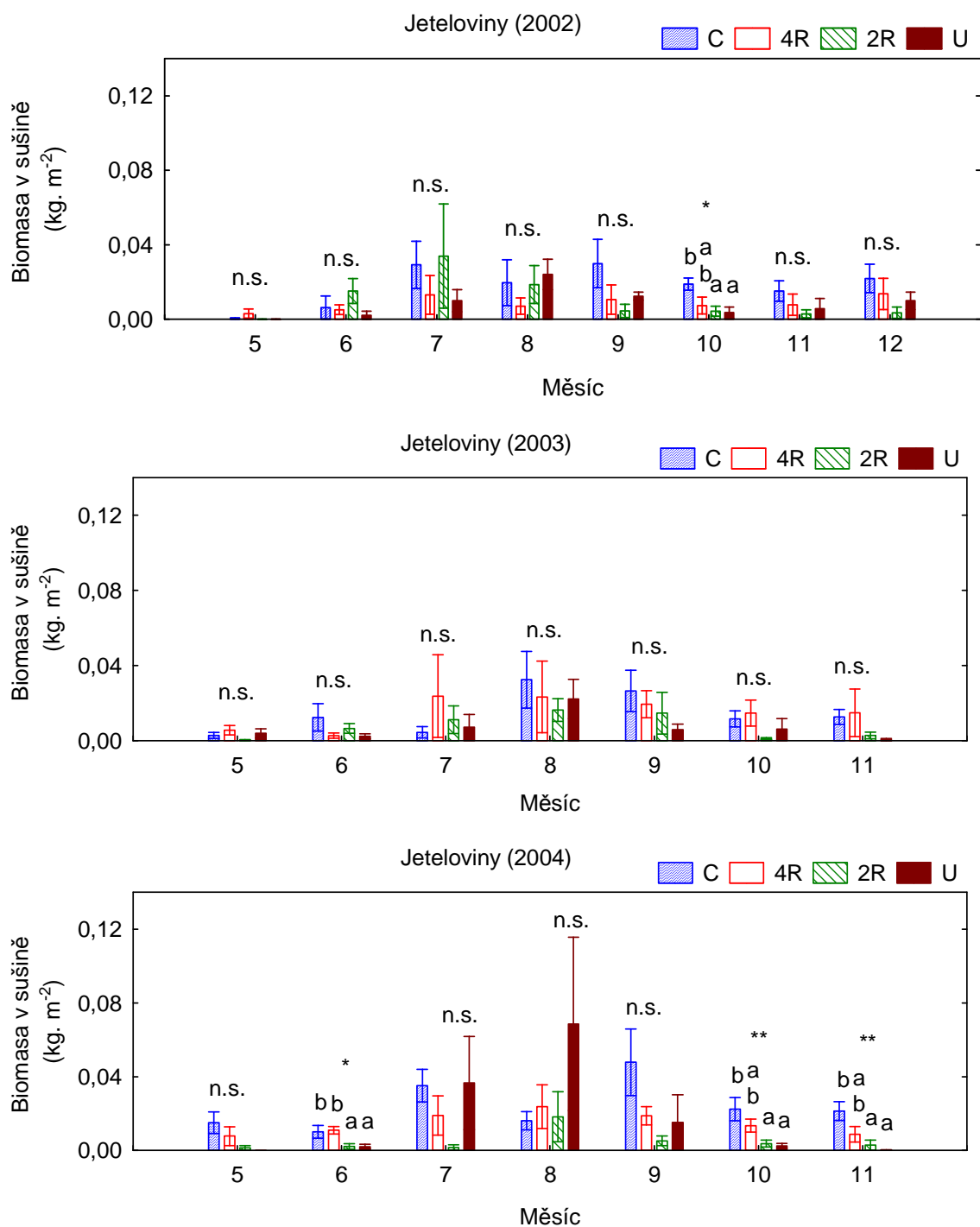
2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. P 33 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) skupiny nízké byliny ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

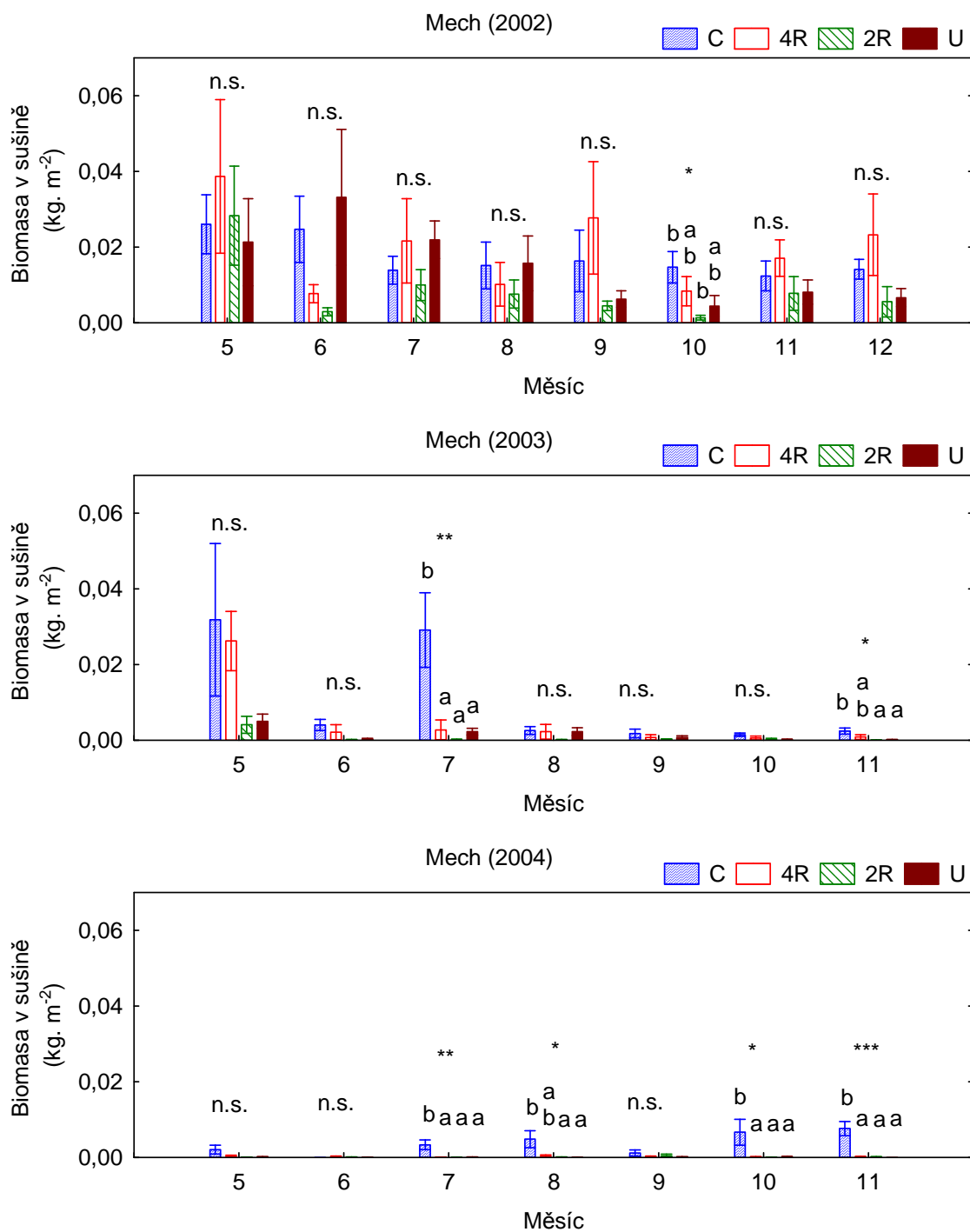
- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. P 34 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušíně ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) skupiny jeteloviny ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

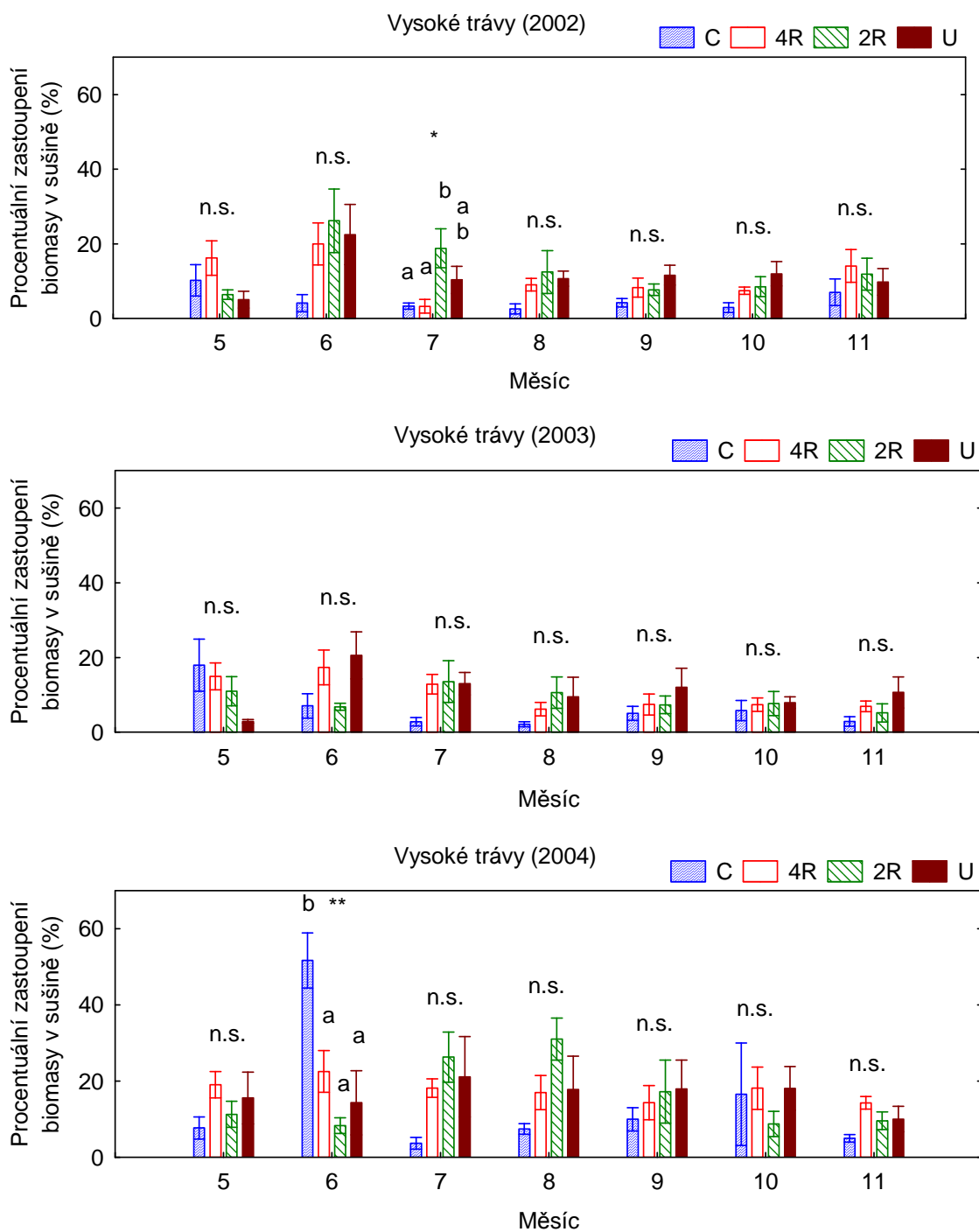


Obr. P 35 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušíně ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) mechu ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,

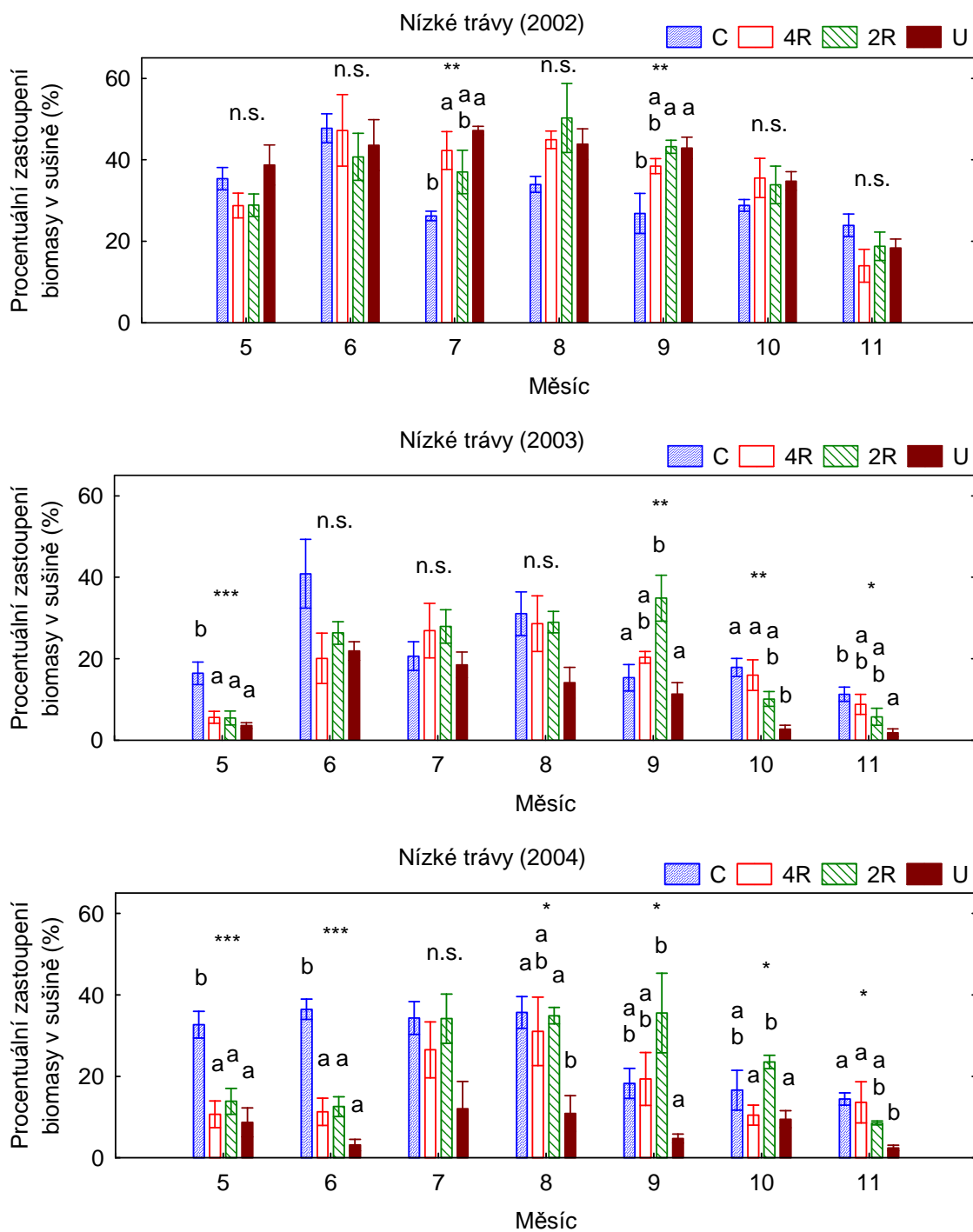
2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. P 36 – Změny v procentuálním zastoupení nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) skupiny vysoké trávy ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

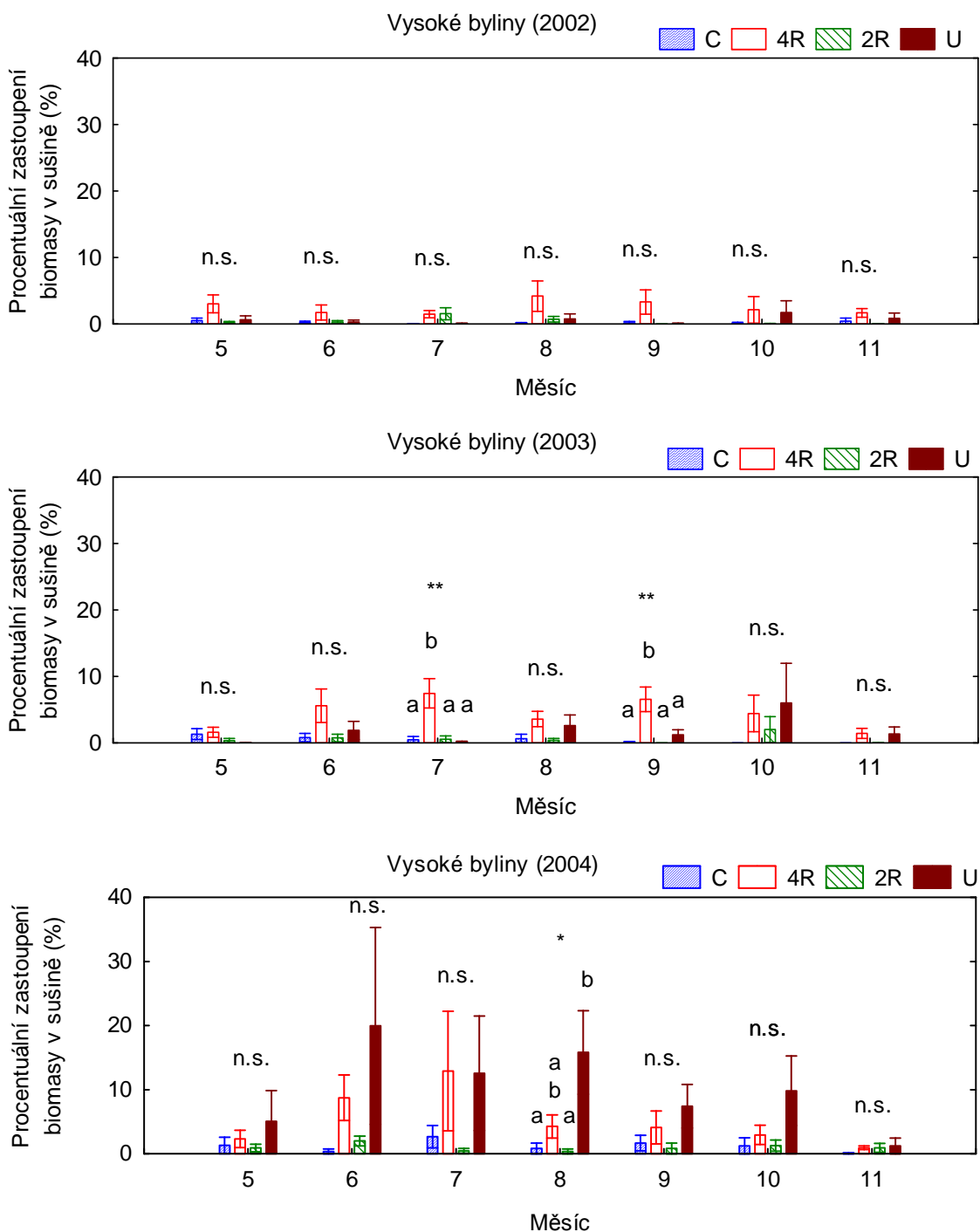


Obr. P 37 – Změny v procentuálním zastoupení nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) skupiny nízké trávy ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

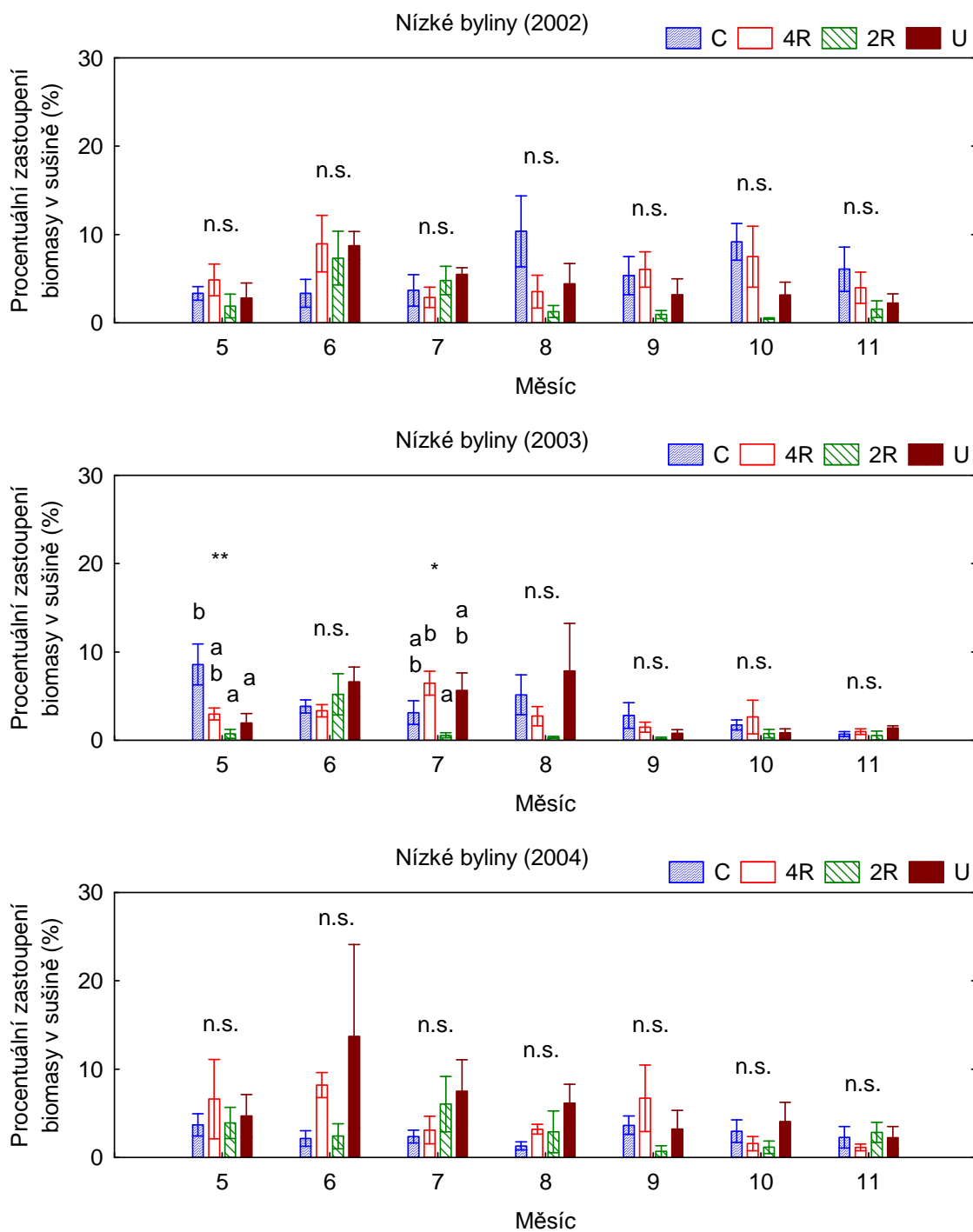




Obr. P 38 – Změny v procentuálním zastoupení nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) skupiny vysoké byliny ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

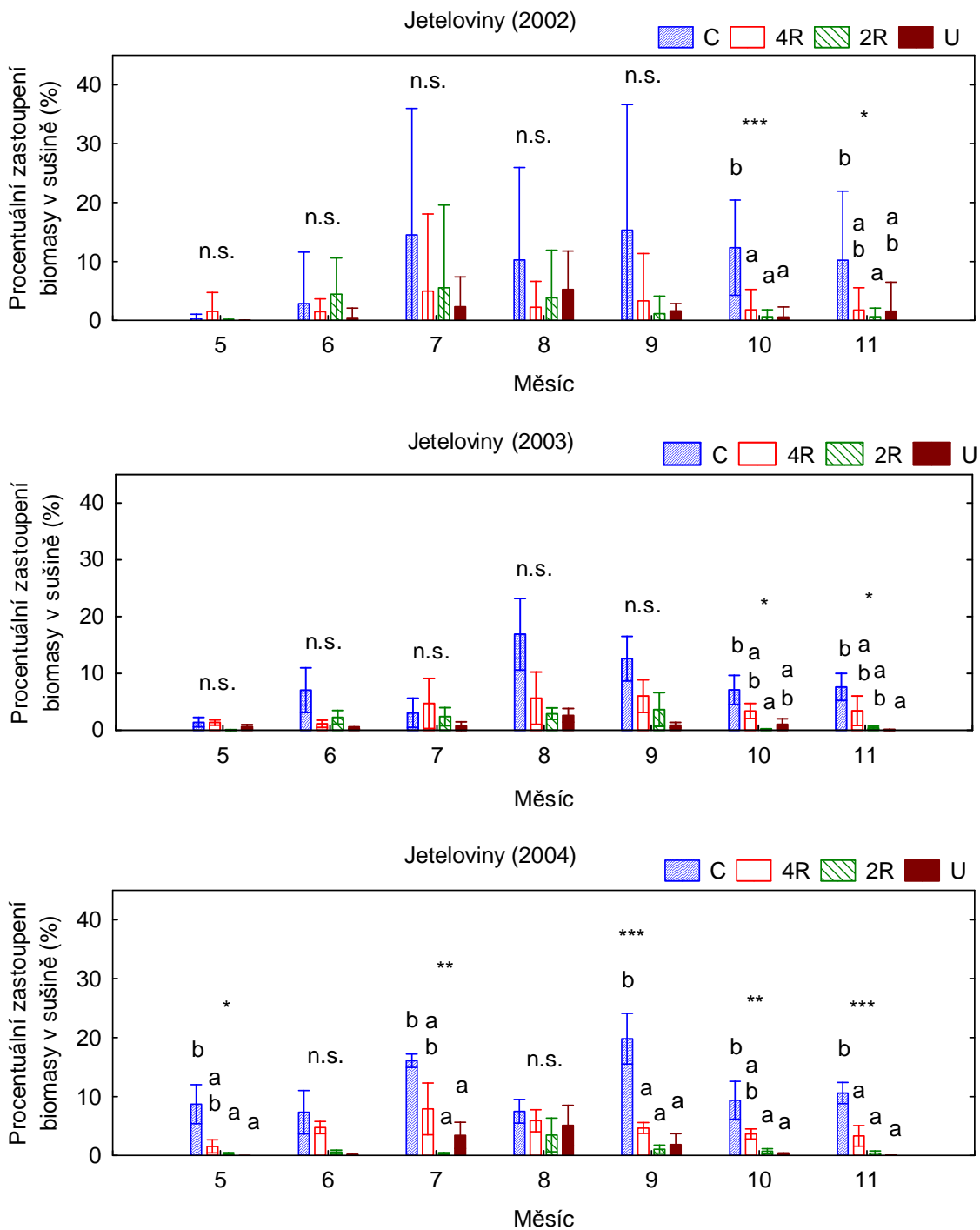


Obr. P 39 – Změny v procentuálním zastoupení nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) skupiny nízké byliny ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,

2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.

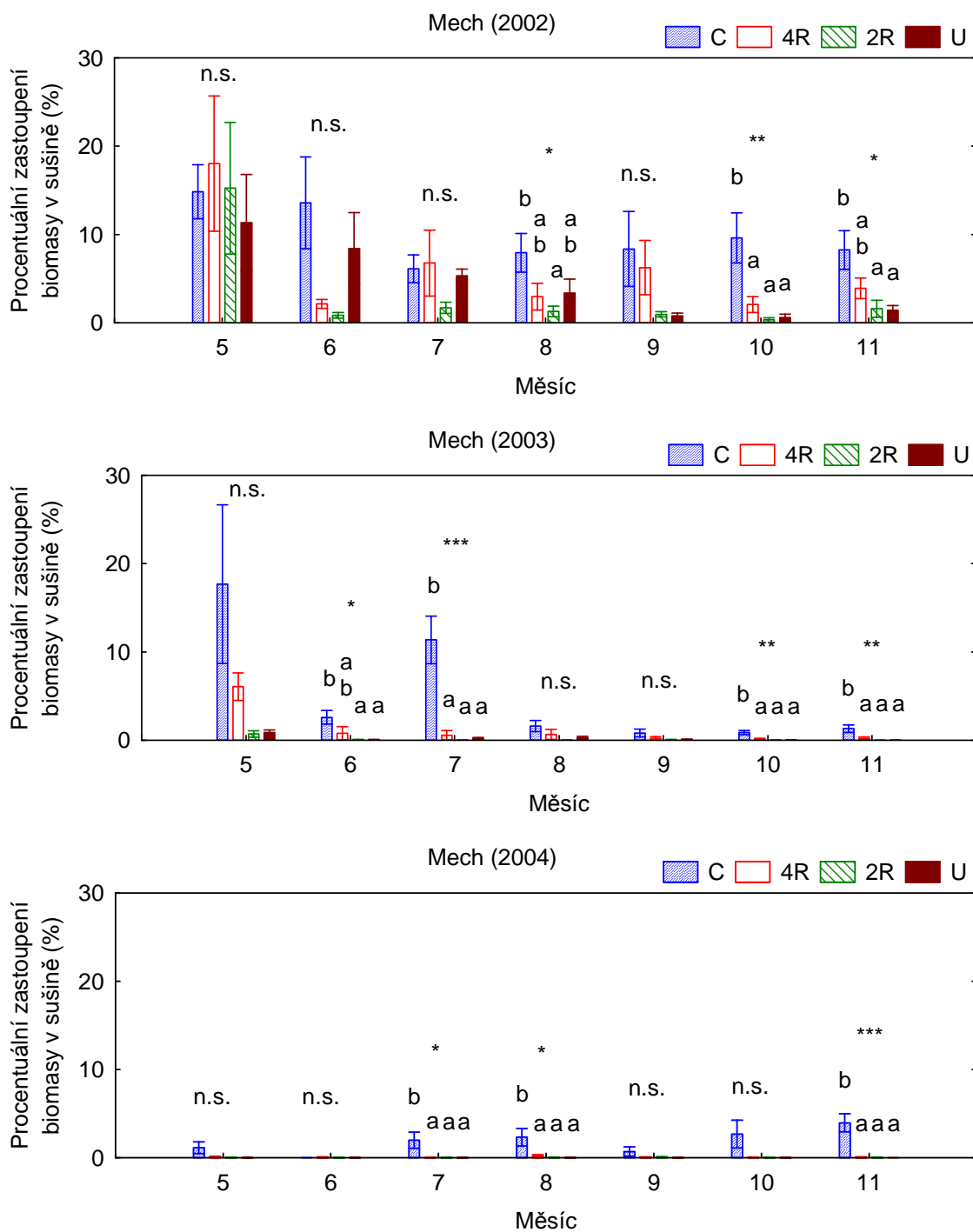


Obr. P 40 – Změny v procentuálním zastoupení nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) skupiny jeteloviny ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,

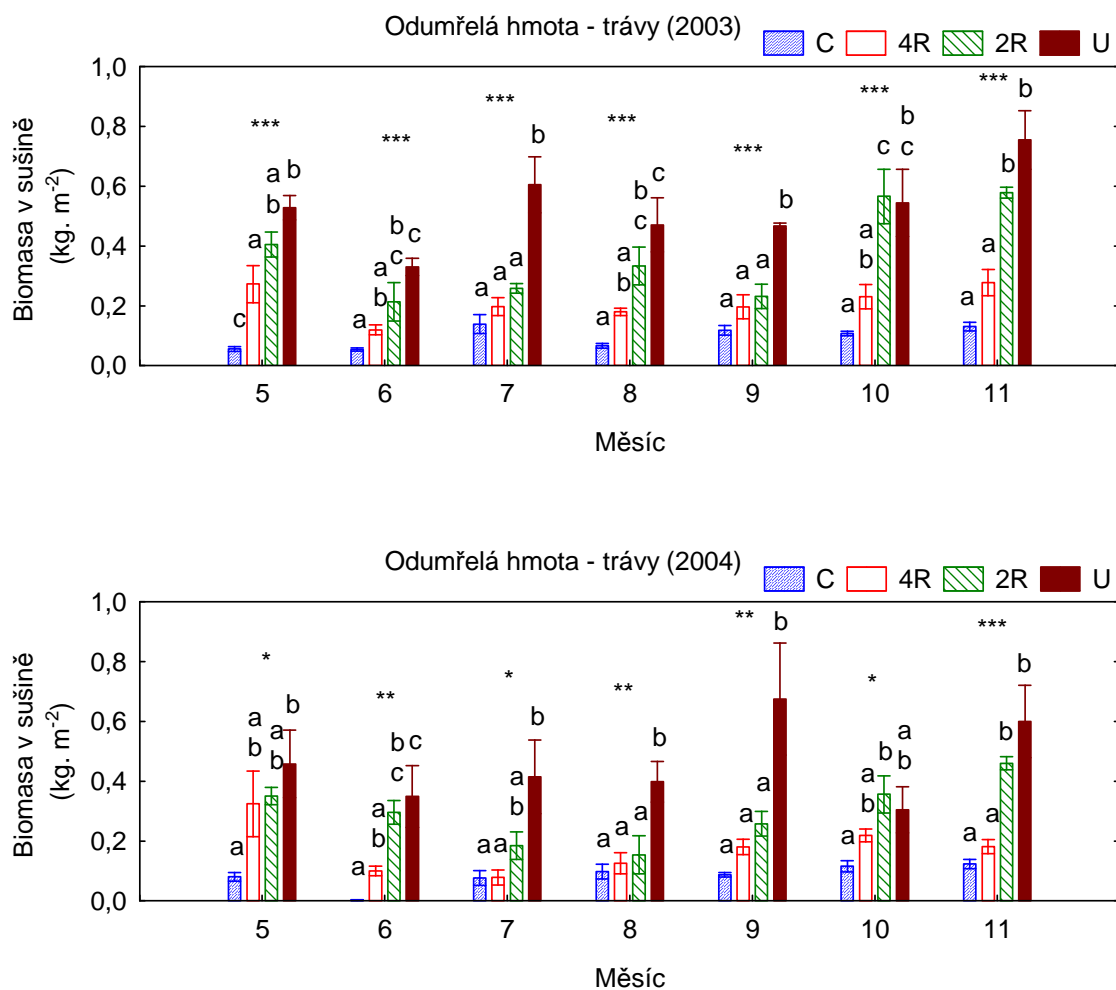
2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. P 41 – Změny v procentuálním zastoupení nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) mechu ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

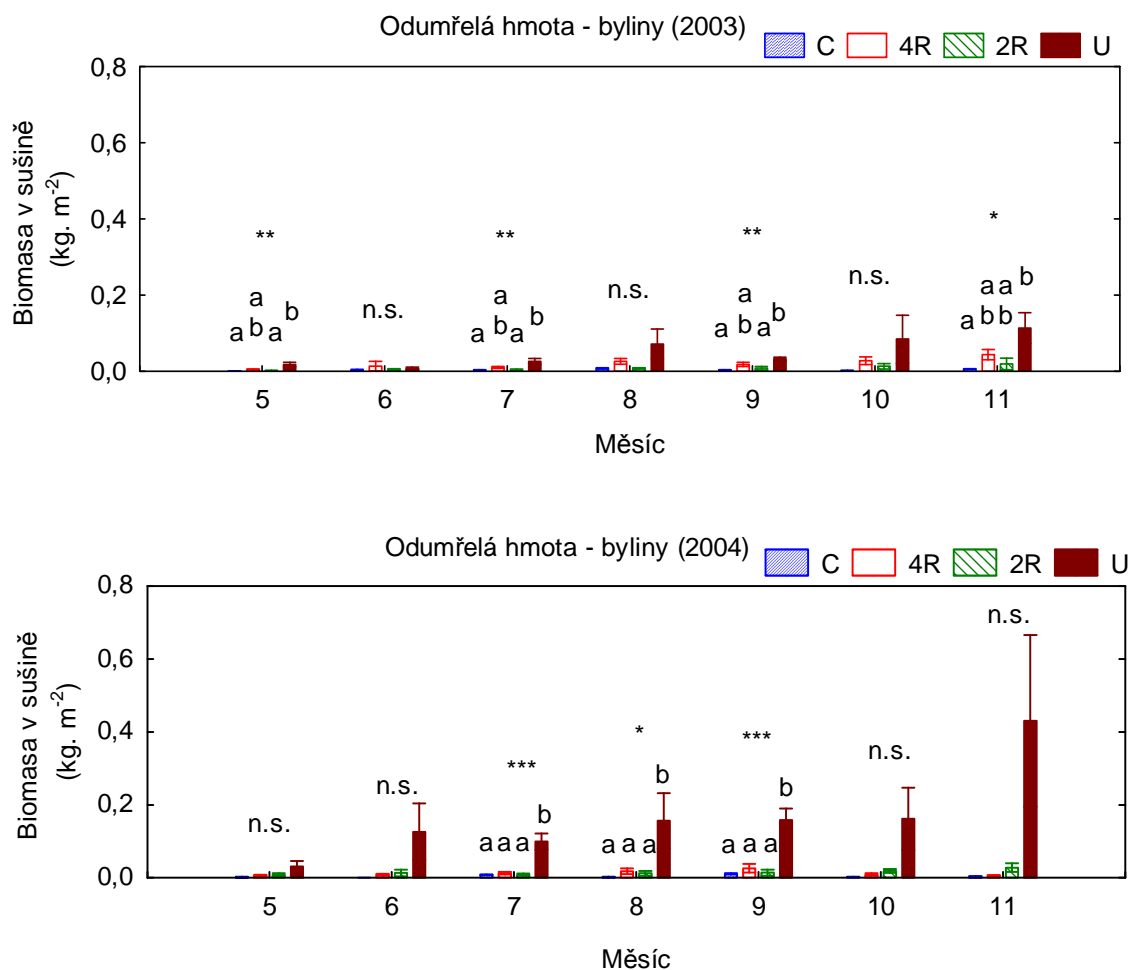
- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. č. 42 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušíně ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) odumřelé hmoty - trávy ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

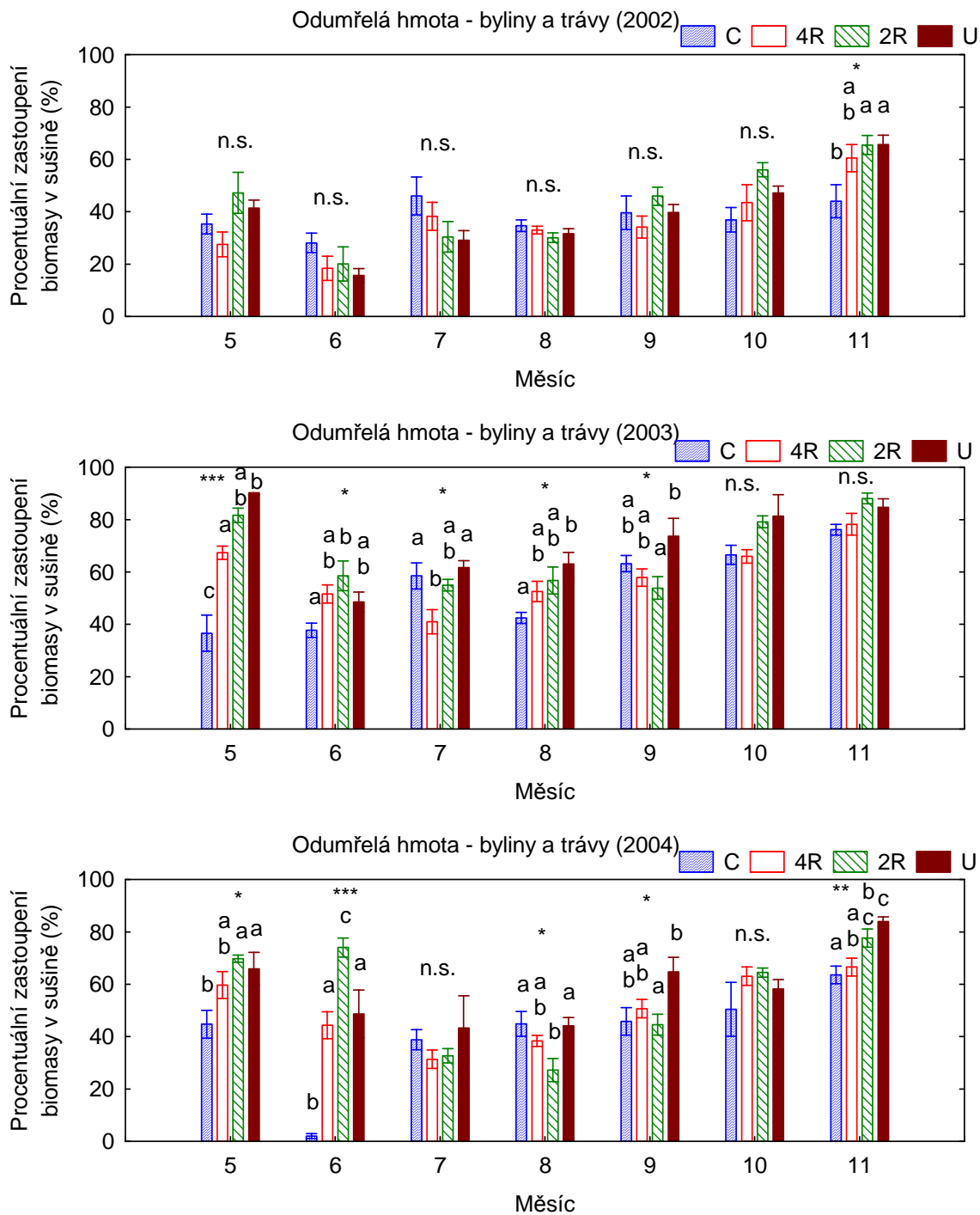
- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. č. 43 – Změny v produkci nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) odumřelé hmoty - byliny ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.



Obr. P 42 – Změny v procentuálním zastoupení nadzemní biomasy v sušině ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) odumřelé hmoty – trávy a byliny ve variantách C, 4R, 2R a U v průběhu vegetačních sezón 2002, 2003 a 2004. Rozdíly mezi variantami v jednotlivých měsících byly testovány jednocestnou analýzou variance (ANOVA). V případě průkazných rozdílů byl použit Tukey test mnohonásobného porovnání. Chybové úsečky představují směrodatnou odchylku.

Vysvětlivky:

- 1) ANOVA - n.s. – neprůkazný výsledek jednocestné analýzy variance, \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ ,
- 2) Tukey test - různá písmena znamenají statisticky významné rozdíly jednotlivých variant vůči sobě v jednotlivých měsících.