Způsoby hodnocení kapacity prostředí pro volně žijící býložravce

Obsah:
Způsoby hodnocení kapacity prostředí pro volně žijící býložravce

1. **Velcí býložravci, jejich postavení v ekosystému**
2. **Kapacita prostření**
3. **Metody hodnocení kapacity prostředí**

3.1. Potravní nabídka
3.2. Distribuce a denzita kopytníků
3.3. Studium složení potravy
3.4. Vyhodnocení výsledků
3.5. Příklady využití metodik

1. Velcí býložravci, jejich postavení v ekosystému

Velcí býložravci jsou nezastupitelnou součástí naší fauny, která má značný hospodářský a ekologický význam. Protože mají velmi dobrý reprodukční potenciál, jsou schopni významně ovlivňovat vývoj prostředí v rozměru biotopu, ekosystému a dokonce i celé krajiny, ve které chybí přirození predátoři. Velcí býložravci mají přínos v podobě mysliveckého využívání, ale zároveň způsobují hospodářské škody, tedy nestabilitu ekosystémů, vlivem eliminace potravně atraktivních dřevin. Důsledná regulace jejich početnosti je proto v krajině střední Evropy nezastupitelná a je zásadním úkolem mysliveckého hospodaření.

Protože v našich honitbách za posledních deset let ubylo drobné zvěře, je zájem myslivců směřován především na hospodaření a péči o zvěř spárkatou. Udržování vysokých stavů spárkaté zvěře však způsobuje velké škody se všemi negativními důsledky. V posledních letech proto vznikají požadavky na radikální redukci počtu zvěře a v některých případech i na zrušení jejího chovu. Zároveň však existují místa, kde se podařilo dosáhnout souladu mezi zvěří a prostředím i bez drastických zásahů. Z toho vyplývá, že soulad mezi zvěří a prostředím nezávisí jen na jejím počtu, ale je výsledkem celého komplexu faktorů, které na zvěř a prostředí působí. Škody zvěří jsou ovlivněny především dostupnou potravní nabídkou, potravní specializací zvěře, ale také její prostorovou aktivitou, sněhovou pokrývkou nebo vlivem antropických aktivit. Všechny tyto faktory ovlivňují výši škod a není možno nalézt univerzální recept na minimalizaci působení škod. Různé honitby mají rozdílné složení vegetace a proto je velmi obtížné univerzální stanovení únosného stavu zvěře v podobě dnešních normovaných stavů. Dlouhodobým řešením existence spárkaté zvěře je tedy

celoroční péče jak o zvěř tak o její životní prostředí a důsledná regulace početnosti zvěře v závislosti na stavu vegetace. Veškerá tato opatření musí být založena na znalosti ekologie zvěře, jejím potravním chování a potravní strategii a tím omezení likvidace určitých složek vegetace.

2. Kapacita prostření

Při hodnocení kapacity prostředí je důležité zohlednit jaký druh zvěře se v dané lokalitě vyskytuje a jakou potravou se živí.

Velké býložravce dělíme na tři základní typy podle složení jejich žaludků a tedy podle potravy, kterou přijímají. Naší nejpočetnější zvěří je zvěř srnčí, která patří mezi okusovače. Tito okusovači, kde patří také los a jelenec, se živí především koncentrovanou potravou tj. letorosty a listy dřevin a bylinami. Nejméně náročná na potravu je zvěř muflonì, která je typickým zástupcem spásačů. Ti jsou schopni se uživit na méně kvalitní potravě jako jsou traviny. Mezi tím stojí přechodný typ kam patří ostatní naše zvěř a ta je schopna podle nabídky prostředí využívat oba typy potravy.

Složení vegetace a tedy množství a kvalita dostupné potravy pro býložravce se liší lokalita od lokality. V prostředí se většinou ve velmi omezeném množství vyskytují složky lehce stravitelné a energeticky bohaté (semena, plody, hlízy), dále hůře dostupné kvalitní zelené části rostlin s malým podílem vlákniny (listy a mladé, ještě nezdřevnatělé letorosty stromů, dvouděložné byliny) a potom velké množství hůře stravitelné zelené hmoty s vyšším obsahem balastní vlákniny (trávy) a složek prakticky nevyužitelných (lignifikované části dřevin a bylin). Atraktivita potravní nabídky je dána její výživnou hodnotou, dostupností a také množstvím a nutností vynaložit energii na její příjem a zpracování (Eschholz et al. 1996, Merrill et al. 1995). U volně žijící zvěře má při výběru potravy význam i riziko predace (lovu) či vyrušení. Intenzitu využívání jednotlivých potravních zdrojů je proto třeba hodnotit na základě komplexního zhodnocení prostředí a chování zvířat na dané lokalitě. Obecně platí, že čím je býložravec větší, tím větší musí být i zdroj potravy, aby jej nasytil a byl pro něj atraktivní. Malé druhy a zejména okusovači mohou využívat i potravu, která se vyskytuje v malých množstvích. I u nich však existuje hranice, za kterou se jim již nevyplatí malé zdroje potravy vyhledávat. V našich podmínkách jsou ve vegetačním období nejvíce atraktivní listy a letorosty listnatých dřevin a byliny, méně traviny. V zimě pak zelené byliny, méně traviny a v nouzi zvěř využívá také kůru a jehličí. Mezi jednotlivými rostlinnými druhy existují značné rozdíly a zvěř často dokáže okusovat i drobné části jako jsou mladé listy či výhonky, které

mají výživnou hodnotu výrazně vyšší než zbytek rostliny. Tato selektivita značně komplikuje stanovení výživné hodnoty konzumovaných rostlin, protože je obtížné přesně simulovat potravní chování zvířat (Kamler, Homolka 2005).

Většina spárkaté zvěře je svým výskytem vázána na lesní prostředí. Lesy s přirozenou strukturou porostů jí zpravidla poskytují dostatek potravních zdrojů v průběhu celého roku. Na mnoha lokalitách má zvěř v dosahu i louky a v určitých obdobích roku využívají také polní plodiny. Polní plodiny netvoří rozhodující podíl potravy zvěře (Holišová et al. 1982, Szemethy et al. 2003b, Kjostvedt et al. 1998) a jejich význam pro úroveň její výživy a pro poškození lesní vegetace nebyl vyhodnocen.

Odlišnosti mezi jednotlivými potravními specialisty ve velikosti a stavbě trávicího traktu a botanickém složení jejich potravy úzce souvisejí s jejich schopností trávit rostlinnou hmotu a tím i s nároky jednotlivých druhů přežvýkavců na kvalitu přijímané potravy (Hofmann 1989). Kvalita potravní nabídky prostředí a kvalita potravy, kterou jsou zvířata schopná si v daném prostředí opatřit patří mezi stěžejní informace, které mohou vysvětlit zákonitosti chování velkých býložravců. Kvalita přijímané potravy je nedílnou součástí výzkumu ekologie býložravců a má obrovský význam i při rozhodování o hospodaření s jejich populacemi. Nedostatečná úživnost prostředí, kterou vyjadřujeme kvalitou přijímané potravy, je příčinou většiny problémů s chovem býložravé zvěře. Podceňování významu kvality potravy, nedostatečná péče o potravní zdroje a slabá regulace početnosti býložravců vede nejen k destrukci vegetace, ale i ke zhoršení kondice zvířat (Mattfeldt 1984, DelGiudice et al. 2001).

Jak vyplývá z rozdílů ve složení trávicího traktu a obvyklém složení potravy, okusovači jsou přizpůsobeni kvalitnější potravě a na méně kvalitních zdrojích nedokáží dlouhodobě přežít. Jejich potrava je proto složena ze složek s vyšším obsahem stravitelných živin a menším obsahem vlákniny (Hanley 1997). Rozdíly ve schopnosti trávit vlákninu zároveň znesnadňují srovnávání kvality potravních zdrojů pro okusovače a spásače podle společných a jednoduchých kritérií (to co může být kvalitní pro jednoho, nemusí vyhovovat druhému a naopak). Okusovači tráví celulózu jen omezeně a energii získávají především z jednoduchých sacharidů (Hodgman et al. 1996). Jejich rychlé trávení není tak citlivé na inhibitory bachorového trávení a změny ve složení potravy. Z hlediska jejich potravních nároků je proto rozhodující vysoký obsah jednoduchých sacharidů a nízký obsah celulózy. Naopak spásači a ostatní druhy využívající trávu si s celulózou dokáží poradit a je pro ně významným zdrojem energie (Leslie et al. 1984, Hofmann 1989). I tyto druhy dávají přednost potravě s vysokým obsahem lehce stravitelných sacharidů, ovšem často je pro ně výhodnější využívat potravu

s vyšším obsahem celulózy dostupnou v prakticky neomezeném množství, než se snažit napást na drobných lístcích o vysoké kvalitě. Jejich trávení pracuje s vyššími ztrátami a je citlivé na narušení. Proto se vyhýbají potravě, která má vysoký obsah antinutričních látek inhibujících trávicí procesy jako je smrkové jehličí (Cederlund et al. 1980).

3. Metody hodnocení kapacity prostředí

Zhodnocení kvality přijímané potravy pro volně žijící býložravce je komplikováno obtížemi při sběru materiálu a nedostatkem vhodných metodik. Většina dřívějších studií věnovaných potravní ekologii velkých býložravců se omezila na zjištění botanického složení potravy nebo na zmapování potravní nabídky. Botanické složení potravy je nezbytným základem studia potravní ekologie velkých býložravců. Složení potravy závisí na nabídce prostředí a v mnoha případech málo vysvětluje odlišnosti v chování zvěře (Cornelis et al. 1999, DelGiudice et al. 2001, Gebert, Verheyden-Tixier 2001). Potrava stejných druhů zvěře se tak v různých prostředích může zcela lišit při prakticky stejné kvalitě nebo naopak řada rozdílů v kvalitě přijímané potravy nemusí být z botanického rozboru patrná (Homolka 1996, DelGiudice et al. 2001).

Rozdíly v botanickém složení potravy mají jen omezenou vypovídací schopnost o tom, jak kvalitní zdroje potravy jsou v prostředí, nakolik jsou využity a jak kvalitní potravou se zvěř vlastně živí. Úroveň výživy volně žijící zvěře významně závisí na sezónách, lokalitách i intenzitě s jakou jsou rostliny okusovány a ovlivňuje ji i potravní specializace zvěře (Hanley 1997).

Studium kvality přijímané potravy je stejně jako v případě botanického složení komplikováno obtížemi při sběru materiálu. Je možné využít podobné metody a stanovení kvality potravy může být založeno na analýze potravního chování zvěře na pastvě (Eschholz et al. 1996), rozborů bachorového obsahu či trusu nebo na analýzách přijaté potravy z fistulovaných jedinců a na krmných pokusech na zvířatech v zajetí (Cornelis et al. 1999). Vzhledem k obtížím při sběru materiálu z ulovených jedinců je důraz kladen na neinvazní metody. Relativně jednoduché je určení kvality využívaných rostlin a to buď na základě pozorování pasoucích se zvířat (Risenhoover 1989, Thill et al. 1990) nebo zjištěním botanického složení potravy z trusu či bachoru (Leslie et al. 1984). Na místech, kde se zvěř pásla, se přesně zjistí části rostlin, které okusovala a simulováním jejího potravního chování se odeberou vzorky vegetace. U nich je pak stanovena výživná hodnota postupy využívanými pro domestikované přežvýkavce (Meyer et al. 1984, Raymond, Servello 1997, Kamler, Homolka 2005). Přesnost

takto získaných dat závisí na přesnosti sběru vzorků vegetace, které musí odpovídat tomu, co zvěř skutečně okusuje. Dále na přesnosti stanovení zastoupení jednotlivých komponent v potravě a vlastní přesnosti stanovení obsahu živin. Výsledkem může být obsah základních živin v potravě, případně obsah stravitelných živin nebo obsah metabolizovatelné energie (ME).

Výsledkem je často jen stanovení obsahu základních živin (dusíkaté látky, tuk, vláknina, popel a bezdusíkaté látky výtažkové), případně i některých minerálií (Ca, P, Fe, Mg, Mn, Zn, B, Cu, Al, S aj.). Doplnění analýz živin o jejich stravitelnost přináší významné zpřesnění odhadu kvality potravy zvěře zejména v tom případě, kdy jsou analyzovány složky potravy s vyšším obsahem antinutričních látek, které inhibují trávení. Tyto látky nejsou předmětem standardního stanovení základních živin, ale zhoršují jejich využití. Pro určení stravitelnosti potravy se využívá standardní metodika jako u hodnocení domácích přežvýkavců (Tilley, Terry 1963). Nejčastěji se používá bachorová tekutina skotu (Meyer et al. 1984), i když v některých studiích byla využita i ze zvěře chované v zajetí (Risenhoover 1989). Výsledkem pak je nejčastěji obsah stravitelné organické hmoty nebo procenta stravitelnosti jednotlivých živin. Tento postup má výhodu v tom, že odstraní chybu danou rozdíly ve schopnosti trávit rostlinnou hmotu mezi různými druhy zvěře. Obsah stravitelných živin se již dá porovnat s potřebou živin sledovanými druhy a lze tak přesněji odhadnout, zda potravní nabídka prostředí odpovídá nárokům sledovaných druhů (Leslie et al. 1984, Wright, Kelsey 1997). Zcela nejlepší možností je ovšem vyjádření celkové energetické hodnoty potravy jedním číslem, např. obsahem metabolizovatelné energie (Merrill et al. 1995, Tremblay et al. 2005), pro jejíž stanovení jsou využívány odhady přebírané z experimentů.

Kromě analýz vegetace se v několika studiích zkoušelo i přímé stanovení výživné hodnoty bachorového obsahu z ulovených jedinců (Latham et al. 1990). Tato metoda se na první pohled jeví jako velmi přesná, protože odstraňuje kumulované chyby, ovšem její využitelnost je omezena zejména potížemi při sběru vzorků a také samotnými trávicími procesy v bachoru, při kterých jsou snadno stravitelné komponenty rychle rozkládány a vstřebávány již stěnou bachoru a obsah, který zde zůstává tak má zvýšený obsah nestravitelných složek oproti původní potravě. Využití zvířat, u kterých je odebírána přijatá potrava z jícnu, u volně žijících druhů nepřichází v úvahu a ochočená zvířata mají vždy změněné potravní chování.

Vzhledem k problémům se sběrem materiálu u volně žijících populací se i k monitoringu kvality jejich potravy zkoušely trusové indikátory, především obsah dusíku. Dusík je na jedné straně hodnocen jako levný, jednoduchý a spolehlivý indikátor kvality potravy (Staines et al. 1982, Kucera 1997, Latham et al. 1999), ovšem jeho použitelnost je opakovaně

zpochybňovaná (Hobbs 1987). Obecně je použitelnost trusových indikátorů založena na korelacích mezi kvalitou potravy (obsah dusíku, vlákniny či využitelné energie) a obsahem sledovaného indikátoru v trusu, přičemž tyto vztahy byly potvrzeny u různých druhů přežvýkavců i v experimentálních podmínkách (Leslie, Starkey 1985, 1987, Hodgman et al. 1996). Velká variabilita složení potravy zvěře ovšem omezuje využití obsahu dusíku a je zřejmé, že bez znalosti botanického složení potravy a kvality hlavních složek je jeho využití problematické (Kamler, Homolka 2005). Přesto je obsah dusíku v trusu vzhledem ke své jednoduchosti na stanovení výborným indikátorem v určitých prostředích, protože umožňuje značně rozšířit množství analyzovaných vzorků a poskytnout tak alespoň nějaká data o kvalitě potravy velkých býložravců. Pokud se při jeho využívání budou respektovat vlivy, jež působí na stravitelnost dusíku lze se vyvarovat chybám, jež byly příčinou zpochybňování interpretace výsledků získaných touto metodou (Hobbs 1987). Zejména je třeba mít na paměti, že je obtížné na základě obsahu dusíku v trusu srovnávat kvalitu potravy s výraznými rozdíly v jejím botanickém složení (více druhů přežvýkavců, různé sezóny; Kamler, Homolka 2005). Z trusu je možné i odhadnout stravitelnost organické hmoty na základě přirozených indikátorů (zcela nestravitelné látky, jejichž obsah se stanoví v potravě a trusu a z poměru se vypočítá stravitelnost) (Bugalho et al. 2001).

Jako indikátor kvality přijímané potravy může být využita i vybraná složka, která se v prostředí běžně vyskytuje a je využívána jen jako nouzový potravní zdroj. Intenzita jejího zastoupení v potravě vypovídá o dostupnosti kvalitnějších zdrojů a tím i o kvalitě celé potravy. V podmínkách střední Evropy je takovou složkou jehličí smrku, které je opomíjené ve všech obdobích roku a je využívané až na posledním místě především v zimě po napadnutí sněhu, kdy jsou ostatní zdroje potravy nedostupné. Jednoznačnou příčinou nízké preference jehličí je malá nutriční hodnota, vlivem vysokého obsahu látek inhibujících trávení potravy (Cederlund et al. 1980, Prieditis 1984). Intenzivní konzumace jehličí zvířaty by proto mohla být signálem nepříznivých potravních podmínek, které mají zpravidla důsledky ve zhoršené zdravotní a reprodukční kondici zvířat a signalizují také nepříznivý dopad okusu na keřové patro, zejména na listnaté dřeviny (Anderson, Koivisto 1980, Nygrén 1984, Padajga 1984, Wishart 1984). Monitorování podílu jehličí v potravě zvěře a délky periody po kterou je konzumováno, tak může poskytnout data potřebná pro odpovídající opatření při managementu lesního prostředí. Určení obsahu jehličí v potravě je přitom jednoduché a je možné na základě makroskopického rozboru žaludku uhynulých či ulovených zvířat nebo mikroskopickou analýzou nestrávených zbytků potravy v trusu. Opět jde ovšem o značně hrubý odhad

zatížený více omezeními, zejména je třeba přihlédnout k rozdílným potravním strategiím sledovaných druhů zvěře.

Jednou z metod, která v posledních letech zaznamenala velký rozmach je spektroskopie v blízké infračervené oblasti (near infrared reflectance spectroscopy - NIRS). Touto jednoduchou a rychlou metodou se podařilo analyzovat široké spektrum chemických složek v nejrůznějších materiálech jako je půda, krmiva a potraviny, či živočišné produkty (Büning-Pfaue et al. 1998, Foley et al. 1998, Ludwig et al. 2002). NIRS byla velmi úspěšně aplikována v zemědělství pro determinaci kvality potravy domácích přežvýkavců (Offer et al. 1998, Kays et al. 2000) a v několika studiích byla NIRS úspěšně využita pro stanovení botanického složení a odhadu kvality přijímané potravy volně žijícími býložravci (Lyons, Stuth 1992, Leite, Stuth 1994, Leite, Stuth 1995, Purnomoadi et al. 1996, Volesky, Coleman 1996, Walker et al. 1998, Walker et al. 2002). NIRS lze využít i k odhadu kvality potravní nabídky a potravy ze vzorků vegetace, obsahu bachoru či trusu (Joffre et al. 2001). Hlavní nevýhodou jsou chybějící zásady pro zpracování vzorků a definování faktorů, které ovlivňují odhady jednotlivých parametrů, což je nutnou podmínkou pro srovnatelnost výsledků z různých lokalit. Přesto jde o metodu, která umožňuje výrazné zvýšení našich možností a je velmi perspektivní (Kamler et al. 2004).

Mimo metod založených na sledování volně žijících populací jsou využívány i pokusy se zvěří chovanou v zajetí (Gray, Servello 1995, Hodgman et al. 1996). Jejich účelem je zpravidla objasnění dílčích otázek či ověření metodik. Využití takto získaných výsledků k řešení otázek volně žijící zvěře je sice omezené z důvodu odlišných podmínek, ale experimentálně ověřené metodiky lze aplikovat v přírodě.

3.1. Potravní nabídka

Při zjišťování kapacity prostředí je jedním z prvních úkolů zmapování oblasti a to z hlediska potravní nabídky pro býložravou zvěř.

Přímé stanovení biomasy potravní nabídky destruktivní metodou.

Vzorky jsou odebírány z ploch, které jsou vybrány jako typické pro studovanou oblast s ohledem na druh kopytníka, který zde žije. Při odběru biomasy přihlížíme ke znalostem, které části rostlin a jak je kopytníci konzumují (viz kapitola analýzy potravy). Takovýto odběr dává přesnější obraz o potravní nabídce. Roční dobou vhodnou k odběru vzorků z bylinného patra je období vrcholného rozvoje většiny druhů rostlin (červenec). Detailnější výzkum však vyžaduje odebírání vzorků v souladu s fenologickými fázemi vegetace. Počet vzorků a plocha odběru se i u této metody řídí podle homogenity porostu. V přírodních ekosystémech se doporučuje pracovat na porostech fytocenologicky definovaných, v agrocenózách (př. vojtěška) náhodným výběrem. Velikost plochy: většinou 1m^2 pro bylinné patro. V

agrocenózách 0,25 m^2 ve 4 až x opakováních podle homogenity porostu (zprůměrní se). Výsledky přepočítají a hodnotí se jako hmotnost sušiny na ha (Homolka a Heroldová 1990; 2006).

Příklad
Jedním z příkladů mapování potravní nabídky může být to, které se provádělo v Jeseníkách. V každém vegetačním stupni byla vybrána charakteristická plocha, která byla využívána také kopytníky. Potravní nabídka byla potom zjišťována v lesním komplexu, na jejím okraji a na otevřené pasece. Na plochách, které byly vybrány jako typické, byla biomasa odebírána v letním období, kdy je maximální. Biomasa byla odebírána na plochách 0,5 x 0,5 m. Z vyznačených plošek byla vegetace bylinného patra ostříhána u báze rostlin. Materiál byl odvezen do laboratoře k dalšímu zpracování. Množství odebraných vzorků se lišilo podle homogenity porostu. Příkladem homogenních porostů může být travní porost tvořený jedním nebo několika málo druhy, nebo plochy s porostem borůvky. U druhově pestrých porostů (příkladem může být přirozená mokřadní louka) bylo nutno odebrat více vzorků tak, aby byla vystižena pestrost potravní nabídky. V laboratoři byla biomasa z jednotlivých ploch rozdělena na hromádky jednotlivých druhů. Hromádky byly zváženy a celková hmotnost tvořila čerstvou biomasu rostlinné nabídky. Hmotnost sušiny byla získána sušením v sušárně při teplotě cca 60°C až do dosažení stabilní hodnoty. Hmotnosti byly převedeny na kg/ha.
Destruktivní metody jsou velmi pracné. Realizovány jsou obvykle tehdy, když chceme chemickou analýzou biomasy dominantních druhů zjistit, jakou mají jednotlivé druhy výživnou hodnotu (Kamler a Homolka 2005).

Zjišťování potravní nabídky v zimním období se zaměřuje na dřeviny. Zimní potravě někdy říkáme potrava základní. Potravní nabídka biomasy letorostů pro zimní období nebo také délka a síla letorostů, je významný ukazatel úživnosti porostu, zvláště v období minimální nabídky. V případě vysoké sněhové pokrývky většina kopytníků nemůže konzumovat nic jiného než letorosty dřevin. Složení potravy u různých potravních stratégů se v důsledku toho podobá nebo je dokonce totožné. Přirozené složení zimní potravy indikuje úživnost prostředí. Proto, v prostředí lesních porostů, je zjišťována potravní nabídka biomasy letorostů. Velmi podrobně hodnotí zásoby přirozené potravy pro jelení zvěř v různých vegetačních stupních a sezónách na Slovensku Katreniak (1985; 1986; 1992). Vybrané, reprezentativní plochy vystihují určité skupiny lesních typů. Zásoby potravy dřevin, keřů a listů jsou zjišťovány na plochách 10 x 10 m do výšky 2,5 m a to do 0,5 cm síly letorostu. Byliny byly odebírány z plochy 1x1 m. Počet vzorků se řídil homogenitou porostu a v homogenních porostech se odebíralo 4-5 vzorků, zatímco v heterogenních 8-10 vzorků.
Zjišťováním dostupné biomasy pro zvěř se také zabýval Homolka a Heroldová (1990), Zabloudil (2006), Feuereisel a Ernst (2009) a Novotná (2012). Biomasa byla odebírána stříháním celých rostlin (bylinné patro) nebo letorostů (celé letorosty, 5 cm od špičky letorostu nebo do tloušťky letorostu 0,5 cm). Také velikosti zkusných ploch byly variabilní (0,25m^2; 1m^2) stejně tak i výška do které se biomasa letorostů odebírala (1,5 m, 2m, 2,5m). Někteří z autorů hodnotili také výživnou hodnotu biomasy ve vztahu k počtu zvěře, která jí využívá.

(příklad stanovení hmotnosti disponibilní biomasy smrku ztepilého (*Picea abies* L.) a buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) pro přežvýkavou zvěř, podle typů obnovních způsobů lesních porostů, mimo vegetační období.

Stanovení hmotnosti biomasy potravní nabídky nedestruktivní metodou.

Méně pracné a také méně přesné určení potravní nabídky je nedestruktivní metodou. Odhadové stanovení procentuálního složení biomasy se užívá hlavně při analýze travinných společenstev. Metoda byly vypracovány pro stanovení krmné hodnoty píce Klappem už v roce 1929. Odhadem se stanoví celková nadzemní biomasa na ploše 1m^2. Potom se odhaduje procentuální zastoupení rostlin travinného typu (*Poaceae, Cyperaceae, Juncaceae*), rostlin bylinného typu a polodřeviny s dřevinami. Procentuální zastoupení každé skupiny se dále rozděluje na jednotlivé druhy tak aby celková hodnota dala 100%. Odhadnutá hmotnost celkové biomasy se potom rozpočte na jednotlivé skupiny, nebo druhy podle procentuálního zastoupení.

Další, ale jednoduchá metoda je mapování na transektech. Struktura vegetace je zjišťována na plochách vybraných tak, aby zahrnovala plochy ve všech rozdílných typech porostu tam, kde jsou využívány zvěří. Transekty, které se procházejí, jsou 4 m široké a 50 m dlouhé (200 m^2 každá plocha). Odhadem se stanovuje procentuální pokryvnost jednotlivých druhů rostlin nebo mohou být kumulovány do potravních skupin, jako jsou trávy, byliny, kapradiny, polokeře, mechy. Počet vzorků se vždy volí podle homogenity porostů. Tato metoda se používá také v kombinaci s mapováním využívání prostředí kopytníky v zimním období. Proto se mapování provádí na jaře, kdy ještě vegetace nezakryla zimní trus. Tato plocha (200 m^2) se pomalu prochází a zaznamenává se typ vegetace, druh dřeviny, zápoj stromového patra, pokryvnost keřového patra a jeho druhové spektrum – potravně atraktivní a neatraktivní druhy (od země až do výšky 1,5 m), pokryvnost bylinného patra a procentuální zastoupení dominantních druhů bylin. Na této ploše se zároveň zaznamená počet hromádek trusu kopytníků a pokud možno se určí od kterého druhu trus pochází.

Pozornost je věnována druhům, které mají v zimní potravě pro zvěř zvláštní význam jako je např. metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) v Jeseníkách (Homolka a Heroldová 2001) nebo druhy rodu *Rubus* všude tam, kde se vyskytují (Homolka a Heroldová 2006; Homolka et al. 2008). U vybraných druhů se potom můžeme zaměřit na detailní dynamiku biomasy, po případě i její kvality (obsah dusíku a vlákniny eventuálně i dalších chemických složek významných pro výživu kopytníků) v průběhu času.

3.2. Distribuce a denzita kopytníků

Distribuce kopytníků v prostoru zkoumaného území není rovnoměrná. Pro výzkum potravní ekologie a zhodnocení impaktu zvěře na porosty má zásadní význam znalost její distribuce v prostoru a čase. Inventarizace stop na sněhové pokrývce nás informuje o využívání zájmového území zvěří v kritickém období, kdy konzumuje nejintenzivněji letorosty dřevin. Další metodou je hodnocení rozmístění zimního trusu v jarním období (viz metodika výše společně s potravní nabídkou). Na základě této informace můžeme vyhodnotit i denzity kopytníků daného území. K celkovému pohledu nám pomohou také myslivecké statistiky. Využívání prostoru zjišťujeme také pozorováním zvířat a hodnocením využívání porostů – podle okusů. Různé metody studia populačních hustot kopytníků jsou shrnuty v metodické příručce (Mayle et al. 2011).

Vliv na vegetaci

Sledování stop okusu umožňuje sestavit seznam poškozovaných, resp. konzumovaných rostlin. Neumožňuje však přesně určit jejich množství. Určit, který druh je původcem okusu bylinného patra při zastoupení více druhů kopytníků je možné jen odhadem. Z dřevin jsou okusovány letorosty do výše dané potravním chováním jednotlivých druhů. Dynamiku vlivu kopytníků na dřevinách hodnotíme inventarizací intenzity zimního a letního okusu. Kolik bylo zkonzumováno letorostů lze zjistit vyhodnocením poměru okousaných a neokousaných

letorostů.

3.3. Studium složení potravy

Složení potravy odráží kvalitu potravní nabídky prostředí a tedy její úživnosti.

Pozorování na pastvě

Nejjednodušší metodou jak získat hrubou představu o potravní strategii kopytníků je pozorování zvěře při pastvě. Podmínkou však je přehledný terén a určitá zkušenost a znalost potravního chování určitého druhu. Na příklad srnec nebo jelenec pasoucí se na louce si vybírá byliny, ale trávy pomíjí, zatímco jelen nebo daněk trávy konzumují. Lepší výsledky přináší sledování domestikovaných nebo ochočených zvířat ale jejich chování může být zkresleno a někdy se může i výrazně lišit od zvířat z volnosti.

Příprava srovnávací sbírky pro výzkum potravy

Výzkum potravy začíná vždy mapováním okusových stop a odebíráním vzorků využívaných (okusovaných) rostlin, tedy potravních zdrojů, které přicházejí v úvahu pro zkoumaného kopytníka. Z těchto rostlin se zhotovuje srovnávací sbírka anatomických preparátů, sloužící k porovnání vzorků potravy s těmito preparáty. Mikroskopické preparáty zhotovujeme z každé konzumované části rostliny a snažíme se podchytit všechny charakteristické struktury. Morfologicky výrazně rozdílná může být i vrchní a spodní strana listu. Rozdíly existují i ve tvaru buněk na různých částech jednoho listu. Dobrým vodítkem při určování druhů je tvar, velikost a množství trichomů na pokožce, tvar pokožkových buněk i tvar průduchů.

Metoda	Výhody	Nevýhody
Analýzy obsahu bachoru	Relativně přesná metoda Menší nároky na vybavení	Potíže s dostupností materiálu Závislost na lovecké sezoně Složitější identifikace fragmentů do druhů Není známé místo pastvy zvěře
Rozbory trusu	Jednoduchý sběr materiálu a jeho skladování Neinvazní metoda, nejsou potřeba ulovená zvířata Možno sledovat veškeré druhy včetně ohrožených a na chráněných územích	Náročná práce při identifikaci fragmentů Zkreslení výsledků vlivem různého trávení – podhodnocování kvalitních složek potravy Není známé místo pastvy zvěře

Analýza obsahu bachoru

Výzkum potravy kopytníků metodou rozboru obsahu bachoru je časově nejnáročnější ale vykazuje v porovnání s ostatními metodami nejpřesnější výsledky. Je-li zvíře zastřeleno právě v době pastvy nebo po ní, v bachoru najdeme potravu tak, jak jí konzumuje. Můžeme např. změřit sílu letorostů tak jak je který druh schopen ukousnout nebo zjistit, jak velký kus kůry může odebrat. V případě, kdy již byl obsah bachoru přežvýkán, velikost fragmentů se mnoho neliší od těch, které se nacházejí v trusu. Homogenizovaný vzorek obsahu se pod binokulárním mikroskopem rozebere na jednotlivé potravní složky, které se volumetricky změří (Heroldová 1988a). Nevýhodou této metodiky je nezbytnost získávání těchto vzorků ve spolupráci s myslivci a v časově omezenou dobu lovu.

Analýza trusu
Analýza trusu je nejběžnější metoda zjišťování potravy kopytníků. Výhodou je, že tento materiál je dostupný v průběhu celého roku. Vzorek trusu má dostatečně reprezentovat potravu zvířete nejlépe po dobu celého roku. Abychom obdrželi objektivní výsledky, musíme si všímat i různorodosti nebo jednotvárnosti porostu. Většinou postačí sebrat trus od 10 zvířat (jeden vzorek z každé hromádky) každý měsíc od každého druhu. Sběr trusu nezpůsobuje vyrušování zvířat a velikost vzorku není omezena. Problém nastává při příliš malé koncentraci zvěře nebo při velké koncentraci jedinců různých druhů zvěře. V tom případě je nutné tuto metodiku doplnit pozorováním zvířat a trus sbírat za konkrétním sledovaným jedincem. Metoda je založena na určování mikroskopických zbytků konzumovaných rostlin. Jedná se převážně o charakteristiky pokožkové části rostlin, které si i po průchodu zažívacím traktem zachovávají své typické znaky. Lépe můžeme říct, že se jedná o morfologické znaky voskové vrstvičky, která pokrývá pokožku rostlin. Je odolná vůči zažívacím enzymům a zachovává znaky pokožkových buněk rostlin, ze kterých pochází. Trusová analýza je založena na zjišťování relativní pokryvnosti potravních složek v mikroskopickém poli preparátu.

Pro upřesnění metodik analýzy potravy jsme ve spolupráci s Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti získali materiál jak obsahu bachoru, tak trusu ze stejných zvířat v průběhu celého roku. Kvantitativní i kvalitativní podobnost potravy z obou analýz, zrovna tak jako i index překrývání potravních nik vykazovaly velmi podobné a tedy srovnatelné výsledky (Homolka a Heroldová 1992). Analýzy potravy získané těmito metodami tak lze porovnávat.

3.4. Vyhodnocení výsledků

Výsledky z obou metod se dále hodnotí stejným způsobem. Ze zjištěných objemů anebo pokryvnosti složek jednotlivých druhů se vypočítá relativní objem *(%v)* každé složky.
Z tohoto objemu *(%v)* a procentuální frekvence *(%f)* každé složky *(% f = 100 f/ ∑f)* (Holišová et al. 1984) se vypočítá

Index významnosti (I), který zhodnocuje jak často a v jakém množství je složka konzumovaná (Obrtel a Holišová 1974)

$I = \% f + \% v) /2,).$

Další index, podle kterého se hodnotí pestrost potravy je **diverzita (H´)** počítána indexem

$H' = -\sum p_i \cdot \ln p_i,$

kde $\sum p_i = 1$; p_i je % kvantitativního zastoupení (v) potravní složky v celku (100 %) (Shannon a Weaver 1949).

Index vyrovnanosti potravy se počítá podle formule

$J' = H'/Hmax$

kde *H'* je diverzita; $H\ max = logS$; S = počet zjištěných potravních složek (Sheldon 1969).

Podobnost kvantitativního zastoupení potravních složek je vyjádřena indexem podobnosti (similarity index SI)

$SI = \sum Yi$

kde *Yi* je menší hodnota objemu (%v) příslušné složky společné pro dva porovnávané soubory vzorků (Anthony a Smith 1974).

Vzájemná **podobnost botanického složení** potravy jednotlivých druhů se počítá indexem CC (coefficient community)

$CC = 200.S_c/(S_a + S_b)$

kde S_c je počet potravních složek společných oběma srovnávaným souborům *a* a *b;* S_a a S_b je počet potravních složek souboru *a* a *b* (Westoby et al. 1976)

Pro zhodnocení **překrývání potravních nik** jednotlivých druhů používáme index C (Zaret a Rand 1971)

$C = 2.\sum x_i . y_i /(\sum x_i^2 + \sum y_i^2)$

Kde x_i a y_i jsou hodnoty objemu potravních složek (%v) určitého druhu *x* a *y*.

Preference určitých rostlinných druhů v potravě je vyjádřena výběrovým indexem (Ivlev´s index)

$E_i = (r_i - n_i)/(r_i + n_i)$

kde r_i = procento druhu *i* v potravě; n_i = procento druhu *i* v prostředí (Krebs 1989).

Botanické složení potravy (přítomnost různých potravních složek jako jsou trávy, listnaté dřeviny a semena) může být dána také do vztahu ke kvalitě potravy (chemické analýze vzorku z bachoru nebo trusu, metabolizovatelné energii). Pak můžeme porovnávat kvalitu potravy mezi sezonami (Heroldová et al. 2007), mezi druhy i vegetačními zónami (Kamler a Homolka 2005). Používání těchto chemických metod má v potravní ekologii budoucnost.

Kopytníci, zvláště někteří, si při pastvě „vybírají“ a tak často určitý druh rostliny konzumují, ale jiný opomíjejí. Výsledkem jsou podstatné změny ve složení i množství různých složek vegetace, které potom ovlivní celkovou druhovou skladbu i diverzitu vegetace (e.g. Hill, 1985; Putman, 1986, 1994; Putman *et al*., 1989; Pettyand Avery, 1990; Feber *et al*., 2001; Fuller, 2001; Flowerdew and Ellwood, 2001; Suominen and Danell, 2006). Bylo prokázáno, že důsledky této selektivity pak dopadají na celé společenstvo živočichů, zvláště hmyzu, ptáků i drobných savců včetně predátorů, kteří jsou na těchto druzích potravně závislí (Hirons, 1984; Hill, 1985; Putman, 1986, 1994).

3.5. Příklady využití metodik

Tělesná kondice

Ve spolupráci s myslivci je při získávání bachorů možné získat celý výhoz a posoudit tak celkovou tělesnou kondici zvířat porovnáním tělesné hmotnosti a hmotnosti tuku na pobřišnici a ledvinách (Heroldová et al. 2007). Vážit ledvinový tuk je třeba stejnou metodikou, aby byla zajištěna srovnatelnost výsledků, což tuto metodu do značné míry omezuje.

Úživnost prostředí v zimním období - odběr moči ze sněhu

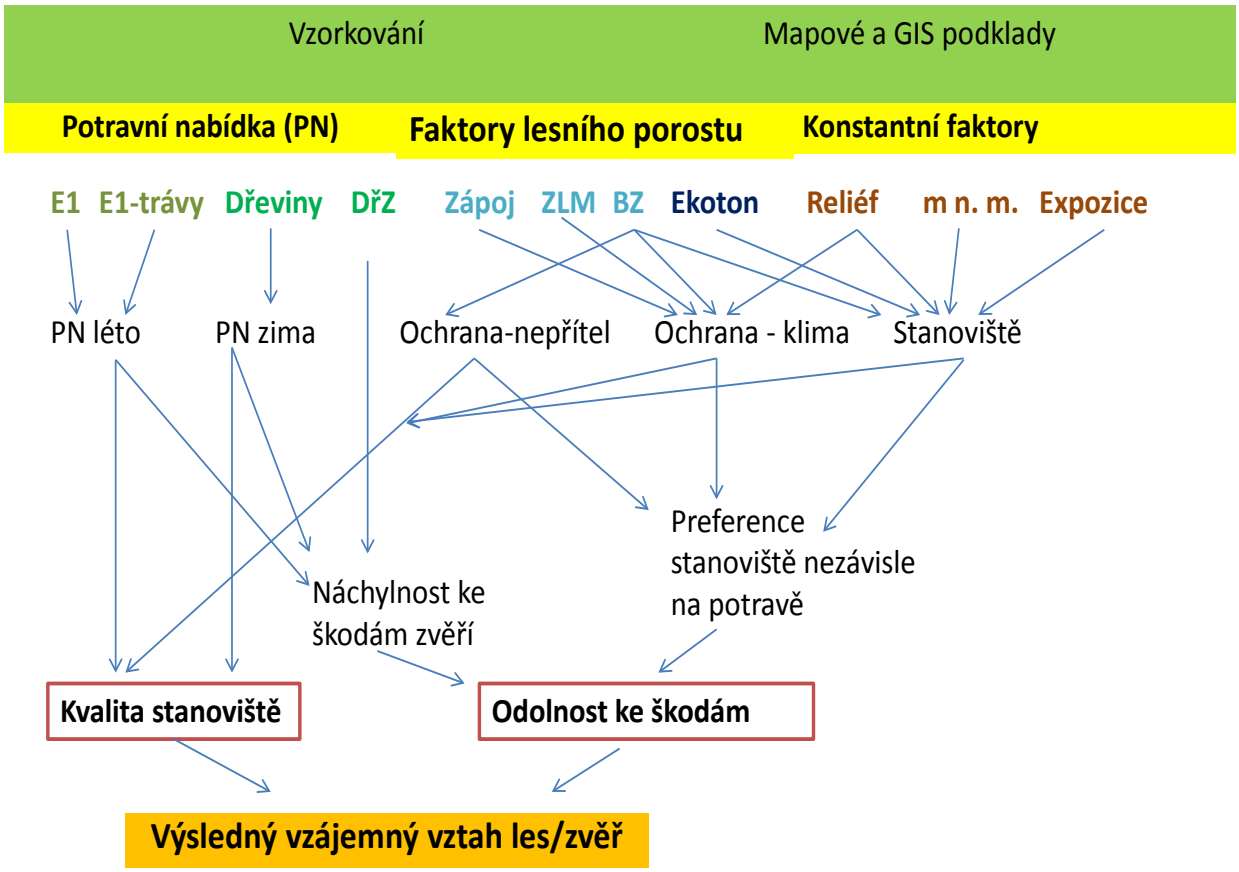
Alternativní způsob určení kvality prostředí a potravní nabídky může být zjištění korelace obsahu dusíku v trusu nebo v moči zvířat (Zhang a Zhang, 2012). Tito autoři se zabývali problematikou potravy jelena (*Cervus elaphus*) v severní Číně. Cílem práce bylo prokázat, že jelen ve zkoumané oblasti trpí nedostatkem kvalitní potravy a jeho početnost proto klesá. Tento stav a trend bylo možno odvrátit eventuálním přikrmováním zvířat v zimním období, kdy sněhová pokrývka snižuje dostupnost potravních zdrojů.

K tomu, aby prokázali nedostatečnost potravní nabídky, využili spektroskopickou analýzu vzorků moči jelenů. Tyto vzorky sbírali ze sněhu.

Použitá metodika se zdá jednoduchá: Nejdříve zmapovat potravní nabídku aspoň do úrovně % zastoupení keřového patra a toho, co je v potravní nabídce v zimě dostupné (byliny v podrostu lesa). Pak zaznamenat výšku sněhové pokrývky; její dynamika v průběhu zimy a délku jejího trvání. Přitom provádět na sněhu pokud možno pravidelně odběr moči (7-10 dní, 3 vzorky z jednoho jedince) v průběhu zimy (sledovat dynamiku obsahových látek – purinové

deriváty by měly záporně korelovat s výškou sněhu). Minimální nároky byly stanoveny pokusem v chovu. Zjišťovány byly parametry (metabolizovatelná energie a stravitelná sušina). Ty byly nízké. Podle těchto chtěli autoři vysvětlit pokles populace nebo v budoucnosti zlepšení podmínek.

Vztahy mezi potravní nabídkou, jejím složením, vlastnostmi zkoumaného prostředí a dalších faktorů je možné vyjádřit schématem.



Tak byl vytvořen model závislosti potravní nabídky a dalších parametrů prostředí na výsledný vztah mezi zvěří a lesním prostředím. Důraz byl kladen na vztah mezi pěstováním lesa a kvalitou biotopu na příkladu srnčí zvěře a náchylnost mladých porostů k jejich poškozování touto zvěří.

Pro hospodaření se zvěří a pěstování lesa musí být stanovena kritéria tak aby jejich vzájemný vztah byl v rovnováze (aby byl trvale udržitelný). Model představuje 11 parametrů (schéma). Konstantní faktory – parametry modelu jsou reliéf, expozice a nadmořská výška (m n. m.). Faktory potravní nabídky (PN) a lesního porostu se získávají vzorkováním. Jsou to

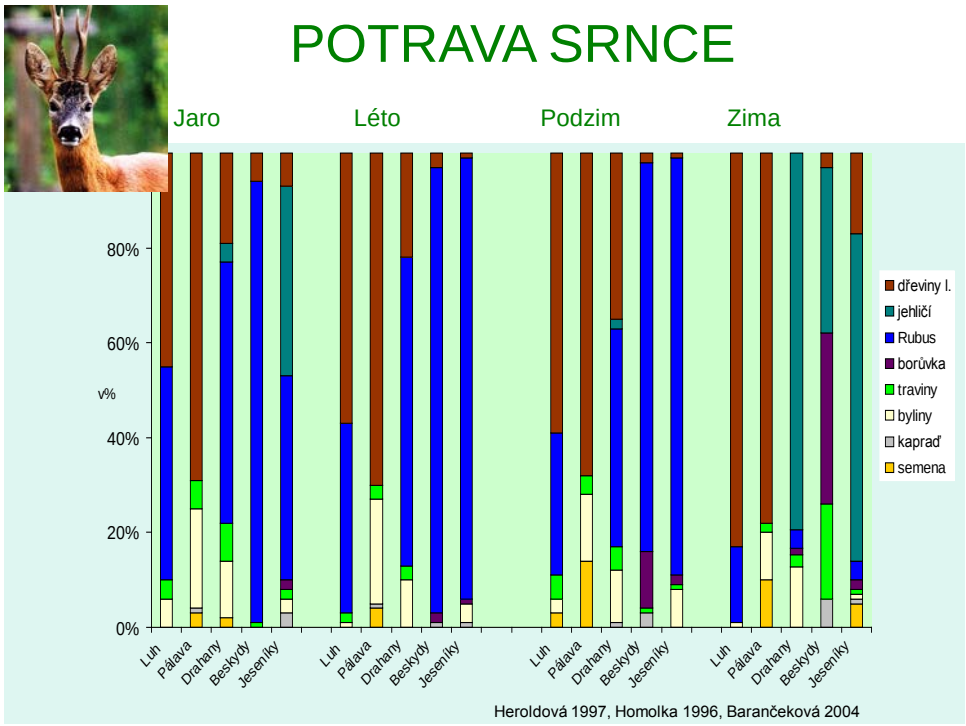
pokryvnost bylinného patra (E1), pokryvnost bylinného patra bez podílu trav (E1-trávy), potravní nabídka dřevin (Dřeviny), a potravní nabídka zmlazení (DřZ). Faktory lesního porostu jsou: Zápoj lesního porostu (Zápoj), zápoj listnatých dřevin a modřínu (ZLM) a biotopy vhodné pro zvěř (BZ). Hustota a délka ekotonu (E) se odhaduje z porostních map.
Z těchto parametrů jsou spočítány hlavní stanovištní charakteristiky jako je ochrana před nepřáteli (Ochrana-nepřítel) a ochrana před účinkem klimatu (Ochrana-klima), potravní nabídka (PN – léto; PN-zima) a vhodnost stanoviště. Z těchto faktorů lze usuzovat na kvalitu stanoviště a jeho odolnost vůči škodám zvěří v protikladu k jeho náchylnosti ke škodám zvěří.
Ochrana před nepřáteli se odvozuje z typu stanoviště vhodného pro lovnou zvěř (BZ). Otevřené plochy jako louky a pastviny poskytují malou ochranu před nepřáteli, v houštinách je tato ochrana nejvyšší. Ochrana před účinky klimatu byla odvozena ze stupně zápoje porostu (Zápoj, ZLM), stanoviště vhodného pro zvěř (BZ) a reliéfu povrchu.
Stanoviště je prostor, ve kterém se srnčí zvěř ráda zdržuje. Je odvozen od biotopu vhodného pro zvěř, hustoty ekotonu, preferovaného reliéfu, expozice a nadmořské výšky. Srnčí zvěř dává přednost hustému plášti ekotonu lesa, tyčovinám, či starším porostům, konvexně-konkávnímu (vlnovitému) reliéfu, který poskytuje dobrou ochranu před účinky klimatu. Severní expozice je preferována v letním období zatím co jihozápadní v zimě. Nadmořské výšky nad 1600 m v letním období a nad 1200m v zimním snižují hodnotu indexu stanoviště.
Významným faktorem prostředí je potravní nabídka. Protože je srnec okusovač, vybírá si kvalitní potravu především z bylin, listů a výhonků dřevin. Tráva má pro srnce malou hodnotu a proto se hodnota potravní nabídky vypočítává ze stupně pokryvnosti bylinného patra bez trávy. Nabídka zimní potravy odpovídá nabídce dřevinné vegetace.
Odolnost mladého lesa ke škodám odvozujeme od vztahu přitažlivosti stanoviště nezávisle na potravě, na nabídce potravy a podílu zmlazení lesa.
Vzájemný vztah zvěř/les který je výslednicí výše uvedených vztahů mezi hodnotami lesního porostu a preferencí určité (v našem případě srnčí) zvěře naznačuje optimální lesnicko-lovecká opatření se vzájemnou a trvalou shodou.

Rychlá, orientační varianta rozboru potravy z obsahu bachoru

Orientační metoda použitelná pro myslivce, veterináře a další, kteří mají možnost nahlédnout do bachoru ulovené nebo uhynulé zvěře. Příčinou úmrtí může být i nevhodná nebo nedostatečná potrava.
Z obsahu bachoru se odebere vzorek z více částí tak, aby reprezentoval celý obsah bachoru.

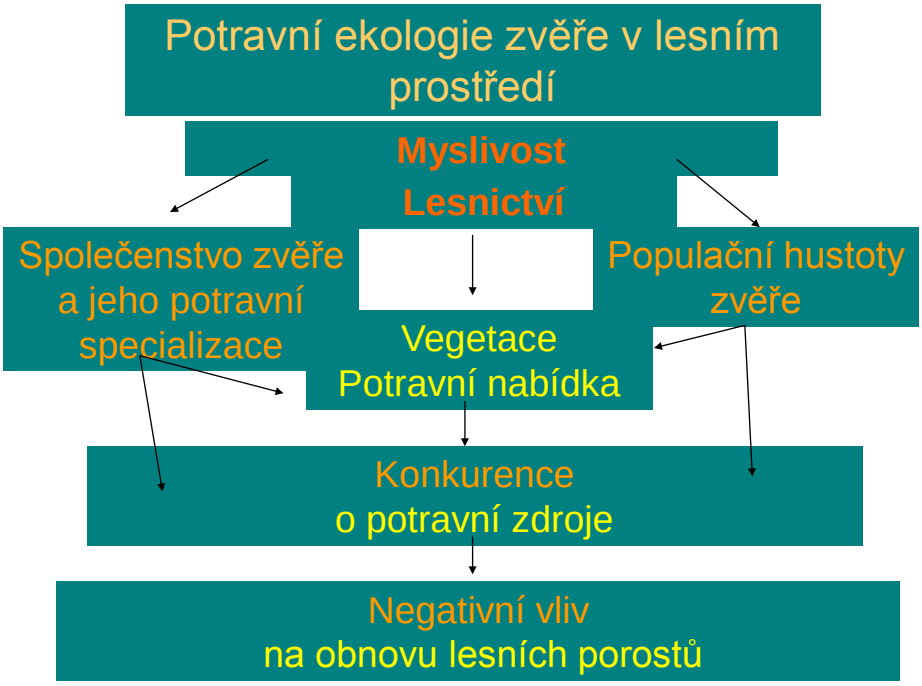
Vzorek se rozprostře na plochou mísu a zředí se vodou tak, aby potrava pokrývala více jak 75% dna nádoby. Zastoupení jednotlivých složek se potom odhadne podle jejich pokryvnosti v % tak aby výsledkem bylo 100%. Příkladem je obsah bachoru muflona (Obr.).

Obsah bachoru muflona. Ukázka jednoduché analýzy potravy.
Vlevo kvalitní potrava s dominantní složkou z plodů jírovce (97%), ostatní (trávy) 3%.
Vpravo - v obsahu bachoru jsou dominantní trávy (95%), žaludy tvoří 5%.



Variabilita potravy srnce (okusovače) v různých typech lesních porostů s různou potravní nabídkou. Složení potravy (analýzy trusu) vypovídá o úživnosti prostředí. V potravě dominují listnaté dřeviny (hnědě) a ostružník s maliníkem (modře). Tam, kde nemá dostatek preferovaných listnatých dřevin v potravní nabídce musí konzumovat jehličnaté dřeviny (tmavě zelená) a to zvláště v zimním období (Drahany, Jeseníky).

Potravní složky tak jak jsou kopytníky (všemi druhy) v potravní nabídce využívány (souhrn dat z potravních analýz) a jakou mají přibližnou metabolizovatelnou energii (D – dřeviny listnaté, T – traviny, R – Rubus, J – jehličnaté dřeviny, VM – borůvky, K – kapradiny, B – byliny, S – semena a plody.



Vztah mezi lesním prostředím (potravní nabídkou) a mysliveckým hospodařením (zazvěření v určitých populačních hustotách) má zásadní význam při vzniku škod na lesní obnově.

Zmlazení lesních porostů jak přirozenou obnovou, tak umělou výsadbou má jako potravní nabídka pro kopytníky a zvláště okusovače velký význam.

Starý lesní porost s minimální až žádnou potravní nabídkou pro kopytníky.

Starý lesní porost s bohatým podrostem bylinného patra

Buková výsadba zabuřená ostružníkem, maliníkem, kopřivami a jinými bylinami poskytuje bohatou potravní nabídku.

Ekoton lesa s potravní nabídkou bylinného i keřového patra je preferovaným biotopem zvláště srnčí zvěře.

Porosty ostružníku jsou, zvláště pro okusovače významným a hodnotným zdrojem potravy a to i v zimním období.

Semena lesních dřevin, zvláště bukvice a žaludy jsou vyhledávaným zdrojem kvalitní potravy pro všechny kopytníky a hrají významnou roli ve vytvoření tukových zásob na dlouhé zimní období.

Potravní nabídka bylinného patra - odhadové, nedestruktivní stanovení

Méně přesné určení potravní nabídky je nedestruktivní metodou. Odhadové stanovení procentuálního složení biomasy se užívá hlavně při analýze travinných společenstev. Odhadem se stanoví celková nadzemní biomasa na ploše $1m^2$. Potom se odhaduje procentuální zastoupení rostlin travinného typu (*Poaceae, Cyperaceae, Juncaceae*), rostlin bylinného typu a polodřeviny s dřevinami. Procentuální zastoupení každé skupiny se dále rozděluje na jednotlivé druhy tak aby celková hodnota dala 100%. Odhadnutá hmotnost celkové biomasy se potom rozpočte na jednotlivé skupiny, nebo druhy podle procentuálního zastoupení. Přípustná chyba je kolem 25%

Správnost odhadu potvrdíme další metodou

Potravní nabídka bylinného patra destruktivní metodou

Biomasa se odebírá z $1m^2$. Z vyznačených plošek je vegetace bylinného patra ostříhána u báze rostlin. Rostliny se rozdělí na hromádky: byliny, traviny, polodřeviny, dřeviny. Dále se potom hromádky dělí na biomasu jednotlivých druhů. Hromádky se zváží a celková hmotnost tvořila čerstvou biomasu rostlinné nabídky.
Pro některé účely stačí celkovou biomasy rozdělit jenom do skupin: byliny, traviny, polodřeviny, dřeviny.

Hmotnost biomasy zvážené se může porovnat s odhadnutou.