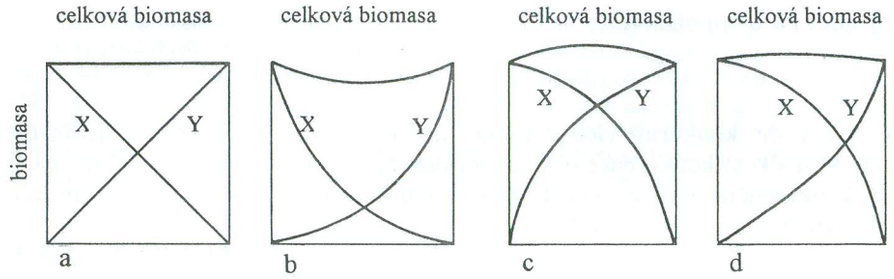


Obr. 55 Nahrazovací pokusy v rostlinných kulturách (vysvětlení v textu)

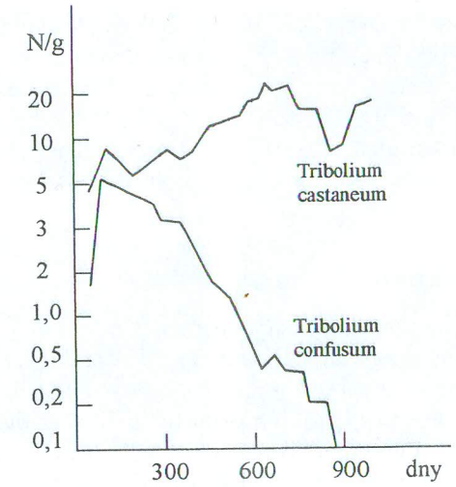
Konkurence mezi druhy rostlin bývá studována prostřednictvím tzv. nahrazovacích pokusů, ve kterých jsou konkurenti vysíváni v různých poměrech při konstantní celkové hustotě. Možné výsledky jsou znázorněny na obr. 55. Jestliže jsou vnitrodruhová a mezidruhová konkurence více méně vyrovnané, zůstává biomasa obou druhů ve směsi i v čistých kulturách stejná (obr. 55a). Pokud je mezidruhová konkurence vyšší, vede společná kultura k poklesu biomasy obou druhů i celkové biomasy (obr. 55b). Při větší vnitrodruhové konkurenci je biomasa druhů ve směsi v obou případech vyšší než v čistém porostu a výrazně narůstá i biomasa celková (obr. 55c). Konečně při asymetrické konkurenci, která je nejčastější, je biomasa jednoho z druhů větší a druhého menší než v čisté kultuře (obr. 55d).

Potemník skladištní (*Tribolium confusum*) a potemník hnědý (*Tribolium castaneum*) mají velmi blízké ekologické niky a výsledek jejich konkurence v homogenním neměnném prostředí závisel na mikroklimatických podmínkách. V prostředí teplém a vlhkém byl eliminován potemník skladištní, v prostředí chladnějším a sušším naopak potemník hnědý. Pokud byly podmínky pokusu periodicky měněny, přežívaly oba druhy (Park, 1954, obr. 56).

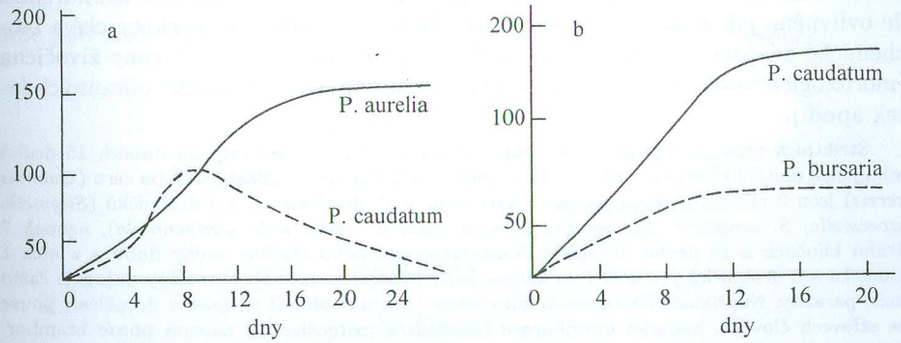
Druhy trepek *Paramecium aurelia, P. caudatum* a *P. bursaria* vykazovaly v izolovaných kulturách přibližně stejně rychlý růst populační hustoty. Pokud byly chovány společně *Paramecium aurelia* a *P. caudatum*, došlo za necelý měsíc k absolutnímu potlačení *P. caudatum* a v kultuře zůstalo pouze *P. aurelia*. *Paramecium caudatum* a *P. bursaria* naopak ve společné kultuře dlouhodobě koexistovaly, což bylo umožněno jejich poněkud odlišnými potravními a prostorovými nároky, čili rozrůzněním ekologických nik (Gause, 1935, obr. 57).

4.8 Potravní vztahy

Potrava patří mezi rozhodující ekologické faktory. Potravní (trofické) vztahy se realizují buď mezi živými organismy navzájem a pak bezprostředně souvisejí s některými vztahy mezi populacemi probranými v předcházejících kapitolách (predace, herbivorie, parazitismus, patogenie, příp. mutualismus), nebo jde o využívání neživých, anorganických nebo organických zdrojů. U rostlin výrazně převažuje druhá možnost, u ostatních organismů se běžně setkáme s oběma typy. Existence potravních vztahů je vnějším (ekologickým) předpokladem zabezpečení výživy organismů, tedy přívodu látek, které jsou především zdrojem energie a stavebním materiálem. Vlastní proces přijímání a zpracování potravy (živin) i pozdější přetváření těchto látek v tělech organismů již studuje fyziologie. Z hlediska způsobu výživy a získávání energie rozlišujeme dva základní typy organismů.



Obr. 56 Výsledky konkurenčního vztahu mezi potemníkem skladištním (*Tribolium confusum*) a potemníkem hnědým (*T. castaneum*) v teplém a vlhkém prostředí (blíže v textu). Podle Parka, 1954



Obr. 57 Konkurenční ovlivňování 3 druhů trepek; a – konkurenční vyloučení *Paramecium caudatum* druhem *P. aurelia*; b – koexistence druhů *P. caudatum* a *P. bursaria* (vysvětlení v textu). Gause, 1935

1. Autotrofní organismy využívají jako výživu rozpuštěné minerální látky, uhlík získávají z oxidu uhličitého (CO_2) a zdrojem energie je pro ně buď sluneční záření (**fotoautotrofie**), nebo méně často oxidace anorganických substrátů (**chemoautotrofie**). K prvním patří sinice, řasy, vyšší rostliny a některé baktérie, k druhým pouze některé baktérie. Autotrofní organismy jsou schopny vytvářet z látek anorganických látky organické.

2. Heterotrofní organismy získávají energii rozkladem organických látek vytvořených autotrofy, které jsou také rozhodujícím zdrojem výživy. Tyto organické látky ve svých tělech různě přetvářejí a opět postupně přeměňují v látky anorganické. Patří sem většina baktérií, houby, živočichové a zcela výjimečně i rostliny.

Ojediněle jsou heterotrofové schopni i autotrofního způsobu života, např. někteří bičíkovci mohou využívat oba způsoby výživy **(mixotrofní organismy)**, nebo tzv. **fotoheterotrofní** baktérie sice fotosyntetizují, ale zdrojem uhlíku jim jsou především organické sloučeniny.

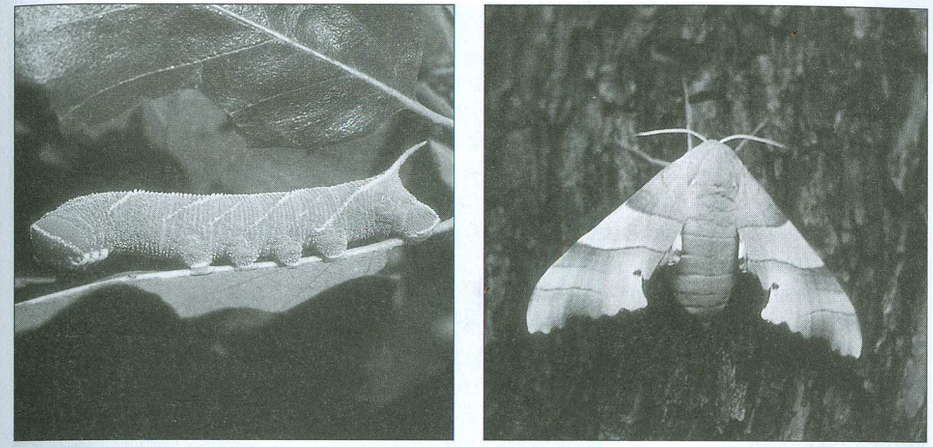
Výživa rostlin a ostatních autotrofních organismů je předmětem fyziologie, proto se v další části této kapitoly soustředíme na potravní vztahy týkající se zejména živočichů.

Šíře potravních nároků

Podle šířky potravního spektra rozlišujeme živočichy **steno-** a **euryfágní** nebo častěji monofágní, oligofágní, polyfágní a pantofágní. **Monofágní** druhy jsou potravně specializované na jediný typ nebo druh potravy. **Oligofágní** živočichové jsou méně nároční a konzumují více příbuzných rostlin nebo živočichů v rámci téhož rodu nebo maximálně čeledi. **Polyfágní** živočichové mají potravní spektrum značně široké, obvykle přesahující rozsah hostitelské čeledi nebo řádu. **Pantofágní**, neboli všežraví živočichové požírají širokou škálu rostlinné i živočišné potravy. I méně specializované druhy preferují určitou potravu nebo volí potravu nejdostupnější a teprve při nedostatku přecházejí na potravu náhradní. Různě široká potravní vazba může být výsledkem rozmanitě probíhající evoluce i někdejší konkurence. Je ovlivněna jak ze strany konzumovaných rostlin (ochranné morfologické a biochemické adaptace, produkované atraktanty, repelenty), tak ze strany živočicha (morfologické adaptace, speciální enzymatická výbava k detoxikaci obranných látek apod.).

Striktních monofágů je poměrně málo. Ve střední Evropě se vyvíjí na dubech 15 druhů minujících motýlů klíněnek a 22 druhů drobníčků. Výlučnými monofágy na dubu ceru (*Quercus cerris*) jsou 2 klíněnky (*Phyllonorycter abrasellus* a *P. ilicifoliellus*) a 5 drobníčků (*Stigmella szoecsiella, S. zangherii, Ectoedemia liechtensteini, E. cerris* a *E. gilvipennella*), naopak 7 druhů klíněnek a 13 druhů drobníčků konzumuje více nebo všechny druhy dubů a z nich 1 klíněnka a 5 drobníčků přechází i na kaštan jedlý (*Castanea sativa*). Monofágy najdeme často mezi parazity. Například tasemnice dlouhočlenná (*Taenia solium*) cizopasí v dospělosti pouze ve střevech člověka, háďátko bramborové (*Globodera rostochiensis*) napadá pouze brambor. Pohlavní fáze vývojového cyklu toxoplazmy obecné (*Toxoplasma gondii*) probíhá pouze v těle kočky, zatímco fáze nepohlavní byla zjištěna u mnoha druhů ptáků a savců.

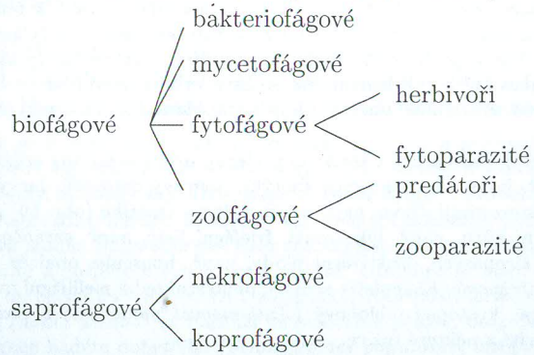
Různě široká oligofágie je poměrně častá (obr. 58). Například housenice hřebenule borové (*Diprion pini*) se živí pouze jehlicemi borovic, housenka bource morušového (*Bombyx mori*) pouze listím moruší a medvídek koala (*Phascolarctos cinereus*) konzumuje výlučně listí blahovičníků, tedy ve všech třech případech patří hostitelské rostliny do jediného rodu. K typickým polyfágům patří například bekyně mniška (*Lymantria monacha*) nebo sviluška chmelová (*Tetranychus urticae*), které se vyvíjejí na řadě dřevin i bylin. Výrazně preferovanou potravou mnišky je však smrk obecný (*Picea abies*). Ze savců jsou polyfágní např. prase divoké (*Sus scrofa*) a medvěd hnědý (*Ursus arctos*). Pantofágními živočichy jsou např. někteří švábi a škvoři.



Obr. 58 Lišaj dubový (*Marumba quercus*, vlevo jeho housenka) se vyvíjí pouze na dubech, přičemž preferuje dub cer (*Quercus cerris*)

Potravní zaměření

Podle potravních nároků můžeme živočichy rozdělit následujícím způsobem:



Biofágové konzumují živá těla organismů nebo jejich části. **Bakteriofágové** požírají baktérie, **mycetofágové** houby, **fytofágové** rostliny a **zoofágové** živočichy. **Herbivoři (fytoepizité)** jsou zpravidla větších rozměrů a konzumují podstatnou část rostliny, naopak **fytoparazité** (rostlinní cizopasníci) jsou drobní a rostlinu jen poškozují. Parazité jsou vesměs specializovanější na druh potravy i napadenou část rostliny. Jejich požerky jsou často druhově specifické a už samy o sobě umožňují bezpečné určení původce poškození. O rozdílech mezi predátory a zoofágními parazity je pojednáno podrobněji v části o vztazích mezi populacemi.

Zcela specifickým způsobem výživy je tzv. **symbiontofágie**. Jde o ty případy vnějšího nebo vnitřního mutualismu, kdy se populace mikroorganismu významně podílí na rozkladu složitých organických látek (celulóza, lignin) a sama je průběžně konzumována živočichem.

Odumřelou organickou hmotu v různém stupni rozkladu požírají **saprofágové**. Z nich potom **nekrofágové** konzumují mrtvá těla organismů, zatímco **koprofágové** se živí trusem živočichů. Mezi biofágií a saprofágií neexistuje ostrá hranice, jednotliví saprofágové obvykle vyžadují určitý stupeň rozkladu od čerstvého mrtvého těla po naprosto destruovanou organickou hmotu. Odumřelá organická hmota je často navíc pokryta nárostem baktérií a hub a v této podobě je teprve konzumována saprofágy. Saprofágové, kteří požírají rozkládající se živočišnou hmotu, mají díky podobné enzymatické výbavě a fyziologii trávení často velmi blízko k masožravcům, naopak rostlinní saprofágové k býložravcům. Méně druhů živočichů se živí odumřelou hmotou bez ohledu na její rostlinný nebo živočišný původ.

Podobně i mezi heterotrofními mikroorganismy najdeme druhy biotrofní (ekto- i endoparazitické), saprotrofní a mezi houbami i dravé. K nemnoha případům heterotrofní výživy dochází také u vyšších rostlin, které čerpají potřebné látky prostřednictvím mykorhizy z kořenů jiných rostlin (parazité) nebo z mrtvé organické hmoty (saprofyté).

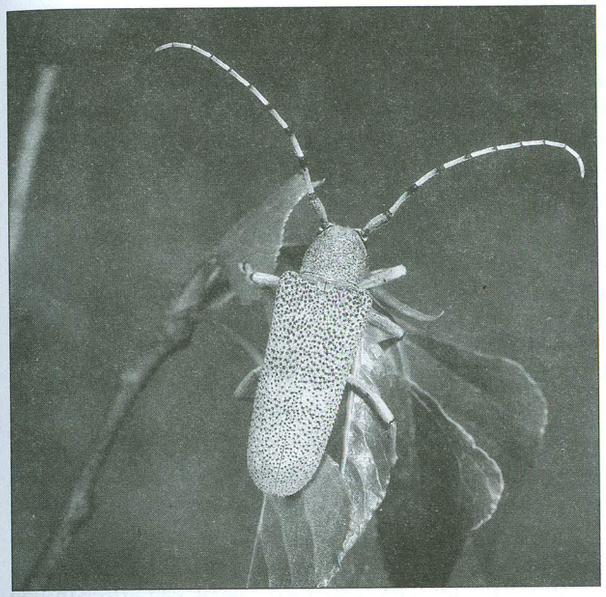
Příklady rostlinných parazitů jsme již zmínili, k saprofytům patří například hlístník hnízdák (*Neottia nidus avis*).

Bakteriofágní jsou mnozí prvoci, houby (hlenky) a hlístice, mycetofágní jsou například mušky čeledi bedlobytkovití a někteří brouci. Výlučnými herbivory jsou mezi savci všichni zástupci lichokopytníků, zajíci a přežvýkavci. Z ptáků jsou téměř výhradně plodožraví (fruktivorní) a semenožraví (granivorní) měkkozobí. U většiny ptáků je různý podíl rostlinné a živočišné potravy. Například u jednotlivých skupin vrubozobých v pořadí labutě, husy, kachny, poláci a morčáci můžeme pozorovat přechod od preference rostlinné potravy k téměř výlučné zoofágii. Z domácích druhů ryb je býložravá například ostroretka stěhovavá (*Chondrostoma nasus*), která požírá nárosty řas, a perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*) živící se vyššími rostlinami. Z introdukovaných ryb konzumuje porosty vyšších rostlin amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*), zatímco tolstolobik obecný (*Hypophthalmichthys molitrix*) v potravě preferuje fytoplankton.

Fytofágní bezobratlí častěji než obratlovci preferují určitý rostlinný orgán. **Druhy rhizofágní** požírají kořeny, např. housenky některých motýlů, ponravy chroustů, larvy některých krasců a tesaříků, **xylofágní** konzumují dřevo, např. všekazi, larvy tesaříků (obr. 59) a krasců, housenky drvopleňů, **korticivorní** kůru, např. lýkožrouti, **fylofágní** listy, např. saranče, housenky mnoha motýlů a housenice širopasých, **fruktivorní** plody, např. housenka obaleče jablečného (*Cydia pomonella*) a vrtule třešňové (*Rhagoletis cerasi*), **pollivorní** pyl a **mellifágní** med, např. včelovití, **anthofágní** květy, např. květopas jabloňový (*Anthonomus pomorum*) a **cecidofágní** žijí uvnitř hálek např. žlabatkovití a některé mšice.

Rovněž u zoofágů se setkáme s různými potravními specializacemi. Výlučně zoofágní jsou ze savců například ploutvonožci, kytovci a naši letouni. Převážně nebo výhradně **vertebratofágní** (požírají obratlovce) jsou kočkovití a většinou i psovití, kunovití a kromě výjimek i dravci a sovy. Z nich je speciálně **ornitofágní** (loví ptáky) například sokol stěhovavý (*Falco peregrinus*). Kormorán velký (*Phalacrocorax carbo*) a morčáci (*Mergus* spp.) jsou **ichtyofágní** (rybožraví). Jihoameričtí upírovití jsou **hematofágní**, živí se krví obratlovců stejně jako některé pijavice, klíšťata a blechy. K typickým **entomofágům** (požírají hmyz) patří například kukačkovití, lelkovití, rorýsovití, šplhavci a řada pěvců. Převážně **myrmekofágní** (požírá mravence) je například krutihlav obecný (*Jynx torquilla*).

K nejznámějším nekrofágům patří hyenovití, supi a množství zástupců bezobratlých. Z brouků jsou to například hrobaříkovití, z dvoukřídlých bzučivkovití a mouchovití, dále pancířníci, máloštětinatci, množství druhů zvláště půdních hlístic a prvoků. Speciálně koprofágní jsou některé druhy vrubounovitých a mnozí dvoukřídlí.



Obr. 59 Larvy tesaříků jsou často xylofágní; kozlíček topolový (*Saperda carcharias*)

Kvalita a množství potravy

Složení potravy zůstává po celou dobu života jedince více méně stálé, nebo se do různé míry mění. Zvláště u druhů, které během ontogeneze procházejí několika vývojovými stádii, jsou často změny potravních nároků výrazné.

Například larvy jepic jsou dravé, zatímco dospělci potravu nepřijímají, housenky motýlů jsou býložravé, dospělci sají sladké šťávy nebo mají trávicí soustavu zakrnělou, larvy blech se živí organickými zbytky, dospělci sají krev, naproti tomu nymfy i dospělci vážek jsou dravci, ale potravu loví v naprosto odlišném prostředí. Ke změnám dochází i u druhů, kde se nestřídají odlišná vývojová stádia. Štika obecná (*Esox lucius*) sice zůstává po celý život dravcem, ale složení potravy plůdku a dospělých ryb je zcela odlišné. Obdobně se mění potravní nároky při střídání hostitelů v ontogenetických cyklech cizopasníků. Například larvocysta (boubel) tasemnice dlouhočlenné (*Taenia solium*) se nachází ve svalovině prasat, dospělec v trávicím traktu člověka, jedna generace háděte dobytčího (*Strongyloides papillosus*) cizopasí v trávicím traktu dobytka, druhá generace žije volně saprofágně. Rozdíly mohou být dokonce i u různých pohlaví, například samičky komárů nebo ovádů sají krev, zatímco samci pouze nektar květů. Složení potravy ovlivňuje i potravní nabídka na určitém biotopu. Ta se mění s ročními obdobími, ale také s kolísáním populační hustoty druhů sloužících jako potrava. Vrabec domácí (*Passer domesticus*) po většinu roku preferuje rostlinnou potravu, ale v době krmení mláďat spotřebuje značné množství hmyzu.

Vedle kvalitativního složení potravy je důležitá i její kvantitativní spotřeba. Množství potravy ovlivňuje jednak její výživná hodnota a dále charakter metabolismu příslušného živočicha. Mladší jedinci mají obvykle kvantitativně větší požadavky než dospělci, obdobně pohyblivější živočichové spotřebují více než málo aktivní druhy. Zvláště homoiotermní živočichové v souvislosti s udržováním tělesné teploty vyžadují pravidelný příjem potravy. U nejmenších homoiotermů může za určitých okolností denní dávka potravy dokonce přesáhnout hmotnost těla a mnozí vydrží bez potravy jen 1 až 2 dny. Naopak některé poikilotermní

druhy jsou schopny naráz pozřít značné kvantum potravy a potom také vydrží velmi dlouhou dobu hladovět. Extrémní případy najdeme mezi plazy nebo hematofágními cizopasníky. Například klíště obecné (*Ixodes ricinus*, obr. 45) zvětší svůj objem při nasátí krví až 200× a vydrží bez potravy až 2 roky.

Množství a kvalita potravy má často na populaci živočicha výrazný vliv. Ovlivňuje aktivitu a velikost jedinců, jejich vitalitu, natalitu i mortalitu. U dravců a sov se mění velikost snůšky podle množství dostupné potravy, tj. hlodavců a další kořisti. Rovněž délka a rychlost vývoje je zvláště u mnohých poikilotermních živočichů dána kvalitou i kvantitou potravy. Potrava může být dokonce příčinou vzniku tzv. **trofogenních kast** u sociálně žijícího hmyzu.

4.9 Antropogenní ovlivňování početnosti populace

4.9.1 Ochrana rostlin

Produkční společenstva jsou vytvářena nebo alespoň řízena člověkem. Člověk při jejich udržování postupuje obvykle proti fungování autoregulačních mechanismů a omezuje početnost všech druhů, které mají negativní vliv na velikost úrody. Živočichové, plevele a patogeny působí v celosvětovém měřítku 30–40 % ztráty na možné zemědělské úrodě, ve střední Evropě jsou tyto ztráty odhadovány asi na 15 %. Škodliví činitelé jsou potlačováni zejména chemickými, agrotechnickými a biologickými metodami.

Použití **chemických prostředků** k regulaci početnosti hraje stále rozhodující roli. Je sice velmi starého data, ale obrovského rozvoje doznalo teprve po 2. světové válce. Syntetické chemické látky využívané k potlačování škodlivých organismů (pesticidy) se podle svého určení dělí na insekticidy, akaricidy, nematocidy, moluskocidy, rodenticidy, herbicidy, fungicidy apod. Zahrnují jak látky toxické (sloučeniny arzénu a síry, chlorované uhlovodíky, organofosfáty, karbamáty, pyretroidy), tak regulátory růstu, vývoje a aktivity (juvenoidy, diflubenzuron, chemosterilanty, feromony, repelenty). Jejich způsoby aplikace i účinky na organismy jsou značně rozmanité. Syntetických pesticidů neustále přibývá, v roce 1998 bylo v ČR registrováno 415 přípravků na bázi 250 účinných látek. Vzhledem ke všeobecně známým negativním dopadům používání pesticidů směřuje jejich vývoj k vyhledávání méně škodlivých, selektivních a rychle se rozkládajících látek bez vedlejších účinků.

Agrotechnické metody snižování početnosti nežádoucích organismů zahrnují osevní postupy, obdělávání, hustotu porostu, výběr stanoviště, umístění a rozmístění kultur, přesnou dobu jednotlivých zásahů, zvyšování diverzity krajiny apod. Tyto metody mají většinou preventivní charakter, tj. udržují populační hustoty škodlivých činitelů na přijatelné výši a současně umožňují rozvoj jejich přirozených antagonistů. Biologickým činitelům ochrany rostlin je věnována následující kapitola. **Biologické metody** však nezahrnují pouze využití přirozených antagonistů, ale také šlechtění tolerantních a rezistentních odrůd, šlechtění na vyšší konkurenční schopnost rostlin vůči plevelům a konečně v posledních letech i genové manipulace, jejichž výsledkem jsou tzv. transgenní rostliny. Genetická