



METODIKA

**Použití mastných kyselin
s antimikrobiálním účinkem
k náhradě krmných antibiotik
u hospodářských zvířat**





METODIKA

Použití mastných kyselin s mikrobiálním účinkem k náhradě krmných antibiotik u hospodářských zvířat

Autoři

MVDr. Eva Skřivanová, Ph.D.
Prof. Ing. Milan Marounek, DrSc.
Doc. Ing. Věra Skřivanová, CSc.

Oponent

Prof. MVDr. Vladimír Benda, DrSc.

Metodika vznikla jako součást řešení projektu NAZV QF 3134.

2008

ISBN: 978-80-7403-008-6

1. ÚVOD

Použití antibiotických stimulátorů růstu je v současné době na území České republiky a celé Evropské unie zakázáno. Tyto látky jsou aplikovány teprve v čas neodkladné potřeby, a to jednorázovým předpisem přísady do krmné směsi pro určitý konkrétní chov a výrobou medikované krmné směsi. Z chemoterapeutických prostředků podávaných do krmiva lze zaznamenat podávání antikokcidik a histomoniostatik, protože kokcidiózy a histomoniázy jsou závažným problémem, který nelze řešit bez krytí léčivy.

Zákaz používání krmných antibiotik v chovech hospodářských zvířat vede nejen ke zhoršení užitkovosti a produkční účinnosti krmiv, ale i zhoršení zdravotního stavu zvířat s následnou možností kontaminace produktů živočišné výroby enteropathogenními bakteriemi. Vzniklá situace ve výživě hospodářských zvířat vytváří potřebu hledat alternativní krmná aditiva, která by alespoň částečně nahradila zakázaná antibiotika.

V posledních letech jsou často diskutovány např. probiotika a prebiotika, bakteriociny, enzymy, rostlinné extrakty, protilátky a v neposlední řadě organické kyseliny, mezi které patří i mastné kyseliny. Tyto látky by měly splňovat určitá kritéria: látka by měla být zdravotně nezávadná, funkční, tj. měla by snižovat míru infekce hospodářských zvířat a následně i míru kontaminace živočišných produktů, neměla by vyvolávat rezistenci mezi bakteriemi, atd. Mastné kyseliny o střední délce řetězce, které jsou předmětem této metodiky, výše uvedené požadavky splňují.

2. CÍL METODIKY

Cílem předložené metodiky bylo prokázat možnost náhrady krmných antibiotik mastnými kyselinami o střední délce řetězce; stanovit a doporučit zásady jejich používání ve výživě hospodářských zvířat.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

Používání antibakteriálních látek ve výživě hospodářských zvířat má dlouhou tradici. Jako antibiotické stimulatory růstu jsou označovány látky, které jsou schopné zvýšit intenzitu růstu a produkční účinek krmiva u zdravých zvířat krmných vyváženou krmnou dávkou s adekvátním obsahem živin. Tyto látky zásahem do mikrobiálního systému ovlivňují podmínky v trávicím traktu zvířat, čímž dochází k příznivému ovlivnění trávicích procesů a zvýšení užitkovosti.

Rutinní používání antibiotik ke stimulaci růstu a prevenci onemocnění hospodářských zvířat přispělo k šíření rezistence mezi bakteriemi (Wegener a kol., 1999). Dne 22. září roku 2003 byla Evropským parlamentem a radou ministrů přijata nová směrnice (č. 1831/2003) o krmných aditivech používaných ve výživě zvířat, která zakazuje používání antibiotik v krmných směsích kromě kokcidiostatik a histomonostatik. Na základě této směrnice nesmí být dosud povolená antibiotika používána jako krmná aditiva od 1. ledna 2006. Tento zákaz způsobuje nejen zhoršení užitkovosti a produkční účinnosti krmiv, ale i zhoršení zdravotního stavu hospodářských zvířat s následnou možností kontaminace produktů živočišné výroby enteropathogenními bakteriemi. Ekonomické ztráty rovněž zahrnují náklady na léčbu a péči o nemocná zvířata. V posledních letech jsou proto často diskutovány možnosti efektivní náhrady krmných antibiotik. Jako možné alternativy lze uvést např. probiotika a prebiotika, bakteriociny, enzymy, rostlinné extrakty, protilátky a v neposlední řadě organické kyseliny, mezi které patří i mastné kyseliny. Vůči mastným kyselinám nelze mít hygienické námitky, neboť to jsou látky přírodního charakteru, které nezanechávají rezidua ve tkáních ani nevyvolávají rezistenci mezi mikroorganismy. O způsobu účinku mastných kyselin na bakteriální buňku jsou v odborné literatuře určité pochyby. Nejčastěji je uváděna představa chemiosmotická, která předpokládá, že mastná kyselina v nedisociované formě prochází do buňky, kde při hodnotě intracelulárního pH *ca* 7,2 uvolňuje proton, jehož export spotřebuje energii, která se pak nedostává k dalším účelům.

Antimikrobiální účinky mastných kyselin a jejich 1-monoacylglycerolů jsou známy již řadu let. Působí proti širokému spektru bakterií, virů a prvoků. Tyto látky se přirozeně nacházejí např. v mléce či sliznicích a bývá jim přisuzována výrazná role při obraně proti infekci pathogenními bakteriemi nebo parazity (Bergsson a kol., 2001). Roli mastných kyselin v obraně živočichů proti infekcím lze doložit příkladem králíků, u nichž zůstává po celou dobu sání prostředí žaludku a tenkého střeva prakticky sterilní. Stejný jev byl pozorován i v pokusech *in vitro*, kdy byla daná mikroflóra inkubována spolu s žaludečním obsahem sajících králíků. Studie ukázaly, že mléko samic obsahuje významné množství triacylglycerolů s obsahem mastných kyselin o střední délce řetězce, mj. i kyselinu kaprylovou a kaprinovou, které působí antimikrobiálně (Canas-Rodriguez a Smith, 1966). Mléko králíků obsahuje až 18 % tuku. Obsah kyseliny kaprylové a kaprinové v mléce králíků je velmi vysoký, pohybuje se mezi jednou třetinou a jednou polovinou z celkového množství mléčného tuku (Christ a kol., 1996, Lebas a kol., 1996). Antimikrobiální účinky králíčího mléka pozoroval Gallois a kol. (2007). Bylo zjištěno, že mléko výrazně zmírňuje infekci *Escherichia coli* O103 u mladých králíků.

Z dostupných pramenů nelze jednoznačně usoudit, která mastná kyselina má největší antimikrobiální aktivitu. Na základě výsledků řady autorů lze však soudit, že nenasycené mastné kyseliny jsou účinnější než nasycené a optimální délka řetězce nasycených mastných kyselin je kolem 12 atomů uhlíku (Nieman, 1954). Při pokusech s gramnegativními i grampozitivními druhy bakterií byly účinnější nenasycené kyseliny s 10, 14 a 18 atomy uhlíku než jejich nasycené deriváty.

Jako nejúčinnější se nicméně ukázala kyselina laurová (Kabara a kol., 1972). Rovněž kulturu směsných bacherových mikroorganismů ovlivňovala kyselina laurová, která inhibovala fermentaci více než kterákoliv mastná kyselina bez ohledu na přítomnost dvojných vazeb. Kyselina laurová snížila produkci těkavých mastných kyselin ve větším rozsahu než kyselina myristová, palmitová, stearová, olejová, linolová a arachidonová (Chalupa a kol., 1984). Kyselina laurová rovněž potlačovala bacherové prvoky a methanogeny (Dohme a kol., 2000). Účinek kyseliny kaprylové a kaprinové na intestinální a bacherové bakterie byl s jistotou prokázán (Marounek a kol., 2002). Minimální inhibiční koncentrace kyseliny kaprylové se pohybovala mezi 1 a 3 mg/ml, u kyseliny kaprinové pak mezi 0,25 a 0,50 mg/ml. V této studii nebyl pozorován rozdíl v citlivosti grampozitivních a gramnegativních bakterií ke kyselině kaprylové. Naopak kyselina kaprinová byla účinnější v případě grampozitivních bakterií a za zmínku stojí zejména velká citlivost enteropathogenní bakterie *Clostridium perfringens*. Při inkubaci bacherového obsahu a obsahu slepého střeva králíků obě kyseliny snižovaly produkci těkavých mastných kyselin a fermentačního plynu a zvyšovaly tvorbu kyseliny mléčné. V bacherovém obsahu byla kyselina kaprinová účinnější v oblasti nižších koncentrací, ale méně účinná než kyselina kaprylová v oblasti koncentrací vyšších. Kyselina olejová měla pouze malý vliv. Kyseliny palmitová a stearová neměly vliv žádný.

Na bakteriální flóru kůže jatečně opracované drůbeže měla výrazný vliv kyselina olejová (Hinton a Ingram, 2000). Kůže kuřat byla ošetřena roztoky o různé koncentraci kyseliny olejové, která prokazatelně snížila počty bakterií čeledi *Enterobacteriaceae*, *Campylobacter* sp., *Enterococcus faecalis*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, *Staphylococcus lentus* a *Salmonella typhimurium*. Přídavek kyseliny kapronové v množství 3 g/kg krmné směsi snížil počty salmonel v tlustém střevě, játrech, slezině a v kloakálních výtěrech pětidenních kuřat (Van Immerseel a kol., 2004).

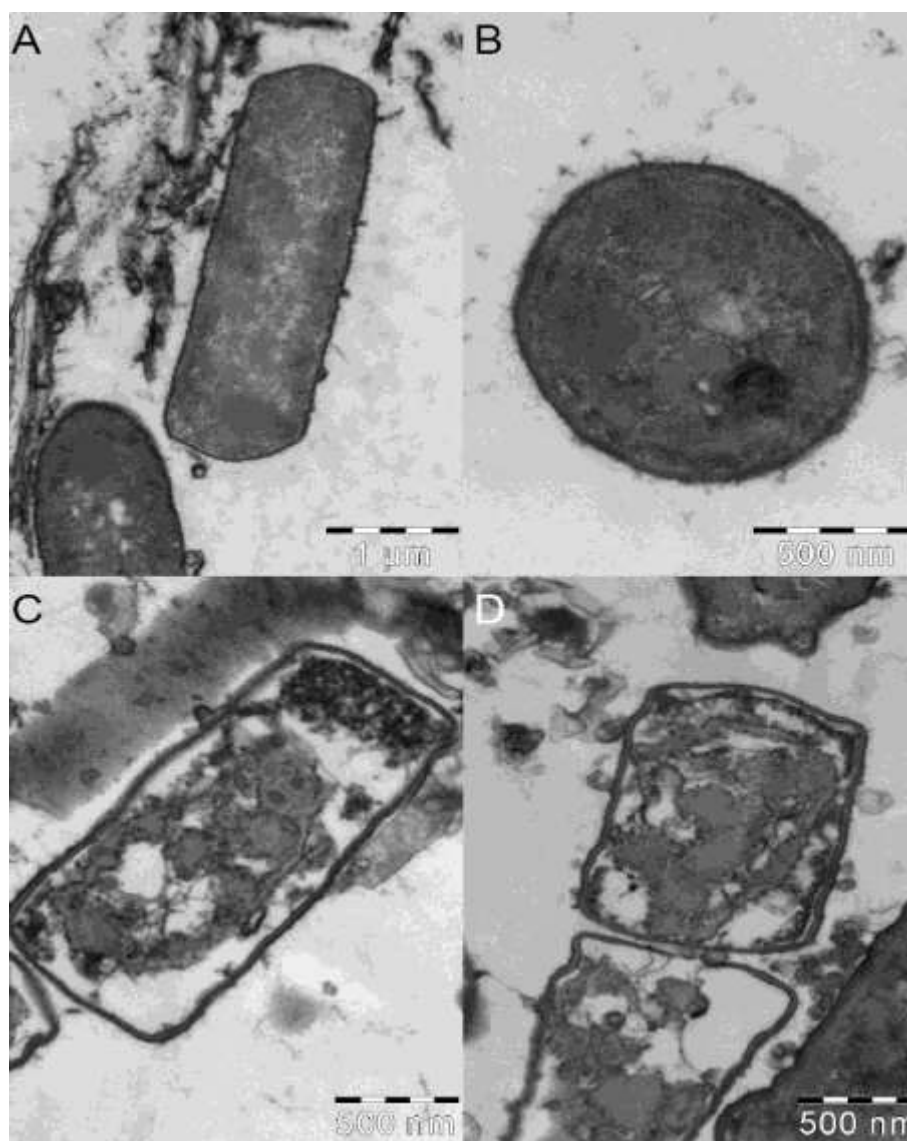
Přídavek 5 % tuku s obsahem mastných kyselin o střední délce řetězce v kombinaci s lipasou inhiboval mikroflóru gastrointestinálního traktu selat. Ukázalo se, že mezi množstvím uvolněných kyselin a inhibicí bakterií je přímá úměrnost (Dierick a kol., 2002). Dierick a kol. (2003) rovněž zaznamenali zvýšení přírůstků o 25 % u selat krmených dietou s přídavkem rostliny *Cuphea (lanceolata a ignea)*. Semena této rostliny obsahují mastné kyseliny se střední délkou řetězce. Rovněž u nás, v podmínkách chovu s nízkou užitkovostí, Marounek a kol. (2004) zjistili, že přídavek kyseliny kaprylové (5 g/kg) nebo oleje s obsahem kyseliny kaprylové a kaprinové (10 g/kg) zvýšil přírůstky selat v době po odstavu.

V pokusech na myších infikovaných bakteriemi *Escherichia coli*, nebo *Vibrio cholerae* došlo vlivem působení kyseliny kaprinové k redukci *V. cholerae* o více než tři řády, vůči *E. coli* nebyl pozorován žádný účinek (Petschow a kol., 1998).

4. VLASTNÍ METODIKA

Studium antibakteriálních účinků mastných kyselin in vitro

V pokusech *in vitro* byly sledovány účinky mastných kyselin a jejich derivátů na nejvýznamnější zástupce enteropathogenních bakterií (salmonely, *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter jejuni*). Inhibiční vlastnosti kyselin byly testovány výsevem bakterií na selektivní agary, měřením reziduální glukosy v živném médiu a molekulárně biologickými metodami (real-time PCR). Ze všech patnácti testovaných kyselin byl růst *E. coli* inhibován pouze kyselinou kaprylovou (C₈) a kaprinovou (C₁₀). V případě klostridií měla největší účinek kyselina laurová (C₁₂). Antimikrobiální účinek kyselin byl snížen přítomností krmiva v médiu, po adaptaci bakterií a v neutrální oblasti pH. Antibakteriální účinek monoglyceridů byl menší než účinek volných kyselin. V navazujících pokusech byl zjišťován vliv kyselin na enteropathogenní kmen C6 bakterie *E. coli*, sérovar O128. Pokusy proběhly při třech režimech pH (neutrální, slabě a silně kyselé prostředí). V neutrální oblasti pH byla účinná pouze kyselina kaprylová a kaprinová. Při poklesu pH se jejich účinek zvýšil (až k úplné eliminaci buněk).



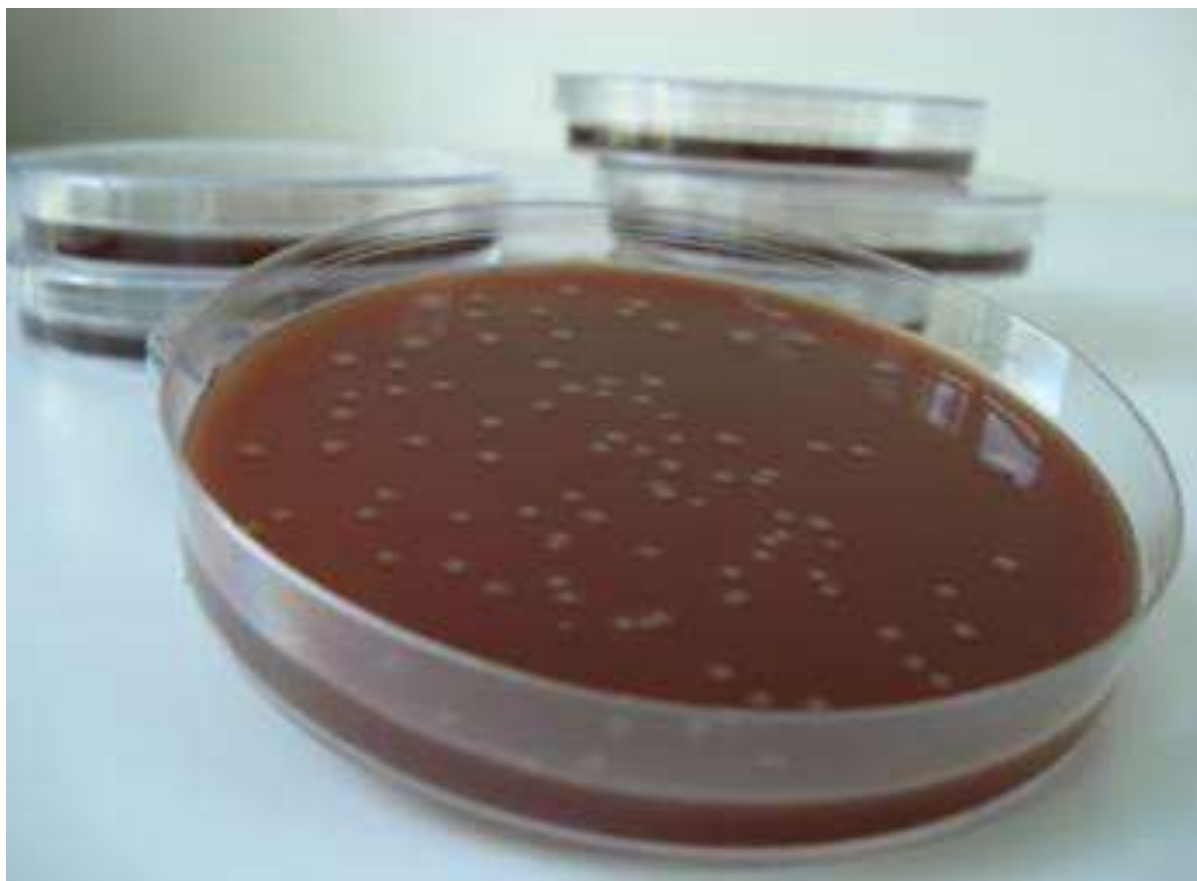
A, B Kontrolní vzorky (podélný a příčný řez buňkami)
C Vzorky po působení kys. laurové (1mg/ml; 60 min)
D Vzorek po působení 1-monolaurinu (5 mg/ml; 60 min)

Obr. 1. Působení kyseliny laurové na *Clostridium perfringens*

Při studiu účinku kyselin na kampylobaktery jsme kromě mastných kyselin testovali i účinek dalších organických kyselin: sorbové, fumarové, jantarové, benzoové, fenylactové, jablečné, mléčné a citronové. Antibakteriální účinky těchto kyselin byly nižší a kyselině kaprylové a kaprinové se nevyrovnaly. Lze tedy říci, že mastné kyseliny o střední délce řetězce jsou účinnější než běžně používané organické kyseliny.

Tab. 1. Minimální inhibiční koncentrace (g/l) mastných kyselin C₂ – C₁₈ v pokusech *in vitro*

Mastná kyselina	<i>E. coli</i>		<i>S. enteritidis</i>	<i>S. infantis</i>	<i>S. typhimurium</i>	<i>Cl. perfringens</i>	
	CCM 3954	CCM 4225	ATCC 13076	K2	K3	CCM 4435	CNCTC 5459
C ₂ – C ₆	r	r	r	r	r	r	r
C ₈	2	2	3	3	3	2	1
C ₁₀	5	5	r	r	r	1	1
C ₁₂	r	r	r	r	r	0,1	0,2
C ₁₄	r	r	r	r	r	0,1	0,2
C ₁₆ , C ₁₈	r	r	r	r	r	r	r
C _{18:1}	r	r	r	r	r	2	3
C _{18:2}	r	r	r	r	r	r	2



Obr. 2. Kolonie *C. jejuni* na Prestonově agaru

Uplatnění mastných kyselin ve výživě králíků

K provoznímu pokusu jsme použili 600 brojlerových králíků, z nichž polovina byla odstavena ve věku 25 dnů (časný odstav) a polovina ve věku 35 dnů (obvyklá doba odstavu). Krmná směs pokusných skupin obsahovala 1 % Akomedu R nebo 1 % kokosového oleje. Akomed R je komerčně dostupný olej, který obsahuje kyselinu kaprylovou, kaprinovou a laurovou v množství 60,8; 38,7 a 0,3 g na 100 g mastných kyselin. Kromě Akomedu R existuje ještě Akomed E. Mortalita časně odstavených králíků byla velmi vysoká, 45 %. Přídavek Akomedu R statisticky významně snížil mortalitu na 23 %. Kokosový olej, který obsahuje 75 % triacylglycerolů mastných kyselin o střední délce řetězce, zejména kyseliny laurové a myristové, neměl žádný vliv. Mortalita králíků odstavených ve 35 dnech byla nízká, 14 % v kontrolní skupině. Akomed R snížil mortalitu na 6 %. Z výsledků je zřejmé, že Akomed R snižuje mortalitu mladých králíků. Rozdíly jsou patrné zejména v chovech s vysokými úhyny.

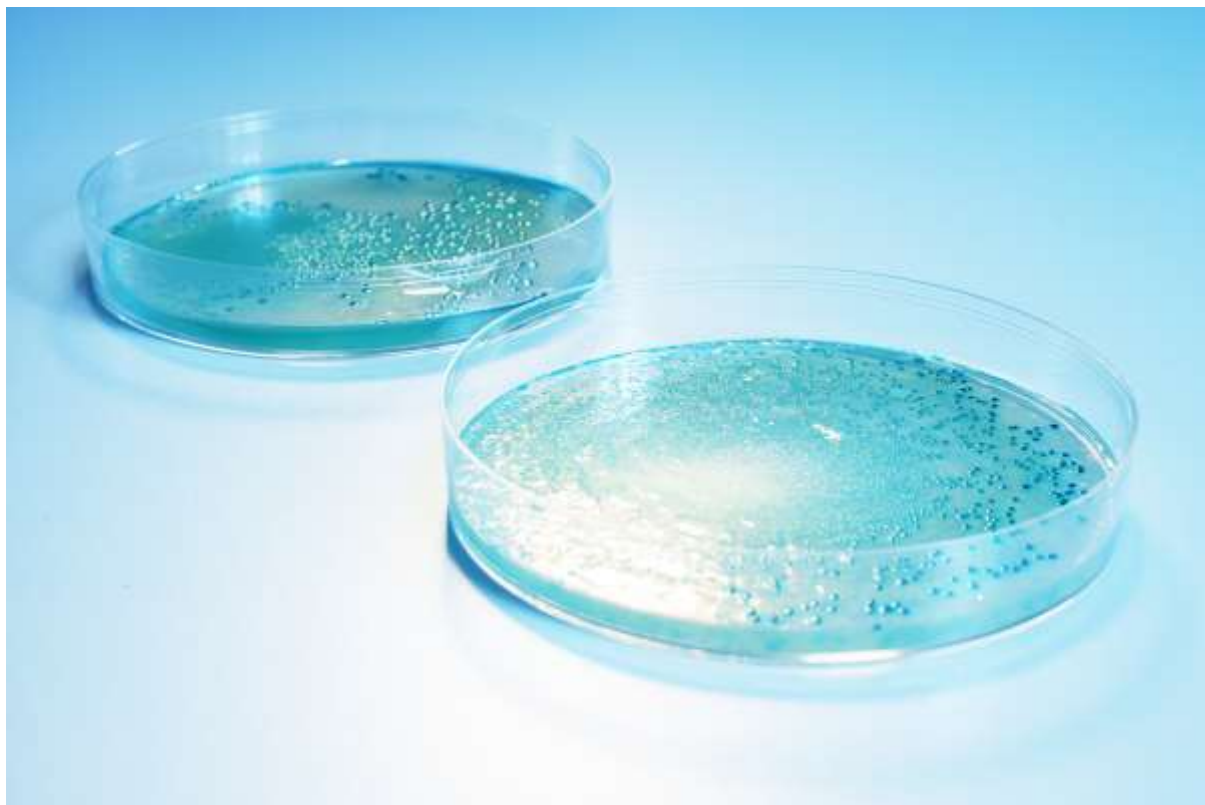
Tab. 2. Složení Akomedu R

Mastná kyselina	Obsah (%)
Kyselina kaprylová (C ₈)	60,8
Kyselina kaprinová (C ₁₀)	38,7
Kyselina laurová (C ₁₂)	0,3

Tab. 3. Složení Akomedu E

Mastná kyselina	Obsah (%)
Kyselina kaprylová (C ₈)	65 – 80
Kyselina kaprinová (C ₁₀)	20 – 30
Kyselina laurová (C ₁₂)	max. 2

Během experimentální infekce odstavených králíků kryptosporidii nebyl pozorován vliv přídavku kyseliny kaprylové na průběh infekce. Králíci byli infikováni oocystami *Cryptosporidium parvum* (5×10^5). Preventivní účinek nebyl prokázán zřejmě díky vysoké odolnosti oocyst kryptosporidií k antimikrobiálním látkám.

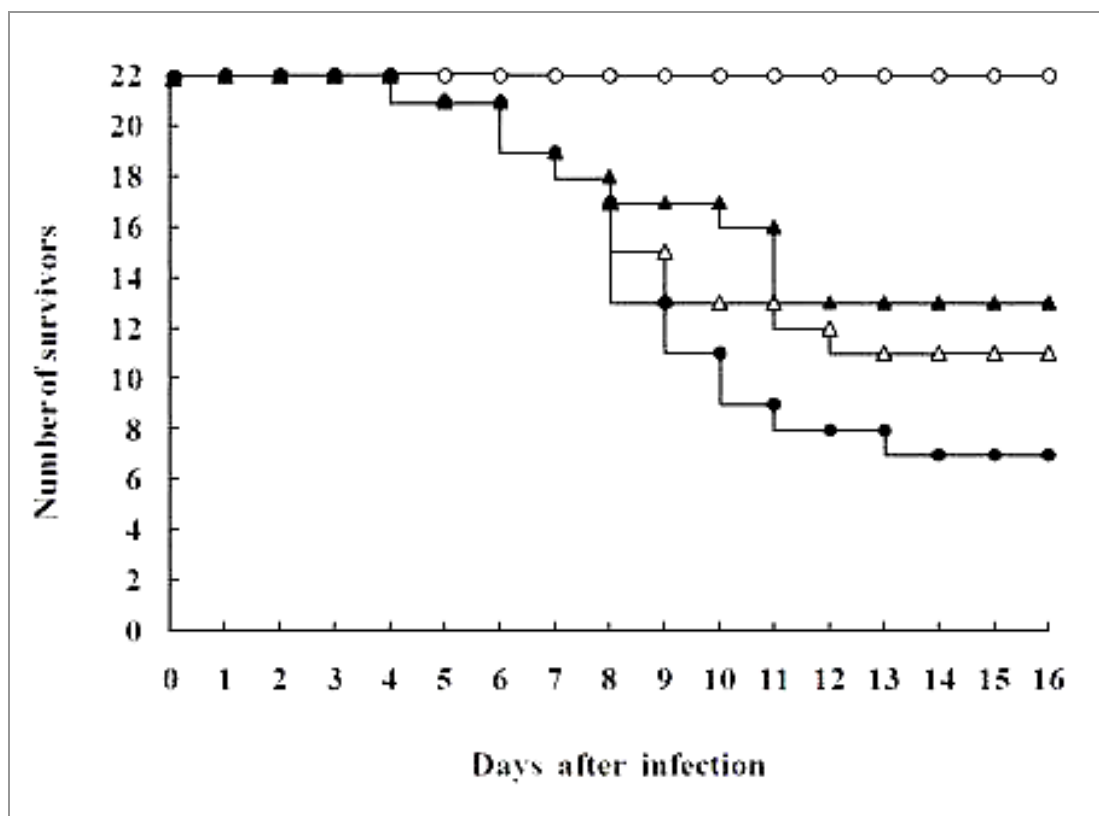
Obr. 3. Kolonie *E. coli* na TBX agaru

Tab. 4. Počty *E. coli* a celkových anaerobů (\log_{10} CFU/g) v žaludku a slepém střevě odstavených králíků infikovaných *E. coli* O128, kmen C6

Skupina	Dieta	Infekce	<i>E. coli</i>		Celk. anaerobi	
			Žaludek	Sl. střevo	Žaludek	Sl. střevo
1	Kontrolní	Ne	2,05	3,82 ^a	3,72	9,08
2	Kontrolní	Ano	2,08	7,53 ^b	4,85	9,55
3	Kyselina kaprylová, 0,5 %	Ano	2,03	4,13 ^a	3,53	9,48
4	Akomed R, 1 %	Ano	2,19	4,93 ^a	3,77	9,45
R.M.S.E			0,21	0,74	0,77	0,42

R.M.S.E., Root mean square error

^{a, b, c}Hodnoty ve stejném sloupci jsou statisticky významně odlišné ($p < 0,05$)



Obr. 4. Časový průběh mortality v jednotlivých skupinách králíků infikovaných *E. coli* O103, ○ označuje negativní kontrolu (žádná úhyn), ● pozitivní (infikovanou) kontrolu s největšími úhyny, Δ skupinu s kyselinou kaprylovou a ▲ skupinu s Akomedem R.

Uplatnění mastných kyselin ve výživě drůbeže

Byl uskutečněn pokus na brojlerových kuřatech s cílem zjistit zda mastné kyseliny mohou zabránit infekci kuřat po podání kontaminovaného krmiva. Krmivo jsme kontaminovali salmonelami, k pokusu jsme použili bakterii *Salmonella enteritidis*. Pokusné skupiny přijímaly krmnou směs s přidavkem 0,25 nebo 0,5 % kyseliny kaprylové. Kyselina kaprylová statisticky průkazně snížila vylučování salmonel u obou pokusných skupin. Vyšší dávka kyseliny byla sice účinnější, ale při této koncentraci v krmivu již začalo docházet ke snížení jeho příjmu. Dávka 0,25 % kyseliny kaprylové byla dostatečná ke statisticky průkaznému snížení vylučování salmonel do prostředí.

V dalším pokusu jsme kyselinu kaprylovou použili k ošetření povrchu jatečně opracovaných kuřat, která mohou být příčinou alimentárních infekcí u lidské populace. Ošetření povrchů emulzí kyseliny kaprylové o koncentraci 4–6 % snížilo počty stafylokoků, mikrokoků a pseudomonád. Koncentrace 4 % stačila k úplné eliminaci *E. coli*.



Obr. 4. Kolonie salmonel na XLD agaru

Uplatnění mastných kyselin ve výživě prasat

Byly provedeny dva pokusy s cílem zjistit, zda přidavek kyseliny kaprylové ovlivní průběh infekce selat enterotoxigenní *E. coli* (ETEC). V prvním pokusu byla selata infikována *per os*, pokusná skupina dostávala krmivo s přidavkem 0,5 % kyseliny kaprylové. Přidavek kyseliny snížil počty *E. coli* ve slepém a tlustém střevě pokusných zvířat cca o jedan řád, výsledky nebyly statisticky průkazné. Ve druhém experimentu byla selata infikována pomocí kontaminovaného krmiva. Zde se ukázalo, že kyselina kaprylová v množství 5 g/kg významně snížila proliferaci EPEC v trávicím traktu selat.

5. SROVNÁNÍ „NOVOSTI POSTUPŮ“

V současné době jsou ve výživě hospodářských zvířat používána krmiva bez přídavku krmných antibiotik (kromě kokcidiostatik a histomonioostatik). Tato skutečnost vede nejen ke snížení užitkovosti a produkční účinnosti krmiv, ale i zhoršení zdravotního stavu hospodářských zvířat s následnou možností kontaminace produktů živočišné výroby enteropathogenními bakteriemi. Ekonomické ztráty rovněž zahrnují náklady na léčbu a péči o nemocná zvířata. Mastné kyseliny se střední délkou řetězce představují vhodnou alternativu. Jsou to látky přírodního charakteru, běžně se vyskytují například v mléce. Vysoký obsah má zejména mléko králíků. Mastné kyseliny nezanechávají rezidua a nejsou příčinou vzniku rezistence u bakterií.

6. ZÁVĚR

- Z patnácti testovaných mastných kyselin byly antibakteriální účinky prokázány zejména u kyseliny kaprylové. Kyselina kaprylová vykazovala inhibiční účinky u všech testovaných bakterií.
- Kyseliny kaprylová a kaprinová vykazují průkazné antibakteriální účinky i při neutrálním pH, při poklesu pH se účinek zvyšuje.
- Mastné kyseliny o střední délce řetězce jsou účinnější než běžně používané organické kyseliny.
- Byla zjištěna citlivost laktobacilů k mastným kyselinám; laktobacily byly srovnatelně citlivé na kyselinu kaprylovou jako *E. coli*. Současné použití kyseliny kaprylové (jako antimikrobiální látky) a laktobacilů (jako prebiotika) se tudíž ukazuje jako nevhodné.
- Triacylglyceroly mastných kyselin snižují mortalitu mladých králíků po odstavu, rozdílů jsou patrné zejména v chovech s vysokými úhyny.
- Během experimentální infekce odstavených králíků kryptosporidii nebyl pozorován vliv přídavku kyseliny kaprylové na průběh infekce.
- Kyselina kaprylová v dávce 0,25 % statisticky významně snižuje vylučování salmonel u brojlerových kuřat se salmonelózou. Koncentrace 0,25 % je vhodnější než koncentrace 0,5 %.
- Kyselina kaprylová u kuřat nejeví růstově stimulační účinek. Nemá vliv na senzickou hodnotu masa.
- U selat byl účinek kyseliny kaprylové pozorován zejména v případě infekce zvířat vlivem příjmu kontaminovaného krmiva.
- Ošetření jatečně opracovaných povrchů drůbeže emulzí kyseliny kaprylové o koncentraci 4–6 % snižuje počty stafylokoků, mikrokoků a pseudomonád a zcela eliminuje *E. coli*.

7. DOPORUČENÍ PRO PRAXI

- Přídavek mastných kyselin do krmné směsi hospodářských zvířat by měl činit 0,25 – 0,5 %, u brojlerových kuřat je vhodnější dávka 0,25 %.
- Kyseliny se přidávají do krmiva před peletizací, krmnou směs je nutno podávat od prvního dne (u kuřat), nebo po odstavu (u králíků, selat, telat).
- Předpokládáme, že vhodnější by byla forma enkapsulovaná, ta však v současnosti není na českém trhu dostupná.
- Mastné kyseliny nepůsobí inhibičně na kryptosporidie. U ostatních patogenů působí spíše preventivně (krmením před infekcí) než terapeuticky.

8. LITERATURA

- Bergsson G, Arnfinnsson J, Steingrímsson Ó, Thormar H (2001) Killing of gram-positive cocci by fatty acids and monoglycerides. *APMIS* **109**, 670-678.
- Canas-Rodriguez A, Smith H W (1966) The identification of the antimicrobial factors of the stomach contents of sucking rabbits. *Biochemical Journal* **100**, 79-82.
- Dierick N A, Decuyper J A, Degeyter I (2003) The combined use of whole Cuphea seeds containing medium chain fatty acids and an exogenous lipase in piglet nutrition. *Archives of Animal Nutrition* **57**, 49-63.
- Dierick N A, Decuyper J A, Molly K, Van Beek E, Vanderbeke E (2002) The combined use of triacylglycerols (TGAs) containing medium-chain fatty acids (MCFAs) and exogenous lipolytic enzymes as an alternative to nutritional antibiotics in piglet nutrition – II. In vivo release of MCFAs in gastric cannulated and slaughtered piglets by endogenous and exogenous lipases; effects on the luminal gut flora and growth performance. *Livestock Production Science* **76**, 1-16.
- Dohme F, Machmüller A, Wasserfallen A, Kreuzer M (2000) Comparative efficiency of various fats rich in medium-chain fatty acids to suppress ruminal methanogenesis as measured with RUSITEC. *Canadian Journal of Animal Science* **80**, 473-481.
- Gallois M., Gidenne T., Tasca Ch., Caubet C., Coudert C., Milon A., Boullier S. (2007) Maternal milk contains antimicrobial factors that protect young rabbits from enteropathogenic *Escherichia coli* infection. *Clinical and Vaccine Immunology* **14**, 585-592.
- Hinton A, Ingram K D (2000) Use of oleic acid to reduce the population of the bacterial flora of poultry skin. *Journal of Food Protection* **63**, 1282-1286.
- Chalupa W, Rickabaugh B, Kronfeld D S, Sklan D (1984) Rumen fermentation in vitro as influenced by long chain fatty acids. *Journal of Dairy Science* **67**, 1439-1444.
- Christ B, Lange K, Jeroch H (1996) Effect of dietary fat content and fatty acid composition of does milk. In: Lebas F. (ed) *Proceedings of the 6th World Rabbit Congress* 1, s. 135-138, AFC Lempdes, France.

- Kabara J J, Swieczkowski D M, Conley A J, Truant J P (1972) Fatty acids and derivatives as antimicrobial agents. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* **2**, 23-28.
- Lebas F, Lamboley B, Fortun-Lamothe L (1996) Effects of dietary energy level and origin (starch vs oil) on gross and fatty acid composition of rabbit milk. In: Lebas, F. (ed) *Proceedings of the 6th World Rabbit Congress 1*, s. 223-226, AFC Lempdes, France.
- Marounek M, Skřivanová E., Skřivanová V (2004) A note on the effect of caprylic acid and triacylglycerols of caprylic and capric acid on growth rate and shedding of coccidia oocysts in weaned piglets. *Journal of Animal and Feed Sciences* **13**, 269-275.
- Marounek M, Skřivanová V, Savka O (2002) Effect of caprylic, capric and oleic acid on growth of rumen and rabbit caecal bacteria. *Journal of Animal and Feed Sciences* **11**, 507-516.
- Nieman C (1954) Influence of trace amounts of fatty acids on the growth of microorganisms. *Bacteriological Review* **18**, 147-163.
- Petschow B W, Batema R P, Talbott R D, Ford L L (1998) Impact of medium-chain monoglycerides on intestinal colonisation by *Vibrio cholerae* or enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Journal of Medical Microbiology* **47**, 383-389.
- Van Immerseel F, De Buck J, Boyen F, Bohez L, Pasmans F, Volf J, Ševčík M, Rychlík I, Haesebrouck F, Ducatelle R (2004) Medium-chain fatty acids decrease colonization and invasion through hlaA suppression shortly after infection of chickens with *Salmonella enterica* serovar Enteritidis. *Applied and Environmental Microbiology* **70**, 3582-3587.
- Wegener H C, Aarestrup F M, Gerner-Smidt P, Bager F (1999) Transfer of antibiotic resistant bacteria from animals to man. *Acta Veterinaria Scandinavica* **92**, 51-57.

9. SEZNAM PUBLIKACÍ VZNIKLYCH ZA PODPORY QF 3134 A SOUVISEJÍCÍCH S METODIKOU

- Marounek M., Skřivanová E., Rada, V. (2003) Susceptibility of *Escherichia coli* to C2 – C18 fatty acids. *Folia Microbiologica* **48**, 731-735.
- Skřivanová E., Marounek M., Benda V., Březina P. (2006) Susceptibility of *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. and *Clostridium perfringens* to organic acids. *Veterinární medicína* **51**, 81-88.
- Skřivanová E., Marounek M. (2006) Influence of pH on antimicrobial activity of organic acids against rabbit enteropathogenic strain of *Escherichia coli*. *Folia Microbiologica* **52**, 70-72.
- Molatová Z., Skřivanová E., Březina P., Rop M. Effect of organic acids and pH on growth of *Campylobacter jejuni*. *Folia Microbiologica* (přijato do tisku).
- Alexa P., Hamřík J., Navrátilová M., Rada V., Skřivanová V., Škaloud J., Herzig I. The antibacterial effect of caprylic acid and humic acid *in vivo*. *Veterinární medicína* (v recenzním řízení).

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

Název: Metodika použití mastných kyselin s antimikrobiálním účinkem k náhradě krmných antibiotik u hospodářských zvířat

Autor: Eva Skřivanová, Milan Marounek, Věra Skřivanová

ISBN: 978-80-7403-008-6

METODIKA vychází z výsledků řešení projektu NAZV QF 3134.