



VÝZKUMNÝ ÚSTAV ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY, v. v. i. Praha Uhřetěves

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ

VĚDECKÝ VÝBOR VÝŽIVY ZVÍŘAT

KOMISE VÝŽIVY ODBORU ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY ČAZV

AKTUÁLNÍ POZNATKY VE VÝŽIVĚ A ZDRAVÍ ZVÍŘAT A BEZPEČNOSTI PRODUKTŮ 2021

Sborník z konference

14. září 2021



OBSAH

70 LET ZEMĚDĚLSKÉHO VÝZKUMU V UHŘÍNĚVSI

PETR HOMOLKA

STRATEGIE BEZPEČNOSTI POTRAVIN A VÝŽIVY 2030

PETR BENEŠ

ÚČINKY ORLISTATU PŘI RŮZNÉM OBSAHU V DIETĚ POTKANŮ

MILAN MAROUNEK, ZDENĚK VOLEK, TOMÁŠ TAUBNER

KOMBINACE GENTAMICINU A PYRITHION ZINKU A JEJÍ ÚČINEK NA BAKTERIE RODŮ *STREPTOCOCCUS* A *STAPHYLOCOCCUS*

EVA SKŘIVANOVÁ, KLÁRA LALOUČKOVÁ, LUCIE MALÁ

DIVERZITA BAKTERIÁLNÍHO SPOLEČENSTVA VE FUGÁTU BIOPLYNOVÝCH STANIC ZPRACOVÁVAJÍCÍCH KEJDU HOSPODÁŘSKÝCH ZVÍŘAT

LADISLAV ČERMÁK, EVA SKŘIVANOVÁ

EFEKT KONOPNÉHO A LNĚNÉHO SEMÍNKA V KRMNÝCH SMĚSÍCH PRO NOSNICE A VÝKRM KUŘAT; OD TEORIE K PRAXI

MILOŠ SKŘIVAN, MICHAELA ENGLMAIEROVÁ, VĚRA SKŘIVANOVÁ



70 LET ZEMĚDĚLSKÉHO VÝZKUMU V UHŘÍNĚVSI

doc. Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D.

Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.,

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. (VÚŽV) je státem zřízená výzkumná organizace, která tvoří jeden ze základních pilířů pro plnění Koncepce výzkumu, vývoje a inovací Ministerstva zemědělství na léta 2016–2022. VÚŽV byl jako veřejná výzkumná instituce zřízen za účelem rozvoje poznání a přenosu poznatků vědních oborů souvisejících s využitím a chovem všech druhů a kategorií hospodářsky využitelných zvířat. V rámci hlavní činnosti ústavu se prolíná základní a aplikovaný výzkum zaměřený zejména na oblasti biologických a biotechnologických základů živočišné produkce, molekulární a reprodukční biologie, výživy a krmení, genetiky a šlechtění, etologie, technologie a systémů chovu, ekonomiky produkce a kvality živočišných produktů.

Nedílnou součástí výzkumu je i následný transfer poznatků do praxe, k jehož účelu byl vytvořen systém pasivního a aktivního poradenství a systém seminářů určených pro zemědělskou praxi. Zemědělské podniky a další soukromé firmy se na výzkumu podílejí prostřednictvím svojí účasti v projektových týmech projektů některých grantových agentur (NAZV, TAČR) anebo jako zadavatelé výzkumných úkolů v rámci smluvního výzkumu nebo projektů Programu rozvoje venkova. K šíření nových poznatků napomáhá i rozsáhlá pedagogická činnost pracovníků VÚŽV na řadě univerzit zejména zemědělského a přírodovědného zaměření.

Z pověření MZe zajišťuje VÚŽV činnost Vědeckého výboru výživy zvířat a Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů zvířat významných pro výživu a zemědělství. Na základě vyhlášky MZe 194/2004 zajišťuje VÚŽV školení odborné způsobilosti fyzických osob k provádění klasifikace jatečně upravených těl skotu a prasat.

V současnosti je díky zapojení řady pracovníků VÚŽV do pedagogické činnosti na dobré úrovni spolupráce s univerzitami zemědělského, veterinárního a přírodovědeckého zaměření. To se pozitivně odráží v možnosti aktivně vyhledávat studenty se schopnostmi a zájmem o vědeckou práci.

Historie VÚŽV

V roce 1920 byly lichtenštejnské dvory Uhříněves a Netluky s Podleským mlýnem o výměře 575 ha postoupeny československému státu, nejprve pronajaty a v roce 1923 odkoupeny pro účely Ministerstva školství a národní osvěty. Dalších 30 let statek sloužil studentům a zemědělské vědě. Prvním ředitelem se stal Václav Rosam, někdejší správce císařských velkostatků v Buštěhradě.

Myšlenka zřídit vlastní akademii jako badatelský ústav pro vědu, průmysl a technické hospodářství se zrodila již v letech první světové války. Už 28. října 1918 byl podán návrh na zřízení Masarykovy akademie práce s cílem „napomáhat rozvoji všech schopností československého lidu, aby práce byla hospodárná a dosáhla nejlepšího užitečného výkonu“.

Akademie založená v roce 1920 byla rozčleněna do šesti odborů, z nichž jeden byl zemědělsko-lesnický. Z jeho podnětu byl v roce 1928 při uhříněveském Školním statku zřízen Ústav pro z hospodárnění práce v zemědělství jako první zařízení svého druhu v republice. Jeho úkolem bylo zavedení pokrokových metod do zemědělství. Zaobíral se proto všemi druhy práce spojené s hospodařením, tj. chovem dobytka a drůbeže, mlékařstvím, polním, lesním a lučním hospodařením, úklidem a skladováním obilí a píce, ale také domácími pracemi, včetně vaření a praní prádla. Jeho řízením byl pověřen Václav Rosam.

V roce 1925 vznikl Svaz výzkumných ústavů zemědělských, který usměrňoval rozvoj výzkumu ve všech odvětvích zemědělství. Svaz byl po zestátnění v listopadu 1948 zrušen a místo něj bylo od roku 1951 zřízeno pět specializovaných ústavů. Výzkumný ústav živočišné výroby byl jedním z nich.

V roce 1953 ústav přesídlil z Prahy - Dejvic do Uhřetěvsi. V podmínkách, které si dnes jen stěží lze představit jako vhodné pro výzkumné pracoviště se zásadním významem pro hospodářské odvětví státu, se tu formovaly specializované obory zootechnického výzkumu. V době zakládání velkých zemědělských podniků bylo nezbytné operativně řešit jejich potíže při plnění prioritního úkolu – zajištění soběstačnosti ve výrobě potravin.

Oddělení ústavu se proto zabývala především výzkumem jednotlivých odvětví živočišné výroby (chov prasat, skotu, drůbeže) v podmínkách větších koncentrací jako celku. Řešila zejména možnosti výroby kvalitního krmení pro zvířata v obtížných podmínkách rostlinné výroby, odchov mláďat, snižování pracnosti a modernizaci techniky, zušlechťování zvířat, ale i otázky ekonomiky výroby. Obecné disciplíny, jako fyziologie a výživa zvířat, zatím dostaly jen částečný prostor. Prvním ředitelem ústavu byl jmenován prof. Dr. Ing. Karel Koubek, DrSc.

Vývoj v devadesátých letech 20. století, v období transformace celé naší společnosti, zemědělství a výzkum nevyjímaje, přinesl ústavu změnu ve statutu a postavení. Ze zákona se VÚŽV stal v roce 1992 státní příspěvkovou organizací. V tomto období, v roce 1994, byl ke stávajícímu VÚŽV přičleněn bývalý Výzkumný ústav pro chov prasat v Kostelci nad Orlicí, který se stal jedním z oddělení VÚŽV. V roce 2007 se VÚŽV transformoval na veřejnou výzkumnou instituci, pověřenou vedle výzkumu dalšími zásadními úkoly souvisejícími s plněním vládního programu rozvoje zemědělství. Do popředí se dostal výzkum biologických a biotechnických základů živočišné výroby, výživy a krmení, etologie a technologie chovu hospodářských zvířat, managementu stád, kvality živočišných produktů a ekonomiky výroby.

Kromě toho bylo ústavu uloženo zajištění ochrany genetických zdrojů hospodářských zvířat jako součást mezinárodního programu OSN a další činnosti, vyplývající ze zákonů o potravinách, o šlechtění, o ochraně zvířat proti týrání a z dalších právních předpisů. Pracoviště v Kostelci nad Orlicí se zabývá základními obory chovu prasat, ochranou genetických zdrojů se zaměřením na kryokonzervaci spermatu a dalších biologických materiálů. Nedílnou součástí je uznaný nukleový chov přeštických černostrakatých prasat a chov laboratorních miniprasat.

Experimentální zázemí ústavu, které zajišťuje podmínky především pro výzkumnou činnost jednotlivých pracovišť ústavu, tvoří 20 stájí a laboratoří s oprávněním k chovu pokusných zvířat ve střediscích Uhřetěves, Netluky a Kostelec nad Orlicí. Ty umožňují ověřování technologií a výzkumných poznatků přímo v praxi a jejich využití pro potřeby výuky, osvěty chovatelské veřejnosti a poradenské praxe.

Z tohoto stručného přehledu historie VÚŽV v uplynulých desetiletích je zřejmý široký rozsah činností a jejich vývoje za okolností daných politickými a společenskými změnami, za nichž ústav působil.

Po celé období plnil ústav úlohu rozhodující expertní instituce, vycházející z nejnovějších výsledků vědy a výzkumu, formoval podobu moderní živočišné výroby a přispíval k jejímu úspěšnému vývoji. K očekávanému nárůstu světové populace a zvyšování spotřeby v rozvojových zemích se předpokládá do r. 2050 výrazné zvyšování spotřeby živočišných produktů. Vzhledem k omezenému rozsahu zdrojů, půdy a vody bude jediným řešením rozsáhlé zapojení výzkumu a rozvoje nových zemědělských technologií.

V průběhu minulého století ústav prokázal, že je připraven podílet se na vývoji ve svých tradičních oborech a současně rozvíjet odbornosti nové. Bude se proto dále profilovat jako vědecké pracoviště plně začleněné do mezinárodní vědecké komunity.

Prioritou bude zaměření na kvalitu živočišných produktů a udržitelné technologie jejich výroby, uchování biologické a genetické rozmanitosti genetických zdrojů, pohodu zvířat (welfare) a komfortní chovné prostředí. Zároveň bude pokračovat v řešení aktuálních problémů zemědělské praxe, předávání výsledků výzkumu formou metodik, seminářů, školení, individuálního poradenství a navazovat tak na nejlepší tradice svých zakladatelů a důstojně pokračovat v jejich idejích.

Přehled ředitelů VÚŽV od roku 1951



prof. Ing. Karel Koubek, CSc.

ředitel 1951-1958

Prvním ředitelem nově zřízeného Výzkumného ústavu živočišné výroby v roce 1951 se stal prof. Karel Koubek.

Vytvořil základní organizační strukturu a koncepci ústavu s cílem řešit aktuální problémy živočišné výroby v nově zakládaných zemědělských družstvech rychlým zaváděním výsledků výzkumu do praxe.

Prof. Koubek se zabýval problematikou chovu všech druhů a kategorií hospodářských zvířat, zvláště koní.



doc. Dr. Ing. Miroslav Dvořáček, CSc.

ředitel 1958 - 1980

Více než dvě desítky let pod vedením doc. Dvořáčka přinesly významné změny. Řešení základních otázek genetiky, šlechtění, fyziologie, výživy a technologie chovů vyžadovalo modernizaci ústavu.

Výstavba nové hlavní budovy (1963) a stájových objektů umožnila pokrok v experimentální a výzkumné činnosti. Její výsledky a v neposlední řadě i ústřední koordinace celostátních výzkumných projektů přispěly zásadním způsobem k rozvoji živočišné výroby v Československu.

Doc. Dvořáček byl jedním ze zakladatelů a propagátorů chovu černostrakatého skotu, a to na základě experimentů v chovatelské praxi.



Ing. Bedřich Sedlmayer

ředitel 1981 - 1987

Ing. Sedlmayer, dosavadní zástupce ředitele, převzal v roce 1981 řízení Výzkumného ústavu živočišné výroby.

V letech 1981 až 1987 byly vynaloženy značné investice na modernizaci účelového hospodářství, komunikací, i do bytové výstavby.

Úspěšně se rozvíjela i mezinárodní vědecká spolupráce.



prof. MVDr. Ing. František Jílek, DrSc.

ředitel 1987 - 1990

V tomto období byla změněna organizační struktura Výzkumného ústavu živočišné výroby na formu vědeckých odborů, členěných na oddělení.

Výzkumný ústav živočišné výroby se více zaměřoval na vědeckou činnost pracovníků, s výsledky publikovatelnými v renomovaných vědeckých periodících, byla prosazována mezinárodní vědecká spolupráce.

Prof. Jílek se zabýval problematikou řízené reprodukce hospodářských zvířat.



prof. Ing. Václav Jakubec, DrSc.

ředitel 1991 - 1992

Prof. Jakubec prosazoval orientaci Výzkumného ústavu živočišné výroby na výsledky publikovatelné v renomovaných vědeckých periodících. Prosazoval rozšíření transferu vědeckých poznatků do chovatelské praxe.

Byl zakladatelem živočišné genetiky v ČSR, celosvětově uznávanou osobností v genetice se zaměřením na rozvoj teorie hybridizace a šlechtění ovcí. Úzce spolupracoval s chovateli a plemenářskými podniky.



doc. Ing. František Urban, DrSc.

ředitel 1992 - 1998

V období svého působení se zasloužil o stabilizaci majetkových a vlastnických práv ústavu v nových politických a hospodářských podmínkách. Došlo k realizaci významných investičních projektů a celkové modernizaci živočišné a rostlinné výroby na účelovém hospodářství. V roce 1997 proběhla úspěšná mezinárodní evaluace ústavu, dále byla rozšiřována a zkvalitňována vědecká výchova mladých vědeckých pracovníků.

Doc. Urban strávil ve VÚŽV celou svou profesní kariéru a stal se významným, celostátně uznávaným odborníkem na chov a šlechtění skotu. Výzkumný útvar, který řídil, se výrazně podílel na zavedení chovu černostrakatého skotu a jeho postupnou přeměnu na nejdůležitější dojené plemeno chované v ČR.



doc. Ing. Josef Bouška, CSc.

[ředitel 1999 - 2005](#)

Stabilizoval ekonomickou situaci ústavu, což umožnilo investovat do výstavby, rekonstrukcí a vybavení experimentálních zařízení a budov VÚŽV. Ústav se profiloval jako nejvýznamnější výzkumná instituce se zaměřením na živočišnou výrobu v ČR s důrazem na excelentní vědecké i aplikované výstupy.

Vědecká činnost doc. Boušky byla zaměřena na šlechtitelskou práci v populaci dojeného skotu. Významně se zasloužil o vznik a rozvoj chovatelských svazů, se kterými pak ústav úzce spolupracoval.



prof. Ing. Věra Skřivanová, CSc.

[ředitelka 2006 - 2011](#)

Pod vedením prof. Skřivanové se Výzkumný ústav živočišné výroby dne 1. 1. 2007 transformoval na veřejnou vědeckou výzkumnou instituci s hlavním úkolem rozvíjet poznání ve vědních oborech souvisejících s chovem všech druhů hospodářských zvířat a jeho využití pro zabezpečení trvalého rozvoje zemědělství.

Prof. Skřivanová je uznávanou osobností ve výživě telat, králíků a drůbeže. Poznatky jejího týmu významně přispívají k poznání interakcí mezi výživou, zdravím, kvalitou a bezpečností produkce.

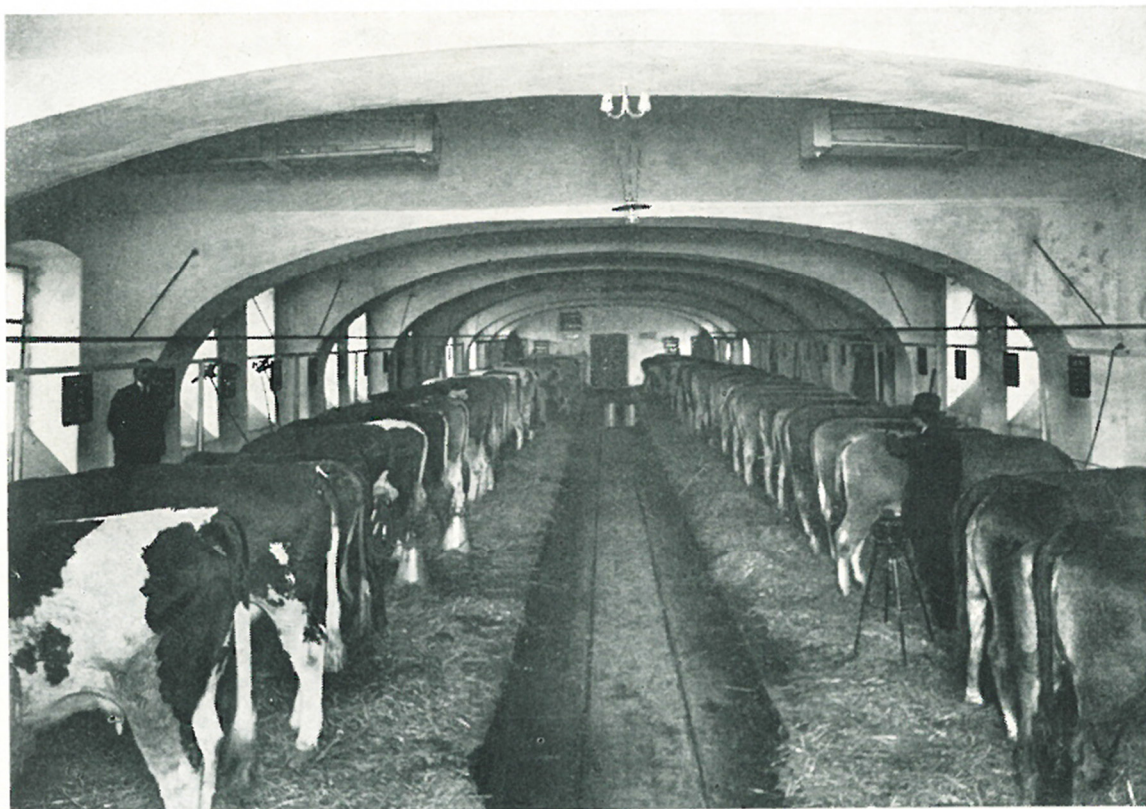


doc. Ing. Petr Homolka, CSc., Ph.D.

[ředitel 2012 - současnost](#)

V roce 2012 se musel vyrovnat s 20% snížením rozpočtu ústavu, díky řadě úsporných opatření byl nakonec rok 2012 uzavřen s vyrovnaným rozpočtem. Zahájil modernizaci zastaralého strojového parku v účelovém hospodářství na farmě Netluky. Byly opraveny fasády a střechy na starém dvoře v Netlukách. Pokračovala modernizace bytového fondu, ubytovny a investice do přístrojového vybavení. Klade důraz na spolupráci s univerzitami a jinými výzkumnými institucemi a podporuje vzdělávání a výchovu doktorandů. Vědecký rozvoj ústavu byl interně podpořen zavedením systému motivačních odměn podle výstupů a získaných projektů. Prosazuje publikaci výsledků v renomovaných vědeckých periodikách a transfer vědeckých poznatků do praxe. Ústav je opakovaně řešitelem velkého projektu TAČR GAMA zaměřeného na transfer výsledků do praxe.

Doc. Homolka se zabývá výživou přežvýkavců a predikcí nutriční hodnoty krmiv.



Velký kravín v Uhřetěvsi 1930



Kravín v Netlukách 1935

STRATEGIE BEZPEČNOSTI POTRAVIN A VÝŽIVY 2030

Ing. Petr Beněš

Ministerstvo zemědělství, Odbor bezpečnosti potravin

Shrnutí

Bezpečnost potravin je vládami ČR dlouhodobě označována jako jedna z priorit ČR. Oblast výživy je zásadní z pohledu dlouhodobého zlepšování zdravotního stavu obyvatelstva a prakticky se dotýká oblastí produkce zemědělských surovin a jejich zpracování na potraviny.

Usnesením č. 323 ze dne 29. března 2021 schválila vláda ČR novou Strategii bezpečnosti potravin a výživy 2030 (dále jen „Strategie“). Dokument navazuje na předcházející strategické dokumenty ČR v předmětných oblastech. Cílem Strategie je stanovit priority ČR v oblasti zajištění bezpečnosti potravin a v oblasti výživy pro období 2021-2030. Klíčovou prioritou je zajištění bezpečnosti potravin. Oblast výživy je v tomto kontextu chápána jako zdravotně strategická oblast prvořadého významu. Strategie vznikla v úzké součinnosti mezi ministerstvy zemědělství a zdravotnictví za přispění dalších subjektů, které se v České republice na zajištění systému bezpečnosti potravin podílejí.

Na základě Strategie bude následně během roku 2021 připraven implementační akční plán stanovující konkrétní úkoly dotčeným subjektům. Na jeho přípravě se budou podílet všechny zainteresované organizace.

Úvod

Již od roku 2002 jsou priority v oblasti bezpečnosti potravin definovány národními strategiemi schvalovanými na úrovni vlád ČR. Od roku 2010 je pak součástí těchto strategií také výživa jako přímo související oblast. Aktuální Strategie je historicky šestým strategickým dokumentem ČR. Úkoly a priority definované předcházejícími strategickými dokumenty v oblasti bezpečnosti potravin a výživy mají z významné části dlouhodobý charakter, proto logicky nová Strategie na tyto úkoly a priority navazuje a současně v reakci na aktuální potřeby a situaci otevírá řadu nových oblastí.

Strategie popisuje současný stav zajištění bezpečnosti potravin a výživy v ČR v kontextu celoevropské situace, nastiňuje vizi, základní strategické směřování a priority ČR. Za priority označuje zajištění nezávadnosti potravin, udržení a posilování funkčnosti systému zajištění bezpečnosti potravin, další rozvoj komunikace se spotřebiteli a dalšími zúčastněnými subjekty a otázky výživy. Mimo to by tento strategický dokument měl přispět také k posílení důvěry veřejnosti v systém zajištění bezpečnosti potravin, v jejich bezpečnost, kvalitu a výživovou hodnotu.

Základní východiska

Bezpečnost potravin je důležitým cílem a prvkem politiky EU. Sortiment potravinářského zboží se v Evropě stále a dlouhodobě rozšiřuje. To současně vede k nárůstu požadavků, které je nutno plnit v členských zemích EU v oblasti vědeckého hodnocení, snížení potravinových rizik a efektivní komunikace na téma rizik z potravin.

Bílá kniha o zdravotní nezávadnosti potravin (dále jen „Bílá kniha“) z roku 2000 iniciovala nový rámec pro bezpečnost potravin v Evropě a stala se tak definitivním východiskem pro novou politiku bezpečnosti potravin. Bezpečnost potravin veřejnost vnímá především jako ochranu (zdraví) spotřebitele, což je základním právním východiskem, obsahuje ale také právní problematiku celého potravinového řetězce. Bezpečnost potravin je nutno garantovat během všech kroků produkce a zpracování v potravinovém řetězci – „od vidlí po vidličku“. Nový přístup byl charakterizován jako koncept efektivní a komplexní ochrany zdraví spotřebitelů.

Jako klíčové prvky práva bezpečnosti potravin byly Bílou knihou stanoveny: zásada předběžné opatrnosti, analýza rizik založená na vědeckých poznatcích (zásada vědeckého základu potravinového práva), ochrana zdraví a dobrých životních podmínek zvířat a zdraví rostlin (zásada komplexního a jednotného přístupu), volný pohyb potravinářských výrobků v EU a ochrana zájmů spotřebitele (tedy zásada zpětné sledovatelnosti krmiv a potravin, zásada primární odpovědnosti provozovatele potravinářského či krmivářského podniku za bezpečnost potravin, zásada transparentnosti).

V přímé návaznosti na publikování Bílé knihy bylo přijato usnesení vlády ČR č. 1320 ke Strategii zajištění bezpečnosti (nezávadnosti) potravin v ČR. Na jeho základě je systém zajištění bezpečnosti potravin v České republice koordinován rezorty zemědělství a zdravotnictví, ve spolupráci s dalšími ministerstvy a jinými organizacemi státní správy, nestátními neziskovými organizacemi, profesními a spotřebitelskými sdruženími a státními i nestátními výzkumnými ústavy, vysokými školami a univerzitami.

Politický rámec pro výživu je naproti tomu vnímán především jako vnitrostátní pravomoc. Podpora výživy obyvatelstva a vytváření vhodných stravovacích návyků ke zdraví je součástí politik souvisejících se zemědělskou a potravinářskou produkcí a současně politik zabývajících se zdravím, prevencí infekčních a neinfekčních nemocí, a také vzdělaností a motivovaností obyvatel ve vztahu k podpoře zdraví. Problematika výživy se prolíná nejen s otázkami produkce, zpracování a praktické dostupnosti kvalitních potravin na domácím trhu, ale integrálně i s otázkami bezpečnosti potravin. V rámci České republiky byly, mimo předcházející strategie bezpečnosti potravin, otázky výživy detailně rozpracovány v Národní strategii ochrany a podpory zdraví a prevence nemocí - Zdraví 2020. Navazující materiál Zdraví 2030 již otázky výživy nezahrnuje.

Mimo výše uvedená východiska a dokumenty Strategie reflektuje mezinárodní vývoj a doporučení, protože dnešní globalizovaný svět a jednotný trh EU nerespektuje politicky vymezené hranice států. Zásadní je např. dokument Společného výzkumného střediska EK (Joint Research Centre, JRC) s názvem „Dosažení bezpečnosti potravin a výživy EU v roce 2050 – budoucí výzvy a politika připravenosti“ (Delivering on EU Food Safety and Nutrition in 2050 - Future challenges and policy preparedness) z roku 2016, Strategie EFSA 2027 a samozřejmě také nová Zelená dohoda pro Evropu (*European Green Deal*), jejíž integrální součástí je také strategie „Od zemědělce ke spotřebiteli“ (*Farm to fork Strategy*).

Vize a cíle

Východiskem pro stanovení cílů je vize, představa, jakých cílů bychom chtěli Strategii dosáhnout. Vize uvedená ve Strategii říká: „*Robustní, flexibilní a dlouhodobě udržitelný systém bezpečnosti potravin zajišťuje, že provozovatelé potravinářských podniků uvádí na trh pouze bezpečné potraviny. Spotřebitelé sami aktivně vyhledávají snadno dostupné informace o potravinách, díky kterým mají možnost informované volby. Nabídka potravin umožňuje správnou výživu podporující zdraví populace a vybraných rizikových skupin obyvatelstva.*“

V souladu s vizí definuje Strategie strategické cíle. Ty jsou definovány s ohledem na potřeby a možnosti ČR limitované technickými, personálními a finančními kapacitami. Proto místo široce pojaté koncepce s intervencemi v mnoha oblastech se Strategie soustředí na několik hlavních oblastí a jejich rozvoj. Definovány jsou dva strategické cíle a v nich čtyři prioritní oblasti. Každou prioritní oblast dále zpřesňují oblasti zájmu, pro které budou stanovena konkrétní opatření definovaná akčním plánem, jež by měl být předložen do konce roku 2021 ke schválení vládě ČR.

V oblasti bezpečnosti potravin je strategickým cílem umožnění výroby a uvádění pouze bezpečných potravin na trh, poskytování ověřených informací o bezpečnosti a kvalitě potravin a tím posílení ochrany spotřebitelů, jejich oprávněných zájmů a důvěry v systém bezpečnosti potravin a jeho udržitelnost.

Strategickým cílem v oblasti výživy je prioritní zaměření na správnou výživu podporující zdraví populace a vybraných rizikových skupin obyvatelstva se zvýšením efektivnosti podpory a ochrany zdraví, zdravotní osvěty a prevence nemocí, které souvisejí s výživou a stravováním.

Prioritní oblasti Strategie

Strategické cíle zastřešují čtyři prioritní oblasti, které jsou dále zpřesněny v konkrétních tématech (oblastech zájmu), kterým by se ČR měla přednostně zabývat v příštích deseti letech. Tři prioritní oblasti jsou identifikovány pro bezpečnost potravin, čtvrtou je výživa jako celek.

1. Potraviny na trhu nepředstavují zdravotní riziko pro člověka

Účelem systému zajištění bezpečnosti potravin je maximálně eliminovat rizika pro zdraví lidí. Zkušenosti ukazují, že největší rizika představují chemická a mikrobiologická nebezpečí, kterým by měla být věnována naše pozornost především. Všechna nebezpečí nedokážeme zcela eliminovat, dokážeme však snížit související rizika na akceptovatelnou úroveň. Zejména u chemických látek však některá rizika nejsou dosud známá, nebo není zcela objasněn princip jejich negativního účinku.

Oblasti zájmu:

- snižování zatížení potravních řetězců chemickými látkami
- omezování mikrobiálních nebezpečí
- data o potravinách
- nová nebezpečí

2. Systém bezpečnosti potravin je dlouhodobě funkční a udržitelný

Tato oblast cílí na samotnou podstatu systému bezpečnosti potravin, jeho základní prvky, klíčové subjekty a jejich schopnost dlouhodobě plnit své úkoly. Pro naplnění této priority je nezbytná stabilita právního prostředí, jasně definované role a kompetence jednotlivých subjektů a vazby

mezi nimi. Základem je posilování efektivní spolupráce mezi všemi organizacemi, které jsou do systému zapojené. Současně je nezbytné systém přizpůsobovat měnícím se podmínkám, které jsou formovány především mnoha globálními vlivy, jež nedokážeme na národní úrovni ovlivnit. Pro dosažení strategického cíle 1 je tato prioritní oblast klíčová.

Oblasti zájmu:

- další rozvoj systému
- meziresortní spolupráce
- personální kapacity

3. Vzdělaný spotřebitel má možnost informované volby

Z výsledků hodnocení obecného potravinového práva, které proběhlo v roce 2018, vyplynulo, že komunikaci o rizicích spojených s potravinami veřejnost obecně nepovažuje za dostatečně účinnou, což má dopad na důvěru spotřebitelů ve výsledky analýzy rizika. Je proto nezbytné zajistit v celém průběhu analýzy transparentní, průběžnou a inkluzivní komunikaci o riziku, do níž se zapojí osoby, které provádějí hodnocení rizika, a osoby, které provádějí řízení rizika. To by mělo vést k zajištění vysoké úrovně ochrany lidského zdraví a zájmů spotřebitelů.

Existující systém zajištění bezpečnosti potravin je natolik robustní, že umožňuje, aby se při dodržování legislativně daných pravidel ke spotřebiteli dostaly pouze bezpečné potraviny. Tato pravidla pokrývají celý řetězec „od vidlí po vidličku“. Současně však v maloobchodě, kde zpravidla spotřebitelé potraviny nakupují, dosah těchto pravidel končí a zodpovědnost za bezpečnost potravin přebírá spotřebitel. Je proto evidentní, že vzdělávání spotřebitelů nesmí být opomíjeno.

Oblasti zájmu:

- komunikace se spotřebiteli
- vzdělání laiků i odborníků

4. Výživa

Dodržování zásad správné výživy je základním předpokladem udržení dobrého zdravotního stavu a prevence rozvoje nemocí pramenících z neadekvátního nutričního chování. V současné době patří mezi nejzávažnější onemocnění především nadváha a obezita, ale u části populace i malnutrice a řada chronických neinfekčních onemocnění. To zahrnuje mimo jiné onemocnění srdce a cév, cukrovku 2. typu, hypertenzní nemoc, poruchy příjmu potravy u mladistvých, zubní kazivost, osteoporózu či nádorová onemocnění. Sumárně tato onemocnění představují nejčastější příčinu onemocnění a úmrtí v ČR (podobně jako v celém evropském regionu). Jako taková představují řádově větší společenský a také ekonomický problém, ve srovnání s problematikou bezpečnosti potravin, která je obecně v EU na vysoké úrovni.

Je proto v zájmu státu, aby obyvatelstvu, producentům i zpracovatelům potravin, poskytl vědecky podložené informace k zajištění nejen kvantitativně, ale i kvalitativně adekvátní výživy. To vše se zohledněním kulturně historických tradic, společenského, ale i ekologického a nesporně i ekonomického hlediska (udržitelnost produkce potravin).

Akční plán Strategie

Realizace cílů Strategie bude rozpracována do akčního plánu. Jeho cílem bude zajistit transparentní a efektivní naplňování Strategie a zároveň zajistit jeho efektivní nastavení a hodnocení. Akční plán by měl být v souladu s usnesením vlády č. 323 předložen ke schválení vládě do 31. 12. 2021. Blíže popsána zde budou jednotlivá opatření, odpovědnost za jejich realizaci, ukazatele a termíny plnění, včetně stanovení požadavků na finanční a materiálové pokrytí nutně souvisejících nákladů. Intervence ve všech strategických oblastech politiky bezpečnosti potravin a výživy mohou být efektivně uplatňovány pouze ve funkčním institucionálním prostředí, včetně zajištění dostatečné finanční podpory.

Závěr

Základní premisou Strategie je zajištění benefitů ve prospěch spotřebitelů: potraviny na trhu jsou bezpečné; spotřebitelé mají přístup k dostupným, kvalitním a bezpečným potravinám, a to nyní i v budoucnosti; spotřebitelé mají možnost výběru na základě dostupných informací a znalostí faktů, spotřebitelé jsou chráněni před nepřijatelnou úrovní rizika. Proto by měl tento strategický dokument přispět také k posílení důvěry veřejnosti v systém zajištění bezpečnosti potravin, v jejich bezpečnost, kvalitu a výživovou hodnotu.

Text Strategie je dostupný na portálu Ministerstva zemědělství (<http://eagri.cz/public/web/file/677077/SBPV2030.pdf>), případně na internetových stránkách Informačního centra bezpečnosti potravin (<https://bezpecnostpotravin.cz/kategorie/strategie-bezpecnosti-potravin-a-vyzivy.aspx>).

Literatura

Bílá kniha o zdravotní nezávadnosti potravin (Evropská komise, leden 2000)
Strategie bezpečnosti potravin a výživy 2030 (Ministerstvo zemědělství, březen 2021)

ÚČINKY ORLISTATU PŘI RŮZNÉM OBSAHU V DIETĚ POTKANŮ

prof. Ing. Milan Marounek, DrSc., doc. Ing. Zdeněk Volek, Ph.D., Ing. Tomáš Taubner, Ph.D.

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.

Úvod

Obezita způsobuje řadu zdravotních problémů, zejména onemocnění kardiovaskulární, diabetes typu 2 a vysoký krevní tlak. Při obezitě je nutné upravit složení potravy a snížit příjem tuku a cukru, rovněž zvýšit tělesnou aktivitu. Novým přístupem k léčbě obezity je inhibice lipas v trávicím traktu. Tetrahydrolipstatin, komerčně dostupný jako Orlistat, je inhibitor gastrické a pankreatické lipasy. Orlistat inhibuje hydrolýzu triglyceridů a tím snižuje vstřebání monoglyceridů a mastných kyselin (Guercioli, 1997). Hydrolýza nebývá úplná, ale podle meta-analýzy 33 studií Orlistat snížil hmotnost pacientů s obezitou, celkový i LDL-cholesterol a triglyceridy v plasmě. Účinek Orlistatu na celkový a LDL cholesterol byl z klinického hlediska málo významný. Farmakologická aktivita Orlistatu závisí na dávkování. Při doporučené dávce 120 mg/den ve spojení s mírně hypokalorickou dietou představovala inhibice absorpce tuku asi 30 % jeho příjmu (Sahebkar et al. 2017). Při dávkách nad 400 mg/den se tato inhibice již nezvyšuje. V řadě zemí je Orlistat dostupný bez předpisu, existuje tak možnost předávkování.

Několik prací se zabývá účinkem Orlistatu u potkanů. Orlistat v koncentraci 200 mg/kg v dietě s obsahem kukuřičného oleje snížil koncentraci triglyceridů a cholesterolu v plasmě (Mahmoud a Elnour, 2013). Orlistat při této koncentraci zvýšil fekální ztrátu tuku z 0,1 na 0,6 g/den a při 400 mg/kg na 2,9 g/den (Cruz-Hernandez et al. 2010). Podobné výsledky uvádí i další autoři, např. Damayanthi et al. (2020).

Cílem naší práce bylo zjistit vliv Orlistatu na parametry séra potkanů a koncentraci tuku v exkrementech při dietě s obsahem palmového tuku a cholesterolu. Orlistat byl přidán ve třech koncentracích, ta nejvyšší převýšila koncentraci dosud zkoušenou.

Metody

Použili jsme samice kmene Wistar věku 6 týdnů umístěné jednotlivě v klecích v prostředí s kontrolou vlhkosti a teploty. Dieta ST-1 (Velaz Lysolaje) byla doplněna o cholesterol (10 g/kg) a palmový tuk (70 g/kg). Zdrojem palmového tuku byl drcený kokos. Orlistat byl přidán v množství 0, 200, 300 a 600 mg/kg. Za 3 týdny byli potkani usmrceni po anestezii isofluranem dekapitací, byly odebrány vzorky krve a tkáň jater. Exkrementy z posledních dnů byly shromážděny, zváženy a zmrazeny. Sérový cholesterol, triglyceridy a aminotransferasy byly stanoveny kity BioVendor (Brno), stanovení lipidů jater a tuku exkrementů tak jak uvádí autoři (Marounek et al. 2019).

Výsledky

Orlistat neměl vliv na příjem potravy, parametry séra a jater (Tab. 1). Orlistat v koncentraci 300 mg/kg diety zvýšil koncentraci cholesterolu v séru o 63 %, vzhledem k variabilitě dat výsledek nebyl signifikantní. Při vyšší koncentraci Orlistatu (600 mg/kg) byl významně zvýšen sérový cholesterol i triglyceridy. Koncentrace tuku ve výkalech se zvyšovala současně s koncentrací Orlistatu v dietě. Sérové aminotransferasy nebyly změnami diety ovlivněny.

Tab. 1. Účinek Orlistatu na příjem krmiva, parametry séra a jater a koncentraci tuku v exkrementech potkanů^a

	Tetrahydrolipstatin (mg/kg v dietě)			
	0	200	300	600
Příjem krmiva (g/den)	19.1 ± 1.4	20.9 ± 0.4	20.4 ± 0.3	20.0 ± 0.7
<i>Parametry séra</i>				
Glukosa (μmol/mL)	8.18 ± 1.02	7.22 ± 0.44	7.90 ± 1.41	8.42 ± 0.79
Cholesterol (μmol/mL)	4.27 ± 0.79 ^b	4.94 ± 0.74 ^b	6.95 ± 0.47 ^b	10.98 ± 3.65 ^d
Triglyceridy (μmol/mL)	1.93 ± 1.12 ^b	3.65 ± 1.03 ^b	6.00 ± 0.92 ^b	17.03 ± 10.05 ^c
<i>Parametry tkáně jater</i>				
Cholesterol (μmol/g)	26.63 ± 10.50	28.00 ± 9.54	35.73 ± 6.75	40.75 ± 8.96
Celkové lipidy (mg/g)	73.31 ± 16.26	81.30 ± 11.13	75.70 ± 19.11	96.00 ± 24.50
Tuk v exkrementech (mg/g DM)	192.7 ± 16.7 ^b	203.0 ± 29.2 ^b	227.8 ± 23.1 ^{bc}	334.0 ± 20.1 ^c

^a 7 potkanů ve skupině

Diskusi výsledků ztěžuje skutečnost, že účinky Orlistatu v dietě potkanů při vyšších koncentracích nebyly zjišťovány. Cruz-Hernandez a kol. (2010) uvádí výsledky zkoušek Orlistatu při koncentracích 200 a 400 mg/kg diety. Absorpce tuku byla snížena o 9 % a 54 %. Vliv Orlistatu na sérové lipidy tato práce neuvádí.

Závěr

Vyšší příjem Orlistatu, který nelze vyloučit tam, kde je Orlistat dostupný bez předpisu, může být škodlivý, protože zvýší sérový cholesterol a triglyceridy.

Literatura

- Cruz-Hernandez C, Oliveira M, Pescia G, Moulin J, Masserey-Elmelegy I, Dionisi F, Destaillets F. Lipase inhibitor orlistat decreases incorporation of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids in rat tissues. *Nutr Res* 2010; 30: 134-140.
- Damayanthi E, Navratilova HF, Ardiansyah R, Fitriyana IN, Soejoedono RD, Thenawidjaja M. Fecal lipid content, serum lipid profile, and intra-abdominal fat accumulation in normal rats supplemented with rice bran oil. *J Gizi Pangan* 2020; 15: 119-124.
- Guercioli R. Mode of action of orlistat. *Int J Obes* 1997; 21: S12-S23.
- Mahmoud RH, Elnour WA. Comparative evaluation of the efficacy of ginger and orlistat on obesity management, pancreatic lipase and liver peroxisomal catalase enzyme in male albino rats. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2013; 17: 75-83.
- Marounek M, Volek Z, Taubner T, Dušková D, Čermák L. Effect of amidated alginate on faecal lipids, serum and hepatic cholesterol in rats fed diets supplemented with fat and cholesterol. *Int J Biol Macromol* 2019; 122: 499-502.
- Sahebkar A, Simental-Mendia LE, Reiner Z, Kovanen PT, Simental-Mendia M, Bianconi V, Pirro M. Effect of orlistat on plasma lipids and body weight: A systematic review and meta-analysis of 33 randomized trials. *Pharmacol Res* 2017; 122: 53-65.

Pokus byl umožněn díky podpoře Ministerstva zemědělství ČR (projekt MZERO 0718).

KOMBINACE GENTAMICINU A PYRITHION ZINKU A JEJÍ ÚČINEK NA BAKTERIE RODŮ *STREPTOCOCCUS* A *STAPHYLOCOCCUS*

^{1,2}prof. MVDr. Eva Skřivanová, Ph.D., ^{1,2}Ing. Klára Laloučková, Ph.D., Ing. Lucie Malá

¹Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.

²Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Praze

Úvod

Bakterie rodů *Streptococcus* a *Staphylococcus* patří mezi klinicky významné mikroorganismy, které jsou za určitých podmínek schopné ohrozit zdraví zvířat i člověka. Oportunitní patogen *Staphylococcus aureus* je grampozitivní nesporulující mikroorganismus tvořící koky, který může v případě dysbiózy způsobovat závažné lokální či systémové infekce, včetně zánětů kůže, nebo mastitid přežvýkavců (Cogen a kol. 2010). Obdobně i *Streptococcus agalactiae* a *Str. dysgalactiae* jsou řazeny mezi nejčastější a tedy i nejvýznamnější původce těchto typů onemocnění (Keefe 2012, Rantala 2014). Léčba je zpravidla antibiotická. Mezi využívaná antibiotika patří i gentamicin (Beganovic a kol. 2018). Antibiotická léčba, byť účinná, s sebou přináší komplikace v podobě zvyšování rizika výskytu rezistence bakterií k antibiotikům. Ta se pak může šířit do prostředí. Tento aspekt vybízí k hledání nových alternativ, které by spotřebu antibiotik mohly omezit. Nejen samotné látky, ale i jejich kombinace se ukazují jako žádoucí.

Stále více jsou diskutovány látky přírodního charakteru, jakožto alternativy komerčních antibiotik, pro použití v chovech hospodářských zvířat. Například zinečnatý chelát N-hydroxy-2-pyridinethionu, pyrrithion zinek (ZnP), který vznikl odvozením od aspergilové kyseliny, vykazuje široké spektrum antimikrobiální aktivity proti řadě plísní i bakteriálních patogenů (Shaw a kol. 1950). Lze předpokládat, že *in vitro* testováním ZnP v kombinaci s vybranými antibiotiky by se mohlo docílit synergického účinku a zajistit tak inhibici patogenních mikroorganismů pomocí významně nižší použité koncentrace, což byl cíl této studie.

Materiál a metody

Bakteriální kmeny a kultivační podmínky

Přehled použitých bakterií, jejich kultivačních médií a původu je uveden v Tabulce 1. Celkem bylo testováno sedm kmenů *S. aureus* (SA), konkrétně šest meticilin-senzitivních kmenů SA (ATCC 29213, CCM 885, CCM 2022, CCM 2773, CCM 4516 a DSM 6732) a jeden meticilin-rezistentní kmen SA (ATCC 43300). Dále byly testovány dva kmeny *Str. agalactiae* (CCM 6187 a DSM 6784) a jeden kmen *Str. dysgalactiae* (DSM 20662). Všechny bakteriální kmeny byly kultivovány a udržovány ve vhodném růstovém médiu (Oxoid Inc., Basingstoke, Hampshire, UK) při teplotě 37 °C po dobu 24 hodin za aerobních podmínek.

Tab. 1 Přehled testovaných bakterií, kultivačních médií a jejich původu

Bakteriální druh	Původ	Růstové médium	Zdroj
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	Americká sbírka typových kultur, Manassas, Virginia, USA	Müller-Hinton bujón	Oxoid Inc., Basingstoke, UK
<i>S. aureus</i> ATCC 43300	Americká sbírka typových kultur, Manassas, Virginia, USA	Müller-Hinton bujón	Oxoid Inc., Basingstoke, UK
<i>S. aureus</i> CCM 885	Česká sbírka mikroorganismů, Brno, ČR	Trypton-sojový bujón	Oxoid Inc., Basingstoke, UK
<i>S. aureus</i> CCM 2022	Česká sbírka mikroorganismů, Brno, ČR	Trypton-sojový bujón	Oxoid Inc., Basingstoke, UK
<i>S. aureus</i> CCM 2773	Česká sbírka mikroorganismů, Brno, ČR	Trypton-sojový bujón	Oxoid Inc., Basingstoke, UK
<i>S. aureus</i> CCM 4516	Česká sbírka mikroorganismů, Brno, ČR	Trypton-sojový bujón	Oxoid Inc., Basingstoke, UK
<i>S. aureus</i> DSM 6732	Německá sbírka mikroorganismů, Braunschweig, GE	Trypton-sojový bujón + kvasničný extrakt	Oxoid Inc., Basingstoke, UK
<i>Str. agalactiae</i> CCM 6187	Česká sbírka mikroorganismů, Brno, CZ	Trypton-sojový bujón	Oxoid Inc., Basingstoke, UK
<i>Str. agalactiae</i> DSM 6784	Německá sbírka mikroorganismů, Braunschweig, GE	Trypton-sojový bujón + kvasničný extrakt	Oxoid Inc., Basingstoke, UK
<i>Str. dysgalactiae</i> DSM 20662	Německá sbírka mikroorganismů, Braunschweig, GE	Trypton-sojový bujón + kvasničný extrakt	Oxoid Inc., Basingstoke, UK

Testované látky

GEN (100 %) a ZnP (100 %) byly zakoupeny od společnosti Sigma-Aldrich (Praha, ČR).

Stanovení minimálních a frakčních inhibičních koncentrací testovaných látek

Pomocí *in vitro* mikrodiluční bujónové metody v 96-ti jamkových mikrotitračních destičkách byly pomocí metodiky CLSI (2015), upravené dle poznatků Cos a kol. (2006), stanoveny minimální inhibiční koncentrace (MIK) testovaných látek vůči všem výše zmíněným kmenům *S. aureus*, *Str. agalactiae* a *Str. dysgalactiae*. Prostřednictvím mikrodiluční šachovnicové metody byl následně testován antibakteriální kombinační efekt kombinace ZnP a GEN. Mikrotitrační destičky byly inokulovány bakteriální suspenzí o konečné hustotě $5 \cdot 10^5$ KTJ/ml a inkubovány při 37 °C po dobu 24 hod.

Nárůst organismů v médiu byl hodnocen měřením zákalu v jednotlivých jamkách pomocí Infinite® 200 PRO Microplate Reader (Tecan, Männedorf, Švýcarsko) při vlnové délce 405 nm. Účinky kombinací antibiotika a pyrithion zinku byly následně určeny podle hodnoty indexů frakčních inhibičních koncentrací (FIK), které byly vypočítány dle vzorce:

$$FIK_{AB} = \frac{MIK_A (\text{kombinace})}{MIK_A (\text{samostatná})} + \frac{MIK_B (\text{kombinace})}{MIK_B (\text{samostatná})}$$

Dle hodnot indexu FIK lze definovat tři různé způsoby interakce (Odds 2003, Kalan & Wright 2011): synergie: $FIK \leq 0,5$; indiference: $FIK 0,5 \leq 4$; antagonismus $FIK > 4$.

Výsledky a diskuse

Výsledná citlivost *S. aureus* k ZnP a GEN je znázorněna v Tabulce 2. Naměřené MIK ZnP se pohybovaly v rozsahu 0,25 - 1,00 µg/ml. U kmenů MSSA dosahovaly MIK GEN hodnot od 1,00 do 2,00 µg/ml. V případě MRSA byla MIK GEN stanovena >256 µg/ml. Vyšší koncentrace GEN nemohla být testována, a to z důvodu nerozpustnosti tohoto antibiotika při vyšších koncentracích. Na základě zjištěných MIK mohl být dále testován účinek kombinace GEN/ZnP. Výsledný kombinační efekt těchto látek proti kmenům *S. aureus* stanovený mikrodiluční šachovnicovou metodou je uveden rovněž v Tabulce 2. U třech MSSA kmenů CCM 885, CCM 2022 a DSM 6732 byl pozorován synergický efekt ZnP a GEN, nicméně pouze u jedné z koncentrací látek (0,25 µg/ml). Kmen MRSA (ATCC 43300) nebyl v rámci kombinačního účinku testován, z důvodu již zmíněné nerozpustnosti při vyšších koncentracích. Na základě dílčích výsledků, lze konstatovat, že společné použití těchto látek v příslušných koncentracích může být díky svému synergickému působení použito v kombinaci, která by měla za důsledek snížení množství účinných látek. Tento fakt, po zhodnocení dalších aspektů, by mohl vést k využití dané kombinace v praxi, s cílem snížení šíření rezistentních kmenů bakterií *S. aureus* jak v lidské populaci, tak v chovech hospodářských zvířat.

Výsledky citlivosti *Str. agalactiae* a *dysgalactiae* k ZnP a GEN a stanovení jejich kombinačního efektu je znázorněno v Tabulkách 3 a 4. Naměřené hodnoty MIK ZnP se pohybovaly v rozsahu 0,25 – 0,83 µg/ml. MIK GEN nabývaly hodnot od 0,94-3,33 µg/ml.

U kmenů *Str. agalactiae* a *Str. dysgalactiae* byl, oproti kmenům *S. aureus*, zjištěn významný synergický efekt, a to v kombinaci tří a více koncentrací. Nejnižší hodnota FIK byla zaznamenána u kmene *Str. dysgalactiae* DSM 20662 (FIK 0,22). Nicméně ostatní testované kmeny *Str. agalactiae* CCM 6187 a DSM 6784 nabývaly podobných hodnot FIK. V rámci synergických účinků se jednalo o rozmezí od 0,22 do 0,39. Na základě těchto dílčích výsledků lze vyvodit závěr, že společné použití GEN a ZnP v příslušných koncentracích může značně eliminovat šíření streptokokových infekcí jak v lidské populaci, tak v chovech hospodářských zvířat. Po zhodnocení dalších aspektů (použití látek in vivo, interakce s komenzálními bakteriemi aj.) by tento fakt mohl vést k využití dané kombinace látek v praxi.

ZnP se považuje za látku baktericidního charakteru, jejíž mechanismus účinku spočívá v narušení buněčné membrány prostřednictvím degradace fosfolipidů (Dinning a kol. 1998). Konvenční antibiotikum běžně využívané ve veterinární medicíně, GEN, patří stejně jako ZnP mezi substance se smrtícím účinkem na dělicí se bakteriální buňky. Antibakteriální mechanismus účinku GEN

spočívá ve vazbě na 30S ribozomální podjednotku, čímž indukuje inhibici syntézy proteinů, a bakteriální buňka následně zaniká (Yoshizawa 1998).

Vazbou aktivních hydroxylových či aminových skupin GEN mohou vznikat komplexy s kovy, což může omezit jeho biologickou aktivitu. Nicméně kombinace ZnP a GEN může zvýšit baktericidní aktivitu obou látek. Lze usuzovat, že mechanismus vedoucí ke zvýšené baktericidní aktivitě kombinace ZnP a GEN může souviset s produkcí reaktivních forem kyslíku ZnP pod vlivem GEN, což způsobí oxidativní stres uvnitř buňky (Wang a kol. 2016). Volné radikály mohou přímo působit na polynenasycené mastné kyseliny přítomné v membránách bakteriálních buněk a zahájit tak lipidovou peroxidaci. Primárním účinkem peroxidace lipidů je změna vlastností membrány, která může významně poškodit proteiny vázané na membránu (Humphries & Sweda 1998).

Tabulka 2. Výsledný kombinační efekt gentamicinu a pyrithion zinku vůči kmenům *Staphylococcus aureus*.

Kmen S.A.	MIK testovaných látek (µg/ml):		GEN + ZnP v koncentraci (µg/ml):													
	MIK GEN	MIK ZnP	1		0,5		0,25		0,125		0,0625		0,03125		0,015625	
	MIK GEN	MIK ZnP	MIK GEN	FIK	MIK GEN	FIK	MIK GEN	FIK	MIK GEN	FIK	MIK GEN	FIK	MIK GEN	FIK	MIK GEN	FIK
ATCC 29213	1	0,5	0,02	2,02	0,02	1,02	0,11	0,61	0,63	0,88	1,21	1,33	1,33	1,39	2	2,03
ATCC 4330	>256	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CCM 885	1	1	0,02	1,02	0,03	0,53	0,18	0,43	0,43	0,54	0,67	0,73	0,83	0,86	1	1,02
CCM 2022	1	1	0,02	1,02	0,02	0,52	0,11	0,35	0,44	0,57	1	1,06	1	1,03	1	1,02
CCM 2773	2	0,5	0,02	2,01	0,02	1,01	0,09	0,55	0,54	0,52	1,58	0,92	1,67	0,90	2	1,03
CCM 4516	1	0,5	0,02	2,02	0,02	1,02	0,12	0,62	0,64	0,89	1,33	1,46	1,17	1,23	1,22	1,25
DSM 6732	2	1	0,03	1,02	0,09	0,55	0,35	0,42	1,44	0,85	2	1,06	2	1,03	2	1,02

GEN – gentamicin; ZnP – pyrithion zinek; Str.A. – *Streptococcus agalactiae*; MIK – minimální inhibiční koncentrace; FIK – frakční inhibiční koncentrace.

Tabulka 3. Výsledný kombinační efekt gentamicinu a pyrithion zinku vůči kmenům *Streptococcus agalactiae*.

Kmen Str.A.	MIK		GEN + ZnP v koncentraci (µg/ml):													
	testovaných															
	látek															
	MIK	MIK	MIK	FIK	MIK	FIK	MIK	FIK	MIK	FIK	MIK	FIK	MIG	FIK	MIK	FIK
	GEN	ZnP	GEN		GEN		GEN		GEN		GEN		GEN		GEN	
CCM 6187	3,33	0,25	0,06	1,02	0,27	0,58	0,35	0,36	0,42	0,25	0,67	0,26	0,67	0,23	1,67	0,52

Kmen Str.D.	MIK		GEN + ZnP v koncentraci (µg/ml):													
	testovaných															
	látek															
	MIK	MIK	MIK	FIK	MIK	FIK	MIK	FIK	MIK	FIK	MIK	FIK	MIG	FIK	MIK	FIK
	GEN	ZnP	GEN		GEN		GEN		GEN		GEN		GEN		GEN	
DSM 6784	2,11	0,69	0,06	2,91	0,06	1,47	0,06	0,75	0,06	0,39	0,17	0,26	0,33	0,25	0,53	0,30

GEN – gentamicin; ZnP – pyrithion zinek; Str.A. – *Streptococcus agalactiae*; MIK – minimální inhibiční koncentrace; FIK – frakční inhibiční koncentrace.

Tabulka 4. Výsledný kombinační efekt gentamicinu a pyrithion zinku vůči kmenům *Streptococcus dysgalactiae*.

Kmen Str.D.	MIK		GEN + ZnP v koncentraci (µg/ml):													
	testovaných															
	látek															
	MIK	MIK	MIK	FIK	MIK	FIK	MIK	FIK	MIK	FIK	MIK	FIK	MIK	FIK	MIK	FIK
	GEN	ZnP	GEN		GEN		GEN		GEN		GEN		GEN		GEN	
DSM 20662	0,94	0,83	0,02	1,22	0,02	0,62	0,08	0,39	0,09	0,24	0,14	0,22	0,70	0,51	0,77	0,58

GEN – gentamicin; ZnP – pyrithion zinek; Str.D. – *Streptococcus dysgalactiae*; MIK – minimální inhibiční koncentrace; FIK – frakční inhibiční koncentrace.

Závěr

Tento výzkum prokázal, že kombinace ZnP a GEN vykazuje *in vitro* v rámci několika koncentrací synergickou aktivitu. Společné použití těchto látek v příslušných koncentracích tak může pomoci eliminovat šíření rezistentních kmenů bakterií *S. aureus*, *Str. agalactiae* a *Str. dysgalactiae* jak v lidské populaci, tak v chovech zvířat.

Poděkování

Tato studie vznikla za podpory projektu MZE-RO0718.

Literatura

- Beganovic M, Luther MK, Rice LB, Arias CA, Rybak MJ, LaPlante KL. 2018. A Review of Combination Antimicrobial Therapy for Enterococcus faecalis Bloodstream Infections and Infective Endocarditis. *Clinical Infectious Diseases* **67**: 303-309.
- CLSI. 2015. Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria that Grow Aerobically; Approved Standard M07-A10 – Tenth Edition. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA.
- Cogen AL, Yamasaki K, Sanchez KM, Dorschner RA, Lai Y, Macleod DT, Torpey JW, Otto M, Nizet V, Kim JE, Gallo RL. 2010. Selective antimicrobial action is provided by phenol-soluble modulins derived from Staphylococcus epidermidis, a normal resident of the skin. *Journal of Investigative Dermatology*. **130**: 192-200.
- Cos P, Vlietinck AJ, Berghe DV, Maes L. 2006. Anti-infective potential of natural products: How to develop a stronger in vitro 'proof-of-concept'. *Journal of Ethnopharmacology* 106: 290-302.
- Dinning AJ, AL-Adham IS, Austin P, Charlton M, Collier PJ. 1998a. Pyrithione biocide interactions with bacterial phospholipid head groups. *Journal of Applied Microbiology* 85: 132-140.
- Humphries KM, Szweda LI. 1998. Selective inactivation of α -ketoglutarate dehydrogenase and pyruvate dehydrogenase: reaction of lipoic acid with 4-hydroxy-2-nonenal. *Biochemistry* 37: 15835-15841.
- Kalan L, Wright GD. 2011. Antibiotic adjuvants: multicomponent anti-infective strategies. *Expert Reviews in Molecular Medicine*. **13**.
- Keefe G. 2012. Update on control of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* for management of mastitis. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* **28**: 203–216.
- Rantala, S. 2014. *Streptococcus dysgalactiae* subsp. *equisimilis* bacteremia: an emerging infection. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases* **33**: 1303-1310.
- Odds FC. 2003. Synergy, antagonism and what the checkerboard puts between them. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. **52**, no.1.
- Shaw E, Bernstein J, Losee K, Lott WA. 1950. Analogs of Aspergillic Acid. IV. Substituted 2-Bromopyridine-N-oxides and Their Conversion to Cyclic Thiohydroxamic Acids 1. *Journal of the American Chemical Society* 72: 4362-4364.
- Wang Y, Tang H, Wu D, Dong L, Yuanfang L, Aoneng C, Wang H. 2016. Enhanced bactericidal toxicity of silver nanoparticles by the antibiotic gentamicin. *Environmental Science: Nano Journal*. **3**: 788–798.
- Yoshizawa S, Fourmy D, Puglisi JD. 1998. Structural origins of gentamicin antibiotic action. *The EMBO Journal*. 1998, 6437-6448.

DIVERZITA BAKTERIÁLNÍHO SPOLEČENSTVA VE FUGÁTU BIOPLYNOVÝCH STANIC ZPRACOVÁVAJÍCÍCH KEJDU HOSPODÁŘSKÝCH ZVÍŘAT

¹Mgr. Ladislav Čermák, Ph.D., ^{1,2}prof. MVDr. Eva Skřivanová, Ph.D.

¹Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i

²Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Praze

Úvod

Anaerobní fermentace (anaerobní digesce, metanová fermentace) je komplexní proces, při kterém dochází mikrobiální činností k postupnému rozkladu organické hmoty na směs plynů (bioplyn) a fermentovaný zbytek organické hmoty (digestát). V zemědělských bioplynových stanicích se nejčastěji zpracovává kejda a plodiny k energetickému využití cíleně pěstované, ze kterých má největší zastoupení silážní kukuřice. Důvody, proč je kukuřice pro anaerobní fermentaci nejvyužívanější, spočívají ve vysokém výnosovém potenciálu této plodiny, příznivých kvalitativních charakteristikách a možnosti konzervace hmoty silážováním. Původ kejdy ovlivňuje do určité míry složení bakteriálního společenstva ve fermentoru. Produktem anaerobní fermentace je tzv. digestát, tj. nerozložený zbytek po anaerobní fermentaci. Ten se obvykle využívá jako tekuté organické hnojivo, které je svým použitím srovnatelné s kejdou. Alternativně lze z digestátu oddělit tuhou frakci - separát, jež lze následně kompostovat, využít jako podestýlku či sušit a spalovat. Tekutý zbytek - fugát, se obvykle aplikuje na ornou půdu nebo trvalé travní porosty, příp. se dle technologie vrací do fermentačního procesu bioplynové stanice. Cílem experimentu bylo porovnání diverzity bakteriálních společenstev ve fugátu pocházejícího z bioplynových stanic na základě použití druhu kejdy jako vstupní suroviny.

Metodika

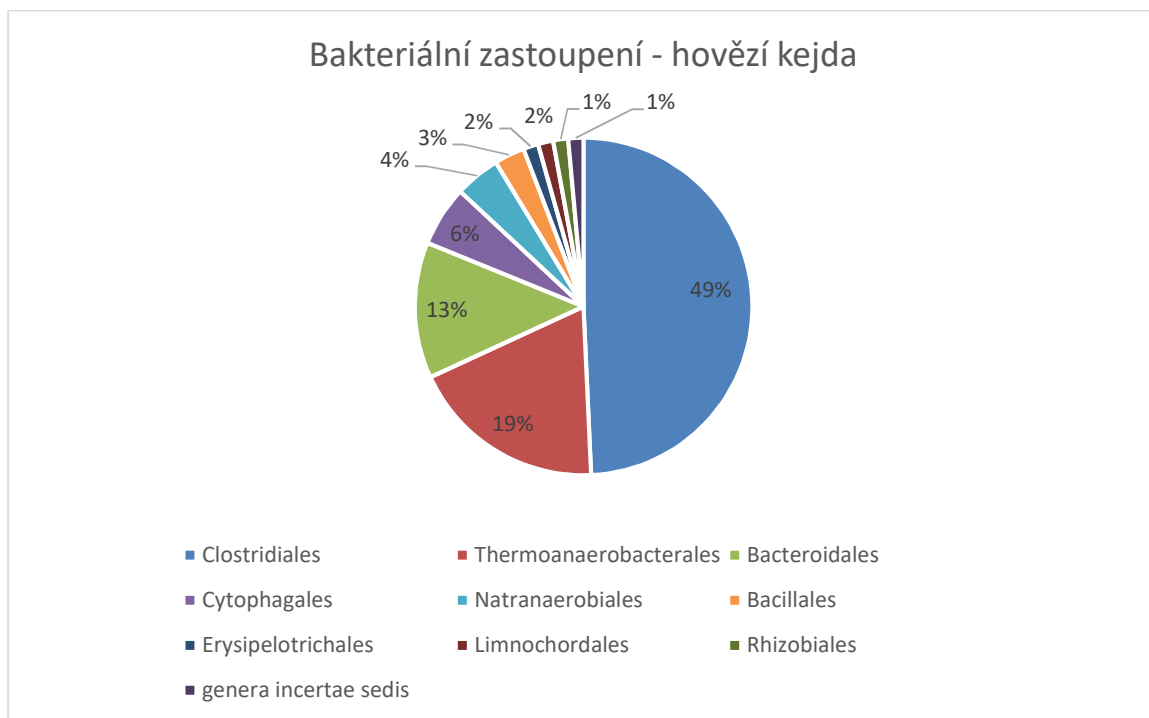
Vzorky fugátů byly získány během roku 2018 z vytipovaných zemědělských bioplynových stanic na území Středočeského a Plzeňského kraje ČR. Vybrány byly celkem tři BPS, které jako jednu ze vstupních surovin pro výrobu bioplynu používají kejdou hospodářských zvířat (skotu, prasat a drůbeže). Bezprostředně po odběru vzorků z výpustného ventilu fermentoru byly vzorky dovezeny ve sterilních uzavíratelných vzorkových lahvích do laboratoří VÚŽV, kde byly zpracovány za účelem extrakce DNA pomocí QIAamp DNA Stool Mini Kit (Qiagen, Hilden, Německo). Byla vytvořena knihovna částečných sekvencí 16S rDNA za použití univerzálních primerů 27F (Lane, 1991) a 783R (Sakai a kol., 2004). Získané DNA fragmenty byly klonovány do vektoru pGEM-T Easy (Promega, Madison, USA), upravenými vektory byly transformovány kompetentní buňky *E. coli* JM109. Transformanty byly kultivovány na živných půdách LB agar s přidávkou antibiotika ampicilinu z důvodu selekce. Identifikace jednotlivých bakteriálních klonů byla provedena pomocí RDP classifier (Wang a kol. 2007) na základě sekvencí klonovaných DNA fragmentů, sekvenaci provedla společnost Macrogen Inc. (Amsterdam, Nizozemí). Rozdíly v bakteriální diverzitě fugátů byly dále testovány pomocí T-RFLP (Terminal restriction fragment length polymorphism). Byly analyzovány terminální fragmenty 16S rDNA (s použitím fluorescenčně značeným primerem 27F a restriční endonukleázy Alu I, analýzu T-RFLP provedla

společnost SEQme s.r.o., Dobříš, ČR), k výpočtu vzdáleností a grafickému znázornění byl použit program R x64 4.1.0 včetně MASS package (Venables a Ripley, 2002).

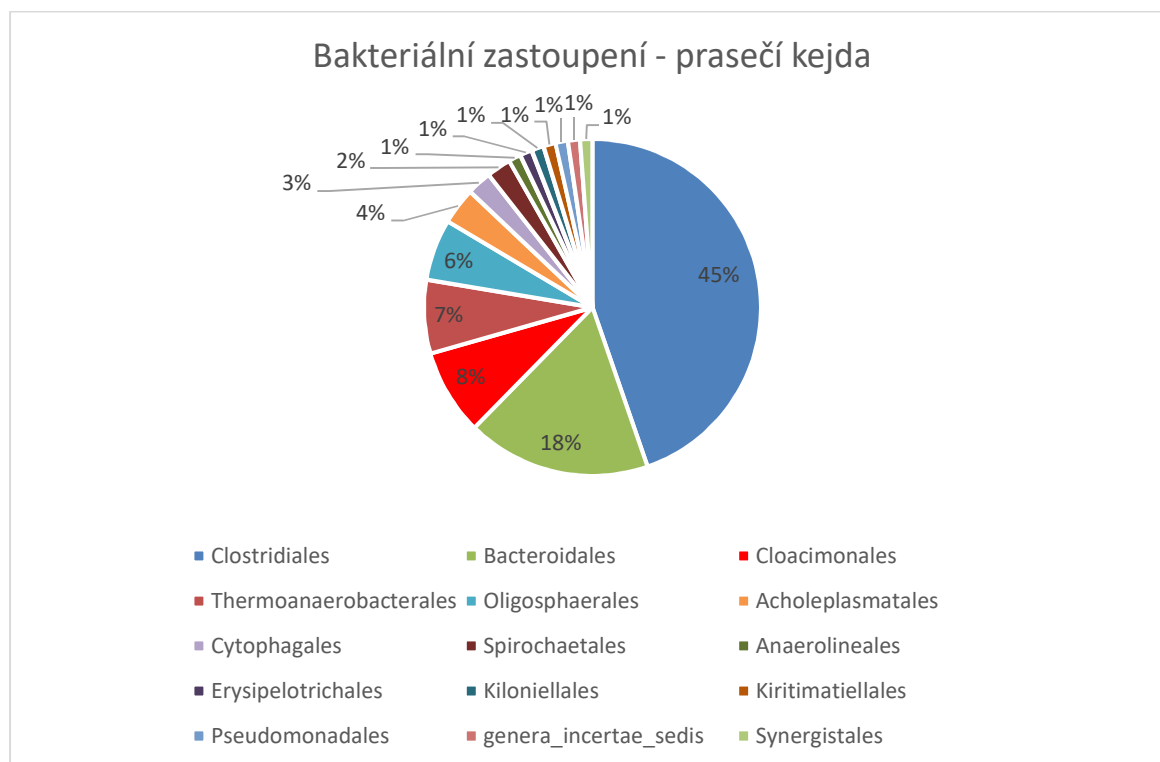
Výsledky

Celkem bylo získáno 69 klonů z fugátu z hovězí kejdy, 85 klonů z prasečí kejdy a 82 z kejdy drůbeží. Ve všech kejdách byla nalezena podobná skladba mikroorganismů, ve všech s přehledem dominují zástupci řádu Clostridiales (přes 40 %). Dalšími početnými skupinami byly řády Thermoanaerobacterales a Bacteroidales (7-19 %). V menší míře se vyskytovali zástupci řádu Cytophagales (2-9 %) (Obr. 1, 2, 3). Pro prasečí fugát byla typická skupina Cloacimoniales (8 %) a Oligosphaerales (6 %), pro hovězí a drůbeží Bacillales (1-3 %). Achleplasmatales (4-7 %) se vyskytovaly výhradně ve fugátu prasečím a drůbežím. Všichni nalezení zástupci jsou typickými obyvateli prostředí s nízkou nebo nulovou koncentrací kyslíku, běžně je nalézáme v odpadních vodách, jímkách, fermentorech nebo střevním traktu nejrozličnějších živočichů.

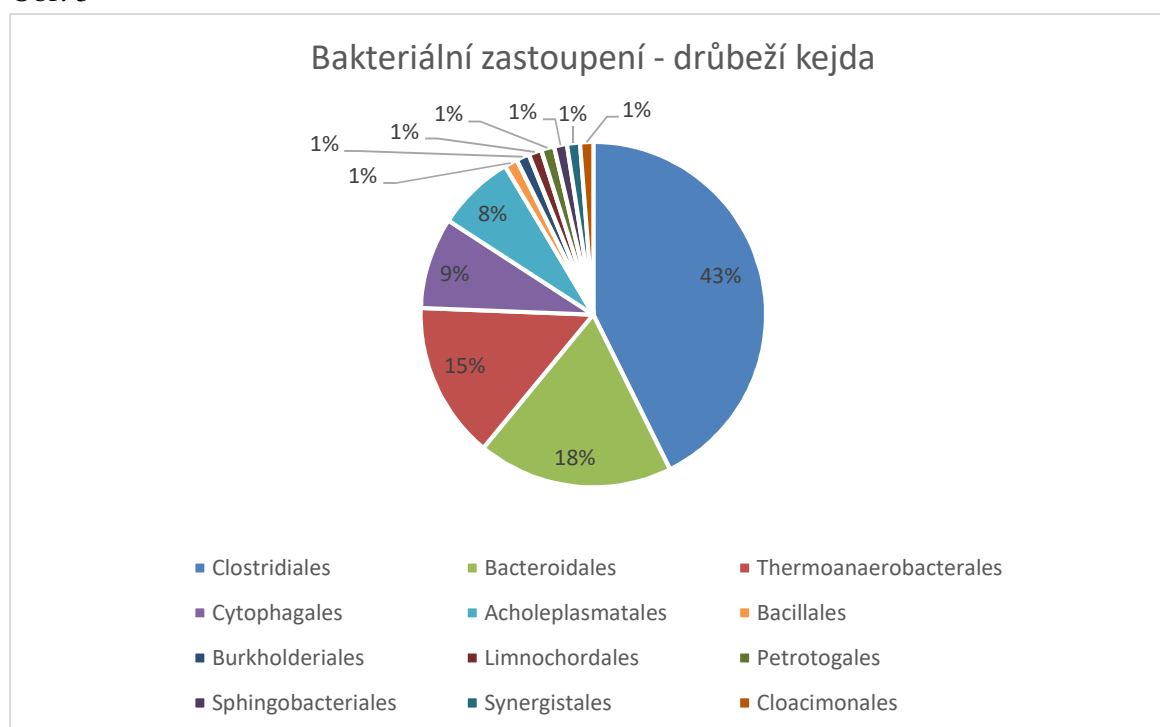
Obr. 1



Obr. 2



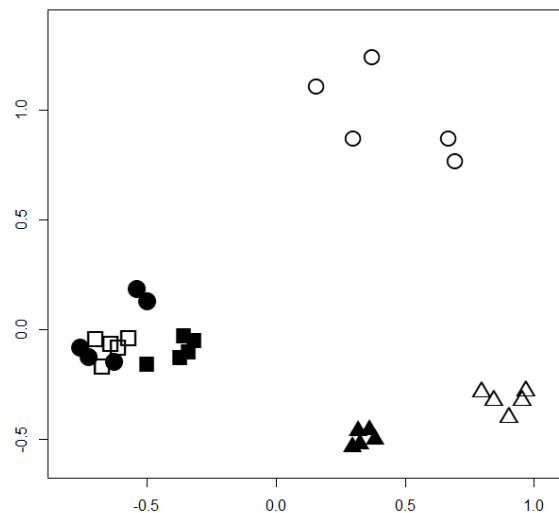
Obr. 3



Porovnání mikrobiálních společenství na základě výsledků T-RFLP (obr. 4) ukazuje rozdíly v diverzitě nejen mezi fugáty různého původu, ale v některých případech i rozdíly mezi časnou a terminální fází anaerobní digesce u fugátů stejného původu. Vzorky pocházející z hovězího fugátu vykazují vysokou homogenitu během zpracovávání kejdy anaerobní digescí ve fermentoru, naproti tomu maximální rozdíly jsou patrné u fugátu prasečího původu. Z pohledu grafu je patrné,

že hovězí fugát před i po AD a prasečí fugát před AD vykazují poměrně podobný stupeň diverzity, od nich se velmi odlišuje fugát drůbeží a prasečí po AD. Podle osy Y se ale významně odlišuje i fugát prasečí o obou fugátů drůbežího původu. Podobnosti fugátů z pohledu původu i fáze AD odráží i výsledky taxonomické identifikace na obrázcích 1. 2 a 3.

Obr. 4. Analýza hlavních komponent (PCA, Principal component analysis). Osa X vysvětluje nejmarkantnější rozdíly mezi zobrazenými hodnotami, osa Y zobrazuje rozdíly v menší míře
 ■ hovězí kejda před anaerobní digescí (AD), □ hovězí kejda po AD, ● prasečí kejda před AD, ○ prasečí kejda po AD, ▲ drůbeží kejda před AD, △ drůbeží kejda po AD



Závěr

Studie ukázala, že existují rozdíly v diverzitě bakterií mezi vzorky z bioplynových stanic zpracovávajících různé druhy kejdy. Byla provedena identifikace bakteriálního společenstva na základě 16S rRNA na úrovni řádů a pomocí fragmentační analýzy ribozomální RNA byly sledovány změny bakteriálních společenstev v čase. Další studium problematiky bude zahrnovat detekci patogenů na molekulární úrovni s využitím metod qPCR, výsledky této studie umožní snadnější zacílení na zajímavé taxonomické jednotky.

Poděkování

Tato studie vznikla s podporou projektu MZE-RO0718.

Reference

- Lane D. (1991): 16S/23S rRNA sequencing. In: Stackebrandt E. and Goodfellow M. (eds): *Nucleic Acid Techniques in Bacterial Systematics*. John Wiley and Sons, Chichester, UK, 115–175.
- Sakai M., Matsuka A., Komura T., Kanazawa S. (2004): Application of a new PCR primer for terminal restriction fragment length polymorphism analysis of the bacterial communities in plant roots. *Journal of Microbiological Methods*, 59, 81–89.
- Venables, W.N., Ripley, B.D., 2002. *Modern Applied Statistics with S*. Springer, New York, p. 495.
- Wang Q., Garrity G.M., Tiedje J.M., Cole J.R. (2007): Naive Bayesian classifier for rapid assignment of rRNA sequences into the new bacterial taxonomy. *Applied and Environmental Microbiology*, 73, 5261–5267.

EFEKT KONOPNÉHO A LNĚNÉHO SEMÍNKA V KRMNÝCH SMĚSÍCH PRO NOSNICE A VÝKRM KUŘAT; OD TEORIE K PRAXI

prof. Ing. Miloš Skřivan, DrSc., Ing. Michaela Englmaierová, Ph.D., prof. Ing. Věra Skřivanová, CSc.

Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i

Abstrakt

Konopné a lněné semínko jsou zdrojem cenných látek, jakými jsou n-3 mastné kyseliny nebo vitamin E, které zvyšují kvalitu produktů, ale i ovlivňují zdraví zvířat. Ve Výzkumném ústavu živočišné výroby, v.v.i. byla realizována řada pokusů testující různé hladiny a poměry těchto semínek v krmných směsích pro nosnice a brojlerová kuřata. Pro zvýšení užitkovosti a pevnosti kostí bylo vhodné do krmné směsi pro nosnice zařadit 30 g/kg konopného semínka. V případě zkrmování obou semínek současně (40 g/kg konopného a 60 g/kg lněného semínka) došlo k pozitivnímu synergickému působení na obsah n-3 mastných kyselin a γ -tokoferolu a negativnímu synergickému vlivu na obsah cholesterolu ve žloutku. Rovněž u brojlerových kuřat se osvědčil přírůstek 40 g/kg konopného semínka spolu s 60 g/kg lněného semínka do krmné směsi. Při zkrmování této kombinace došlo ke zlepšení užitkovosti kuřat, kvality masa a pevnosti kostí a ukládání α -tokoferolu v játrech. Zvýšení pevnosti kostí u nosnic a kuřat po podání konopného semínka bylo poprvé popsáno ve studiích vzniklých na základě výsledků experimentů uskutečněných ve Výzkumném ústavu živočišné výroby, v.v.i. Toto zjištění může zmírnit riziko výskytu zlomenin u nosnic související se změnou systému ustájení z obohacených klecí na podlahové systémy.

Úvod

V současné době se velký důraz klade na welfare zvířat a kvalitu produktů. Kvalita živočišných produktů je hodnocena na základě řady fyzikálních a chemických ukazatelů, mikrobiální kontaminace nebo senzorické analýzy. Z hlediska zdraví konzumentů je důležitým markerem kvality poměr n-6/n-3 mastných kyselin, který je doporučován snížit pod 5. Redukci tohoto poměru lze zajistit výživou, tedy zařazením vhodných komponent do krmné směsi, které obsahují n-3 polynenasycené mastné kyseliny. Významným zdrojem n-3 mastných kyselin je rybí tuk nebo lněné semínko. Rovněž konopné semínko vyniká příznivým poměrem n-6/n-3. Polynenasycené mastné kyseliny snadněji podléhají oxidaci než nasycené, a proto je důležité, aby byl zvířatům do krmné směsi dodáván současně i nějaký antioxidant, který sníží oxidaci mastných kyselin jak v krmivu, tak i v samotném produktu. V případě konopného semínka je výhodné, že je přirozeným zdrojem vitaminu E, který vykazuje antioxidační vlastnosti a není tudíž nutné krmnou směs obsahující konopné semínko nadměrně dotovat tímto vitaminem. Dalším, ale ne však méně významným efektem zkrmování obou semínek, je jejich pozitivní vliv na kvalitu kostí a zdraví zvířat, což je jedním z předpokladů pro zajištění životní pohody zvířat.

Konopné semínko – tokoferol a kanabidiol

Konopí (*Cannabis sativa* L.) je známé svým obsahem bioaktivních látek, kam patří i tokoferoly. Tokoferoly mohou, kromě jiných fyziologických účinků, snížit riziko kardiovaskulárních chorob,

rakoviny a věkem podmíněné makulární degenerace (Leger, 2000). U konopí se koncentrace tokoferolů, jakož i obsah tuku a profil mastných kyselin, mohou lišit podle kultivaru (Kriese et al., 2004). Za dominantní tokoferol se u konopí považuje γ -tokoferol (21,68 mg/100 g), následovaný α - (1,82 mg/100 g), δ - (1,20 mg/100 g) a β -tokoferolem (0,16 mg/100 g) (Oomah et al., 2002; Kriese et al., 2004). Gammatokoferol se velmi snadno vstřebává a hromadí se v lidských tkáních, vykazuje protizánětlivé vlastnosti (Jiang et al., 2001), ale z hlediska antioxidačního efektu je považován za méně účinný než α -tokoferol z důvodu nižší schopnosti darovat elektrony (Kamal-Eldin a Appelqvist, 1996). Zdá se však ale, že nesubstituovaná poloha C-5 γ -tokoferolu umožňuje lépe zachytit lipofilní elektrofilní, jako jsou reaktivní formy oxidu dusíku (Cooney et al., 1993).

Vzhledem k vysokému obsahu nenasycených mastných kyselin v konopném semínku působí tokoferoly jako antioxidanty, které zabraňují oxidaci těchto mastných kyselin. Mimoto studie na zvířatech prokázaly pozitivní vliv α -tokoferolu na kosti u různých modelů osteoporózy. Vysoké dávky α -tokoferolu však mohou být pro kosti škodlivé (Chin a Ima-Nirwana, 2014). Alfatokeferol má tendenci navozovat ve vertebrální sekundární spongiózní kostní tkáni dominantní osteogenezi, při které dochází k aktivní remodelaci kosti. Proto může mít příjem α -tokoferolu příznivé účinky na zdraví kostí (Kasai et al., 2015). Dále Borhanuddin et al. (2012) uvádějí, že α -tokoferol může mít významný vliv na tvorbu kosti během normální fáze remodelace sekundárního hojení kosti. Na druhé straně Hamidi et al. (2012) zjistili, že doplněk vitamínu E ve formě α -tokoferolu potlačoval hladinu γ -tokoferolu v séru a měl negativní vliv na tvorbu kostí. Na rozdíl od α -tokoferolu vede doplňování stravy γ -tokoferolem nejen ke zvýšení samotného γ -tokoferolu, ale také ke zvýšení α -tokoferolu v krvi (Jiang et al., 2001).

Další bioaktivní látkou související s kostním metabolismem je kanabidiol. V případě humánní medicíny, kanabidiol zvýšil hojení zlomenin zacílením na zesílení kolagenu (Gabet, 2017). Pozitivní účinek extraktů *Cannabis sativa* na morfolonii a růst mezenchymálních kmenových buněk kostní dřeni u potkanů popsal Szamand et al. (2018). Tato zjištění korespondují s našimi studiemi realizovanými ve Výzkumném ústavu živočišné výroby, v.v.i. kdy jsme jako první zjistili významný vliv konopného semínka na zvýšení pevnosti kostí u nosnic (Skřivan et al., 2019) i brojlerových kuřat (Skřivan et al., 2020).

Kvalita kostí nosnic

Kvalita kostí slepic je v produkčních chovech slepic jedním z faktorů, které ovlivňují ekonomiku chovu. Vysoký výskyt zlomenin pozorovaný u slepic během produkčního období, při výměně hejna a transportu svědčí o osteoporóze u slepic jako běžném jevu. Osteoporóza je charakterizována progresivní ztrátou mineralizace strukturálních kostí skeletu, jejich křehkostí a zvýšené náchylnosti ke zlomeninám. Při velkém poklesu pevnosti strukturálních kostí dochází ke spontánním zlomeninám včetně zlomenin páteře a k úhynu. Prodloužený snáškový cyklus omezuje možnost regenerace kostí a zvyšuje výskyt zlomenin. Ve všech halových systémech chovu, od klecí, voliér až po podestýlku, dochází k poměrně častým zlomeninám prsní kosti. Kromě výživy na to má vliv genotyp a způsob ustájení.

Stratmann et al. (2015) uvádějí, že výskyt fraktur prsních kostí je v obohacených klecích 23–30 %, zatímco ve voliérách 56–96 %. Fraktury představují velký problém z hlediska welfare a jsou způsobeny pády a kolizemi mezi slepicemi. Kromě bolestivosti pro slepice způsobují fraktury zvýšený úhyn a nižší snášku. Pravděpodobnou náhradou v současné době velmi používaného systému ustájení – obohacených klecí bude voliéra. Voliérový chov umožňuje větší volný pohyb slepic, ale vede i k většímu výskytu zlomenin prsní kosti. Sledování ve 47 hejnech ustájených v různých voliérových systémech v Belgii a v Holandsku ukázalo, že zlomeniny se běžně vyskytují

v polovině hřebene prsní kosti a byly zjištěny u více než poloviny vyšetřovaných slepic (Van Doorn, 2018).

Mastné kyseliny

Konopné semínko je také zdrojem energie a mastných kyselin. Výsledky práce Goldberg et al. (2012) ukazují, že konopí používané v dietě slepic vedlo ke zvýšení obsahu n-3 polynenasycených mastných kyselin a intenzitě barvy vaječných žloutků a nemělo nepříznivý účinek na senzorický profil vařených vajec. Jak uvedli Neijat et al. (2014), dávka konopného semínka 10 % a konopného oleje 4,5 % v krmivu slepic je dobře snášena, je bezpečná a účinná. Doplněk konopných výlisků ve stravě slepic až do koncentrace 10 % obohatil vaječné žloutky polynenasycenými mastnými kyselinami, bez negativního vlivu na snášku slepic (Hale a Schone, 2013). Hlavní mastnou kyselinou ze skupiny polynenasycených mastných kyselin vyskytující se v konopném semínku je kyselina linolová, která zaujímá 60 %. Kyselina α -linolenová dosahuje 17–19 % (Parker et al., 2003). Z toho vyplývá poměr kyseliny linolové (n-6) ku kyselině α -linolenové (n-3) 3,3.

Lněné semínko

Pro potřebné zúžení poměru obou tříd mastných kyselin v krmné směsi připadá v úvahu z rostlinných zdrojů hlavně lněné semínko (*Linum usitatissimum* L.), které má vysoký obsah α -linolenové kyseliny a je vhodné pro obohacení vajec a masa o n-3 polynenasycené mastné kyseliny. Lněné semínko obsahuje 35–45 % oleje, z toho 45–52 % je α -linolenová kyselina (Bhatta, 1995), která je prekurzorem dalších dvou n-3 mastných kyselin, kyseliny eikosapentaenové a dokosaheptaenové kyseliny (Lisiak et al., 2013). Antinutriční faktory lnu však mohou snížit užitkovost drůbeže. Koncentraci antinutričních látek v lněných semenech lze výrazně snížit extruzí (Anjum et al., 2013).

S ohledem na zdraví lidí, n-3 mastné kyseliny snižují riziko srdečních chorob, osteoporózy, revmatoidní artritidy, autoimunitních poruch nebo rakoviny (Connor, 2000). Proto podle doporučení Světové zdravotnické organizace by měl být poměr polynenasycených mastných kyselin n-6/n-3 4–5 nebo méně. Zahrnutí lněného semene v dietě drůbeže významně zvyšuje zastoupení α -linolenové kyseliny ve vaječném žloutku a mase, ale vyšší obsah nenasycených mastných kyselin vede k vyšší náchylnosti k oxidaci, proto je nezbytné zajištění dostatečné dávky antioxidantů, např. vitaminu E, v krmné směsi. A přirozeným zdrojem tokoferolů je právě konopné semínko.

Výsledky pokusů VÚŽV

Na základě uvedených charakteristik konopného a lněného semínka a předpokladu jejich vzájemného spolupůsobení byly ve VÚŽV navrženy a odzkoušeny krmné směsi, které tyto komponenty obsahovaly. V prvním pokusu byly porovnávány různé hladiny konopného semínka v krmivu pro slepice, a to 0, 30, 60 a 90 g/kg (Tabulka 1). Zkrmování konopného semínka zvýšilo obsah α -tokoferolu i γ -tokoferolu ve žloutku a pevnost holenní kosti a snížilo obsah cholesterolu ve žloutku. Z hlediska užitkovosti a kvality kostí slepic je nejvhodnější dávkování 3 % konopného semínka v krmné směsi. Výsledky byly publikovány v zahraničním vědeckém časopise PLOS One (Skřivan et al., 2019). Zjištění týkající se zvýšení pevnosti holenní kosti následkem zkrmování směsi obohacené o konopné semínko je unikátní a ještě nikde jinde nebylo zveřejněno.

Tabulka 1. Vliv konopného semínka v krmivu pro slepice na užitkovost, kvalitu vajec a kostí (Skřivan et al., 2019)

Konopné semínko (g/kg)	0	30	60	90	SEM	P
Intenzita snášky (%)	88,7 ^b	93,6 ^a	86,4 ^b	89,3 ^{ab}	0,59	<0,001
Produkce vaječné hmoty (g/den/slepice)	56,4 ^b	60,5 ^a	56,1 ^b	57,5 ^b	0,07	<0,001
Cholesterol ve žloutku (g/kg)	12,2 ^a	10,8 ^b	10,7 ^b	10,6 ^b	0,17	<0,001
α -Tokoferol ve žloutku (mg/kg sušiny)	82,9 ^b	94,0 ^{ab}	101,0 ^a	86,0 ^b	2,01	0,002
γ -Tokoferol ve žloutku (mg/kg sušiny)	11,3 ^c	29,0 ^b	38,6 ^a	43,3 ^a	2,32	<0,001
Pevnost holenní kosti (N)	297 ^b	354 ^a	352 ^a	350 ^a	10,7	<0,001
Vápník v holenní kosti (g/kg sušiny)	171 ^b	179 ^{ab}	185 ^{ab}	190 ^a	4,20	0,021

^{a-c}Hodnoty na stejném řádku označené jinými písmeny se průkazně liší; SEM = střední chyba průměru; P = průkaznost.

Další sledování si dalo za cíl podpořit pozitivní účinky konopného semínka zvýšením zastoupení n-3 mastných kyselin pomocí přídatku lněného semínka do krmné směsi pro slepice. Lněné semínko z potravinářských odrůd lnu má totiž vysoký obsah kyseliny α -linolenové a jeho poměr n-6/n-3 polynenasycených mastných kyselin je nižší než 1. V kombinaci s konopným semínkem snížil poměr uvedených mastných kyselin v krmné směsi pro slepice a tím i ve vejcích proti samotnému konopí. Byly testovány samotné přídatky konopného (40 g/kg) a lněného (60 g/kg) semínka a jejich kombinace. Krmná směs obsahující současně konopné a lněné semínko zvýšila užitkovost slepic i kvalitu vajec proti samotnému lněnému semínku nebo konopnému semínku, a zvláště oproti kontrolní krmné směsi. Kombinace konopného a lněného semínka zvýšila hmotnost vajec o 2 %. Ve vaječném žloutku byla 5,8krát vyšší koncentrace kyseliny eikosapentaenové, více než 2krát vyšší koncentrace kyseliny dokosaheptaenové, 1,8krát vyšší koncentrace γ -tokoferolu a téměř 5krát vyšší koncentrace karotenoidů luteinu a zeaxantinu. Poměr prozánětlivých mastných kyselin n-6 k protizánětlivým mastným kyselinám n-3 klesl z 5,3 na 2,7, což je žádoucí z hlediska zdraví lidí. Rovněž u obsahu cholesterolu došlo k významnému snížení z 13,7 na 11,4 g/kg u skupiny s konopným a lněným semínkem v krmivu. Na základě těchto výsledků bylo v roce 2021 Úřadem průmyslového vlastnictví ČR vystaveno osvědčení na užitečný vzor chránící složení krmné směsi pro slepice s přídatkem konopného a lněného semínka (Skřivan et al., 2021). S firmou HEMP Solution, s.r.o. byla uzavřena licenční smlouva. Předmětem smlouvy je poskytnutí nevýlučného práva k využívání užitečného vzoru, který se týká krmné směsi pro slepice obsahující konopné a lněné semínko v ověřeném procentuálním zastoupení. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. má i nadále právo využívat a poskytovat užitečný vzor dalším zájemcům, především výrobcům krmných směsí.

Tabulka 2. Vliv konopného a lněného semínka v krmivu pro slepice na užitkovost a kvalitu vajec (Skřivan et al., 2021)

Konopné semínko (KS, g/kg)	0	40	0	40	SEM	Průkaznost		
Lněné semínko (LS, g/kg)	0	0	60	60		KS	LS	KS*LS
Intenzita snášky (%)	98,2	98,2	98,1	97,8	0,19	NS	NS	NS
Hmotnost vajec (g)	58,0 ^b	58,3 ^b	57,7 ^b	59,1 ^a	0,27	NS	NS	0,040
Konverze krmiva (kg/kg)	2,12 ^a	2,07 ^b	2,08 ^b	2,09 ^b	0,011	NS	NS	0,048
Žloutek								
EPA (mg/100 g)	6,42 ^d	11,79 ^c	25,00 ^b	37,10 ^a	2,240	<0,001	<0,001	0,021
DHA (mg/100 g)	395 ^c	425 ^c	534 ^b	817 ^a	31,4	<0,001	<0,001	<0,001
n-6/n-3 PUFA	5,26 ^a	5,33 ^a	2,30 ^c	2,72 ^b	0,256	0,015	<0,001	NS

Cholesterol (g/kg)	13,7 ^a	13,2 ^a	13,5 ^a	11,4 ^b	0,21	<0,001	0,002	0,013
α-Tokoferol (mg/kg DM)	175	177	170	174	4,1	NS	NS	NS
γ-Tokoferol (mg/kg DM)	25,1 ^c	38,6 ^b	23,8 ^c	45,2 ^a	1,87	<0,001	0,002	<0,001
Lutein a zeaxantin (mg/kg DM)	4,16 ^d	16,35 ^b	13,10 ^c	21,72 ^a	1,56	<0,001	<0,001	<0,001

^{a-d}Hodnoty na stejném řádku označené jinými písmeny se průkazně liší; SEM = střední chyba průměru; P = průkaznost; NS = neprůkazný; EPA = eikosapentaenová mastná kyselina, DHA = dokosaheptaenová mastná kyselina, PUFA = polynenasycené mastné kyseliny; DM = sušina.

Obdobný pokus se semínky byl odzkoušen i na brojlerových kuřatech. Byly použity různé kombinace lněného (0 a 60 g/kg) a konopného semínka (0, 30, 40 a 50 g/kg). Všechny dietní kombinace konopného a lněného semínka zvýšily (P <0,001) živou hmotnost kuřat (2375–2493 g) více než samotné konopné (2174 g) nebo lněné semínko (2254 g). Podobné zjištění bylo pozorováno u složení krmné směsi a obsahu tokoferolu v játrech, ale dávky konopného semínka potřebné k dosažení tohoto účinku byly vyšší (40 a 50 g/kg). Obsah tokoferolu v prsním svalstvu nebyl dietou ovlivněn. Samotné konopné semínko (346,3 N) a kombinace konopného semínka se lněným semínkem (40 g/kg s 60 g/kg (359,2 N) nebo 50 g/kg s 60 g/kg (358,3 N)) pozitivně ovlivnila pevnost kostí kuřat ve srovnání s kontrolní skupinou (297,3 N), což může vést ke snížení výskytu zlomenin. Dietní kombinace 60 g/kg lněného semínka a 40 g/kg konopného semínka navíc snížila poměr n-6/n-3 polynenasycených mastných kyselin v prsním svalstvu (P <0,001; 1,75). Výsledky byly uveřejněny v zahraničním vědeckém časopise *Animals* (Skřivan et al., 2020).

Tabulka 3. Konopné a lněné semínko v krmné směsi pro kuřata (Skřivan et al., 2020)

Konopné semínko (g/kg)	0	40	0	30	40	50	SEM	P
Lněné semínko (g/kg)	0	0	60	60	60	60		
Živá hmotnost (35. den; g)	2145 ^d	2174 ^{cd}	2254 ^c	2417 ^{ab}	2493 ^a	2375 ^b	31,7	<0,001
Prsní svalstvo n-6/n-3	3,11 ^b	3,41 ^a	2,03 ^d	2,58 ^c	1,75 ^c	2,21 ^d	0,144	<0,001
α-Tokoferol (mg/kg)	3,85	3,68	3,51	4,06	3,66	3,90	0,146	NS
γ-Tokoferol (mg/kg)	0,29	0,41	0,31	0,39	0,37	0,41	0,016	NS
Játra								
α-Tokoferol (mg/kg)	15,0 ^{abc}	10,0 ^c	12,6 ^{bc}	16,0 ^{ab}	18,6 ^a	19,6 ^a	0,99	0,017
γ-Tokoferol (mg/kg)	1,01 ^{ab}	0,75 ^b	0,77 ^b	0,87 ^b	1,10 ^{ab}	1,31 ^a	0,061	0,028
Pevnost holenní kosti (N)	297 ^b	305 ^{ab}	346 ^a	339 ^{ab}	359 ^a	358 ^a	8,6	<0,001

^{a-c}Hodnoty na stejném řádku označené jinými písmeny se průkazně liší; SEM = střední chyba průměru; P = průkaznost; NS = neprůkazný.

Závěr

Zařazení 30 g/kg konopného semínka do krmiva pro nosnice zvýší užitkovost a pevnost kostí. Zvýšení kvality kostí pravděpodobně souvisí s obsahem kanabidiolu. Pro větší důraz na zvýšení obsahu n-3 mastných kyselin je žádoucí doplnit krmnou směsí i o lněné semínko. V případě kombinace těchto dvou semínek lze doporučit krmnou směs pro slepice se 40 g/kg konopného a

60 g/kg lněného semínka. Konopné semínko má potenciál snížit riziko výskytu zlomenin u nosnic, které vyvstane při přechodu z klecového ustájení na podlahové systémy z důvodu zákazu klecových chovů nosnic od roku 2027. Taktéž u kuřat je nejvhodnější zařadit do krmné směsi 40 g/kg konopného semínka spolu s 60 g/kg lněného semínka. Tato kombinace zajistí zlepšení užitečnosti kuřat, kvality masa a kostí a ukládání α -tokoferolu v játrech. Experimenty byly podpořeny grantem Ministerstva zemědělství České republiky a vzešly z nich 2 kvalitní zahraniční vědecké publikace. V současné době jsou navazující studie financovány Technologickou agenturou České republiky a výstupem je chráněný výsledek – Užitný vzor na krmnou směs pro slepice.

Poděkování

Práce byla podpořena Ministerstvem zemědělství České republiky (projekt MZE-RO0718) a Technologickou agenturou České republiky (projekt TP01010047).

Seznam literatury

- Anjum FM, Haider MF, Khan MI, Sohaib M, Arshad MS. Impact of extruded flaxseed meal supplemented diet on growth performance, oxidative stability and quality of broiler meat and meat products. *Lipids Health Dis.* 2013; 12: 13.
- Bhatty RS. Nutritional composition of whole flaxseed and flaxseed meal. In: *Flaxseed in human nutrition*. Cunnane SC; Thompson LH, Eds.; AOCS Press: Illinois, 1995; pp. 22–45.
- Borhanuddin B, Fozi NFM, Mohamed IN. Vitamin E and the healing of bone fracture: The current state of evidence. *Evid.-based Complement Altern. Med.* 2012; Article ID 684510.
- Connor WE. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000; 71: 171S–175S.
- Cooney RV, Franke AA, Harwood PJ, Hatch-Pigott V, Custer LJ, Mordan LJ. γ -Tocopherol detoxification of nitrogen dioxide: superiority to α -tocopherol. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 1993; 90: 1771-1775.
- Gabet Y. Cannabidiol enhances fracture healing by targeting collagen crosslinking. *Osteoporosis Int.* 2017; 28: S124.
- Goldberg EM, Gaghar N, Ryland D, Allani M, Gibson RA, House JD. Fatty acid profile and sensory characteristics of table eggs from laying hen fed hempseed and hempseed oil. *J. Food Sci.* 2012; 77: 153-160.
- Hale I, Schone F. Influence of rapeseed cake, linseed cake and hemp seed cake on laying performance of hens and fatty acid composition of egg yolk. *J. Verbrauch. Lebensm.* 2013; 8: 185-193.
- Hamidi MS, Corey PN, Cheung AM. Effect of vitamin E on bone turnover markers among US postmenopausal women. *J. Bone Miner. Res.* 2012; 27: 1368-1380.
- Chin KY, Ima-Nirwana S. The Effects of α -Tocopherol on Bone: A Double-Edged Sword? *Nutrients.* 2014; 6: 1424-1441.
- Jiang Q, Christen S, Schigenava MK, Ames BN. γ -Tocopherol, the major form of vitamin E in the USA diet, deserves more attention. *Am. J. Clin. Nutr.* 2001; 74: 714-722.
- Kamal-Eldin A, Appelqvist LA. The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. *Lipids.* 1996; 31: 671-701.
- Kasai S, Ito A, Shindo K, Toyoshi T, Bando M. High-Dose α -Tocopherol Supplementation Does Not Induce Bone Loss in Normal Rats. *PLoS ONE.* 2015; 10: e0132059.

- Kriese U, Schumann E, Weber WE, Bayer M., Brühl L, Matthäus B. Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seeds of 51 *Cannabis sativa* L. genotypes. *Euphytica*. 2004; 137: 339-351.
- Leger CL. Vitamin E: current state of knowledge, role in the prevention of cardiovascular disease, bioavailability. *OCL-Oleagineux Corps Gras Lipides*. 2000; 7: 258-265.
- Lisiak D, Grześkowiak E, Borzuta K, Raj S, Janiszewski P, Skiba G. Effects of supplementary vegetable and animal fats on the slaughter values of fatteners, meat quality, and fatty acid profile in pigs. *Czech J. Anim. Sci.* 2013; 58: 497–511.
- Neijat M, Gaghar N, Neufeld J, House JD. Performance, egg quality, and blood plasma chemistry of laying hens fed hempseed and hempseed oil. *Poult. Sci.* 2014; 93: 2827-2840.
- Oomah BD, Busson M, Godfey GD, Drower JCD. Characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Food Chem.* 2002; 76: 33-43.
- Parker TD, Adams DA, Zhou K, Harris M, Yu L. Fatty acid composition and oxidative stability of cold-pressed edible seed oils. *J. Food Sci.* 2003; 68: 1240–1243.
- Sazmand M, Mehrabani D, Hosseini SE, Amini M. The effect of hydroalcoholic extract of *Cannabis Sativa* on morphology and growth of bone marrow mesenchymal stem cells in rat. *Electron. J. Gen. Med.* 2018; 15: em32.
- Skřivan M, Englmaierová M, Vít T, Skřivanová E. Hempseed increases gamma-tocopherol in egg yolks and the breaking strength of tibias in laying hens. *PLoS ONE*. 2019; 14(5): e0217509.
- Skřivan M, Englmaierová M, Taubner T, Skřivanová E. Effects of dietary hemp seed and flaxseed on growth performance, meat fatty acid compositions, liver tocopherol concentration and bone strength of cockerels. *Animals*, 2020; 10: Article number 458.
- Skřivan M, Skřivanová V, Englmaierová M. Krmná směs pro slepice. Užitný vzor CZ 34942 U1. 2021-03-31. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Česká republika.
- Stratmann A, Fröhlich EKF, Gebhardt-Henrich SB, Harlander-Matauschek A, Würbel H, Toscano MJ. Modification of aviary design reduces incidence of falls, collisions and keel bone damage in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2015; 165: 112-123.
- van Doorn D. Preventing keel bone damage. *Poultry World*. 2018; dostupné z: <https://www.poultryworld.net/Health/Articles/2018/10/Preventing-keel-bone-damage-349301E/>

Název: AKTUÁLNÍ POZNATKY VE VÝŽIVĚ A ZDRAVÍ ZVÍŘAT
A BEZPEČNOSTI PRODUKTŮ 2021

Vydal: **Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.**
Přátelství 815, 104 00 Praha Uhřetěves

ISBN 978-80-7403-254-7

Vydáno bez jazykové úpravy.

Výzkumný ústav živočišné výroby, v. v. i.
Přátelství 815, 104 00 Praha Uhřetěves

www.vuzv.cz