



vajícím poznatkům a opatřením stále ničím výjimečným.

Drůbeží maso patří k nejkonzumovanějším nejenom v USA, ale i ve světovém měřítku a podmínky velkochovů a zpracovatelských podniků byly již mnohokrát prověřovány a optimalizovány. Doktorka Jessica Parzygnatová a její kolegové se tedy zaměřili na domácí malochovy, z nichž je drůbež primárně určena k produkci masa, protože studii, které by prověřovaly tyto malochovy, jejichž popularita v USA (a opět nejenom tam) stoupá, není zrovna mnoho. Přitom Centra pro kontrolu nemocí (The Centers for Disease Control, CDC) v posledních několika letech celkem často vydávala varo-

vání před výskytem salmonel v malochových drůbežích.

Vědci z NCSU se tedy vydali na jejich průzkum s cílem porovnat výsledky získané v domácích malochovech s komerčními velkochovy. Testovali hejna v deseti malochovech a na deseti velkých komerčních farmách, přičemž v nejmenším hejnu bylo 22 kusů a v největším z malochovů tisícovka. Všichni brojeři z malochovů byli chováni venku. Oproti tomu hejna v komerčních velkochovech se pohybovala v rádech desítek tisíc kuřat, která byla chována pouze v halách. K analýzám na přítomnost salmonel byly odebírány vzorky výkalů, ale také např. stělna, půdy či z krmítek, hnoje či kompostu. Snažili se přijít na to, ve kterém

systému chovu salmonely převládají a výsledky jim ukázaly, že se na malochovech vyskytovaly v 19,1 % vzorků, zatímco na komerčních farmách to bylo ve více než 52 % vzorků. Jelikož již dřívější studie poukázaly na nižší výskyt salmonel na malochovech, tak to vědce nijak nepřekvapilo. Co je ale poněkud zaskočilo, bylo zjištění, že se mezi malo- a velkochovy nijak výrazně neliší podíl tzv. multirezistentních salmonel, tj. takových, co vykazovaly rezistenci vůči třem nebo více skupinám antibiotik. Dalo by se tedy říct, že rezistentním bakteriím na velikosti hejna či systému chovu nijak zvlášť nezáleží. A vyplývá z toho jasný vzkaz: ve všech chovatelských systémech je nezbytné dodržovat nejenom

odpovídající zoohygienická opatření a zásady biosecurity, ale i pravidla hygieny na straně spotřebitelů. Někdy totiž může ve spojení s malochovými vzniknout jakýsi falešný pocit bezpečí, ale jak se ukázalo, rozhodně tu není nulové riziko nákazy. Nejlepší prevencí proti nákaze salmonelou je zdravý rozum a dodržování zásad manipulace s čerstvým drůbežím masem, vč. zamezení křížové kontaminace, a důkladné tepelné úpravy.

S využitím zahraničních materiálů připravila

Ing. Anna Mikšovský Marcinková
Kontakt na autorku:
Anna.Marcinkova@seznam.cz

Výživa a kvalita rostlin z akvaponických systémů

Akvaponie je vhodnou alternativou zemědělské produkce do městských zástaveb, a tam kde není k dispozici zemědělská půda. Nespornou výhodou je recyklace a úspora vody, které je možné ve vysoké míře dosáhnout. Základní definice akvaponické technologie zní následovně: Akvaponie je pěstování rostlin v živném roztoku recyklujícím vodu a odpadní živiny z akvakultury.

V praxi se jedná o propojení recirkulačního akvakulturního chovu (v textu dále RAS) s hydroponickou technologií pro pěstování rostlin. Voda i pevná složka odpadu z chovu ryb jsou použity jako živný roztok pro růst rostlin, které jsou umístěny v inertním substrátu (či zcela bez substrátu) v hydroponickém systému zapojeném za RAS.

Futuristická pěstební technologie

Použití hydroponické technologie jsou nejčastěji NFT (nutrient film technique) potrubní systémy, kterými protéká živný roztok, nebo plovoucí rafty umístěné na vodní hladině hydroponických nádrží. Zajímavou technologií s vysokou úsporou vody a nízkou hmotností systému je aeroponie, kdy dochází k ostriku kořinek živným roztokem ve formě velmi jemného aerosolu. Existuje tak více variant konkrétního technologického řešení systému v závislosti na dostupných materiálech, účelu systému, velikosti očekávané produkce, technické vyspělosti a míry

profesionality. S tím je úzce provázána i výsledná produktivita celého systému. Technologicky funkční mohou být malé domácí systémy umístěné na zahrádce ve skleniku určené pro samozásobení, ale i velké ambiciózní projekty.

Je akvaponie ekologickou technologií?

Na základě definice ekologické produkce podle nařízení komise ES č. 889/2008 nemůže být RAS ani hydroponická produkce, a tedy ani akvaponie jako celek, ekologickou produkcí. Pro chov ryb v RAS v ekologickém zemědělství platí následující omezení: „Uzavřená recirkulační akvakulturní zařízení pro živočišnou produkci jsou zakázána s výjimkou líhní a odchovných zařízení a s výjimkou produkce druhů organismů používaných v ekologických chovech jako krmivo.“ V případě hydroponického pěstování představuje zásadní problém vynětí půdy a celého půdního ekosystému. Akvaponie je za-



Práce v laboratoři, mikrobiologická analýza rostlinných vzorků na přístroji Spiral Plater

ložená na použití materiálů na bázi plastů vytvářející umělý, izolovaný produkční systém, který není součástí přírodního ekosystému.

Uživí ryby rostliny?

Představa dokonalé symbiózy, jak bývá často v souvislosti s akvaponií

uváděno, je jednoznačně utopická. Akvaponické systémy se potýkají se sníženým obsahem NPK (dusík, fosfor, draslík), přičemž nejvíce problematický je obsah fosforu, který je vázáný v sedimentu. Z mikroživin je často problematický velmi nízký obsah železa, projevující se mezižilkovou



Experimentální akvaponický systém v Leibniz institutu v Berlíně osázený sazeničkami salátu *Lactuca sativa*



Profesionální hydroponický systém ke komerční produkci v pražských Zdíbech

chlorózou listů a zpomalením růstu. Naopak nadlimitně bývá obsažen sodík, který je součástí krmiva pro ryby, rostliny ho nevyužijí a v systému se akumuluje. U sodíku je uváděno, že jeho zvýšené množství způsobuje snížení příjmu draslíku, vápníku a hořčí-

ku rostlinami. V nadměrném množství bývá označován i jako fytotoxický. V akvaponických systémech může dosáhnout obsahu vyšších než 100 mg/l. Takový obsah sodíku se projeví i ve tkáni rostlin. V základním hydroponickém receptu, který byl vytvořený v roce 1933 (Hoagland) je obsah sodíku blízký 0 mg/l. Problémy s obsahem sodíku zvyšuje běžná praxe v akvakultuře, kterou je solení vody za účelem dezinfekce (eliminace exoparazitů) a snížení toxicity dusíkatých látek pro ryby. Kromě sodíku bývá častý nadstandardní obsah vápníku. Vápník může být ve větším množství obsažen ve zdrojové vodě, nebo se do systému dostává ve větší míře jako pufr k úpravě pH, například ve formě uhličitanu vápenatého.

Precizním managementem živin k profesionálnímu systému

V první řadě je optimální se snažit o maximalizaci obsahu živin v roztoku, skrze mineralizaci a vrácení živin do roztoku. V rámci domácích systémů je možné systém přihnojovat například vermivýluhem nebo rostlinnými jíc-

mi (ať už do roztoku nebo aplikovat postřikem na list). V případě profesionálních systémů je užitečným nástrojem pro management živin v akvaponii program Hydrobuddy (odkaz naleznete na konci článku). Program po zadání vstupních a cílových hodnot vody vypočítá množství hnojiv potřebných k doplnění do systému k optimalizaci růstu a výživy rostlin, s druhovou přesností. K výpočtu je zapotřebí změření obsahu živin ve zdrojové vodě z akvakultury. Vstupní hodnoty jsou zadány do programu, následně je zvolena cílová receptura pro rostlinný druh, který bude v systému pěstován. Program následně vyhodnotí, které živiny, v jakém množství a v jaké formě je potřeba do systému doplnit. Profesionální akvaponické systémy mají tento krok automatizovaný. Pro menší systémy zatím neexistuje ekonomické řešení. V případě živin, které jsou problematické, je možné využití analytických sond pro konkrétní prvek, ale zde je potřeba vzít v úvahu nutnost časté údržby, kalibrace, nižší životnosti, přesnosti. Četnost sběru dat a kvality záleží na změnách v systému a jeho stabilitě, a jejich nutnost je nejlépe ověřit empiricky.

Chutnají rostliny z akvaponie po rybách?

Senzorická hodnocení neprokázala rozdíl v chuti mezi rostlinami z akvaponie a hydroponie. Součástí senzorického hodnocení školeným panelem v senzorické laboratoři jsou parametry jako hořkost, křupavost, intenzita chuti, přijatelnost chuti a pachutí (tzv. off-flavour). Přestože senzorické studie přítomnost pachutí neprokázaly, analyticky byl v souvislosti s akvaponií v některých výzkumech prokázán vyšší obsah látek způsobujících off-flavour v rostlinách (např. geosmin), a to ve srovnání s hydroponickou produkcí. Naopak přítomnost specifických rostlinných exsudátů ve vodě může mít pozitivní vliv na růst ryb a snížení off-flavour látek u ryb – v porovnání s rybami pocházejícími z RAS, a to především v důsledku lepší kvality vody.

Mají akvaponické potraviny sníženou nutriční hodnotu?

Akvaponická metoda produkce nemá vliv na chuť a přijatelnost spotřebitelem, ale v případě že nejsou doplňovány živiny podle potřeb rostlin, způ-



Předpěstování sadby sazenic salátu *Lactuca sativa* v inertním substrátu



Salát jako předmět zájmu českých vědců

sobuje jejich nedostatek kvalitativní změny v rostlině (především v obsahu živin ve výpěstku) a výpěstky mohou být méně nutričně přínosné. Například je často uváděno, že salát je dobrým zdrojem železa, které je právě v akvaponii deficientní, což se projeví i v sušší rostlině. Další negativum akvaponie bez doplňování živin je pomalejší růst rostlin v důsledku sníženého obsahu NPK, a to až o 30 %. Druhou stranou mince je ale významná úspora hnojiv v akvaponii, a to především dusíku (až 93 %). Zde je dobré poukázat na environmentálně nepříznivé, trvale neudržitelné a energeticky náročné způsoby těžby, a průmyslové výroby minerálních hnojiv.

Strašák jménem *Salmonella*

Nedílnou součástí hodnocení kvality a bezpečnosti jsou mikrobiologické rozborů. Všechny vzorky jedlých částí rostlin z akvaponie v rámci našich experimentů splňovali limity ICMSF (International Commission for Microbiological Specifications for Foods). V rámci vědeckých publikací se také neprokázala přítomnost bakterií rodu *Salmonella* nebo *Listeria*. Riziko kontaminace rostlin je zde především v souvislosti s kořínky ponořenými do akvakulturního roztoku. Riziko se zvyšuje v případě špatných praktik, jako je nedostatečná filtrace roztoku, nevhodná sklizňová praxe a nedostatečná hygiena provozu. V RAS byl výskyt salmonel zaznamenaný a není tak vyloučena možnost kontaminace produkce. Další rizikovou bakterií přítomnou v akvaponických systémech (především pro

citlivé osoby) je *Aeromonas*, která se prokazatelně v akvaponii vyskytuje až v 60 % systémů. Hygiena systému a mikrobiologický profil je potenciálním rizikem a hrozbou, a je tedy zásadním aspektem pro provozovatele akvaponických systémů, a je součástí správné zemědělské praxe.

Mají být potraviny z akvaponie dražší, nebo naopak levnější?

Problém akvaponických výpěstků je v současné době především jejich vysoká cena. Vedle výrobků podporovaných z produkčních dotací nejsou akvaponické výpěstky příliš konkurenceschopné. Na akvaponii neexistují v současné chvíli žádná dotační opatření (s výjimkou dotací pouze na RAS bez zapojení akvaponie), a pravděpodobně ani podle výhledů MZe žádný dotační program do budoucna nevznikne. Na vysoké ceně se podílí především samotná výstavba technologicky komplexního systému, s tím spojená spotřeba energií, krmiv a potřeba kvalifikované pracovní síly. Akvaponické potraviny proto nejspíše v ČR zůstanou jako okrajová produkční záležitost a jako předmět zájmové činnosti.

Mají akvaponické produkty šanci dostat se na pulty obchodů?

Ekonomická funkčnost je proměnnou, která je závislá na výši investice do projektu, technologickém řešení a s tím spojených provozních nákladů, specifických podmínek tržního prostředí, umístění projektu,



Aeroponický systém v laboratoři Marsonaut na ČZU



Sumeček africký (*Clarias gariepinus*), teplomilná ryba běžně chovaná v akvaponických systémech

klientele a mnohém dalším. Naproti zásadním aspektem předurčujícím úspěch je know-how, propojení znalostí a zkušeností z praxe – a to multioborových. Akvaponie totiž propojuje obory, jako je technologie, živočišná a rostlinná produkce a produkce potravin. Nedílnou součástí je také obchod a nebývale zásadní význam má vzhledem k novosti technologie marketing, který v současné době inklinuje k nerealistickým očekáváním. Rozšíření akvaponických produktů na české pulty je tak závislé na výše uvedeném.

Článek byl vytvořený s podporou grantového projektu MZe NAZV QK21010207, zaměřeného na zavedení akvaponie do praxe (Diverzifikace a posílení konkurenceschopnosti potravin z akvakultury podporou akvaponie). Součástí grantového projektu jsou témata jako výživa rostlin,

integrována ochrana rostlin, kvalita a bezpečnost potravin z akvaponie, koloběh a recyklace živin, welfare ryb, vermikompostování a další.

V říjnu 2025 bude pořádána konference na ČZU, na kterou jsou čtenáři v případě zájmu srdečně zváni.

Odkaz ke stažení programu Hydrobuddy: Daniel Fernandez Pinto, "HydroBuddy: An open source nutrient calculator for hydroponics and general agriculture", v1.100, url: <https://github.com/danielfppps/hydrobuddy>, 2022

Ing. Veronika Tůmová,
Ing. Miloslav Petrtyl, Ph.D.,
doc. Ing. Pavel Klouček, Ph.D.
ČZU v Praze
Foto archiv autorů
Kontakt:
verca.tumova@email.cz