



Ing. Veronika Tůmová

Integrovaná ochrana rostlin v akvaponii

Akvaponický produkční systém kombinuje hydroponické pěstování rostlin s recirkulačním chovem ryb v akvakulturní části. Hlavním účelem tohoto propojení technologií je synergie umožňující opakované využití vody i živin v systému se zachováním produkční efektivity obou stávajících systémů.

Existují dva základní typy akvaponie. V jednosmyčkovém (coupled) systému voda recirkuluje mezi akvakulturní a hydroponickou částí. Tento systém umožňuje přímý přenos živin a mikroorganismů, ale omezuje možnost individuální optimalizace podmínek pro ryby a rostliny. Ve dvousmyčkovém (decoupled) systému jsou akvakulturní a hydroponické okruhy oddělené a voda od ryb je jednosměrně přepouštěna k rostlinám. To umožňuje individuální kontrolu fyzikálně-chemických parametrů vody v každé části. Je tak možné udržovat zásadní parametry vody, jako je obsah dusíkatých látek, teplotu a pH na optimální úrovni pro jednotlivé organismy, a zároveň nastavit vhodné živinové složení pro hydroponicky pěstované rostliny.

Akvaponie musí být „non toxic“

Vzhledem k recirkulaci vody v jednosmyčkových systémech je možnost ochrany pomocí většiny běžně používaných pesticidů nemožná. Při aplikaci postřiku na rostliny dochází ke skapání účinné látky do živného roztoku, a tím se recirkulací dostává dále do biofiltru (obr. 2) a k rybám. Většina pesticidů je pro ryby a nitrifikační bakterie v biofiltru toxická. Při vysoké koncentraci pesticidu ve vodě dochází k otravě ryb. V případě otravy nitrifikačních bakterií dochází k hromadění odpadního amoniaku



Obr. 1 – Specifikum akvaponie je přítomnost ryb v systému. Ryby jsou citlivé na obsahy znečišťujících a toxických látek



Obr. 2 – Biofiltr je díky nitrifikačním bakteriím jádrem akvaponického systému. Z vody odstraňuje toxický amoniak, a vytváří živiny pro rostliny. Nárůst řas v biofiltru je podhoubím pro další infekce a choroby

v systému. Pokud není amoniak ve vodě bakteriemi přeměňován, zvyšuje se jeho koncentrace ve vodě a hrozí otrava ryb. Při nízké koncentraci pesticidu dochází k bioakumulaci účinné látky ve tkáni ryb a ryba tak není bezpečná ke konzumaci.

Řešením jsou dvousmyčkové systémy

Hydroponické pěstování rostlin je založené na intenzivní a precizní výživě rostlin. Většina kulturních rostlin pro svůj růst potřebuje vysoký obsah dusíku, fosforu, draslíku, vápníku a dalších živin. Pro

ryby je naopak vhodné prostředí s nízkým obsahem dusíkatých a jiných znečišťujících látek. Zvýšené množství dusíkatých látek zapříčiňuje růstovou retardaci ryb, vedoucí ke sníženým přírůstkům a stresu chovaných zvířat. Oproti tomu je v případě dvousmyčkových systémů výhodou možnost použití širšího spektra přípravků na ochranu rostlin bez zvýšených rizik pro ryby a bakterie.

Komplexní preventivní opatření

Pěstování ve skleníku představuje perfektní prostředí pro škodlivé organismy, vytváří chráněné prostředí bez srážek a větru, s dostatkem potravy, ideální teplotou a vlhkostí. Proto je nutné v první řadě snížit riziko zavléčení infekce nebo škůdce do skleníku. Pro kontakt vnějších činitelů s vnitřním prostředím je zapotřebí na vstupech vytvořit bariéry (tj. přetlaková komora, dezinfekční rohože, filtrace ve vzduchotechnice), a dodržovat provozní řád, jehož součástí jsou preventivní opatření, jako například převlékání zaměstnanců a přísná hygiena.

Jako doprovodná opatření je vhodné vybrat skleníkové odrůdy šlechtěné pro hydroponické pěstování, dodržovat rozestupy mezi rostlinami a vytvořit podmínky pro růst konkrétních druhů. K řízení podmínek je nejlepší možností automatizované, počítačem řízené větrání, stínění, osvětlení, rosení. Automatizace

reaguje na každou změnu podmínek ve skleníku. Opomíjený, ale velmi důležitý je obsah kyslíku ve vodě. Při nedostatečném okysličení živného roztoku rostliny reagují produkcí etylenu. Etylen funguje jako signál, který přitahuje patogeny a škůdce.

Dezinfekce

V uzavřených produkčních systémech klademe velký důraz na dodržování fytohygieny, v souladu s nastaveným sanitačním řádem. Běžnou praxí v provozech jsou sanitární dny, jejichž součástí je dezinfekce nástrojů (obr. 3), ploch, podlah a praní tkanin. Na dezinfekci povrchů je možné použít bílý ocet, přípravky na bázi peroxidu vodíku, etanolu, chlorové dezinfekce a jiné. Je vhodné zapojit i neprodukční období, které je využito k celkové dezinfekci prostor a údržbě systému. Jako účinná možnost likvidace patogenů funguje filtrace živného roztoku materiálem s pórovitostí menší než 10 µm, UV filtrace či ošetření vody vysokou teplotou. Filtrace roztoku také likviduje organické zbytky, řasy a některé běžné patogeny. Kvalitní filtrace zvyšuje hygienu systému a zlepšuje mikrobiologický profil. Dezinfekce roztoků nám pomůže i s eliminací nebezpečných bakterií, jako jsou *Salmonella* a *Listeria* (např. přípravky Virkon, Purolit, KleenGrow). Další možností prevence je periodické vymrznutí skleníku, nebo šíření

elektrickým výparníkem s granulovanou sírou. Na bakterie, viry a některé houbové choroby lze využít i dezinfekci nanomlhočinou na bázi chlóru. Na stejné spektrum škodlivých organismů je účinná i dezinfekce ozónem.

Monitoring

Monitoring rostlin provádí školená osoba denně. Pověřený pracovník hledá u rostlin například změnu barvy, stopy po sání, požerky a deformity listů. Jako doprovodné opatření je vhodné využít lepové (obr. 4) nebo nasávací pasti, optické lapače, feromonové lapače, zvukové senzory, případně technologicky pokročilejší řešení, jako je foto či video záznam rostlin s průběžnou analýzou obrazu. Při záchytu škůdce či jeho pobytových stop, pak algoritmus upozorní obsluhu na možný výskyt škůdce a nutnost zásahu. Díky pastem máme přehled, jaký hmyz se ve skleníku vyskytuje, a také nám poskytuje představu o jejich kvantitě. Lepové pasti zachytí i létající hmyz, který sám přímo neškodí, ale je přenašečem virů, bakterií a plísní. Při zjištění infestace je včasný zásah zásadní. Vždy je vhodné provést bezprostřední eradikaci škůdce. Prodleva mezi objednávkou, doručením a aplikací přípravku může mít devastující vliv na účinnost následných opatření. Z tohoto důvodu je více než vhodné mít základní účinné látky ihned k dispozici. V případě ne-



Obr. 4 – Použití žlutých lepových pastí za účelem monitoringu a snížení populace škůdců

jasností je možné k určení škůdců pomocí fotografií nebo typických příznaků na rostlinách využít rostlinolékařský portál (ÚKZÚZ). Na portálu najdete rostlinolékařskou poradnu, a je zde zveřejněn seznam registrovaných poradců v oblasti ochrany rostlin.

Přirození nepřátelé

V akvaponických systémech se setkáme nejčastěji s několika druhy roztočů, svlušek, třásněnek, mšic, molic, motýlů (housenky) a dvoukřídlého hmyzu (vrtalky, smutnice či bejломorky). Mezi běžné choroby patří různé druhy plísní (okurková, bramborová, padlí). Pokud je škůdce zachycený včas, je s dobrou účinností používána biologická ochrana. Hned proti několika druhům škůdců je používán dravý roztoč *Typhlodromus pyri*. Živí se svluškami, vlnovníky, hálčivci, ale také spory hub (padlím). Na svluškách a třásněnkách si pochutná dravý roztoč *Amblyseius cucumeris*. Na mšice je vhodná parazitická vosička *Aphidius colemani* (obr. 5). Na kolonie mšic je účinná bejломorka *Aphidoletes aphidimyza*. Na molic se využívá parazitická vosička *Encarsia formosa*, dravá ploštice *Macrolophus caliginosus* je díky dlouhým nohám vhod-



Obr. 5 – Parazitická vosička *Encarsia citrina* s nymfou puklice oranžovníkové (Foto: Martin Suvák)

ná i na rajčata, a účinné je také slunéčko *Delphastus pusillus*. Na mšice, molic, třásněnky a padlí je možné také použít entomopatogenní houby *Lecanicillium attenuatum* a *Beauveria bassiana*. Houba *Isaria fumosorosea* se nasazuje na třásněnky, svlušky a padlí. Na ochranu proti *Fusariu* je vhodné použití mykoparazitické houby *Trichoderma virens*. Při používání bioochrany je nezbytné dodržení řádné aplikace podle pokynů výrobce, tedy dodržení teploty, vlhkosti, způsobu aplikace a umístění bioochrany. Příkladem aplikace bioochrany je posyp substrátu s dravým roztočem na vrcholky jednotlivých rostlin. Dalším příkladem je rozvěšení kartiček s vajíčky, nebo umístění domečků mezi rostliny (obr. 6).



Obr. 3 – Zásadní je dodržování fytohygieny. Ukázková bazalka v hydroponickém systému Jakuba Letochy



Obr. 6 – BioBox – biologická ochrana rajčat

Biologickou ochranu nemá příliš význam používat preventivně, ale zpravidla až při výskytu škůdce. Existují ale výjimky, které se dokážou po omezenou dobu živit rostlinnou potravou. Možností je použití tzv. Banker plants. Tyto rostliny poskytují útočiště, potravu nebo místo pro rozmnožování užitečných organismů a dají se tak využít i v případě, že tržní rostliny zatím nebyly napadeny škůdci.

Přírodní postřiky a pesticidy

V rámci prevence je vhodné průběžně aplikovat preventivní postřiky na ochranu rostlin nebo postřiky na zlepšení zdraví a odolnosti rostlin, jako jsou např. biofungicidy – *Bacillus subtilis*, *B. pumilus*, *Trichoderma harzianum*, biostimulanty nebo přímo botanické pesticidy, základní látky a jiné farmářské přípravky. Postřiky mají repelentní a antifidantní (protipožerový) účinek. Odpuzující účinky mají především aromatické druhy rostlin (např. afrikán, levandule, tymián, pelyněk či vratič). Výhodou mnohých přírodních postřiků je, že poskytují živiny pro rostliny, a mohou zvýšit výnosy až o 5–25 %. Účinnost přírodních postřiků je založena na principu komunikačních molekul, nevykazují

tedy přímou pesticidní účinnost a jejich aplikace musí být včasná, nejpozději v počátcích infestace. Počasí, UV záření a přirozený biochemický rozklad účinných látek mají významný vliv na délku jejich účinnosti. Proto je potřeba tyto postřiky aplikovat velmi často.

Biopreparáty zpravidla nemají ochrannou lhůtu (časový limit aplikace před spotřebou produktu), protože v případě přírodních preparátů jsou účinnou látkou rostlinné extrakty, esenciální oleje (např. hřebíček, rozmarýn nebo máta), které zpravidla nejsou toxické a rychle degradují. Při kombinaci použití biologické ochrany a postřiků je vhodné před aplikací vždy zkontrolovat přehled přípravků na ochranu skleníkových rostlin podle toxicity vůči užitečným organismům (dostupné např. na stránkách Biocont.cz).

Botanické pesticidy

Botanické pesticidy jsou netoxické, rychle se rozkládají a zpravidla na ně nevzniká rezistence. Obsahují několik desítek rostlinných sekundárních metabolitů a mají široké spektrum účinnosti. Výhodou používání přírodních postřiků je větší bezpečnost práce. Mezi komerční botanické pesticidy patří například výrobky z extraktu chryzantémy – pyrethrinu, kaledy lysé – pongamový olej, zederachu indického – azadirachtinu. Často jsou používány esenciální oleje, které vykazují fungicidní, baktericidní a růstově inhibiční účinky proti mnoha patogenům. Každý esenciální olej obsahuje až 80 různých látek (monoterpenů), z toho 1–5 majoritních (např. máta obsahuje z 60 % známý mentol).

Základní látky

Další možností je použití základních látek (účinné látky bez

neurotoxických a imunotoxických účinků). Některé základní látky jsou stejně účinné jako komerční botanické pesticidy. Mezi základní látky patří například odvar z přesličky rolní proti houbovým chorobám okurek a rajčat, výkvas z kopřivy dvoudomé proti mšicím a sviluškám používaný na brambory nebo listovou zeleninu. Slunečnicový olej je používán proti padlí na rajčatech, lecitin je registrován proti padlí na zelenině a také proti plísni bramborové. Mezi základní látky patří mj. cibulový a česnekový olej, pivo nebo ocet.

Farmářské přípravky

Extrakcí, odvarem nebo výkvasem je možné si připravit vlastní farmářské přípravky. Na jejich výrobu je možné použít česnek, cibuli, řepu, heřmánek, kozlík, břízu, koriandr, levanduli, rajče, bylinky, bez a mnoho dalších rostlin. Prokazatelné pesticidní účinky z běžně dostupných rostlin má třeba paprika roční – cayenský pepř, kmín kořený, citrus, kyprej vrbice, máta nebo vrba. Použití více druhů botanických pesticidů, základních látek a rostlin zvyšuje účinek postřiku, který pak zabírá na širší spektrum škůdců. Postřik uchováváme v nekovové nádobě. K bylinnému výluhu můžeme pro zvýšení účinku přidat olej (např. rock effect). Jakýkoliv nový preparát je z důvodu fyto toxicity nezbytné vyzkoušet na vzorku rostlin. Pro získání více informací doporučujeme knihu Přírodní cestou nejen proti chorobám a škůdcům od autora doc. Romana Pavely (2020).

Systemické pesticidy

Speciální obezřetnost je třeba klást na výskyt molic (obr. 7). V případě molic mají postřiky omezenou účinnost, protože



Obr. 7 – Molice skleníková je v akvaponickém systému těžkým protivníkem (Foto: Guido Bohne)

jemná vosková vrstvička na povrchu těla brání molic před přípravky, které díky tomu neproniknou až na její tělo. Na molic, červce a ostatní škůdce, kteří jsou chráněni voskovou vrstvou je možné použití systémických insekticidů (např. Mospilan nebo Substral Careo). Účinná látka proniká do rostliny, kde následným sáním rostlinných šťáv dochází k otravě škůdců. Účinné jsou také olejové přípravky, které zalepí kutikulu a omezí škůdcům možnost dýchání. Doprovodnou komplikací výskytu molic je růst saprofytických hub žijících z medovice, kterou molic produkuje.

Pesticidy typu tebuconazol, endosulfan, carbofuran, cypermethrin a deltamethrin jsou škodlivé a pro použití v akvaponii naprosto nevhodné.

Článek je výsledkem spolupráce České zemědělské univerzity v Praze a Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Článek byl podpořen projektem MZe NAZV č. QK21010207.

Text

Ing. Veronika Tůmová¹⁾,

Bc. Karel Procházka²⁾,

Ing. Miloslav Petrtyl, Ph.D.¹⁾,

doc. Ing. Roman Pavela, Ph.D.¹⁾,

¹⁾AF ČZU, Praha

²⁾Jihočeská univerzita, České

Budějovice

Foto

Ing. Veronika Tůmová