


EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY POSKYTOVANÉ BEZOBRATLÝMI V ZEMĚDĚLSTVÍ

OPYLOVÁNÍ A REGULACE ŠKŮDCŮ A PLEVELŮ

Pavel Saska, Jiří Skuhrovec,
Hana Foffová, Milan Řezáč

2020



EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY POSKYTOVANÉ BEZOBRATLÝMI V ZEMĚDĚLSTVÍ

OPYLOVÁNÍ A REGULACE ŠKŮDCŮ A PLEVELŮ

Pavel Saska, Jiří Skuhrovec,
Hana Foffová, Milan Řezáč

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Tým Funkční biodiverzity

Poděkování:
Autoři publikace vřele děkují autorům fotografií za jejich poskytnutí.

2020



Cílem této publikace je přiblížit zemědělské praxi povahu a význam ekosystémových služeb, jež jsou poskytovány zemědělství biodiverzitou zemědělské krajiny se zvláštním zřetelem na opylování a regulaci škodlivých činitelů (predace a parazitoidismus škůdců a regulace plevelů). Tyto služby jsou v praxi intenzivního konvenčního zemědělství nedoceny a bývají opomíjeny, i když mají pro zemědělskou výrobu nedocenitelný význam.

V textu uvádíme spolu s výčtem nejvýznamnějších skupin bezobratlých popis podstaty jejich ekosystémových vazeb, přehled možností jejich podpory i metod monitoringu v návaznosti na doporučení k revitalizaci mimoprodukčních funkcí zemědělské krajiny. Komplexní vhléd do této problematiky doprovázíme heslářem základních ekologických pojmů. Termíny zařazené v hesláři jsou v textu zeleně zvýrazněny vždy při prvním výskytu v příslušné kapitole.



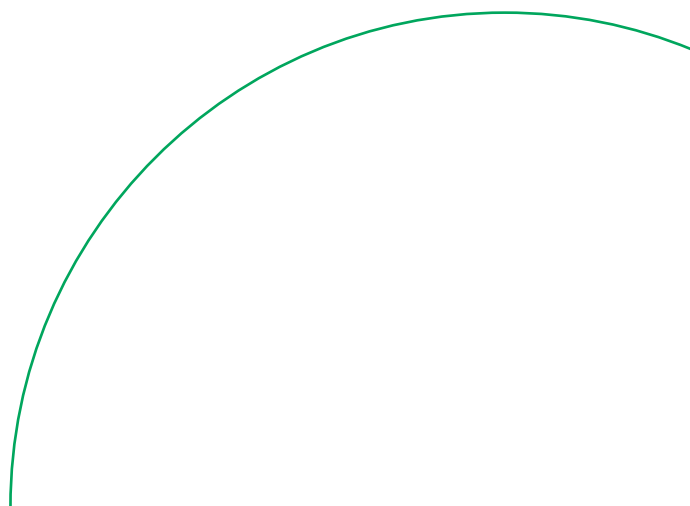
OBSAH

1. Úvod	9
2. Opylování	11
3. Přirozená regulace škůdců	12
4. Regulace plevelů	12
5. Nejznámější zástupci ekosystémových služeb	14
6. Metody pozorování a studia poskytovatelů ekosystémových služeb	31
7. Podpora druhů poskytujících ekosystémové služby	33
7.1 Obnova mimoprodukčních ploch v zemědělské krajině	33
7.2 Změna hospodaření	35
8. Slovníček odborných pojmů	37
9. Použitá literatura	41



Obr. 1. Rozdíl v komplexnosti krajiny před a po kolektivizaci.

Zdroje: levý obrázek: www.ags.cuzk.cz/archiv (1953), pravý obrázek: www.mapy.cz (současnost)



1. ÚVOD

Zemédeľská krajina poskytuje človeku potraviny alebo suroviny pro jejich výrobu, tvorí naše bezprostrední životní prostředí, umožňuje rekreaci těla i ducha a přímo ovlivňuje zdraví člověka. Vztah k zemédeľské krajině, péče o její stav a zdroje alokované na její udržování se proto stávají prioritou moderní společnosti. Jako plnohodnotnou funkční krajinu vnímáme takovou, která je pestrá z hlediska přítomnosti a četnosti různých krajinných struktur a prvků, které pomáhají zvyšovat její retenční schopnost, zabraňují erozi a poskytují útočiště pro obratlovce i bezobratlé. S pojmem zdravé krajiny si spojujeme prostředí s minimem reziduí pesticidů, bez nadbytku hnojiv v návaznosti na bohatý půdní život jako indikátor správné zemédeľské praxe. Taková krajina vybízí k procházce úvozem lemovaným ovocnými stromy, láká k odpočinku a zamyšlení u prvků drobné architektury (kapličky, boží muka), jež neodmyslitelně k české krajině patří.

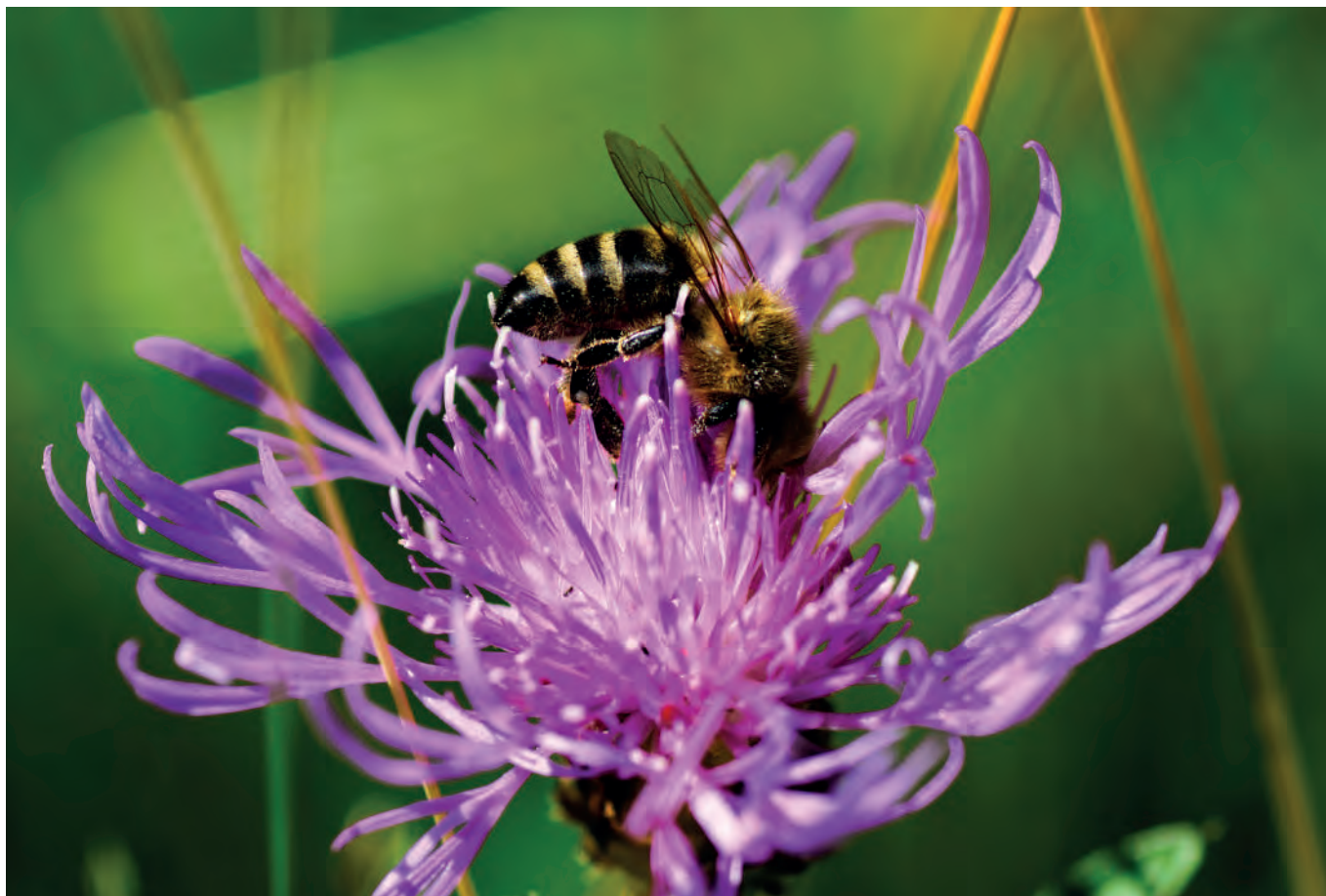
Jakkoliv je zemédeľská krajina do značné míry umělé a člověkem vytvořené, nebo alespoň velmi silně pozmeněné prostředí, stále v něm platí ekologické principy jako v každém jiném **ekosystému**. Prostředí zemédeľské krajiny označujeme jako **agroekosystém**. Ve zdravém ekosystému fungují přirozené samoregulační vztahy, které mají v mnoha případech přímý ekonomický dopad na činnost člověka. Činnost **biodiverzity**, ze které má člověk prospěch, označujeme jako **ekosystémovou službu**. Vybranými ekosystémovými službami poskytovanými biodiverzitou zemédeľské krajiny, se zvláštním zřetelem na členovce, se zabývá tato publikace. Pro lepší pochopení problematiky je třeba nejprve definovat základní ekologické termíny.

Ekologie získala u významné části laické veřejnosti i zemédeľských praktiků neprávem negativní nádech. Stalo se tak zejména díky posunu ve významu způsobeného nesprávným používáním termínu ekologie jako synonyma pro ochranu životního prostředí, včetně často militantních přístupů „ekologických aktivistů“. Zejména v médiích, ale i v obecné mluvě tato nesprávná definice bohužel převládá. Dle původní definice je však ekologie vědní disciplínou, která se zabývá vzájemnými

vztahy mezi organismy a mezi organismy a prostředím. Jelikož je žádoucí pochopit příčiny fenoménů, jako je například periodické přemnožení hmyzích škůdců nebo variabilita v účinnosti ekosystémových služeb poskytovaných biodiverzitou, je nezbytně nutné se studiu ekologie jednotlivých složek agroekosystémů intenzivně věnovat.

Zemédeľská krajina střední Evropy byla tradičně tvořena mozaikou zemédeľsky využívaných pozemků (pole, louky, pastviny) a **mimoprodukčních ploch** (úhory, meze, úvozy s květnatými okraji cest, ovocná stromořadí, remízky, lesy, stepní stráně a další). Poměr zemédeľsky využívaných ploch k těm nevyužívaným je v České republice v řadě lokalit s intenzivní zemédeľskou výrobou nepříznivý jako následek kolektivizace, jež probíhala zejména v 50. letech 20. století (Obr. 1). Zemédeľsky využívané pozemky, zejména ty s konvenčním hospodařením, jsou obývány poměrně chudými **společenstvy** živočichů a rostlin s převahou pouze několika málo druhů, především v případě konvenčního způsobu hospodaření. Řada druhů živočichů i rostlin zdánlivě ekonomicky bezvýznamných je schopna v porostech plodin trvale přežívat. Většina druhů však zemédeľské pozemky opakovaně kolonizuje z okolních mimoprodukčních ploch, jež slouží jako **refugia** a zároveň zdroje těchto druhů, jelikož pravidelné narušování prostředí agroekosystému způsobené agrotechnickými či agrochemickými opatřeními (orba, sklizeň, aplikace prostředků ochrany rostlin) mění vlastnosti prostředí uvnitř porostů a přímo způsobují úmrtnost necílové biodiverzity. Kvalita, rozmístění a relativní plocha těchto **stanovišť** je klíčová pro poskytování ekosystémových funkcí v porostech plodin, protože s rostoucí druhovou i **funkční biodiverzitou** roste stabilita celého agroekosystému a robustnost ekosystémových služeb.

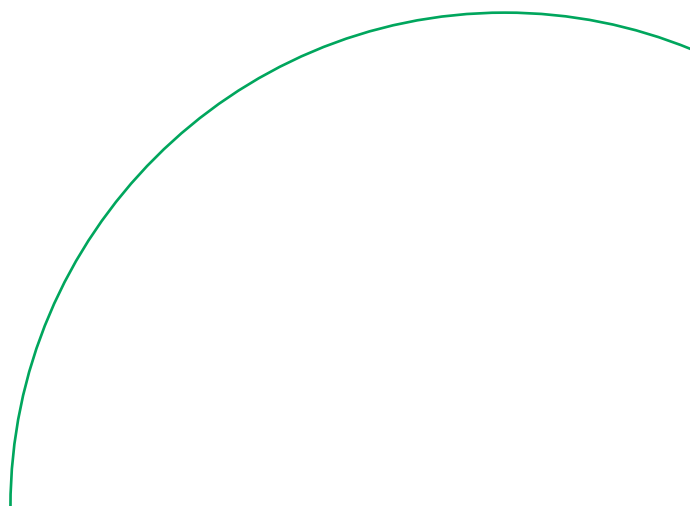
Ekosystémových služeb významných pro zemédeľství je celá řada. Mezi základní ekosystémové služby poskytované biodiverzitou v porostech plodin či sadech patří: opylování, přirozená regulace škůdců a plevelů, ale existují i další. Na opylování a přirozenou regulaci škůdců a plevelů se v této publikaci zaměříme.



Obr. 2. Včela medonosná (*Apis mellifera*) je jednoznačně nejpčetnější a neznámější druh opylovače. Foto: Jiří Hadrava.



Obr. 3. Včely samotáčky, např. hedvábnice jarní (*Colletes cunicularius*), je obecný název pro několik skupin včel, jejichž larvy jsou závislé na potravě z pylu a nektaru. Foto: Hana Kříženecká.



2. OPYLOVÁNÍ

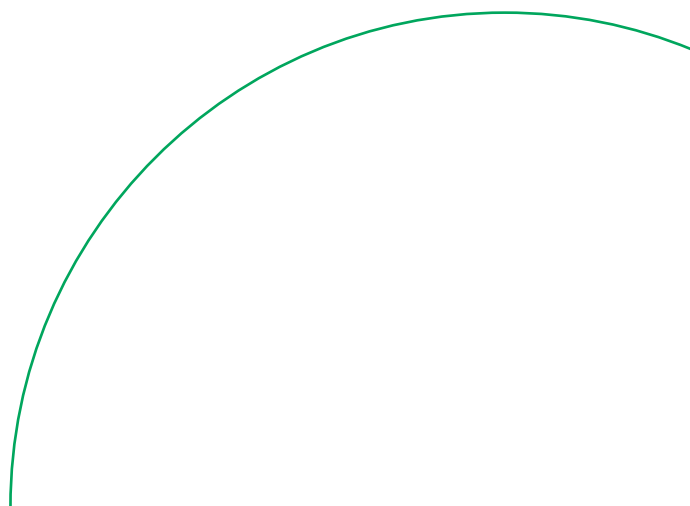
Asi nejnámějši **ekosystémová služba** poskytovaná **biodiverzitou** je opylování rostlin. Jelikož k opylování dochází z pohledu zemédělčů jak v porostech plodin, tak v sadech, je opylování plodin jedním z nenahraditelných procesů pro zajištění úrody v rostlinné výrobě a ovocnářství. V posledních letech potvrdilo několik nezávislých studií významný pokles přirozených populací **opylovačů** (respektive **opylovatelů**) spojený s hojným využíváním prostředků ochrany rostlin (pesticidů). Kromě přímé mortality opylujících jedinců mají pesticidy negativní vliv na plod, celkovou reprodukci, stav imunitního systému a vnitrodruhovou komunikaci (dobře zdokumentováno u včely medonosné nebo u čmeláků). Právě tyto nedávné studie se staly hlavním impulzem pro vznik různých podpůrných projektů na zvrát tohoto drastického úbytku užitečného hmyzu (více v kapitole 7. Podpora ekosystémových služeb poskytovaných biodiverzitou).

Rostliny můžeme s ohledem potřeby opylení dělit na **samosprašné** a **cizosprašné**. V obou případech potřebuje většina rostlin pomoc s přenosem pylu na samičí pohlavní orgán (blizna nebo vajíčko). Přenos pylu může být zajištěn různými faktory, a to buď větrem (anemogamie), vodou (hydrogamie), nebo živočichy (zoogamie). Živočichové zajišťují opylování přibližně u 87,5 % všech rostlin. Mezi nejvýznamnější opylovače rostlin nejen v ČR patří hmyz (entomogamie). Další významnou skupinou opylovačů jsou ptáci (ornitogamie), netopýři (chiropterogamie), a vzácně také jiní savci, plazi nebo dokonce i měkkýši (malakogamie). Mezi opylovatele můžeme řadit i člověka, pokud provádí tzv. umělé opylování (např. štětečkem, nebo i s pomocí nejnovější technologie, např. dronů). Nejvýznamnější a zároveň i nejnámějši opylovači mezi hmyzem jsou včela medonosná (Obr. 2) a čmeláci. Dále sem řadíme další zástupce blanokřídlého hmyzu (tzv. samotářské včely (Obr. 3), mravence, vosy); dvoukřídlé (např. pestřenky), motýly i brouky; ti patřili během evoluce kvetoucích rostlin dokonce mezi první opylovače.

Opylování je založeno na výměnném obchodu, v ekologické terminologii tzv. **mutualismu**, kdy jeden druh/organismus něco potřebuje (v tomto případě rostlina) a za to připravuje odměnu pro druhého účastníka mutualis-

tického vztahu (zde opylovač). Nejběžnější odměnou pro opylovače je pyl nebo nektar rostlin. Pyl je pro opylovače, zejména pro hmyz, důležitým zásobním zdrojem energie, protože obsahuje velké množství bílkovin a tuků. Naopak nektar v podobě sladké šťávy představuje rychle dostupný zdroj energie, který obsahuje zejména cukry, vodu, aminokyseliny a jiné výživné a minerální látky. Rostliny se přizpůsobily svým pomocníkům a pomocí různých specifických lákadel (např. barva, vůně, či teplo květu) k sobě vábí vybrané opylovače. Každá skupina opylovačů vyhledává jiné atraktanty (lákadla); např. včely preferují květy s nasládlou vůní; mouchy vyhledávají hlavně květy s pachem hnijícího masa; brouci se zaměřují na velké, mohutné květy s velkým množstvím pylu; a ptáci preferují květy s velkým množstvím nektaru. Tím vzniká prostor pro evoluci různě těsných specializací (například čmeláci na trubkovité květy).

Živočichové opylují přibližně 75 % zemědělských plodin, z čehož více jak 40 % závisí na divokých opylovačích. Přínos tohoto ekologického servisu byl ekonomicky vyjádřen – například v roce 2005 byl ekonomický profit z činnosti divokých opylovačů na území 162 států vyčíslen nezanedbatelným finančním ekvivalentem 153 miliard euro (cca 4 131 miliard Kč). Je tedy jasné, že pro zemědělství (a ekonomiku vůbec) je klíčové nejen podporovat chov opylovačů typu včely medonosné a čmeláků, ale i divoké opylovače a biodiverzitu obecně, včetně diverzity **biotopů** v zemědělské krajině.



3. PŘIROZENÁ REGULACE ŠKŮDCŮ

V přirozených **ekosystémech** fungují komplikované potravní vztahy, každý organismus zde má své „nepřátele“, kteří zamezují jeho přemnožení. **Agroekosystémy** se od této přirozené vyrovnanosti odchýlily v řadě aspektů. Je zde člověkem uměle udržováno velké množství potravy pro některé konzumenty. Rovnováha mezi organismy je zde pravidelně narušována mechanickými zásahy a aplikacemi prostředků ochrany rostlin. Organismy, kterým vyhovují pěstované plodiny jako potrava, a kterým nevadí zmíněné disturbance, se zde přemnožují a stávají se tak pro člověka škůdci. Jejich regulace je založena především na použití chemických přípravků. Ošetřování pesticidy má však svoje nevýhody, především přináší nevyhnutelnou kontaminaci životního prostředí a potravin těmito toxiny. I v agroekosystémech se však vyskytují přirození nepřátelé škůdců, jež se podílejí na regulaci škůdců a tím přispívají k udržitelnosti rostlinné výroby a potenciálně mohou snižovat spotřebu prostředků na ochranu rostlin. Například v obilných polích s přirozenými nepřáteli je třikrát méně mšic než na polích bez nich. Čím je společenstvo přirozených nepřátel druhově bohatší, tím efektivněji je schopno přemnožování škůdců eliminovat. Takové příznivé dopady přirozených nepřátel škůdců lze ekonomicky vyjádřit; například v USA ušetří zemědělci u přirození nepřátel škůdců ročně 13 600 miliard USD.

Přirozenými nepřáteli škůdců jsou některé viry, bakterie, houby či prvoci, kteří jim způsobují choroby. Choroby škůdců člověku bezesporu poskytují **ekosystémové služby**, blíže se jim zde však nebudeme věnovat. Následující kapitola je věnována makroskopickým přirozeným nepřátelům škůdců, konkrétně živočišným parazitům, parazitoidům a predátorům. Vzhledem k pravidelnému narušování (disturbanci) agroekosystémů mají největší význam pro přirozenou ochranu proti škůdcům takové organismy, které jsou schopné agroekosystémy po **disturbanci** rychle rekolonizovat z **refugijí**.

Paraziti

Paraziti jsou organismy žijící na jednom jedinci hostitele, kterého poškozují. V rostlinné výrobě mají význam především parazitické hlísty. Například hlístice *Steinernema feltiae* jsou používány v boji proti larvám much smutnic žijícím v půdě. Do nich se dostávají trávicím či dýchacím

ústrojí. Napadený jedinec do několika dní hyne. V uhynulých larvách se hlístice dále množí.

Parazitoidi

Parazitoidi rovněž žijí na úkor jednoho hostitele, ve kterém uskutečňují svůj vývoj, a nakonec jej zabíjejí. Některé druhy parazitoidů při kladení vajíčka hostitele omračují a rostoucí larva pak jeho tělo využívá jako živou konzervu. V jednom hostiteli se může vyvíjet jeden či více parazitoidů. Dle umístění parazitující larvy rozlišujeme endoparazitoidy (larva žije uvnitř těla hostitele, Obr. 4) a ektoparazitoidy (larva je přisátá na povrchu). Larvy některých druhů parazitoidů před kuklením vylezou z hostitele, u jiných druhů se larva kuklí uvnitř těla hostitele.

Jednotlivé druhy parazitoidů se specializují na různá vývojová stádia hostitele. Vyhledávají hostitele zrakem nebo vnímáním pachových signálů charakterizujících jeho přítomnost nebo jeho činnost (požer, sání). Parazitoidi jsou druhově nejbohatší skupinou přirozených nepřátel škůdců u nás. Jen v naší fauně existuje několik tisíc druhů a určení druhové příslušnosti je někdy obtížné. Parazitoidi jsou obvykle malých rozměrů, jedná se o zástupce řádů blanokřídlých (Hymenoptera) a dvoukřídlých (Diptera).



Obr. 4. Mšicomaři (*Aphidius* spp.) jsou jedni z nejdůležitějších endoparazitoidů mšic. Foto: Hana Kříženecká.



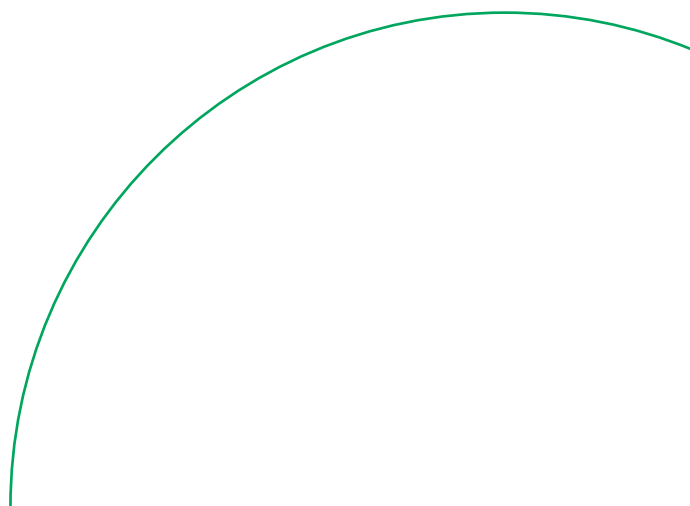
Obr. 5. Snovačka pečující (*Phylloneta impressa*), dominantní síťový pavouk agroekosystémů, obzvláště hojný na řepkových polích. Foto: Radek Šich.

Predátoři

Predátoři (kořistníci) jsou živočichové zabíjející a požírající větší počet kusů kořisti (např. několik desítek jedinců mšic denně). Bývají proto méně početní než **herbivoři** či parazitoidi. Oproti herbivorům je jejich metabolismus přizpůsobený na větší zastoupení proteinů v potravě. Obvykle se jedná o větší druhy, než jakými jsou parazitoidi. Predátoři jsou buď **polyfágní**, živící se širokou škálou kořisti, nebo specializovaní na určitý typ kořisti. **Specializace** se u našich predátorů vyvinula pouze na kořist dostatečně početnou a agregovanou v prostoru, především na mšice, méně pak na třásněnky a svilušky. Specializace na mšice se objevila u brouků (slunéčkovití – Coccinellidae, Obr. 6), dvoukřídlého hmyzu (larvy pestřenkovitých – Syrphidae) a síťokřídlého hmyzu (larvy zlatoočkovitých – Chrysopidae a denivkovitých – Hemerobiidae). Pro lokalizaci kolonií mšic využívají tito predátoři pachu medovice. K lovu kořisti mají různí predátoři různé strategie. Někteří spoléhají na svoji rychlost, jiní na kořist číhají, pavouci dokonce začali konstruovat lapací sítě z hedvábných vláken (Obr. 5). Ti navíc produkují k znehybnění nebo dokonce zabití z ústních orgánů jed. Většina predátorů kořist rozkouše a polyká v kusech, někteří se však vyznačují takzvaným mimotělním trávením, při kterém do kořisti vpraví trávicí enzymy a ztekucené tkáň vysají. Regulaci škodlivého hmyzu i plevelů zajišťují i obratlovci. Hmyzem se živí řada ptáků, například skřivani, a netopýrů.



Obr. 6. Slunéčko sedmítečné (*Coccinella septempunctata*) požírá mšice na libečku. Foto: Pavel Saska.

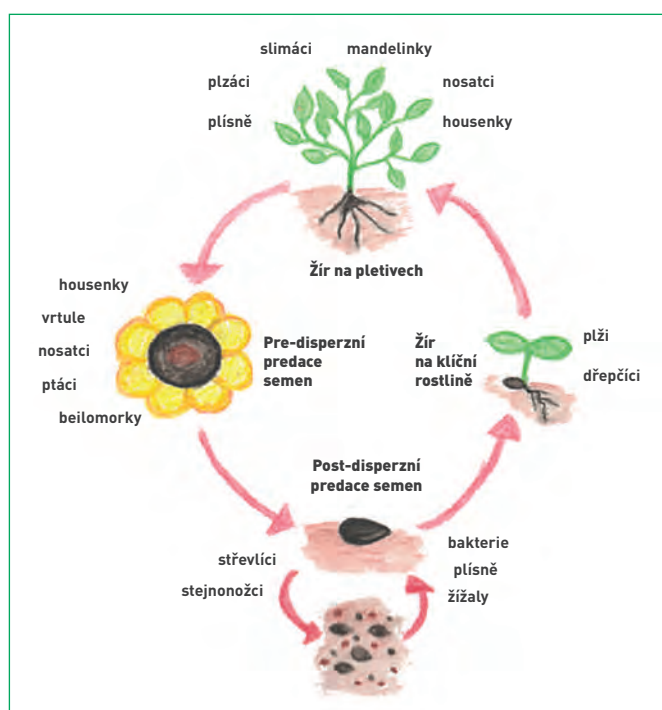


4. REGULACE PLEVELŮ

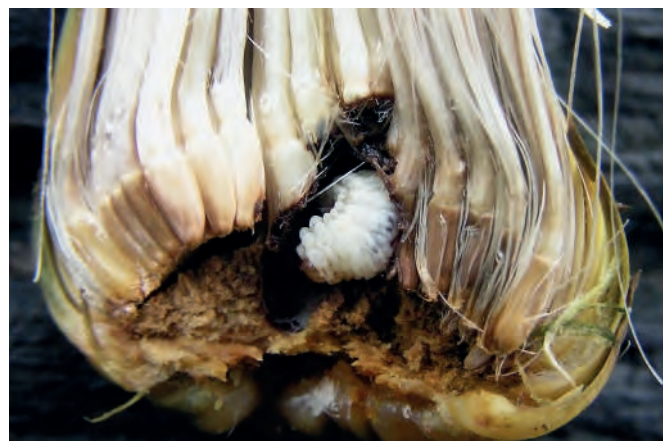
Plevelem se nazývá rostlina, která není člověkem chtěna na daném místě v daném čase. Nejde vždy jen o planou rostlinu - může se jednat i o kulturní rostlinu, která zde byla plodinou v minulých letech. Plevelé v průměru snižují potenciální výnos o 10 %. Hlavní škodlivost plevelů spočívá v konkurenci plodinám. Dalšími neblahými vlastnostmi některých plevelů je produkce alergenního pylu (ambrosie, pelyňky) či jedovatost (blín černý, durmany). Zejména **invazní** plevelé jsou urputnými konkurenty, jež ukrajují prostor pro původní druhy, a tak mohou přispívat k poklesu **biodiverzity**. Nesmíme však zapomínat, že mnoho plevelných druhů může být použito pro okrasné účely nebo mají léčivé účinky. Plevelné rostliny také mohou přispět k ostatním **ekosystémovým službám**, neboť poskytují pyl a nektar opylovačům anebo skrz **herbivorní** druhy hmyzu na nich se vyskytující poskytují v době nedostatku náhradní potravu pro přirozené regulátory škůdců. Semena plevelů se živí řada ptáků včetně lovných; jejich pokles v posledních desetiletích byl také vysvětlován právě poklesem plevelů a na plevelé navázaného hmyzu. Plevelé zastiňují povrch půdy v prořídlech porostech, kořeny plevelů podporují drobtovitou strukturu půdy, zpomalují degradaci půdy či erozi. Proto je třeba stanovit práh škodlivosti daného plevelé pro každou plodinu, a vážit při tom i prospěšné vlastnosti některých druhů plevelů.

Hubení plevelů patří mezi nejnákladnější prostředky na ochranu rostlin (celkově až 60 % celkových nákladů na pesticidy). Toto procento by však bylo zřejmě ještě větší, pokud by se biodiverzita nepodílela na přirozené regulaci plevelů. Výhodou ekosystémových služeb podílejících se na regulaci plevelných rostlin je skutečnost, že mají potenciál regulovat i populace **plevelů rezistentní k herbicidům**.

Podíváme-li se na životní cyklus plevelů, zjistíme, že na ně čeká velké množství nástrah (Obr 7). K šíření plevelů může docházet **vegetativně** nebo **generativně**. Vegetativně se rostliny šíří za pomoci vegetativních orgánů. Noví jedinci šířené rostliny jsou geneticky shodní. Proti tomuto šíření plevelných rostlin nám mohou pomoci herbivoři požírající kořeny, **rostliny parazitující na kořenech**



Obr. 7. Přirození nepřátelé regulující plevelné rostliny od semene po dospělou rostlinu. Obrázek: Hana Foffová



Obr. 8. Larva nosatce (*Larinus turbinatus*) se vyvíjí v květním úboru pcháče různolistého (*Cirsium heterophyllum*), kde požírá zejména květní lůžko. Foto: Jiří Skuhrovec.



Obr. 9. Vrtule bodláková (*Urophora cardui*) vytváří hálky na stonku pcháče rolního (*Cirsium arvense*). Foto: Jiří Skuhrovec.

a ostatní rostliny jim konkurující. Ke generativnímu šíření rostlin slouží semena. Semena jsou vzhledem k vysokému obsahu živin atraktivní kořistí, proto se na jejich využití soustřeďuje široká plejáda druhů různých potravních strategií. Semena, jež uniknou predaci, mohou vyklíčit anebo se stát součástí **půdní zásoby semen**. Klíčící rostliny jsou často díky své chutnosti a šťavnatosti konzumovány herbivory z řad měkkýšů (plzáci, slimáci) nebo hmyzu (nosatci, housenky motýlů). Starší rostliny jsou pak napadány celou řadou ekologických skupin specializovaných na požer či sání na různých orgánech rostliny, tj. na kořenech, stoncích, listech či květech.

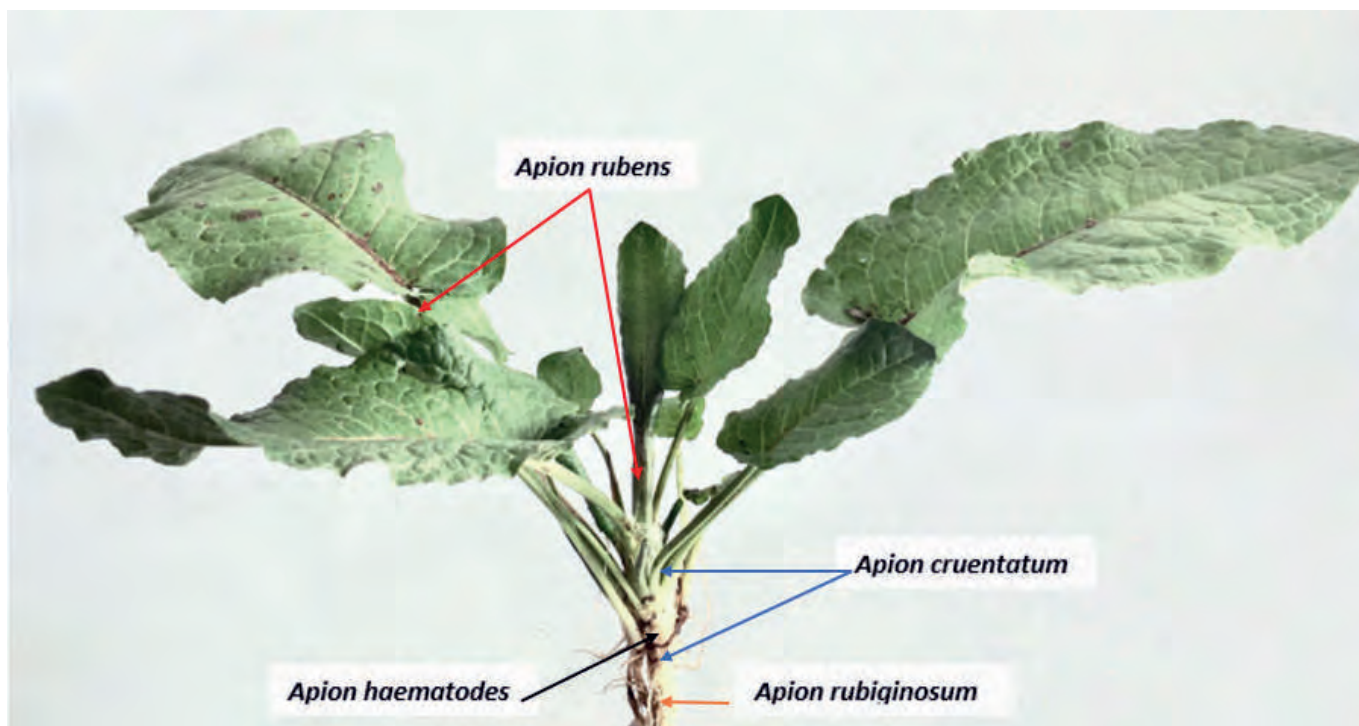
Semena jsou napadána tzv. predátory semen. Pro tyto druhy jsou semena jejich kořistí. Rozeznáváme predaci semen predisperzní a postdisperzní podle toho, zda jsou semena konzumována ještě na mateřské rostlině (predisperzní), nebo až po uvolnění z mateřské rostliny (postdisperzní). Predace semen může být mnohdy zaměňována s **disperzí semen**, pokud semena po požití predátorem zůstanou životaschopná a po vyloučení mohou klíčit (časté např. u plžů).

Predisperzní predací mohou být semena zničena přímo (zkonzumována) nebo nepřímo, kdy v květech vznikají novotvary (tzv. hálky) nebo jsou poškozeny a následně napadeny sekundárními patogeny. Mezi predisperzní predátory řadíme nosatce (např. *Rhinocyllus conicus*, *Larinus planus* a *Larinus turbinatus*) (Obr. 8), jejichž larvy konzumují jak semena, tak i květní lůžko, kde se semena vyvíjejí. Dále sem řadíme vrtule (např. *Terellia ruficauda*), bejlomorky, které většinou způsobují hálky (Obr. 9) a novotvary

na rostlinách; můry čeledi zdobníčkovití, jejichž larvy se živí na semenech, ale i na stoncích a listech; motýli čeledi obalečovití, jejichž housenky se živí žírem na semenech, stoncích a listech; mravence, ptáky a drobné savce. Mezi predisperzní predátory je někdy řazen i savý hmyz, jež sají na vyvíjejících se semenech, která následně ztrácí klíčivost. Takto se živí celá řada ploštic, např. vroubenka smrdutá (*Coreus marginatus*).

Postdisperzní predace semen nastává až po dozrání semen a jejich uvolnění z mateřské rostliny. Predátoři nejčastěji nacházejí semena na povrchu půdy pomocí čichu či zraku. Mnoho semen obsahuje těkavé látky, které jsou atraktivní pro predátory a slouží pro jejich orientaci při hledání. Bylo pozorováno, že se predátoři semen shlukují na místech s vyšší koncentrací semen na povrchu půdy, a druhy specializované zde kladou vajíčka a probíhá vývoj larev. Mezi hlavní post-disperzní predátory semen se řadí bezobratlí, především plži, suchozemští stejnonožci, kroužkovci (žížaly), mnohonožky, hmyz (na našem území především střevlíkovití brouci, v teplejších oblastech mravenci nebo cvrčci), z obratlovců pak zejména hlodavci a ptáci.

V našich podmínkách patří mezi nejučinnější regulátory semen před vstupem do **půdní zásoby** brouci z čeledi střevlíkovití. Střevlíci spolu s dalšími predátory mohou zredukovat roční produkci semen do výše 50 % i více, ale podílejí se na regulaci dalších škodlivých organismů (viz kap. 3: Přirozená regulace škůdců). Jsou schopni zkonzumovat až 1000 semen na metr čtvereční povrchu půdy a den. Mezi hlavní druhy konzumující semena patří



Obr. 10. Nosatčící (*Apion*) konzumující různé části šťovíku (*Rumex*). Foto: Hana Foffová

Pterostichus melanarius, *Poecilus cupreus*, *Harpalus affinis*, *Pseudoophonus rufipes* nebo různé druhy rodu *Amara* (Obr. 11). Semena se živí i larvy celé řady druhů.

V půdě jsou semena napadána mikroorganismy, jako jsou bakterie (Corynebacteriaceae a Pseudomonadaceae) či vřecokvtrusé houby (Ascomycota).

Klíční rostliny plevelů jsou napadány zejména plži, na jejich úmrtnosti se však podílejí i další skupiny, např. suchozemští stejnonožci či dřepčící z čeledi mandelinkovitých. Např. v případě pampelišky byli plži zodpovědní za 60% úmrtnost vyklíčených semen. V případě lebedy lesklé se mortalita semenáčků pohybovala mezi 10–70 % v závislosti na sezóně a vlhkosti stanoviště – na vlhčích stanovištích byla herbivorie na semenáčcích vyšší právě vzhledem k vhodnosti biotopu pro plže.

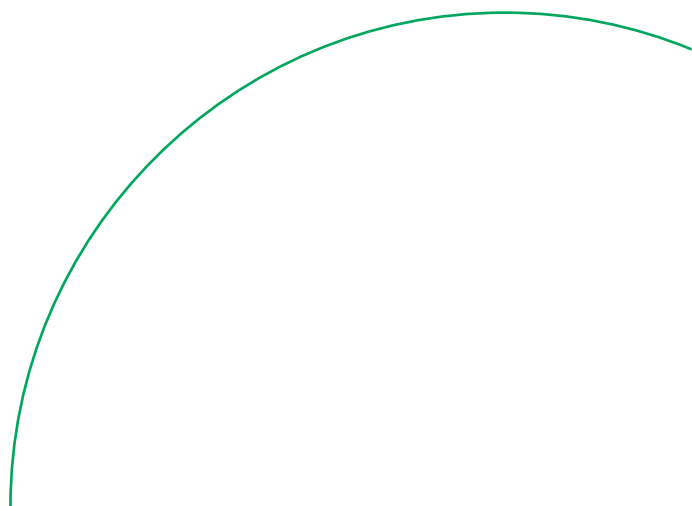
Druhy napadající vzrostlé rostliny mohou být specializovány na jednotlivé části rostlin (stonky, listy, kořeny nebo květy). Příkladem může být rod *Apion* z čeledi nosatcovitých specializující se na různé orgány šťovíků (Obr. 10). Mezi býložravým hmyzem nalezneme jak mnoho **specialistů**, tak druhů nespécializovaných (**generalistů**). Na listech plevelných rostlin se živí velké množství druhů. Vyjmenovat můžeme např. mandelinku ředkvičkovou (*Gastrophysa viridula*) regulující šťovíky nebo štítonoše *Cassida rubiginosa* žijící na bodlácích (Obr. 12). Ve stoncích plevelných rostlin nejčastěji najdeme larvy nosatců (např. *Hadropontus litura*, *Ceratapion onopordi*), napadající různé pcháče, bodláky, ale třeba i šťovíky. Kořenoví herbivoři se živí kořeny rostlin. V kořenech plevelných rostlin najdeme nosatce (např. rýhonosec *Cyphocleonus achates*, krytonosec *Mogulones cruciger*, nosatčík suříkovitý *Apion miniatum*).



Obr. 11. Larva kvapníka hladkého (*Amara familiaris*) žere semínko ptačince prostředního (*Stellaria media*). Foto: Petr Klimeš.



Obr. 4F. Štítonoš (*Cassida rubiginosa*) je významným listovým herbivorem na pcháčích (*Cirsium*), bodlácích (*Carduus*) nebo lopuchách (*Arctium*). Foto: Jiří Skuhrovec.



5. NEJZNÁMĚJŠÍ ZÁSTUPCI EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽEB

V následující text poskytuje přehled nejdůležitějších skupin bezobratlých živočichů poskytujících **ekosystémové služby** v porostech polních plodin i v sadech. Pořadí odpovídá jejich významu při poskytování různých ekosystémových služeb.

HMYZ (INSECTA)

Řád: Blanokřídlí (Hymenoptera)

Zástupci blanokřídleho hmyzu jsou známý zejména jako nenahraditelní pomocníci při opylování rostlin. Snad každý zná včelu medonosnou nebo čmeláky, a snad i ví, jak moc jsou pro nás užiteční. Ale v rámci velké skupiny blanokřídleho hmyzu tam najdeme i významné predátory škůdců, jako jsou mravenci (Formicidae) (Obr. 13) a vosy (Vespidae) (Obr. 14), kteří jsou všežraví, a často napadají larvy škodlivých brouků a motýlů. Dále mezi blanokřídlym hmyzem najdeme i velmi početné skupiny užitečných parazitoidů (např. chalcidky, Obr. 15), nebo lumčíky a mšicomary).

Včela medonosná (*Apis mellifera*)

Jedná se jednoznačně o nejpočetnější druh opylovače, který je nejvíce hospodářsky využíván. Opylování představuje významnou část komerční hodnoty tohoto druhu. V roce 2005 byla komerční hodnota všech včel na světě odhadována na cca 200 miliard dolarů. Včely mají stejně jako čmeláci na zadních nohách speciální sběrací pomůcku zvanou pylové košíčky, díky kterým dokážou odnést velké množství pylu do úlu. Pyl zachycený na chlupatých tělech zajišťuje vlastní

proces opylení mezi jednotlivými květy. Včela medonosná si vybírá zejména větší květy, které jí dokážou unést, a také preferuje květy bez dlouhých trubek, jelikož má relativně krátký sosák. Na opylení včelami závisí velké množství plodin, jak ve vytrvalých kulturách ovocných sadů, tak i u jednoletých polních plodin, po celém světě. Přibližně 85 % kvetoucích rostlin, co jsou opylovány hmyzem, jsou navštěvovány i včelou medonosnou, a u ovocných stromů je to až 90 %. V roce 2000 byla v USA vypočtena hodnota získaných potravinářských plodin díky servisu včely medonosné ve výši 14,6 miliard dolarů.



Obr. 13. Mravenci patří mezi významné predátory škůdců, např. mravenec rodu *Lasius* našel larvu blanokřídleho hmyzu. Foto: Jan Erhart.



Obr. 14. Vosa obecná (*Vespa vulgaris*) je všežravá, a často napadá larvy škodlivých brouků a motýlů. Foto: Filip Trnka.



Obr. 15. Chalcidka rodu (*Anagyrus* sp.) se vyvíjí na různých červcích. Foto: Libor Kubát.



Obr. 16. Čmelák zemní (*Bombus terrestris*) je náš nejnámější druh čmeláka. Foto: Hana Kříženecká.



Obr. 17. Zednice rezavá (*Osmia bicornis*) má pylosběrný aparát na břiše. Foto: Hana Kříženecká.



Obr. 18. Pískorypka popelavá (*Andrena cineraria*) si vytváří hnízda v písčité zemi, odtud i jejich český název. Foto: Hana Kříženecká.



Obr. 19. Samička mšicomara klade vajíčka přímo do těla mšic v typickém postavení, zadeček je ohnutý pod hrud. Foto: Hana Kříženecká.

Čmeláci (rod *Bombus*)

Čmeláci patří mezi sociální hmyz stejně jako včela medonosná, a stejně jako ona se živí nektarem. Dosud je celosvětově známo cca 250 druhů, z toho 38 je známo z ČR. Čmeláci také mají pylové košíčky na zadních nohách, kde uchovávají sbíraný pyl. S ohledem na svou vyšší hmotnost a používání velmi dlouhých sosáků se specializují na jiné květy než včela medonosná. Jsou hlavními návštěvníky trubkovitých květů, přičemž otevřené květy většinou přenechávají ostatním opylovačům. Čmeláci jsou velmi důležití opylovači v zemědělství, kde jsou velmi často chováni zejména v blízkosti sadů nebo pícnin (uplatnění dlouhých sosáků) (Obr. 16). V ČR je několik firem specializovaných na výrobu malých úlů pro chov čmeláků. V poslední době je s velkými obavami sledován pokles výskytu přirozených populací čmeláků v Evropě, Severní Americe i Asii. Z tohoto důvodu jsou všechny druhy čmeláků u nás chráněny zákonem.

Samotářské včely (Hymenoptera: většina Apoidea)

Nejvýznamnější opylovači z volně žijícího hmyzu jsou tzv. samotářské včely. Jedná se o velmi heterogenní skupinu, která se liší velikostí, délkou sosáku i způsobem sběru pylu na květech rostlin (např. chlupy na zadečku,

na nohách, apod.). Mnoho druhů rostlin včetně některých zemědělských plodin včela medonosná a ani čmeláci nedokážou opylit. Například v USA se běžně v blízkosti polí s tolicí vojtěškou chovají samotářské včely čalounice (Megachilidae). V jižní Evropě se pro opylování ovocných stromů často používají samotářské včely z rodu *Osmia* (zednice, Obr. 17). Druhů samotářských včel hospodářského významu je celá řada (např. písčorypky (Obr. 18), ploskočelky). Podpora těchto pomocníků může být formou podpory tvorby refugií (např. meze, hmyzí hotely), anebo výsevem kvetoucích pásů blízko hospodářských plodin, které zajistí včelám dostatek potravních zdrojů i v období, kdy hlavní plodina nekvete.

Mšicomarovití (Aphidiidae)

Endoparazitoidi vyvíjející se v mšicích. Před jejich zakuklením mrtvé tělo mšice ztmavne, nafoukne se a její pokožka ztuhne do tvaru takzvané "mumie" (Obr. 19). Z ní se po několika dnech líhne dospělý parazitoid a cyklus se opakuje. Vzhledem k rychlému sledu generací a poměrně velké plodnosti samic (několik desítek vajíček) jsou mšicomarové význačnými nepřáteli mšic. Na druhou stranu vzhledem ke slabé schopnosti šíření je jejich účinek omezen na období vysoké populační hustoty mšic.



Obr. 20. Lumek ozbrojený (*Amblyteles armatorius*), larvy parazitují u škodlivých můr osenic. Foto: Martin Fiala.



Obr. 21. Slunéčko sedmítečné (*Coccinella septempunctata*) je rozhodně nejznámější druh u nás. Foto: Filip Trnka.



Obr. 22. Samice slunéčka sedmítečného (*Coccinella septempunctata*) klade snůšku vajíček do blízkosti větší populace mšic, aby vylíhlé larvy snadněji našly svou potravu. Foto: Jiří Skuhrovec.



Obr. 23. Slunéčko východní (*Harmonia axyridis*) požírá mšice na bobu. Foto: Pavel Saska.

Lumčíkovití (Braconidae)

Dospělci napadají vajíčka motýlů, ta pak lze identifikovat podle pozměněné barvy (Obr. 20). Známým příkladem jsou zástupci rodu *Trichogramma*, kteří napadají škodlivé druhy můr.

Řád: Brouci (Coleoptera)

Mezi zástupci tohoto řádu najdeme velké množství predátorů, kteří hrají významnou roli v možné regulaci jak škůdců, tak i plevelných rostlin. Nejznámější a i nejstudovanější predátoři škůdců jsou slunéčka a střevlíci, a u plevelných rostlin to jsou nosatci, mandelinky, a opět ti střevlíci. Brouci jsou ale známi také jako opylovači. Na květech konzumují pyl, ale někteří se specializují i na nektar. Na svých chlupatých tělech pak přenášejí pyl mezi jednotlivými květy. Brouci preferují převážně otevřené velké květy s výraznou barvou.

Slunéčkovití (Coccinellidae)

Dospělci i larvy dravých druhů slunéčkovitých brouků jsou významní specializovaní predátoři mšic, červců, kříšů, mer, ale i svilušek (Obr. 23). Na jaře kolonizují dospělci porosty plodin (známy jsou zejména z obilnin) krátce po nárůstu populace jejich kořisti (např. mšic) na

plodině. Samice kladou snůšku vajíček do blízkosti větší populace jejich kořisti, aby vylíhlé larvy snadněji našly svou potravu (Obr. 22). Kuklení probíhá často přímo na listech plodiny. Dospělci, kteří jsou velmi dobří letci, odlétají z porostů plodin na mezihostitelské porosty rostlin, kde i během července a srpna nalézají dostatek potravy. Na konci léta, respektive začátku podzimu, se dospělci hromadně stěhují na svá zimoviště. Hromadné zimování probíhá mimo ornou půdu, preferují odlesněná vyvýšená místa s různými skalkami, okraje lesů, ale i různé lidské stavby jako jsou různé pomníky, kostely nebo i osídlené budovy. V porostech obilnin mají největší význam velmi dobře známé slunéčko sedmítečné (*Coccinella septempunctata*) (Obr. 21) a také slunéčko pestré (*Hippodamia variegata*).

Střevlíkovití (Carabidae)

Střevlíci jsou malí, středně velcí až velcí brouci (v České republice se vyskytují druhy s délkou těla v rozsahu cca 2–40 mm) rychle se pohybující po povrchu půdy, ale některé druhy vylézají při hledání potravy na vegetaci (např. *Demetrias atricapillus* loví mšice na rostlinách). Dospělci mohou být nápadně kovově zbarvení, ale řada druhů, zejména těch aktivních v noci, jsou černí nebo tmavě hnědí.



Obr. 24. Kvapník kovový (*Amara aenea*) se živí převážně semeny. Foto: Theodoor Heijermann.



Obr. 27. Drabčik *Tachyporus hypnorum*, významný predátor mšic. Foto: Romana Plačková.



Obr. 25. Kvapník měnivý (*Harpalus affinis*) se živí semeny i hmyzem. Foto: Theodoor Heijermann.



Obr. 28. Páteříček chloupkovaný (*Cantharis lateralis*), predátor požírající larvy i dospělé různé hmyzu, včetně mšic. Foto: Romana Plačková.



Obr. 26. Střevlíček měděný (*Poecilus cupreus*) je žravý predátor. Foto: Theodoor Heijermann.



Obr. 29. Samice nosatce (*Larinus sturnus*) kladou vajíčka do květního úboru bodláku zelného (*Cirsium oleraceum*). Foto: Jiří Skuhrovec.

Larvy jsou podlouhlé se čtvercovitou hlavou, tmavěji zbarvenou než zbytek těla a žijí zpravidla ve svrchních vrstvách půdy. Řada druhů požírá živočišnou potravu (Obr. 26), především členovce všech vývojových stádií či plže, ale velké množství druhů požírá i semena plevelů a přispívá tak k redukci počtu semen (Obr. 25), jež vstupují do půdní banky semen. Menšina druhů je téměř výhradně býložravá a semeny se živí i jejich larvy. Pře-

zimují buď dospělci (mohou žít několik let), nebo larvy. Z druhů s velkým dopadem na regulaci škůdců lze jmenovat např. kvapníka plstnatého (*Pseudoophonus rufipes*), šídlatce zářivého (*Bembidion lampros*), střevlíčka černého (*Pterostichus melanarius*) či střevlíčka dvoubarevného (*Anchomenus dorsalis*). Mezi téměř výhradně semenožravé druhy řadíme kvapníky rodu *Amara* (Obr. 24) či *Ophonus*.



Obr. 30. Larvy rýhonosce pcháčového (*Cleonis pigra*) se vyvíjejí ve stoncích různých druhů bodláků a pcháčů. Foto: Filip Trnka.

Drabčíkovití (Staphylinidae)

Dospělci jsou charakterističtí štíhlým protaženým tělem a silně zkrácenými krovkami, které kryjí jen menší část zadečku. Larvy jsou podlouhlé, s tmavě zbarvenou, na rozdíl od střevlíků shora okrouhlou hlavou. Většina druhů je aktivní v noci. Dospělci i larvy drabčíků jsou nesespecializovaní predátoři a živí se jak larvami, tak i dospělci různého hmyzu (např. mšice). Nejhojnějšími velkými druhy jsou zástupci rodu *Philonthus*, z drobných druhů pak např. *Tachyporus hypnorum*, jenž preferuje za potravu mšice (Obr. 27).

Páteříčkovití (Cantharidae)

Páteříčci jsou podlouhlí brouci s výrazně měkkými krovkami a tělem. Larvy jsou sametově ochlupené, černohnědé až černé, pohybující se po zemi. Jsou aktivní i v zimě. Dospělci i larvy jsou nesespecializovaní predátoři požírající larvy i dospělé různé hmyzu, včetně mšic. V agroekosystémech je hojný např. páteříček chloupkovaný (*Cantharis lateralis*) (Obr. 28).

Nosatcovití (Curculionoidea)

V rámci hmyzu se jedná o jednu z nejpočetnějších skupin vůbec, celosvětově je známo více jak 60 000 druhů, a v České republice žije více jak 900 druhů. Hlavní charakteristický znak je prodloužený nosec se zalomenými tykadly. Nosatci jsou velmi variabilní jak v rozmanitosti tvarů, barev, velikosti (od 1 mm do 40 mm) tak i v ekologii, kde došlo k velké specializaci na jejich hostitelské rostliny. Najdeme mezi nimi jak generalisty, tak i úzké specialisty na úrovni druhu hostitelské rostliny, ale i na úrovni rostlinných orgánů. Zástupci této skupiny jsou často využíváni jako velmi úspěšní regulátoři plevelných (nebo i invazních) rostlin, ať už jako



Obr. 31. Larvy štítonoše (*Cassida rubiginosa*) používají své výkaly na tvorbu štítu, pod kterým se schovávají před predátory a parazitoidy. Foto: Jiří Skuhrovec.

predisperzní predátoři semen (Obr. 29), nebo jako herbivoři na listech, ve stoncích nebo i v kořenech (Obr. 30).

Mandelinkovití (Chrysomelidae)

Jako mandelinku si většina lidí dokáže představit ve formě mandelinky bramborové, druhů je však mnohem více. Jde často o velmi pestře zbarvené brouky s kulovitým až válcovitým tělem. Jejich velikost může být do 13 mm. Mezi zástupce této čeledi řadíme nejen známé škůdce (např. kohoutci, mandelinka bramborová), ale patří sem i velmi užiteční herbivoři na plevelných rostlinách (např. štítonoši rodu *Cassida* na pcháčích, Obr. 31). Larvy i dospělci se živí především listy, ale známe případy i na stoncích anebo dokonce i na květech.



Obr. 32. Dospělí jedinci pestřenek, např. *Episyrphus balteatus*, se živí především pylem z květů a cukernatými roztoky, jako je nektar nebo medovice. Foto: Vojta Duchoslav.



Obr. 33. Dravé larvy pestřenek (Syrphidae) se nejčastěji živí mšicemi, a slouží tak jako významní regulátoři škůdců. Foto: Jiří Skuhrovec.

Řád: Dvokřídílí (Diptera)

Mezi dvokřídilým hmyzem najdeme velké množství predátorů škůdců (např. pestřenky, kuklice), ale i plno důležitých opylovačů, zejména opět pestřenek. Ostatní dvokřídílí jako opylovači jsou též velmi početní co do druhového zastoupení, rozhodně je však nemůžeme považovat za specialisty. Naopak, většina druhů má krátké sosáky a nejsou u nich známy žádné významné preference spojené s opylováním, s výjimkou dlouhososek (Bombylidae) a kroužilek (Empididae), kteří jsou významnými opylovači jarních planých rostlin. Některé druhy dvokřídilých preferují tmavě fialové květy s pachem hnijícího masa. Larvy některých dvokřídilých (např. vrtule, bejlomorky) představují významné herbivory na plevelech.

Pestřenkovití (Syrphidae)

Dospělci pestřenek jsou vzhledově velmi různorodí, najdeme mezi nimi jak drobné černé mušky, tak druhy s nápadným kontrastním žluto-černým pruhováním připomínajícím včely či vosy (odtud lidový název „vosičky“). Samci pestřenek jsou známí svým teritoriálním chováním, při kterém se pohybují charakteristickým trhaným letem a zastavují se na místě. Dospělí jedinci pestřenek se živí především pylem z květů a cukernatými roztoky, jako je nektar nebo medovice (Obr. 32). Potravní strategie jejich larev jsou velmi různorodé. Značná část druhů má dravé larvy (Obr. 33), které se nejčastěji živí mšicemi, a slouží tak jako významní regulátoři škůdců (Obr. 34). Dospělci pestřenek jsou velmi významnými, leč dosud často přehlíženými a podceňovanými opylovači, a to jak planě rostoucích druhů rostlin, tak i zemědělských plodin. Na rozdíl od včel pestřenky pyl z rostlin nekrmí své larvy, a nejsou proto uzpůsobeny k tomu, aby pyl z květů sbíraly systematicky, obvykle proto přenášejí menší množství než srovnatelně velké druhy včel. Přesto se některé druhy pestřenek svojí účinností včelám vyrovnají a díky velkým početnostem mohou být pestřenky pro mnohé druhy rostlin i významnějšími opylovači, než je včela medonosná, čmeláci či samotářské včely. Pestřenky jsou navíc méně specializovanými opylovači než včely, a spektrum jimi navštěvovaných rostlin se tak může dynamičtěji měnit podle aktuální nabídky rostlin, díky čemuž mohou zajistit opylení rostlin,



Obr. 34. Kukly pestřenek (Syrphidae) mají charakteristický kapkový tvar, jsou nalepeny na rostlinách a snadno viditelné. Foto: Jiří Skuhrovec

kterým by zrovna scházel jejich specializovaný druh opylovače. Oproti včelám nebo motýlům mají pestřenky kratší sosáky, a opylují proto převážně rostliny s mělkými květy, i mezi pestřenkami však najdeme druhy s dlouhými sosáky schopné opylovat rostliny s hlubokými květy (např. pestřenky rodu *Rhingia*).

Kuklicovití (Tachinidae)

Kuklice patří mezi významné parazitoidy (Obr. 35). Velké množství druhů napadá housenky škodlivých druhů motýlů.

Vrtulovití (Tephritidae)

Vrtule mají často výraznou černou nebo černožlutou kresbou na křídlech. Velikost jejich těl je přibližně 4–6 mm.



Obr. 35. Kuklice (Tachinidae) jsou významní nejen jako parazitoidi různých škůdců, ale také jako opylovači.
Foto: Kateřina Kovaříková.



Obr. 37. Housenka obaleče (*Cochylis hybridella*) požírá semínka uvnitř úboru pcháče různolistého (*Cirsium heterophyllum*).
Foto: Jiří Skuhrovec.



Obr. 36. Vrtule (*Tephritis conura*) hrají významnou roli v ekosystémových službách díky svým larvám, které poškozují semínka pcháčů v úborech, a tak omezují jejich šíření v krajině.
Foto: Jiří Skuhrovec.



Obr. 38. Larvy zlatooček (Chrysopidae) jsou velmi užiteční predátoři škůdců jak na poli, tak i v sadech.
Foto: Kateřina Kovaříková.

Dospělci poletují volně po vegetaci, a samice kladou jednotlivá vajíčka do rostlinného pletiva (plod, květ, stonek). Larvy vrtulí žijí v plodech nebo v květenstvích rostlin, kde hrají významnou roli i v zemědělství (Obr. 36). Na jedné straně jsou známy jako škůdci (kdo by neznal „červa“ v třešni), na druhé straně mnoho druhů hraje nezastupitelnou roli v regulaci plevelů (např. *Urophora cardui* na pcháči rolním).

Bejломorkovití (Cecidomyiidae)

Dospělci bejlomorek jsou velmi drobní zástupci dvoukřídlého hmyzu, cca 2–3 mm. Jejich křídla mají velmi reduovanou žilnatinu. Larvy bejlomorek jsou známy především jako tvůrci různých hálek, které snižují životaschopnost rostliny, ale známe také druhy, jejich volně žijící larvy, jsou užiteční drobní predátoři v květech.

Řád: Motýli (Lepidoptera)

Jako housenky označujeme larvy motýlů. V tomto stádiu dochází k největšímu znásobení velikosti těla, proto musí housenky sežrat velké množství potravy. Na rozdíl od dospělců – motýlů, mají kousavé ústní ústrojí, kterým škodí v květech (Obr. 37) a na listech plevelných rostlin. Housenky z čeledí drobníčkovití a obalečovití patří mezi nejvíce

významné zástupce motýlů regulující plevelné rostliny. Motýli a můry jsou také významní opylovači zejména plané rostoucích rostlin. Některé můry jsou významní opylovači produkčních plodin (např. tabák). Motýli preferují květy s velkým množstvím nektaru, který konzumují.

Řád: Sítkokřídlí (Neuroptera)

Larvy sítkokřídlého hmyzu jsou velmi důležití predátoři mšic a červců.

Zlatoočkovití (Chrysopidae)

Larvy zlatooček jsou významní polyfágní predátoři, živí se však především mšicemi (Obr. 38). Dospělci jsou celí zelení se zlatolesklými očima. Živí se hlavně cukernatými látkami, především medovicí. Vajíčka jsou taktéž zelená, kladená v řadách na rostliny na dlouhých stopkách. Larvy jsou velmi pohyblivé, s výraznými dutými šavlovitými kusadly, jež slouží k nabodnutí a vysátí natrávené kořisti. Jsou dosti pohyblivé, dokáží tedy vyhledávat alternativní kořisti a tak přežívat i v případech, kdy je populační hustota mšic velmi nízká. Aktivita dospělců i larev je převážně noční. Mají dvě generace do roka, přezimují dospělci. Běžným druhem je například zlatoočka obecná (*Chrysopa carnea*).



Obr. 39. Klopuška dravá (*Deraeocoris ruber*), nevybíravý predátor, živící se převážně škůdci. Foto Miroslav Deml.

Denivkovití (Hemerobiidae)

Denivky jsou podobné zlatoočkám vzhledem i způsobem života, ale menší. Oproti dospělcům zlatooček mají jednodušší křídelní žilnatinu. Larvy se vyskytují hlavně v pozdním létě a na podzim, dobře se tedy doplňují s larvami zlatooček. V porostech vojtěšky je hojná např. denivka skvrnitá (*Micromus variegatus*) (Obr. 40).

Bělotkovití (Coniopterygidae)

Dospělci jsou molům podobní, křídlově bělaví, larvy jsou růžové nebo indigové. Larvy se živí červci a mšicemi.

Řád: Ploštice (Heteroptera)

Dospělci i nymfy (nedospělé stádia) ploštic jsou velmi významní predátoři různých druhů škůdců (např. housenky, svilušky, třásněnky, mšice nebo červci).

Lovčicovití (Nabidae)

Predátoři živící se larvami a jiným měkkým hmyzem. Mají jednu generaci v roce, přezimuje dospělec. Hojná je např. lovčice krátkokřídla (*Himacerus apterus*) (Obr. 41).

Hladěnkovití (Anthocoridae)

Predátoři svilušek, třásněnek, mšic a červců. Mají dvě

generace v roce, přezimují dospělci. Běžná je např. hladěnka malá (*Orius minutus*) (Obr. 42), specializovaný predátor svilušek.

Klopuškovití (Miridae)

Polyfágní predátoři. Mají jednu generaci v roce, přezimují vajíčka. Hojná je např. klopuška dravá (*Deraeocoris ruber*) (Obr. 39).

Řád: Škvoři (Dermaptera)

Škvoři jsou všežraví, jsou významnými predátory škůdců především v ovocných sadech, kde mohou dosahovat velkých početností (Obr. 43). Často přezimují na kmenech stromů pod odchlíplou kůrou.

Řád: Kobylky (Ensifera)

Kobylky jsou neselektivní predátoři (Obr. 44). Bohatší výskyt mají pouze v relativně málo narušených agroekosystémech, jako jsou sady či vinice.

Řád: Třásněnky (Thysanoptera)

Třásněnky jsou drobný podlouhlý hmyz. Řada druhů škodí sáním na plodinách, řada druhů je však dravá a tak užitečná.



Obr. 40. Denivka skvrnitá (*Micromus variegatus*), larvy jsou predátory mšic a jiného drobného agregovaného hmyzu. Foto: Jozef Šeršeň.



Obr. 42. Hladěnka malá (*Orius minutus*), specializovaný predátor svilušek. Foto Miroslav Deml.



Obr. 41. Lovčice krátkokřídlá (*Himacerus apterus*) se živí larvami a jiným hmyzem s měkkým tělem. Foto J. Richtř.



Obr. 43. Škvor obecný (*Forficula auricularia*) patří mezi významné predátory škůdců v ovocných sadech. Foto: Filip Trnka.



Obr. 44. Kobylka zelená (*Tettigonia viridissima*) je běžný dravý druh kobyly. Foto: Ondřej Balvín.

PAVOUKOVCI (ARACHNIDA)

Řád: Pavouci (Araneae)

Většina pavouků jsou nespécializovaní predátoři konzumující širokou škálu kořisti, tedy i širokou škálu škůdců. Díky tomu není jejich populační dynamika závislá na populační dynamice žádného konkrétního druhu kořisti a je proto relativně stabilní. Pavouci tak nemohou způsobit úplné vyhubení škůdců, ale jsou schopni zamezit jejich přemnožení v počáteční fázi růstu populace. Díky některým vlastnostem jsou pavouci efektivnějšími regulátory škůdců než jiní predátoři. Vyznačují se například nadbytečným lovem, zabíjejí



Obr. 45. Křížák zelený (*Araniella cucurbitina*) je častý v ovocných sadech. Lapá hmyz pomocí kolových sítí na listech.
Foto: Radek Šich.

až 50krát víc kořisti, než jsou sami schopni zkonsumovat. Jednou z příčin tohoto chování je fakt, že kořist tráví mimořádně, tedy tak, že do ní nejprve vpustí enzymy. Teprve až je vnitřek kořisti dostatečně natráven, vysají ho. Do té doby však jsou stále puzeni k dalšímu lovu. Navíc velká část druhů používá k lovu sítě, které fungují jako nevýběrové pasti zachycující víc, než je pavouk schopen zkonsumovat. Další z hlediska ochrany plodin pozitivní vlastností pavouků je schopnost řady druhů aktivovat a lovit i v zimních měsících. Díky schopnosti šířit se pomocí vláknů větrem dokáží pavouci agroekosystémy po pravidelných disturbancech rychle osídlit. Významně pomáhají například proti zavíječům v jabloňových sadech, merám v hrušňových sadech či mšicím v obilninách. Například drobní pavoučci pavučenky (*Erigoninae*) jsou denně schopny sežrat část populace mšic v řádu procent. Experimentálně bylo prokázáno, že pouhá přítomnost pavouků má na studované škůdce repelentní účinek. Například na jabloních s pavouky došlo oproti stromům bez pavouků k redukci počtu housenek můry *Spodoptera littoralis* o 98 %, z toho 64 % housenek bylo zabito a zbylých 34 % stromy opustilo.

Pavouky můžeme rozdělit na ty, kteří loví kořist pomocí sítí a ty, které od tohoto způsobu upustili a na kořist číhají nebo jí uchvacují během či skokem. Mezi nejvýznamnější síťové pavouky v agroekosystémech patří plachetnatky, snovačky, křížáci a cedivečky.

Plachetnatkovití (Linyphiidae) jsou většinou drobní tmaví všudypřítomní pavoučci stavějící si plachetkovité sítě. Například na polích je velice hojná pavučenka rolní (*Oedothorax apicatus*) (Obr. 47). V prvních teplých slunečných dnech na začátku jara se tento druh hromadně šíří ze zimovišť pomocí vláken unášených větrem. Dokladem tohoto fenoménu bývají kobercovité akumulace hedvábných vláken na vyvýšených místech (např. náspech silnic), na kterých se letící jedinci hromadně zachytávají.

Snovačkovití (Theridiidae) si stavějí prostorové sítě tvořené nepravidelným shlukem propojených vláken. Na agroekosystémech je velice hojná snovačka pečující (*Phylloneta impressa*). V době zrání plodů řepky lze nalézt její hnízdo na vrcholku téměř každé rostliny.



Obr. 46. Křižák luční (*Mangora acalypha*) je u nás nejhojnějším křižákem polních kultur. Foto: Radek Šich.



Obr. 47. Plachetnatka pavučenka (*Oedothorax* sp.) je díky efektivnímu způsobu šíření pomocí větru schopna kolonizovat i vnitřní části polí. Foto: Radek Šich.

Křižákovití (Araneidae) jsou typičtí svými geometricky pravidelnými dvourozměrnými, tzv. kolovými sítěmi. Na okrajích polí bývá hojný křižák (*Mangora acalypha*) (Obr. 46), v sadech na listech křižák zelený (*Araniella cucurbitina*) (Obr. 45).

Cedivečkovití (Dictynidae) si dělají sítě podobné snovačkám, na rozdíl od nich však na vláčknech jako adhezivní materiál nemají lepivé kapky, ale takzvané kribelové vlášeni. Například cedivečka menší (*Dictyna pusilla*) a c. obecná (*D. arundinacea*) (Obr. 48) jsou hojné především na bylinách s pevnými stonky a na dřevinách, v sadech a jiných trvalejších agrikulturách.

Slídákovití (Lycosidae) běhají po povrchu půdy a nestavějí si sítě. Samičky mají kokon s vajíčky připředený k zadečku, vylíhlá mláďata se nechávají matkou vozit na hřbetě. Na polích je ve dne aktivním druhem slídák rolní (*Pardosa agrestis*) (Obr. 49), v noci pak slídák drápkatý (*Trochosa ruricola*) (Obr. 50).



Obr. 49. Slídák rolní (*Pardosa agrestis*) loví na povrchu půdy v polních agroekosystémech. Foto: Radek Šich.



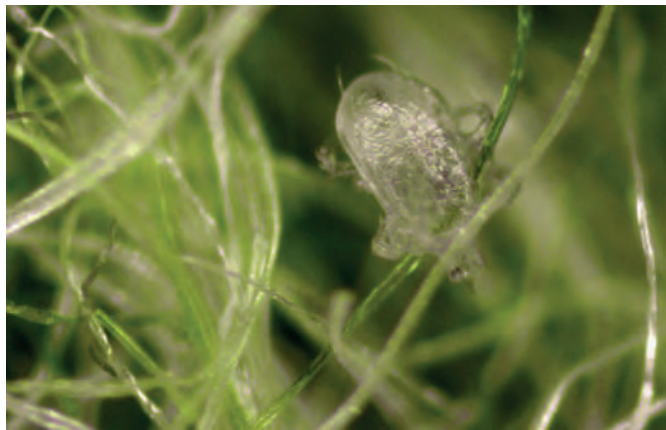
Obr. 48. Cedivečka obecná (*Dictyna arundinacea*) si staví sítě na pevných stoncích bylin na okrajích polí. Foto: Radek Šich.



Obr. 50. Slídák zemní (*Trochosa terricola*) je na rozdíl od slídáka rolního aktivní v noci. Foto: Radek Šich



Obr. 51. Listovník obecný (*Philodromus cespitum*) je dominantním arborikolním predátorem v ovocných sadech. Foto: Radek Šich.



Obr. 54. Dravý roztoč čmelíkovec *Typhlodromus pyri* je významným predátorem svilušek. Foto: Biocont, s.r.o.



Obr. 52. Běžník Kochův (*Xysticus kochi*) číhá na svoji kořist na povrchu půdy na různých biotopech, včetně polí. Foto: Radek Šich.



Obr. 55. Dravý roztoč čmelíkovec *Amblyseius cucumeris* se živí nymfami třásněnek a malými roztoči. Foto: Biocont, s.r.o.



Obr. 53. Běžník kopretinový (*Misumena vatia*) číhá na kořist v květech, je schopna částečně barvoměny dle barvy květu. Foto: Radek Šich.

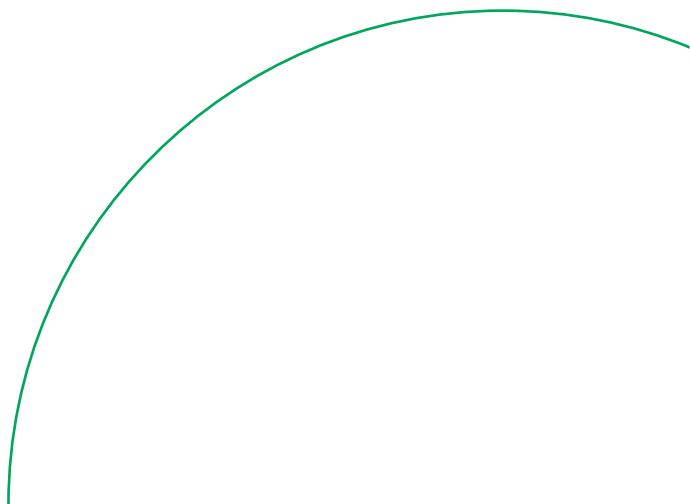
Listovníkovití (Philodromidae) jsou rychlí pavouci, kteří se díky přísavným chloupkům na chodidlech obratně pohybují po vegetaci, kde aktivně vyhledávají kořist. V ovocných sadech je například velice hojný listovník obecný (*Philodromus cespitum*) (Obr. 51).

Běžníkovití (Thomisidae) jsou podobní listovníkům. První dva páry nohou jsou u nich výrazně delší než zadní dva, všechny páry směřují do stran podobně jako u krabů. Na rozdíl od listovníků nespolehají na svoji rychlost, na kořist nehnutě číhají. Obvykle mají krycí zbarvení, druhy číhající na zemi hnědé strakaté, například na polích hojný druh běžník obecný (*Xysticus cristatus*) (Obr. 52), druhy číhající na květech se přizpůsobily barvě květů, například v sadech hojný běžník kopretinový (*Misumena vatia*) (Obr. 53).

Skákavkovití (Salticidae) Mají výborný zrak a schopnost uchvátit kořist skokem. Na polích nebývají hojné, na stabilnějších agroekosystémech, jako jsou vinice, jsou však velice početné. Na stromech v sadech se vyskytuje například skákavka nosatcová (*Ballus chalybeius*), druh napodobující tvarem těla nosatce.

Řád: Roztoči (Acari)

Kromě řady škůdců existují mezi roztoči i predátoři. Někteří jsou využíváni v boji proti škůdcům. Například čmelíkovec *Typhlodromus pyri* (Obr. 54) je významným predátorem svilušek, čmelíkovec *Amblyseius cucumeris* (Obr. 55) se živí nymfami třásněnek a malými roztoči.



DALŠÍ ČLENOVCI (ARTHROPODA)

Řád: Stejnonožci (Isopoda)

Stínky a svinky jsou skupinou suchozemských korýšů. Nalezneme je pod kameny nebo pod rostlinným opadem na okrajích polí, ale některé druhy se neváhají vydat i do porostů. Jsou to primárně rozkladači organických odumřelých látek, ale požírají také semena a tím se podílejí na regulaci druhů plevelů s malými semeny (např. kokoška pastušá tobolka) (Obr. 56). Některé druhy jsou nápadné tím, že se dokážou svinout do kuličky.

Třída: Mnohonožky (Diplopoda)

Většina druhů má silně protáhlé tělo a tělní články jsou vybaveny dvěma páry končetin. Jedná se zejména o rozkladače, ale žerou i drobná semena plevelů (Obr. 57).

KROUŽKOVCI (ANNELIDA)

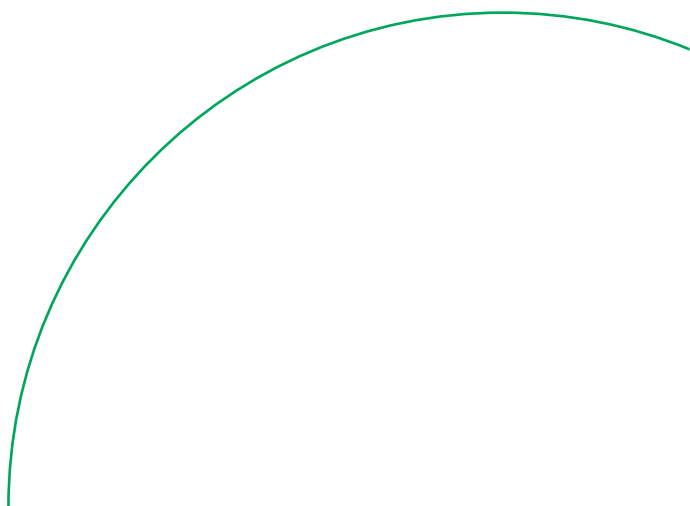
Nejvýznamnějšími zástupci kmene kroužkovců pro zemědělskou výrobu jsou bezpochyby žížaly. Jedná se o živočichy dokonale přizpůsobené pro život v půdě. V České republice se vyskytuje 52 druhů. Naši zástupci dosahují rozměrů v rozmezí 1–30 cm. Většina druhů je vázána na neutrální až zásadité půdy. Žížaly jsou významnými rozkladači organické hmoty, zásadním způsobem přispívají k provzdušnění půdy a tím urychlení mineralizace. Zde je zmiňujeme proto, že patří mezi konzumenty semen plevelů v půdní zásobě. Zatahováním semen do hlubších vrstev půdy snižují pravděpodobnost klíčení.



Obr. 56. Svinka obecná (*Armadillidium vulgare*) se podílí na regulaci plevelů tím, že požírá jejich semínka. Foto: Filip Trnka.



Obr. 57. Mnohonožka lesní (*Julus scandinavicus*), hojný druh živící se detritem i semeny plevelů. Foto: Tomáš Vrána.



6. METODY POZOROVÁNÍ A STUDIA POSKYTOVATELŮ EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽEB

Pro pozorování a zjišťování **biodiverzity** druhů poskytujících **ekosystémové služby** v porostech plodin lze využít obvyklé entomologické metody, jež se úspěšně používají i mimo **agroekosystémy**.

Přítomnost přirozených nepřátel můžeme pozorovat prostým prohlížením porostu a povrchu půdy. Tento postup nevyžaduje žádné speciální vybavení. Ideální je k tomu ráno slunného dne, kdy teplota vzduchu je nižší, než teplota osluněných rostlin a země. Larvy pestřenek a zlatooček, které se přes den skrývají, můžeme pozorovat za soumraku, kdy vylézají na vrcholy rostlin. Kukly pestřenek, sluněček a některých druhů parazitoidů nalezneme poblíž míst výskytu škůdců, bez ohledu na denní dobu. Parazitoidy mšic nejsnáze detekujeme přítomností „mumií“. Při prohlížení povrchu půdy je dobré se soustředit na ležící předměty. Mnoho druhů predátorů škůdců (střevlíci, drabčící, pavouci) i semen plevelů (střevlíci) se během dne ukrývá pod kameny, kusy cihel, prkny a dalším materiálem. Tyto druhy lze také nalézt ukrývající se pod rostlinstvem, např. pod polehlou vegetací, trsy trav, přízemními růžicemi a podobně, včetně odumřelých a hnijících zbytků. Zejména v předjaří, za prvních teplých dní, lze pod kameny na krajích polí nalézt velké množství užitečných druhů, jež se později v sezóně budou vyskytovat v porostech plodin.

Další metodou vhodnou pro zjištění výskytu a početnosti druhů členovců v porostu je smýkání pomocí tzv. smýkací sítě neboli smýkačky. Smýkací síť je tvořena nejčastěji kruhovým rámem s upevněnou dvojistou sítkou; rám se sítkou je pak připojen na hůlku, jež může být teleskopická. (Obr. 58). Síť se pak smýká po porostu průběžným pohybem ve tvaru ležaté osmičky. Tímto způsobem lze nasbírat druhy žijící trvale na rostlinách, včetně škůdců, ale i jejich přirozené nepřátele, a dále opylovače a další druhy navštěvující kvetoucí rostliny.

Hmyz žijící ve větvoví stromů, např. v sadech nebo mimo produkční pozemky je možné sbírat sklepáváním, např. do větší bílé misky nebo plátna. Nejvhodnější je sklepávat ráno a večer, jelikož během dne členovci nabývají na aktivitě s rostoucí teplotou.

Pro zachycení druhů pohybujících se po povrchu půdy lze využít tzv. zemní pasti. Plastový kelímek, např. od jogurtu, nebo zavařovací sklenici zakopeme tak, aby ústí bylo na úrovni povrchu země (Obr. 59). Past může být vybavena návnadou, např. kouskem masa nebo sýra zabaleného do papíru, jež přilákají větší množství jedinců, na druhou stranu však roste riziko zachycení i obratlovců (ježků, rejsků, obojživelníků i plazů), jež jsou v České republice chráněni



Obr. 58. Smýkající síť pro zachycení hmyzu na vegetaci.
Foto: Miroslav Seidl.



Obr. 59. Zemní past slouží k monitoringu bezobratlých živočichů pohybujících se po povrchu země. Foto: Pavel Saska.



Obr. 60. Žluté misky jsou využívány k monitoringu létajícího hmyzu. Foto: Eva Korábková.



Obr. 62. Plastelínové housenky nám pomáhají odhalit predáční tlak na populaci škůdců. Foto: Miroslav Seidl.



Obr. 61. Kartička se semeny je nástroj pro monitoring predáčního tlaku na populaci plevelných rostlin. Foto: Pavel Saska.

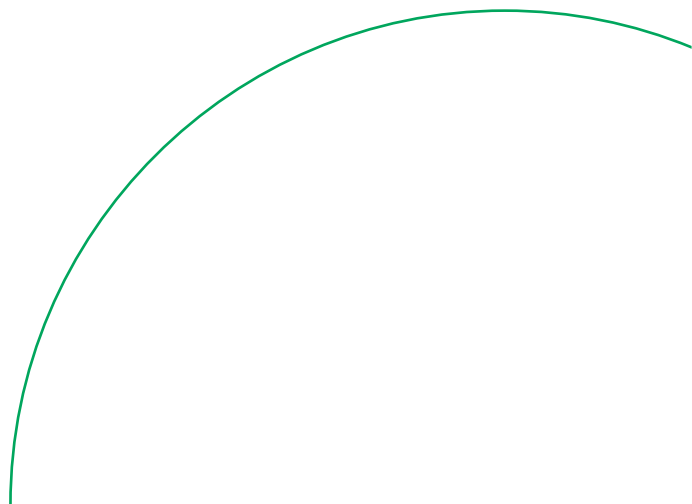
zákonem. Při výzkumu bývají pasti z poloviny vyplněny fixační tekutinou (slaná voda, formaldehyd, roztok kyseliny octové s glycerolem nebo vodný roztok propylenglykolu), jež ulovené jedince usmrtí a částečně konzervuje. Pro orientační monitoring tento postup nedoporučujeme, aby nedocházelo ke zbytečnému usmrcování užitečných druhů. Pasti bez fixáže je ale třeba často kontrolovat, aby nedošlo ke zbytečnému úhynu nebo k vzájemnému sežrání odchycených jedinců. Do zemních pastí se chytají především pavouci, některé skupiny brouků (střevlíkovití, drabčíkovití, méně páteříčkovití a sluněčkovití), ale i suchozemští stejnonožci (svinky a stínky), mnohonožky a stonožky.

Aktivita a **abundance** opylovačů se standardně stanovuje pomocí barevných misek. Tyto misky se umísťují na úrovni vegetačního pokryvu a plní se fixační tekutinou (Obr. 60).

Množství jedinců, jenž se vylíhne z půdy, lze odvozovat pomocí tzv. Malaiseho pastí. Prakticky se jedná o stan, který je zabudován do země a ve vrcholu je umístěna odchytová

lahvička s fixáží. Jedinci vylíhnuvší se z půdy se snaží z pasti uletět, až se zachytí ve sběrné lahvičce.

Druhy s noční letovou aktivitou se loví pomocí světelných lapáků. Jedná se o zdroj světla (nejlépe výbojková zářivka, ale v nouzi poslouží i světla z automobilu) svítící na bílé plátno. Jedinci hmyzu přilákaní na světlo se sbírají jednotlivě. Při odchytu na světlo je třeba mít na paměti, že za nocí s jasným svitem měsíce okolo úplňku jsou odchty nižší vzhledem k nízké účinnosti světelného lapáku. Kromě zjišťování, které druhy se v agroekosystémech vyskytují, je účelné zjistit přímo jejich úlohu. Predace, ať už semen plevelů nebo škůdců, se zjišťuje pomocí kartiček, na které se připevní semena, vajíčka hmyzu nebo třeba mšice (Obr. 61). Kartičky se pak položí na povrch půdy nebo připevní na vegetaci, dle zaměření pozorování, a po čase se zkontroluje, kolik kořisti z kartičky ubylo. Tímto způsobem lze nepřímou odvozovat, jaký tlak predátorů na populaci škůdců nebo plevelů vytvářejí. Dalším způsobem je vystavení housenek vytvořených ze zelené plastelíny (Obr. 62), jež se připevní na vegetaci. Po čase se opětovně dá zjistit, kolik housenek bylo napadeno, protože po útoku predátorů zůstanou na plastelínové housence otisky kusadel, zubů nebo zobáku. Lze poměrně snadno odlišit, která širší skupina predátorů měla útok na svědomí. Tato metoda tak poskytuje další důležité informace o úloze biodiverzity v polních podmínkách.



7. PODPORA DRUHŮ POSKYTUJÍCÍCH EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY

V posledních desetiletích pozorujeme drastický úbytek přirozených nepřátel škůdců. Tento pokles začíná být vnímán i širokou veřejností a politickými reprezentacemi, právě vzhledem k ekonomickému významu, jež hmyz a další skupiny pro člověka mají. Např. studie německo-nizozemského týmu vědců z roku 2017 pokrývající období cca 25 let odhalila 75 % pokles létajícího hmyzu, počítáno v biomase. Za hlavní příčinu tohoto poklesu je považováno chemické znečištění prostředí a pokles **biotopové** pestrosti zemědělské krajiny. Jelikož významným zdrojem znečištění zemědělské krajiny je bohužel i zemědělská výroba, byla v minulosti učiněna politická rozhodnutí, jak pokles **biodiverzity** a souvisejících **ekosystémových služeb** v zemědělské krajině zvrátit. Na tato politická rozhodnutí jsou navázány různé dotační programy podmíněné právě dodržováním takových postupů, jež by měly biodiverzitu v zemědělské krajině a související ekosystémové služby podpořit (Agroenvironmentálně-klimatická opatření, Greening, podpora ekologického zemědělství). Paradoxně však nastavení podmínek a striktní vyžadování jejich dodržování v řadě případů spíše biodiverzitu uškodilo (např. termíny celoplošných sečí trvalých travní porostů). Aktuálně společná zemědělská politika EU prochází inovací podmínek právě s ohledem na zvýšení udržitelnosti hospodaření na zemědělské půdě (Green Deal: Zelená dohoda pro Evropu), a biodiverzita je středobodem těchto plánů.

Existuje řada způsobů, jak výskyt druhů poskytujících ekosystémové služby zemědělství v agroekosystémech podpořit. Umělé vysazování velkého množství jedinců je vhodné spíše pro využití ve sklenících či pro potřeby zahrádkářů a drobných pěstitelů, v rozsahu polních podmínek je však těžko realizovatelné a ekonomicky neúnosné. Je tedy nezbytné se soustředit na podporu **populací** přirozeně existujících agroekosystémech.

7.1 OBNOVA MIMOPRODUKČNÍCH PLOCH V ZEMĚDĚLSKÉ KRAJINĚ

Zahraniční výzkumy ukazují, že **mimoprodukční plochy** tvoří klíčový prvek pro zachování biodiverzity a udržitelnost ekosystémových funkcí zemědělské krajiny (Obr. 63). Mechanismů, jakými k zachování biodiverzity v krajině mimoprodukční plochy přispívají, je celá řada. Význam mimoprodukčních ploch je ukázkovým příkladem komplexnosti vazeb v zemědělské krajině.

Mimoprodukční plochy slouží jako trvalá nebo dočasná refugia pro druhy, jež nejsou schopny tolerovat pravidelné narušování polí. **Refugia** jsou místa, kam se přirození nepřátelé uchylují během agrotechnických zásahů, jako je orba či sklizeň. Tedy meze, remízky, úvozy a jiná neobhospodařovaná místa v zemědělské krajině. Odtud pak mohou přirození nepřátelé obdělávané pozemky zpětně kolonizovat. Rozsah a úspěšnost takové rekolonizace pak závisí na velikosti parcel. Bylo zjištěno, že celá řada druhů významných při regulaci škodlivých činitelů je schopna pronikat do polí do vzdálenosti maximálně 30 až 70 metrů od okraje pole, a následně exponenciálně klesá i regulace škůdců směrem od refugia. V okolí **agrocenóz** je tedy vhodné udržovat neobdělávané plochy a zmenšit výměru jednotlivých parcel, respektive rozdělit je nově vybudovanými mimoprodukčními plochami. Čím pestřejší vzhledem ke struktuře mimoprodukční plochy jsou, tím pestřejší zdroje potravy biotopy poskytují, hostí pestřejší a početnější společenstva přirozených nepřátel škůdců i opylovačů, a stabilita celého agroekosystému roste.

Mimoprodukční plochy mohou sloužit jako **biokoridory** pro šíření druhů a pro komunikaci (tj. výměnu genů) mezi jednotlivými částmi **meta-populací**, čímž přispívají k udržitelnosti a genetické variabilitě uvnitř jednotlivých sub-populací. Plochy se zastoupením dřevin zvyšují přístupnost pro lesní druhy, pro něž je jinak intenzivně využívaná zemědělská krajina obtížně překonatelná.

Celá řada druhů využívá mimoprodukční plochy jako místo pro nalezení zdroje potravy (nektar, pyl, semena) pro



Obr. 63. Mimoprodukční plocha ponechána ladem.
Foto: Eva Korábková.



Obr. 64. Biopásy poskytují nejen potravu opylovačům, ale slouží i jako refugium pro predátory a parazitoidy regulující škůdce a plevelné rostliny. Foto: Eva Korábková.

vývojová stádia i dospělce hmyzu. Zvlášť důležité je to pro parazitoidy a predátory mšic, například samic pestřenek živících se před kladením vajíček pylem. Nektarem z planých druhů rostlin se živí opylovači v období, kdy zemědělské plodiny nekvetou. Přirození nepřátelé škůdců se v obdobích, kdy není dostatek škůdců, živí na jiných druhích vyskytujících se na mimoprodukčních plochách. Stejně důležité jsou mimoprodukční plochy i pro opylovače, kteří díky nižší druhové diverzitě rostlin v krajině způsobené jednotným obhospodařováním na velkých jednolitých plochách (např. velkoplošné zásahy ve stejném období) mohou trpět nedostatkem potravy (pyl, nektar). Pro velké množství opylovačů jsou plně dostačující druhy rostliny, které je možné vysévat v různých směsích, tzv. nektarodárné biopásy (Obr. 64). Opylovači potřebují nutně zvýšit počet a zejména diverzitu kvetoucích rostlin v průběhu celé sezóny. Stejně důležitý je i správně zvolený management těchto biopásů, např. časové seče, ponechávání nesklizených částí plodin, nebo také podpora neosetých nebo narušených plošek. Velmi užitečné by bylo nejen zvýšit diverzitu druhů využitelných pro biopásy, ale také podporovat okrajové pásy a ponechávat zelené úhory.

Mimoprodukční plochy pro mnoho druhů užitečných organismů představují důležitý biotop během životního cyklu. Využívají je jako místo pro páření, kladení vajíček, hnízdění či přezimování. Mnohé druhy jsou limitovány nedostatkem vhodných míst k přezimování, která by byla vhodná mikroklimaticky a během zimního období nebyla narušována. Slunéčkovití například vyžadují k přezimování jižní svahy stepního charakteru nebo jižní okraje lesů porostlé řídkou vegetací. Na zastíněných a hustě porostlých místech slunéčka během přezimování hynou houbovými chorobami. Vhodná zimoviště si zasluhují ochranu, například udržováním nízké vegetace pastvou, vyloučeno by mělo být vypalování. Vyčleněním z obdělávané půdy mohou být vytvořena nová zimoviště. Taková zimoviště mohou být navíc vybavena schránkami pro zimování zlatoočkovitých i některých slunéčkovitých, které mohou být vytvořeny z dostupného stavebního materiálu (např. dřevo, eternit, dehtový papír). I většina střevlíkovitých brouků přezimuje mimo pole, v okolních mezích v trsech trávy a pod kameny.

Zastoupení mimoprodukčních ploch v zemědělské krajině je žádoucí zvýšit, například v podobě pásů napříč rozsáhlými pozemky nebo opuštěním obtížně obhospodařovatelných ploch (okolí melioračních skruží či vedení vysokého napětí, terénní nerovnosti apod.). Začleněním kvetoucích pásů byla zvýšena kontrola škůdců přirozenými nepřáteli o 16 %. Funkci refugií lze podporovat pravidelným sečením a sklizením biomasy, vyloučením aplikace pesticidů a průmyslových hnojiv.

7.2 ZMĚNA HOSPODAŘENÍ

Podpory biodiverzity a ekosystémových služeb lze docílit zaváděním postupů integrovaného způsobu hospodaření, popřípadě ekologického zemědělství. Jakákoliv minimalizace či zavedení extenzivních přístupů v rostlinné výrobě se ve střednědobém horizontu pozitivně projeví na intenzitě ekosystémových služeb poskytovaných biodiverzitou.

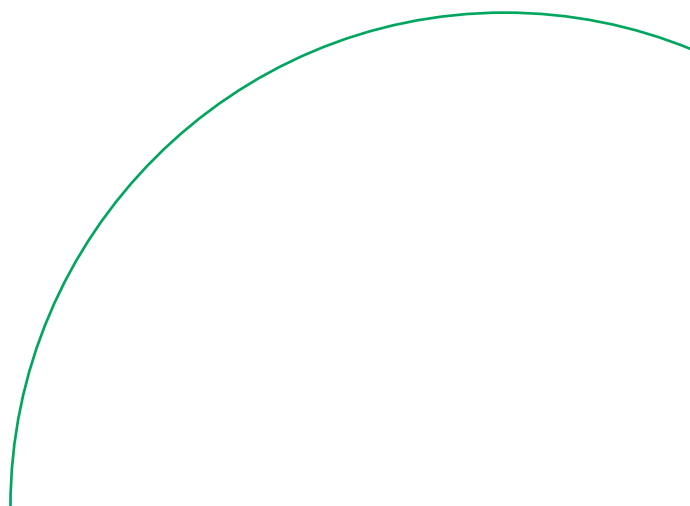
Klíčové agrotechnické operace, jako je sklizeň a orba, přímo zapříčiňují úmrtnost části populace. Například při použití žacíh řezaček při sklizni píce byly zjištěny až padesátiprocentní ztráty na populaci slunéčkovitých. Je vhodné plodinu po posečení nechat po určitou dobu ležet, aby měli přirození nepřátelé příležitost se rozlézt (přirození nepřátelé jsou obvykle pohyblivější než škůdci). Taktéž je vhodné nesklízet plodinu na celé ploše najednou, ale postupně, např. v pásech. Orbu lze minimalizovat nejen vzhledem k hloubce zpracování půdy či jejímu převrácení, ale i v čase a prostoru. V zahraničí se prosazují postupy, kdy ke zpracování půdy dochází pouze jednou za dva roky. Bezorebné hospodaření zpravidla kladně ovlivňuje celkovou biodiverzitu agroceózy. Pásové zpracování půdy představuje další moderní možnost, jak orbu minimalizovat. Kromě přímé mortality agrotechnické operace na přirozené nepřátele škodlivých činitelů negativně působí celkovou změnou charakteru prostředí (změna mikroklimatu, odstranění potravy a úkrytu), což vede k opuštění biotopu.

Osevní sledy skýtají značný potenciál vzhledem k podpoře biodiverzity poskytující ekosystémové služby. Delší osevní sledy vyžadují zvyšování pestrosti plodin pěstovaných na jednom pozemku, což s sebou nese nutnost rozrůznit agrotechnické operace v čase. Delší osevní sledy také častěji uvažují se zapojením meziplodin, jež obecně pozitivně působí na necílové živočichy. Intercropping, tj. souběžné pěstování více druhů plodin může mít pozitivní efekt na biodiverzitu.

Používání statkových hnojiv se ukazuje jako lepší alternativa, vzhledem k biodiverzitě, než minerální hnojiva. Ne že

by minerální hnojiva sama o sobě představovala významné nebezpečí, spíše se při hnojení statkovými hnojivy do půdy dostává větší množství organické hmoty a tím se zvyšuje biologická aktivita v půdě, jež se odrazí i na produktivitě a celkové biodiverzitě daného stanoviště.

Při používání prostředků ochrany rostliny je třeba se řídit rozumem. Při nadměrném používání insekticidů i herbicidů dochází k zahubení i užitečných organismů. Aplikaci insekticidů je třeba provádět na základě krátkodobé prognózy maximální abundance škůdce. Je-li poměr mezi přirozenými nepřáteli a škůdci vysoký, je vhodné od ošetření upustit. Žádoucí je především omezovat použití některých kontaktních přípravků (organofosfáty, pyrethroidy), které zásadním způsobem redukuje společenstva přirozených nepřátel, a nahrazovat je selektivními insekticidy. Rekolonizaci ošetřených ploch přirozenými nepřáteli z okolí lze urychlit omezením aplikace postřiků jen na vybraná místa s využitím postupů precizního zemědělství. Vhodné je provádět postřiky v poledních hodinách, kdy je většina přirozených nepřátel neaktivní. Na souvracích je vhodné vynechat ošetření herbicidy. Bylo prokázáno, že zachování přijatelného stupně zaplevelení porostu např. zvyšuje početnost pestřenkovitých, zlatoočkovitých či parazitoidů a podstatně tak snižuje abundance řady druhů škůdců. Vyšší diverzita rostlin a hmyzu se pozitivně projeví i ve vyšší početnosti ptáků, jež se hmyzem či semeny živí.



8. SLOVNÍČEK ODBORNÝCH POJMŮ

Abundance, viz Početnost

Agrobiocenóza – soubor populací všech druhů (nebo druhů sledované skupiny) obývajících daný biotop v zemědělské krajině.

Agrocenóza, agrobiocenóza – společenstvo obývajících konkrétní agroekosystém.

Agroekologie – disciplína ekologie, která studuje vztahy mezi organismy a mezi organismy a prostředím v agroekosystémech.

Agroekosystém – typ ekosystému, tj. soubor všech organismů obývajících funkčně a prostorově definovanou oblast včetně abiotického prostředí zemědělské krajiny a vzájemných interakcí. Agroekosystém bývá více či méně intenzivně využíván člověkem jako zdroj potravin a krmiv nebo surovin pro jejich výrobu. V konkrétních případech hovoříme např. o agroekosystému pšeničného pole. Je předmětem zájmu agroekologie.

Biodiverzita – biologická rozmanitost, tj. variabilita všech živých organismů na daném území, včetně genetické. Rozeznáváme α -diverzitu (rozmanitost na úrovni stanoviště), β -diverzitu (míra rozdílnosti diverzity mezi společenstvy různých biotopů), a γ -diverzitu (diverzita na úrovni krajiny).

Bioindikátor – organismus nebo skupina organismů využitelná pro posouzení stavu ekosystému.

Biokoridor – liniový přírodní nebo polopřírodní biotop spojující mimoprodukční plochy v zemědělské krajině. Biokoridory umožňují přemísťování druhů a subpopulací v zemědělské krajině.

Biotop (stanoviště, habitat) – společné životní prostředí (abiotické nebo biotické) jednotlivých druhů. Soubor druhů společně obývajících biotop tvoří společenstvo. I zemědělsky využívané plochy tvoří biotop pro řadu druhů (tzv. produkční biotopy).

Cizosprašnost – květy rostliny musí být opyleny pylem z jiného jedince téhož druhu

Detritovor, viz Potravní specializace (podle typu potravy)

Disperze semen – šíření semen. Rostliny využívají různých způsobů. Jedním ze způsobů je šíření pomocí živočichů (zoochorie).

Disturbance – narušení stávajícího stavu ekosystému nebo biotopu. Narušení může být cílené, nebo náhodné. Mezi cílené disturbance patří např. provádění agrotech-

nických opatření (sklizeň, orba, mulčování) či aplikace prostředků ochrany rostlin. Náhodné disturbance souvisejí zpravidla s výkyvy počasí (zaplavení, vichřice, činnost velkých savců).

Druh – soubor populací, jež mají společnou evoluční historii a jsou od ostatních populací reprodukčně izolovány.

Ekosystémová služba – přínosy poskytované biodiverzitou člověku. Ekosystémových služeb je celá řada a dají se rozdělit na regulující, zásobovací, kulturní a podpůrné. Regulující ekosystémové služby zajišťují přirozenou regulaci škodlivých činitelů (např. živočišných škůdců a plevelů), ovlivňují klima (např. vázáním CO₂) a zabráňují erozi. Zásobovací ekosystémové služby zajišťují zdroj vody (čistící schopnost), potravin a surovin pro jejich výrobu, materiálů a genových zdrojů. Kulturní ekosystémové služby poskytují rekreaci, inspiraci a estetické prožitky. Podpůrné ekosystémové služby zajišťují koloběh živin v ekosystémech, umožňují podmínky pro život uvolňováním kyslíku do atmosféry a poskytováním životního prostoru, formují půdu. Do této kategorie patří také opylování.

Ekoton – rozhraní dvou různých biotopů nebo ekosystémů. Rozhraní může být ostré (pole – louka), anebo propustné (step – les), kdy se vytvářejí přechodová společenstva složená z druhů typických pro oba biotopy. Ekotonová společenstva bývají tedy druhově velmi pestrá díky pronikání druhů z jednoho biotopu do druhého (tzv. ekotonální efekt).

Fungivor, viz Potravní specializace (podle typu potravy)

Funkční (bio)diverzita – rozmanitost funkcí poskytovaných složkami biodiverzity.

Funkční redundance (funkční ekvivalence) – řada druhů zastává velmi podobné nebo zcela totožné pozice v ekosystému. V případě narušení ekosystému se tyto druhy mohou funkčně zastoupit. S rostoucí diverzitou druhů zastávajících stejnou funkci roste resilience ekosystému právě proto, že roste množství vzájemně se zastupujících druhů.

Generalista, viz Potravní specializace (podle míry specializace)

Generativní šíření rostlin je za pomoci semen, kdy semena dozrávají na mateřské rostlině, a pomocí semen

se šíří dále do krajiny. Semena vznikají oplozením vajíčka rostliny. Může však vzniknout i bez oplození (tzv. apomixe). Semena se šíří do krajiny především větrem, vodou nebo pomocí dalších organismů (hmyzu, ptáků, člověka a mnoha dalších).

Habitát, viz Biotop

Herbivor, viz Potravní specializace (podle typu potravy)
Hodnocení biodiverzity – biodiverzita ekosystémů je zpravidla hodnocena přímým vzorkováním, tj. odběrem jedinců standardní metodou, nebo odečtem jedinců přímo v terénu. Za účelem zhodnocení a srovnávání biodiverzity jsou využívány indexy biodiverzity. Srovnávání biodiverzity je smysluplné, pouze je-li uvažována velikost vzorku.

Indexy biodiverzity – kvantitativní vyjádření biodiverzity. Nejjednodušším vyjádřením diverzity je druhová bohatost, udávající počet zjištěných druhů. Často používanými indexy pro diverzitu jsou Shannonův index a Simpsonův index. Vzorečky pro jejich výpočet jsou k nalezení v každé učebnici ekologie.

Indexy diverzity krajiny – vyjádření diverzity ve složení krajiny. Nejčastěji se používá Shannonův index diverzity krajiny, analogický k Shannonovu indexu diverzity druhů.

Indikátor, viz Bioindikátor

Invaze – pronikání nepůvodních druhů do ekosystémů mimo svůj původní areál rozšíření. Invaze mohou být spontánní nebo vyprovokované záměrnou či nechtěnou introdukcí druhu člověkem. Hovoříme potom o invazním druhu.

Karnivor, viz Potravní specializace (podle typu potravy)
Kompetice (konkurence) – soutěžení o zdroje, např. mezi plodinou a plevelem. Pokud je porost zemědělské plodiny dobře zapojen, není pro ostatní plevelné rostliny snadné konkurovat plodině.

Konkurence, viz Kompetice

Meta-populace – soubor prostorově oddělených subpopulací, jež však spolu komunikují prostřednictvím migrujících jedinců, a tak se navzájem ovlivňují. Viz. obr. 65.

Mimoprodukční plocha – biotop v zemědělské krajině, který není přímo zemědělsky využíván, ale se zemědělsky využívanými biotopy často bezprostředně sou-

sedí. Např. meze, remízky, úhory, a podobně. Mimoprodukční plochy jsou zdrojem biodiverzity pro produkční biotopy, a pro řadu druhů tvoří refugia v zemědělské krajině.

Monofág, viz Potravní specializace (podle míry specializace)

Mutualismus – ekologický vztah, ze kterého mají prospěch oba účastníci. Příkladem je opylování.

Nika – soubor podmínek ekosystému umožňující přežití životaschopné populace druhu. Podmínky mohou být jak abiotické (např. vhodná teplota), tak biotické (např. přítomnost živné rostliny).

Oligofág, viz Potravní specializace (podle míry specializace)

Omnivor, viz Potravní specializace (podle typu potravy)

Opylovač (respektive Opylovatel) – živočich (hmyz, ptáci, netopýři a další) přenášející pyl z květu na květ nebo z rostliny na rostlinu. Terminologie není ustálená. V posledních letech se preferuje pro tyto živočichy nový termín, a to opylovatel. Opylovač je pak jen producent pylu, tedy rostlina, která se dokáže svým pylem samoopylit nebo opylit další jedince stejného druhu

Opylování – přenos pylu (samčí pohlavní buňky) na samičí část květu (na bliznu u krytosemenných rostlin a na vajíčko u nahosemenných rostlin). Podmínka oplození.

Parazitické rostliny na kořenech jiných rostlin nejsou v ČR tak časté, nicméně i u nás se nachází několik poloparazitů, např. kokrhel luštinec, který může parazitovat na travách, a tím zlikvidovat část jejich populace.

Početnost (abundance) – relativní zastoupení druhu v ekosystému. Zpravidla se udává jako počet jedinců ve vzorku.

Polyfág, viz Potravní specializace (podle míry specializace)

Populace – soubor jedinců stejného druhu, jenž spolu obývá čas a prostor, a mezi nimiž probíhá tok genů.

Populační dynamika – vývoj početnosti populace druhu během sezóny

Potravní síť – předivo potravních vztahů mezi jednotlivými patry potravního řetězce i v rámci nich, zahrnující rozkladače, primární producenty a konzumenty několika úrovní (býložravce, predátory, parazity i parazitoidy). Potravní síť, na rozdíl od potravního řetězce, ukazuje i sílu vazeb mezi jejími jednotlivými složkami.



Obr. 65. Metapopulace (mapový podklad: www.mapy.cz)

Potravní specializace (podle míry specializace) – Podle šíře potravní specializace rozeznáváme čtyři hlavní kategorie. Druhy živící se pouze jedním druhem se nazývají monofágní (např. nosatčik suříkový, který se specializuje pouze na rostliny šťovíku). O něco méně specializované jsou druhy stenofágní, živící se pouze příbuznými druhy, např. patřící do jedné čeledi (jako příklad můžeme uvést střevlíky rodu *Ophonus* živící se semeny mrkvovitých rostlin). Oligofágní druhy se pak živí jedním typem kořisti více nepříbuzných druhů. Monofágní, stenofágní a oligofágní druhy označujeme jako specialisty. Jako generalisty pak označujeme druhy polyfágní, živící se širokým spektrem různých druhů kořisti. Příkladem pak může být střevlíček *Pterostichus melanarius*, jenž požírá jak různé živé i mrtvé živočichy, tak semena plevelů.

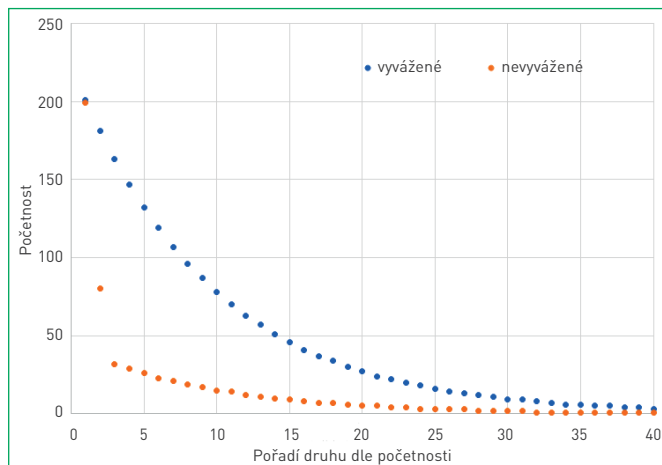
Potravní specializace (podle typu potravy) – živočichové jsou schopni za potravu přijímat téměř jakýkoliv zdroj organického původu. Druhy, jež se živí rostlinami nebo jejich částmi, nazýváme býložravci (herbivoři), druhy živící se živočišnou potravou pak masožravci (karnivoři), živící se houbami označujeme jako fungivorní a ty, jež využívají odumřelou hmotu, označujeme jako detritovory. Pokud se živočich živí více typy potravy, označujeme ho jako omnivora.

Půdní zásoba semen (seed bank) je přirozeně se vyskytující zásoba semen v půdě. Semena z předchozích let jsou velmi často dormantní, tedy v klidové fázi, kdy nemohou vyklíčit. Díky tomu se v půdě za mnoho let akumuluje velké množství semen (uvádí se, že na jednom metru i desetitisíce semen), což není překvapivé, neboť například jedna rostlina merlíku bílého je schopna vyprodukovat 10 000 semen, které mají životnost až 10 let.

Refugium – stanoviště tvořící útočiště pro druh nebo druhy, jež byly dříve v krajině mnohem více rozšířeny. Refugium zároveň tvoří zdroj pro opětovnou kolonizaci produkčních biotopů (polí) poskytovateli ekosystémových služeb.

Resilience – schopnost ekosystému nebo ekosystémové služby odolat narušení. Narušení může být jak náhodné (ohně, vichřice), tak záměrné (agrotechnické opatření).

Rezistence k herbicidům – populace rostlin, které jsou schopny odolávat herbicidním přípravkům. Nedochá-



Obr. 66. Příklad vyváženého a nevyváženého společenstva.

zí k jejich zničení a každým rokem přibývá více rostlin s touto vlastností. V ČR můžeme například najít populaci chundelky metlice (*Apera spica-venti*) rezistentní k sulfonylmočovinám.

Samosprašnost – květy rostliny mohou být opyleny pylem i z květů téhož jedince, nebo dokonce ze stejného květu

Specialista, viz Potravní specializace (podle míry specializace)

Společenstvo (biocenóza) – soubor populací všech druhů obývajících daný biotop. Společenstvo může být vyvážené (složené z celé řady druhů s relativně srovnatelnou abundancí), nebo nevyvážené (dominuje jeden nebo několik málo druhů a ostatní druhy jsou zastoupeny jen v nízké abundanci). Viz obr. 66.

Stanoviště, viz Biotop

Stenofág, viz Potravní specializace (podle míry specializace)

Vegetativní šíření rostlin je šíření pomocí vegetativních orgánů (oddenků, hlíz nebo kořenů). Vegetativní šíření je známo např. u pcháče rolního nebo pýru plazivého.

9. POUŽITÁ LITERATURA

Begon, M., Harper, J.L. & Townsend, C.R (2010): Základy ekologie. Univerzita Palackého, Olomouc.

Bogusch, P. (2019): Domečky pro včely a užitečný hmyz. Grada, Praha.

Hajek, A. & Eilenberg, J. (2018): Biological Control of Weeds. In Natural Enemies: An Introduction to Biological Control. Cambridge University Press, Cambridge.

Honěk, A., Lukáš, J., Martinková, Z., Pultar, O. & Řezáč, M., (2008): Význam predátorů a parazitoidů v integrovaných systémech ochrany rostlin. Uplatněná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha-Ruzyně.

Honěk, A., Martinková, Z., Lukáš, J., Řezáč, M., Saska, P. & Skuhrovec, J. (2017): Mšice na obilninách: biologie, prognóza a regulace. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha-Ruzyně.

Janzen, D.H. (1981): Seed Predation by Animals. Annual Review of Ecology and Systematics. 2: 465-492.

Jervis, M.A. (2005): Insects as Natural Enemies: A Practical Perspective. Springer, Dordrecht.

Kolibáč, J., Hudec, K., Laštůvka, Z., Peňáz, M. a kol. (2019): Příroda České republiky. Průvodce faunou. Academia, Praha.

Kůrka, A., Řezáč, M., Macek, R. & Dolanský, J. (2019): Pavouci České republiky. Academia, Praha.

Power, A.G. (2010): Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. Philosophical Transactions of the Royal Society B 365: 2959–2971.

Schowalter, T.D. (2013): Insects and Sustainability of Ecosystem Services. CRC Press, Boca Raton.

EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY POSKYTOVANÉ BEZOBRATLÝMI V ZEMĚDĚLSTVÍ OPYLOVÁNÍ A REGULACE ŠKŮDCŮ A PLEVELŮ

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Tým Funkční biodiverzity

Drnovská 507, Praha 6 – Ruzyně

Autoři:

doc. RNDr. Pavel Saska, Ph.D.

RNDr. Jiří Skuhrovec, Ph.D.

Ing. Hana Foffová

RNDr. Milan Řezáč, Ph.D.

Vydavatel:

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Česká technologická platforma pro zemědělství

Grafika:

Pavla Brus Ortová

Tiskárna:

SYNERGIE: 4U s.r.o.

Vydání: první

Rok vydání: 2020

Náklad: 1000 ks

ISBN: 978-80-7427-344-5

Za obsahovou a jazykovou správnost díla odpovídají autoři.

