

## VLIV PŘÍDAVKU ESENCIÁLNÍ OLEJŮ BYLIN S OBSAHEM ANETHOLU NA STRAVITELNOST ŽIVIN U PRASAT

L. Zeman, P. Mareš, M. Večerek

Došlo: 22. září 2008

### Abstract

ZEMAN, L., MAREŠ, P., VEČEREK, M.: *The effect of anethole containing essentials oils on nutrients digestibility of pigs*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2009, LVII, No. 1, pp. 171–180

The plant additives and their functional components can selectively influence the intestinal micro-organism growth in positive or negative direction. If the growth promotion relates with positive microorganisms and growth elimination is connected with pathogens the results is nutrients utilization improvement, stimulation of immunologic system or positive influence of intermedial metabolism. Anethole is one of these important plant metabolites. There are described following positive effects of anethole in human medicine: vasorelaxant, antithrombotic, releasing of heart function, phytoestrogenic (it mean improving of milk secretion, menstruation, promotion of menses, birth improvement, men's hormonal changes improving, sexual libido improving), antioxidative, antifungal, improvement of derma permeability, antihelmintic, insecticidal, yeast elimination, antibacterial, antipyretic. In our work the effect of anise and fennel essential oils on nutrients utilization in pig experiment was evaluated. The trial was organized in accredited experimental stable Žabčice of Mendel University of Agriculture and Forestry Brno. The high level efficiency of experimental animals is mentioned through general parameters (average daily gain, feed intake and feed conversion). The results of nutrients utilization rate show slightly higher digestibility of nutrients in treatment with anise oil, this improvement is not higher then 1.0%. We can see also improvement of nitrogen retention in body mass on level of 5.6 % (anise treatment compared with control group). There is low variability between experimental animals (except nitrogen retention coefficient) but we can not see any statistical significance. On base of these results we can say the used phytogenic additives do not affect negatively the nutrient utilization in used concentration (0.1 % of essential oil in feed mixture) and are fully eligible for animal nutrition. These results are also supported by few research papers connected with similar topic.

anethole, nutrient utilization, pig, *Pimpinella anisum*, *Fennel vulgare*, essential oil

Krmivářský průmysl je v současné době charakterizován zvýšeným tlakem na bezpečnost potravin. Jedním z dílčích opatření je například eliminace potenciálně nebezpečných krmných aditiv, které však významnou měrou přispívají ke zvýšení užitkovosti a efektivnosti živočišné výroby. Mezi aktuální výzkumné úkoly v této oblasti tedy patří hledání náhradních zdrojů stimulatorů růstu, přičemž zkušenosti z humánního lékařství nabízejí znalosti mnoha pozitivních účinků vybraných bylin. Tato potenciální aditiva by měla také zajistit optimální užitkovost a dostupnost živin v krmivu. Teoretických předpokladů pro použití rostlinných přípravků ve výživě

zvířat je v současné době k dispozici relativně mnoho. Velká část z nich má biochemický základ a u jednotlivých typů látek jsou popisovány možné, logické či laboratorně ověřené principy jejich fungování v živočišném metabolismu. Další oblastí je jejich praktické využití v humánním lékařství, ze kterého lze také přebírat zkušenosti pro potřeby výživy zvířat.

Obecně tyto komponenty umožňují rostlinám vazbu s prostředím a mohou působit v obraně proti fyziologickým a okolním stresům: působí jako ochrana před mikrobiologickými patogeny, býložravými živočichy a živočišnými parazity, konkurují-

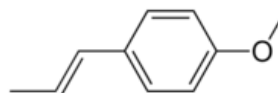
cími rostlinami i fyzikálními vlivy (extrémní teploty, UV záření, mechanické poškození, sucho) (Rhodes, 1996; Rhodes, 1994). Účinné sekundární metabolity pak mohou náležet k různým skupinám chemických látek (Wenk, 2000). Přehled fyziologicky aktivních druhotných metabolitů rostlin (např. Rhodes, 1996 nebo Hirasa a Takemasa, 1998) a jejich principy působení (např. Halliwell et al., 1995) jsou prezentovány různými autory. Nejvíce z těchto aktivních druhotných rostlinných metabolitů patří ke skupině glykosidů či fenolických látek, zejména flavonoidů či fenypropanoidů (Wenk, 2000; Rhodes 1996).

Bylinné přípravky a v nich obsažené fytochemikálie mohou selektivně ovlivnit intestinální mikroflóru antimikrobiálním působením či naopak selektivním podněcováním určitých mikroorganismů. Tyto vlastnosti jsou ve velkém počtu prací ověřovány v pokusech *in vitro*. Bylinné přípravky a rostlinné extrakty přidané ke krmné směsi jsou vystaveny v trávicím traktu jiným podmínkám než v pokusech *in vitro* a již teď je zřejmé, že tyto testy nebudou moci být plnohodnotně použity při tvorbě doporučení pro chovatele hospodářských zvířat (Wenk, 2000). Předmětné potenciální vlastnosti však do velké míry závisí také na antagonistických a synergistických vazbách s dalšími složkami aditiva, se složkami krmiva či krmné směsi a dalších látek obsažených v trávicím traktu. Patří sem antibakteriální, kokcidistatické, antifungální a antivirové vlastnosti metabolitů rostlin (Tassou et al., 2004; Shylaja et al., 2004).

Princip antimikrobiálních účinků spočívá v inhibici enzymů uvolňujících energii, ve vyšších koncentracích pak účinné látky srážejí bílkoviny. Tímto způsobem pak rozrušují membrány mikroorganismů, které ztrácejí své strukturální a funkční vlastnosti. Aktivní látky mohou dále narušit příjem živin, syntézu nukleových kyselin, aktivitu enzymů ATPasy a tím prohloubit jejich nedostatek. Další studie hovoří o narušení respirační aktivity bakterií a kvasnic rostlinnými látkami při účinné koncentraci cca 100 mg/l (Thassou, 2004; Sarkozi a kol., 2007). Některé esenciální oleje negativně ovlivňují dostupnost mikropvků, zejména železa, a tím růst prokaryontních buněk. Dále reakcí železitých ionů s fenolickými sloučeninami se buňka dostává do oxidativního stresu a dochází k její destrukci. Vysoce reaktivní aldehydové skupiny obsažené v esenciálních olejích tvoří Shiffovou vazbu s membránovými proteiny, což způsobuje inhibici biosyntézy buněčné stěny. Na rozdíl od jiných antibiotik jsou esenciální oleje schopné proniknout do periplasmu pórovitými membránami Gram-negativních bakterií, přičemž tato prostupnost závisí do značné míry na teplotě a určuje míru antimikrobiálních účinků aktivních látek (Tassou et al., 2004). Kokcidistatické účinky byly sledovány například Gaborem a Borošem (cit Wenk., 2000) či Allenem et al. (1998) s kladnými výsledky ve prospěch potenciálního použití v ochraně proti kokcidiím. Rostlinné extrakty mohou také vykazovat insekticidní či repelentní účinky (Shylaja et al., 2004). Látky projevují i antihelminární účinky. Aktivitu různých antioxidačních látek

se liší v závislosti na jejich typu, polaritě, rozpustnosti a místem jejich aktivity. Antioxidační vlastnosti jsou zejména spojovány s fenolickými sloučeninami; anioxidační vlastnosti jsou zachovávány v extraktech bylin. Rostlinné metabolity se mohou vyznačovat dalšími farmaceutickými účinky.

Jednou z aktivních látek, jejíž zásadní role je v našich pokusech předpokládána, je anethol. Chemický název anetholu je (E)-1-methoxy-4-prop-1-enyl benzen.



1: Strukturní vzorec anetholu

Anethol není nově objevenou látkou, jeho charakteristika i výskyt byly známy již v první polovině minulého století. Dle chemické klasifikace se jedná o aromatický nenasycený ether ze skupiny fenypropanoidů. Pokud je v čisté podobě, tak za pokojové teploty se jedná o sladký bílý krystalický prášek s bodem tání 20–21 °C, v kapalně fázi se jedná o bezbarvou tekutinu. Anethol je získáván z anýzového oleje z rostlinných druhů *Pimpinella anisum* (bedrník anýz), *Illicium verum* (keř, zvaný také „hvězdicovitý anýz“) či *Foeniculum vulgare* (fenykl obecný); v prvních dvou typech silic je anýzu přibližně 80–90%, ve fenyklové silici 50–60%. Nejeefektivnější je pro komerční použití získávání oleje z hvězdicovitého anýzu, který však není rozšířený ve středoevropském regionu. Čistá látka se používá jako expektorans, proti nadýmání či jako aroma. Bezpečná dávka pro organismy byla stanovena přibližně na úrovni 125 mg/kg živé váhy (WHO, Nacagawa a Suzuki, 2003 nebo Poon a Freeman, 2006). Anethol se v přírodních surovinách vyskytuje v *trans*-isomerii. Tato látka nese pozitivní vlastnosti naproti *cis*-isomeru, který je toxický, a v rostlinných silicích se vyskytuje v řádech desetin procenta.

V metabolismu rostlin je anethol oxidován na anisaldehyd, který je také výrazným nositelem typické anýzové vůně a dalším derivátem je anýzová kyselina, která je také součástí rostlinných extraktů. O metabolismu anetholu referují práce Sangster et al. (1984), Bourhis (1968) či Passreiter et al. (2004). Velmi zajímavým derivátem je anethol-dithiolethion (anethol-trithione), který je používán jako lék podporující vylučování slin, omezující zácpy a uklidňující látka. Dále jako cholereticum (podpora vylučování žluče), sialogogum (podpora vylučování slin), je také znám jako antioxidant (Khana et al., 1998; Pazaud a Rat, 2001; Li et al., 2008; Li et al., 2007, Kwak et al., 2007).

Vasorelaxační, antitrombotické a srdeční činnost zpomalující účinky anetholových surovin popisují Tognolini et al. (2007) či Soares et al., (2007) nebo také Siqueira et al. (2006) a Siqueira et al. (2006a). Fytoestrogenní vlastnosti anetholu byly prokázány prostřednictvím podpory sekrece mléka, vyvolání

menstruace, usnadnění porodu, zmírnění vlivů mužského klimakteria, zvýšení sexuálního libida (Nacagawa a Suzuki, 2003; Tabanca et al., 2004). V současnosti jsou jako syntetické estrogeny látky používány polymery anetholu – dianetholy či photoanethol (Albert-Puleo, 1980). Antioxidační účinky popisují například Wang et al. (2008) nebo Veronikami a Galvalas (2006); tyto účinky jsou popsány i v práci Misharina a Polshkova (2005). Antifungální vlastnosti popisují Fontenelle et al. (2008), Fujita et al. (2007) nebo Lee et al. (2007) či Soylu et al. (2006), také Kordali et al. (2005) či Fujita a Kuhn (2004). Antihelmintární účinky pak jsou potvrzovány například v práci Camurca-Vasconcelos et al. (2007) a insekticidní účinky v práci Knio et al. (2008), Park et al. (2006) či Morais et al. (2006). Eliminace rozvoje kvasinek rodu *Candida* (ústní hygiena) je popsána v práci Marotta et al. (2006). Antibakteriální účinky popisují například Kordali et al. (2005), Karapinar (1990) nebo Shimon et al. (2003).

V práci byly použity dva zdroje anetholových esenciálních olejů, a to bedrník anýz a fenýkl lékařský. Jedná se o příbuzné rostliny z řádu *Cornales* a čeledi *Apiaceae*. Bedrník anýz (*Pimpinella anisum*) se rozšířil z oblasti Středozeří a Středního Východu (Egypt, Turecko, Indie a další) a její využívání pro potravinářské, kosmetické i farmaceutické účely je známo již z období středověku a používá se dodnes (Kabayashi et al., 2007). V současné době se vyskytuje planě, či je pěstována ve všech oblastech s teplým klimatem; většími producenty jsou Turecko či Španělsko (dále například Indie, Mexico, Chile aj.). V České republice je možné pěstovat plodinu opět v teplejších oblastech (např. jižní Morava). Přirozený výskyt v přírodě u nás není běžný. Anýz je jednoletá bylina. Planě rostoucí anýz dosahuje výšky do 20 cm, v polních podmínkách mohou pěstěné kultivary dosahovat výšky až 50–60 cm. Drobné bílé květy vykvétají na složeném okolíku. Plodem je vejčitá dvounažka 3–5 mm dlouhá s deseti podélnými rýhami – obsahující dvě semena. Právě plody jsou žádanou částí rostliny, obsahují vyšší podíl silic, které jsou nositeli aromatických či farmaceutických účinků. Plody se vyznačují nasládlou až palčivou kořenitou chutí; mohou obsahovat 2,5–3,5 % silice dle místa a způsobu pěstování (výskytu).

Hlavní siličnou složkou je *trans*-anethol (isoestragol, *trans*-p-propylenylanisol, 80–90 %), který doplňuje dalších až 21 sloučenin. Mezi nimi jsou to estragol (2 %), anisaldehyd (do 1 %), anisalkohol, kyselina anýzová, kumariny: bergapten, umbelliferon, p-metothoxy-acetonphenol, pinene, limonene,  $\gamma$ -himachalene (Velíšek, 1999; Ciftci, 2005). Patří sem i skupina fenylpropanoidů, z toho některé se vyskytují pouze v anýzu.

Ciftci (2005) zjišťoval vliv anýzového oleje na užitkovost brojlerů. Na základě tohoto sledování popisuje až 15 % zvýšení průměrných denních přírůstků a 12 % zlepšení konverze krmiva po zařazení 400 mg oleje do kg krmné směsi a to ve srovnání s negativní kontrolou. Tato varianta zlepšila průměrný denní přírůstek o 6,5 % také vůči pozitivní kontrole (0,1 %

Avilamycinu). Také pokusné zásahy se 100 či 200 mg oleje v kg krmné směsi způsobily zlepšení (i když pouze mírné) užitkových parametrů. Podobné sledování provedl i Ertas (2005), který však použil blíže nedefinovanou směs oregánového, hřebíčkového a anýzového oleje v dávkách 100, 200 a 400 mg/kg krmné směsi. Na základě sledování zjistil 16 % zvýšení průměrného denního přírůstku a 12 % zlepšení konverze krmiva oproti negativní kontrole, mírné zlepšení těchto ukazatelů i v případě zařazení polovičního množství tohoto oleje. V případě zařazení 400 mg směsi olejů do kg krmné směsi došlo k poklesu užitkovosti, což je však nejspíše vliv dalších součástí směsi, nikoliv však anýzového oleje – v porovnání s předchozím popisovaným sledováním. Použití spentu anýzu ve výživě skotu ověřovali Nath et al. (1966).

Fenýkl obecný (*Foenicullum vulgare*) je vytrvalá bylina. Pochází z oblastí Středozeří, ale dnes je rozšířena ve všech teplejších oblastech Evropy a v tomto pásu i dále na východ až do Indie, kde roste vždy na sušších půdách. Rostlina má šedo zelenou dutou přímou lodyhu a dosahuje výšky až 2,5 m. Květy jsou umístěny na okolíku o průměru 5–15 cm s 20–50 drobnými žlutými kvítky na krátkých stopkách. Plodem je 4–10 mm dlouhá rýhovitá nažka se semenem. Sušená semena jsou zelená či hnědá s anýzovým aroma, také vzhledem se anýzovým podobají, jsou však menší. Listy a semena rostliny, pro které je také cíleně pěstována, jsou používány v kulinářství i farmaceutice. Pozitivní vliv extraktů z fenýklu na užitkovost brojlerů dokazují práce Cabuk et al. (2006).

## MATERIÁL A METODIKA

Pokusná sledování byla provedena v pokusném akreditovaném zařízení Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně na pracovišti Školní zemědělský podnik v Žabčicích, v experimentální stáji zařízené pro tyto pokusy. V pokusech byl použit masný typ prasat – hybridní kombinace PIC. Pro bilanční pokusy byla vybrána krmná aditiva, esenciální olej z rostlin *Pimpinella anisum* a *Foenicullum vulgare*. Složení pokusných krmných aditiv bylo zvoleno na základě informací z literárních zdrojů a také na základě vlastních předcházejících sledování. Statistické zpracování výsledných hodnot růstu, koeficientů stravitelnosti a dalších údajů bylo provedeno jednofaktorovou analýzou variance. Do uvedeného pokusného sledování bylo zařazeno osm prasat, pokusná ošetření byla založena na přidavku pokusného aditiva v krmné směsi. Krmná pokusná aditiva byla založena na bylinných produktech potravinářské kvality, komerčně prodávaná pod značkou Salus. Před začátkem pokusu byly odebrány vzorky krmiv a byly u nich provedeny rozborů na obsah základních organických živin, a to sušiny, N-látek, vlákniny, tuku, BNLV, popela. Analýzy a chemická stanovení byla provedena podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 124/2001 Sb., která stanovuje požadavky na odběr vzorků a principy metod laboratorního zkoušení krmiv, doplňkových látek a pre-



mixů a způsob uchovávání vzorků podléhajících zkázce. Veškerá laboratorní stanovení obsahu živin jsme prováděli v laboratoři Ústavu výživy a pícninářství MZLU v Brně. Pokus se uskutečnil v podzimních měsících roku 2007. Jako pokusných zvířat bylo použito osm vepřů o počáteční průměrné živé hmotnosti  $40,95 \pm 1,05$  kg, kteří byli umístěni do individuálních bilančních klecí, ve kterých bylo možné přesně sledovat přijaté množství krmiva a množství vyloučených výkalů a moče. Před zahájením pokusu byli vepřáci umístěni na dobu 14 dnů do karanténních kotev, byli ošetřeni antibiotiky a antihelmitiky; po tuto dobu jim byla podávána kontrolní pokusná směs a jednalo se o návykové období na krmnou směs, zatímco před tímto obdobím byla prasata chována ve standardním provozu bez výjimečné nákazové situace ve standardních podmínkách, krmena sledem komerčních směsí (ČOS 1, ČOS 2). Bilanční pokus byl rozdělen do sedmi bilančních period. Střídání krmných směsí u jednotlivých prasat bylo provedeno podle latinského čtverce, to znamená, že krmné směsi byly sedmkrát opakovány (pokusné sledování zahrnovalo také další pokusné zásahy, které se však nezabývaly použitím esenciálních olejů. Každá bilanční perioda trvala sedm dní, z toho tři dny tvořilo přípravné období a další čtyři dny bilanční období pokusu. Během pokusu bylo přesně sledováno a evidováno množství předloženého krmiva, množství případných zbytků krmiva a množství výkalů a moči. Směs byla dávkována semi-ad-libitum tak, aby všechna zvířata přijala množství směsi během 30 minut a nevznikaly nedožerky. Všem zvířatům bylo podáváno stejné množství směsi ve dvou denních dávkách tak, aby intenzita růstu zvířat nebyla rozdílná z důvodu odlišného příjmu krmiva. Výkaly byly odebírány každé ráno a přesný procentický podíl denního množství výkalů (20%) byl uchováván v polyethylenové uzavíratelné nádobě a po odběru zamrazen. Výkaly byly na konci pokusného sledování lyofilizovány, přičemž před touto operací byly dílčí vzorky rozmrazeny, zváženy, smíchány čtyři dílčí vzorky za jednu bilanční periodu a byl odebrán konečný vzorek o hmotnosti přibližně 0,4 kg. Celé toto množství bylo lyofilizováno, rozemleto, uchováno a analyzováno. Moč byla sbírána také denně a procentický podíl denního množství (5%) byl uchováván v polyethylenové láhvi v chladu, zakonzervován 50% kyselinou chlorovodíkovou (HCl) v množství 10 ml. Na konci bilanční periody byl odebrán průměrný vzorek pro laboratorní rozbor a ihned analyzován. Množství předkládaného krmiva bylo odvozeno od příjmu krmiva v přípravném období, zvýšená dávka krmení v následujících bilančních periodách byla odvozena podle předcházejícího příjmu krmiva s přihlédnutím k živé hmotnosti prasete. Vážení zvířat bylo prováděno pravidelně 1x týdně. Pitná voda byla k dispozici v průběhu krmení a po krmení. Mikroklima ve stáji bylo zjišťováno a zaznamenáno automaticky v půlhodinových intervalech po celou dobu bilančního sledování. Čištění klecí bylo prováděno denně. Základní krmná dávka byla složena z těchto hlav-

ních komponent: ječmen, pšenice, kukuřice, sója a hrách. Do denní krmné dávky bylo přidáno 0,2%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  pro možnost kontroly bilančních poměrů indikátorovou metodou. Dále uvedené výsledky jsou však výstupy klasického zjištění bilanční stravitelnosti (ZELENKA, 1987).

#### I: Složení pokusné krmné směsi

Surovina	Zastoupení v KS (%)
Ječmen	26,0
Pšenice	44,5
Soj.ex.šrot 45%	23,8
Ascolac	1,0
CAFO	1,0
Dikalciumpfosfát	0,5
MCP	0,5
Sul krmná	0,4
Vápenec mletý	0,6
Pokusné aditivum	0,5
ČOS Plus 100 Vanilac	0,5
Lysin 78 %	0,5
Oxid chromitý	0,2

Během sestavování pokusných krmných směsí byl vliv rozdílné nutriční hodnoty rostlinných aditiv považován za zanedbatelný vzhledem k jejich nízkému zastoupení v krmné směsi (0,5%). Jako nosič či ředící médium byl použit kukuřičný škrob. V testovaných krmných směsích a výkalech byl stanoven obsah sušiny, N-látek, tuku, vlákniny, popela, základních aminokyselin a jejich energetická hodnota. Dále byl stanoven obsah sušiny čerstvých výkalů. U vzorků moči byl stanoven obsah dusíku. Na základě stanovených množství živin a znalosti množství přijatého a vyloučeného krmiva jsme stanovili koeficienty bilanční stravitelnosti jednotlivých živin krmných směsí. U N-látek jsme kromě koeficientů bilanční stravitelnosti stanovili na základě N-látek v moči a množství moče i retenci a koeficient retence N-látek.

Obsah živin jsme stanovili podle weendské metody analýzy krmiv. Obsah vlhkosti byl stanoven vázkově jako úbytek po vysušení vzorku při teplotě  $103 \pm 2$  °C. Ke stanovení obsahu dusíkatých látek byla užita Kjeldahlova metoda určení obsahu dusíku na přístroji Kjeltac Analyzer Unit FOSS TECATOR. Uzanční faktor pro přepočet obsahu dusíku na dusíkaté látky byl "6,25". Vláknina byla stanovena na přístroji ANKOM 220 Fiber Analyzer. Tuk byl stanoven vázkově přímou extrakcí vzorku extrakčním činidlem (diethylether) a následným destilováním extrakčního činidla. Pro analýzu byl použit extrakční přístroj dle Twisselmana. Popel byl stanoven vázkově jako zbytek hmoty po zpopelnění

při teplotě 550 °C do konstantní hmotnosti za předepsaných podmínek. Obsah bezdusíkatých látek výtahových BNLV (g/kg) byl stanoven výpočtem dle vzorce:  $BNLV = \text{sušina (g/kg)} - (\text{obsah NL (g/kg)} + \text{obsah vlákniny (g/kg)} + \text{obsah tuku (g/kg)} + \text{obsah popela (g/kg)})$ . Brutto energii jsme stanovili na spalovacím kalorimetru PARR 1281. Chromatogramy byly získány od dodavatelů surovin, nicméně v živočišné výrobě se touto metodologií zabývají například Michiels et al. (2007).

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Během realizace pokusného sledování nebyly zaznamenány prostřednictvím zootechnického sledování žádné výrazné zdravotní potíže zvířat ani úhyn. Dobré obecné podmínky chovu a stavu prasat dokládají údaje o intenzitě růstu a konverzi krmiva. Tyto hodnoty shrnuje Tab. II., která uvádí hodnoty základních užitkových parametrů zvířat dokládající také velmi vyrovnanou intenzitu růstu těchto zvířat zařazených do pokusu metodou latinského čtverce.

### II: Základní parametry užitkovosti pokusných zvířat

	Vepř 1	Vepř 2	Vepř 3	Vepř 4	Vepř 5	Vepř 6	Vepř 7	Průměr ± směrodatná odchylka
Počáteční ž.h.(kg)	41,45	39,80	41,85	42,80	39,95	40,80	40,00	40,95 ± 1,05
Konečná ž.h.(kg)	92,10	87,90	85,50	93,30	89,80	86,30	85,10	88,57 ± 3,01
ADG (kg/den)	1,13	1,07	0,97	1,12	1,11	1,01	1,00	1,06 ± 0,06
FI (kg/den)	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63 ± 0
FC (ADG/FI)	2,34	2,46	2,71	2,34	2,37	2,60	2,62	2,49 ± 0,14

ADG – průměrný denní přírůstek,

FI – průměrný denní příjem krmné směsi,

FC – konverze krmiva.

Počáteční živá hmotnost prasat zařazených do sledování byla  $41,0 \pm 1,0$  kg. V průběhu pokusného sledování dosáhli vepři průměrného denního přírůstu  $1,06 \pm 0,06$  kg při průměrné spotřebě směsi 2,63 kg/den/kus. Průměrná konverze krmiva pak či-

nila  $2,5 \pm 0,1$  kg KS/kg přírůstu. Příjem krmiva i konverze odpovídá podobným experimentálním zjištěním a v této hmotnostní kategorii (40–90 kg ž. hm.) se jedná o spíše nadprůměrné (v pozitivním slova smyslu) hodnoty.

### III: Vlastní zjištěné koeficienty stravitelnosti

	Kontrola	Anýz	Fenykl
KS sušiny	84,77 ± 1,67	85,14 ± 1,37	84,71 ± 1,30
KS NL	84,64 ± 1,48	85,30 ± 1,80	84,71 ± 1,49
Retence NL	39,90 ± 8,22	42,12 ± 6,56	39,49 ± 7,32
KS ME	84,78 ± 1,54	85,15 ± 1,47	84,57 ± 1,41
KS tuku	59,69 ± 5,70	58,90 ± 7,91	57,85 ± 5,80
KS popelovin	46,28 ± 9,88	46,95 ± 8,15	48,50 ± 5,33
KS vlákniny	34,46 ± 11,73	36,59 ± 9,20	29,64 ± 11,43

Výsledky naznačují mírně vyšší stravitelnost směsi, která byla ošetřena anýzovým extraktem; tento rozdíl u koeficientů stravitelnosti však nepřekročil míru 1 %. Vyšší rozdíl je zřejmý u retence dusíkatých látek v organismu, kde dosáhl hranice 5,6 %. Z uvedených hodnot koeficientů stravitelnosti sušiny pokusných směsí je zřejmá nízká variabilita (mimo míru retence NL). I když lze tedy sledovat určité zlepšení KS, zejména u pokusné směsi s obsahem anýzového oleje, rozdíly hodnot nebyly statisticky průkazné. Lze tedy

předpokládat, že použité krmné aditiva a jejich koncentrace v KS neovlivňují stravitelnost sušiny pozitivním směrem, a současně nepůsobí negativně, jejich použití v krmných směsích je pak z tohoto pohledu plně využitelné. V literatuře lze nalézt poměrně málo údajů týkajících se vlivu bylinných extraktů na stravitelnost živin. Zlepšení užitkových vlastností brojlerů ve výkrmu pro přidání anýzového extraktu uvádí například Ghalib (2008), a to až o 24 % při zastoupení 1 % esenciálního oleje v kr-

mivu a téměř o 17 % při zastoupení 0,5 %; podobné hodnoty jsou sledovány i u množství přijatého krmiva. Komerční přípravek, jehož součástí je i anýzový extrakt, zvyšuje užitkovost prasnic při jeho zařazení do jejich krmných dávek. Dochází ke zvýšení příjmu krmiva o 2 %, zvýšení přírůstku selat téměř o 5 % a porodní hmotnost selat až o 6 % (Kroismayr et al., 2008). Směs bylinných extraktů (fenykl, koriandr a další) ve vyšších dávkách (1,5 %) naopak snižovala stravitelnost proteinu u laboratorních potkanů dle autorů Pradeep a Geervani (1994). U drůbeže byl sledován vliv bylin a jejich esenciálních olejů na užitkovost a stravitelnost živin týmem ze Skotské zemědělské univerzity (Cross et al., 2007). Tyto práce byly využívány zejména z metodologického hlediska. Při využívání rostlinných surovin v krmných směsích (sušené a esenciální oleje tymiánu, oregána, majoránky, rozmarýny a řebříčku) byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly v užitkových parametrech zvířat; vliv na stravitelnost živin však prokázán nebyl. To koresponduje s našimi výsledky u prasat vzhledem k podobnému mechanismu trávení těchto mo-

nogastrů. Zatímco stravitelnost nebyla v pokusu Er-tase et al. (2005) sledována, byl v této práci prokázán relativně vysoký pozitivní vliv anýzového esenciálního oleje na užitkovost brojlerů, podobně i v práci autora Simsek et al. (2005) nebo Ciftci et al. (2005), nutno podotknout, že však všechny tři posledně jmenované práce jsou od jednoho řešitelského týmu ze stejného období. Naopak nezávisle na těchto pracích uvedené zlepšení užitkovosti (až 19 % zvýšení přírůstků brojlerů) potvrzuje práce El-Deeka et al. (2003), kde stravitelnost není opět sledována. Naopak spíše nepříznivé účinky byly sledovány při zařazení anýzu společně s rostlinou *Trigonella foenum-graecum* do krmných směsí pro králíky (březi a kojící samice), což však může být vlivem právě druhé zmíněné složky krmného aditiva (Eiben et al., 2008). Aktivní roli anýzu v metabolismu zvířat pak potvrzuje sledování jeho vlivu na trávicí procesy v bachoru skotu, kde průkazně snižoval počet protozoí, koncentraci amoniaku, poměr octové a propionové kyseliny i celkový obsah těkavých mastných kyselin s rozvětveným řetězcem (Cardozo et al., 2006).

## SOUHRN

Používání antibiotik bylo kritizováno v celé Evropě v souvislosti se zvýšeným rizikem výskytu patogenů rezistentních k léčivům užívaných současně ve veterinární i humánní medicíně. S omezením použití nebo s úplným zákazem zkrmování antibiotických přípravků musí být objeveny alternativní způsoby, jak zlepšit a ochránit zdravotní stav hospodářských zvířat. Rosen (1996) zahrnuje tyto potenciální látky pod název *pronutrients*; do této skupiny patří například probiotika, prebiotika, organické kyseliny, dietní vláknina a také právě byliny, koření či extrakty z bylin. Vliv těchto *pronutrientů* na užitkovost hospodářských zvířat se může měnit v širokém rozmezí. Obecně jsou tyto látky více efektivní u zvířat s nižší užitkovostí a s nepříznivým zdravotním stavem; tato zvířata jsou často chována v nepříznivých mikroklimatických a organizačních podmínkách nebo dostávají krmiva s nízkou výživnou hodnotou.

Práce měla za cíl zhodnotit vliv některých z těchto látek na stravitelnost živin a přispět tak k určení jejich vhodnosti pro zařazení do krmných směsí pro prasata.

Pokusná sledování byla provedena v pokusném akreditovaném zařízení Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně na pracovišti Školní zemědělský podnik v Žabčicích, v experimentální stáji zařízené pro tyto pokusy. Pro bilanční pokusy byla vybrána krmná aditiva, esenciální olej z rostlin *Pimpinella anisum* a *Foeniculum vulgare*. Dobré obecné podmínky chovu a stavu prasat dokládají údaje o intenzitě růstu a konverzi krmiva. Výsledky naznačují mírně vyšší míru stravitelnosti směsí, která byla ošetřena anýzovým extraktem; tento rozdíl u koeficientů stravitelnosti však nepřekročil míru 1 %. Vyšší rozdíl je zřejmý u retence dusíkatých látek v organismu, kde dosáhl hranice 5,6 %. Z uvedených hodnot koeficientů stravitelnosti sušiny pokusných směsí je zřejmá nízká variabilita (mimo míru retence NL). I když lze tedy sledovat určité zlepšení KS, zejména u pokusné směsi s obsahem anýzového oleje, rozdíly hodnot nebyly statisticky průkazné. Lze tedy předpokládat, že použitá krmná aditiva a jejich koncentrace v KS neovlivňují stravitelnost sušiny pozitivním směrem a současně nepůsobí negativně; jejich použití v krmných směsích je pak z tohoto pohledu plně využitelné.

anethol, stravitelnost, prase, *Pimpinella anisum*, *Fennel vulgare*, esenciální olej

## SUMMARY

The antibiotics usage was criticized in all Europe because of high risks of pathogen resistance on these medicaments that are used consequently in animal and human medicine. New alternative ways to protect and improve an animal health are to be founded in relation with this antibiotics ban and other regulations. Rosen (1996) classified this potential matters as *pronutrients* and the groups called like this are for example probiotics, prebiotics, organic acids, diet fiber and also herbs, spices and plant extracts. The effect of these *pronutrients* on livestock efficiency has huge range. Generally, the positive effect is higher in low efficiency conditions (bad health status, low quality of quality hygienic

conditions, temperature-humidity status, nutrition or management. The plant additives and their functional components can selectively influence the intestinal microorganism growth in positive or negative direction. If the growth improving relates with positive microorganisms and growth elimination is connected pathogens the results is nutrients utilization improving, stimulation of immunologic system or positive influence of intermedial metabolism. These properties are evaluated *in vitro* in huge amount of research papers. The transfer of these results into life intestinal conditions is not easy. The phytogetic additives are here in different conditions and are affected by synergistic or antagonistic connections with other feedstuffs components and others (Wenk, 2000). The main positive properties are antiviral, coccidiostatic, antifungal (Tassou et al., 2004; Shylaja et al., 2004). One of these important plant metabolites is anethole. Anethole additives are obtained mainly from plant species *Pimpinella anisum* (aniseed), *Illicium verum* (star anise) or *Foeniculum vulgare* (fennel); from first two mentioned plants we can obtain essential oil with 80–90% amount of anethole, in fennel essential oil there is 50–60% of anethole. The most economic effect is connected with star anise essential oil but it is plant that is not common in Middle Europe. In human medicine there are described following positive effects of anethole: vasorelaxant, antithrombotic, releasing of heart function, phytoestrogenic (it means improving of milk secretion, menstruation, promotion of menses, birth improving, men's hormonal changes improving, sexual libido improving), antioxidative, antifungal, improving of derma permeability, antihelminthic, insecticidal, yeast elimination, antibacterial, antipyretic.

In our work was evaluated effect of anise and fennel essential oils on nutrients utilization in pig experiment. The trial was organized in accredited experimental stable Žabčice of Mendel University of Agriculture and Forestry Brno. The high level efficiency of experimental animals is mentioned through general parameters (average daily gain, feed intake and feed conversion). The results of nutrients utilization rate show slightly higher digestibility of nutrients in treatment with anise oil, these improving is not higher than 1.0%. We can see also improving on nitrogen retention in body mass on level of 5.6% (anise treatment compared with control group). There is low variability between experimental animals (except nitrogen retention coefficient) but we can see any statistical significance. On base of these results we can say the used phytogetic additives do not affect negatively the nutrient utilization in used concentration (0.1% of essential oil in feed mixture) and are fully eligible for animal nutrition. These results are also supported by few research papers connected with similar topic.

Výsledky výzkumu uvedené v této práci jsou součástí řešení výzkumného projektu Ústavu výživy zvířat a pčíninářství podpořeného NAZV pod číslem QG 60118.

## LITERATURA

- ALBERT-PULEO, M., 1980: Fennel nad anise as estrogenic agents. In: *J Ethnopharmacol*: Dec. 2 (4): 337–44
- BOURHIS LE, B., 1968: Preliminary research on the metabolism of trans-anethole. In: *Ann. Biol. Clin.*, May–Jun, 26 (5): 711–715
- CABUK, M., BOZKURT M., ALCICEK, A., The Effect of a Mixture of Herbal Essentials Oil on Performance of Broiler Chicks Originate From Young and Old Broiler Breeder Flocks
- CARDOZO, P. W., CALSAMIGLIA, S., FERRET, A., KAMEL, D., 2006: Effects of alfalfa extract, anise, capsicum, and a mixture of cinnamaldehyde and eugenol on ruminal fermentation and protein degradation in beef heifers fed a high concentrate diet. In: *J. Anim. Sci* 84, 2801–2808
- CIFTCI, M., TALAT, G., DALKICIC, B., ERTAS, O. N., 2005: The Effect of Anise Oil (*Pimpinella anisum*) on Broiler Performance In: *International Journal of Poultry Science*, 4 (11): 851–855. ISSN: 1682–8356
- CROSS, D. E., MCDEWITT, R., M., HILLMAN, K., ACAMOVIC, T., 2007: The Effect of herna and their associated Essentials oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chicken from 7 to 28 days of age. In: *British Poultry Science*, Aug. 48 (4): 496–506. ISSN 0007–1668
- EIBEN, C. S., RASHWAN, A. A., KUSTOK, K., GORDOR-SURMANN, K., SZENDRO, Z., 2008: Effect of anise nad Fenugreek supplementation on performance of Rabbit does
- EL-DEEK, A. A., ATTIA, Y. A., HANNFY, M. M., 2003: Effect of anise (*Pimpinella anisum*), ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and fennel (*Foeniculum vulgare*) and their mixtures on performance of broilers. In: *Arch. Geflugel*, 67 (2), 92–96, ISSN 0003–9098
- ERTAS, O. N., GULLER, T., CIFTCI, M., DALKILIC, B., SIMEK, G., 2005: The Effect of an Essentials Oil Mix Derived from Oregano, Clove and Anise on Broiler Performance. In: *International Journal of Poultry Science* 4 (11): 879–884.
- FONTENELLE, R. O., MORAIS, S. M., BRITO, E. H., BRILIANTE R. S., CORDEIRO, R. A. NASCIMENTO, N. R., KERNTOPF, M. R., SIDRIM J. J., ROCHA, M. F., 2008: Antifungal activity oils of Croton species from Brazilian Caatinga biome. In: *J Appl Microbiol*, May, 104(5): 1383–1390
- FUJITA, K., KUHN, I., 2004: Potentiation of fungicidal activities of trans-anethole against *Saccharomyces cerevisiae* under hypoxic conditions. In: *J Biosci Bioeng*: 98 (6): 490–492
- FUJITA, K., FUJITA, T., KUHN, I., 2007: Anethole, a potential antimicrobial synergist, converts a fungistatic dodecanol to fungicidal agent. In: *Phytopher Res*, Jan, 21(1): 47–51



- GHALIB, A. M. A., 2008. The Effect of Anise and Rosemary on Broiler Performance. In: International Journal of Poultry Science 7 (3): 243–245. ISSN 1682-8356
- HALLIVELL, B., AESCHBACH, R., LOELIGER, J., AROMA, O. I., 1995: The characterization of antioxidants. In: Food and Chemical Toxicology 33: 601–617
- HIRASA, K., TAKEMASA, M., 1998: Spice science and technology. Marcel Dekker, New York, str. 220.
- KARAPINAR, M.: 1990: Inhibitory effects of anethole and eugenol on the growth and toxin production of *Aspergillus parasiticus*. In: Int. J. Food. Microbiol: May, 10 (3–4): 193–199
- KHANA, S., SEN, Ch. K., ROY, S., CHRISTEN, M. O., PACKER, L., 1998: Protective Effects of Anethole Dithiolethione against Oxidative Stress-induced Cytotoxicity in Human Jukat T Cells. In: Biochemical Pharmacology, Vol. 56, 61–69, ISSN 0006–2952
- KNIO, K. M., USTA, J., DAGHER, S., ZOURNAJIAN, H., KREYDIYYEH, S., 2008: Larvicidal activity of Essentials oils extracted from commonly used herb in Libanon against the seaside mosquito, *Ochierotatus caspius*. In: Bioresour Technik Mar. 99(4): 763–768
- KOBAYASHI, T., SAKAI, N., KOBAYKAWA, T., AKIYAMA, T., TODA, H., SAITO, S., 2008: Effects of cognitive factors on perceived odor intensity in adaptation/habituation processes: from 2 different odor presentation methods. In: Chem Senses, Feb 33 (2): 163–171
- KORDALI, S., KOTAN, R., MAVI, A., CAKIR, A., ALA, A., YILDRIM, A., 2005: Determination of the chemical composition and antioxidant activity of the Essentials oil of *Artemisia dracunculoides* and of the antifungal and antimicrobial activities of Turkish *Artemisia absintum*, *A. dracunculoides*, *Artemisia santonicum*, and *Artemisia spicingera* essential oils. In: J Agric Food Chem Nov. 30; 532 (24): 9452–9458
- KROISMAYR, A., HSUN, C., RACOUSIER, M., STEINAR, T., 2007: Effect of a phyto-genic additive on reproduction performance of sows. In: J. Anim. Sci., Vol. 85, Suppl. 1. ISSN 1525–3163
- KWAK, M. K., JUANY, B., CHANY, H., KIM, J. A., KENSLER, T. W., 2007: Tissue specific increase of the catalytic subunits of hte 26S proteasomes by indirect antioxidant dithiolethione in mice: enhanced activity for degradation of abnormal protein. In: Life Sci, Jun, 6, 80 (26): 2411–2420
- LEE, S. O., PARK, I. K., CHOI, G. J., LIM, H. K., JANG, K. S., CHO, K. Y., SHIN, S. C., KIM, J. C., 2007: Fumigant activity of Essentials oils and components of *Illicium verum* and *Schizonapete tenuifolia* against *Botrytis cinerea* and *Colletotrichum goeppoioides*. In: J Microbiol Biotechnol Sep, 17(9), 1568–1572
- LI, T., ZHANG, Z., JIAO, H., ZHANG, L., TIAN, Y., CHEN, Y., PANG, X., ZHUANG, J., 2007: Determination of anethole trione in human plasma using high performance liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometric detection. In: Anal Chim Acta: Jul 2, 594(2): 274–278
- LI, W., DENG, J., QIAO, J., LI, Q., ZHANG, Y., 2008: HPLC determination of 4-hydroxy-anethole trithione in plasma via enzymatic hydrolysis and its application to bioequivalence study. In: J Pharma Biomed Anal, Jul 15 47 (3): 612–617
- MAROTTA, F., BARRETO, R., KAWAKITA, S., MINELLI, E., PAVASUTHIPAIŚI, K., LORENZETTI, A., NASBIWAKI, M., GLOSA, F., FESCE, E., OKURA, R., 2006: Preventive strategy for *Candida* gut translocation during ischemia-reperfusion injury supervening on protein malnutrition. In: Chin J Dig Dis 7 (1): 33–38
- MORAIS, S. M., CAVALCANTI, E. S. BERTINI, L. M., OLIVIERA, C. L. RODRIQUES, J. R., CARDOSO, J. H. 2006: Larvicidal activity of Essentials oil from Brazilian *Croton* species against *Aedes aegypti* L. In: J. Am. Mosq. Kontrol. Assoc. March, 22 (1): 161–164
- NACAGAWA, Y., SUZUKI, T., 2003: Cytotoxic and xenoestrogenic effects via biotransformation of trans-anethole. In: Biochemical Pharmacology, 66 (1) 63–73 ISSN 0006–2952
- NATH, K., AGARWALA, O. N., MAHADEVAN, V., 1966: „Spent aniseed“ (*Pimpinella anisum*) as a cattle feed. In: Indian Vet J. Oct. 43(10):908–912
- PARK, I. K., CHOI, K. S., KIM, D. H., CHOI, I. H., KIM, L. S., BAK, W. C., CHOI, J. W., SHIN, S. C., 2006: Fumigant activity of plant Essentials oils and components from horseradish (*Armoracia rusticana*) anise (*Pimpinella anisum*) and garlic (*Allium sativum*) oils against *Lycoriella inenua* (Diptera, Sciaridae). In: Pest Manag Sci, Aug, 62(8): 723–728
- PASSREITER, C. M., WILSON, J., ANDERSEN, R., ISMAN, M. B., 2004: Metabolism of thymol and trans-anethole in larva of *Sporoptera litera* and *Trichoplusia ni* (Lipoptera, Noctuidae). In: J Agric Food Chem, May 5, 52 (9): 2549–2551.
- POON, T. S., FREEMAN, S., 2006: Cheilitis caused by contact allergy to anethol in spearmint flavoured toothpaste. In: Australan J Dermatol. Nov 47 (4): 300–301
- POUZAUD, F., RAT, P. 2001, Role of Anethole Dithiolethione (ADT) to Protect against Tenotoxicity Induced by Fluoroguinolones. In: Abstr Intersci Conf Antimicrob Agents Chemother Intersci Antimicrob Agents Chemother. Dec 16–19; 41. Abstract No. A-638
- PRADEEP, K. U., GEERVANI, P., 1994: Influence of spices on protein utilization of Winter bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) and horsegram (*Dolichus biflorus*) In: Plant Foods Hum Nutr. Oct, 46 (3): 187–193
- PRADEEP, K. U., GEERVANI, P., EGGUM, B. O., 1991: Influence of spices on utilization of sorghum and chickpea protein. In: Plant Foods Hum Nutr. Jul, 41 (3): 269–276
- RHODES, M. J. C., 1994: Physiological roles for secondary metabolites in plants: some progress many outstanding problems. In: Plant Molecular Biology 24: 1–20.



- RHODES, M. C., 1996: Physiologically-active compounds in plant foods: an overview. In: *Proceedings of the Nutrition Society* 55: 371–384
- RICHTER, T., BRAUN, P., FEHLHABER, K., 2002: Influence of spiced feed additives on taste of hen's eggs. In: *Berl Munch Tierarztl Wochenschr.* May–Jun; 115 (5-6):200-2.
- ROSEN, G. D., 1996: *World's Poultry Sci. J.* 52: 53–56
- SANGSTER, S. A., CALDWELL, J., SMITH, R. L., FARMERS, P. B., 1984: Metabolism of anethole. Pathways of metabolism in rat and mouse. In: *Food. Chem. Toxicol.* Sep; 22 (9): 695–706
- SARKOZI, S., ALMÁSSY, J., LUKACS, B., DOBROSI, N., NAGY, G., JONA, I., 2007: Effect of natural phenol derivatives on skeletal type sarcoplasmic  $Ca^{2+}$ -ATPase and ryanodine receptor. In: *J Muscle Res Cell Motil.* 28 (2–3): 167–174
- SHIMONI, E., BAASOV, T., RAVID, U., SHOLAM, Y., 2003: Biotransformation of propenylbenzenes by an *Arthrobacter* strain and its  $\alpha$ -anethole blocked mutants. In: *J Biotechnol.* Oct 9, 105 (1-2): 61–70.
- SHYLLAJA, M. R., PETER, K. V., 2004: The functional role of herbal spices. In: *Handbook of herbs and spices.* Volume 2: 11–21. ISBN 1-85573-721-3
- SIMSEK, U. G., GULLER, T., CIFTCI, M., ER-TAS, O. N., DALKILIC, B., 2005: The Effect of an essence Oil Mix (Derived from Oregano, Clove and Anise) on Body Weight and Carcass characteristic in Broiler. In: *Vet. Fak. Derg.* 16 (2): 1–5.
- SIQUEIRA DE, R. J., MAGALHAES, P. J., LEAL-CARDOSO, J. H., DUARTE, G. P., LAHLOU, S., 2006: Cardiovascular effects of Essential oil of *Croton zehntneri* leaves and its main constituents anethole and estragone, in normotensive conscious rats. In: *Life Sci.* Apr, 11, 78 (20): 2365–2372
- SIQUEIRA, R., LEAL-CARDOSO, J., COUTURE, R., LAHLOU, S., 2006a: Role of capsaicin-sensitive sensory nerves in mediation of the cardiovascular effects of the Essential oil of *Croton zehntneri* leaves in anaesthetized rats. In: *Clin Exp Pharmacol Physiol.* Mar, 33 (3): 328–347
- SOARES, P. M., LIMA, R. F., DE FREITAS PIRES, A., SOUZA, E. P., ASSREUY, A. M., CRIDDLE, D. N., 2007: Effects of anethole and structural analogues on the contractility of rat isolated aorta: Involvement of voltage dependent  $Ca^{2+}$ -channels. In: *Life Sci.* Sep 8, 81 (13): 1085–1083
- SOYLU, E. M., SOYLU, S., KURT, S., 2006: Antimicrobial activities of Essential oils of various plants against tomato late blight disease agent *Phytophthora infestans*. In: *Mycopathologia*, Feb, 161 (2): 119–128
- TABANCA, N., KHAN, S. I., BEDER, E., ANNAVARAPU, S., WILLETT, K., KHAN, I. A., KIRIMER, N., BASER, K. H., 2004: Estrogenic activity of isolated compound and Essential oils of *Pimpinella* species from Turkey, evaluated using a recombinant yeast screen. In: *Planta Med.* Aug; 70 (8): 728–735.
- TASSOU, C. C., NYCHAS, G.-J. E., SKANDAMIS, P. N., 2004: Herbs and spices as antimicrobials. In *Handbook of herbs and spices.* Volume 2: 22–40. ISBN 1-85573-721-3
- TOQNOLINI, M., BALLABENI, V., BERTOLINI, S., BRUNI, R., IMPICCIATORE M., BAROCCOLI, E., 2007: Protective effect of *Foeniculum vulgare* Essential oil and anethole in an experimental model of thrombosis. In: *Pharmacol Res.* Sep. 56 (3): 254–260
- VELÍŠEK, J., 1999: *Chemie potravin 2.* ISBN 80-902391-4-5
- VERONIKAMI, A. A., GAVALAS, A. M., 2006: Antioxidants and inflammatory disease: synthetic and natural antioxidants with anti-inflammatory activity. In: *Bomb Chem High Throughput Screen* Jul, 9 (6): 425–442
- WANG, C. Y., WANG, S. Y., CHEN, C., 2008: Increasing antioxidant activity and reducing decay by blueberries Essential oils. In: *JH Agric Food Chem.* May 28, 56 (10): 3587–3592
- WENK, C., 2000: Herbs, spices and botanicals: 'Old fashioned' or the new feed additives for tomorrow's feed formulations? Concepts for their successful use. In: *Biotechnology in the Feed Industry*: 79–96

## Adresa

prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc., Ing. Petr Mareš, Ing. Michal Večerek, Ústav výživy zvířat a pícninářství, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 602 00 Brno, Česká republika, e-mail: maresp@mendelu.cz

