

Separovaný kal z akvakultury jako hnojivo a krmivo

Článek shrnuje projekt, který se uskutečnil na Fakultě rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Zaměřuje se na využití separovaného odpadního kalu z intenzivního chovu ryb jako alternativního hnojiva pro rostliny a substrátu pro chov larev hmyzu. Byla provedena podrobná analýza kalu a experimenty ověřující jeho účinnost. Výsledky ukazují, že kal má vysokou nutriční hodnotu a je vhodný jak pro zemědělské, tak pro zootechnické využití. Výsledky podporují myšlenku cirkulární ekonomiky a udržitelnosti v intenzivní akvakultuře.

Akvakultura dnes hraje klíčovou roli při zajišťování potravinové bezpečnosti, zejména ve světle rostoucí poptávky po živočišných bílkovinách. Již od roku 2014 pochází



Páření bráněnek

více než polovina ryb určených pro lidskou spotřebu z akvakulturních chovů. Navzdory dynamickému růstu však toto odvětví čelí celé řadě ekologických a technologických výzev, které mohou omezit jeho dlouhodobou udržitelnost.

Jedním z hlavních problémů konvenční akvakultury, zejména klecových systémů, je nedostatečné čištění odpadních vod. Nevhodné umístění zařízení a omezené možnosti filtrace vedou k únikům živin a následné eutrofizaci přírodních vodních ploch. V reakci na tyto problémy se rozvíjí recirkulační akvakulturní systémy (RAS), které umožňují intenzivní chov ryb v uzavřeném prostředí s minimálními ztrátami vody. Díky recirkulaci a koncentrovanějšímu odpadu tyto

systémy zefektivňují proces čištění a otevírají nové možnosti pro využití vedlejších produktů.

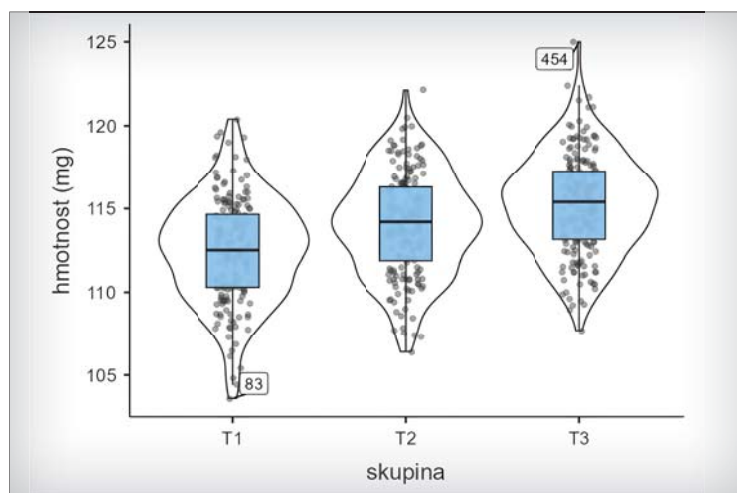
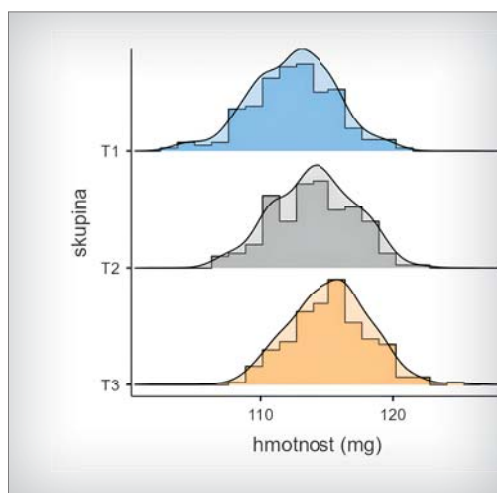
Přesto i RAS systémy generují významné množství organického odpadu, a to především ve formě nevyužitých krmiv, rybích výkalů a přebytečné biomasy mikroorganismů z biofiltrů. Tyto materiály obsahují hodnotné živiny, jako je dusík a fosfor, avšak jejich přímé využití v zemědělství je omezené kvůli možnému výskytu patogenů a rychlému anaerobnímu rozkladu. V současnosti zůstávají alternativní metody, jako je výroba bioplynu nebo kompostování, málo využívané a vyžadují další výzkum a optimalizaci.

V evropském kontextu se jako perspektivní druh pro intenzivní chov



Pářící klec pro dospělé mouchy

v RAS ukazuje africký sumeček (*Clarias gariepinus*). Tato teplomilná sladkovodní ryba vyniká rychlým růstem, dobrou adaptabilitou a vysokou reprodukční schopností. Chov v kontrolovaných podmínkách navíc umožňuje přesné řízení parametrů prostředí a výživy, čímž se minimalizují negativní dopady na okolní ekosystémy. Zájem o afrického sumečka roste také mezi spotřebiteli díky jeho výživnému a cenově dostupnému masu, které představuje vhodnou alternativu k tradičním druhům ryb.



Graf 1 – Histogramy a rozdělení hmotnosti u larev krmených: čistým separovaným kalem (T1), kalem doplněným v zastoupení zbytků potravin rostlinného původu v koncentracích 10 % (T2) a 30 % (T3)



Pohled do chovného systému

Chov larev bráněnky

Jednou z inovativních strategií, jak zvýšit ekologickou efektivitu těchto provozů, je využití kalového odpadu z RAS pro chov larev bráněnky (*Hermetia illucens*). Tyto saprofágní mouchy dokážou přeměnit organický odpad na kvalitní biomasu bohatou na proteiny a lipidy, kterou lze dále zpracovat na hmyzí moučku – cenný komponent krmných směsí pro ryby a další hospodářská zvířata. Vedlejším produktem je stabilizovaný zbytek, využitelný jako organické hnojivo. Zavedení tohoto přístupu však vyžaduje detailní výzkum. Je nutné vyhodnotit vhodnost jednotlivých frakcí kalu jako substrátu pro larvy, stanovit optimální podmínky jejich růstu

a zajistit hygienickou bezpečnost finálních produktů. Přes tyto výzvy má propojení akvakultury s chovem hmyzu značný potenciál – nejen z hlediska cirkulace živin a snižování environmentální zátěže, ale i jako nástroj pro posílení regionální soběstačnosti a ekonomiky.

Materiál a metodika

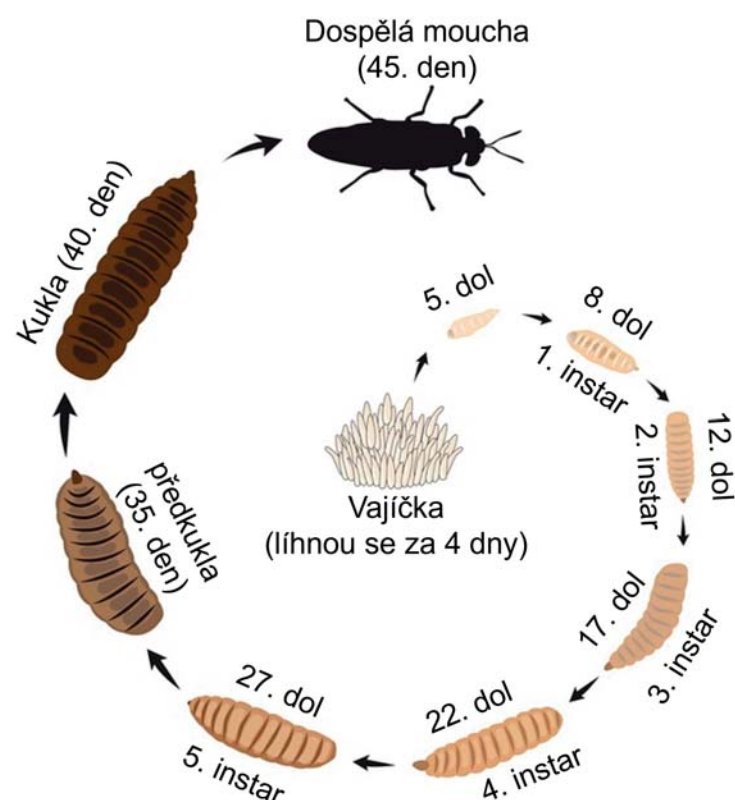
Projekt probíhal ve spolupráci s firmou Tilapia, s. r. o., a Fakultou rybářství a ochrany vod Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (FROV JU). V první fázi byl analyzován kal ze sumečka afrického, včetně mikrobiologických a chemických parametrů. Ve druhé fázi proběhly dva experimenty – aplikace kalu a jeho využití pro chov larev bráněnky. Pokus trval přes měsíc a probíhal v kontrolovaných podmínkách.

Výsledky a diskuse

Mikrobiologická analýza kalu odhalila přítomnost *E. coli*, koliformních bakterií a enterokoků v přijatelných mezích. *Salmonela* nebyla detekována. Kal měl 8,17 % sušiny a pH 6,9. Byl bohatý na dusík (57 800 mg/kg), fosfor (12 333 mg/kg) a další živiny, zatímco obsah těžkých kovů byl v normě pro zemědělské využití. V experimentu s rostlinami dosáhly nejlepšího růstu ty s aplikací 20 g kalu týdně. Vyšší dávky vedly ke známkám přehnojení a okyselení půdy. To naznačuje nutnost optimalizace dávkování při praktickém využití. U larev bráněnky byly testovány tři varianty substrátu: čistý kal (T1) a směsi s 10 % (T2) a 30 % (T3) rostlinných



Kladiště dospělých much



xxx

zbytků. Výsledky ukázaly obdobný růst biomasy a míru přežití ve všech skupinách. Medián hmotnosti larev se pohyboval mezi 115–120 mg (graf 1). Úmrtnost byla nízká a rozdíly mezi skupinami statisticky nevýznamné (graf 2). Data potvrzují, že separovaný kal je vhodný jako krmivo pro hmyz.

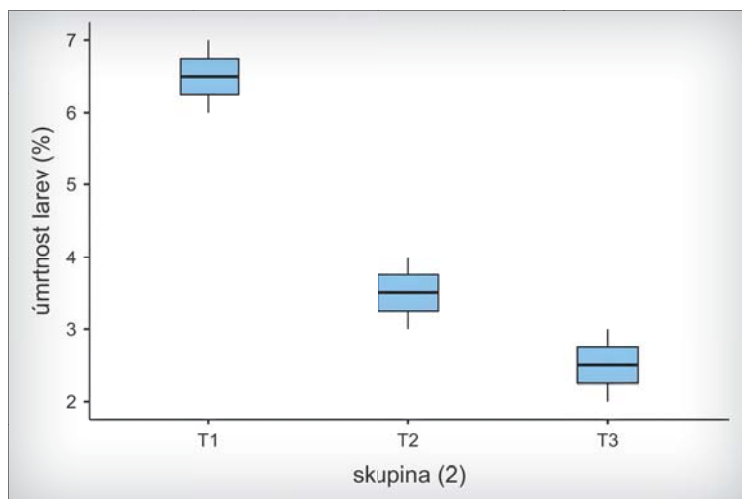
Závěr

Separovaný kal z RAS má vysoký potenciál pro opětovné využití v zemědělství i chovu hmyzu. Projekt prokázal jeho bezpečnost a účinnost, čímž

xxx

podporuje principy cirkulární ekonomiky. Recyklací živin lze výrazně snížit ekologickou stopu akvakultury a přispět k udržitelnější produkci ryb i bílkovin. Tyto výsledky jsou využitelné jak v praxi, tak jako základ pro další vývoj environmentálně šetrných technologií.

Mgr. Tomáš Pěnka,
Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
Foto archiv autora
Kontakt: penkat00@frov.jcu.cz



Graf 2 – Míra úmrtnosti larev na konci pokusu ve skupinách krmných: čistým separovaným kalem (T1), kalem doplněným o zbytky potravin rostlinného původu v koncentracích 10 % (T2) a 30 % (T3)