

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra zoologie a rybářství



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Dvoukřídlí (Diptera) v chovech hospodářských zvířat
Bakalářská práce

Alexandra Kupcová
Chovatelství

Vedoucí práce: prof. RNDr. Miroslav Barták, CSc.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Dvoukřídlí (Diptera) v chovech hospodářských zvířat" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne datum odevzdání

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. RNDr. Miroslavu Bartákovi, CSc., za jeho cenné rady a připomínky, které mi poskytoval při konzultacích během zpracování mé bakalářské práce. Děkuji mé tetě Ing. Heleně Duffkové, za dohled a rady při úpravě bakalářské práce. V neposlední řadě děkuji rodině za trpělivost, shovívavost a podporu při studiu a vypracování bakalářské práce.

Dvoukřídlí (Diptera) v chovech hospodářských zvířat

Souhrn

Výskyt dvoukřídlných (Diptera) v chovech hospodářských zvířat na území České republiky je tvořený formou literární rešerše. Jsou vybráni nejčastější zástupci dvoukřídlných (Diptera) se zaměřením na bodalku stájovou a mouchu domácí v zemědělských provozech, jejich životní cyklus, oblíbená stanoviště v chovech, dále jejich dopady na chování a zdravotní stav hospodářských zvířat, což jsou faktory, které se odráží i na ekonomické stránce farmy.

Moucha a bodalka přenáší nemoci a bakterie, které mohou způsobit závažná onemocnění jak u zvířat, tak u člověka, ale také mohou zapříčinit snižování jejich imunity. Tento hmyz přenáší koliformní bakterie způsobující mastitidu. Moucha domácí přenáší bakterie *Salmonella* (průjemové onemocnění), *Shigella* (úplavici), *Escherichia* (infekci močových cest a žlučových cest), bodalka může přenášet zlatého stafylokokoa a navíc mechanicky narušuje povrch kůže. Skot na obtížný hmyz reaguje i snížením příjmu krmiva, snížením produkce mléka, krávy hubnou a celková užitkovost je rapidně snížena, což způsobuje velké ekonomické ztráty.

Vytvoření vhodných chovatelských podmínek a welfare se tak značně promítá do udržitelnosti a rentability chovu zvířat. Ve stájích hospodářských zvířat existuje mnoho způsobů a nástrojů k regulaci a eliminaci dvoukřídlných (Diptera) biologickým, chemickým i mechanickým způsobem, různá preventivní opatření, např. lapáky, ochranné sítě, či repelenty. Důležitý je také správný chovatelský management, zoohygiena a nakládání se statkovými hnojivy a odpady, které jsou významným lůžkem dvoukřídlných.

Z výsledků vyplývá, že integrovaná ochrana a prevence proti dvoukřídlným představuje účinnou strategii, která je zaměřena na minimalizaci výskytu dvoukřídlných s cílem omezení přenosu nemocí na zvířata i člověka, zamezení snížení produkce a zvýšení welfare zvířat. V tomto případě nejde pouze o výběr jednoho druhu metody boje, který není zcela účinný, ale je nutné vytvořit vhodnou kombinaci těchto metod a opatření. Integrovaná ochrana je předpokladem dobrého zdravotního stavu zvířat, udržení tohoto stavu a dosažení vysoké úrovně užitkovosti hospodářských zvířat.

Klíčová slova: dvoukřídlí; diptera; chov hospodářských zvířat; bodalka stájová; moucha domácí; škodlivost; ochrana; výskyt

True flies (Diptera) in livestock farming

Summary

The aim of this thesis is to analyse the occurrence of Diptera in livestock breeding in the Czech Republic, based on the literary research. The most common representatives of diptera are selected - with a special emphasis on stable flies and houseflies in farms, concerning their life cycle, popular habitats in farms, their effects on the behavior and health of livestock. All these examined factors affect the economic aspects of the farm. During the research, I found that there are many ways and tools how to control and eliminate the diptera (Diptera) using biological, chemical and mechanical ways and various precautions - traps, safety nets, repellents etc. Proper breeding management is also important - zoohygiene and processing of manure and waste, which are an important hatchery of dicotyledons.

House fly and stable fly transmits diseases and bacteria, which may lead to serious animal and human illness. They can also cause a decrease in immunity. These Diptera can transfer bacteria, which cause mastitis. House fly also transfer bacteria as Salmonella (cause diarrhea), Shigella (cause dysentery), Escherichia (cause urinary tract and bile ducts infection). Stable fly may transfer Staphylococcus aureus. Also fly's biting disrupts the animal skin. Livestock reaction to disturbing flies may lead to reduced feed intake and reduced milk production, which all means a big economic losses.

The creation of suitable breeding conditions and welfare has a significant impact on the sustainability and profitability of animal husbandry. Integrated control of dicotyledons represents an effective strategy, which leads to minimizing the occurrence of dicotyledons in order to reduce the transmission of animal and human diseases, to prevent a reduction in production and to increase animal welfare. In this strategy is necessary to create a suitable combination of these methods and prevention controls. An Integrated control is a prerequisite for animal welfare, good health condition, achieving high level of livestock performance and maintaining it.

Keywords: flies, livestock production, harmful effect, protection, presence, diptera, homefly, stable fly

Obsah

1. Úvod	8
2. Cíl práce.....	10
3. Literární rešerše.....	11
3.1 Nejčastější zástupci	11
3.1.1 Moucha domácí.....	11
3.1.1.1 Životní cyklus mouchy domácí	12
3.1.2 Bodalka stájová.....	13
3.1.2.1 Životní cyklus bodalky stájové	14
3.2 Problémy způsobené bodalkou stájovou a mouchou domácí v chovech... 15	15
3.3 Monitoring dvoukřídlých v chovech.....	16
3.3.1 Lepové lapáky	17
3.3.2 Lapáky z alsynitu	17
3.3.3 Olsonovy lapáky	18
3.3.4 Olsonovy lapáky dle Foila & Hogsetta.....	18
3.3.5 Lapák Rescue	19
3.3.6 Lapák Redtop	19
3.3.7 Terčové látkové lapáky	19
3.4 Prevence hmyzu ve stájích.....	19
3.4.1 Integrovaná ochrana proti škůdcům (IPM).....	20
3.4.2 Ochranná síť.....	21
3.4.3 Chovatelský management.....	21
3.4.4 Podestýlka.....	23
3.4.5 Hnůj	23
3.4.5.1 Skladování a uložení statkových hnojiv	24
3.4.6 Fyzická ochrana zvířat	26
3.4.7 Dezinsekce	26
3.4.7.1 Preventivní dezinsekce	27
3.4.7.2 Represivní dezinsekce	27
3.5 Různé metody regulace a hubení hmyzu	28
3.5.1 Insekticidy.....	28
3.5.2 Systemické insekticidy	30
3.5.3 Rezistence proti insekticidům.....	30
3.5.3.1 Zásady prevence vzniku rezistence	30
3.5.4 Regulátory růstu hmyzu (IGR)	31
3.5.5 Elektrické lapáky	31
3.5.6 Automatické postřiky, Backrubbers a ušní značky.....	32

3.5.7	Repelenty	33
3.5.7.1	Repelenty pro hospodářská zvířata	33
3.6	Biologická regulace	34
3.6.1	Přirození nepřátelé	34
3.6.1.1	Vosičky	34
3.6.1.2	Drabčíkovití.....	35
3.6.1.3	Roztoči	36
3.6.1.4	Nematoda	36
3.6.1.5	Wolbachia	37
3.7	Insekticidy botanického původu	38
4.	Závěr a doporučení pro praxi	40
5.	Literatura.....	44
6.	Samostatné přílohy	I

1. Úvod

Člověk začal chovat zvířata a rozvíjet zemědělství již v pravěku. Už v té době se potýkal s nepříjemným a otravným hmyzem, který se úzce váže na zvířata. Zpočátku však nemusel být problém hmyzu tak výrazný, neboť způsob chovu zvířat byl primitivní a zvířata byla většinou ustájena v malých počtech ve venkovních prostorách, později ve chlévech umístěných většinou u příbytků. Neznámějším hmyzem poblíž hospodářských zvířat jsou právě dvoukřídli (Diptera). S postupujícím vývinem člověka a dále pak rozvojem technologií, ale také s přibývajícím poznatky o chování a potřebách zvířat k dosažení požadované produkce, začal být problém hmyzu v chovech více aktuální a vzrůstala potřeba jej řešit. S postupnou změnou klimatu a globalizací se do České republiky rozšířily nové „nepůvodní“ druhy organismů, z řádu dvoukřídých se jedná například o teplomilný druh krev nesající koutule skvrnitá (*Clogmia albipunctatus* (Williston, 1893)). Ta pro zvířata, ale i pro člověka představuje určitá zdravotní rizika (Kudělková et al. 2019).

V chovech hospodářských zvířat na našem území se však nejčastěji vyskytují dva druhy obtěžujícího hmyzu. Jedná se o mouchu domácí a bodalku stájovou. Některé druhy dvoukřídých nejsou vítány, zvířata obtěžují a bodají, čímž znatelně ovlivňují jejich chování. V rámci českého výzkumu bylo zjištěno, že silné zamoření stáje mouchami může způsobit ztrátu až 0,5 kg mléka na dojnici a den, zhoršuje se tak užitkovost skotu, významné jsou i další problémy, jako je přenos různých nemocí, ať již oční infekce, střevní nemoci apod., snížená pohoda zvířat (welfare) a nižší intenzita růstu u výkrmových kategorií skotu (Psota 2015).

Mnohdy onemocnění zapříčiněná dvoukřídými mohou končit závažnou nemocí až smrtí, a zástupci dvoukřídých, kteří sají krev, mohou navíc způsobit chudokrevnost a hypersenzitivitu. Z těchto důvodů je tak maximální snaha o minimalizování a eliminaci výskytu hmyzu v chovech. Zvířata se v dnešní době chovají ve velkochovech, a řešení problematiky výskytu dvoukřídých je proto nezbytné. Je potřeba znát příčiny hojného výskytu dvoukřídých, znát druhy dvoukřídých, které se v daném prostředí vyskytují a jak škodí, vědět jaké podmínky v jednotlivých vývinových stádiích preferují, ať se jedná o světlo, teplotu nebo vlhkost. Tyto poznatky lépe pomohou k jejich lepšímu detekování a hubení, čímž se může značně eliminovat jejich výskyt.

V dnešní moderní době se „boj“ proti dvoukřídým provádí několika způsoby. Zejména jde o preventivní fyzikální opatření, které nejčastěji spočívá v instalaci „mucholapek“ a lepových

pásů. Další možností je aplikace syntetických chemických insekticidů, které však s sebou nese řadu rizik pro chovaná zvířata, zaměstnance a životní prostředí. Je však nutné vést v patrnost, že moucha domácí je schopna velmi rychle vyselektovat populaci rezistentní vůči účinné látce. Což bylo doloženo řadou výzkumů z celého světa. Účinná látka, která funguje v jedné sezóně, už další sezónu vykazuje sníženou nebo má dokonce i nulovou účinnost. Třetí možností je biologická ochrana, která spočívá ve využití přirozených regulátorů škodlivých organismů. Tato metoda je v podstatě historicky skoro stejně stará jako starobylé lidské civilizace (Psota 2015).

Dle Kudělkové et al., (2019) význam hospodářských zvířat před nežádoucím hmyzem spočívá v preventivních opatření, které by měly být součástí biosekurity chovu v rámci programu DDD, tedy dezinfekce, dezinsekce a deratizace, přičemž základním pilířem je čistota ve stájích, ale i ostatních místech, jako napájecí zařízení apod. A sami chovatelé by měli sledovat problematiku nově se vyskytujících nepůvodních druhů hmyzu na našem území.

Věřím, že má práce souhrnně pojme poznatky o dvoukřídlých a zejména zmapuje všechny dostupné možnosti ochrany před hmyzem a jeho negativním dopadem na kvalitu života zvířat a bude tak prospěšná jako pomůcka pro hubení tohoto škodlivého hmyzu a zvýšení welfare zvířat.

2. Cíl práce

Cílem práce bylo vypracovat literární rešerši na téma dvoukřídlí v chovech hospodářských zvířat. Konkrétně přehled druhů v ČR, výskyt, škodlivost, metody kontroly.

3. Literární rešerše

3.1 Nejčastější zástupci

Falta et al. 2015 uvádějí, že v každém prostředí, kde se vyskytují hospodářská zvířata, je převážně v letních měsících zvýšený výskyt obtěžujícího hmyzu. Přehled nejvýznamnějších zástupců dvoukřídlých je uveden v tabulce v příloze I. Kromě působení neklidu zvířat, které ovlivňují welfare nebo užitkovost, mohou také přenášet nebezpečné nemoci. Ve stájích v ČR se nejvíce vyskytují z dvoukřídlých hlavně mouchy obecné a bodalky stájové, které jsou zobrazeny v příloze II. Jejich popis včetně životního cyklu jsou popsány v následujících podkapitolách.

3.1.1 Moucha domácí

Moucha domácí (*Musca domestica* Linnaeus, 1758), jejíž vyobrazení je k dispozici v příloze III., je známá jako přenašeč řady chorob. Její zvýšený výskyt v hojných počtech způsobuje pokles dojivosti, u telat přenos nemocí, negativně ovlivňuje pohodu zvířat (welfare) a u ostatních kategorií skotu snižuje intenzitu růstu. Moucha domácí patří mezi kosmopolitní druhy (Falta et al. 2015).

Moucha domácí: taxonomické zařazení - říše Animalia, kmen Arthropoda, třída Insecta, řád Diptera, čeleď Muscidae (Jedlička et al. 2009).

Zařazení: skupina Calyptrata (tj. great ampulla přítomna, úplný příčný šev na mesoscutu, pedicel s postranním zářezem), čeleď Muscidae (řada set na meronu chybí, anální žilka neúplná, protažení 2. anální žilky neprotne první anální žilku), rod *Musca* (tmavý mediální pruh viditelný na scutellu, prosternum a notopleuron ochlupené) (Gregor et al. 2016).

Falta et al. (2015) dále uvádějí, že larvy mouchy domácí mají schopnost žít se téměř všemi druhy organické hmoty, stejně tak se vyvíjet ve velmi širokém spektru organických substrátů. Velmi často jsou navázány na různé druhy lidské aktivity včetně chovu zvířat. Moucha domácí stejně jako většina obtížného hmyzu patří mezi r-stratégy. To zjednodušeně znamená, že vyniká vysokou rozmnožovací schopností. Bylo prokázáno, že jedna samice naklade při 25 °C přes 700 vajíček. Zásadním faktorem, který má vliv na rychlost vývinu populace je teplota. Například při 32 – 37 °C trvá stadium kukly pouze 2 – 6 dnů, ale při 14 °C to může být až 27 dní. Dále bylo prokázáno, že při nižších teplotách žije dospělec mouchy

domácí déle, než při teplotách nad 30 °C. Obecně lze říct, že při vyšších teplotách (v letních měsících) trvá vývin jedné generace 7–10 dní a během léta může být generací až 12.

Dospělí jedinci dosahují délky 4,1–7,8 mm. Proepisternální deprese má krátké černé chloupky, čímž se liší od všech ostatních druhů rodu *Musca*. Vzdálenost mezi očima samců je alespoň dvakrát širší než postpedicel, abdominální část je převážně okrově žlutá se širokým černým středním pruhem. Samičí frontální vitta je ve středu asi třikrát širší než jeden frontoorbitální část. Bledé zbarvení abdomenu téměř chybí (Gregor et al. 2016).

3.1.1.1 Životní cyklus mouchy domácí

Životní cyklus mouchy domácí je zobrazen v příloze IV. V podobě larvální, nebo jako kukla přezimuje ideálně v hnoji na klidných místech. Rychlost vývinu ovlivňuje především teplota ovzduší. Teplé letní dny jsou ideálními podmínkami pro vývin, přičemž je vývin urychlen. V tomto období může vývin trvat pouze 7–10 dní. Ovšem pokud jsou teploty chladnější, vývin může trvat až 2 měsíce. Pro líhnutí je ideální teplota kolem 25–30 °C. Při dobrých podmínkách se za sezónu naláhne 10–12 generací v našich klimatických podmínkách a až 20 generací v subtropických a tropických oblastech. Ročně se v průměru naláhne kolem 4 generací (Birkemoe et al 2009).

Nakladená vajíčka jsou bílá, asi 1,2 mm dlouhá. Samice je klade po menších skupinách a je schopná naklást až 500 vajíček v několika dávkách. Nejčastějším místem k naklazení vajíček jsou výkaly, chlévská mrva, odpadky a jiné rozkládající se hmoty. Larva se líhne zhruba 3–9 mm dlouhá. Optimální teplota pro vývin larvy je 35–38 °C. Při optimální teplotě proběhne vývin méně jak ve třinácti dnech. Významnou roli hraje také místo, ve kterém jsou vajíčka nakladena - spíše než chlévská mrva jim prospívá písek, nebo zemina. Kukla je přibližně 8 mm dlouhá, barva přechází od žluté, přes červenou, hnědou až po černou. Moucha vyhledává potravu hlavně před obdobím páření, kdy samotný akt páření trvá jen několik minut. Samice klade vajíčka za 4–20 dní po páření, pro klazení vajíček potřebuje vhodnou potravu, především bílkoviny. Pro tuto potřebu je chlévská mrva nedostačující (Foil & Hogsette 1994).

Mouchy jsou aktivní přes den, v noci se zdržují na střepech, trámech, uvnitř budov, venku ve stromech a keřích, kde odpočívají (Falta et al. 2015).

3.1.2 Bodalka stájová

Bodalka stájová (*Stomoxys calcitrans* Linnaeus, 1758), vyobrazena v příloze V., je v mnoha zemích považována za jednoho z hlavních škůdců hospodářských zvířat. Bodalky jsou považovány za mechanické vektory a dále také za mezihostitele mnoha původců chorob zvířat po celém světě (Foil & Younger 2006). Falta et al. (2015) uvádí, že podobně jako moucha i bodalka klade značná množství vajíček. Avšak vývojový cyklus bodalky je o něco delší a jedna její generace se vyvíjí přibližně 2–5 týdnů.

Zařazení: skupina Calyptrata (tj. great ampulla přítomna, úplný příčný šev na mesoscutu, pedicel s postranním zářezem), čeleď Muscidae (řada set na meronu chybí, anální žilka neúplná, protažení 2. anální žilky neprotne první anální žilku), rod *Stomoxys* (anepimeron ochlupený, sosák dlouhý lesklý a nezatažitelný, arista ochlupena jen dorzálně, palpi zkrácené, sotva jako třetina sosáku) (Gregor et al. 2016).

Bodalky stájové se živí na hospodářských zvířatech ve výkrmnách, malých pastvinách nebo výběžích, kde jsou četná larvální stanoviště (Broce et al. 2005). Stejskal (1995) doplňuje, že sání bodalky často vyvolává druhotné infekce (bolestivé otoky s neostrou hranicí, lokální horkost).

Dle Foila & Yungera (2006) jsou dospělci v zásadě šedé barvy se čtyřmi černými pruhy na hrudi. Bodalky stájové jsou běžně mylně považovány za malé druhy ovádovitých (*Tabanidae*) díky jejich bodavé aktivitě, nebo zaměňovány za jiné mouchy podobné velikostí a barvy, jako mají zmíněné bodalky stájové.

Mnoho chovatelů hospodářských zvířat si neuvědomuje, že larvy much se nakonec stanou okřídlenými dospělci, kteří obtěžují jejich zvířata, proto je již larvy nutné zlikvidovat. Někteří chovatelé uvádějí, že několik dní poté, co si všimli malých much na skotu, se tyto mouchy zvětšily - to samozřejmě není pravdivé tvrzení (Broce et al. 2005).

Dospělá bodalka je 5,5 – 7,2 mm velká. Larvy se vyvíjejí v trusu a v rozkládajících se zbytcích rostlin, jelikož se jedná o sapro- a koprofágy. Dospělci obou pohlaví napadají skot a koně ve stájích, ale i na volném prostranství a v jejich výběžích (Gregor et al. 2016).

Velikost dospělých much závisí na podmínkách vývinu (např. na výživě, teplotě a vlhkosti), kterým byly larvy vystaveny. Bodalka stájová je hmyz s proměnou dokonalou, stejně jako moucha domácí. Vajíčka se líhnou po 12-24 hodinách v malé larvy prvního instaru.

Tyto larvy rostou do větších larev druhého a třetího instaru. Larvy třetího instaru se kuklí uvnitř larvální pokožky a tak se vytváří puparium. Při teplotě 27 °C trvá tento proces přibližně 12 až 13 dní. Po přibližně 7–14 dnech ve stadiu puparia se vyvíjejí dospělci, aby po opuštění kukly hledali hostitele a potravu - krev. Dospělci se začínají pářit ve věku 3–5 dní a samice začínají snášet vajíčka ve věku 5–8 dní. Dospělci musí přijmout potravu ve formě krve, aby se úspěšně spářili, samice potřebují krev pro produkci vajíček. Samice kladou mezi 60 a 130 vajíčky během jednoho cyklu a často se přemísťují, vajíčka ukládají v malém počtu po celém zvoleném médiu. Před naklazením druhé dávky vajíček je třeba nasát další krev. Zprávy o celoživotní produkci vajíček jsou různé, ale produkce se pohybuje mezi 60 a 800 vajíčky. Dospělci v laboratoři přežívají až 35 dní, ale pravděpodobně přežijí méně než dva týdny ve fyziologickém prostředí mimo laboratoř (Broce et al. 2005).

Seno shozené dobyt看em při krmení z velkých balíků sena může představovat významné médium pro vývin much v určitých oblastech. Průměrně bylo nalezeno 28 000 larev/m² ve zbytcích sena v chovu dojného skotu poblíž Tallahassee na Floridě. Zbytky krmiva mohou zůstat jako místa rozmnožování hmyzu po dobu několika měsíců, zvláště když se nové seno běžně umísťuje na rozkládající se zbytky z předchozího balíku. S močí, hnojem a deštěm, které se přimísí, nabízí mouchám řadu optimálních teplotních a vlhkostních podmínek (Foil & Hogsette 1994).

3.1.2.1 Životní cyklus bodalky stájové

Bodalky stájové se vyvíjejí ve vlhké, rozkládající se organické hmotě. Dospělá samička žije 4 až 6 týdnů v laboratoři, ale asi 7 až 10 dní na poli. Během této doby naklade několik snůšek vajíček, přičemž každá snůška může obsahovat 60 až 130 vajíček. Ta jsou snesena v malých skupinách do substrátu. Bodalka stájová za svůj život může naklásť až 800 vajíček, přičemž každá snůška vyžaduje, aby samice sála krev – parazitovala (Kaufman et al. 2019).

Gregor et al. (2016) uvádí, že samice začínají klást vajíčka již devátý den po vlastním vylíhnutí, zároveň mohou kladení opakovat až dvacetkrát během svého dospělého života.

Z vajíček se za 12 až 24 hodin líhnou larvy prvního instaru. Dospívají ve třech instarech za 12 až 13 dní při optimální teplotě místa 27 °C na místě vývinu. Larvy ve třetím instaru se následně zakuklí, přičemž se dospělci vyvíjejí uvnitř kukly, ze které se po ukončení vývinu vynoří. Průměrný životní cyklus bodalky na poli se pohybuje od 12 do 20 dnů (v závislosti na podmínkách prostředí), obvykle však kolem 28 dnů. Dospělí mohou létat do jedné hodiny po

opuštění kukly, k páření jsou následně připraveni o tři až pět dní později. Po spáření začne samice klást vajíčka o pět až osm dní později (Kaufman et al. 2019).

3.2 Problémy způsobené bodalkou stájovou a mouchou domácí v chovech

Bodalka stájová a moucha domácí jsou nejen obtěžujícím hmyzem, který způsobuje nepříjemné prostředí jak pracovníkům v zemědělství, tak zvířatům, ale především může přenášet nemoci. Větší riziko přenosu je především způsobeno pohybem hmyzu mezi výkaly a zbytky potravy. Mouchy tímto způsobem mohou přenášet bakterie, viry, prvoky, hád'átka i houby. Největší koncentrace mouchy domácí, a tedy i největší pravděpodobnost výskytu nemocí je na místech typu venkovních potravinových či farmářských trhů, v blízkosti obydlí a jatek. Mezi nejčastěji přenášené patogeny patří *Salmonella* (bakterie, která způsobuje průjmová onemocnění), *Escherichia* (bakterie, která způsobuje infekce močových cest a trávicího traktu od průjmu až po úplavici), *Cyppylobacter* (bakterie, způsobují průjmové onemocnění), *Shigella* (bakterie, která způsobuje střevní infekci – úplavici), *Enterococcus* (bakterie, jež způsobuje infekci močových cest a žlučových cest). Mohou být příčinou parazitických onemocnění, tyfu či anthraxu (Sanchez-Arroyo 2008).

Bodalky stájové jsou vektory některých krví přenosných patogenů. Obtěžování a stres způsobený jejich bolestivým bodnutím může navíc snížit produktivitu hospodářských zvířat. Podniky, které jsou zaměřené na živočišnou produkci (například mléčné farmy), fungují jako ideální místa pro hojný výskyt much. U skotu může bolest způsobená bodnutím bodalky stájové vést ke zkrácení doby pastvy a zároveň i navození obranného chování proti obtěžujícímu hmyzu (Reissert-Oppermann et al. 2019).

Ztrátami, které způsobuje bodání, rušení při krmení a odpočinku a dalších běžných aktivitách skotu, se zabývali například na Floridě. Výzkum odhadl, že mouchy způsobí ztrátu až 36 miliónů dolarů ročně. Ztráty se však nevztahují pouze na dojnice, ale byly zpozorovány i u ostatních kategorií skotu. U odchovávaného zvířete může již při zamoření 200 much na kus nastat snížení hmotnosti až o 15 kg oproti stavu v nezamořených stájích. Pokud by se výzkum měl přenést na české podmínky, v době zamoření by ztráty přesáhly v produkci mléka i 0,5 kg na kus a den, přičemž v období od července do poloviny září, by se jednalo o obrovské ztráty (Falta et al. 2015).

Foil & Younger (2006) uvádí roční náklady, které byly odhadnuty v roce 1993 na regulaci bodalky stájové v odvětví chovu dobytka v USA a na ztráty hmotnosti v důsledku

činnosti bodalek na 9,80 USD na kus (což je celkem více než 100 milionů USD). Po vyhodnocení příčin úbytku hmotnosti bylo zjištěno, že přibližně 72 % úbytku bylo způsobeno shlukováním zvířat a následným tepelným stresem a zbývajících 28 % úbytku bylo způsobeno skutečným bodáním much a energií použitou k boji s mouchami.

Taylor et al. (2012) odhadují, že roční ztráty produkce na zvíře ve stádech dojníc se pohybovaly od 42 do 299 kg mléka s mediánem 139 kg. Tyto ztráty (v dolarech během roku 2009) měly hodnotu 13 až 85 USD s mediánem 40 USD.

3.3 Monitoring dvoukřídých v chovech

Moucha domácí a bodalka stájová jsou nejvýznamnější zástupci škodícího dvoukřídého hmyzu v chovech hospodářských zvířat a často se vyskytují ve smíšených populacích. Monitorování je velmi důležitou činností, neboť je díky němu možné určit, v jakých fázích je nutné přijmout regulační opatření. Monitoring je tak zásadním procesem sloužící ke zjištění výskytu těchto škůdců v chovech. Oba druhy much by měly být monitorovány nezávisle, protože rozdílně ovlivňují zvířata a mohou se také lišit v reakcích na regulační opatření proti hmyzu. Monitorováním populací much v chovech hospodářských zvířat se získávají informace zejména o hustotě nalétávání much. Pokud se hustota nalétávání much zvyšuje nad prahové hodnoty, je nutná regulace much. (Birkemoe & Sverdup-Thygeson 2011).

Birkemoe & Sverdup-Thygeson (2011) dále uvádějí, že populace much domácích uvnitř hospodářských budov lze monitorovat řadou nepřímých metod, a to včetně nástrahových lapáků, lepových lapáků, bodových karet (pozn. bodové karty jsou 7–12 cm dlouhé karty, které se umísťují na místa, kde se mouchy rády shlukují a odpočívají, například okapy. Mouchy po sobě zanechávají fekální skvrny, které lze spočítat. Karty mohou být uloženy pro dlouhodobé historické záznamy (Matchinger, 2019)), nebo přímým počtem much na dospělém zvířeti. Hmyz na zvířeti je znázorněn v příloze VI. Lepové lapáky i vizuální muší index (počet kusů hmyzu napočítaný na nohou skotu) mohou odrážet relativně malé změny v absolutním počtu much. Přesnost odhadů populace z lapáků však do značné míry závisí na umístění lapáku, čase a délky ponechání lapáku na stanovišti a přesnost vizuálního indexu závisí na dovednosti pozorovatele.

Pomocí lepových lapáků a vizuálních indexů uvnitř stájových budov lze sledovat jak mouchy domácí, tak bodalky stájové. U skotu se počet much běžně odhaduje spočítáním počtu much na jednu nohu. Výsledky produkují metriku, která pozitivně koreluje se stresem skotu a ztrátou produkce. Výsledky z lepových lapáků jsou také ovlivněny polohou lapáku, časem

a délkou odchyty, přičemž se mohou mezi místy značně lišit. Stejně jako vizuální indexy hojnosti much závisí počet zaznamenaných bodalek na nohou skotu na pozorovateli. Stejně tak je i důležité načasování, neboť bodalka stájová se nejintenzivněji projevuje odpoledne. (Brikemoe et al. 2004).

Birkemoe & Sverdup-Thygeson (2011) také upozorňují na rozdílnost mouchy a bodalky v účinku na hospodářská zvířata. Jelikož vhodná opatření k regulaci much mohou být specifická pro konkrétní druhy, měla by se tato rozdílnost rozlišovat i v odhadech početnosti much. K monitorování much vyzdvihují lepové lapáky a bodové karty.

3.3.1 Lepové lapáky

Lepové lapáky, proužky a pásy jsou používány k monitorování much v různých prostředích, avšak v oblasti snížení počtu populace much za použití lapáků existuje jen málo průkazných studií. Cook (2020) však poukazuje na zjištění u Williamsova lapáku, který snižuje počet stájových much (v Evropě se jedná především o *mouchu domácí*, *bodalku stájovou* a *Muscina stabulans* (Fallén, 1817), též moucha domovní, lze ji spatřit v drůbežárnách, na zdechlinách ve stádiích rozkladu (Pereira, 2009)) v zoo v Austrálii po 1 týdnu o 79 % (26 % populace odstraněno za den). Podobně válcové lapáky Alsynite zachytily 80 % much v zoologickém parku v USA. Vedly si tak lépe ve srovnání s modročerným látkovým lapákem upevněným na válcový lapák. Následně také došlo k přezkoumání použití lapáků k potlačení much. Lepové pyramidové lapáky a pyramidové lapáky (zobrazení v příloze VII.), které jsou ošetřeny tralomethrinem, výrazně snížily populace much na mléčných farmách. Velké lepkavé lapáky v odchovných telat mléčného skotu snížily počty much o 14 000 much/týden, což podle výrobců udrželo počty much na přijatelné úrovni.

3.3.2 Lapáky z alsynitu

Williamsův lapák, znázorněn v příloze VIII, se skládá ze dvou kusů (35 × 45 cm) průsvitného alsynitového sklolaminátu, které byly uprostřed spojeny a vytvořily tak čtyři lopatky. Lopatky byly před aplikací lepidla Tack Trap buď zakryty přímo Tack Trap, nebo plastovým pouzdrům. Tento lapák Broce (1988) upravil pomocí jediného kusu (30 × 60 cm) alsynitu vytvarovaného do válce. Lapáky dle Broce jsou tak konstruovatelnější a levnější než lapák podle Williamse. Navíc jsou snadněji udržovatelné, neboť bývají pokryty jediným plastovým pouzdrům než čtyřmi, potřebnými pro Williamsův lapák. Alsynitové sklolaminátové panely jsou za posledních 20 let obtížně dostupné. V reakci na obtížnou dostupnost

panelů Beresford a Sutcliffe (2006) zkoumali alternativní materiály a zjistili, že bílé panely coroplast jsou pro přilákání bodalek lepší než alsynit a jejich atraktivita byla v terénu dokonce vyšší, než původních z alsynitu (Taylor et al. 2020).

Populace bodalek se běžně monitoruje pomocí panelů nebo válců vyrobených z alsynitu nebo Coroplast®1, které jsou potaženy lepivým materiálem. Výška lepových lapáků používaných k odběru vzorků much není standardizována. V původní práci s alsynitem byly propojené panely umístěny spodní hranou 90 cm nad úrovní terénu. Od té doby bylo umístění lepkavých lapáků nižší, přičemž průměrné umístění lapáků bylo 48 cm nad povrchem země (Cook 2020).

Dřívější použití těchto lapáků poskytlo některé obecné poznatky o tom, jak může výška lapáku ovlivnit záchyty much. Válcové alsynitové lapáky nastavené na 40 cm zachytily bodalky a mouchy mezi 40 a 47,5 cm. Gersabeck a Merritt (1983) pomocí panelu Alsynite o výšce 3 m chytily 71 % bodalek pod 60 cm a méně než 5 % nad 120 cm nad zemí. Black a Krafur (1985) pomocí lepicích lístků (10 × 15 cm) ve výšce 36, 76 a 116 cm nad zemí chytily 76,1 %, 18,5 % a 5,4 % stájových much. Problém umístění lapáků se obecně řeší udržováním lapáků v konzistentní výšce nad zemí po dobu výzkumu. To však neumožňuje změny v okolní vegetaci, ani není jasné, jak budou úlovky lapáků ovlivněny okolní rostoucí vegetací. Bez pochopení vztahu mezi výškou lapáku a chytáním much neexistuje způsob, jak opravit výškové rozdíly při porovnávání výsledků různých studií (Beresford & Sutcliffe 2008).

3.3.3 Olsonovy lapáky

Olsonův lapák je komerčně dostupný válcový alsynitový lapák vyrobený z vlnitých panelů (66 x 33,5 cm na výšku), zformovaných do válce o průměru 20 cm s přilnavým čirým plastovým pouzdrem (Taylor & Berkebile 2006). Lapák je vyobrazena v příloze IX.

3.3.4 Olsonovy lapáky dle Foila & Hogsetta

Foil & Hogsette (2004) vyvinuli metody hodnocení záchyty much umístěním chemikáliemi (pesticidy) neošetřeného látkového terče do blízkosti Olsonova lapáku. Vylepšený lapák zachytil několikanásobně více much než lapák původní, což ukazuje na atraktivní vlastnosti látkového terče. Ve všech studiích byly tyto vylepšené lapáky umístěné na jednom místě odběru přibližně 30 cm od sebe.

3.3.5 Lapák Rescue

Lapák Rescue se skládá z plastového sáčku, který je v horní polovině čirý a dole zakrytý potiskem. Lapák obsahuje komerční práškovou návnadu, do které se přidává voda v momentě umístění lapáku. Mouchy jsou přitahovány návnadou, vstupují přes žlutou jednosměrnou čepici a padají do vodnaté návnady, kde umírají. Lapák je zobrazen v příloze X. Při každé kontrole se horní část vaku rozřízla a vodnatá návnada se promyla přes síto. Všechna *Diptera* byla odebrána, roztríděna a následně vyhodnoceny počty nachytaných druhů (Bakewell & Harvey 2010).

3.3.6 Lapák Redtop

Lapák Redtop, vyobrazen v příloze XI., se skládá ze zcela čirého polyetylenového sáčku a používá patentovanou práškovou návnadu. Mouchy přitahované zápachem vstupují otvorem nahoře, který je zakrytý červeným uzávěrem. Síťový kužel pod otvorem zajišťuje, že mouchy nemohou uniknout, jakmile vniknou dovnitř. Mouchy následně padají do vodnaté návnady, kde umírají. U těchto lapáků však pokyny výrobce uvádějí, že návnada vyžaduje po přidání vody dobu 3–4 dnů, aby se stala atraktivní (Bakewell & Harvey 2010).

3.3.7 Terčové látkové lapáky

Foil & Hogsette (2018) ve své studii ukazují také lapáky na bázi látkových terčů. Látkové terče byly vyrobeny sešitím modrých a černých plátěných panelů o rozměrech 0,5 × 1,0 m podél jejich stran 1,0 m. Panely byly orientovány tak, že barvy byly vedle sebe a ploché terče byly zobrazeny svisle mezi dvěma sloupky nebo na lehkém rámu. Dále demonstrovali i použití čiré látky, které je vidět v příloze XII. Látkové panely byly vyrobeny z Trigger-Royal Box (65 % polyester a 35 % bavlna), jak popsali Hogsette et al. (2008).

3.4 Prevence hmyzu ve stájích

Význam ochrany hospodářských zvířat před nežádoucím hmyzem spočívá v preventivních opatřeních, které by měly být součástí DDD opatření (dezinfekce, dezinfekce, deratizace). Základním pilířem v prevenci proti výskytu nadměrného množství hmyzu ve stájích je zejména čistota. Pořádek ve stáji je zajišťován pravidelným odklizem výkalů ze stáje a neponechávání hromad hnoje venku v blízkosti stáje, asanační krmných žlabů a krmných míst a to včetně odstraňování zbytků krmiv. Dalším místem kontroly, čištění a údržby jsou i napájecí

zařízení umístěná mimo stáje, neboť stojatá voda poskytuje vhodné prostředí pro vývin komárů bodavých. Nezbytné je též udržování ustájení mláďat na dobré hygienické úrovni, zamezení rozbryndání a vylévání mléčné výživy na zem či ponechávání nevytřetího nápoje v kbelících (Kudělková et al. 2019).

3.4.1 Integrovaná ochrana proti škůdcům (IPM)

IPM obecně podporuje dozor a sledování počtu much ve stájích z důvodu využívání chemických, biologických a provozních možností kontroly pro minimalizaci používání pesticidů. IPM v sobě zahrnuje zvážení dostupných technik kontroly škůdců a následně stanovení vhodných opatření a prevence, která snižují vývoj a výskyt škůdců. Tato opatření zároveň snižují nebo minimalizují rizika pro lidské zdraví a životní prostředí. IPM tak:

- (i) umožní použití komerčně dostupných činidel biologické kontroly**
- (ii) povzbudí užitečný hmyz a přirozené predátory stájových much**
- (iii) sníží selekční tlak na odolnost vůči insekticidům.**

Sanitace nebo hygiena na farmě jsou nejjednodušší metody ochrany proti škůdcům, které lze použít. Tyto metody zahrnují pravidelné odstraňování hnoje a znečištěné podestýlky. Kromě toho je třeba všechny nahromaděný rostlinný materiál, jako jsou nezkrmené zbytky krmiv, které mohou hnit a podporovat vývin mušich larev, odstranit. Lze jej také zahrabat alespoň 1 m pod půdu, nebo zahrabat a půdu nad rostlinným materiálem zhutnit (Cook 2020)

Programy IPM jsou užitečné v intenzivních živočišných odvětvích (mléčné a masné, vepřové a drůbeží farmy) pro kontrolu obtěžujících much. Integrované kontrolní strategie byly podporovány pro regulaci bodalky stájové u drůbeže, masného a mléčného skotu. IPM vyžaduje celoplošný přístup k managementu. Důvodem je, že dospělé mouchy mohou létat na velké vzdálenosti a jejich místa vývinu v agroekosystémech jsou rozmanitá, rozptýlená a často obtížně lokalizovatelná. Příkladem lze uvést problém v zemědělských oblastech západní Floridy, kdy se muselo uplatnit IPM, aby se omezily velké roje much stájových nalétávajících na pláže a prázdninová letoviska, neboť docházelo k poškozování místního turistického průmyslu (Cook 2020).

Greene (1993) uvedl, že nejdůležitější a první metoda regulace much, která se dá použít i pro jejich redukci, je sanitace a odstranění živočišných a rostlinných zbytků. Tento jednoduchý způsob kontroly je vysoce relevantní pro intenzivní živočišnou výrobu.

Snížení počtu stájových much a jejich účinků na hospodářská zvířata bez použití pesticidů zhodnotili Pickens et al. (1994), kde jako hlavní přínosy uvedli, že je menší selekční tlak na odolnost vůči insekticidům a méně chemických reziduí v prostředí, které mohou negativně ovlivnit užitečné, necílové organismy.

3.4.2 Ochranná síť

Ochranná síť nebo zástěny přes stájové vchody a okna tvoří fyzickou bariéru, která minimalizuje kontakt mezi hmyzem a zvířaty. Materiály s dlouhou životností, potřené deltamethrinem jsou pro tento účel komerčně dostupné a lze jimi dosáhnout účinné ochrany proti mouchám tse-tse, bodalkám stájovým a jiným nepříjemným mouchám. Tyto sítě jsou využívány celosvětově a významnou roli hrají jako ochrana právě proti mouchám tse-tse hlavně v Africe. Nevýhodou této prevence je, že lze ochranu poskytnout v malém měřítku pro omezený počet zvířat a nelze udržet celoplošná kontrola hmyzu (Esterhuizen 2015).

3.4.3 Chovatelský management

Chovatelský management zacílený proti stájovým mouchám v tomto přehledu zkoumá všechna hygienická opatření používaná buď k odstranění, nebo změně substrátů, ve kterých se mohou vyvíjet larvy stájových much (Cook 2020).

Esterhuizen (2015) také zmiňuje dobré chovatelské postupy zaměřené na kontrolu místa rozmnožování; například odstraňování vlhkého hnoje ze stáje a výběhů či zakrývání hnoje plachtami, nakonec umístění hnoje co nejdále od stáje.

Jako účinné se ukázaly pravidelné sanitační plány, zahrnující odstranění substrátů pro ukládání vajíček a vývin larev. Došlo tak ke snižování populace dospělých stájových much. Správným zacházením se stájovým odpadem, například nahromaděním sena nebo slámy a jeho řádnou likvidací, zejména z blízkosti stájí, lze udržet počty much na nízké úrovni. Tyto snahy o sanitaci zůstávají vysoce relevantní všude tam, kde se vyskytuje hmyz, a ovlivňuje tím hospodářská zvířata. Většinou se jedná o nejjednodušší a nejlevnější metody kontroly much. Příkladem jsou nezakryté stohy siláže podporující vývin bodalek, přičemž jejich jednoduché zakrytí je účinným prostředkem prevence výskytu stájových much v chovu (Cook 2020).

Bodalky stájové jsou schopné vyvinout se z široké škály rostlinných zdrojů, včetně brukve (brokolice, zelí, květák, červená ředkev, čínská ředkev), červené řepy, kukuřice, celeru, cukety, lilku, dýně, brambor, hrášku, mrkve, hlávkového salátu, cibule, melounu a rajčete. Po

smíchání s výkaly zvířat vytváří tento hnilý materiál vhodné médium pro vývin much. Proto v případě zkrmování vyřazené zeleniny skotu je důležité, aby byla zelenina umístěna v dlouhé tenké řadě. Skotu se tím umožní snadný přístup ke krmivu, čímž se zabrání ušlapání a hnilobě přebytečného materiálu. Zajímavým zjištěním bylo, že hnilý paprika byla jediným rostlinným substrátem, ze kterého se bodalky stájové nevyvinuly (Cook et al. 2011).

Stohování a spalování zbytků balíkováného sena může vést k rychlému úbytku dospělých jedinců bodalek. Alternativou ke spalování může být stohování, což je pokrytí černou folií a ponechání na kompostu. Více kompatibilní materiály, jako je stelivo ze stáji, mohou být kompostovány stohováním do velkých hromad. Stohování bez plastového krytu redukuje povrchy, na kterých se mohou mouchy vyvíjet. Stájové materiály se kompostují, zvláště pokud jsou mokré. Výsledkem je zvýšená teplota v rozmezí nepříznivém pro muší vývin much. (Foil & Hogsette 1994).

Dále bylo provedeno několik výzkumů, při nichž se zkoumaly některé aspekty sanitace jako prostředek k potlačení výskytu much v okolí mléčných farem. Byla porovnána účinnost zbytkových reziduí postřiku několika insekticidů pro mouchu domácí a bodalku stájovou k hubení ve stájích (Thomas et al. 1996). Studoval se také vliv sanitárních postupů na populace much v ošetřené mléčné stáji a následně byla určena komparativní účinnost několika insekticidů jako úplné ošetření prostor. Pro hodnocení studovaných farem byl stanoven sanitační index a byl založen na následujících 4 faktorech:

- (1) četnost čištění podlahy a okapu dojírny a chléva,
- (2) četnost odstraňování a rozmetání hromad hnoje,
- (3) pravidelné používání izolovaných, často čištěných přístřešků a budov jako ubikace pro hospodářská zvířata
- (4) likvidace nebo odvoz starých stohů sena a slámy, hromad podestýlky a siláž.

Pickens a kol. (1967) porovnávali hustoty much domácích a bodalek ve stájích v místech, kde byla špatná, uspokojivá a dobrá hygiena chovu po celou muší sezónu. Výsledkem bylo, že každodenní odstraňování většiny odpadu z chovu snížilo populace na 66 % z toho, co se vyvinulo v nevyčištěných stodolách, a na 50 % z toho, co se vyvinulo na farmách, které mají jak nevyčištěné chlévy, tak neupravené skládky hnoje nebo otevřené silážní jámy (Příloha XIII znázorňuje neodklizené krmiště).

3.4.4 Podestýlka

Několik studií na různé materiály a ošetření podestýlky ukázalo snížení počtu larev vyvíjejících se v podestýlce zvířat, kde se jejich trus a moč mísí s materiálem podestýlky. Například piliny, dřevěné štěpky a podestýlka z kukuřičných klasů výrazně snížily hustotu larev much v boudách pro telata. Předpokládá se tak, že výše uvedené substráty nepodporují vývin larev much, neboť nemají vysoký obsah vlhkosti, nejsou bohaté na organické hmoty a ani nepodporují mikrobiální aktivitu, která je nezbytná pro přežití a vývin larev (Cook 2020).

Vývin much v podestýlce v kotcích pro telata lze minimalizovat použitím materiálů, které mají tendenci zůstat vlhké. Dále je zapotřebí zlepšení odvodňovacích kanálků pod přístřešky. Ze všech testovaných materiálů se jako nejúčinnější při redukcii muší populace ukázala pilinová podestýlka (Foil & Hogsette 1994).

Thomas et al., (1996) zmiňují, že se v podestýlce ze slámy ve venkovní boudě pro telata může vyvinout 25 000-40 000 larev bodalek během letních měsíců a zdůraznili, že je nutné nalézt metody, které potlačují růst larev much v podestýlce pro telata.

3.4.5 Hnůj

Časté odstraňování hnoje fyzikálními metodami bylo vykládáno pod mottem „Vyplavte nebo vysušte“. Úplné smáčení hnoje proudem vody je častější u farem zaměřených na mléčnou produkci, kde se chlévský hnůj a odpadní voda vypouštějí do hnojišť, popřípadě jímek, příkopů, nebo přímo do zavlažovacích potrubí pro povrchové nebo nadzemní aplikace na pastviny nebo na plodiny. V každém případě, pokud je k dispozici v blízkém okolí orná půda, měla by se odpadní voda použít pro zavlažování půdy. Nicméně takovéto kapalně systémy v mléčných farmách tvoří pouze asi 10–40 % z celkového počtu denního hnoje produkovaného skotem. Nebezpečí hnojiště spočívá ve vyčerpání kapacity hnojiště, jeho „převrstvení“, což má za následek anaerobní hnilobné procesy a produkci nepříjemných pachů. V podnicích mléčné produkce s proplachem (100% beton) nebo v jiných mléčných farmách, které se zaměřují na řízení suché haly, je obvykle menší prostor pro využívání systému kapalných hnojiv (Loomis 1973).

Pevný hnůj se skladuje převážně na dočasných polních haldách. V případě skladování hnoje na farmě se kapacita pohybuje od 45 dnů do 7,5 měsíce v závislosti na velikosti farmy

a druhu zvířat. Důležitá je také doba uložení hnoje mimo budovy. Kryté skladování představuje 45 % kejdy (Loyon 2018).

3.4.5.1 Skladování a uložení statkových hnojiv

Dne 16. června 2020 schválila vláda novelu nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, ve znění pozdějších předpisů, kterou dochází k některým úpravám podmínek tzv. akčního programu nitrátové směrnice, a to s účinností od 1. 7. 2020. Úpravy v novele promítají výsledky vyjednávání s Evropskou komisí o nastavení podmínek akčního programu v ČR. Tato úprava zároveň uvádí v soulad další předpisy obecného charakteru, především vyhlášku č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv a zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (§ 39 Nakládání se závadnými látkami). Současně byly uvedeny do souladu kontrolní požadavky v rámci kontrol podmíněnosti pro SMR 4. Důležitá zákonná ustanovení týkající se skladování a ukládání statkových hnojiv Tyto právní předpisy jsou pro práci důležité, neboť ustanovení v nich napomáhají k částečné regulaci výskytu nežádoucího hmyzu v chovech, pro které je volně skladovaný hnůj médiem pro vývin Paragrafová znění zákona a vysvětlení základních změn je doslovně citováno, aby nedošlo k případné ztrátě významu. Nejdůležitější jsou následující znění:

Základní omezení pro používání hnojiv (§ 7 odstavec 6)

Nově ve zranitelné oblasti nelze používat dusíkaté hnojivé látky (s výjimkou sklíditelných rostlinných zbytků), pokud je půda zaplavená, přesycená vodou, promrzlá nebo pokrytá sněhem. Obdobná podmínka do této doby uplatňovaná, vyplývá z požadavků obecně platného zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech, kde jsou vyjmenovaná omezení limitována, například výškou sněhu (5 cm) nebo hloubkou promrznutí (5 cm). Omezení se nevztahují na pastvu zvířat

Upřesnění způsobu výpočtu limitu 170 kg/ha v průměru zemědělského podniku organického dusíku živočišného původu (§ 8 odstavec 3)

K možnosti výpočtu stanoveného limitu v případě použití údajů o produkci dusíku ve výkalech a moči, popřípadě trusu chovaných hospodářských zvířat, po odpočtu ztrát dusíku ve stájích a při skladování statkových hnojiv, je uveden odkaz na příslušnou tabulku ve vyhlášce č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv (konkrétně Příloha č. 3, tabulka C)

Úprava požadavků na skladování statkových hnojiv (§ 9 odstavec 1)

Nově byly upraveny požadavky na kapacitu skladovacích prostor pro skladování hnojůvky. Došlo ke zvýšení požadovaných kapacit z 3měsíční produkce na produkci 5měsíční. Výpočet produkce hnojůvky je nadále prováděn na základě ČSN 756190 pro stavbu zpevněného hnojiště nebo je zjišťován prokazatelným způsobem v zemědělském podniku. Dále došlo k provázání požadavků na technický stav skladovacích zařízení z hlediska ochrany vod s § 39 vodního zákona (Ministerstvo zemědělství 2014).

Vyhláška č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv § 6

1) Tuhá statková hnojiva se skladují ve stavbách pro skladování tuhých statkových hnojiv s vyloučením přítoku povrchových nebo srážkových vod. U chovů hospodářských zvířat, které jsou nově uváděny do provozu a svou projektovanou kapacitou spadají mezi stacionární zdroje podle zákona o ochraně ovzduší, musí být ve skladech použity nízkoemisní systémy. Součástí těchto staveb musí být sběrná jímka tekutého podílu. Kapacita skladovacích prostor pro tuhá statková hnojiva odpovídá jejich skutečné produkci za 6 měsíců. Toto neplatí při uložení tuhých statkových hnojiv na zemědělské půdě před jejich použitím. Na zemědělské půdě mohou být tuhá statková hnojiva uložena nejdéle 24 měsíců, na místech vhodných k jejich uložení, schválených v havarijním plánu.

(2) Tekutá statková hnojiva se skladují v nepropustných nádržích, jímkách nebo podroštových prostorech ve stájích. Jímky a nádrže, popřípadě podroštové prostory ve stájích odpovídají kapacitně minimálně čtyřměsíční předpokládané produkci kejdy nebo jejího tekutého podílu a minimálně tříměsíční předpokládané produkci močůvky a hnojůvky, a to v závislosti na klimatických a povětrnostních podmínkách regionu. Při provozu jímek a nádrží se zamezí přítoku povrchových nebo srážkových vod do jímky nebo nádrže, pokud není v kolaudačním rozhodnutí nebo kolaudačním souhlasu uvedeno jinak. U chovů hospodářských zvířat, které jsou nově uváděny do provozu a svou projektovanou kapacitou spadají mezi stacionární zdroje podle zákona o ochraně ovzduší, musí být ve skladech použity nízkoemisní systémy.

(3) Pokud nejsou k dispozici údaje o produkci statkových hnojiv, získané prokazatelným způsobem, zejména vážením, měřením objemu, výpočtem produkce statkových hnojiv podle druhu a kategorie zvířat, jejich hmotnosti, užitkovosti či způsobu krmení, s přihlédnutím ke spotřebě steliva, popřípadě k produkci technologických vod, použijí se průměrné hodnoty produkce statkových hnojiv podle přílohy č. 1 k této vyhlášce, tabulky A, a požadované skladovací kapacity se stanoví podle přílohy č. 1 k této vyhlášce, tabulky B. Pokud nejsou

k dispozici údaje o hmotnosti zvířat zjištěné vážením, použijí se pro přepočet na dobytčí jednotky údaje podle přílohy č. 1 k této vyhlášce, tabulky C. V případě pastvy nebo pobytu hospodářských zvířat na zemědělské půdě se potřeba skladovacích kapacit úměrně snižuje.

(4) Kapacity skladovacích prostor na statková hnojiva stanovené v odstavcích 1 až 3 mohou být sníženy v případě doložitelného uvedení statkových hnojiv do oběhu, jejich využití k výrobě organických hnojiv nebo k produkci bioplynu, popřípadě jejich likvidace jako odpadu, a to úměrně tomuto množství, na základě zpracovaného harmonogramu. Ani po tomto snížení však nesmí být skladovací kapacity menší, než je potřebné k uskladnění dvouměsíční celkové produkce statkových hnojiv.

(5) Příkrmiště je možné provozovat, pokud je

a) vzdáleno nejméně 50 m od útvaru povrchových vod nebo na zemědělských pozemcích se sklonitostí vyšší než 5 stupňů nejméně 100 m od útvaru povrchových vod a

b) nejméně jednou ročně v období od 1. února do 30. dubna provedeno odstranění výkalů, steliva a zbytků krmiv (Ministerstvo zemědělství 2013).

3.4.6 Fyzická ochrana zvířat

Především majitelé koní na ně často dávají ochranné deky, chrániče proti hmyzu a obličejové masky, aby snížili množství stájových much, které se mohou živit krví jejich zvířat či je obtěžovat olizováním sekretů (například oční sekret). Tyto prostředky se využívají i u dojnic. Například použití síťovaných legín a pásek na nohy jako fyzická bariéra (neinsekticidní) vůči stájovým mouchám omezila dupání nohou u koní a dojnic (pozn. testovány pouze legíny). Také byl vyzkoušen nový přístup malování černých a bílých pruhů na hospodářská zvířata. Namalování bílých pruhů na krávy (podobně jako mají zebry) snižuje bodání much. Pruhy narušují schopnost vnímat lineárně polarizované světlo a hmyz pak nedokáže snížit rychlost natolik, aby na zvířeti mohl přistát. Hmyz pak do zvířete buď narazí, nebo ho přeletí. Snižují se tak útoky bodavých much, v našem prostředí zejména bodalky stájové (Cook 2020).

3.4.7 Dezinsekce

Dezinsekce je významnou součástí asanace prostředí. Zahrnuje soubor opatření zaměřené na likvidaci nebo podstatné snížení výskytu zdravotně významných, škodlivých

a obtěžujících členovců (hmyzu a roztočů) na přijatelnou úroveň. Cílem dezinfekce je především zabránit rozšiřování virových, bakteriálních a parazitárních původců onemocnění zvířat nebo lidí přenášených hmyzem. Dalším účelem dezinfekce je prevence vzniku hygienických, hospodářských i společenských škod. Hmyz (komáři, muchničky, ovádi, mouchy, moucha domácí, moucha dobytčí (*Musca autumnalis* De Geer, 1776), bodalka stájová, blechy, klíště aj.) funguje také jako aktivní nebo pasivní potencionální přenašeč nález lidí a zvířat. Krev sající hmyz zneklidňuje zvířata, což může mít za následek pokles užitekosti, tento hmyz současně poškozují živočišné suroviny (kůže). Některé druhy hmyzu a členovců (roztoči, švábi, dlouze ochlupené larvy kožojedů) vyvolávají vážné alergie. Švábi, někteří brouci, moli, zavíječi ničí krmivo a potraviny, buď požerem, nebo je kontaminují vlastní přítomností, výkaly či fekáliemi, popřípadě zbytky mrtvých jedinců. Klíště obecné, čmelík kuří, vši, všenky, ale i štěnice, střečci, blechy jsou známí ekoparazit. V neposlední řadě také nepříznivě ovlivňují životní i pracovní prostředí. Veterinární dezinfekce proto představuje nedílnou součást opatření realizovaných nejen v chovech hospodářských zvířat, ale i v podnicích, kde se zpracovávají suroviny a potraviny živočišného i rostlinného původu. Obdobně jako ostatní součástí asanace se dělí na preventivní a ohniskovou (Novák et al. 2017).

3.4.7.1 Preventivní dezinfekce

Novák et al. (2017) vysvětluje preventivní dezinfekci, která je zaměřena na vytváření nepříznivých podmínek pro rozmnožování (odstraňování substrátů – pálení, vysoušení, kompostování), pro průnik do obytných a provozních prostorů (sítě), a také pro přístup k potravinám a krmivům (uzavřené obaly). Tato preventivní opatření sledují tvorbu podmínek, které nedovolují nebo komplikují zavlečení a množení hmyzu.

3.4.7.2 Represivní dezinfekce

Represivní dezinfekce je založena na hubení dospělého hmyzu i jeho vývinových stádií, případně vajíček. V podstatě hubí hmyz, který se již v místě vyskytuje. Požadovaný efekt dezinfekce však závisí na výběru jeho vhodné metody. Jako nejúčinnějším bojem proti hmyzu a dalším členovcům se jeví boj integrovaný. Integrovaný boj je vhodná kombinace preventivních opatření s různými metodami represivními. Ideální insekticid by měl být vysoce toxický pro škodlivý hmyz, neměl by být více perzistentní, než je nutné pro zasažení cílového objektu a současně by neměl mít negativní vliv na ekosystém (Novák et al. 2017).

3.5 Různé metody regulace a hubení hmyzu

Cook (2020) uvádí několik faktorů ztěžujících regulaci bodalek stájových:

- **tato moucha navštíví svého hostitele pouze krátce, aby nasála krev, což ztěžuje chemickou regulaci;**
- **místa vývinu larev jsou rozšířená a často pomíjívá;**
- **bodalky stájové jsou rozšířené v širokém okolí, a proto adekvátní kontrola vyžaduje úsilí v celé oblasti.**

V tomto ohledu bylo dosaženo pozitivního pokroku spočívajícího v mnoha možnostech regulace této mouchy živící se krví, které zahrnují širokou škálu chemických, biologických, fyzikálních a kulturních možností spolu s odchytem pro monitorování a redukci much.

Pro řízenou regulaci populace much na hospodářských zvířatech je k dispozici řada pesticidů a repelentů, nicméně účinnost mnoha z nich je relativně krátkodobá (v řádech několika hodin). Pokud nejsou mouchy extrémně škodlivé, tak i léčba velkého počtu zvířat je nepraktická a hlavně neekonomická. V případě, že se ošetření aplikuje na zvířata, je třeba dbát na důkladné ošetření dolních končetin, kde se běžně bodalky živí (Foil & Younger 2006).

3.5.1 Insekticidy

Od počátku 30. let 20. století vedly významné objevy k rozšíření nových syntetických pesticidů včetně organochlorů, organofosfátů a pyretroidů. Rostlinné pesticidy, jako je rotenon (isoflavon) a pyrethrum, byly v roce 1936 aplikovány jako poprašek na dobytek pro regulaci stájových much. DDT (Dichlordifenyltrichlorethan) byl jedním z prvních moderních syntetických insekticidů vyvinutých pro boj s lidskými nemocemi přenášenými převážně hmyzem (např. malárie a tyfus) u vojenské i civilní populace. DDT bylo vysoce účinné proti mouchám ve stájích pro zvířata. Během deseti let však byla u much detekována rezistence na DDT. Dichlordifenylidichlorethan (DDD) je metabolit DDT považovaný za méně toxický pro zvířata než DDT. Aplikace 1% sprejových roztoků DDD na skot poskytla ekvivalentní ochranu před mouchami jako DDT. Organochlorový dieldrin byl široce používán mezi 50. a 70. léty v zemědělství, ale podobně jako DDT se během deseti let, kdy se začal používat proti bodalkám stájovým, taktéž objevila rezistence. Již v roce 1917 bylo prokázáno, že kreosot z borovicového dehtu chrání dojný skot před stájovými mouchami. Plány preventivních postřiků ke snížení očekávaných ohnisek much byly úspěšné pro mléčné farmy v 60. letech 20. století pomocí

karbamátů a organofosfátů. Zamlžování a postřiky různými insekticidy byly účinné při snižování stavů much v dojírnách (z dnešního pohledu nebezpečné) a stájích (DDT; Methoxychlor (organochlorid)), toxafen a DDT (nyní většinou zastaralé kvůli obavám o životní prostředí a lidské zdraví), kde mouchám způsobily rychlou smrt a udržely si zbytkovou účinnost i několik měsíců. To vedlo k aplikaci organických chlorů na vnější povrchy stájí pro zvířata, aby se snížilo množství much ve stájích. Další hlavní skupinou chemikálií používaných proti stájovým mouchám byly organofosfáty (např. dimethoát, chlorpyrifos, krotoxyfos), thiofosfáty (např. dichlorvos) a fosforothioát (např. kumafos), které jsou dostupné jako prostředky pro hubení hmyzu od 50. let 20. století. Po zániku DDT rychle následovaly organofosfáty jako pesticidy proti nevídaným mouchám. Další hlavní skupinou pesticidů používaných proti mouchám byly syntetické pyretroidy, které byly mnohem účinnější při hubení hmyzu než DDT, ale bez negativních dopadů na lidské zdraví a životní prostředí (Cook 2020).

Ukázalo se, že existuje široká odolnost cílových druhů hmyzu proti mnoha insekticidům, které se v současné době používají. To platí zejména pro insekticidní třídu pyretroidů. Zatím existuje dostatek důkazů o nevybíravém a nestrategickém používání insekticidů. Pokud mají být aplikovány insekticidy, tak jakékoli jejich použití by mělo být založeno na spolehlivých znalostech chování, biologie a fyziologie hmyzu, které zjevně v mnoha případech jejich použití chybí. Dalším problémem se zdá být zbytková účinnost většiny komerčně dostupných produktů. Zvláště pyretroidní nástěnné spreje uvnitř stájí, které jsou chráněny před ultrafialovým zářením, a mohou tak být účinné déle než šest měsíců. Očekává se tak, že výsledná dlouhodobá expozice hmyzu těmto insekticidům posílí rozvoj rezistencí. Místo spoléhání se na použití zbytkových pyrethroidů, by měl být důraz spíše kladen na aplikaci krátkodobých pyretrinů v kombinaci se synergickými chemikáliemi, například piperonyl-butoxidem. Odolnost cílového hmyzu proti zbytkovým pyretroidům se zdá být vzhledem k těmto zjištěním nevrátitelná, proto je třeba se zaměřit i na strategické a cílené aplikace těch insekticidů a biocidů, které se ukázaly jako účinné (Reissert-Oppermann et al. 2019).

Reissert-Oppermann et al. (2019) ve své studii zmiňují stanovisko Evropské komise k insekticidům, které již nejsou schopny hubit škůdce hospodářských zvířat, zbytečně zatěžují životní prostředí a lidské zdraví. Evropská komise proto v roce 2018 rozhodla ve spolupráci s Evropským úřadem pro bezpečnost potravin (EFSA) o celoevropském zákazu venkovního používání tří neonikotinoidních pesticidů. Očekává se, že díky tomuto rozhodnutí se ochrání populace opylujícího hmyzu, a tím se zabrání následnému drastickému snížení přirozeného opylení.

3.5.2 Systemické insekticidy

Cook (2020) zmiňuje úspěch McGregora a Bushlanda (1956) vnitřní aplikace insekticidu při hubení hmyzu sajícího krev z králíků. Králíci tolerovali jak DDT, tak orálně podávaný extrakt z pyretra, což vedlo k tomu, že jejich krev byla toxická pro štěnice. Dále uvádí, že v průběhu 10 let Drummond (1958) zhodnotil a provedl screening mnoha systémových insekticidů využívaných v zemědělské produkci proti stájovým mouchám, což bylo poprvé popsáno v polovině 50. let. Kompletní úmrtnost dospělých bodalek nastala při opakovaném podávání 5 ppm hladin benzimidazolu v krvi. Ačkoli mnoho anthelmintik podávaných zvířatům zanechává zbytky léčiva v trusu léčeného zvířete, kde mohou narušit vývin much v trusu, tato rezidua mají také letální i subletální účinky na necílovou faunu živící se výkaly.

3.5.3 Rezistence proti insekticidům

Novák et al. (2017) varují před neustálým používáním insekticidních přípravků, obsahujících stejné účinné látky, respektive nedodržení koncentrace účinné látky, což se projeví vznikem rezistence hmyzu. Ta je zde vnímána jako schopnost hmyzu přežít takové dávky insekticidu, které by za normálních okolností usmrtily většinu dané populace. Její základní vlastností je dědičný charakter. Vzniku rezistence zabránit nelze, lze pouze zpomalit její nástup při zachování zásad uvedených v podkapitole 3.5.3.1. níže.

3.5.3.1 Zásady prevence vzniku rezistence

- **Dodržení koncentrace účinné látky a dávky na plochu.**
- **Redukce rozsahu a frekvence ošetření prostředí insekticidy.**
- **Upřednostnění cíleného ošetření ploch.**
- **Omezené použití insekticidů s prodlouženou perzistencí.**
- **Střídání přípravků různých skupin a formulací.**
- **Kombinace insekticidů se synergisty.**
- **Použití různých účinných látek na jednotlivá stádia vývinu hmyzu s dokonalou proměnou.**
- **Integrovaný boj.**
- **Pravidelný monitoring vývinu a stavu rezistence (Novák et al., 2017).**

3.5.4 Regulátory růstu hmyzu (IGR)

IGR působí tak, že brání larvám much se úspěšně vyvinout do dalšího larválního instaru přerušením syntézy chitinu. Juvenilizační aktivita ekdysonů navíc zabraňuje dospělým mouchám vylézt z pouzdra kukly. (Eksydony, velmi často označované také jako hmyzí svlékací hormony, jsou látky nezbytně důležité pro metamorfózu hmyzu (neboli proměnu mezi juvenilními stadii a dospělcem), kterou stimulují. Tento hormon vyvolává periodickou sekreční činnost buněk epidermu larev a tím tvorbu nové kutikuly. U dospělců hmyzu se neprodukuje. Oproti tomu juvenilní hormony jsou protichůdně působící hormony, které oddalují metamorfózu až do doby, kdy larva dosáhne potřebného stupně vývoje, jinak řečeno hormon udržuje larvální stadium. Při poklesu v těle je poté nastartována metamorfóza v imago. V tomto případě jsou tedy již dospělé mouchy uvězněné ve vlastní kukle, bez možnosti úniku z kukly.) Mezi účinné látky, které byly použity proti mouchám vyskytujícím se ve stájích, patří cyromazin, pyriproxyfen, diflubenzuron, buprofezin a novaluron. Přidání těchto chemikálií buď do podestýlky pro zvířata, na již nevyužívaná místa pro krmení zvířat nebo do jakéhokoli substrátu pro vývin larev, významně snížilo přeměnu larev v dospělé. V 70. letech 20. století byly provedeny testy s použitím regulátorů (s aktivitou juvenilního hormonu) růstu hmyzu proti mouchám. Účinnou metodou byla aplikace injekce s IGR zvířatům tak, aby jejich moč vylučovala zbytky léku na jejich podestýlku. Aplikace diflubenzuronu na srst zvířat v intenzivní živočišné produkci měla ovidní dopady na samice bodalek stájových, čímž bylo omezeno líhnutí vajíček a inhibován následný vývin v dospělé mouchy. Podestýlka dojníc, kterým byl podáván bolus diflubenzuronu, inhibovala vývin much. Cyromazin, aplikovaný jako granule na místa skladování nezkrmených zbytků sena, omezil vývin dospělých bodalek stájových o 97 % po dobu až 10 týdnů po aplikaci. Podobně cyromazin aplikovaný jako granule na hnůj dobytka, prasat a drůbeže zabránil vývinu much po dobu až 4 týdnů po aplikaci. Novaluron aplikovaný jako granule na místa krmení dobytka, která obsahovala odpadní píci, hnůj a moč, potlačil vývin stájových much v dospělé o 80–90 % po dobu až 12 týdnů po aplikaci. Nedávné testování stájových much na mléčných farmách v Německu neprokázalo žádné známky rezistence vůči regulátorům růstu hmyzu cyromazin a pyriproxyfen (Cook 2020).

3.5.5 Elektrické lapáky

Cook (2020), poukázal na první použití mřížky proti mouchám, do které byl veden elektrický proud. Jednalo se o menší experiment bez uvedení počtu much. V 70. letech 20. století se elektrické mřížky objevily znovu a prokázalo se, že se zachytilo třikrát více samic

bodalek stájových než na jiné lapáky. V kombinaci s oxidem uhličitým byly elektrické mřížky vysoce selektivním a účinným zabíjákem much. Jedním z negativních aspektů elektrických lapáků na hmyz se však ukázalo uvolňování bakteriálních patogenů do vzduchu. Mezi tyto patogeny patří *Serratia marcescens* Bizio, 1819 a *Escherichia coli* (Escherich, 1885) a potenciálně se tak šíří původci infekčních chorob (Cook 2020).

3.5.6 Automatické postřiky, Backrubbers a ušní značky

Ošetření zvířat přímo pesticidy zahrnuje použití automatických rozprašovačů, drbadel pro skot nebo ušních značek, které jsou naimpregnovány insekticidy. Vynikající kontrola bodavých much byla zaznamenána při použití automatického postřikovače pro dobytek. Na skot bylo aplikováno malé množství koncentrovaného insekticidu (0,2–1,7 % pyrethrin) během průchodu vybraným místem (většinou různé chodby) při jeho při přechodu do nebo z dojírny nebo se napást a napojit na pastvinách. Backrubbers (drbadla) jako metoda aplikace insekticidu na dobytek byla poprvé uvedena v rámci South Dakota State College Agricultural Experiment Station a uveřejněna ve výročních zprávách z let 1950 a 1951. K hubení bodalek na hospodářských zvířatech skotu byly použity hřbetní pryže napuštěné 5% olejovým roztokem (Jedná se o způsob drbadla používaný v USA a Austrálii. Pryžová guma tvaru válce je zavěšena mezi dvěma kůly, případně ve vstupu na pastvu. Skot má tak buď volný, nebo „nucený“ průchod pod touto pryží.) DDT. Vzhledem k úsilí a nákladům spojeným se zaopatřením dobytka proti hmyzu, byly hřbetní pryže jednodušší a léčba byla též levnější. Pytle napuštěné insekticidem byly omotané kolem kabelu zavěšeného mezi dvěma sloupky, které se prohýbaly pod výškou hřbetu zvířete v oblastech, kde se zvířata často shromažďují. Bez nátlaku tak zvířatům byla dávka insekticidu aplikována na jejich hřbet. Ačkoli byly původně navrženy pro kontrolu bodalek malých (*Heamatobia irritans* (Linnaeus, 1758)), jejich použití napomohlo ve snaze zvládnout i bodalky stájové (Hogsette & Ruff 1986).

Do plastových ušních značek pro použití ve stádech dobytka jako prostředek k odpuzování anebo omezení stájových much, které se pokoušejí krmit krví zvířat, bylo impregnováno několik insekticidních sloučenin (Cook 2020).

Tyto pesticidy impregnované ušní štítky se těšily oblibě u chovatelů na severozápadní Floridě jako vhodný způsob kontroly much na hospodářských zvířatech. Štítky se připevňují k uším krav a v průběhu jejich běžných denních činností (např. péče o srst) zvířata aplikují pesticidy na oblasti svého těla, kde dochází ke kontaktu s ušními štítky (Hogsette & Ruff 1986).

Ušní značky obsahující organofosfátové (fenthion) a pyrethroidní (flucytrinát, fenvalerát) insekticidy byly v minulosti použity s určitým úspěchem (10týdenní kontrola u skotu), omezeným úspěchem anebo neúspěšně při snižování zátěže skotu stájovými mouchami (Cook 2020). K tomuto doplňuje Stejskal (1995), že se v provozech aplikují insekticidy ve formě opakovaného aerosolu (Reslin) nebo reziduálního postřiku na zdi společně s nástrahou (cukr). Speciální formou ošetření zdrojů líníšť (např. hnůj) je aplikace růstových regulátorů, které zamezí vývin larev.

3.5.7 Repelenty

Použití repelentů se stalo jedním z neúčinnějších způsobů, jak předcházet nepříjemným pocitům spojeným s bodnutím hmyzem. V roce 1985 byl vyvinut olfaktometr, který měl za úkol zlepšit měření repelentních účinků chemikálií vůči stájovým mouchám. DEET (N,N-diethylmeta-toluamid) vyvinutý v roce 1944 je mnohými považován za zlatý standard repelentů proti hmyzu. DEET byl poprvé použit armádou během druhé světové války. Stal se po více než 50 let nejrozšířenějším repelentem proti členovcům, se zvláštním zaměřením se na odpuzování komárů. U stovek přírodních produktů včetně rostlinných éterických olejů byly hlášeny jejich insekticidní a repelentní vlastnosti. Téměř všechny rostlinné repelenty odvozené z rostlinných esenciálních olejů však mají omezenou zbytkovou aktivitu (do 4 h), především kvůli jejich vysoké těkavosti. Například citronelový olej byl prvním úspěšným rostlinným repelentem proti hmyzu, ale jeho účinnost byla omezena pouze na několik hodin. DEET poskytuje až 10 hodin ochrany proti komárům (Cook 2020).

3.5.7.1 Repelenty pro hospodářská zvířata

V 10. letech 20. století se poprvé objevila zpráva o repelentech na ochranu hospodářských zvířat před stájovými mouchami. Studie o odpuzování stájových much z dobytka naznačovaly nejslibnější výsledky při použití oleje z klikové skříně motoru a oleje z dehtu z hlediska efektivity a praktičnosti. Repelenty, které byly specificky používány pro odpuzení stájových much, byly pak popsány v několika studiích ve 40. a 50. letech 20. století. Většina repelentních přípravků však prokázala u zvířat v nejlepším případě pouze 1 až 2 dny úlevy (Cook 2020).

Cook (2020) dále zmiňuje použití několika esenciálních olejů (rostlinného původu) jako repelentu proti mouchám stájovým (např. šanta kočičí, máta peprná, eukalyptus a citronová tráva), ale opět trvání repelentu je pouze 1–2 dny. Kombinace repelentního oleje ze slunečnice

(95 %), pelargónie (2,5 %) a citronové trávy (2,5 %) aplikovaná na dojný skot redukovala jak stájové mouchy na zvířatech, tak i obtěžující chování much, proti kterému se zvířata bránila, čímž klesala užitkovost. Aby se zlepšila odpudivost much, byl DEET přidán do mnoha produktů pro kontrolu much. Výzkum mastných kyselin pocházejících z kokosového oleje prokázal vynikající repelentnost vůči mouchám ve stájovém prostředí, přičemž v laboratorních biologických testech byla prokázána repelentnost až 2 týdny a ochrana až 96 hodin při aplikaci na dobytek na pastvinách.

Olafson et al. (2021) doplňují, že vzhledem k tomu, že se bodalky zřídka spojují se svými hostiteli (krmí se pouze 1 až 2krát denně), jsou aplikace těchto repelentů, nanášených přímo na zvířata méně účinné než metody, které integrují sanitační postupy s potlačováním populace much pomocí lapáků.

3.6 Biologická regulace

3.6.1 Přirození nepřátelé

Existuje řada prací zabývajících se predátory much a bodalek. Zvýšená úmrtnost stájových much byla způsobena predací v místech vývinu jejich larev. Hall a kol. (1989) zjistili, že 19 druhů členovců z pěti čeledí bylo napadeno vinou zvýšeného výskytu bodalky v trávě v centrální Missouri, USA. Predující hmyz, zejména vosičky, se vyskytovaly více, díky této zvýšené přítomnosti bodalek. Vzhledem k této skutečnosti byl napadán i ostatní hmyz, a to jak ve stádiu larválním, tak i jako imaga. Tato studie ukázala, že mezi 34 % a 73 % napadení bylo způsobeno záměnou a zvýšenou predací vajíček a larev bodalky stájové. Parazitoidismus vosičkami v terénu byl až 13–20 % u kulek bodalky stájové a mouchy domácí na kalifornských mléčných farmách, 10,6 % kulek bodalky stájové z výkrmů dobytka a 10% kulek bodalky stájové z dánských mléčných farem (Cook 2020).

3.6.1.1 Vosičky

Tyto predující vosičky patří do čeledi kovověnkovití. Dosahují velikosti pouze 2–3 mm a jsou pro lidi a hospodářská zvířata neškodné. Mnohé z nich jsou však hmyzí parazitoidi a několik druhů je důležitými činiteli biologické ochrany proti škodlivému hmyzu. Zejména se pak jedná o škodlivé druhy much vyskytujících se v intenzivní živočišné produkci. Dospělá vosička naklade vejčička na povrch kulek much, následně vyvíjející se vosička zabijí zevnitř hostitelskou mouchu. Muší parazitoidní vosičky spojené s živočišnou produkcí v Severní

Americe byly široce studovány, včetně druhů v rodech *Muscidifurax*, *Spalangia*, *Trichomalopsis*, *Nasonia*, *Urolepis* a *Pachycrepoideus*. V rámci a mezi jednotlivými rody existuje různý výběr stanovišť, výběr hostitelů a chování. Některé druhy vosiček žijí ve vícečetné skupině ve svém larválním stadiu, zatímco většina druhů je samotářská. Podobně některé druhy preferují trvale vlhká stanoviště, jako je hnůj, zatímco jiné preferují sušší médium pro vývin, jako je podestýlka ze slámy znečištěná hnojem. Četnost a preference stanovišť každého parazitoidního druhu se mohou mezi regiony a ročními obdobími lišit (Cook 2020).

Figg et al. (1983) zaznamenali 3,1% mortalitu kukel mouchy domácí zapříčiněnou parazitickými vosičkami. Samičky těchto parazitoidů kladou pomocí kladélka vajíčko do 1–3 dny starých kukel. Kladení vajíček zobrazuje příloha XIV., prázdné kukly se stopami po napadení vosičkou zachycuje příloha XV. Vývin v dospělce probíhá přes tři larvální stádia. Hostitelská kukla zabezpečuje výživu a je usmrcena. Při ovipozici je současně vpravován do kukel polydnavirus, nalézající se v ováriích samic. Tento polydnavirus je odpovědný za snížení buněčné imunitní odpovědi hostitele a umožní přežití vajíčka vosiček. Za účelem efektivního využití parazitických vosiček pro biologickou kontrolu mouchy domácí je nutné, aby parazitoidi byli klimaticky adaptováni na prostředí, ve kterém budou použiti (Muška 1992).

Spalangia cameroni (Perkins, 1910) preferuje polosuchý hnůj (45–65 % vlhkost), ale napadá i kukly much ve vlhčím hnoji. Dokáže parazitovat na kuklách v hloubce podestýlky 5–20 cm a napadá bodalky stájové i mouchy domácí. Tato vosička se ukázala jako účinná při potlačování much domácích a částečně bodalek v chovech skotu i prasat, kde jsou zvířata držena na hluboké podestýlce. Parazitoidní vosičky se prodávají k hubení much na farmách s různými hospodářskými zvířaty, velikostí a ošetřováním hnoje s různým úspěchem. Aby se zlepšilo využití biologické kontroly much, je zapotřebí testů zkoumajících možnosti konkrétních druhů parazitoidů ve specifických produkčních systémech parazitickými vosičkami. Samičky těchto parazitoidů kladou pomocí kladélka vajíčko do 1–3 denních kukel. Do jedné kukly může být nakladeno více vajíček, ale dojde k vývinu pouze jednoho parazitoida (Birkemoe et al. 2009).

3.6.1.2 Drabčíkovití

Brouci z čeledi *Staphylinidae* vypadají, že jsou téměř bez křídel. Jejich blanitá křídla se nacházejí pod zkrácenými krovkami, kde jsou komplikovaně složená. Drabčíkovití se podílejí na rozkladu uhynulých živočichů. Smith a kol. (1989) poznamenali, že úmrtnost stájových

much byla způsobena především predací drabčikovitých. Frank a Thomas tvrdili, že drabčici potlačují populace bodavých much (včetně komárů), ale bez jakýchkoli podpůrných důkazů. Druhy rodu *Aleochara* byly nalezeny predující na kuklách mouchy v Kansasu, ale méně než 0,8 % z 22 000 kukel stájových much sebraných z výkrmů dobytka produkovalo dospělé brouky (většinou *Aleochara lacertina* (Sharp, 1883) a některé *Aleochara bimaculata* Gravenhorst, 1802. Podobně *Aleochara puberula* (Klug, 1833) se objevila pouze z 1 % kukel stájových much v Brazílii. Autor viděl brouky (*Aleochara* spp.) krmící se vajíčky stájových much v hniјícím celeru, který zůstal po sklizni poblíž Perthu v západní Austrálii. Dospělci a larvy některých druhů rodu *Philonthus* se vyskytují v trusu kopytníků a požírají vajíčka a larvy much. Když se tráva používala jako umělé chovné médium pro stájové mouchy, byli nejhojnějšími hmyzími predátory *Philonthus americanus* (Erichson, 1840) a *Oxytelus sculptus* Gravenhorst, 1806 (Cook 2020).

3.6.1.3 Roztoči

Roztoči byli poprvé použiti jako prostředek biologického boje proti synantropním mouchám Axtellem (1967). Pouze dvě studie se zabývaly predací roztočů na vajíčkách much. Roztoč *Macrocheles muscaedomesticae* (Scopoli, 1772) - (Acarina: Macrochelidae) měl zanedbatelný dopad na mouchy stájové v norském Kinnu, přestože bylo poznamenáno, že tento roztoč byl nejdůslednějším a nejhojnějším predátorem, který se velmi brzy objevil ve vlhké posekané trávě, do které byla umístěna laboratorně odchovaná vajíčka bodalek. Roztoč *Macrocheles embersoni* (Berlese, 1904) byl nejlepším predátorem ze tří druhů roztočů hodnocených proti vajíčkům a larvám bodalek, jeho konzumace byla 24 larev denně. Bodalky stájové nesoucí roztoče, kteří požírají jejich vajíčka, představují pouze 5–10 % populace na farmách zaměřených na masnou i na mléčnou produkci, přičemž hlavním účinkem roztočů je omezení šíření much ve srovnání s mouchami bez roztočů (Cook 2020).

3.6.1.4 Nematoda

Hlístice z čeledi *Mermithidae* byla nalezena na stájových mouchách. Entomopatogenní háďátka hledají a lokalizují své hostitele detekcí vylučovaných látek, hladin CO₂ a teplotních gradientů. Když je hostitel lokalizován, proniká přirozenými otvory (ústa, řitní otvor a spirakuly) nebo aktivně proniká kutikulou, následně migrují do hemocoelu hostitele, kde jejich symbiotické bakterie uvolňují toxiny, které hostitele zabíjejí (Cook 2020).

Cook (2020) uvádí, že Poinar a Boxler (1984) poprvé zaznamenali hlístice infikující stájové mouchy a následně je zkoumali v laboratorních podmínkách. Entomopatogenní hlístice se používají k regulaci stájových much vyvíjejících se na místech umístování a zkrmování kulatých balíků sena.

Pierce (2012) zjistil, že háďátka rodů *Steinernema* a *Heterorhabditis* prokázala účinnost proti larvám stájových much. Komerčně dostupný kmen *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934) vykazoval nejvyšší mortalitu u stájových much, a to 56 % v laboratorních biologických testech na substrátu seno/hnůj.

Dále Cook (2020) upozorňuje, že *Heterorhabditis spp.* vykazují velký potenciál regulace larvev much, ale dosud nebyly použity v žádném komerčním kontextu pro kontrolu bodalek stájových.

3.6.1.5 Wolbachia

Jak uvádí S. L. O' Neil (1995) *Wolbachia pipientis* (Hertig, 1936) patří mezi gramnegativní bakterie čeledi *Rickettsiaceae*, což jsou nitrobuněční parazité bezobratlých. Některé z těchto bakterií způsobují vážná onemocnění zvířat, mezi které patří skvrnivka, Q- horečka nebo horečka Skalistých hor. Zajímaví jsou také tím, že předpokládaný endosymbiotický předchůdce mitochondrií se odvozuje od této skupiny. *Wolbachia* je obligátním nitrobuněčným parazitem širokého spektra členovců, který se nachází převážně v tkáni gonád. Není známo, že by se tento parazit přenášel horizontálně, tedy z jednoho hostitelského zvířete na druhé. Je však prokázáno, že se šíří přenosem na potomstvo, konkrétně v mateřské linii v cytoplasmě vajíčka, nikoliv v otcovské linii prostřednictvím spermií. Tomuto přenosu na potomstvo přizpůsobuje *wolbachia* různé metody ovlivňující páření hostitelů a to tak, aby při něm byla co nejúčinněji předávána potomstvu hostitelů. *Wolbachie* umí manipulovat s reproduktivním potenciálem hostitele i jinak. U některých cizopasných vosiček je schopna navodit partenogenezi (způsob rozmnožování, při němž se nový organizmus vyvíjí z neoplozeného vajíčka). Infikované samičky kladou neoplozená vajíčka, z nichž se vyvinou funkční, infikované samičky a jejich populace se může dále reprodukovat. Ještě překvapivější je schopnost *wolbachie* zvrátit chromozomální determinaci potomstva u některých korýšů stejnonožců (*Isopoda*), které je *wolbachie* také schopna nakazit. Infikovaná embrya, která by se měla podle genetické výbavy vyvíjet jako samci, přesto dospějí ve funkční infikované samičky, což opět slouží k zajištění vertikálního přenosu *wolbachie*. Dosud se však neví, jaké

jsou molekulární mechanismy těchto změn. Je zřejmé, že se jedná o velmi zajímavé pochody, které mohou osvětlit, jaké faktory se uplatňují v časně fázi oplodňovacího procesu u členovců. Toto vše je pravděpodobně potenciálně využitelné i při biologickém boji se škůdci.

Dosud bylo provedeno omezené zjišťování přítomnosti wolbachie u stájových much a ovádovitých. Průzkum v Kanadě zjistil, že bodalky stájové jsou zde prosté infekce wolbachii. Dva druhy ovádovitých (*Tabanus bovis* Linnaeus, 1758 a *Tabanus tergustinus* (Egger, 1859)) sbírané v Maďarsku byly pozitivní na wolbachii, ale mouchy pěti dalších druhů pozitivní na její přítomnost nebyly (Hornok et al. 2008).

Proběhl pokus o zavedení život zkracující wolbachie na bodalku stájovou injekcí skrz kuklu, avšak úspěšnost injekce byla velmi nízká (3 % pozitivní, N = 236 samic) a wolbachia nebyla přenesena na další generaci. V tomto případě byla hemolymfa larev *Drosophila* použita jako inokulum wolbachii. V minulosti úspěšnost transinfekce byla zvýšena předchozí adaptací wolbachie na nového hostitele kultivací v cílových hostitelských buněčných liniích. Pokud by se tento postup dodržoval, s velkou pravděpodobností by se zvýšil úspěch infekce pro přenos nové generace u bodalek. Povaha spojení wolbachie s jejím hostitelem může být vzájemně prospěšné nebo až parazitické. Dále bylo prokázáno, že v řadě případů wolbachia ovlivňuje hostitelovu populační dynamiku a evoluční vzorce. Jako reprodukční parazit manipuluje s reprodukčními procesy hostitele tak, aby upřednostnil svůj mateřský (vertikální) přenos v hostitelských populacích. Reprodukční manipulace může probíhat prostřednictvím čtyř hlavních mechanismů; cytoplazmatická inkompatibilita (páření mezi neinfikovanou samicí a infikovanými samci nebo mezi samci a samicemi infikovanými různými kmeny wolbachie, neživotaschopné embrya), zabíjení samců (úmrtnost samčího potomstva), feminizace (přeměna samčího potomstva na infikované reprodukční samice) a thelytokní partenogeneze (umožňující reprodukci wolbachii infikovaných samic bez páření) (Madhav et al. 2020).

3.7 Insekticidy botanického původu

Rostlinné extrakty se získávají pomocí různých rozpouštědel a technik pro extrakci sloučenin produkovaných rostlinou (Tiwari et al. 2011). Rostlinné extrakty, které vykazují biologickou aktivitu proti škůdcům, lze seskupit do pěti hlavních chemických kategorií: sloučeniny dusíku (např. alkaloidy), terpenoidy, fenoly, inhibitory proteináz a regulátory růstu (Showell 2017).

První generace rostlinných insekticidů vznikla z rostlin, které se používaly zejména na americkém kontinentu nebo v Asii původními obyvateli k ochraně produktů a úrody před škůdci. Tyto praktiky byly v Evropě zdokonaleny a původně jednoduché, podomácku vyrobené extrakty z rostlin, dostaly komerční podobu. Mezi první insekticidy, vyráběné z rostlin, patří extrakty z rostlin tabáku, ryanie a chryzantém a rostlinné oleje (Pavela 2006). Účinek rostlinných olejů na mouchy se liší jak podle pohlaví a stádia vývinu mouchy domácí, tak také podle způsobu aplikace (Malik et al. 2007).

Sukontason et al. (2004) zkoumali účinky eukalyptolu na mouchu domácí. Biotest s topickou aplikací ukázal, že samec mouchy domácí byl k eukalyptolu náchylnější než samice. Autoři dospěli k závěru, že bioinsekticidní účinnost eukalyptolu by mohla být dále zvýšena použitím efektivnějších způsobů aplikace, jako je zejména fumigace kvůli těkavé povaze eukalyptolu.

Existuje potenciál pro vývoj pesticidů na rostlinné bázi proti mouše domácí. Rostlinné látky, které mají zvláštní aroma, by mohly být použity k odpuzování a hubení mouchy domácí. Komerční produkce takových pesticidů představuje cennou možnost získávání zdrojů z biomasy, která by mohla být ideálně vhodná pro venkovská stanoviště vystavená ke snížení výskytu mouchy domácí. Většina programů se však zaměřuje na hubení škůdců v jejich larválním stádiu v místech, kde se rozmnožují pomocí larvicidů rostlinného původu. Bylo by však zajímavé prozkoumat, zda je lze použít jako repelent v blízkosti kuchyní a jídelen ve venkovském prostředí, které jsou často „napadány mušními nálety“. V souvislosti s tímto je ale nezbytné provést toxikologické testy pesticidů na základě botanického původu před doporučením jejich polní aplikace (Malik et al. 2007).

4. Závěr a doporučení pro praxi

- **Dvoukřídlí jako přenašeči patogenů a jako faktor ovlivňující welfare zvířat ve stáji**

K nejběžnějším a nejznámějším druhům, obtěžujícím a vyskytujícím se v chovech skotu na území České republiky patří především moucha domácí a bodalka stájová. Bodalka stájová a moucha domácí jsou schopné přenášet množství bakterií na svých tělech. Každý pohyb mouchy v podstatě znamená, že některé z bakterií na jejím těle se přenesou na „podklad“, po němž se moucha právě pohybuje. Převážné množství těchto bakterií je spojeno s infekcemi, které představují zdravotní riziko i pro člověka. Obdobně je tomu tak i u bodalky stájové. Z dostupné literatury byl zpracován přehled přenášených chorob dvoukřídlym hmyzem, který je vyobrazen v příloze XVI. Z této tabulky v příloze je patrné, že zmíněný dvoukřídly hmyz je skutečným problémem, a to z důvodu, že přenáší nemoci a bakterie, která mohou způsobit závažná onemocnění jak u zvířat, tak u člověka, ale také mohou zapříčinit snižování jejich imunity. Výrazně obtěžují zvířata, neboť pokud chtějí tento obtěžující hmyz ze svého těla odstranit, zejména bodalku, provádí záškuby kůže, mávají ocasem, hází hlavou a dupou. Zvířata se také shlukují do skupin, schovávají se více ve vodě (pokud je na blízku), což vyvolává u zvířat stres. Bodalky též způsobují bolesti napadeného místa, lokální infekce či různé druhy dermatitidy. Poměrně velké množství literárních zdrojů uvádí, že jen zvíře, kterému poskytneme dobré welfare, je schopné vytvářet produkci podle jeho genetického potenciálu. Správně zajištěné welfare se rovněž promítá do celkové fyzické i psychické pohody a kondice zvířat. Vytvoření vhodných chovatelských podmínek a welfare se značně promítá do udržitelnosti a rentability chovu zvířat. Dále bylo zjištěno, že skot na obtížný hmyz reaguje i snížením příjmu krmiva, snížením produkce mléka, tedy i doживosti krav (mnohé chovy jsou tak bez tržní produkce mléka), krávy hubnou a celková užitkovost je rapidně snížena, což způsobuje velké ekonomické ztráty.

- **Metody boje proti dvoukřídlym**

V práci byly popsány metody a prostředky desinsekce z použitých literárních zdrojů. Aktivní boj je prováděn několika způsoby: chemickými, mechanickými i biologickými. Přičemž nejběžnější obrana proti hmyzu jsou chemická opatření použitím insekticidů, na které si však většina hmyzu vyvinula rezistenci. Další nevýhodou je, že působí jen na některé druhy

hmyzu a jejich cena je poměrně vysoká. Použití insekticidů je také značně škodlivé pro dobytek ale i pro lidi (mohou přecházet i do mléka). Do popředí se však dostává metoda biologická, která je především šetrná k životnímu prostředí, ke zvířatům, ale i lidem. Spočívá především v tom, že jednotliví parazitoidi (např. parazitické vosičky) kladou vajíčka do těla škodlivých dvoukřídlých ve stáji, a tím je zneškodňují. Do této metody zařazujeme využití repelentů, založených na těkavých olejích, které zejména působí proti mouchám. Velkou výhodou těchto repelentů je, že nemají nepříjemný pach, nezhoršují zdravotní stav ustájených zvířat. Rozdíl je i v cenové dostupnosti, kdy biologické repelenty jsou cenově příznivější. Metody ochrany proti mouše domácí a bodalce stájové v chovech hospodářských zvířat strukturované dle literární rešerše jsou zpracovány v příloze XVII. Cílem je především snížit výskyt much a eliminovat jejich rozmnožování.

- **Doporučení pro praxi**

Je velmi důležité dodržovat preventivní opatření, do kterých patří vytvoření podmínek, které nedovolují nebo přímo ztěžují zavlečení a množení hmyzu. Tato opatření by měla zahrnovat jednak obecná hygienická doporučení, mezi něž patří pravidelné odstraňování odpadů a hnoje, udržování čistoty ve stáji, vysoušení stojatých vod, ale také sečení trávy a její odklizení. Pokud je hnůj pravidelně, a hlavně správně odvážen, nejsou ve stáji média, ve kterých by se mouchy mohly vyvíjet. Je tak nutné mít zpracovány sanitační plány, které se musí pravidelně dodržovat a měla by v nich být i zapracována metoda zkrmování skotu vyřazenou zeleninou tak, aby ke krmivu byl snadný přístup a zabránilo se jeho ušlapání a následné hnilobě. V neposlední řadě je nutné mít ve stáji zřízený kvalitní větrací systém, neboť obecně platí, že čím vyšší je teplota ve stáji a delší období vysokých teplot, tím rychlejší je vývin much a následně tak i vyšší počet generací tohoto hmyzu za rok. V neposlední řadě je samozřejmě nutné bojovat proti vyskytujícímu se škodlivému hmyzu použitím různých desinsekčních prostředků.

Přítomnost a rušení výše zmíněným hmyzem od běžné činnosti zvířat (odpočinek, přežvykování, pastva) značně zhoršuje užitkovost i rentabilitu chovu. Vzhledem k situaci, že dvoukřídlí při chovu zvířat ve stáji způsobují velké ztráty na užitkovosti zvířat (v produkci mléka, masa) a to i celosvětově, je nejen nutné vysledovat netypické chování ustájených zvířat, ale i kontrolovat, monitorovat a umět rozpoznat obtížný hmyz. A právě správné určení druhu hmyzu je předpokladem výběru vhodné strategie ochrany.

Obrana, respektive boj proti dvoukřídlym lze uskutečnit pomocí různých metod hubení a kontrol výskytu. Metody můžeme rozdělit na fyzikální, biologické, chemické a mechanické. Avšak při využití chemické metody je nutné brát v potaz, že většina z dvoukřídlich si vyvinula na insekticidy rezistenci, a zároveň insekticidy jsou i nebezpečné z důvodu zhoršení zdraví zvířat i lidí (např. kontaminace mléka insekticidy). Využívají se tak šetrnější způsoby hubení s ohledem na zdraví zvířat, člověka ale i ve vztahu k životnímu prostředí. Jedná se zejména o metody biologické a mechanické. Metoda biologická spočívá v obraně pomocí přirozených nepřátel (vosy, roztoči, nematoda apod.). Mechanická metoda zahrnuje zejména preventivní opatření zaměřená na zabránění průniku hmyzu do budov, kde jsou zvířata ustájena. I pouhá oprava oken a umístění ochranných sítí včetně údržby je již znatelnou prevencí.

Výběr pouze jednoho druhu metody ochrany není zcela účinný, a je nutné vytvořit vhodnou kombinaci těchto metod a opatření. Integrovat tak navzájem metody hubení a kontroly výskytu, které jednak prokazatelně sníží nemoci přenášené stájovým hmyzem, zabrání ztrátě produkce, ale také příznivě ovlivní welfare ustájených zvířat. Ve vztahu rezistence hmyzu na chemické metody k integrované ochraně a pravidelnému monitoringu se ukázalo, že i když vzniku rezistence nelze zabránit, lze ji alespoň touto kombinací metod zpomalit. Tato systematická ochrana potvrdila, že se nejedná o jednorázovou akci, ale o proces s příslušnými pravidly, který je především v prvotním stádiu zmíněného hmyzu nesrovnatelně účinnější. Dále se potvrdilo, že investice do integrované ochrany jsou předpokladem dobrého zdravotního stavu zvířat, udržení tohoto stavu a dosažení vysoké úrovně užitkovosti hospodářských zvířat.

Jako nejčastější a nejvýznamnější zástupce dvoukřídlých v České republice je moucha domácí a bodalka stájová, jejichž přítomnost a rušení od činnosti zvířat (odpočinek, přežvykování) značně zhoršuje užitkovost i rentabilitu chovu. Vzhledem k situaci, že dvoukřídlí při chovu zvířat ve stáji způsobují velké ztráty na jejich užitkovosti (produkci mléka, masa) a to celosvětově, je nejen nutné vysledovat netypické chování ustájených zvířat, ale i kontrolovat, monitorovat a umět rozpoznat obtížný hmyz. A právě správné určení druhu hmyzu je předpokladem výběru vhodné strategie ochrany proti nim.

Studiem literatury bylo zjištěno, že výběr pouze jednoho druhu metody ochrany není zcela účinný, a je nutné vytvořit vhodnou kombinaci těchto metod a opatření. Integrovat tak navzájem metody hubení a kontroly výskytu, které jednak prokazatelně sníží nemoci přenášené stájovým hmyzem, zabrání ztrátě produkci, ale také příznivě ovlivní welfare ustájených zvířat. Ve vztahu rezistence hmyzu na chemické metody k integrované ochraně a pravidelnému monitoringu, se ukázalo, že i když vzniku rezistence nelze zabránit, lze ji alespoň touto kombinací zpomalit. Tato systematická ochrana potvrdila, že se nejedná o jednorázovou akci, ale o proces s příslušnými pravidly, který je především v prvotním stádiu zmíněného hmyzu nesrovnatelně účinnější. Dále se potvrdilo, že investice do integrované ochrany jsou předpokladem dobrého zdravotního stavu zvířat, udržení tohoto stavu a dosažení vysoké úrovně užitkovosti hospodářských zvířat.

5. Literatura

Beresford DV, Sutcliffe JE. 2008. Stable fly (*Stomoxys calcitrans*: Diptera, Muscidae) trap response to changes in effective trap height caused by growing vegetation. *Journal Of Vector Ecology* **33**:40-45.

Birkemoe T, Sverdrup-Thygeson A. 2011. Stable fly (*Stomoxys calcitrans*) and house fly (*Musca domestica*) densities: a comparison of three monitoring methods on pig farms. *Journal of Pest Science* **84**: 273–280.

Birkemoe T, Soleng A, Aak A. 2009. Biological control of *Musca domestica* and *Stomoxys calcitrans* by mass releases of the parasitoid *Spalangia cameroni* on two Norwegian pig farms. *BioControl* **54**:425–436.

Broce AB, Hogsette JA, Paisley S. 2005. Winter feeding sites of hay in round bales as major developmental sites of *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) in pastures in spring and summer. *Journal of Economic Entomology* **98**: 2307-2312.

David F Cook, Ian R Dadour, Sasha C Voss. 2011. Management of stable fly and other nuisance flies breeding in rotting vegetable matter associated with horticultural crop production. *International Journal of Pest Management* **57**:315-320.

Esterhuizen J. 2015. Disease prevention and anti-vector campaigns: insects. *Revue scientifique et technique* **34**: 265-275.

Falta D, Psota V, Andrysek J, Chládek G. 2015. Biologická kontrola výskytu obtěžujícího hmyzu ve stáji. *Náš chov* **3**: 25.

Foil LD, Younger CD. 2006. Development of treated targets for controlling stable flies (Diptera: Muscidae). *Veterinary Parasitology* **137**: 311-315.

Greene GL, Thomas GD, Skoda SR. 1993. Chemical, cultural, and mechanical control of stable flies and house flies in rural flies in the Urban Environment. North Central Regional Research, University of Nebraska **335**:83–90.

Gregor F, Rozkošný R, Barták M, Vaňhara J. 2016. Zoologica, Manual of Central European Muscidae (Diptera). Schweizerbart Science Publishers.

Gustave D Thomas, Steven R Skoda, Dennis R Berkebile, John B Campbell. 1996. Scheduled Sanitation To Reduce Stable Fly (Diptera: Muscidae) Populations in Beef Cattle Feedlots. Journal of Economic Entomology **89**:411–414.

Harvey B, Bakewell M, Felton T, Stafford K, Coles GC, Wall R. 2010. Comparison of traps for the control of sheep blowfly in the U. K. Medical and Veterinary Entomology **24**:210-213.

Hall DR, Gerhardt RR. 2002. Flies (Diptera). Medical and Veterinary Entomology 127-145.

Hogsette JA, Ruff JP. 1986. Evaluation of Flucythrinate- and Fenvalerate-impregnated Ear Tags and Permethrin Ear Tapes for Fly (Diptera: Muscidae) Control on Beef and Dairy Cattle in Northwest Florida. Journal of Economic Entomology **79**: 152-157.

Hogsette JA, Foil LD. 2018. Blue and Black Cloth Targets: Effects of Size, Shape, and Color on Stable Fly (Diptera: Muscidae) Attraction. Journal of Economic Entomology **111**:974-979.

Jedlička L., Kúdela M., Stloukalová V. *Checklist of Diptera of the Czech Republic and Slovakia: Electronic version 2*. Bratislava: Comenius University, 2009

Kaufman P. E., Weeks E. N. I. 2019. Stable Fly *Stomoxys calcitrans* (L.) (Insecta: Diptera: Muscidae). IFAS Extension. University of Florida. 2-3.

Kudělková L, Macháček M. 2019. Nové druhy dvoukřídleho hmyzu ve stájích. *Náš chov* **6**:10-12.

Laurence L. 2018. Overview of Animal Manure Management for Beef, Pig, and Poultry Farms in France. *Frontiers in Sustainable Food Systems* **2**: 36.

Loomis CE. 1973. Agricultural sanitation of livestock manures for control of flies, odors, and dusts. *Department of Entomology* **36**:57-63.

Madhav M, Baker D, Morgan JA, Asgari S, James P. 2020. Wolbachia: A tool for livestock ectoparasite control. *Veterinary Parasitology* 288 (109297) DOI: 10.1016/j.vetpar.2020.109297

Malik A, Singh N, Satya S. 2006. House fly (*Musca domestica*): A review of control strategies for a challenging pest. *Journal of Environmental Science and Health B* **42**:453-469.

Matchinger E, 2019. Common Filth Flies in Equine Facilities and Control Options. Penn State College of Agricultural Sciences.

Muška M. 1992. Možnost využití parazitických vosiček (*Hymenoptera: Pteromalidae*) k biologickému boji s mouchou domácí v chovech prasat. *Veterinární medicína* **37**:427-434.

Ministerstvo zemědělství. 2013. Odstavec předpisu 377/2013. Vyhláška č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv § 6. Praha.

Ministerstvo zemědělství. 2014. Nitrátová směrnice (Směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním způsobeném dusičnany ze zemědělských zdrojů). Praha.

Ministerstvo životního prostředí. 2015. Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách u stacionárních zdrojů nespádajících pod BREF. Chovy dojeného skotu, králíků, drůbeže a prasat. Praha.

Novák P, Malá G, Treml F. 2017. Zásady biosecurity v chovech hospodářských zvířat, VÚŽV Praha.

Olafson PU, Aksoy S, Attardo GM et al. 2021. The genome of the stable fly, *Stomoxys calcitrans*, reveals potential mechanisms underlying reproduction, host interactions, and novel targets for pest control. *BMC Biology* **19** (41) DOI: <https://doi.org/10.1186/s12915-021-00975-9>.

O'Neil, S. L. 1995. *Parasitology Today* **11**: 168–169.

Pavela R. 2006. *Rostlinné insekticidy hubíme hmyz bez chemie*. Garda Publishing as, Praha.

Pierce LR. 2012. *Efficacy of Entomopathogenic Nematodes Utilized for Control of Stable Flies (Stomoxys calcitrans) at Round Bale Feeding Sites*. Ph.D. Thesis, Oklahoma State University, Stillwater, OK, USA

Pickens LG, Morgan NO, Hartsock JG, Smith JW. 1967. Dispersal patterns and populations of the house fly affected by sanitation and weather in rural Maryland. *Journal of Economic Entomology* **60**:1250-1255.

Pickens L. G, Schmidtman ET, Miller RW. 1994. How to control house and stable flies without using pesticides. *Agriculture Information Bulletin* **673**: 1–14.

Psota V. 2015. Biologická regulace much v chovech hospodářských zvířat. *Náš chov* **5**: 43.

Reisert-Oppermann S, Bauer B, Steuber S et al. 2019. Insecticide resistance in stable flies (*Stomoxys calcitrans*) on dairy farms in Germany. *Parasitol Research* **118**:2499–2507.

Sanchez-Arroyo H., Capinera JL. 2008. *House fly: Musca domestica Linnaeus (Insecta: Diptera: Muscidae)*. University of Florida EENY-48.

Showler TA. 2017. Botanically Based Repellent and Insecticidal Effects Against Horn Flies and Stable Flies (Diptera: Muscidae). *Journal of Integrated Pest Management* **8**:15.

Stejskal V. *Klíšťata, komáři, blechy, vosy a jiní bodaví škůdci ohrožující zdraví*. 1995. Scriptum, Praha s. 20-23.

Taylor DB, Berkebile D. 2006. Comparative Efficiency of Six Stable Fly Traps. *Entomology* **4** (16937700) DOI: 10.1603/0022-0493-99.4.1415

Taylor BD, Moon RD, Mark DR. 2012. Economic Impact of Stable Flies (Diptera: Muscidae) on Dairy and Beef Cattle Production. *Journal of Medical Entomology* **49**: 198-209.

Taylor DB, Harrison K, Zhu JJ. 2020. Methods for Surveying Stable Fly Populations. *Journal of Insect Science* **20**:17.

6. Samostatné přílohy

Příloha I – Taxonomická klasifikace dvoukřídých, nejvýznamnějších zástupců z hlediska přenosu nemocí v humánní i veterinární medicíně. Robert D. Hall & Reid R. Gerhardt. Veterinary Entomology.

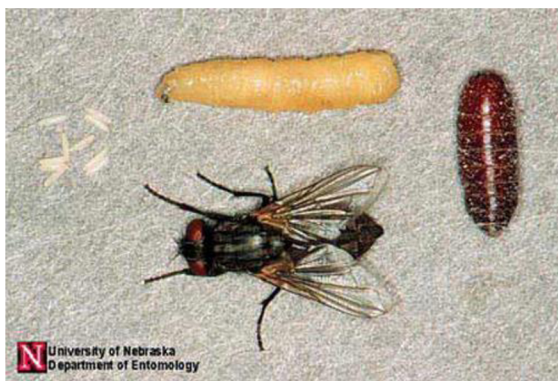
Higher taxa	Family	Common names
Suborder Nematocera	Tipulidae	Crane flies
	Bibionidae	March flies
	Mycetophilidae	Fungus gnats
	Sciaridae	Darkwinged fungus gnats
	Psychodidae ^a	Moth flies, sand flies
	Chaoboridae	Phantom midges
	Culicidae ^a	Mosquitoes
	Simuliidae ^a	Black flies
	Ceratopogonidae ^a	Biting midges
	Chironomidae	Chironomid midges
Suborder Brachycera, Infraorder Tabanomorpha	Tabanidae ^a	Horse flies, deer flies
	Rhagionidae	Snipe flies
	Athericidae	Athericid flies
	Stratiomyidae	Soldier flies
Infraorder Asilomorpha	None	None
Infraorder Muscomorpha Division Aschiza	Phoridae	Humpbacked flies
	Syrphidae	Flower flies, hover flies
Division Schizophora Section Acalypratae	Piophilidae	Skipper flies
	Drosophilidae	Small fruit flies, vinegar flies
	Chloropidae	Chloropid flies, eye gnats
Section Calypratae	Muscidae ^a	House flies, stable flies, and allies
	Glossinidae ^a	Tsetse
	Calliphoridae ^a	Blow flies
	Sarcophagidae ^a	Flesh flies
	Oestridae ^a (including Cuterebridae, Gasterophilidae, and Hypodermatidae)	Bot flies, warble flies
	Hippoboscidae ^a	Louse flies
	Nycteribiidae	Spiderlike bat flies
	Streblidae	Bat flies



Příloha II – Dorzální porovnání bodalky stájové (vlevo) a mouchy domácí (vpravo). Jim Kalish, University of Nebraska-Lincoln.



Příloha III – Dospělý jedinec mouchy domácí. Jim Kalish, University of Nebraska-Lincoln.



Příloha IV – Životní cyklus mouchy domácí. Po směru hodinových ručiček, zleva: vajíčka, larva, kukla, dospělý jedinec. Jim Kalish, University of Nebraska-Lincoln.



Příloha V – Dospělý jedinec bodalky stájové. Lyle Buss, University of Florida.



Příloha VI – Bodalka stájová, je nejčastěji pozorována na dolních končetinách skotu i koní. Počet jedinců bodalky stájové na zvířatech je jednou z metod sledování výskytu v chovech. Phillip Kaufman, University of Florida.



Příloha VII – Lapák pyramidového typu. Jeffrey R. Aldrich.



Příloha VIII – Lapák podle Williamse. DPIRD, USA.



Příloha IX – Olsonovův lapák (alsynitový), určený pro monitoring bodalky stájové. Phillip Kaufman, University of Florida.



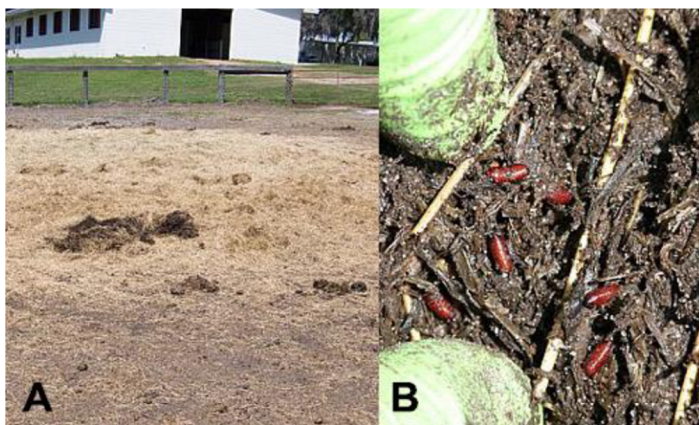
Příloha X – Lapák Rescue viditelně zaplněný hmyzem. Susan Mulvihill.



Příloha XI – Lapák Redfop, zde použit zahrádkářem. Tim Daniels.



Příloha XII – Látkový lapák s použitím průhledné látky. Foil a Hogsette.



Příloha XIII – Krmiště jsou potencionální „líheň“ bodalek – A. Záběr na kukly bodalky stájové – B. Phillip Kaufman, University of Florida.



Příloha XIV – Kladení vajíček parazitickou vosičkou *Muscidifurax raptor*. Samička do zvolené kukly naklade vlastní vajíčka, která se v průběhu vývinu živí kuklou bodalky stájové. Fotografie pořízená USDA.



Příloha XV – Kukly mouchy domácí, napadené parazitickou vosičkou. K požívání kukly mouchy dochází v larválním stádiu vosy, která jako dospělec opouští muší kuklu viditelným otvorem. Fotografie pořízená USDA.

Příloha XVI - Tabulka: Přehled nemocí přenášených stájovým hmyzem strukturované dle rešerše literatury – vlastní zpracování

Druh dvoukřídlého hmyzu	Přenášené nemoci
Moucha domácí	Salmonella (průjmové onemocnění)
	Shigella (úplavice)
	Cympylobacter (průjmové onemocnění)
	Escherichia (infekce močových a trávicího traktu, způsobuje průjem až úplavici)
	Enterococcus (infekce močových a žlučových cest)
	Přenáší koliformní bakterie způsobující mastitidu, problémy ze struky a kůží.
	A další.
Bodalka stájová	Přenáší koliformní bakterie způsobující mastitidu
	Staphylococcus aureus (bakterii přenáší díky bodavému ústrojí, díky ní zapříčiňuje chronická onemocnění)
	Mechanicky a chemicky narušují povrch kůže, způsobují bolest napadeného místa, lokální infekci, u koní exsudativní dermatitidu nohou u psů, nekrotickou dermatitidu klem uší.
	A další.

Příloha XVII - Metody boje proti mouše domácí a bodalce stájové v chovech hospodářských zvířat strukturované dle literární rešerše – vlastní zpracování

Metody boje proti mouše domácí a bodalce stájové v chovech HZ	
Fyzikální	Elektrické lapače
	Úprava stájového mikroklima
	Fyzické neinsekticidní bariéry (ochranné deky, obličejové masky, legíny)
Mechanické	Odstranění prostředí vhodné pro rozmnožování hmyzu (substráty)
	Vhodný management
	Lepové lapáky (Olsonův, Williamsův, apod.)
	Ochranné sítě ve stáji
Biologické	Přirození nepřátelé
Chemické	Insekticidy
	Postřiky a spreje
	Ušní štítky a obojky s insekticidy

PŘEHLED DOPORUČENÍ PRO PRAXI – “BEST PRACTICE”
Dodržovat hygienická opatření (tzn. čisté místnosti, čistá krmiště, napáječky, odklizení posečené trávy)
Mít zpracované sanitární plány v souladu s chovatelským managementem, včetně zpracování integrované ochrany proti škůdcům (IPM)
Udržovat dobré klimatické podmínky (vzdušná, prosvětlená stáj)
Provádět preventivních opatření proti hmyzu pomocí mucholapek, nasadit biologickou ochranu
Vyhledat zdroje výskytu larev, které se následně dají minimalizovat např. použitím insekticidů, nebo nasazením přirozených predátorů
Při výskytu dospělých jedinců použít repelenty do uší skotu a na končetiny, nebo insekticidy
Instalovat drbadla proti svědění kůže zvířat
Správně vybrat typ podestýlky, často odklízet mrvu a hnůj, desinfikovat podestýlku
V neposlední řadě nastudovat způsoby vývinu a výskytu jedinců, kteří se ve stáji nacházejí z důvodu zavedení přesnějších způsobů likvidace (praktikovat monitoring)