

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Posouzení sukcesního stádia a kvality lučních porostů s  
různou úrovní hnojení**

**Diplomová práce**

**Bc. Martina Konopíková**

**Produkční zahradnictví**

**Ing. Zuzana Hrevušová, Ph. D.**



### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Posouzení sukcesního stádia a kvality lučních porostů s různou úrovní hnojení" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24.4. 2021

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Zuzaně Hrevušové, Ph.D. za velmi trpělivý přístup a veškerou pomoc při psaní této diplomové práce. Zároveň také děkuji za všechny konzultační hodiny, které mi byly poskytnuty. Dále poděkování patří především celé mé rodině a blízkým přátelům, kteří se mnou měli trpělivost, a hlavně mě podporovali během celého studia.

# Posouzení sukcesního stádia a kvality lučních porostů s různou úrovní hnojení

## Souhrn

U trvalých travních porostů je důležité pozorovat, jak se vyvíjí a v jaké konkrétní fázi sukcese se nachází. Jedná se o dlouholeté sledování porostu, kde můžeme pozorovat, jak se mění druhová rozmanitost porostu a zastoupení jednotlivých rostlinných druhů. Pozemky, které jsou bez údržby, se v našem klimatickém pásmu promění v lesní společenstva, kde postupně dojde k vytlačení bylin a následně dominanci převezmou dřeviny. Travní porosty mají význam z hlediska ochrany přírody, kde podporují biodiverzitu, dokáží zabraňovat erozi, jsou schopné zadržovat a akumulovat vodu, dále poskytují zelený kryt pro společenstva živočichů a další.

Tato diplomová práce se zabývala polním pokusem, který se nacházel na experimentálním pozemku České zemědělské univerzity v Praze 6 – Suchdol. Pokus byl založen v roce 2013, kdy se sledoval proces samozatrávnění a nyní byl sledován vliv hnojení na druhové složení a výnos. Stanoviště, na kterém se pokus nacházel, mělo nadmořskou výšku 281 m. n. m. a panovaly zde semiaridní klimatické podmínky.

Celkem tento výzkum obsahoval šest variant hnojení: nehnojená kontrola, varianta hnojená 40 kg fosforu a 100 kg draslíku (PK), varianta hnojená dusíkem s dávkou 200 kg ve formě ledku amonného s vápencem (LAV), varianta se síranem amonným s dávkou 200 kg (SA), poté varianty s kombinací dusíkatých hnojiv: SA+PK a LAV+PK. Na těchto variantách se posuzovalo vývojové stádium, botanické složení, vliv hnojení na výnosy, stlačená výška a krmná kvalita porostu.

Z výsledků bylo zjištěno, že se tento porost již nenachází v iniciálním vývojovém stádiu, ale přesto není stále plně rozvinutý. Statisticky průkazný rozdíl se neprokázal mezi pokryvností jednoletých (dvouletých) a vytrvalých rostlin. Na variantě nehnojené byla nejvyšší pokryvnost jetelovin, kdy této agrobotanické skupině nevyhovovaly varianty s obsahem dusíkatého hnojiva. Naopak trávy se nacházely převážně na variantách, které byly hnojené dusíkem. Dalším výsledkem byla pokryvnost u vybraných druhů rostlin, kde byl hnojením ovlivněn například sveřep jalový, tomuto druhu vyhovovaly hlavně dusíkatá hnojiva. Nejvíce zastoupenou jetelovinou byla čičorka pestrá a jetel luční, tyto druhy měly nejvyšší procentuální zastoupení na variantě nehnojené. U výnosu se statisticky průkazné rozdíly našly u všech třech proměnných (1. seč, 2. seč a celkový výnos). Nejnižší výnos byl u těchto proměnných na variantě nehnojené. Index krmné kvality se na variantách nelišil.

**Klíčová slova:** samozatrávnění, dusík, botanické složení, výnos, agrobotanické skupiny, sukcese

# Evaluation of the succession stage and quality of meadows with different levels of fertilization

## Summary

Concerning permanent meadows, it is important to observe its development and in which stage of succession it is. During a long-term observation of the meadow, we can monitor how the species diversity of the meadow and the representation of individual plant species changes. In our climate zone, a land that is maintenance-free will turn into a forest community, where herbs will be gradually displaced and woody plants will dominate. Grasslands are important from the environment protection point of view of. They support biodiversity, can prevent erosion, are able to retain and accumulate water and they also provide green cover for animal communities and so on.

This diploma thesis focuses on a field experiment which took place on an experimental land of the Czech University of Life Sciences in the district of Suchbátka, Prague 6. The experiment was established in 2013, when the process of spontaneous succession was monitored. This time, the effect of fertilization on species composition and the yield of the land has been monitored. The habitat at which the experiment was located has an altitude of 281 m above sea level. Semiarid climatic conditions prevail.

The research included six means of fertilization: unfertilized control, a variant fertilized with 40 kg of phosphorus and 100 kg of potassium (PK), a variant fertilized with nitrogen with a 200 kg dose in the form of ammonium nitrate with limestone (LAV), a variant with ammonium sulphate with a dose of 200 kg (SA), followed by variants with a combination of nitrogen-based fertilizers: SA+PK and LAV+PK. The stage of development, botanical composition, the effect of fertilization on the yield, compressed height and feed quality of the meadow are the factors that have been evaluated at the above mentioned variants.

The results have shown that the grassland is no longer in the initial stage of its development, but it has still not fully developed. No statistically significant difference has been found between the plant cover of annual / biennial and perennial plants. The unfertilized variant has had the highest clover plant cover, where variants containing a nitrogen-based fertilizer did not appeal to this agrobotanical group. On the contrary, grasses have been mostly found on variants that were fertilized with nitrogen. Another result was the effect of fertilization on plant cover in selected plant species, e.g. barren brome. Nitrogen-based fertilization has been mainly suitable for this species. The most represented of clovers has been chicory and meadow clover. These species have had the highest percentage in the unfertilized variant. As for yield, statistically significant differences have been found for all three variables (1st cut, 2nd cut and total yield). The lowest yield for these variables was has been on the unfertilized variant. The feed quality index did not differ on any of the the variants tested.

**Keywords:** spontaneous succession, nitrogen, botanical composition, yield, agrobotanical group, succession

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Vědecká hypotéza a cíle práce .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerše .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Sukcesní vývoj travních porostů.....</b>	<b>11</b>
3.1.1	Primární sukcese .....	12
3.1.2	Sekundární sukcese.....	12
3.1.3	Semenná banka.....	16
<b>3.2</b>	<b>Trvalé travní porosty .....</b>	<b>17</b>
3.2.1	Přirozené porosty.....	17
3.2.2	Polopřirozené porosty .....	18
<b>3.3</b>	<b>Druhová diverzita .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4</b>	<b>Způsob využívání.....</b>	<b>20</b>
3.4.1	Pastva.....	20
3.4.2	Sečení.....	21
3.4.3	Vypalování.....	22
3.4.4	Mulčování .....	22
3.4.5	Obnova luk .....	23
<b>3.5</b>	<b>Hnojení .....</b>	<b>24</b>
3.5.1	Dusík.....	25
3.5.2	Fosfor .....	25
3.5.3	Draslík .....	26
3.5.4	Statková hnojiva.....	26
3.5.5	Vápnění .....	27
<b>3.6</b>	<b>Kvalita porostu .....</b>	<b>28</b>
3.6.1	Stravitelnost.....	29
3.6.2	Vláknina .....	29
3.6.3	Obsah dusíkatých látek.....	30
3.6.4	Minerální látky (popeloviny).....	30
3.6.5	Antinutriční látky .....	31
<b>4</b>	<b>Metodika .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1</b>	<b>Počásí.....</b>	<b>32</b>
<b>4.2</b>	<b>Založení pokusu.....</b>	<b>33</b>
<b>4.3</b>	<b>Zpracování výsledků .....</b>	<b>38</b>
<b>4.4</b>	<b>Statistické hodnocení .....</b>	<b>38</b>
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>39</b>

<b>6</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>52</b>



# 1 Úvod

Trvalé travní porosty mají mnoho důležitých produkčních i neprodukčních funkcí a plní několik činností v ekosystému, které se člověk snaží v posledních letech podporovat a chránit. Takovéto porosty poskytují zelený kryt pro společenstva živočichů, a ten jim umožňuje nejen se reprodukovat, ale poskytnout jim i určitou formu potravy a nechá je dokončit svůj životní cyklus v daném místě. Mají význam i z hlediska ochrany přírody, kde podporují biodiverzitu, dokáží zabraňovat erozi, a dále jsou schopné zadržovat a akumulovat vodu. Ekosystém travních porostů je bohatý, a to zejména na některé biocenózy živočichů i rostlin, a je schopen si zachovávat při správné péči bohatou druhovou diverzitu. Proto je tedy důležité tyto stanoviště chránit a vhodně je obhospodařovat.

Pozemky ponechané ladem se na našem území pomocí sukcese postupně vrací k lesním společenstvům. Člověk tuto fázi dokáže ovlivnit pouze mírným zásahem v podobě seče, mulčování či pastvy. Tímto způsobem obhospodařování zabráníme hlavně rozrůstání a reprodukci náletových dřevin, které jsou schopné svým rychlým růstem vytlačit z místa dané rostlinné druhy. Tyto zásahy dokáží z porostu, který směřoval k přirozené sukcesi, vytvořit ekologicky stabilní, trvalý travní porost, květnatou louku či pastvinu. Pozemky ponechané ladem slouží obvykle pro vědecké účely, kde se sleduje vývoj porostu, přechod mezi sukcesními stádii, a dále se pozoruje i druhová rozmanitost. Touto problematikou se zabývají dlouholeté výzkumy, kde čas hraje důležitou roli z hlediska vývoje porostu. Na pozemcích, které byly ponechány ladem, můžeme pozorovat jednotlivá sukcesní stádia. Tento proces trvá dlouho, a než se porost stane kvalitním, může zastávat různé zmíněné funkce nebo se využívat pro pícní účely. Sukcesní vývoj je ovlivněn několika faktory, a to zejména klimatem. Pokus na Suchdole je ukázkový příklad, jak postupně dochází ke změně druhového složení během několika let. Na tomto pokusném stanovišti lze pozorovat, jak je prostor osídlován rostlinnými druhy, kterým se daří zejména na sušším stanovišti, a tím je například ovsík vyvýšený. Dále je také zajímavé pozorovat změny, které jsou způsobené vlivem hnojení (například: krmná kvalita, počet rostlin, výnos, výška). I na tomto stanovišti bude hrát roli čas, který ukáže, jak se porost bude vyvíjet z hlediska klimatu, a především vlivům dlouhodobého hnojení.

## 2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cíl práce:

Cílem této práce bylo posoudit vývojové stádium, zjistit botanické složení a produkční schopnost lučního porostu vzniklého samozatrávněním. Na základě parametrů bylo cílem vyhodnotit vliv hnojení na sukcesi rostlinného společenstva. Dále také posoudit kvalitu porostu pomocí indexu krmné kvality dle Nováka (2004). Následně posoudit vliv hnojení na výnosy a stlačenou výšku porostu.

Hypotézy:

Způsob hnojení (typ dusíkatého hnojiva, kombinace s fosforem a draslíkem) rozdílně ovlivňuje:

- Podíl jednoletých (dvouletých) a vytrvalých druhů, agrobotanické skupiny, trávy dle typu odnožování a jednotlivé druhy rostlin.
- Počet druhů u jednoletých (dvouletých) a vytrvalých rostlin, agrobotanických skupin a trav dle typu odnožování.
- Krmnou hodnotu, stlačenou výšku porostu a výnos nadzemní biomasy.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Sukcesní vývoj travních porostů

V České republice většina travních porostů vznikla a nadále byla udržována činností člověka. Ponechání vzniklých a obhospodařovaných travních porostů ladem, obvykle povede k jejich postupnému zániku. Nejdříve se na porostu začnou uplatňovat vzrůstné druhy (například: vysoké druhy z čeledi miříkovitých, hvězdicovitých, lipnicovitých apod.), tyto druhy jsou obhospodařováním potlačovány a v příznivých podmínkách budou i tyto rostliny vystřídány náletem dřevin (Gaisler et al. 2011). Uplatnění trav v sukcesi se na jednotlivých stanovištích velmi liší, a to především v závislosti na vlhkosti stanoviště, dále na množství živin v půdě, nadmořské výšce (určuje makroklima), na zdroji diaspor v okolí (neboli na výskytu žádoucích druhů v blízkosti opuštěného pole) a na možnostech transportu jejich semen na ně (Jongepierová & Poková 2006).

Nežádoucí (plevelné, expanzivní a ruderalní) druhy rostlin se mohou v dlouhodobě neposečených místech vysemenit, nebo by se semena mohla rozšířit i do v podstatě odkrytých posečených ploch, kde by byl podpořen další proces degradace. Pokud se v porostech ponechaným ladem vyskytují jen druhy typicky luční, jejich generativní rozmnožování je prospěšné, což u pravidelně sečených porostů není zpravidla možné (mimo několika časných druhů). Neposečená místa je nutno zdůraznit, jelikož umožní dokončit svůj reprodukční cyklus hmyzu a případně i některým ptákům (Gaisler et al. 2011). Například keřové porosty na loukách a také na pastvinách jsou totiž velmi nezbytným biotopem, jelikož jsou důležité pro křovinné druhy ptáků nebo bezobratlých. Nesmí být však dřeviny přestárlé, přerostlé vzrostlými stromy, prolámané, ale ani příliš hustě zapojené. Je tedy důležitou součástí se též o dřeviny starat – pravidelně prořezávat, zmlazovat a omezovat příliš nekontrolovatelné rozrůstání. Likvidace křovin nejčastěji probíhá z organizačních důvodů od podzimu do časného jara, přičemž by keře neměly být odstraňovány v jarních měsících, jelikož v jarních měsících dochází ke hnízdění ptactva (Jongepierová et al. 2008). Je mnoho složitých vztahů mezi rostlinami a hmyzem, včetně životního cyklu. Býložravci hrají důležitou roli v průběhu a rychlosti sukcese rostlin (Brown 1984).

Studie sukcese rostlin se často liší podle toho, jak silně bylo narušeno prostředí, které ji následně vyvolá. Primární sukcese je proces, ve kterém je silně narušené prostředí a sekundární sukcese je proces s poněkud méně narušeným prostředím (Prach & Walker 2019). Rozlišení primární a sekundární sukcese má hlubší význam. Primární sukcese není pouze procesem osídlování zemského povrchu vegetací, nýbrž i tvorbou prostředí biocenóz, projevující se nejvýrazněji vývojem půd. Zmiňovaná sekundární sukcese je jen regenerací vegetace porušené či zničené vnějším zásahem, který však neporušil podstatně její prostředí (Moravec et al. 1994). Samovolnou sukcesí se mnohdy dospěje z ekologického hlediska k velmi přijatelným travním porostům složeným z druhů, které se vyselektovaly přirozenou cestou, a tudíž se i dobře adaptují na místní podmínky, navíc zadarmo a bezpracně (Jongepierová & Poková 2006).

V našich podmínkách vede sukcese většinou po 15 letech k porostům dřevin (výjimkou jsou nejsušší místa jako je Český kras a jižní Morava). Stádiu s dřevinami však většinou předchází travnaté sukcesní stádium a pokud v tuto dobu, většinou kolem 7. – 12. roku od opuštění travního porostu či pole začneme příslušný porost pravidelně kosit, zabráníme tím expanzi dřevin a podpoříme dominanci trav a dalších lučních druhů. Rozšíření dřevin brání do určité míry i pastva. Druhově pestrá louka či pastvina se vytvoří spontánně, bez dalších zásahů. Častým dominantním druhem, který se vyskytuje na spontánně vzniklých lučních porostů na bývalé orné půdě se suchým stanovištěm je převážně kostřava (Prach et al. 2009). Vznik a vývoj travních porostů je tedy podmíněn na jejich pravidelným obhospodařováním a využíváním, bez které by se naprostá většina luk a pastvin postupnou sukcesí přeměnila v lesní společenstva. Totiž nevhodným obhospodařováním travních porostů můžeme potlačit jak jejich produkční uplatnění, tak i samozřejmě jejich ochranné funkce ke genofondu, hydrosféře a též i k atmosféře (Mrkvička et al. 2007).

### **3.1.1 Primární sukcese**

Směr sukcese a její závěrečné stádium je v dané oblasti určeno klimatem, její rychlost a specifický průběh závisí na chemických a fyzikálních vlastnostech matečné horniny a na morfologii zemského povrchu. Dále je sukcese velmi ovlivňována klimatem. Primární sukcese probíhá pomalu zejména na pevných horninách a na strmých skálách je často blokována opakovaným opadáváním nahromaděné půdy (Moravec et al. 1994). Tato sukcese začíná na holé skále nebo ve vodě a její průběh vyvolává paralelní vývoj půdy (Ujházy 2003). Primární sukcese je omezena jak vývojem ekosystému, tak rozptýlením rostlin, ale není známo, do jaké míry rozptýl dlouhodobě omezuje sukcesí (Makoto & Wilson 2016). Tato sukcese neboli vývoj ekosystémů na zcela novém substrátu, je vždy ovlivněn nízkým obsahem dusíku. Proces nitrifikace nastupuje v časně fázi primární sukcese (Vitousek et al. 1989).

### **3.1.2 Sekundární sukcese**

Sekundární sukcese probíhá na půdách již víceméně vyvinutých, na kterých byla původní společenstva zničena, porušena či nahrazena náhradními společenstvy nebo umělými kulturami. Její průběh je kvůli vyvinuté půdě nesrovnatelně rychlejší, proto byla a je studována mnohem častěji, i více než primární sukcese. Tato sukcese nevyvolává půdní vývoj, ale jen znovuobnovení původních vlastností svrchních horizontů, jaké byly pod původními společenstvy. Přírozených příčin, které vedou k častému či úplnému zničení vegetace a tím k obnažení půdy není mnoho a působí spíše náhodně a maloplošně (například: větrná smršť nebo požár vyvolaný bleskem nebo samovznícením). Mnohem častěji dochází k sekundární sukcesí na plochách, jejich vegetační kryt byl změněn nebo zničen převážně lidskou činností (například: na opuštěných polích, pastvinách, loukách a sadech, na lesních mýtinách, ale i bývalých lidských sídlech). Na rozdíl od primární sukcese

bývají iniciální stádia sekundární sukcese často druhově velmi bohatá a v průběhu série se počet druhů spíše snižuje, než zvyšuje (Moravec et al. 1994).

Toto téma lze rozlišit na 4 hlavní typy sekundárních sukcesních sérií:

Série na opuštěných polích – představuje nejúplnější sled stádií, počínaje stádiem jednoletých plevelů. Tato série pokračuje pronikáním dvouletých plevelů, poté i vytrvalých bylin, ale převážně hlavně trav. Následně do stádia vytrvalých bylin pronikají keře a do jejich skupin semenáčky rychle rostoucích světlomilných stromů. Logicky poté stoupá zastínění, tedy ustupují světlomilné byliny a umožňují nástup stínomilných bylin. Závěr je takový, že pronikají stínomilné dřeviny a tvoří stromové patro závěrečného stádia (Moravec et al. 1994). Například v regionu Piemont (North Carolina) se na opuštěných starých polích objevují dřeviny z tvrdého dřeva a napadají stará pole, kde pod mladými borovicovými porosty vytvářejí podrostovou komunitu. Složení této rané komunity tvrdého dřeva bude regulováno faktory, které ovlivňují relativní úspěšnost usazování těchto druhů na starých polních stanovištích, například: velikost semen a jarní sucho (Steven 1991).

Vztahy mezi nadzemní biomasou a rovnoměrností se liší a závisí na identitě dominanty. Pokud se sníží rozmanitost rostlin ovlivněná člověkem, v tom případě rovnoměrnost povede k nepřímému snížení celkové primární produktivity (Wilsey & Potvin 2000).

Série na ruderalních stanovištích – zde probíhá podobný průběh jako v předešlé sérii, avšak jejich iniciální stádia tvoří ruderalní jednoleté až dvouleté patro (Moravec et al. 1994).

Série na opuštěných loukách a pastvinách – tato místa jsou ovlivněna především výchozím stavem porostu a jejich stanovištními podmínkami. Poměrně rychle probíhají na nehněných jednosečných loukách či pastvinách horských oblastí, ve kterých jsou téměř vždy zastoupeny semenáčky dřevin (v České republice hlavně borovice, bříza, smrk). Souvislé lesní stádium (nikoli závěrečné) se může vytvořit přibližně během necelého desetiletí. Louky hnojené odolávají více invazi dřevin, kvůli konkurenci a hromadění odumřelé biomasy, přičemž se původní souvislý drn rozpadá na trsy trav (Moravec et al. 1994.)

Úbytek rostlinných druhů v důsledku opuštění luk nelze snadno zvrátit sekáním. Například studie z jižních Alp zjistila, že frekvence druhů se během 10 let (1988–1997) mírně změnila, zatímco výnosy sena vykazovaly v daném období (duben–červen) velké výkyvy podle průměrné relativní vlhkosti na pozemku. Dřívější druhové složení opuštěných luk nelze snadno obnovit, ať už samotným sečením, jelikož mnoho rostlinných druhů nemá přetrvávající semenné banky a imigrace ve vzdálenosti 25 m nevede k úspěšnému založení či obnovení dané louky (Stampfli & Zeiter 1999).

Horské mezické louky vyžadují pravidelné řízené sečení, které zastavuje ekologickou sukcesí a zachovává jejich vysokou biologickou diverzitu. Opuštěné louky měly nejvyšší hodnotu světelného indexu a dostupnosti dusíku, zatímco nejvyšší hodnoty půdní vlhkosti byly zaznamenány na nepravidelně obhospodařovaných loukách. Různé způsoby extenzivního managementu mají jistý vliv na druhové bohatství luk. Nejnižší druhová rozmanitost byla pozorována na nepravidelně obhospodařovaných loukách. Většina skvrn na opuštěných pozemcích vykazovala degradaci expanzí (zlatobýl kanadský či zlatobýl obrovský,

třtina křovištní, kostřava červená, třezalka skvrnitá) (Pruchniewicz 2017). Pokus na opuštěných loukách v národním parku Białowieża dokázal, že luční druhy ustupují postupně. Po 10 letech se na pozemku vyskytovaly převážně lesní byliny a mladé stromy (topol, olše, bříza). Za pět let, tudíž po 15 letech se začaly objevovat bažiny, které se doplňovaly rostlinnými druhy jako je například: ostřice ostrá, ostřice trsnatá a dále vrba popelavá. Po 20 letech byla téměř polovina pozemku, která byla původně luční porost, obsazena vrbami. Zatímco zbývající část byla porostlá vysokými bylinami, například: tužebník jilmový, vrbina obecná, ostřice ostrá a ostřice trsnatá. Toto luční společenství, které v počáteční fázi mělo jemnozrnnou strukturu, bylo přeměněno na mozaiku ostřice, vysokých bylin a vrb (Falińska 1999).

Série na lesních mýtinách – místo, kde se regeneruje lesní společenstvo, na kterém bylo odstraněno pouze stromové patro. Většinou se jako první objevují bylinná paseková společenstva, která jsou odlišná dle původního stromového patra (čím místa stinnější, tím odolnější). Tato společenstva jsou na výživných půdách velmi rychle vystřídány keřovým stádiem, ve kterém se zmlazují původní dřeviny lesního společenstva. Chudé půdy vytvářejí paseková stadia s převládajícími třtinami (rod *Calamagrostis*), svou odumřelou biomasou brzdí nástup dřevin. Po odstranění zejména jehličnatých lesů zůstává bylinné patro takřka bez změny, kde se pouze zmlazují původní dřeviny. Též zmiňované požáry patří do sekundární sukcese, kde probíhá regenerace lesních a keřových společenstev. Ve středomořských lesních a keřových společenstev se tak bylinné a keřové patro může regenerovat již přibližně během prvních dvou let od požáru (Moravec et al. 1994).

Pokud na stanovišti nastanou velké změny, jako je například odvodnění, mechanické zásahy – použití rotavátorů, způsob využívání porostů a intenzivní dusíkaté hnojení), následují často velmi podstatné změny celé biocenózy, včetně půdní mikro a makrofauny (Kvítek et al. 1997). Mikroorganismy jsou v půdě důležité zejména kvůli získávání a přenosu živin v půdě. U fosforu jsou půdní mikroorganismy zapojeny do řady procesů, které ovlivní transformaci fosforu a uvolňují tak následnou dostupnost z anorganických a organických sloučenin z půdy. Následně mohou mikroorganismy také účinně zvětšovat povrch kořenů (Richardson 2001). Při samovolném zatravňování neobdělávané půdy dochází k pozvolné sukcesi druhů (Kvítek et al. 1997). V průběhu sukcese by mělo docházet k akumulaci biomasy až do fáze stacionárního stavu, kde se vyrovnají vstupy a výstupy z ekosystému (neboli klimax v širším pojetí). Nerovnost vstupů a výstupů vede právě k sukcesi a je jejím spouštěcím mechanismem (Ujházy 2003).

V průběhu sekundární sukcese se nejprve uplatňují převážně jednoleté plevele, jejichž semena se nahromadila v půdě během průběhu předešlé kultivace. Časté jsou například mák vlčí, chrpa modrák, ptačinec prostřední, heřmánkovec přímořský či ježatka kuří noha (Jongepierová & Poková 2006). Ve vyšších polohách medyněk vlnatý. Tyto druhy náročné na kyprou půdu postupně ustupují a uvolňují prostor pro uplatnění vytrvalých druhů. V této fázi může sukcesi zbrzdit invaze některých konkurenčně silných druhů, jako je například třtina křovištní (Kvítek et al. 1997). Současně se tedy začínají rozrůstat vytrvalé plevele, jako je především pýr plazivý, pcháč rolní, pelyněk černobýl či pampeliška. Tyto rostliny jsou

dominantní většinou mezi 3. až 10. rokem od opuštění pozemku. U sekundární sukcese bývá vyšší biodiverzita a dále také větší pravděpodobnost pro uchycení vzácných druhů, dané druhy jsou poté lépe adaptované na místní podmínky (Jongepierová & Poková 2006). Dále se sukcesí zlepšuje celkově lokalita, struktura a dynamika živin (Walker & Moral 2009). Velmi typické bývá pýrové stádium, kdy lze již plochu také využívat jako sekanou louku nebo pastvinu, i když pro tyto účely ještě ne příliš vhodnou. Z hlediska zemědělského využití se žádoucí trávy začínají výrazně uplatňovat od cca 8. roku sukcese a během několika let většinou vytvoří souvislý travní porost. Zde hraje významnou roli hlavně ovsík vyvýšený, zvláště na vlhkostně středních (neboli mezických) stanovištích v nižších a středních polohách v rámci celé České republiky (Jongepierová & Poková 2006).

Po 10. roce sukcese se začínají uplatňovat dřeviny, například hlohy, trnka, růže, na vlhkých místech například vrba, dále na živiny chudých místech například bříza, borovice nebo osika. Pokud jsou v blízkosti pozemku semenné stromy, pak mohou živinami chudší pole, kde je nižší konkurence bylin (tedy nižší biomasa bylinného patra) zarůst dřevinami i podstatně dříve, než po 10. roce sukcese. Pakliže má být bývalé pole dále využíváno jako travní porost, je potřeba se takové expanzi dřevin bránit. Nejlepší je začít plochu pravidelně kosit hned, jakmile se začínají objevovat první dřeviny. Pravidelné kosení jednou ročně totiž dostatečně zabrání expanzi dřevin, dále navíc podpoří rozrůstání trav. Pastva vede spíše ke vzniku mozaiky travinné vegetace a ostrůvků dřevin, jelikož zvláště trnité dřeviny stačí odrůst a nejsou tedy spaseny (Jongepierová & Poková 2006). Pokud budeme vycházet z předpokladu, že by se měl porost sekat jednou ročně (popřípadě periodicky, tzn. jednou za určité období), ideální by bylo kopírování režimu, jaký měli naši předci, kteří museli louky kosit ručně a tudíž postupně (Gaisler et al. 2011). Pokud není totiž porost využíván a vyskytuje se v lokalitě s přirozenou vegetací, přechází postupně zpět do stádia lesa. Průběh sukcese závisí i na celé řadě několika faktorů (například: drnová vrstva obsahuje semena různých ekotypů a ročníků, která dozrávala na různých klimatických podmínkách a vlivů. Proto se vzájemně odlišují reakcí na prostředí, to umožňuje vznik forem dobře přizpůsobených specifickým podmínkám. V podmínkách mírného pásma jsou základní složkou travních porostů druhy ze známé čeledě lipnicovitých. Mají význam z hlediska výnosu hmoty, živin a kvality píce, ale hlavně také převážně vytrvalosti porostu, dále protierozní a estetické funkce (Kvítek et al. 1997). Další složkou neboli skupinou, z hlediska jejich zastoupení v nadzemní hmotě, jsou ostatní byliny, které se vyznačují značnou biologickou rozmanitostí. Některé z druhů dávají píci specifický charakter v obsahu minerálních a stopových prvků, jiné jsou významné z dietetického hlediska. Poté důležitou součástí této skupiny jsou leguminózy, které mívají nejmenší zastoupení a přispívají porostu zásobovat dusík (Kvítek et al. 1997).

### 3.1.3 Semenná banka

V agroekosystémech většina semen různých druhů rostlin přežívá v nepříznivém období a přetrvává i několik let v semenných bankách. To způsobuje potíže při vytváření přesných předpovědí dynamiky populace rostlin a znaků historie života. V důsledku toho je velmi obtížné určit strategie řízení, které omezují populaci i druhovou rozmanitost. Rostlinné druhy rostlin však také udržují mnoho taxonů v daných agroekosystémech, včetně ptáků a opylovačů, dále jednou z hlavních výzev, kterým zúčastněné strany čelí, je předpovědět pokles nebo nárůst určitých druhů v reakci na opatření řízení. Spící semena mnoha druhů tedy mohou přežít roky nebo desetiletí, dokud nenastanou příznivé podmínky. Semenná banka může obsahovat několik stovek nebo tisíců semen (Borgy et al. 2015). Zásoba semen v půdní semenné bance je druhově velmi odlišná. U některých druhů a některých pozemních mohou být i statisíce semen na jeden metr čtvereční a délka životnosti může být i více než padesát let. Z toho všeho plyne, že některé druhy rostlin budou vzcházet minimálně půl století, aniž by vytvořily nová semena (Winkler 2013).

Semena rostlin či plevelů jsou snadno přemístitelná například hospodářskými zvířaty (srst, konzumace či přeprava). Například v Austrálii existuje velké riziko šíření semen plevelů kvůli jeho rozsáhlým pastevním postupům a značnému množství pohybu hospodářských zvířat. Průchod osiva zvířetem závisí převážně na typu osiva a příjmu zvířete, obvyklá doba je však přibližně 30-70 hodin. Rychlost klíčení semen daných rostlin se obvykle snižuje průchodem zvířetem – výkaly, kterými se semena vylučují a dále také mají také potenciál poskytovat živiny a vlhkost na podporu vyklíčené rostliny (Hogan & Phillips 2011).

Dalším zdrojem, jak lze přenášet semena rostlin je pomocí větru. Velmi často se šíří především druhy jako je pampeliška lékařská, pcháč oset, bodlák obecný a locika kompasová (Winkler 2013).

Například pýr plazivý se může rozmnožovat jak generativní, tak i vegetativní cestou. Vytváří mohutný kořenový systém s kořenovými oddenky, které jsou zdrojem šíření. Při zpracování půdy je kořenová soustava pýru plazivého narušena a z jednotlivých segmentů se vytvářejí nové rostliny. Regulace pýru plazivého je proto velmi složitá, než u druhů jednoletých (Mikulka 2014).



## 3.2 Trvalé travní porosty

Trvalé travní porosty jsou dnes chápány spíše jako prostředek pro plnění mimoprodukčních funkcí a méně již jako zdroj levné a přirozené píce pro hospodářská zvířata (Frydrych et al. 2010).

Trvalé travní porosty mají nezastupitelnou úlohu nejen jako zdroj potravy pro hospodářská zvířata, ale také jsou zdrojem pro obživu lidí. Dále mají velký význam z hlediska ochrany půdy, vodních zdrojů, zajištění vysoké biodiverzity a patří zároveň mezi nejdůležitější krajinné prvky. Trvalé travní porosty svým pokryvem a kořenovou soustavou účinně omezují erozi půdy a příznivě ovlivňují také její strukturu a přirozenou úrodnost půdy, poté mají schopnost zadržet velké množství srážkové vody, která by jinak rychle odtékala do vodních toků (Gaisler et al. 2011). Protierozní funkce travních porostů je zajištěna celoročním pokryvem půdy, který poté zpomaluje odtok srážkové vody a tím zvyšuje její vsakování. Infiltrace dešťových srážek do půd travních porostů je vyšší než u orných půd, tím je zaručena převážně stálá zásoba podzemní vody, která velmi pozitivně ovlivňuje dostatek vody ve vodních tocích a vodní režim půd v nejproduktivnějších oblastech (Mrkvička et al. 2007).

Dále vegetace plní v krajině specifické a nezastupitelné funkce v koloběhu látek a toku energie. Produkci biomasy poskytuje potravu býložravcům a je také hlavním zdrojem organické hmoty v půdě. Vegetace urychluje zvětvávání hornin, přispívá k tvorbě a vývoji půdy a zpevnováním zemského povrchu brání již zmiňované erozi (Moravec et al. 1994).

### 3.2.1 Přirozené porosty

Druhová skladba na přirozených porostech se vyvine v souladu s podmínkami stanoviště, převážně to jsou druhově chudé porosty, které se vyznačují svojí ekologickou stabilitou. Vznikají přirozenou cestou na stanovištích, kde není možný vznik klimaxového lesního ekosystému (Kollárová et al. 2007). Na místech, kde rovnováha neexistuje je pojem „přirozené“ porosty či vegetace mnohem náročnější, jelikož vegetace v jakékoli dané oblasti by nebyla dlouhodobě stabilní ani bez vlivu člověka. V mnoha oblastech může být nereálné pokusit se definovat přirozenou vegetaci pro dané místo, a to je třeba si uvědomit, že často existuje několik společenstev, která by mohla být právě přirozenou vegetací pro danou lokalitu pouze v daném okamžiku (Sprugel 1991).

### 3.2.2 Polopřirozené porosty

Zde je druhová skladba pozměněna hlavně zásahem člověka (Kollárová et al. 2007). Za polopřirozené travní porosty se považuje většina původních travních porostů, kde byly provedeny lidské zásahy, jako je například sečení, spalování, ale také pastva (Shimoda et al. 2020).

Tyto porosty jsou udržovány v bezlesém stavu a kvůli seči či pastvě jsou převážně extenzivně využívány. Na některých stanovištích se může vyskytovat převážná část ohrožených, ale také chráněných lučních druhů rostlin a živočichů, proto mají velký význam z hlediska genofondu. Vyznačují se převážně vysokým stupněm ekologické stability (Kollárová et al. 2007). Hostí cennou biodiverzitu, a proto jsou pro jejich údržbu nutná ochranná opatření (Vassilev et al. 2011). V polopřirozených porostech je sečení či pastva nezbytnou součástí kvůli zachování biodiverzity. Sečení má být upřednostňováno v případech, kdy je primárním zájmem zachovat pestrou druhovou bohatost. Dále sečení každý třetí rok by mělo zpozdit změnu vegetace a zabránit tak šíření dřevin. Pravidelné sečení tedy může být způsob, jak flóru ochránit. V zájmu zachování otevřené krajiny je třeba zabránit regeneraci dřevin (Hansson & Fogelfors 2000).

### 3.3 Druhová diverzita

Druhová diverzita neboli rozmanitost společenstva závisí na jeho celkovém druhovém bohatství (Moravec et al. 1994). Louky a pastviny jsou velmi významným zdrojem biodiverzity v krajině a formují krajinný ráz (Prach et al. 2009). Ochrana biodiverzity v České republice je důležitou součástí, jelikož naše příroda i krajina je významnou a nedílnou součástí našeho národního, kulturního i hospodářského bohatství a její ochrana je veřejným celospolečenským zájmem. Dále je velmi podstatné udržet a podporovat ochranu vodních zdrojů, ale také zachovat přirozenou úrodnost půd. Krajina jako celek včetně jejích přírodních složek se v posledních desetiletích značně změnila a tyto změny jsou výsledkem trvale snížené diverzity daných společenstev. To vše vede ke ztrátě přirozené úrodnosti půdy a zhoršování její zasakovací schopnosti včetně snižování biologické druhové rozmanitosti ztrátami původních druhů (Šrámek et al. 2001).

Extrémní druhová bohatost některých mírných travních porostů je globálně relevantní, ale dosud neprozkoumaný jev (Hájek et al. 2020). Druhová rozmanitost společenstva závisí na jeho druhovém bohatství (Moravec et al. 1994). Druhově pestrý trvalý travní porost lze zajistit, v co nejkratším čase pomocí druhově pestré směsi. Osivářské firmy vyvíjejí technologie na získávání semen z několika dříve nepěstovaných lučních rostlin, ty se poté dostávají na trh. V Čechách nalezneme osivářskou firmu například v Markvarticích – Planta naturalis (Jongepierová & Poková 2006).

Na biodiverzitu travinných ekosystémů v České republice negativně působí jak intenzivní zemědělská výroba, tak i jejich ponechání ladem, ale především zanechání pastvy.

Nadměrné ukládání dusíku v travních porostech – ekosystémech vede k jejich eutrofizaci, který následně využívají jen některé konkurenčně úspěšné druhy planě rostoucích rostlin (Frydrych et al. 2011). Následně tedy travním porostům neprospívá zvyšující se pokryvnost stromů, ta má negativní dopad na celkovou druhovou bohatost a na vzácné druhy travních porostů. Například, dle výsledků v severní Evropě lze říci, že nárůst stromů na travních porostech po skončení pastvy je pro rostliny škodlivější než samotná pastva (Pykälä et al. 2005). Naopak dlouhodobá studie prokázala, že produktivita v rozmanitějších rostlinných společenstev je pozitivní, jelikož plocha je poté odolnější proti většímu suchu a následně se z něj poté lépe zotavuje. Tedy každý další druh, který se ztratí z travních porostů, má postupně větší dopad na odolnost vůči suchu (Tilman & Downing 1994).

Ve vhodných životních podmínkách jsou schopny se rostliny samovolně rozmnožovat či rozrůstat a kvůli svým rozlišovacím schopnostem následně postupně osídlují dostupný prostor, kde po určité době vytvoří porost, který tento prostor víceméně souvisle vyplňuje. Hustota populací přítomných druhů přitom někdy stoupá až po určitou mez, kdy se poté složení a struktura porostu stabilizuje a porost pak dosáhne určité stejnorodosti. Díky vzájemnému působení mezi rostlinami a prostředím včetně jedinci uvnitř druhové populace se dosahuje dynamické rovnováhy (Moravec et al. 1994). Celková druhová bohatost rostlin se snižuje se zvyšujícím se přísunem dusíku, například cévnaté rostliny vykazují větší bohatost při nízkém vstupu živin (Zechmeister et al. 2003).

Jedinci daného druhu, kteří jsou schopni se rozmnožovat a tím zajišťovat přítomnost určitého druhu ve společenstvu, tvoří takzvanou populaci. Rostliny jsou schopny se množit vegetativně, kdy nové prýty jsou na čas spojeny s mateřskou rostlinou a je obtížné se rozhodnout co je nový jedinec. Nový jedinec je tehdy, pokud jsou od mateřské rostliny prýty vzdáleny natolik, že v meziprostoru mohou růst nové rostliny a musí být zakořeněné vlastní kořenovou soustavou. Trsnatá rostlina, která svými bočními prýty tvoří kompaktní celek a má jednotný kořenový systém, je rozmístěna na ploše souvisle, poté tedy neroste na daném místě jiná rostlina (Moravec et al. 1994). Počet druhů v travních porostech na daném místě souvisí s mnohými faktory, především například: zeměpisnou šířkou, nadmořskou výškou, rozsahem predace, konkurence ve společenstvu a prostorovou či strukturální heterogenitou. Dále narušení druhového bohatství způsobuje proměnlivost podnebí, proto při nestabilním klimatu může bohatství růst či se mu nemusí dařit. V suchozemském prostředí produktivita klesá s rostoucí nadmořskou výškou, souběžně i také s klesající teplotou a dlouhou vegetační dobou. V agroekosystémech se na hospodářské účely pěstuje více jak 160 druhů rostlin, z toho jako krmivo pro hospodářská zvířata se pěstuje přibližně 40 druhů (Novák 2008).

Na zachování druhového bohatství společně s pastvou bylo několik názorů. Až do konce 60. let 20. století převládala tato snaha, a to zabránit pastvě dobytka. Zákaz pastvy dobytka patřil k požadavkům ochránců přírody (krávy, ovce a kozy okusem a sešlapem ničily vzácné a chráněné druhy rostlin). Poté, co pastva skutečně ustala, se ukázalo, že pro většinu nejcennějších druhů v pastevních biotopech je právě, zmiňovaný okus a narušení půdního profilu nezbytnou podmínkou. Bez vlivu pastvy se začalo druhové složení výrazně měnit a na bývalých pastvinách se odblokovaly sukcesní procesy, následně se vývoj začal postupně

podobat lesnímu společenstvu, v nichž by většina charakteristických druhů pro danou lokalitu nenašla vhodné podmínky pro trvalou existenci (Buček 2000). V důsledku změn v zemědělských postupech v celé Evropě, se tradičně obhospodařované louky staly vzácnými. Jejich ztráta znamenala samozřejmě ztrátu druhové rozmanitosti. Jednou z mála oblastí v Evropě, kde se tradiční management stále praktikuje, je například severní Španělsko. Senné louky v severním Španělsku lze definovat jako polopřirozená, druhově bohatá společenství, která jsou udržována jedním nebo více faktory, které jsou pod přímou kontrolou člověka (příkladem je sekání sena jednou ročně a pastva). Tradiční způsob obhospodařování, vedl k vyšší druhové rozmanitosti a floristickému složení těchto travních porostů (Garcia 1992).

### 3.4 Způsob využívání

Zemědělským využitím travních porostů se rozumí především kosení, mulčování či spásání, kdy tyto postupy lze například vzájemně kombinovat. Každý z těchto způsobů travní porost ovlivní jinak, hlavně jeho způsob růstu a vývin rozdílných rostlinných druhů, tím se změní jejich vitalita, dále konkurenční schopnost a zastoupení druhů v porostu. Různá změna ve způsobu hospodaření vede ke změně druhového složení a tím ke změně výnosnosti, a hlavně také kvality píce (Sklenička 2002). Při volbě daného způsobu hospodaření je velmi nutné si vždy jasně definovat, jak by měl vypadat výsledný stav travního porostu (Mládek et al. 2006).

#### 3.4.1 Pastva

Pokud se zvolí pastva dobytka, je třeba si uvědomit, že pastevní porost se bude velmi lišit od porostu lučního. Například pastva zvířat se liší (na rozdíl od traktoru, sekačky či kosy) tím, že nepůsobí na porost stejně po celé ploše, ale jejich vliv se liší místo od místa. Na pastvině se druhové složení porostu projevuje dle selektivního vypásání, zpětného návratu živin ve formě moče a tuhých výkalů a dále sešlapu (Mládek et al. 2006). Sešlapávání bylo asi prvním významnějším zoogenním faktorem, který před příchodem člověka mohl vyvolat určité místní změny ve vegetaci. Intenzivní sešlapávání zhutňuje půdu a porušuje vegetační kryt, což může způsobit až obnažení půdy (Moravec et al. 1994). Řada studií prokázala, že vliv pastvy na druhovou diverzitu travního porostu závisí na kvalitě píce dominantních druhů (chutnost). V případě chutných dominantních druhů se vlivem selektivního spásání diverzita rostlin na dané lokalitě zvyšuje, a naopak v případě méně chutných dominant klesá. Dlouhodobé spásání má vliv na druhové složení travního porostu a na lokalitě se mění ve prospěch rostlin odolných proti okusu a sešlapu, takže začnou převládat druhy rostlin s nízkým vzrůstem a rychlou obrůstající schopností, s přízemní růžicí listů či rostliny trnité a pro dobytek nechutné (Mládek et al. 2006). Je zapotřebí respektovat druhové zvláštnosti pasených hospodářských zvířat tak, aby nedošlo k poškozeným spásaným pozemkům, rovněž

aby pozemek (pastvinu) nezatěžovalo velký počet zvířat nebo její dlouhodobé využívání (Sklenička 2002). Nadměrná pastva by následně vedla k porušení vegetačního krytu a k obnažení půdy. Nadměrnou pastvou byla zasažena rozsáhlá území již v prehistorii a zdá se, že kvůli ní vznikla v neolitu během cca 2000 let největší poušť světa, kterou je Sahara (Moravec et al. 1994). Pastva byla vždy nejlacinějším zdrojem krmení pro hospodářská zvířata a hrála důležitou úlohu při formování krajiny (Novák 2009).

Mezi lučním porostem a následně pastevním porostem je několik rozdílů, například výnos píce je u lučního porostu větší a též se u těchto porostů vyskytuje více kořenové hmoty, dále se na lučním porostu tvoří více humusu. Bilance živin je taková, že na pastevních porostech se živiny zpětně obohacují, kdežto u porostu lučního se živiny ochuzují (Mládek et al. 2006).

### 3.4.2 Sečení

U sečení se oddělí část nadzemní rostlinné biomasy od strniště v určité výšce, nejčastěji však mezi 3–10 cm na povrchem. Provádí se tedy buď ruční kosou, dnes už se velmi málo využívá, jelikož je to pracný způsob, doporučuje se hlavně u malých ploch či na plochách, kde není žádoucí hluk způsobený motorovými stroji či na silně svažitých pozemcích. Dále lze sečení provádět malou mechanizací, například křovinořezy či motorovými kosami, používají se tedy převážně na svazích, či na pozemcích s nerovným terénem, na podmáčených plochách a všude tam, kde není možné použít těžkou techniku, jakou je traktorová sekačka. Traktorové sekačky se využívají na větších plochách s rovných povrchem, s malých sklonem a bez překážek, například bez kamenů (Mládek et al. 2006). Kosení je tedy významný antropogenní faktor, na kterém závisí existence lučních společenstev v lesních ekosystémech. Kosení působí jinak než pastva, jelikož odstraní celou plochu naráz, prakticky všechny asimilační orgány přítomných rostlin. Tím jsou následně potlačeny druhy neschopné regenerace, jako jsou především dřeviny. Lučním rostlinám tento způsob, jako je kosení neškodí, u některých (hlavně trav) naopak podporuje vegetativní růst a šíření. Tyto druhy pak potlačí i řadu těch rostlin, kterým jinak kosení neškodí. Kosení působí i podle toho, kdy k němu dojde a je-li louka kosena jednou až třikrát ročně, zpravidla na nehnoujených pozemcích se většinou setkáváme s jednosečnými loukami, tedy dvakrát až třikrát kosené louky, bývají většinou hnojené. Dále kosení přispívá svým stejnoměrným vlivem ke zvýšení homogenity lučních fytocenóz (Moravec et al. 1994).

Luční porosty se tedy několikrát za rok jednorázově pokosí a posečená travní hmota se z pozemku uklidí. Převážnou část roku porost zůstává bez výrazných zásahů a změn, což tedy umožňuje mnoha druhům živočichů, ale též i rostlin dokončit svůj vývoj, jako je například dozrávání semen (Kollárová et al. 2007). Termíny a frekvence sečení jsou závislé hlavně na typu porostu, ekologických podmínkách stanoviště a na způsobu využití sklizené píce. Obvykle se sečení provádí 1–3 x ročně, což je většinou prováděno v období koncem května a června, další seč se plánuje přibližně po 6 až 8 týdnech. U porostů, které se nachází ve vyšší nadmořské výšce bývá počet sklizně redukován pouze na jedno posečení v červenci.

Tam, kde je management cílový a vyskytují se zde zvláště chráněné druhy rostlin nebo živočichů, je termín sečení posunut na dobu, stanovenou pro ochranu daného druhu či společenstva (Mládek et al. 2006). Nově založené travní porosty, nejen že by se měly pravidelně kosit, tak by se mělo dbát i na prevenci, regulaci a odstraňování invazních druhů, protože právě nově založené travní ekosystémy bývají vůči nim značně náchylné (Frydrych et al. 2011). Například kosení rostlin před vytvořením semen je důležité proto, aby se travní porost nezaplevelil širokolistými šťovíky, to je velký problém trvalých travních porostů. Je to dáno zejména kvůli nerovnoměrné aplikaci statkových hnojiv a vznikem eutrofizovaných míst a dále velkou zásobou semen šťovíku v půdě (Frydrych et al. 2010). Počet kosení či intenzita pastvy, popřípadě kombinace obou těchto způsobů, musí být zvoleny tak, aby umožňovaly udržitelné využívání travinných porostů a současně tak nepoškozovaly vlastní fytoocenózy. Například na suchých travinných porostech, kde se nacházejí křoviny, se následně provádí jejich pravidelné vysekávání. Naopak u vlhkomilných až mokřadních ekosystémů se pro zachování druhově pestrých společenstev udržují nebo obnovují podmínky neživého prostředí, jako je například vodní režim a mikroklima (Frydrych et al. 2011).

### 3.4.3 Vypalování

Zcela výjimečně se na porostech provádí řízené vypalování, to by mělo nastat jen tam, kde nemůžeme uplatnit jiný způsob tradičního obhospodařování (Frydrych et al. 2011). Používání ohně se využívalo se záměrem a cílem rozšířit pastviny na úkor lesů a křovinných formací. Například v tropických a subtropických oblastech tak vznikly druhotné savany a v oblastech mírnějšího klimatu se druhotně rozšířily plochy stepí a prérií (Moravec et al. 1994).

### 3.4.4 Mulčování

Další alternativní metodou obhospodařování travních porostů je zmiňované mulčování, při kterém se nadzemní biomasa seká, drtí a poté se rozptýlí na povrch (Gaisler et al. 2019). U tohoto způsobu obhospodařování travních porostů, je strojově oddělena většina nadzemní biomasy od strniště, dále poté rozdrčena a rozhozena, nejlépe rovnoměrně zpátky na strniště daného pozemku. Mulčování je využíváno jako nejlevnější způsob údržby porostů, pokud tedy nejsou využívány sečením či pastvou hospodářských zvířat. Dále se tato metoda využívá pro potlačení zarůstání travního porostu náletem dřevin či na omezení dominantních druhů rostlin. Pravidlem by mělo být, že se mulčování provádí dostatečně dlouhou dobu před vytvořením semen nežádoucích druhů rostlin, které jsou přítomny v porostu. Pokud je frekvence větší 2–3 x ročně, poté má mulčování podobné účinky na porost jako sečení, ale pozor na to, že ne všechny rostlinné druhy snesou delší překrytí velkou vrstvou rozdrčené biomasy a z porostu následně za nějakou dobu vymizí. Proto tento způsob není vhodný na údržbu travního porostu tam, kde se rostlinná biomasa pomalu rozkládá, jako příklad mohou

být horské smilkové trávníky, kde je nízká teplota a ta rozkladné procesy zpomaluje (Mládek et al. 2006). Častější mulčování podobně tedy jako sečení omezuje výskyt vysokých rostlinných druhů, a mezitím se převážně rozšiřují méně vzrůstné druhy rostlin s plazivým charakterem růstu nebo druhy vytvářející rostlinné růžice. Na mulčovaných porostech, které se vícekrát ročně tímto stylem obhospodařují se oproti ploše neobhospodařované či pouze jednou ročně mulčované vyskytl průkazný rozdíl, a to ve vyšším počtu rostlinných druhů, a také index rostlinné biodiverzity byl vyšší, téměř velmi podobný s údaji získanými na porostech, které jsou dvakrát ročně sečeny, včetně odklízení hmoty. Mulčování by mělo být pouze takové náhradní či dočasné řešení pro obhospodařování travních porostů, pro které není pícninářské využití, a kde není jeho účinek v rozporu s dalšími předměty ochrany, například: negativní vliv na populaci hmyzu. Mulčování by se nemělo provádět jako dlouhodobá náhrada za sečení nebo pastvu (Gaisler et al. 2011).

Kombinované využití travních porostů podporuje kladné a omezuje záporné působení jednostranného využívání sečením či pastvou. Vhodné střídání pastvy a seče může ovlivnit složení porostu žádoucím směrem a také zlepšit jeho zapojení, kvalitu a výnos píce. Zařazením seče se podpoří zvýšení podílu vzrůstnějších trav a zvýšení výnosu při utužení půdy. Naopak pastva hospodářských zvířat umožní rozvoj nízkých výběžkatých trav, zapojení porostu a jeho hustotu (Sklenička 2002).

#### **3.4.5 Obnova luk**

V období socialistického zemědělství byly mnohé lokality rozorány, zničeny intenzivním hnojením či naopak svažitější pozemky ponechány ladem. Například po vyhlášení CHKO Bílé Karpaty se v roce 1980 začaly konat první snahy o znovuobnovení stavu. Jako první se prováděly obnovy luk, které byly ponechány ladem, především na vyhlášených maloplošných, zvláště chráněných místech. Podařilo se díky tomu zachránit přibližně několik stovek hektarů původních luk (Jongepierová 2012). Rekultivace je soubor opatření, který vede k obnovení či nápravě přirozených funkcí poškozených ekosystémů, společenstev, stanovišť, dále krajinných celků a podobně. Je to takzvaný návrat k původnímu přirozenému stavu ekosystémů před disturbancí, obnova původního druhového složení struktury daného stanoviště (Novák 2009). Následně po roce 1989 se zvolil způsob méně intenzivního hospodaření, soukromí zemědělci i některé větší zemědělské subjekty začali na některých místech hospodařit dokonce ekologicky. Důsledkem bylo, že stovky hektarů orné půdy se následně zatravnily a tyto plochy byly využity především pro pastvu masného skotu a ovcí. Místa se zatravnily mnoha způsoby, například: spontánní sukcese, vysetím komerčních jetelotravních směsí či později i vysetím regionálních směsí (Jongepierová 2012). Druhové složení by mělo odpovídat místním podmínkám. Celkově obnova luk hodně závisí na tom, které luční druhy rostlin se nachází v okolí a jak snadno se na cílovou plochu dostanou (Prach et al. 2009).

### 3.5 Hnojení

Hnojení a výnosy prvotních zemědělců byly zcela závislé na zásobách minerálních živin v půdě a na jejím vodním režimu. Dříve se opouštěla pole, která již po několika sklizních nedávala dostatečnou úrodu a bylo třeba zakládat nová. Dnes je to jinak, zemědělci začali svá pole a louky hnojit, aby udrželi jejich úrodnost. Nelze přesně říci, kdy se začaly dané porosty hnojit, ale dříve mohli být zemědělci podníceni pozorováním bujného růstu rostlin tam, kde se hromadily výkaly domácích zvířat. Po dlouhou dobu byla používána pouze přirozená organická hnojiva (hlavně živočišné výkaly), která nejen vracela porostům odebrané živiny ve sklizni, ale obohacovala je i o organické látky, nyní jsou zavedena minerální hnojiva, která jsou vyráběna chemickou cestou (Moravec et al. 1994). Minerální hnojení stimuluje růst rostlin a může být užitečným nástrojem v úsilí o obnovení vegetace v degradovaných pastvinách (Liu et al. 2018). Hnojení také může vést ke změnám funkčních skupin trvalého travního porostu (Dindová et al. 2019).

Extrémní klimatické a samozřejmě i půdní podmínky a vodní režim daného stanoviště výrazně snižují produkční účinnost živin dodaných hnojiv. Každá změna stanovištních podmínek má za následek změny v druhovém složení travního porostu. V tomto směru má nejvýznamnější vliv obsah přístupných živin v půdě a z antropogenního hlediska hnojení porostu a jeho využívání. Hnojení zvyšuje produkci sklizené biomasy všech zastoupených druhů v travním porostu, i těch málo hodnotných. Následně mění druhovou rozmanitost, podporuje rozvoj vzrůstnějších druhů, které jsou náročnější na přístup živin. Vysoké trávy potlačují méně vzrůstné druhy, tím se účinek hnojení víceletých až trvalých smíšených společenstev lučních a pastevních porostů odlišuje od účinku hnojení krátkodobých monokultur na orné půdě (Mrkvička & Veselá 2001). Hnojení je velmi nutné u živinově chudých travních porostů (oligotrofních), jako jsou například smilkové trávníky, u kterých by sečením a jeho následným odvozem biomasy docházelo k rychlému úbytku živin v půdě. Je třeba při dlouhodobém sečném využívání obsah živin v půdě kontrolovat, jelikož se odebírají živiny a následně se zpět do půdy nevrací, jako je tomu u pastvy. Při celosezónní pastvě trvalých travních porostů se většina živin cca 80 % - 90 % vrací zpátky do půdy, a to ve formě tekutých a tuhých výkalů. Díky tomu pasené porosty většinou nepotřebují a nevykazují deficit živin v půdě na rozdíl u zmiňovaných sečně využívaných a nehnojených luk. Živiny, které se z travních porostů odebírají jsou například: dusík, fosfor, draslík, hořčík, vápník a síra. Tyto živiny jsou s pící odstraňovány v desítkách kilogramů na hektar ročně. Například u dusíku dochází k obohacení půdy biologickou fixací vzdušného dusíku bakteriemi žijícími na kořenech bobovitých rostlin, jako je například jetel, štirovník a tolice. Ostatní živiny musí rostliny doplňovat z produktů zvětrávání půdních minerálů, to však ale z dlouhodobého hlediska většinou nestačí pro zajištění rentabilní zemědělské produkce, a proto je tedy za potřebí nutné chybějící živiny do půdy dodat v podobě hnojiv. Velmi důležité je dodržení přijatelných dávek hnojiv a také způsob a termín hnojení, aby následně nedocházelo například ke zbytečným ztrátám živin kvůli vyplavování a k nežádoucím změnám co se týče druhové bohatosti porostů (Mládek et al. 2006). Hnojení trvalých travních porostů je



v budoucnu orientováno na efektivní využívání statkových hnojiv, u porostů nehnojených minerálními hnojivy je možno dosahovat vynikající produkce a kvality píce. V trvalých loukách většinou zcela chybí jeteloviny, které hlavně zabezpečují zásobování porostu dusíkem a tím výrazně zlepšují kvalitu i produkci píce. V takových případech je vhodný způsob jejich zlepšení i přísev, ať pásový nebo povrchový (Frydrych et al. 2010). Přísev je šetrný způsob, který zlepšuje produkci a kvalitu píce vysetím pícninářsky kvalitních druhů trav a jetelovin. Při jeho provedení by měl být porost prořídlý, mezerovitý, jinak by poté docházelo ke špatnému vzcházení a uchycení semenáčků přisetých druhů. Větší šance pro uchycení v porostu mají druhy s rychlým počátečním vývojem a s větší velikostí semen (jetel luční, jílek vytrvalý), celková úspěšnost je také ovlivněna úrovní dešťových srážek po přísevu. Přísevy se také využívají z hlediska zavádění cenných druhů rostlin z hlediska ochrany přírody (Mládek et al. 2006).

### **3.5.1 Dusík**

Dusíkaté hnojení, zvláště tedy u vyšších dávkách dusíku působí na složení porostu nejrychleji a nejintenzivněji. Zvyšuje se tím podíl vzrůstných trav, a naopak snižuje podíl jetelovin a méně vzrůstných ostatních dvouděložných druhů rostlin (Královec & Prach 1997). Je to živina, která má největší vliv na tvorbu výnosu píce travních porostů, a tedy i dominující postavení při zvyšování výnosů. Produkční účinnost dusíku závisí na stanovištních podmínkách, složení travního porostu, způsobu, a hlavně intenzitě využívání a následně na zabezpečení ostatních prvků živin, dále na dávce, formě a době aplikace. Nevyvážené či nadměrné znamená nejen snížení účinnosti této nejdražší živiny, ale též další nepříznivé důsledky, jako je například zhoršená druhová diverzita, nižší kvalita i chutnost píce a tím i pokles konečného efektu při zhodnocování píce živočišné výrobě (Mrkvička & Veselá 2001).

### **3.5.2 Fosfor**

Fosfor je v půdě v důsledku pevných vazeb velmi málo pohyblivý a jeho pronikání do hlubších vrstev je pomalejší, efekt tedy na zvýšení výnosu je zpočátku menší a projeví se proto až po několika letech hnojení. Pro nejlepší přístupnost fosforu u travních porostů je důležité optimální pH, které je v rozmezí 5,5 – 6,5 (Mrkvička & Veselá 2001). Je známo, že půdní fosfor je extrémně perzistentní a na evropských pastvinách se nenalezly žádné důkazy o kritickém prahu, pod kterým se neočekávají žádné škody na životní prostředí (Ceulemans et al. 2014). Travní porosty s omezeným množstvím fosforu vykazují v evropských polopřirozených travních porostech vyšší druhovou bohatost, která se následně s nižší kyselostí půdy snižuje. Někdy tedy nadbytečné a nevyrovnané obohacování půdy o fosfor může znamenat větší hrozbu pro biologickou rozmanitost, a proto je třeba hnojit vyrovnaně. Výsledky pokusu naznačují, že předpokladem pro zachování maximální rozmanitosti druhů rostlin je současné snižování vstupů jak dusíku, tak i fosforu (Ceulemans et al. 2013). Obecně

hnojení fosforem zpravidla mírně zvyšuje podíl jetelovin na úkor ostatních dvouděložných, a tím je příznivě ovlivněna kvalita píce, ta se uplatňuje změnami v chemickém složení dle jednotlivých druhů. Roční dávky se obvykle pohybují okolo 30–50 kg na 1 ha, lze hnojit i do zásoby na 2–3 roky. Hnojení fosforem je možné kdykoli, pokud to jen stav porostu dovolí, například když nehrozí nebezpečí povrchového smyvu (Mrkvička & Veselá 2001).

### 3.5.3 Draslík

Draslík je v půdě narozdíl od fosforu pohyblivější, a dále je také lepší zásobenost u lučních půd. Přibližně 40 % z celkové plochy půd má střední až dobrou zásobu přijatelného draslíku. Nedostatečný obsah tohoto prvku mají zejména rašeliny a rašelinné až písčité půdy. V dávkách do 100 kg na 1 ha pozitivně ovlivňuje botanické složení, následně podporuje rozšíření hodnotných trav a jetelovin (hlavně jetele lučního a plazivého). Naopak u aplikace draslíku formou statkových hnojiv (močůvka a kejda), způsobuje nepříznivé rozšíření ruderalních plevelných druhů například: lopuch pavučinatý, šťovík tupolistý + kadeřavý, kerblík lesní, bolševník (Mrkvička & Veselá 2001). V norských travních porostech, kde probíhal experiment s hnojením draslíku, byl výsledek takový, že se následně zvýšila i koncentrace daného prvku v bylinách. Nebyl však žádný významný vliv na výnosu, i když byla koncentrace draslíku v bylinách na daném pozemku bez aplikace prvku nízká. Tato reakce na výnos lze vysvětlit například nízkým množstvím dusíku dostupný pro rostliny, proto by mělo být hnojení vždy vyrovnané (Øgaard & Hansen 2010).

Produkcí biomasy z trvalých travních porostů na organických půdách lze zvýšit celkově přidáním draslíku, pokud je dusík a fosfor v přebytku (Nielsen et al. 2013). Například v Číně na travních porostech zkoumali tyto tři prvky: dusík, fosfor, draslík a zjistili, že po zkoumání nadzemní biomasy a koncentrací živin degradovaných travních porostů přidávky živin výrazně zvýšily nadzemní biomasu a koncentrace živin jak v celém rostlinném společenství, tak v jednotlivých funkčních skupinách rostlin. Celková nadzemní biomasa byla během tří let přidávání živin významně zvýšena: hnojení dusíku o 35,6 %, fosforu o 35,3 % a draslíku o 11,7 % (Liu et al. 2018).

### 3.5.4 Statková hnojiva

Při hnojení travních porostů by vždy měla mít přednost statková hnojiva (Mládek et al. 2006). Ze statkových hnojiv má pro travní porosty význam zejména močůvka a tekutý hnůj neboli kejda. V močůvce se živiny nacházejí ve formě rozpustné, a proto ji řadíme mezi velmi účinné a rychle působící hnojivo. Kromě živin obsahuje i růstové hormony. Jako živiny obsahuje snadno přístupné, jejichž koncentrace závisí na zředění a u dusíku na ztrátách při uskladnění. Močůvka způsobuje na travních porostech výrazné floristické změny, zpočátku aplikace převládají druhy, jako jsou vysoké trávy (srha laločnatá, ovsík vyvýšený, psárka luční apod.), ty se rozšiřují na úkor nízkých trav a leguminóz. Přímý vliv močůvky na koncentraci

živin v píci způsobuje změny v chemickém složení sušiny travního porostu. Aplikace močůvky je 1 x za 3 až 4 roky (Mrkvička & Veselá 2001).

Tekutý hnůj neboli kejda se v horských či podhorských oblastech pokládá za speciální hnojivo pro louky a pastviny. Toto hnojivo obsahuje všechny hlavní živiny, které obsahují makro-i mikroelementy. Obsah živin je velmi rozdílný, záleží totiž na druhu chovaných hospodářských zvířat, kvalitě zkrmované píce, na způsobu a délce uskladnění, na vzájemném poměru tuhých výkalů a moče, a dále také zředění vodou. Poměr v kejdě je vyrovnanější než v močůvce. Nejčastěji se provádí jarní aplikace, jelikož nejrychleji dochází k nárůstu biomasy, zvyšuje následné výnosy a podzimní aplikace prodlužuje konec a urychluje začátek vegetace travních porostů o přibližně 10–14 dní (Mrkvička & Veselá 2001).

### 3.5.5 Vápnění

Na rozdíl od hnojení výše zmíněnými živinami neslouží vápnění primárně k dodání vápníku jako rostlinné živiny, ale slouží zejména pro úpravu chemických, biologických a fyzikálních vlastností půdy. Je vhodné používat mleté vápence (nejlépe dolomitické), ale pouze v omezené dávce, jelikož pokud bychom zvolili například pálené vápno, mohlo by to vést k intenzivní mineralizaci organické hmoty spojené s rizikem vyplavování dusičnanů do podzemních vod (Mládek et al. 2006). Vápněním půd lze udržovat optimální rozmezí pH 5,5 – 6,5. Následně podporuje tvorbu sorpčně nasyceného humusu, zlepšuje pufrční schopnost půdy a její biologickou aktivitu. V půdách s pH okolo 6,5 – 7,0 je vápnění zbytečné, naopak může způsobit nežádoucí prořidnutí porostu či rozšíření dvouděložných. Vápnění je tedy jedním ze základních opatření ovlivňujících úrodnost a produkční schopnost půd. Následně se velmi podílí na zlepšení či udržení potřebných půdních vlastností a tím i na zajištění dobrých podmínek pro rostlinné druhy v travním porostu (Mrkvička & Veselá 2001). Například v severním Španělsku bylo zjištěno, že v kyselých půdách horských travních porostů nemá mírné ošetření vápněním žádné krátkodobé negativní účinky, jak na kvalitu půdy, tak ani na botanické složení, přičemž za určitých podmínek vede i ke zlepšení výnosu píce a nutriční hodnoty (Mijangos et al. 2010).

### 3.6 Kvalita porostu

Kvalita nadzemní fytomasy travního porostu je souhrn vlastností, které se vztahují na potřebu zvířat, týkají se chemického složení (dusíkaté látky, vláknina, minerální látky), dále floristického složení, kde na jeho základě a krmných hodnotách jednotlivých druhů rostlin se stanoví celková nutriční hodnota porostu a stravitelnost organické hmoty. Výživová hodnota závisí na zastoupení jednotlivých druhů trav, jetelovin a ostatních bylin (Novák 2008).

V zemědělských podmínkách je diverzita rostlin často spojována s nízkým výnosem biomasy a kvalitou píce, zatímco experimenty s biodiverzitou obvykle zjišťují opak. V experimentech bylo zjištěno, že diverzita rostlin podstatně zvyšuje výnos a kvalitu, podobně jako hnojení a intenzita seče. Udržení a obnova rozmanitosti travních porostů by mohla být způsobem, jak zajistit, aby polopřirozené porosty zůstaly v dobré kondici (Schaub et al. 2020). Například v Kansasu zjistili, že seno v teplém období vykazuje nejvyšší druhovou bohatost (256 taxonů) a vyskytuje se na stanovišti s vysoce konzervativními a původními taxony, zatímco degradované travní porosty mají vyšší počet nepůvodních taxonů, ale přesto nižší druhovou bohatost (136 taxonů) (Jog et al. 2006). Na čínských pastvinách zjistili, že faktory prostředí, jako je například teplota a úrodnost půdy, mohou velmi ovlivnit fyziologické procesy a následně kvalitu píce. Dále uvedli negativní vztah mezi množstvím a kvalitou píce, kdy vyšší množství píce znamená více hrubé vlákniny, ale méně hrubého proteinu (Shi et al. 2013). Jeteloviny produkují většinou kvalitnější píci než trávy. Je to dáno tím, že jeteloviny obsahují méně vlákniny (Ball et al. 2001). Obecně kvalitní travní porosty mají dobrou kvalitu píce a vyznačují se vysokým podílem chutných a dobře stravitelných druhů trav, ale také jetelovin (například: srha říznačka, bojínek luční, psárka luční, kostřava luční, trojštět žlutavý, jílek vytrvalý, jetel luční, štírovník růžkatý a jetel plazivý), mezi kvalitní biotopy patří například psárkové, ovsíkové a trojštětové louky. Naopak nekvalitní travní porosty se vyznačují velkým počtem druhů s nízkou stravitelností a chutností pro zvířata (například: kostřava ovčí, kostřava žlábkatá, smilka tuhá a třtina křovištní). Mezi nekvalitní biotopy patří všechny travní porosty s výskytem smilky tuhé, ale také úzkolisté a širokolisté suché trávníky. Nekvalitní píci také může způsobit biomasa z kvalitních porostů, která byla sklizena v pozdní fenologické fázi (Mládek et al. 2006).

Většina agro-environmentálních opatření vyžaduje posun sklizně trvale travních porostů hlavně do letních měsíců, aby byla dostatečně zajištěna reprodukce rostlin, hmyzu a dále i na zemi hnízdících ptáků. Hlavně v intenzivně obhospodařovaných travních porostech dochází při odložení dané sklizně ke značnému nárůstu koncentrace vlákniny, a naopak k výraznému poklesu koncentrací dusíku, fosforu a draslíku, což má za následek snížení stravitelnosti organické hmoty a má negativní důsledky na ekonomiku chovu. Rychlost aplikace dusíkatých hnojiv a stupeň zralosti při sklizni určí optimální rovnováhu výnosu bylin, kvality výživy a siláže pro výživu přežvýkavců (King et al. 2012). Zachování kvality píce při posunu sklizně do zmiňovaných letních měsíců záleží na druhovém složení společenstva, jelikož většina dominantních druhů v porostech, jako je například: poháňková pastvina s dominancí kostřavy červené a máchelky srstnaté či podhorský smilkový trávník s dominancí kostřavy

červené a smilky tuhé, takové porosty se vyznačují perzistentními listy (vytrvají déle než jednu vegetační sezónu), a také udržují koncentraci živin na stejné úrovni po celý rok. Režim dlouhodobé časně jarní pastvy umožnil ve zmiňovaných porostech uplatnění fenologicky pozdních druhů (psineček obecný, jetel plazivý a luční), ty se svými fyziologicky mladými pletivy s vysokou koncentrací živin v létě pravděpodobně velmi zlepšují stravitelnost biomasy jako celého celku (Gaisler et al. 2011).

### 3.6.1 Stravitelnost

V travních porostech je stravitelnost ovlivněna celkovým režimem využívání, vlastnostmi rostlin, a hlavně místním klimatem (Gardarin et al. 2014). Dále stravitelnost píce závisí hlavně na vývojovém stádiu rostliny, a to v době stárnutí nebo v době sklizně travního porostu. Během stárnutí rostlin stravitelnost postupně klesá, zatímco výnos naopak stoupá, proto ekonomicky výhodná sklizeň je vždy kompromisem mezi stravitelností a výnosem (Mládek et al. 2006). U travních porostů, které mají vysoký počet druhů, je obvykle nižší stravitelnost než u porostů s intenzivní produkcí. Spolu s množstvím a načasováním výroby je stravitelnost sušiny kritickou složkou nutriční hodnoty rostlin a poskytuje míru množství energie, která je dostupná pro býložravce v rostlinných složkách (Bruinenberg et al. 2002). Při vysoké stravitelnosti organické hmoty (72–78 %) se zaručuje vysoká užitkovost zvířat. Chutnost, stravitelnost a množství přijatelného krmiva jsou ve vzájemné korelaci. Například šťovík tupolistý je bohatý na polyfenoly, ale zároveň snižuje stravitelnost a tím klesá kvalita píce (Novák 2008). U zmiňovaného šťovíku je stravitelnost snižována vysokým obsahem kyseliny šťavelové, a dále u tohoto planého druhu je vysoký obsah dusíkatých látek a nízký obsah vlákniny (Mládek et al. 2006).

### 3.6.2 Vlákna

Postupným stárnutím porostu se zvyšuje jak zmiňovaný obsah sušiny, tak i vlákniny, a naopak se snižuje obsah dusíkatých látek, tuku a mírně se také snižuje i obsah popelovin v sušině. Vláknu si jsou přežvýkavci schopni částečně natrávit v batoru, kvůli mikroflóře celotických bakterií (Novák 2008). Kvalita u polopřirozených travních porostů se obvykle prokazuje vyšším obsahem vlákniny a popelovin a následně nižším obsahem dusíkatých látek. Například pasená zvířata, jako jsou ovce, krávy (bez tržní produkce mléka) jsou méně náročná na kvalitu píce (Mládek et al. 2006). Obsah vlákniny v rostlině ovlivňuje daná pící odrůda a její stupeň zralosti při sklizni (Stokes & Prostko 1998).

### 3.6.3 Obsah dusíkatých látek

Mezi faktory, které ovlivňují kvalitu píce, řadíme různé sloučeniny, které mohou snižovat užitkovost zvířat (způsobovat nemoci nebo vést až ke smrti). Mezi tyto sloučeniny řadíme například dusičnany. Přítomnost nebo vysoká koncentrace těchto látek závisí na konkrétních druzích rostlin v travním porostu, ročním období a podmínkách daného prostředí. Na kvalitu krmiva má vliv více faktorů, nejdůležitější jsou krmné druhy, stupeň fenofáze, při které probíhá sklizeň a dále metody skladování (Ball et al. 2001). Pokud se rostlina vystaví stresovým situacím a nadměrnému hnojení dusíkem, poté dochází k hromadění dusičnanů v rostlinných tkáních a orgánech. Tyto látky se následně mohou hromadit i v půdě. Dusičnany, které jsou nahromaděné v rostlinách, mají velmi škodlivý účinek na hospodářská zvířata, která tyto rostliny konzumují. Takovéto rostliny způsobují vážné zdravotní problémy a někdy může dojít až k úhynu (Nešić et al. 2008). Pokud hospodářská zvířata konzumují píci, dokáží dusičnany redukovat v bachoru, ale když má píce neobvykle vysoký obsah dusičnanů, tak zvíře nedokončí přeměnu v bachoru a dusitany se následně hromadí v těle. V závěru vede tento jev až ke smrti zvířete (Patel et al. 2013). Přehnojené degradované travní porosty se vyznačují vysokým obsahem dusíku a draslíku v půdě. Při vysokém obsahu dusíku se zvyšuje obsah dusíkatých látek v sušině. Do určité míry se v čerstvé fytomase považuje za neškodný, ale při vysokém obsahu se považuje za problematický až toxický (Novák 2008). Například v severním Švédsku se biomasa zvyšovala a zásoby dusičnanů se naopak snižovaly s vyšší druhovou bohatostí (Palmborg et al. 2005).

Mezi sekundární faktory následně patří úrodnost půdy, hnojení a teploty během růstu, kdy nižší hladiny proteinu v biomase vykazují hlavně trávy rostoucí při vyšších teplotách (Ball et al. 2001). Naopak od nitrátů jsou proteiny v krmivu vítané, a proto píce, která má sloužit pro krmení zvířat se sklízí kvůli vyššímu obsahu proteinu v raných vegetačních stádiích, jelikož píce, která se sklízí v době květu má už nižší obsah hrubého proteinu a obsahuje více nestravitelných částí (Stokes & Prostko 1998).

### 3.6.4 Minerální látky (popeloviny)

Obsah minerálních látek v nadzemní fytomase je velmi ovlivnitelný obsahem přístupných živin v půdě. Vzájemné poměry jednotlivých minerálních látek jsou důležité z hlediska výživy zvířat, a proto musí být v nadzemní fytomase ve vzájemné harmonii, aby nedošlo ke zdravotním problémům. Tyto látky jsou potřebné pro dobrý růst a užitkovost hospodářských zvířat. Například fosfor způsobuje nižší žravost a zvířata rychle hubnou (Novák 2008). V nížinných polopřirozených porostech bylo zjištěno, že byl obsah fosforu v pícninách z většiny druhově bohatých travních porostů buď pod metabolickým požadavkem hospodářských zvířat, nebo nedostatečný k udržení vysoké výkonnosti jednotlivých zvířat (Tallowin & Jefferson 1999). Jednotlivé druhy jetelovin a ostatních bylin mají dvou až čtyřnásobně vyšší obsah vápníku, hořčíku a mnoho jiných mikroelementů než trávy. Podíl jetelovin a ostatních bylin zvyšuje obsah vápníku, a naopak podíl trav ho snižuje.

Obsah minerálních látek v pastevním porostu obvykle neodpovídá potřebám zvířat, proto je nutné chybějící prvky doplnit do krmných dávek (Na, Mg, Se, Zn) (Novák 2008). Často se na doplnění těchto látek používají minerální lizy se zvýšeným podílem chybějících makroprvků, ale také s přidavkem mikroelementů. U minerálních látek bývá deficitní převážně sodík a hořčík, draslíku je v pastevní píci obvykle více, než by mělo odpovídat požadavkům zvířat (Mládek et al. 2006). Nedostatečný obsah minerálních látek v píci u polopřirozených travních porostů se docílí tím, že ztráty živin se vyskytnou již během procesu výroby, a to zejména v případě, pokud je píce vystavena vlhkému počasí (Tallowin & Jefferson 1999). Důležité je, aby se při zřízení nového travního porostu vybraly vhodné druhy rostlin a poté byla správně naplánovaná vhodná doba sklizně (Høgh-Jensen & Sørensen 2012).

### 3.6.5 Antinutriční látky

Toxicita, která vzniká konzumací biomasy hospodářskými zvířaty je na pastvinách velmi častou příčinou, která ohrožuje dané druhy zvířat. Antinutriční látky úzce souvisí se zažívacím ústrojím zvířete (Patel et al. 2013). V píci druhově bohatých travních porostů se vyskytují antinutriční látky, které výrazně omezují stravitelnost (v kulturních pícninách se vyskytují v nižších koncentracích). Při vhodném zastoupení určitých bylin mohou tyto látky zlepšit zdravotní stav zvířat a jejich odolnost proti chorobám, již dříve se vyzdvihovaly výborné dietetické účinky u druhově bohatých porostů, jako příklad může být odbyt sena z bělokarpatských luk. Mezi antinutriční látky patří obrovská škála fenolických sloučenin, dále například alkaloidy, saponiny a organické kyseliny (například: kyselina šťavelová) a anorganické látky (například: křemičitany u smilky tuhé). Zmiňované alkaloidy, jsou ve velmi nízkých koncentracích jedovaté a vyskytují se v mladých listech, v píci kulturních druhů trav a u jetelovin se nacházejí jen omezeně (Mládek et al. 2006). Tyto látky mohou ovlivnit jak zdraví zvířat, ale i produkci (Makkar 1993). Velmi jedovaté alkaloidy se objevují u běžných druhů, které se vyskytují na pastvinách jako je přeslička bahenní, ocún jesenní, ale také starček přímětník. Hospodářská zvířata se těmto jedovatým rostlinám většinou vyhýbají, nebezpečí otrav hrozí pouze při vyšším obsahu rostlin v seně nebo senáži (Mládek et al. 2006). Zvířata mají vyvinutý instinkt, který je chrání před požitím a spásáním některých nebezpečných rostlin. Odmítají spásat a požírat rostliny s nepříjemnými zápachy či zvláštními chuťovými vlastnostmi. Jedovaté rostliny se v travních porostech považují za nebezpečné, a proto je třeba se při hodnocení porostu na takové rostliny zaměřit a všimnout si jejich zastoupení (Novák 2008).

## 4 Metodika

Diplomová práce se zabývá polním pokusem, který se nachází v Praze 6 – Suchdol na experimentálním pozemku České zemědělské univerzity. Půdním typem je zde černozem, půdní druh je hlinitý až jílovitý a půdní reakce je na pokusném pozemku mírně zásaditá s hodnotou pH okolo 7,5. Dříve v roce 1996 se tento pozemek využíval ke studiu spontánního úhoru, kde se zkoumaly různé systémy seče pícnin. O čtyři roky později se na této ploše vysely druhy: kostřava rákosovitá, sveřep bezbranný, sveřep horský a *Festulolium*. V následujících letech byla plocha zatravňována jíllem jednoletým. Když se tento pokus v roce 2012 ukončil, následovalo ošetření totálním herbicidem a mělké zpracování půdy – srovnání terénu. Od roku 2013 je zde pokus, který sleduje proces samozatavnění. Na tomto travním porostu je nyní sledován vliv hnojení na druhové složení a pokrývnost zastoupených druhů.

### 4.1 Počasí

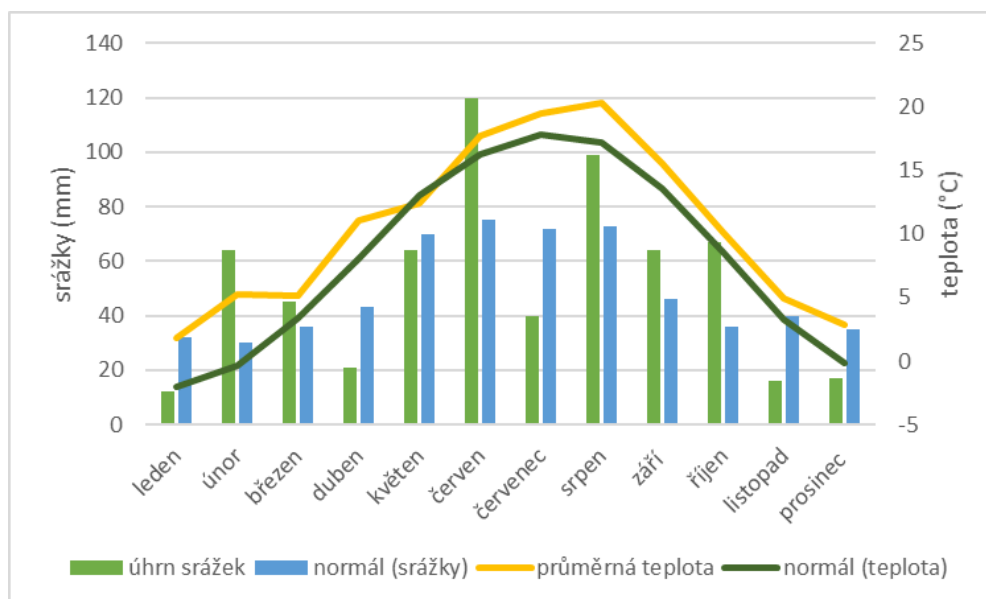
Stanoviště, kde se nachází pokus má nadmořskou výšku 281 m. n. m. a panují zde semiaridní klimatické podmínky. Průměrná roční teplota v roce 2020, ve kterém byl porost hodnocen, je 10,6 °C, dlouhodobý normál teploty vzduchu je 8,2 °C. Následně průměrný roční úhrn srážek v roce 2020 byl 52,4 mm, kdežto dlouhodobý srážkový normál byl 49 mm. V grafu 1 je dále vidět, že měsíční úhrn srážek v daném roce dosahoval až ke 120 mm, a to v červnu, kdežto v dlouhodobém srážkovém normálu dosahují srážky nejvíce kolem 72–75 mm, a to také v letních měsících – červen, červenec a srpen. Nejnižší teplota se shodla v lednu. Dlouhodobý normál naměřil hodnotu -2 °C, oproti tomu v roce 2020 průměrná nejnižší teplota dosáhla pouze 1,8 °C. Naopak nejvyšší průměrná teplota se vyskytla v letním měsíci – srpen, a to s hodnotou 20,3 °C, dlouhodobý normál měl naměřenou nejvyšší teplotu v červenci, a to 17,8 °C. Obecně lze říci, že rok 2020 byl oproti dlouhodobému normálu teploty vzduchu výrazně teplejším rokem (Český hydrometeorologický ústav, Meteorologická stanice ČZU).



Graf 1

Průměrná roční teplota a srážky v roce 2020, dlouhodobé normály teplot a srážek (1961-1990).

(Zdroj: Český hydrometeorologický ústav, Meteorologická stanice ČZU).



## 4.2 Založení pokusu

Tento pokus pro své založení využil model znáhodněných bloků (viz. Obrázek 1), který se skládá z 6 variant hnojení po 4 opakováních. Celkem je tedy 24 bloků o rozměru 12 m<sup>2</sup> (3 x 4 m). Varianty hnojení, které byly sledovány: nehnojená kontrola, LAV (N 200) + PK, SA (N 200) + PK, PK, LAV (N 200), SA (N 200). Na daných parcelách bylo hodnoceno botanické složení pomocí kovových čtverců o rozměrech 1 x 1 m. Na každé parcele se toto hodnocení provádělo dvakrát, a botanický snímek se dělal vždy 1 m od kraje vyznačeného pozemku (viz. Obrázek 2).

Obrázek 1

Znázorněná plocha pozemku s danými bloky

(Zdroj: vlastní)

24 - SA + PK	23 - LAV + PK	22 - KONTROLA	21 - SA	20 - LAV	19 - PK
18 - LAV	17 - PK	16 - SA + PK	15 - LAV + PK	14 - KONTROLA	13 - SA
12 - LAV + PK	11 - KONTROLA	10 - SA	9 - LAV	8 - PK	7 - SA + PK
6 - SA	5 - LAV	4 - PK	3 - SA + PK	2 - LAV + PK	1 - KONTROLA

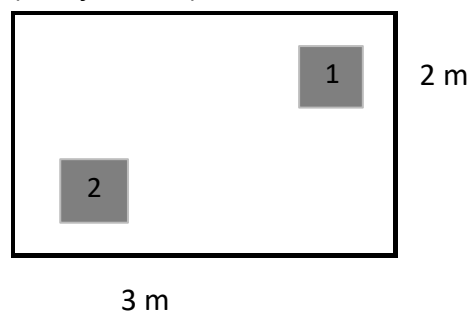
Vysvětlivky: KONTROLA = kontrolní nehnojená plocha, LAV = ledek amonný s vápencem, P = fosfor, K = draslík, SA = síran amonný

Číslo 1–24 = číslo dané parcela

Obrázek 2

Vyznačená místa na jedné parcele, kde bylo prováděno snímkování

(Zdroj: vlastní)



První dávka dusíku se aplikovala na pozemek v jarním měsíci, a to v dubnu, kdy se dala polovina dávky – 100 kg N, a následně po seči se aplikovala dávka druhá – opět 100 kg N, tudíž celková dávka dusíkatého hnojiva je 200 kg na pozemek. Dusíkaté hnojivo bylo aplikováno na všechny varianty, které dusík obsahují, tedy SA nebo LAV. Aplikace fosforu a draslíku se prováděla na podzim. Dávka fosforu je 40 kg a draslíku je 100 kg.

Tento pokus byl zaměřen hlavně na botanické složení porostu, pokryvnost, dále na výšku rostlin a následný výnos biomasy. Botanické složení se zjišťovalo pomocí snímkování, kdy se položil kovový čtverec o rozměru 1 x 1 m na dvě místa dané parcely a provedlo se botanické snímkování všech druhů rostlin (viz. Obrázek 2). Zastoupení rostlin se uvádělo v %. Botanické snímkování jednotlivých druhů bylo posuzované 2.6.2020, hodnocení se dělalo odhadovou metodou projektivní dominance pohledem shora. Jako první se stanovila prázdná místa na daném bloku (též v %) a následně byly klasifikovány jednotlivé druhy rostlin. Jako první se hodnotily dominantní druhy.

Následující den, tedy 3.6.2020, bylo prováděno měření výšky porostu pomocí talířového měřidla. Každá parcela se měřila na 10 místech. Měření probíhalo tak, že se tyč postavila, a po ní se spouštěl disk přímo na porost, poté se zapsala hodnota, která představuje stlačenou výšku porostu.

První seč porostu byla prováděna 9.6.2020 a druhá 12.10.2020, seč probíhala ručně, pomocí pojezdové rotační sekačky. Následně probíhalo vážení biomasy za pomoci ruční váhy. Z každé varianty byl odebrán vzorek do papírového sáčku, který se odvezl do školní laboratoře, kde se nechal vysušit při 105 °C a tím byl zjištěn výnos.

### Obrázek 3

Fotografie pořízena 2.6.2020 – pohled na jednu z parcel  
(Zdroj: vlastní)



Obrázek 4

Fotografie pořízena 2.6.2020 – pohled na celkový porost před botanickým hodnocením  
(Zdroj: vlastní)



Obrázek 5

Fotografie pořízena 16.6.2020 – po seči  
(Zdroj: vlastní)



Obrázek 5

Fotografie pořízena 2.6.2020 – v průběhu bonitace

(Zdroj: vlastní)



### 4.3 Zpracování výsledků

Jednotlivé druhy rostlin byly rozděleny do několika kategorií: vytrvalost rostlin byla rozdělena na skupiny jednoleté – dvouleté a vytrvalé. Jednoleté druhy se spojily s dvouletými, jelikož dvouletých druhů byl velmi nízký počet.

Následně se druhy rozdělily na trávy, jeteloviny a ostatní dvouděložné. Trávy se dále rozdělily na volně trsnaté, hustě trsnaté a výběžkaté.

Rostliny se takto třídily dle informací na stránkách [www.botany.cz](http://www.botany.cz) a [www.agromanual.cz](http://www.agromanual.cz).

Pro statistické hodnocení byly vybrány významné druhy. Druhy byly vybrány dle pokryvnosti (%), a to druhy nad 5 %, které se na dané variantě nacházely více než 5 x. Takových druhů bylo celkem 13, poté se statisticky vyhodnotily.

Index dle Nováka – hodnocení kvality travních porostů, kde jednotlivé druhy mají svoji krmnou hodnotu, která je určena na základě živin, stravitelnosti, chutnosti a produkce. Nejdříve se přiřadila FV hodnota k jednotlivým druhům a následně byl spočítán index pomocí vzorce viz. obrázek 6. Výsledná hodnota je poté index kvality pro hodnocený porost.

Obrázek 6  
(Zdroj: Novák 2004).

$$\text{Index kvality} = \frac{\sum(D \times FV)}{8}$$

Tabulka 1  
(Zdroj: Novák 2004).

FV (druh)	Rostlinný druh/porost	Index kvality
7-8	Vysoce hodnotný – plnohodnotný	90 - 100
6-7	Hodnotný – vysoce hodnotný	70 - 90
4-6	Méně hodnotný – hodnotný	50 - 70
2-4	Nejméně hodnotný – méně hodnotný	25 - 50
1-2	Bezcenný – nejméně hodnotný	15 - 25
0 - 1	Škodlivý – bezcenný	0 - 15
0 - -1	Škodlivý – mírně jedovatý	< 0
-1 - -3	Mírně jedovatý – jedovatý	
-3 - -4	Jedovatý – smrtelně jedovatý	

### 4.4 Statistické hodnocení

Pro statistické hodnocení všech sledovaných parametrů byla použita jednofaktorová anova s následně Tukeyův HSD testem, a to v programu Statistica 12.

## 5 Výsledky

Z tabulky 2 vyplývá, že mezi variantami hnojení není statisticky průkazný rozdíl u jednoletých – dvouletých a vytrvalých rostlin. V tabulce 2 lze vidět, že na všech variantách byla vyšší pokryvnost rostlin vytrvalých, například u varianty nehnojené je pokryvnost jednoletých rostlin pouze 11,6 % a oproti tomu je na dané parcele vidět velký výskyt vytrvalých rostlin, a to 92,1 %.

Tabulka 2

Průměrné pokryvnosti (%) a statistické vyhodnocení pro skupinu jednoletých – dvouletých druhů a skupinu vytrvalých druhů.

varianta	jednoleté - dvouleté (%)	vytrvalé (%)
kontrola	11,6	92,1
PK	18,8	94,7
LAV	24,6	85,2
SA	14,6	93,3
LAV+PK	23,1	85,3
SA+PK	14,1	95,6
p	0,437	0,682

p = výsledek anova testu

V následné tabulce 3 lze vidět, že se statistický průkazný rozdíl mezi variantami hnojení prokázal u trav, jetelovin i ostatních dvouděložných. Trav se nejvíce nacházelo na parcelách, které byly hnojeny dusíkem. Nejvíce jim vyhovovala varianta LAV+PK, tam se vyskytly v 72,9 %. Naopak nejnižší pokryvnost byla u parcely nehnojené. Největší výskyt jetelovin, a to v hodnotě 51,8 % se vyskytl na variantě kontrole, tedy parcele, která nebyla hnojená. Na variantách, které byly hnojené, se jeteloviny vyskytovaly ve větším podílu pouze u PK, a to v hodnotě 49,4 %. Ostatní dvouděložné rostliny měly dle výsledků vyrovnanější hodnoty, přesto se u nich prokázal statisticky průkazný rozdíl. Nejvíce jim vyhovovala varianta ledku amonného s vápencem, a to s hodnotou 55,5 %. Na celkové pokryvnosti porostu u jednotlivých variant hnojení se průkazný rozdíl nenalezl.

Tabulka 3

Statisticky vyhodnocená průměrná pokryvnost trav, jetelovin, ostatních dvouděložných a celková pokryvnost porostu.

Zkratky: os. dvouděložné = ostatní dvouděložné

varianta	trávy (%)	jeteloviny (%)	os. dvouděložné (%)	celkem druhů (%)
kontrola	23,0 a	51,8 b	28,9 a	103,7
PK	30,1 a	49,4 b	33,9 ab	113,4
LAV	44,9 ab	9,4 a	55,5 b	109,8
SA	64,2 bc	9,6 a	34,1 ab	107,9
LAV+PK	72,9 c	7,2 a	28,3 a	108,4
SA+PK	67,1 bc	5,4 a	37,2 ab	109,7
p	<b>0,0001</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,011</b>	0,064

p = výsledek anova testu

Rozdílná písmena u číselných hodnot znázorňují statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (Tukey).

Následně nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly mezi variantami hnojení a mezerovitostí. I když nebyl prokázán statisticky významný rozdíl, tak se nejvyšší mezerovitost zaznamenala na variantě nehnojené, a to s hodnotou 3,9 %. Naopak nejnižší procentuální výskyt mezerovitosti se zaznamenal na variantě LAV+PK, a to s hodnotou 0,5 %.

Dále bylo zjištěno u skupin trav s různým typem odnožování, jakou jsou: volně trsnaté, výběžkaté a hustě trsnaté, že se statisticky průkazný vliv hnojení prokázal pouze u trav výběžkatých, a to s hodnotou  $p=0,033$  viz. tabulka 4. Nejmenší procentuální zastoupení měly trávy hustě trsnaté. Nejvíce se dařilo travám výběžkatým, a to na variantě LAV+PK s nejvyšší průměrnou hodnotou 39,8 %. Dále bylo potvrzeno, že skupinám trav – dle typu odnožování nejméně prospívala varianta nehnojená, u trav výběžkatých byla nejmenší hodnota u varianty PK.



Tabulka 4

Průměrná pokrývnost trav dle typu odnožování.

varianta	trávy volně trsnaté (%)	trávy výběžkaté (%)	trávy hustě trsnaté (%)
kontrola	11,3	10,0	1,8
PK	13,8	16,2	0,2
LAV	28,9	15,5	0,5
SA	33,4	30,3	0,5
LAV+PK	32,5	39,8	0,6
SA+PK	21,5	31,7	6,0
p	0,061	<b>0,033</b>	0,472

p = výsledek anova testu

U výběžkatých trav Tukey test nenalezl rozdíly.

Následně byly zjištěné dané počty druhů – jednoletých (dvouletých), vytrvalých, trav, jetelovin, ostatních dvouděložných, trav volně trsnatých, výběžkatých a hustě trsnatých. U těchto parametrů byl statisticky průkazný rozdíl v počtu druhů pouze ve skupinách: jednoletých (dvouletých), vytrvalých, dále jetelovin a ostatních dvouděložných. U skupiny jednoletých (dvouletých) rostlin se naměřila stejná hodnota u varianty PK a LAV, a to hodnota 3,6 ks. Následně s dávkou dusíku klesal i počet druhů rostlin. Dále lze posoudit opět výskyt jetelovin, kdy nejvyšší výskyt druhů byl u varianty PK a následně varianty nehnojené. Počet jetelovin se snižoval na variantách, kde se hnojilo dusíkem. Ostatním dvouděložným rostlinám prospívá též varianta kontrola, tudíž nehnojená.

Na pokusu bylo nalezeno celkem 52 druhů rostlin.

Tabulka 5

Průměrný počet druhů

Zkratky:

JD. = jednoleté (dvouleté) rostliny, VV. = vytrvalé rostliny, T. = trávy, J = jeteloviny, O.D. = ostatní dvouděložné, V.T. = trávy volně trsnaté, VÝ. = trávy výběžkaté, H.T. = trávy hustě trsnaté

varianta	POČET JD. (ks)	POČET VV. (ks)	POČET T. (ks)	POČET J. (ks)	POČET O.D (ks)	POČET V.T (ks)	POČET VÝ. (ks)	POČET H.T (ks)
kontrola	3,9	13,1 c	4,9	4,0 b	8,1 b	2,0	2,4	0,5
PK	3,6	12,0 bc	5,1	4,3 b	6,3 ab	2,5	2,4	0,3
LAV	3,6	9,5 bc	4,4	1,6 a	7,1 ab	2,4	1,8	0,3
SA	2,0	8,0 a	4,4	1,3 a	4,3 a	2,3	1,9	0,3
LAV+PK	2,5	9,6 ab	4,3	1,5 a	6,3 ab	1,8	2,3	0,3
SA+PK	2,1	8,3 a	4,0	1,3 a	5,1 ab	1,6	2,0	0,4
p	<b>0,021</b>	<b>0,0002</b>	0,504	<b>0,0001</b>	<b>0,028</b>	0,363	0,511	0,865

p = výsledek anova testu

Rozdílná písmena u číselných hodnot znázorňují statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (Tukey).

U skupiny jednoleté (dvouleté) Tukey test nenalezl rozdíly.

Dalším výsledkem této diplomové práce je pokryvnost vybraných druhů rostlin na daných variantách, jak hnojených, tak jedné nehnojené – kontrola. Nejvíce byl ovlivněn hnojením sveřep jalový, a to pozitivně. V tabulce 6 lze vidět, že tento druh byl nejvíce zastoupen na variantě LAV+PK, a to s průměrnou pokryvností 21,1 %, hned poté byl nejvíce rozšířen na variantě LAV = ledek amonný s vápencem (17,9 %). Nejméně tomuto druhu vyhovovala varianta nehnojená s hodnotou pouze 2 %. Nejvíce zastoupenou jetelovinou byla čičorka pestrá a jetel luční, tyto druhy měly nejvyšší procentuální zastoupení na variantě nehnojené. U jetele lučního i čičorky pestré se na druhém místě umístila varianta PK. Na dalších variantách, které byly hnojeny dusíkem, se jetel luční vůbec nevyskytoval, a to u variant LAV, SA, LAV+PK a SA+PK. U zmíněné čičorky pestré a jetele lučního se prokázal statisticky významný rozdíl, následně se tento výsledek prokázal i u vytrvalé rostliny, jakou je jitrocel kopinatý, tomuto dvouděložnému druhu též vyhovuje hlavně varianta nehnojená a následně PK, po hnojení dusíkem poté průměrné procentuální zastoupení klesalo. Toto tvrzení se prokázalo i u turanky kanadské. U dalšího dvouděložného druhu, kterým je pcháček oset, vyšel výsledek takový, že naopak vyhovují spíše varianty hnojené, jelikož nejnižší pokryvnost vyšla u kontroly – tedy varianty nehnojené, a to s hodnotou 1,1 %. Takový výsledek se prokázal i u pelyňku černobýl, kde byl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi

variantami. Dalším druhem byl pýr plazivý, zde bylo statisticky prokázáno, že je procentuální rozdíl v pokryvnosti na variantách jak hnojených, tak nehnojených. Zde došlo k nižší pokryvnosti především na variantách PK a LAV s hodnotou 0,5 %, následně třetí nejnižší naměřená hodnota u tohoto druhu byla na variantě kontrola. Nejvyšší zastoupení tohoto druhu bylo na variantě LAV+PK, a to s výsledkem 29,4 %.

Tabulka 6

Průměrné zastoupení daných druhů rostlin

varianta	Čičorka pestrá	Jetel luční	Jitrocel kopinatý	Lipnice bahenní	Lipnice luční	Ovsík vyvýšený	Pelyněk černobýl	Pcháč oset	Pýr plazivý	Sveřep jalový	Turanka kanadská	Vesnovka obecná	Vikev sp.
	%												
kontrola	29,3 b	11,3	6,5 c	1,5	6,5	7,8	6,1 a	1,1	1,0	2,0 a	6,7	3,0	2,1 a
PK	18,0 ab	5,3	5,0 bc	3,1	13,8	5,0	7,9 a	2,8	0,5	4,8 ab	3,9	12,1	8,9 b
LAV	8,8 a	0,0	1,6 ab	0,4	13,1	9,9	29,3 b	2,8	0,5	17,9 ab	4,5	13,0	0,2 a
SA	9,1 a	0,0	0,0 a	1,9	13,0	17,5	17,3 ab	4,5	16,0	13,9 ab	0,0	9,8	0,4 a
LAV+PK	6,8 a	0,0	0,6 ab	3,1	8,0	8,3	4,8 a	7,1	29,4	21,1 b	0,6	10,5	0,4 a
SA+PK	5,3 a	0,0	0,0 a	1,4	13,4	7,3	12,9 ab	5,0	25,0	12,8 ab	0,7	11,5	0,1 a
p	<b>0,001</b>	<b>0,024</b>	<b>0,0001</b>	0,810	0,620	0,294	<b>0,001</b>	0,089	<b>0,019</b>	<b>0,028</b>	0,057	0,215	<b>0,0001</b>

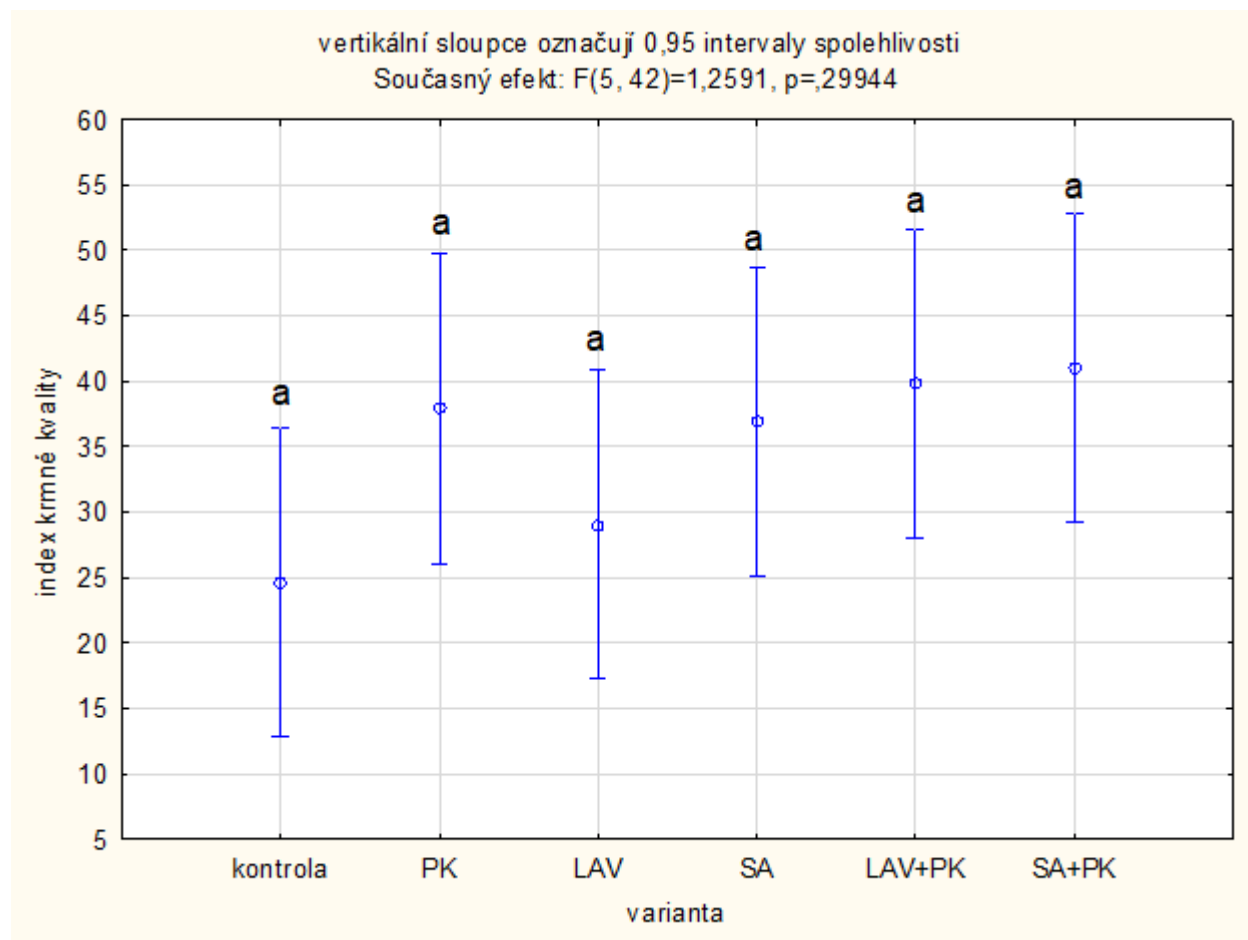
p = výsledek anova testu

Rozdílná písmena u číselných hodnot znázorňují statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (Tukey).

V následujícím grafu 2 lze vidět, že na pokusu nebyl nalezen vliv varianty hnojení na krmnou hodnotu. Nejvyšší krmná hodnota byla zjištěna na variantě SA+PK, a to s výsledkem 41 bodů, poté varianta LAV+PK s 39 body. Nejnižší krmná hodnota se nacházela na variantě kontrola, tudíž pozemku nehnojeném, a to s 24 body.

Graf 2

Statisticky vyhodnocený index krmné kvality



$p$  = výsledek anova testu

Rozdílná písmena u číselných hodnot znázorňují statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami na hladině významnosti  $\alpha=0,05$  (Tukey).

Další parametr, který se v této diplomové práci hodnotil byl výnos v 1. seči, 2. seči a celkový roční výnos viz. tabulka 7. Statisticky průkazné rozdíly byly nalezeny na všech třech hodnocených proměnných (1. seč, 2. seč a celkový výnos). Nejmenší výnos, jak v první seči, druhé seči, tak celkovém výnosu byl nejnižší na nehnojené variantě, tímto lze shrnout, že hnojení přispívá k vyšším výnosům, a to převážně v kombinaci síranu amonného + PK, tato varianta měla nejvyšší výnos v obou sečích i celkovém ročním výnosu.

Následujícím parametrem byla stlačená výška porostu, kde se sice neprokázal statisticky průkazný rozdíl, ale přesto lze v tabulce 7 vidět, že porost byl nejvzrůstnější na variantě síranu amonného + PK, a to s nejvyšší průměrnou výškou porostu 39,1 cm. Nejnižší nárůst biomasy, co se týče výšky, byl u varianty kontrola, tudíž nehnojené parcele s hodnotou 31,5 cm.

Tabulka 7

Statistické hodnocení – výnos v sečích, celkový roční výnos a stlačená výška porostu

varianta	výnos - 1. seč	výnos - 2.seč	celkový výnos	výška
	t/ha			cm
kontrola	3,3 a	2,7 a	5,9 a	31,5
PK	4,1 ab	3,1 a	7,3 a	34,5
LAV	4,4 ab	3,8 ab	8,2 ab	37,0
SA	4,2 ab	4,0 ab	8,1 ab	31,9
LAV+PK	5,0 ab	3,5 ab	8,6 ab	35,5
SA+PK	5,3 b	5,0 b	10,3 a	39,1
p	<b>0,030</b>	<b>0,008</b>	<b>0,003</b>	0,457

p = výsledek anova testu

Rozdílná písmena u číselných hodnot znázorňují statistické rozdíly mezi jednotlivými variantami na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  (Tukey).

## 6 Diskuze

V první fázi sekundární sukcese by se podle Jongepierové a Pokové (2006) měly vyskytovat převážně jednoleté plevele, a to z půdní zásoby. V současné době porost na Suchdole není v tomto stádiu a dle tabulky 2 je pokryvnost jednoletých – dvouletých druhů výrazně menší oproti druhům vytrvalých. Lze tedy předpokládat, že se experimentální pozemek nachází již v jiné fázi sukcese. Kvítek et al. (1997) tvrdí, že během sekundární sukcese má docházet k úbytku vytrvalých invazivních druhů, jako je například třtina křovištní. Druhy, které měly ve výsledcích vyšší pokryvnost než 5 %, viz. tabulka 6, do nich patří například pýr plazivý, pcháč oset a pelyněk černobýl. Jongepierová a Poková (2006) se zmínily, že tyto druhy většinou dominují v porostu mezi 3. – 10. rokem od zahájení přirozené sukcese. Poté by se měla zvýšit rozmanitost druhů rostlin na daném pozemku a mohly by se v porostu nacházet i vzácné druhy rostlin. Rostliny by se následně měly po zmíněných letech přizpůsobit místním podmínkám. Travní porost, na kterém se nachází tento pokus, je pravidelně obhospodařován, seč byla provedena dvakrát za rok, a tudíž lze předpokládat, že nehrozí expanze dřevin, tento názor podporuje Jongepierová a Poková (2006), které tvrdí, že pravidelné obhospodařování, alespoň kosení jednou ročně zabrání nárůstu dřevin, a naopak podpoří rozrůstání trav.

Na tomto pokusu se v roce 2020 vyskytovalo celkem 52 druhů rostlin, což by mohlo být pro tento porost příznivé a druhová rozmanitost by mohla postupně stoupat s následujícími roky, jelikož Dunaj-Jurčová (2019), která sledovala pokus na Suchdole v roce 2018, došla k výsledkům, že se na pozemku nacházelo celkem 44 druhů, což je o 8 druhů rostlin méně než za následující dva roky. Tilman & Downing (1994) preferují názor, že pokud je rostlinné společenstvo rozmanitější, pak je celkový porost odolnější proti suchu, a hlavně se z něj porost celkově lépe zotavuje. Pokus na Suchdole se nachází na sušším stanovišti, a proto si myslím, že větší diverzita tomuto problému prospěje, porost by se celkově souběžně zapojil a nevyskytovaly by se nežádoucí druhy.

Na nehnojené variantě, tudíž kontrole, a poté na variantě PK se vyskytoval nejvyšší podíl jetelovin a s přidavkem dusíkatých hnojiv se následně snižoval jejich procentuální výskyt, tento jev lze pozorovat například u čičorky pestré a jetele lučního. Tyto výsledky podpořili Enriquez-Hidalgo et al. (2016), ti se setkali ve svém pokusu s tím, že díky aplikaci dusíkatých hnojiv se snížil výskyt jetele plazivého, přitom tento druh zvyšoval obecně výnosy. V mém pokusu se potvrdilo tvrzení, že nejvyšší výnos jetelovin bude na parcelách nehnojených. Ve větším počtu se jeteloviny nacházely také na variantě PK, a to v hodnotě 49,4 %. K podobnému výsledku došli i Skládanka et al. (2014), jelikož aplikace PK zvýšila procentuální výskyt jetele plazivého. Poté Mrkvička a Veselá (2001) též potvrzují, že aplikace fosforečných a draselných hnojiv podporuje v travním porostu vyšší podíl jetelovin. Na těchto parcelách je větší prostor pro růst jetelovin a nedochází k útlaku vysokými travami, toto tvrzení podporuje Novák (2008), který tvrdí, že hnojení dusíkem negativně ovlivňuje výskyt jetelovin v porostu. Dunaj-Jurčová (2019), která sledovala tento pokus na Suchdole a následně ve své diplomové práci tvrdí, že se v roce 2018, (kdy získávala data) u jetelovin

nevyskytl mezi variantami hnojení statisticky průkazný rozdíl, kdežto v mých výsledcích už vyšlo toto tvrzení statisticky průkazné. Předpokládá se, že porost by měl být hnojen dlouhodobě, aby vyšel výsledek průkazný, což se v mé práci potvrdilo. Například zmiňovaná čičorka pestrá byla u Dunaj-Jurčové (2019) nejvíce zastoupena na variantě PK. Kadlecová (2015), která zpracovávala data z roku 2013 a 2014 o tomto pokusu na Suchdole zmínila, že dominantním druhem v roce 2014 byla také čičorka pestrá, v roce 2013 byl tento druh ovlivněn mákem vlčím. Lze tedy říci, že se tomuto druhu na daném stanovišti v Suchdole velmi daří a má tam podmínky, které mu vyhovují ke svému rozvoji a růstu do dalších let. Dle Ellenberga & Leuschnera (2010) čičorka pestrá preferuje sušší místa, což tyto podmínky pokus na Suchdole splňuje, a dále nepotřebuje pro svůj růst tolik živin, a proto lze potvrdit, proč se tomuto druhu daří hlavně na variantě nehnojené s nejvyšší hodnotou 29,3 %, případně variantě PK s hodnotou o něco nižší, a to 18 %.

Na nehnojené variantě se ve vyšších procentech vyskytla i turanka kanadská, o které zmiňuje Weaver (2001), že tento druh je plevel sadů, vinic, silnic a orných polí, kde bylo omezeno zpracování půdy. Koncem léta tato rostlina vytváří dostatek semen a rychle se šíří větrem. Zde lze zdůvodnit, proč se tento druh vyskytuje ve velkém procentuálním zastoupení pouze na variantě nehnojené, a důvod je takový, že na variantě kontrola se travní porost nezapojil ještě natolik, aby turanka kanadská neměla místo pro svůj růst. Pokud by byl porost zapojen více, jako na variantách hnojených, tento druh by byl postupně vytlačěn. Proto by se obecně měly travní porosty podpořit minerálními hnojivy, aby nedošlo k zaplevelení tímto druhem, a to převážně v sušších podmínkách, Zaplata et al. (2011) tvrdí, že tato invazní rostlina je velmi často dominantním druhem na velkých plochách, člověkem narušených ekosystémů.

Dalším rostlinným druhem, který se na pokusu v Suchdole rozšířil a není úplně typický pro travní porosty, je sveřep jalový. Tento druh se na pokusu rozšířil, jelikož porost není ještě dostatečně rozvinutý, následně je to suché stanoviště, což tomuto druhu vyhovuje. Rew et al. (1995) sledovali ve svém pokusu konkurenceschopnost kostřavy červené, medyňku vlnatého, lipnice obecné a daného sveřepu jalového, následně došli k závěru, že zmiňovaný sveřep jalový byl nejagresivnější a produkoval významně více semen než ostatní druhy. Tento názor vysvětluje, proč je zmíněný nitrofilní druh v takto hojné pokryvnosti zastoupen na všech variantách kromě kontroly a PK. Sveřep jalový měl nejvyšší procentuální zastoupení hlavně na variantách s přidavkem dusíkatého hnojiva, jako většina trav. Tsiouris & Marshall (1998) tvrdí, že tento druh dokáže zvýšit růst nadzemní biomasy dle zvyšující dávky dusíkatých hnojiv.

Ovsík vyvýšený je další rostlinný druh, který je vhodný na sušší stanoviště, jelikož má hlubší kořenový systém a je schopný si přijmout živiny i z nižších půdních zásob. Typickým stanovištěm pro tento druh jsou tzv. ovsíkové louky. Chytrý (2007) popisuje ovsíkovou louku, jako stanoviště, které se nachází na mírných svazích od nížin až po podhorské oblasti a s nadmořskou výškou do 600 m.n.m.. Tyto louky jsou typické pro mírné klima s průměrnou roční teplotou 6-9 °C. Obvykle se stanoviště nachází na půdách hlinitopísčitých až písčitohlinitých, živinami středně zásobenými a s neutrálním, mírně bazickým i mírně

kyselém podloží. Většinu těchto parametrů pozemek na Suchdole splňuje, například: mírné klima, nadmořskou výšku, průměrnou teplotu a typ půdy, proto lze předpokládat, že se po čase na tomto pozemku ovsíkový travní porost vytvoří, jelikož je to typické stanoviště pro tento typ luk. Ovsík vyvýšený společně s lipnicí luční jsou v porostu z hlediska pokryvnosti trav nejvíce procentuálně zastoupeny. Již Kadlecová (2015) se v předešlých letech setkala s výsledky, že se na tomto pokusu hojně vyskytovala pokryvnost především těchto dvou druhů trav. Chytrý (2007) zmiňuje, že se v typické ovsíkové louce nachází převážně výběžkaté trávy, ve svrchní vrstvě jsou to zejména druhy: ovsík vyvýšený, srha laločnatá a trojštět žlutavý, v nižší vrstvě hlavně: kostřava červená, psineček tenký a lipnice luční. V pokusu se kromě trojštětu žlutavého a psinečku tenkého vyskytují všechny zmíněné druhy pro typickou ovsíkovou louku, tudíž lze předpovědět, že se časem objeví i tyto dva druhy a porost bude krásně ucelený dle těchto všech parametrů.

Zmíněná lipnice luční je dle Ellenberga & Leuschnera (2010) nenáročná travina, která je schopna se vyskytovat na různých místech, z hlediska vody není též náročná, a proto je schopna růst i na sušších stanovištích. Pokryvnost lipnice luční byla zaznamenána ve výsledcích na všech variantách hnojení, a důvodem může být právě to, že je ve svém růstu velice variabilní a roste na široké škále stanovišť. Bohužel výsledek u tohoto druhu byl zaznamenán jako stále statisticky neprůkazný, to se ale po letech vývoje travního porostu může změnit.

Aydin & Uzun (2008) tvrdí, že nejpraktičtější a neúčinnější metodou pro zvýšení produkce sušiny je odpovídající hnojení. Hnojiva, jako je dusík a draslík se běžně používají na celém světě ke zvýšení výnosu. Následně tato hnojiva mají významný vliv na koncentraci minerálů v píce. Lze předpokládat, že kvůli vyššímu podílu vzrůstných trav na hnojených parcelách, bude následně dosaženo i vyššího výnosu. Toto tvrzení potvrzuje i Mrkvička a Veselá (2001), ti došli k závěru, že při botanických změnách, které byly vyvolány hnojením, poté dochází k rozšíření převážně vzrůstnějších druhů a zároveň se tedy zvyšuje výnos, a to hlavně výnos v zelené hmotě nežli v sušině. V tabulce 7 lze vidět, že se nejvyšší výnos nacházel na variantách hnojených. Nejvyšší výnos byl na variantě SA+PK, a to ve všech třech hodnocených proměnných (1. seč, 2. seč a celkový výnos). U této varianty hnojení byla naměřena i nejvyšší výška a opět lze říct stejné tvrzení, jako u výnosů, že hnojené varianty přinesly prosperující výsledky, ale u výšky byl výsledek přesto statisticky neprůkazný.

Hodnoty naznačují rozdíl mezi variantami hnojení LAV a SA, a to v průměrné pokryvnosti trav, přesto ale rozdíl mezi těmito variantami nebyl průkazný. U trav volně trsnatých a trav výběžkatých bylo nižší zastoupení pokryvnosti u varianty ledku amonného s vápencem, naopak vyšší procentuální zastoupení měla forma hnojení síranem amonným, přesto mezi těmito variantami nebyl statisticky průkazný rozdíl. Lze to vysvětlit tak, že travám s tímto typem odnožování vyhovují více půdy kyselejší, jelikož síran amonný dle Jenkins et al. (2009) má na hnojení hluboký dopad, hlavně co se týče pH, protože síran amonný vede k okyselování půd. Aduayi (1980) konkrétně tvrdí, že síran amonný výrazně snižuje pH půdy, a to hlavně když se využívá jako hlavní zdroj dusíku pro hnojenou plochu. Ke stejnému zjištění došel i Mason (1980), který se na pokusných pozemcích setkal se stejnými



výsledky, opět došlo k poklesu pH půdy při dlouhodobém hnojení síranem amonným. Například pýru plazivému vyhovovala varianta LAV, jelikož dle Ellenberga & Leuschnera (2010) je pýr plazivý vcelku nenáročnou rostlinou, a proto tento druh není náročný na pH půdy, takže lze říct, že může růst na široké škále travních porostů. Varianta ledku amonného s vápencem vyhovovala například pelyňku černobýlu. Huokuna & Lapiolahti (1980) ve svém tříletém pokusu, který se týkal aplikace dusíku na travní porost v různých formách hnojiv, zjistili, že ledek vápenatý oproti ostatním hnojivům zvyšoval pH půdy. Díky těmto výsledkům předpokládám, že by se na parcelách s aplikací LAV mohlo vyskytovat více bazofilních rostlin než na variantách s jiným dusíkatým hnojivem. Celkové druhové složení neukazovalo na rozdíly mezi aplikací kysele působícím SA a neurálním LAV. Důvodem může být černozem, která je na pozemku, tento typ půdy je z hlediska pH velmi stabilní, a proto nebyly značně průkazné rozdíly. Lze předpokládat, že bude déle trvat než se tento rozdíl mezi variantami LAV a SA prokáže. U hodnocených parametrů, kde se neobjevil značný rozdíl, lze předpovědět, že se výrazná změna v těchto ukazatelích vyskytne teprve až v dalších letech.

U indexu krmné hodnoty lze předpovědět, že tuto hodnotu zvyšuje kombinace fosforu a zároveň draslíku. Statisticky průkazné rozdíly se u tohoto hodnoceného parametru neobjevily, a proto by mohly být významné až po delší době využívání hnojiv, a tím by se zvýšila i krmná hodnota mezi danými variantami. Štýbnarová et al. (2012) mají názor takový, že kvalitu nadzemní biomasy ovlivňuje zejména fenofáze, ve které se nachází převládající druh v daném porostu, a proto může být skutečná kvalita celkového porostu na různé úrovni. Mirza et al. (2002) zmiňují, že obsah hrubého proteinu, který ovlivňuje kvalitu píce se u trav snižoval s oddalující se sklizní, nejnižší obsah byl zaznamenán ve fázi kvetení a plné zralosti. Můžeme tedy říci, že na kvalitu porostu má významný vliv nejen druhové složení, ale také fenofáze ve které dojde ke sklizni píce. Toto tvrzení potvrzují i Arzani et al. (2004), kteří ve svém výzkumu zjistili, že nutriční hodnota rostlin se významně lišila mezi jednotlivými fenofázemi. Tento pokus nebyl sklizen ve správné fenofázi (počátkem metání hlavních trav), ale později, a to může být dalším důvodem, proč se neprokázal statisticky významný rozdíl u této hodnoty. Naopak pozdější sklizeň může podpořit šíření rostlin pomocí semen, což může následně zvýšit celkovou druhovou bohatost.

Amiri & Shariff (2012) ve svém článku uvádějí, že během výzkumu přišli na rozdíly z hlediska porovnání kvality píce z trav a jetelovin. Ball et al. (2001) tvrdí, že jeteloviny podporují kvalitu píce, protože oproti travám obsahují méně vlákniny. Z názorů tedy vyplývá, že porosty, na kterých jeteloviny dosahují větší pokryvnosti budou z hlediska kvality píce lepší než porosty, kde převládají trávy. Přesto v grafu č. 2 se tento názor nepotvrdil, jelikož pokus na Suchdole měl nejvyšší pokryvnost jetelovin na variantě nehnojené, ale zároveň se na této parcele vyskytovala čičorka pestrá, a ta krmnou hodnotu naopak snižuje.

Čičorka pestrá, přestože je jetelovina, je z hlediska kvality hodnocena velice negativně. Dle Nováka (2004) je čičorka pestrá hodnocena jako jedovatá – smrtelně jedovatá, čímž lze vysvětlit, proč je na nehnojené variantě nejnižší index krmné kvality. Na parcelách hnojených, kde je výskyt tohoto druhu nižší, se index krmné hodnoty postupně zvyšoval. Naopak mezi vysoce hodnotné – plnohodnotné druhy Novák (2004) řadil například ovsík

vyvýšený, tato travina se na celém pokusu vyskytovala v hojném počtu, a to hlavně na variantě SA, přesto se u tohoto druhu neprokázal statisticky průkazný rozdíl.

Kvalita porostu má mnoho parametrů, a lze k ní přistupovat různými způsoby. Nemusí se týkat pouze krmné hodnoty, která je dána nutričními hodnotami, ale naopak lze hodnotit podle druhové bohatosti, vývojového stádia a konkrétních funkcí daného porostu (například: protierozní, estetické či hospodářské).

## 7 Závěr

Tato diplomová práce vycházela z pokusu, který se nachází na experimentálním pozemku České zemědělské univerzity v Suchdole. Pokus byl zaměřen na kvalitu lučního porostu s různou intenzitou hnojení.

Tento výzkum obsahoval celkem šest druhů variant hnojení, na kterých byly zjištěné dané parametry:

- U sledované skupiny jednoletých (dvouletých) a vytrvalých rostlin nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl mezi jejich pokryvnostmi na jednotlivých variantách hnojení. Pokryvnost vytrvalých rostlin se na variantách hnojení vyskytovala v rozpětí 85,2 % - 95,6 %, u skupiny jednoleté (dvouleté) v 11,6 % - 24,6 %. Hypotéza u těchto proměnných nebyla potvrzena.
- Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn mezi variantami hnojení u podílu trav, jetelovin i ostatních dvouděložných. Jeteloviny se vyskytovaly hlavně na parcelách kontrola a PK, s přidavkem dusíkatého hnojiva se snižoval jejich procentuální výskyt. Travám naopak vyhovovaly varianty, na kterých byl aplikován dusík. Rozdíl byl potvrzen u trav, jetelovin i ostatních dvouděložných.
- Hypotéza byla potvrzena u průměrného počtu druhů v následujících skupinách: jednoletých (dvouletých), vytrvalých, jetelovin, ostatních dvouděložných a nebyla potvrzena u trav.
- Vliv hnojení ovlivnil pokryvnost jednotlivých druhů rostlin. Z jetelovin měla největší procentuální zastoupení čičorka pestrá. U trav měly nejvyšší procentuální pokryvnost druhy: pýr plazivý, sveřep jalový a ovsík vyvýšený. U ostatních dvouděložných rostlin byla nejvyšší pokryvnost u pelyňku černobýlu. Hypotéza byla potvrzena jen u některých druhů.
- Nejvyšší krmná hodnota byla naměřena na variantě SA+PK a nejnižší na variantě kontrola, avšak vliv hnojení nebyl průkazný. Vliv varianty hnojení na krmnou hodnotu se neprokázal.
- Statisticky průkazné rozdíly se prokázaly u výnosů, kdy hypotéza byla potvrzena u všech třech proměnných (1. seč, 2. seč a celkový výnos).
- Stlačená výška porostu měla nejvyšší průměrnou výšku na variantě SA+PK (39,1 cm) a naopak nejnižší průměrnou výšku porostu na variantě nehnojené (31,5 cm). U stlačené výšky porostu nebyla hypotéza potvrzena.
- Porost se již nenachází v iniciálním vývojovém stádiu, jelikož převažují vytrvalé druhy.
- Porost není ještě plně rozvinutý, protože je vyrovnaný podíl výběžkatých a volně trsnatých trav.

## 8 Literatura

- Aduayi EA. 1980. Effect of ammonium sulphate fertilization on soil chemical composition, fruit yield and nutrient content of okra. *Ife Journal of Agriculture* **2**: 16-34.
- Amiri F, Shariff A. 2012. Comparison of nutritive values of grasses and legume species using forage quality index. *Songklanakarin Journal of Science & Technology* **34**: 577-586.
- Arzani H, Zohdi M, Fish E, Amiri GZ, Nikkhah A, Wester D. 2004. Phenological effects on forage quality of five grass species. *Rangeland Ecology and Management* **57**: 624-629.
- Aydin I, Uzun F. 2008. Potential decrease of grass tetany risk in rangelands combining N and K fertilization with MgO treatments. *European Journal of Agronomy* **29**: 33-37.
- Ball D, Collins M, Lacefield G, Martin N, Mertens D, Olson K, Putnam D, Undersander D, Wolf M. 2001. Understanding forage quality. American Farm Bureau Federation Publication **1**.
- Borgy B, Reboud X, Peyrard N, Sabbadin R, Gaba S. 2015. Dynamics of weeds in the soil seed bank: a hidden Markov model to estimate life history traits from standing plant time series. *PloS one* **10**: e0139278.
- Brown VK. 1984. Secondary Succession: Insect-Plant Relationships. *BioScience* **34**: 710–716.
- Bruinenberg MH, Valk H, Korevaar H, Struik PC. 2002. Factors affecting digestibility of temperate forages from seminatural grasslands: a review. *Grass and Forage Science* **57**: 292-301.
- Buček A. 2000. Krajina České republiky a pastva. *Veronica* **14**: 1-7.
- Ceulemans T, Merckx R, Hens M, Honnay O. 2013. Plant species loss from European semi-natural grasslands following nutrient enrichment—is it nitrogen or is it phosphorus?. *Global Ecology and Biogeography* **22**: 73-82.
- Ceulemans T, et al. 2014. Soil phosphorus constrains biodiversity across European grasslands. *Global Change Biology* **20**: 3814-3822.
- Dindová A, Hák J, Hrevušová Z, Nerušil P. 2019. Relationships between long-term fertilization management and forage nutritive value in grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **279**: 139-148.
- Dunaj-Jurčová M. 2019. Samozatravnění jako alternativní metoda při zakládání TTP [DP]. Česká zemědělská univerzita. Praha.
- Ellenberg H, Leuschner Ch. 2010. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. Ulmer.

- Enriquez-Hidalgo D, Gilliland TJ, Hennessy D. 2016. Herbage and nitrogen yields, fixation and transfer by white clover to companion grasses in grazed swards under different rates of nitrogen fertilization. *Grass and Forage Science* **71**: 559-574.
- Falińska K. 1999. Seed bank dynamics in abandoned meadows during a 20-year period in the Białowieża National Park. *Journal of Ecology* **87**: 461-475.
- Frydrych J, Andert D, Kovaříček P. 2010. Hospodaření na půdě ve zranitelných oblastech se zřetelem na trvalé travní porosty. *Biom. Cz.*
- Frydrych J, Macháč R, Andert D. 2011. Alternativní využití produkce lučních porostů s vysokou druhovou diverzitou pro energetické účely. *Agritech Science* **1**: 1-6.
- Gaisler J, Pavlů L, Nwaogu CH, Pavlů K, Hejcman M, Pavlů VV. 2019. Long-term effects of mulching, traditional cutting and no management on plant species composition of improved upland grassland in the Czech Republic. *Grass and Forage Science* **74**: 463-475.
- Gaisler J, Pavlů V, Mládek J, Hejcman M, Pavlů L. 2011. Obhospodařování travních porostů ve vztahu k agroenvironmentálním opatřením. *VÚRV* **24**.
- Garcia A. 1992. Conserving the species-rich meadows of Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **40**: 219-232.
- Gardarin A, et al. 2014. Plant trait–digestibility relationships across management and climate gradients in permanent grasslands. *Journal of Applied Ecology* **51**: 1207-1217.
- Hájek M, Hálková P, Roleček J. 2020. A novel dataset of permanent plots in extremely species-rich temperate grasslands. *Folia Geobot* **55**: 257–268.
- Hansson M, Fogelfors H. 2000. Management of a semi-natural grassland; results from a 15-year-old experiment in southern Sweden. *Journal of vegetation science* **11**: 31-38.
- Hogan JP, Phillips CJC. 2011. Transmission of weed seed by livestock: a review. *Animal Production Science* **51**: 391-398.
- Høgh-Jensen H, Sørensen K. 2012. Robustness in the mineral supply from temporary grasslands. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science* **62**: 79-90.
- Huokuna E, Lapiolahti J. 1980. Different nitrogen fertilizers on meadow fescue ley. *Annales agricultural Fenniae* **19**: 125-130.
- Chytrý M. 2007. Vegetace České republiky. 1, Travinná a keříčková. Academia Praha.
- Jenkins SN, Waite IS, Blackburn A, Manžel R, Rushton SP, Manning DC, O'Donnell AG. 2009. Actinobacterial community dynamics in long term managed grasslands. *Antonie Van Leeuwenhoek* **95**: 319-334.
- Jog S, Kindscher K, Questad E, Foster B, Loring H. 2006. Floristic quality as an indicator of native species diversity in managed grasslands. *Natural Areas Journal* **26**: 149-167.

- Jongepierová I, Pokopová H, Konvička O. 2008. Obnova travních porostů. 445-451.
- Jongepierová I, Pokopová H. 2006. Obnova travních porostů regionální směsí. ZO ČSOP Bílé Karpaty ve Veselí nad Moravou.
- Jongepierová I. 2012. Grassland Restoration in the White Carpathians Protected Landscape Area. *Životné prostredie* **46**: 119–123.
- Kadlecová K. 2015. Možnosti zakládání travních porostů v semiaridních podmínkách [DP]. Česká zemědělská univerzita. Praha.
- King C, McEniry J, Richardson M, O'Kiely P. 2012. Yield and chemical composition of five common grassland species in response to nitrogen fertiliser application and phenological growth stage. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B–Soil & Plant Science* **62**: 644-658.
- Kollárová M, Plíva P, Jelínek A, Zemánek P, Burg P, Altmann V, Mimra M, Hájková V. 2007. Zásady pro obhospodařování trvalých travních porostů. Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha.
- Královec J, Prach K. 1997. Changes in botanical composition of a former intensity managed sub-montane grassland. In: Management of Grassland Biodiversity. Proceedings of the International Occasional Symposium of European Grassland Federation. Warszawa-Lomza 139-142.
- Kvítek T, et al. 1997. Udržení, zlepšení a zakládání druhově bohatých luk. Výzkumný ústav meliorací a ochrana půdy, Praha.
- Liu Ch, Liu Y, Guo K, Qiao X, Zhao H, Wang S, Zhang L, Cai X. 2018. Effects of nitrogen, phosphorus and potassium addition on the productivity of a karst grassland: Plant functional group and community perspectives. *Ecological Engineering* **117**: 84-95.
- Makkar HPS. 1993. Antinutritional factors in foods for livestock. BSAP Occasional Publication **16**: 69-85.
- Makoto K, Wilson SD. 2016. New multicentury evidence for dispersal limitation during primary succession. *The American Naturalist* **187**: 804-811.
- Mason MG. 1980. An investigation of reduction in wheat yields after use of a high level of ammonium sulphate for a number of years. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **20**: 210-219.
- Mijangos I, Albizu I, Epelde L, Amezaga I, Mendarte S, Garbisu C. 2010. Effects of liming on soil properties and plant performance of temperate mountainous grasslands. *Journal of Environmental Management* **91**: 2066-2074.
- Mikulka J. 2014. Biology and Control of Couch grass (*Elytrigia repens*) in Sugar Beet. *Listy Cukrovarnické a Reparské* **130**: 64.

- Mirza SN, Noor M, Qamar IA. 2002. Effect of growth stages on the yield and quality of forage grasses. *Pakistan Journal of Agricultural Research* **17**: 145-147.
- Mládek J, et al. 2006. Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha.
- Moravec J, et al. 1994. FYTOCENOLOGIE. Academia Praha.
- Mrkvička J, Veselá M, Niňaj M. 2007. Trvalé travní porosty–jejich funkce v krajině. In: Proceeding of conference „Organic farming.
- Mrkvička J, Veselá M. 2001. Vliv různých forem hnojení na botanické složení a výnosový potenciál travních porostů. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha.
- Nešić Z, Tomić Z, Krnjaja V, Tomašević D. 2008. Nitrates in plants and soil after fertilization of grass-legume mixtures. *Biotechnology in Animal Husbandry* **24**: 95-104.
- Nielsen AL, Hald AB, Larsen SU, Lærke PE, Møller HB. 2013. Potassium as a means to increase production and NP-capture from permanent grassland on organic soil. *Iceland Agricultural University of Iceland* 569-571.
- Novák J. 2004. Evaluation of Grassland Quality. *Ekológia* **23**: 127–143.
- Novák J. 2008. Pásienky, lúky a trávniky. Patria I., Prievidza.
- Novák J. 2009. Trávne porasty po odlesnení a samozalesnení. *Tribun, EU. Nitra*.
- Øgaard AF, Hansen S. 2010 Potassium uptake and requirement in organic grassland farming. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **87**: 137-149.
- Palmborg C, Scherer-Lorenzen M, Jumpponen A, Carlsson G, Huss - Danell K, Högborg P. 2005. Inorganic soil nitrogen under grassland plant communities of different species composition and diversity. *Oikos* **110**: 271-282.
- Patel PAS, Alagundagi SC, Salakinkop SR. 2013. The anti-nutritional factors in forages-A review. *Current Biotica* **6**: 516-526.
- Prach K, Jongepierová I, Jírová A, Lencová K. 2009. Ekologie obnovy narušených míst IV. Obnova travinných ekosystémů. *Živa* **4**: 165-168.
- Prach K, Walker LR. 2019. Differences between primary and secondary plant succession among biomes of the world. *Journal of Ecology* **107**: 510-516.
- Pruchniewicz D. 2017. Abandonment of traditionally managed mesic mountain meadows affects plant species composition and diversity. *Basic and Applied Ecology* **20**: 10-18.
- Pykälä J, Luoto M, Heikkinen RK, Kontula T. 2005. Plant species richness and persistence of rare plants in abandoned semi-natural grasslands in northern Europe. *Basic and applied ecology* **6**: 25-33.

- Rew LJ, Froud-Williams RJ, Boatman ND. 1995. The effect of nitrogen, plant density and competition between *Bromus sterilis* and three perennial grasses: the implications for boundary strip management. *Weed Research* **35**: 363-368.
- Richardson AE. 2001. Prospects for using soil microorganisms to improve the acquisition of phosphorus by plants. *Functional Plant Biology* **28**: 897-906.
- Shi Y, Ma Y, Ma WH, Liang CZ, Zhao XG, Fang JY, He JS. 2013. Large scale patterns of forage yield and quality across Chinese grasslands. *Chinese Science Bulletin* **58**: 1187-1199.
- Shimoda K, Tsutsumi M, Higashiyama M, Nakagami K. 2020. Fact database of grassland vegetation in Japan. *Ecological Research* **35**: 1057-1061.
- Schaub S, Finger R, Leiber F, Probst S, Kreuzer M, Weigelt A, Buchmann N, Scherer-Lorenzen M. 2020 Plant diversity effects on forage quality, yield and revenues of semi-natural grasslands. *Nature communications* **11**: 1-11.
- Skládanka J, Hrabě F, Heger P. 2014. Effect of fertilization and use intensity on the diversity and quality of herbage. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **56**: 131-138.
- Sklenička P. 2002. Význam sledování změn krajinné heterogenity při obnově krajiny narušené povrchovou těžbou. In: Sborník z konference v Ústí nad Labem: Krajina 71-79.
- Sprugel DG. 1991. Disturbance, equilibrium, and environmental variability: what is 'natural' vegetation in a changing environment?. *Biological conservation* **58**: 1-18.
- Stampfli A, Zeiter M. 1999. Plant species decline due to abandonment of meadows cannot easily be reversed by mowing. A case study from the southern Alps. *Journal of Vegetation Science* **10**: 151-164.
- Steven DD. 1991. Experiments on mechanisms of tree establishment in old-field succession: seedling emergence. *Ecology* **72**: 1066-1075.
- Stokes SR, Prostko EP. 1998. Understanding forage quality analysis. Texas FARMER Collection
- Šrámek P, Kohoutek A, Ševčíková M, Odstrčilová V, Jongepierová I. 2001. Zvyšování biodiverzity travních porostů. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha.
- Štýbnarová M, Mičová P, Svozilova M. 2012. The influence of different cutting regime on species diversity and grassland quality. *Vyzkum v chovu skotu* **198**: 16-27.
- Tallowin JRB, Jefferson RG. 1999. Hay production from lowland semi-natural grasslands: a review of implications for livestock systems. *Grass and forage science* **54**: 99-115.
- Tilman D, Downing JA. 1994. Biodiversity and stability in grasslands. *Nature* **367**: 363-365.



Tsiouris S, Marshall EJP. 1998. Observations on patterns of granular fertiliser deposition beside hedges and its likely effects on the botanical composition of field margins. *Annals of Applied Biology* **132**: 115-127.

Ujházy K. 2003. SEKUNDÁRNA SUKCESIA NA OPUSTENÝCH LÚKACH A PASIENKOCÍCH POĽANY. Technická univerzita vo Zvolene.

Vassilev K, Pedashenko H, Nikolov SC, Apostolová I, Dengler J. 2011. Effect of land abandonment on the vegetation of upland semi-natural grasslands in the Western Balkan Mts., Bulgaria. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* **145**: 654-665.

Vitousek PM, Matson PA, Cleve VK. 1989. Nitrogen availability and nitrification during succession: primary, secondary, and old-field seres. *Plant and soil* **115**: 229-239.

Walker LR, Moral DR. 2009. Lessons from primary succession for restoration of severely damaged habitats. *Applied Vegetation Science* **12**: 55-67.

Weaver SE. 2001. The biology of Canadian weeds. 115. *Conyza canadensis*. *Canadian Journal of Plant Science* **81**: 867-875.

Wilsey BJ, Potvin C. 2000. Biodiversity and ecosystem functioning: importance of species evenness in an old field. *Ecology* **81**: 887-892.

Winkler J. 2013. Plevelle v ekologickém zemědělství. *Zemědělec* **37**: 34-34.

Zaplata MK, Winter S, Biemelt D, Fischer A. 2011. Immediate shift towards source dynamics: the pioneer species *Conyza canadensis* in an initial ecosystem. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* **206**: 928-934.

Zechmeister HG, Schmitzberger I, Steurer B, Peterseil J, Wrabka T. 2003. The influence of land-use practices and economics on plant species richness in meadows. *Biological conservation* **114**: 165-177.

Internetové odkazy:

Agromanuál. 2020. Ochrana rostlin a pěstování. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani> (Accessed March 2021).

Botany. 2007-2019. Herbář. Available from <https://botany.cz/cs/rubrika/herbar/> (Accessed February 2021).

Český hydrometeorologický ústav. 2020. Historická data. Available from <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zakladni-informace> (Accessed January 2021).

Meteorologická stanice ČZU. 2020. Meteorologická data. Available from <http://meteostanice.agrobiologie.cz/grafy.php?graf=graf10> (Accessed January 2021).