

**POROVNANIE VZŤAHOV MEDZI VYBRANÝMI ŽIVINAMI V
KURČACOM MÄSE V ZÁVISLOSTI OD VPLYVU KŔMNEHO
ADITÍVA EXTRAKTOV ZO STROMU GAŠŤANA A CITRÓNOVÉHO
PLODU A Z EXTRAKTOV CITRUSOVÝCH PLODOV
THE COMPARISON OF RELATION BETWEEN THE SELECTED
NUTRIENTS IN CHICKEN MEAT DEPENDING ON THE EFFECT OF
FEED ADDITIVE EXTRACTS OF CHESTNUT TREE AND THE
LEMON FRUIT AND EXTRACTS OF CITRUS FRUITS**

*Mária Angelovičová, Ondřej Bučko, Jana Tkačová, Ebrahim Alfaig,
Katarína Krillerová*

Abstract: In our study we focused on solving the problem of the relations between the nutrients in breast and thigh muscle, depending on the combination of the two additives of different essential oils. The aim of this study was to evaluate and compare the degree of dependence between nutrients. For chemical analysis, samples of breast and thigh muscles without skin were used method Nicolet 6700 FT IR. Infrared spectrum analysis of muscle homogenates was carried out according to the method of molecular spectroscopy. In assessing the strength of the relationship between the two nutrients in breast and thigh muscles was used for correlation analysis. Based on the results, we can conclude that in the research relation among nutrients, energy and water chicken breast muscle and thigh muscle appears to be the dominant nutrition. Among feed additives with effects on the strength of correlation relations are essential oils of chestnut tree in combination with essential oil of lemon fruit unlike the combination of essential oils of citrus fruit, which did not show statistically significant effects.

Keywords: broiler chicken, breast muscle, thigh muscle, chemical analysis, nutrient, correlation

ÚVOD

Kurčacie mäso je obľúbené u spotrebiteľa pretože je dôležitým zdrojom bielkovín. Ale aj ďalšie zložky mäsa, ako sú tuky, majú dôležitú úlohu v zložení mäsa. Kvalita mäsa môže byť ovplyvnená už manipuláciou s krmivami brojlerových kurčiat (Assi a King, 2007) a rovnako aj úpravou jatočného tela *post mortem*.

V ostatných rokoch, od zákazu skrmovania kŕmnych antibiotík, predmetom výskumu mnohých vedeckých tímov sa stali prídavné látky vyrobené z extraktov, rastlinných silíc získaných z rôznych korenín, bylín, stromov a ovocných plodov.

Prídavné látky rastlinného pôvodu sa môžu vyznačovať jednou alebo viacerými účinkami. Medzi tieto biologické účinky prídavných látok rastlinného pôvodu patrí zlepšenie chuťových vlastností krmiva, a tým aj zvýšenie jeho príjmu. Významná je ich endokrinná stimulácia – stimulácia vylučovania tráviacich enzýmov a zvýšenie pohyblivosti chýmusu v tráviacej sústave. V publikovaných vedeckých prácach sú poznatky o ich antimikrobiálnych, antivírusových, anthelmintických a kokciostatických účinkoch ako aj imunitnej stimulácii, protizápalovej a antioxidačnej aktivity (Kırkpınar et al., 2011). V skôr publikovanej vedeckej práci (Shelef, 1983) sú rastlinné silice charakterizované hlavne z aspektu ich antibakteriálnych účinkov v testoch *in vitro*. Všeobecné bolo zistené, že na dosiahnutie rovnakého účinku pre úpravu potravín je nevyhnutná aplikácia vyššej koncentrácie rastlinných silíc. Vychádzalo sa z predpokladu, že potraviny, v ktorých je vysoký obsah tuku a bielkovín môžu byť chránené pred baktériami účinkami rastlinných silíc (Tassou et al., 1995). Napríklad, v prípade, že rastlinná silica sa rozpustí v lipidovej fáze potravín, jej účinky

budú relatívne menej dostupné pre baktérie prítomné vo vodnej fáze (Mejlholm a Dalgaard, 2002). Ďalšou možnosťou je, že nižší obsah vody v potravine pri porovnaní v porovnaní s laboratórnym médiom môže brániť transportu antibakteriálnych látok do cieľového miesta v bunke baktérie (Smith-Palmer et al., 2001).

V niekoľkých štúdiách bola opísaná mikrobiálna rezistencia na rastlinné silice, ktoré boli použité do potravín. Závěry však nie sú jednoznačné a nie je vysvetlený ani mechanizmus. V tejto súvislosti ale boli odporučené návrhy z aspektu možných príčin. Gill et al. (2002) objasňujú tento problém väčšou dostupnosťou živín z potravín, v porovnaní s laboratórnym médiom, ktorá môže umožniť baktériám rýchlejšie opraviť poškodené bunky.

Z uvedeného krátkeho literárneho prehľadu vyplýva, že pri použití prídavných látok na báze rastlinných silíc sú niektoré nezodpovedané otázky v potravinárskom výskume.

V našej práci sme sa zamerali na riešenie a porovnanie miery závislosti medzi živinami v prsnej a stehnovej svalovine v závislosti od dvoch kombinácií silíc rôzneho pôvodu.

MATERIÁL A METÓDY

Experiment, brojlerové kurčatá, výživa

Experiment *in vivo* bol vykonaný v hydinarskej farme Zámotie, a. s. so systémom chovu na hlbokoj podstielke. V experimente bolo použitých 100 ks jednodňových kurčiat hybridnej kombinácie Cobb 500, ktoré boli rozdelené na 2 skupiny (n = 50): experimentálna skupina s krmivom obohateným prídavnou látkou silíc zo stromu gaštana a citrónového plodu 50 g.100 kg⁻¹ a experimentálna skupina s prídavnou látkou silíc z citrusových plodov aplikovanej do vody 100 ml.100 l⁻¹. Aditívum silíc zo stromu gaštana a citrónového plodu predstavuje zmes chuťových látok s podporou antioxidačných, antimikrobiálnych a detoxikačných účinkov v tráviacom trakte. Vyznačuje sa inhibičnými vlastnosťami voči patogénom a črevnej infekcii. Krmne aditívum silíc z citrusových plodov je získané zo štyroch citrusových druhov: grapefruit (*Citrus paradisi*), mandarínka (*Citrus reticulata blanco*), bergamot (*Citrus aurantium* ss. bergamia) a sladký pomaranč (*Citrus sinensis*). Hlavné zlúčeniny z citrusovej biomasy sú: kyselina askorbová, bioflavonoidy a ďalšie organické kyseliny (kyselina citrónová, kyselina mliečna). Kombinácia bioflavonoidov a kyseliny askorbovej prejavuje účinky v synergickom vzťahu, medzi ktoré patria antioxidačné, antimikrobiálne a ďalšie na inhibíciu peroxidácie lipidov. Brojlerové kurčatá boli kŕmené kŕmnymi zmesami sójovo-obilninového typu 42 dní, *ad libitum*. Štartérová kŕmna zmes bola použitá do veku brojlerových kurčiat 10 dní, rastová kŕmna zmes I bola použitá vo veku brojlerových kurčiat 11 až 20 dní, rastová kŕmna zmes II vo veku 21 až 28 dní a finálna kŕmna zmes vo veku 29 až 42 dní. Tieto kŕmne zmesi boli vyrobené práškovej štruktúry. Výživná hodnota kŕmnych zmesí bola rovnaká pre obe experimentálne skupiny počas celého experimentu a v súlade s fyziologickými potrebami brojlerových kurčiat.

Analýza vzoriek

Na konci experimentu (42. deň veku brojlerových kurčiat) boli náhodne vybrané z každej skupiny 6 ks brojlerových kurčiat rovnakej hmotnosti 1800 g a usmrtené humánnym spôsobom pre technologické spracovanie. Usmrtenie kurčiat sa vykonalo rýchlym prerezaním krčnej tepny (*Aterie carotis communis*). Následne sa odstránila hlava za prvým krčným stavcom. Jatočné telo bolo získané po obarení tela kurčiat vo vode teplej 70 °C, po odrezaní behákov v päťovom kĺbe, ošklbaní, vypitvaní a oddelení krku, srdca, pečene a svalnatého žalúdka. Z jatočného tela boli oddelené prsné svaly a stehnové svaly, ktoré boli použité na chemickú analýzu. Indikátory chemického zloženia bielkovín, tukov, vody a cholesterolu boli merané vo vzorke prsného svalu a stehenného svalu bez kože hmotnosťou 50 g. Na chemickú analýzu bola použitá metóda FT IR Nicolet 6700. Infračervené spektrum analýzy svalových homogenátov bolo vykonané podľa metódy molekulárnej spektroskopie. Princíp tejto metódy

je infračervené absorpčné spektrum vzorky priechodov, pričom dôjde k zmene z otočných vibračných energetických podmienok molekuly v závislosti od zmien dipólového momentu molekuly. Analytickým výstupom je infračervené spektrum, ktoré je grafické znázornenie funkcie energetickej závislosti, väčšinou uvedené ako percento priepustnosti (T) alebo v jednotkách absorbancie (A) na vlnovej dĺžke dopadajúceho žiarenia. Priepustnosť je definovaná ako pomer intenzity žiarenia, ktorá prešla vzorkou (I) a intenzity emisie vyžarovaného zdrojom (IO). Absorbancie je definovaná ako dekadický logaritmus $1/T$. Energetická hodnota mäsa bola vypočítaná podľa nameraných hodnôt bielkovín a tuku a príslušnými koeficientmi: $16,75 \times 37,68 \times \text{proteín} + \text{tuky} [\text{kJ} \cdot 100 \text{ g}^{-1}]$.

Štatistické analýzy

Výsledky z meraní sú vyjadrené ako aritmetický priemer (\bar{x}), smerodajná odchýlka (s) minimálna hodnota (Min) a maximálna hodnota (Max). Rozdiel medzi skupinami bol porovnaný pomocou Scheffeho testu na hladine významnosti $\alpha = 0,05$. Pearsonov korelačný koeficient bol použitý pre silu vzťahu medzi dvoma premennými vybraných chemických ukazovateľov kuracej prsnej svaloviny, kuracej stehrovej svaloviny a kuracieho mäsa. Pearsonov korelačný koeficient (r) odráža mieru lineárneho vzťahu medzi dvoma ukazovateľmi. Jeho hodnota je medzi -1 a +1. Hodnota 1 znamená, že je ideálny najvyšší pozitívny lineárny vzťah medzi týmito dvoma ukazovateľmi. Hodnota -1 znamená, že je ideálny (najvyšší) negatívny lineárny vzťah a hodnota 0 znamená, že nie je žiadny lineárny vzťah medzi ukazovateľmi. Pri hodnotení sily vzťahu medzi dvoma živinami v prsnej a stehrovej svalovine sme postupovali podľa Dancey a Reidy (2004).

Tabuľka 1 Sila korelačného vzťahu (Dancey a Reidy, 2004)

Hodnota korelačného koeficienta (r)	Sila korelačného koeficienta
$ r = -1$ a 1	najvyšší korelačný vzťah
$0,7 (-0,7) < r \leq 0,9 (-0,9)$	silný korelačný vzťah
$0,3 (-0,3) < r \leq 0,7 (-0,7)$	mierny korelačný vzťah
$0,1 (-0,1) < r \leq 0,3 (-0,3)$	slabý korelačný vzťah
$r = 0$	nulový (žiadny) korelačný vzťah

Výsledky korelačného koeficienta boli doplnené štatistickou významnosťou pri hladine $\alpha = 0,05, 0,01$ a $0,001$. Štatistické analýzy boli vykonané s použitím systémového programu SAS (SAS Institute, 1998).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerný obsah bielkovín v prsnej svalovine bol $23,83 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ pri aditíve silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu a $24,09 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ pri aditíve silíc z citrusových plodov. Rozdiely v obsahu bielkovín v závislosti od použitého aditíva neboli štatisticky významné ($P > 0,05$). V stehrovej svalovine bol obsah bielkovín $22,73 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ pri aditíve silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu a $22,15 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ pri aditíve silíc z citrusových plodov. Rozdiely v obsahu bielkovín v závislosti od použitého aditíva neboli štatisticky významné ($P > 0,05$).

Energetická hodnota prsnej a stehrovej svaloviny nebola ovplyvnená druhom použitých kŕmnych aditív. V skupine pri aditíve silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu bola energetická hodnota prsnej svaloviny $435,69 \text{ kJ} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ a v skupine pri aditíve silíc z citrusových plodov $437,26 \text{ kJ} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. Rozdiel v energetickej hodnote prsných svalov medzi skupinami nebol štatisticky významný ($P > 0,05$). Na rozdiel od energetickej hodnoty prsnej svaloviny bola zistená jej vyššia, ale takmer rovnaká hodnota, v stehrovej svalovine v skupine brojlerových kurčiat pri použití aditíva silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu

458,13 kJ.100 g⁻¹ a v skupine s aditívom silíc z citrusových plodov 459,26 kJ.100 g⁻¹. Rozdiel v energetickej hodnote stehnovej svaloviny medzi skupinami nebol štatisticky významný (P>0,05).

Chemické zloženie prsnej a stehnovej svaloviny pri aditíve silíc zo stromu gaštana a citrónového plodu a aditíve silíc z citrusových plodov

Tabuľka 2 Obsah živín, energie a vody v prsnej a stehnovej svalovine pri aditíve silíc zo stromu gaštana a citrónového plodu a pri aditíve silíc z citrusových plodov

Ukazovateľ	n	Kŕmne aditívum silíc zo stromu gaštana a citrónového plodu				Kŕmne aditívum silíc z citrusových plodov			
		\bar{x}	s	Min.	Max.	\bar{x}	s	Min.	Max.
Prsná svalovina									
Bielkoviny, g.100 g ⁻¹	6	23,83	0,49	22,90	24,21	24,09	0,42	23,57	24,63
Energia, kJ.100 g ⁻¹	6	435,69	6,03	428,72	444,50	437,26	11,21	424,86	453,78
Tuk, g.100 g ⁻¹	6	0,69	0,24	0,46	1,02	0,69	0,42	0,39	1,50
Voda, g.100 g ⁻¹	6	74,85	0,35	74,29	75,32	74,73	0,24	74,39	75,07
Cholesterol, g.100 g ⁻¹	6	0,23	0,07	0,17	0,34	0,25	0,11	0,12	0,36
Stehnová svalovina									
Bielkoviny, g.100 g ⁻¹	6	22,73	0,92	21,69	24,40	22,15	0,49	21,58	22,92
Energia, kJ.100 g ⁻¹	6	458,13	15,82	438,17	474,04	459,26	12,55	440,66	472,53
Tuk, g.100 g ⁻¹	6	1,39	0,60	0,35	2,00	1,21	0,07	1,09	1,29
Voda, g.100 g ⁻¹	6	74,33	0,44	73,77	74,83	74,09	0,56	73,62	74,92
Cholesterol, g.100 g ⁻¹	6	0,32	0,09	0,22	0,45	0,36	0,06	0,31	0,44

Výsledky sú: \bar{x} – aritmetický priemer, s – smerodajná odchýlka, Min. – minimálna hodnota, Max. – maximálna hodnota

Poznámka: rozdiel v obsahu bielkovín, tuku, energie, vody a cholesterol medzi prsnou a stehnovou svalovinou v závislosti použitých kŕmnych aditív nebol štatisticky preukazný (P>0,05)

V našom experimente boli získané zaujímavé výsledky obsahu tuku v prsnej svalovine, rovnaká hodnota 0,69 g.100 g⁻¹ v skupine s aditívom silíc zo stromu gaštana a citrónového plodu a tiež v skupine s aditívom silíc z citrusových plodov. Na rozdiel od obsahu tuku v prsnej svalovine boli hodnoty tuku vyššie v stehnovej svalovine, 1,39 g.100 g⁻¹ v skupine s aditívom silíc zo stromu gaštana a citrónového plodu a 1,21 g.100 g⁻¹ v skupine s aditívom silíc z citrusových plodov. Rozdiel v obsahu tuku prsnej svaloviny medzi skupinami nebol štatisticky významný (P>0,05).

Obsah vody bol v prsnej svalovine 74,85 g.100 g⁻¹ v skupine s aditívom silíc zo stromu gaštana a citrónového plodu a 74,73 g.100 g⁻¹ v skupine aditíva silíc z citrusových plodov. Rozdiel v obsahu vody prsnej svaloviny medzi skupinami nebol štatisticky významný (P>0,05). Vyššie hodnoty sušiny, alebo nižšie hodnoty vody (opačne) v prsnej svalovine boli namerané v inom experimente u tej istej hybridnej kombinácie kurčiat Cobb 500, ktoré boli kŕmené komerčnými kŕmnymi zmesami a usmrtené vo veku 42 dní (Suchý et al., 2002). Tieto namerané hodnoty sú 26,27 and 26,71 g.100 g⁻¹ alebo 73,73 and 73,29 g.100 g⁻¹. Podobný obsah vody, nepatrne vyšší, 73,90 g.100 g⁻¹ v prsnej svalovine hybridnej kombinácie Cobb 500 v porovnaní s výsledkami Suchým et al. (2002) je uvedený v inej vedeckej práci (Haščik et al., 2011). Tento obsah vody v prsnej svalovine bol nameraný po skrmovaní základných kŕmnych zmesí. Ak základné kŕmne zmesi sa obohatili o probiotické aditívum na báze *Lactobacillus fermentum*, obsah vody sa mierne zvýšil na 74,02, 74,10 g.100 g⁻¹. Tieto rozdiely v obsahu vody prsnej svaloviny neboli štatisticky významné (P>0,05). Väčší rozdiel bol zistený pri hodnotách obsahu sušiny, resp. vody v stehnovej svalovine v porovnaní s obsahom sušiny, resp. vody prsnej svaloviny pri porovnaní našich

výsledkov s údajmi iných autorov. V publikovanej vedeckej práci Suchý et al. (2002) je uvedená hodnota obsahu sušiny, resp. vody tohto ukazovateľa 29,89 g.100 g⁻¹, resp. 70,11 g.100 g⁻¹. Nameraná hodnota obsahu vody v našom experimente bola 74,33 g.100 g⁻¹ v skupine s kŕmnym aditívom silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu a 74,09 g.100 g⁻¹. Zvýšený obsah sušiny, resp. znížený obsah vody v stehnovej svalovine oproti prsnej svalovine potvrdzujú aj závery iných prác (Haščík et al., 2009a,b, 2011), ktoré sú v súlade s našimi výsledkami.

Naše výsledky obsahu cholesterolu sú pomerne vyrovnané v prsnej aj stehnovej svalovine z aspektu vplyvu rôzneho kŕmneho aditíva. Je potrebné poznamenať, že obsah cholesterolu v prsnej svalovine bol nižší v porovnaní s obsahom cholesterolu v stehnovej svalovine. Obsah cholesterolu v prsnej svalovine bol v skupine s aditívom silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu 0,23 g.100 g⁻¹ a v skupine s aditívom silíc z citrusových plodov mierne vyšší 0,25 g.100 g⁻¹. Rozdiel v obsahu cholesterolu prsnej svaloviny medzi skupinami nebol štatisticky významný (P>0,05). V stehnovej svalovine bola hodnota nameraného obsahu cholesterolu v priemere 0,32 g.100 g⁻¹ v skupine s aditívom silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu a 0,36 g.100 g⁻¹ v skupine s aditívom silíc z citrusových plodov. Rozdiel v obsahu cholesterolu stehnovej svaloviny medzi skupinami nebol štatisticky významný (P>0,05).

Korelačný vzťah medzi vybranými živinami, energiou a vodou v prsnej a stehnovej svalovine pri aditíve extraktov zo stromu gaššana a citrónového plodu a aditíve extraktov z citrusových plodov

Tabuľka 3. Korelačný koeficient (r) medzi živinami, energiou a vodou v prsnej svalovine pri aditíve silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu a pri aditíve silíc z citrusových plodov

Ukazovateľ	Energia	Tuk	Voda	Cholesterol
Aditívum silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu				
Bielkoviny	-0,27	-0,42	0,60	-0,95 ⁺⁺
Energia		-0,12	-0,63	0,01
Tuk			-0,47	0,43
Voda				-0,36
Aditívum silíc z citrusových plodov				
Bielkoviny	-0,08	-0,51	-0,40	-0,50
Energia		-0,62	0,08	0,86 ⁺
Tuk			0,37	-0,40
Voda				0,32

Číselný údaj – hodnota korelačného koeficienta (r) medzi dvoma ukazovateľmi;

+, ++ – označenie s horným indexom znamená štatisticky preukazný rozdiel (P≤0,01).

Pozitívny korelačný vzťah vyjadruje nárast jednej premennej, ktorý zodpovedá zvýšeniu druhej premennej, t. j. priamy vzťah medzi premennými. Negatívny korelačný vzťah označuje inverzný vzťah, v ktorom sa jedna premenná zvyšuje a druhá znižuje (Taylor, 1990).

Burt vo svojej vedeckej práci publikovanej v roku 2004 opisuje synergické a antagonistické účinky rastlinných silíc na organizmus zvierat. V súčasnosti je na trhu mnoho komerčných produktov, ktoré obsahujú jeden druh silíc alebo sú v kombinácii. Použitie fytogénnych látok na báze silíc rôznych rastlinných druhov je v publikovaných prácach odôvodnené ich pozitívnym účinkom na produkciu, kvalitu chemického zloženia mäsa a ekonomiku produkcie. Aditívum silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu v našom experimente ovplyvnil vzťah medzi určitými živinami, energiou a vodou prsnej svaloviny. Bolo zistené, že pri použití aditíva silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu vznikol silný

negatívny korelačný vzťah medzi obsahom bielkovín a cholesterolu, ktorý bol štatisticky vysoko významný ($P \leq 0,01$). Z uvedeného vzťahu vyplýva, že pri zvyšovaní obsahu bielkovín v prsnej svalovine sa znižoval obsah cholesterolu. Silný korelačný vzťah, ale pozitívny, bol zaznamenaný medzi energiou a cholesterolom pri kŕmnom aditíve silíc z citrusových plodov, ktorý bol štatisticky významný ($P \leq 0,05$). Ak sa zvyšovala energetická hodnota prsnej svaloviny, klesal obsah cholesterolu. Korelačný vzťah medzi ostatnými sledovanými živinami, energiou a vodou nebol štatisticky významný ($P > 0,05$).

V doteraz publikovaných vedeckých prácach sme sa nestretli s poznatkami o vplyve rastlinných silíc na korelačné vzťahy medzi živinami v kurčacom mäse. Známe sú ich antimikrobiálne, antifugálne a antioxidačné účinky. Účinky jednotlivých druhov silíc, ich kombinácie, alebo ich kombinácie s inými doplnkovými látkami mohli by súvisieť so vzťahmi medzi živinami v kurčacom mäse. Z tejto hypotézy sme vychádzali pri uskutočnení nášho experimentu.

Citrusové druhy boli predmetom výskumu rôznych pracovísk. Zámeranie výskumu bolo hlavne na ich fenolické zložky a antioxidačné účinky (Guimarães et al., 2009). Citrusové plody, citrusové výťažky z ovocia a citrusové flavonoidy vykazujú širokú škálu perspektívnych biologických vlastností vrátane antiaterogénnych, protizápalových a protinádorových aktivít, inhibície krvných zrazenín a silnej antioxidačnej aktivity (Samman et al., 1996). Silice citrusových plodov, napr. citrónu, pomaranča a grapefruita, patria medzi najviac skúmané prirodzené antimikrobiálne látky pre aplikáciu pri produkcii potravín, pretože známe poznatky o ich vlastnostiach poukazujú na ich účinné zníženie rastu baktérií. Limonoidy získané z *Citrus limon* prejavujú dobrú antibakteriálnu a antifungálnu aktivitu (Corbo et al., 2008). Týmito vlastnosťami sa vyznačuje niekoľko citrusových druhov, ako napr. *Citrus limon* (citrón), *Citrus aurantium* (horký pomaranč), *Citrus limetta* (sladký citrón), *Citrus jambhiri* (divý citrón) and *Citrus paradise* (grapefruit) (Al-Ani et al., 2009). Tri druhy flavonoidov, ktoré sa vyskytujú v citrusoch, hlavne flavanony (zahrňajúce 3-hydroxyflavanony), flavony (vrátane 3-hydroxyflavonov) a antokyaníny (Horowitz a Gentili, 1977). Z nich najviac boli skúmané nomilín, limonin, deacetylnomilín, limonol, obakunon, deoxylimonín, kyselina izoobakunová a ichangín. U všetkých bola potvrdená stimulácia detoxikačného enzýmu glutatión-S-transferáz Lam et al. (1989). Enzýmy glutatión-S-transferázy sú jednou z hlavných enzýmového systému zodpovedného za detoxikáciu xenobiotík (Chasseaud, 1979). Bioflavonoidy patria do skupiny rastlinných pigmentov, ktoré sú vo vode rozpustné. Ovocie (hlavne citrusové plody) a zelenina bohaté na vitamín C sú zároveň bohatým zdrojom bioflavonoidov. Poznatky o vplyve bioflavonoidov na biologickú dostupnosť kyseliny askorbovej sú opísané v dvoch publikovaných prácach. V jednej práci sú charakterizované účinky syntetickej kyseliny askorbovej spolu s prírodnými bioflavonoidmi z citrusového extraktu v pomere 4:1. Výsledky absorbovania proteínov a sacharidov pri ich kombinácii potvrdzujú spomalenie o 35 % ako bol vplyv samotnej syntetickej kyseliny askorbovej. Tieto závery prijaté na základe porovnania hladiny plazmatického askorbátu a vylučovanie kyseliny askorbovej počas 24 hodín. V druhej práci je prijatý záver o rovnakej biologickej dostupnosti proteínov a sacharidov, ak sa porovnával vplyv 500 mg syntetickej kyseliny askorbovej a komerčne dostupnej prídavnej látky vitamínu C spolu s bioflavonoidmi v pomere bioflavonoidov a kyseliny askorbovej 0,05: 1 (Higdon, 2001).

Vzťah medzi vybranými živinami, energiou a vodou v stehnovej svalovine pri aditíve silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu a pri aditíve silíc z citrusových plodov

Tabuľka 4. Korelačný koeficient (r) medzi živinami, energiou a vodou v stehnovej svalovine pri aditíve silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu a pri additive silíc z citrusových plodov

Ukazovateľ	Energia	Tuk	Voda	Cholesterol
Aditívum silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu				
Bielkoviny	-0,83+	-0,95++	0,70	-0,25
Energia		0,75	-0,64	0,35
Tuk			-0,82+	0,10
Voda				-0,15
Aditívum silíc z citrusových plodov				
Bielkoviny	-0,41	0,04	-0,27	-0,30
Energia		0,66	-0,25	0,42
Tuk			0,05	-0,14
Voda				-0,73

Číselný údaj – hodnota korelačného koeficienta (*r*) medzi dvoma ukazovateľmi;
+, ++ – označenie s horným indexom znamená štatisticky preukazný rozdiel
($P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$)

Silica z gaššanu vykazuje silnú antimikrobiálnu aktivitu proti mnohým rastlinným patogénom, ktorý je pravdepodobne spojený s antimikrobiálnymi zlúčeninami, ako sú glykozid flavonolov a ďalšie terpenoidné látky (Hao et al., 2012). Výsledky experimentu prezentované v práci Blaiotta et al. (2013) potvrdzujú, že silice gaššana môžu výrazne zlepšiť toleranciu laktobacilov k simulovanej žalúdočnej šťave a žlči. Extrakty gaššana vykazovali prekvapivý účinok na zlepšenie tolerancie voči žalúdočnému presunu laktobacilov.

Scoparon a scopoletin izolované z extraktu stromu gaššana prejavili antioxidačné účinky. Relatívne vyššiu antioxidačnú aktivitu prejavil scopoletin v porovnaní s relatívnou antioxidačnou aktivitou scoparonu pri oxidačnom strese v *in vitro* systéme.

Kombináciou coparonu a scopoletinu ako hlavných zlúčenín silice z gaššana možno dosiahnuť ochranu pred poškodením oxidačnými stresormi vrátane tert-butyhydroperoxidu, tetrachlórmetánu (CCl_4) pri vysokých obsahoch tuku. Ich kombináciou sa dosiahne účinok, ktorý inhibuje reaktívny kyslík, znižuje antioxidačné aktivity enzýmu a inhibuje produkciu malondialdehydu. V tejto súvislosti sa predpokladá, že silica zo stromu gaššana môže byť užitočný ako prírodná látka na prevenciu proti oxidatívne poškodeniu pečenej buniek a tkanív (Noh et al., 2010). Na druhej strane, podľa Corbo et al. (2008) limonoidy získané z *Citrus limon* potvrdili dobrú antibakteriálnu a antifungálnu aktivitu. Silice z citrusových plodov (napr. citrón, pomaranč, vhodné na použitie v potravinárstve ako prírodné antimikrobiálne látky), potvrdili účinnosť na zníženie rastu baktérií (Corbo et al., 2008). Medzi vhodné druhy citrusových plodov na získavanie extraktov patrí hlavne *Citrus limon* (citrón), *Citrus aurantium*, (horký pomaranč), *Citrus limetta* (sladký citrón) a *Citrus jambhiri* (divý citrón) (Al-Ani et al., 2009).

Vplyv kŕmneho aditíva silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu v porovnaní s vplyvom silíc z citrusových plodov bol v našom experimente vyšší z aspektu sily vzťahu medzi niektorými živinami v stehrovej svalovine. Následkom vplyvu kombinácie silíc zo stromu gaššana a citrónového plodu vznikol silný korelačný vzťah, negatívny, štatisticky potvrdený medzi tukom a bielkovinami, resp. vodou a medzi energiou a bielkovinami. Ak sa v stehrovej svalovine zvýšil obsah tuku, štatisticky vysoko významne ($P \leq 0,01$) sa znížil obsah bielkovín, resp. štatisticky významne ($P \leq 0,05$) obsah vody. V prípade, že sa zvýšila energia prsnej svaloviny, štatisticky vysoko významne ($P \leq 0,05$) sa znížil obsah bielkovín. Vplyv kombinácie silíc z citrusových plodov nebol potvrdený štatisticky významne pri sledovaní miery sily korelačných vzťahov medzi živinami v stehrovej svalovine. Mnohí autori dospeli k záveru pri sledovaní účinku silíc, že ich antimikrobiálna aktivita je nespochybniteľná v porovnaní s účinkami hlavných zložiek rastliny spolu. Z toho vyplýva, že pre antimikrobiálnu aktivitu sú rozhodujúce menšie účinné zložky vyznačujúce sa

antimikrobiálnou aktivitou alebo je to účinok synergického vzťahu (Droby et al., 2008). Hlavné zložky silíc odrážajú biologické vlastnosti silíc, ale ich činnosť, napr. ako je penetrácia buniek, hydrofóbnosť a fixácia na membrány, môže byť modulované menšími zložkami (Bakkali et al., 2008). Zloženie silíc je výsledkom interakcie medzi zložkami, ktoré ako kvalitatívne, tak aj kvantitatívne menia svoju mieru vyparovania (evaporácie) (Saiyasombati a Kasting, 2003). Viuda-Martos et al. (2008) konštatujú, že citrusové silice by mohli byť brané do úvahy pri výbere vhodnej alternatívy k chemickým prídavným látkam pre použitie v potravinárskom priemysle. Ich prednosťou je, že spĺňajú požiadavky na uspokojenie potreby spotrebiteľa v súvislosti s dopytom prírodných zložiek pre bezpečnosť potravín. Vzhľadom k tomu, že hlavná časť citrusových silíc je z citróna, potom aj chemické, fyzikálne a biologické vlastnosti citrusových silíc sú ovplyvnené vlastnosťami zlúčenín pôvodu citróna (Bakkali et al., 2008). Z tohto dôvodu možno charakterizovaný antimikrobiálny účinok citrusových silíc pripísať silici citróna ako hlavnej zložky. Čo sa týka ďalších účinkov, ktoré silice prejavujú, ako je biodegradácia (hlavne silice citróna) a iné, zatiaľ nie sú objasnené (Ruiz a Flotats, 2014). Antimikrobiálna aktivita terpenov a terpenoidov (cyklických uhlíkovodíkov) je vysvetľovaná hlavne v súvislosti ich interakciou s bunkovou membránou (Bakkali et al., 2008). Citrusové silice sú zložitá zmes prchavých zlúčenín, ktoré vykazujú okrem iných vlastností antifungálnu aktivitu tým, že znižujú alebo úplne zabráňujú rastu húb v závislosti od použitej koncentrácie (Sharma a Tripathi, 2006b). Táto aktivita môže byť spôsobená jednou hlavnou zlúčeninou alebo synergickým alebo antagonistickým účinkom rôznych zlúčenín (Deba et al., 2007).

ZÁVER

Na základe výsledkov korelačnej analýzy môžeme konštatovať, že pri výskume vzťahov medzi živinami, energiou a vodou v kurčacej prsnej svalovine a stehrovej svalovine je dôležité charakterizovať nielen použitý druh hybridnej kombinácie, ale dominantnou sa javí výživa. Určité zložky krmiva alebo zámerne použité prídavné látky so špecifickými vlastnosťami vo výžive brojlerových kurčiat môžu ovplyvniť silu korelačného vzťahu medzi živinami produkovaného mäsa. Z výsledkov nášho experiment vyplýva, že medzi krmne prídavné látky s účinkami na silu korelačných vzťahov patria silice zo stromu gaššana v kombinácii so silicami plodu citróna v porovnaní so silicami kombinácie citrusových plodov.

PodĎakovanie. Táto práca bola finančne podporovaná projektom VEGA č.1/0129/13.

LITERATÚRA

- AL-ANI, W. N. – AL-HALIEM, S. M. – TAWFIK, N. O. 2009. Evaluation of the Antibacterial Activity of Citrus Juices: An *In Vitro* Study. In *Al-Rafidain Dent. J.*, vol. 10, pp. 376–382.
- ASSI, J. A. – KING, A. J. 2007. Assessment of selected antioxidants in tomato pomace subsequent to treatment with the edible oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*, under solid-state fermentation. In *J. Agr. Food Chem.*, vol. 55, pp. 9095–9098.
- BAKKALI, F. – AVERBECK, S. – AVERBECK, D. – IDAOMAR, M. 2008. Biological effects of essential oils – a review. In *Food Chem. Toxicol.*, vol. 46, pp. 446–475.
- BLAIOTTA, G. – LA GATTA, B. – DI CAPUA, M. – DI LUCCIA, A. – COPPOLA, R. – APONTE, M. 2013. Effect of chestnut extract and chestnut fiber on viability of potential probiotic *Lactobacillus* strains under gastrointestinal tract conditions. In *Food Microbiol.*, vol. 36, pp. 161–169.
- BURT, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. In *Int. J. Food Microbiol.*, vol. 94, pp. 223–253.
- CORBO, M. R. – SPERANZA, B. – FILIPPONE, A. – GRANATIERO, S. – CONTE, A. – SINIGAGLIA, M. – DEL NOBILE, M. A. 2008. Study on the synergic effect of natural compounds on the microbial quality decay of packed fish hamburger. In *Int. J. Food Microbiol.*, vol. 127, pp. 261–267.
- DANCEY, CH. P. – REIDY, J. 2004. *Statistics Without Maths for Psychology*. The 4th ed. Essex, England : Prentice Hall. 636 p. ISBN-13: 9780131249417.

- DEBA, F. – DANGXUAN, T. – YASUDA, M. – TAWATA, S. 2007. Herbicidal and fungicidal activities and identification of potential phytotoxins from *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Scherff. In *Weed Biol. Manag.*, vol. 7, pp. 77–83.
- DROBY, S. – EICK, A. – MACARISIN, D. – COHEN, L. – RAFAEL, G. – STANGE, R. – MCCOLUM, G. – DUDAI, N. – NASSER, A. – WISNIEWSKI, M. – SHAPIRA, R. 2008. Role of citrus volatiles in host recognition, germination and growth of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*. In *Postharvest Biol. Tec.*, vol. 49, pp. 386–396.
- GILL, A. O. – DELAQUIS, P. – RUSSO, P. – HOLLEY, R. A. 2002. Evaluation of antilisterial action of cilantro oil on vacuum packed ham. In *Int J. Food Microbiol.*, vol. 73, pp. 83–92.
- GUIMARÃES, R. – BARROS, L. – BARREIRA, J. C. M. – SOUSA, M. J. – CARVALHO, A. M. – FERREIRA, I. C. F. R. 2009. Targeting excessive free radicals with peels and juices of citrus fruits: grapefruit, lemon, lime and orange. In *Food Chem. Toxicol.*, vol. 48, pp. 99–106.
- HAO, J. J. – LIU, H. W. – DONIS-GONZALEZ, I. R. – LU, X. H. – JONES, A. D. – FULBRIGHT, D. W. 2012. Antimicrobial activity of chestnut extracts for potential use in managing soilborne plant pathogens. In *Plant Dis.*, vol. 96, pp. 354–360.
- HIGDON, J. 2001. The Bioavailability of Different Forms of Vitamin C. LPI Research Associate, 2001 [online], May 2001 [cit. 2015-02-04]. Dostupné na: <<http://lpi.oregonstate.edu/ss01/bioavailability.html>>.
- HASČÍK, P. – KAČÁNIOVÁ, M. – ČUBOŇ, J. – BOBKO, M. – NOVÁKOVÁ, I. – VAVRIŠINOVÁ, K. – ARPÁŠOVÁ, H. – MIHOK, M. 2009a. Application of *Lactobacillus fermentum* and its effect on chemical composition of Ross PM3 chicken meat. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, vol. 12, pp. 197–205.
- HASČÍK, P. – KAČÁNIOVÁ, M. – ČUBOŇ, J. – BOBKO, M. – VAVRIŠINOVÁ, K. – ARPÁŠOVÁ, H. – MIHOK, M. – PAVLIČOVÁ, S. 2009b. Vplyv aplikácie *Lactobacillus fermentum* cez vodu na chemické zloženie mäsa kurčiat Ross 308. In *Potravinárstvo*, vol. 3, pp. 22–27.
- HASČÍK, P. – KAČÁNIOVÁ, M. – BOBKO, M. – POCHOP, J. – MIHOK, M. – ARPÁŠOVÁ, H. 2011. Effect of probiotic preparation for chemical composition of meat cocks different combinations of hybrid chicks. In *Acta U. Agr. Fac. Silvi.*, vol. 59, pp. 83–94.
- HOROWITZ, R. M. – GENTILI, B. 1977. Flavonoid Constituents of Citrus. In: Nagy S, Shaw PE, Veldhuis MK, editors. *Citrus Science and Technology*, 1st ed. Westport, CT : AVI Publishing Co. pp. 397–426.
- CHASSEAUD, L. F. 1979. The role of glutathione and glutathione S-transferases in the metabolism of chemical carcinogens and other electrophilic agents. In *Adv. Cancer Res.*, vol. 29, pp. 175–274.
- KIRKPINAR, F. – ÜNLÜ, H. B. – ÖZDEMİR, G. 2011. Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcass, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers. In *Livest. Sci.*, vol. 137, pp. 219–225.
- LAM, L. K. T. – LI, Y. – HASEGAWA, S. 1989. Effects of citrus limonoids on glutathione S-transferase activity in mice. In *J. Agr. Food Chem.*, vol. 37, pp. 878–880.
- MEJLHOLM, O. – DALGAARD, P. 2002. Antimicrobial effect of essential oils on the seafood spoilage microorganism *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products. In *Lett. Appl. Microbiol.*, vol. 34, pp. 27–31.
- NOH, J. – GANG, G. – KIM, I. – YANG, K. – HWANG, J. – LEE, H. – OH, W. – SONG, K. – LEE, CH. 2010. Antioxidant effects of the chestnut (*Castanea crenata*) inner shell extract in t-BHP-treated HepG2 cells, and CCl₄ - and high-fat diet-treated mice. In *Food Chem. Toxicol.*, vol. 48, pp. 3177–3183.
- RUIZ, B. – FLOTATS, X. 2014. Citrus essential oils and their influence on the anaerobic digestion process: An overview. In *Waste Manage*, vol. 34, pp. 2063–2079.
- SAIYASOMBATI, P. – KASTING, G. B. 2003. Two-stage kinetic analysis of fragrance evaporation and absorption from the skin. In *Int. J. Cosmetic Sci.*, vol. 25, pp. 235–243.
- SAMMAN, S. – WALL, P. M. L. – COOK, N. C. 1996. Flavonoids and coronary heart disease: dietary perspectives. In Manthey, J. A. – Buslig, B. S: *Flavonoids in the Living System*. New York : Plenum Press. pp. 469–481.
- SAS Institute. User's guide. Cary; 1998.
- SHARMA, N. – TRIPATHI, A. 2006. Effects of *Citrus sinensis* (L.) Osbeck epicarp essential oil on growth and morphogenesis of *Aspergillus niger* (L.) Van Tieghem. In *Microbiol. Res.*, vol. 163, pp. 337–344.
- SHELEF, L. A. 1983. Antimicrobial effects of spices. In *J. Food Safety*, vol. pp. 29–44.
- SMITH-PALMER, A. – STEWART, J. – FYFE, L. 2001. The potential application of plant essential oils as natural food preservatives in soft cheese. In *Food Microbiol.*, vol. 18, pp. 463–470.
- SUCHÝ, P. – JELÍNEK, P. – STRAKOVÁ, E. – HUCL, J. 2002. Chemical composition of muscles of hybrid broiler chickens during prolonged feeding. In *Czech J. Anim. Sci.*, vol. 47, pp. 511–518.
- TASSOU, C. – DROSINOS, E. H. – NYCHAS, G. J. E. 1995. Effects of essential oil from mint (*Mentha piperita*) on *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes* in model food systems at 4 jC and 10 jC. In *J. Appl. Bacteriol.*, vol. 78, pp. 593–600.

TAYLOR, R. 1990. Interpretation of the Correlation Coefficient: A Basic Review. In *Journal of J. Diagn. Med. Sonog.*, vol. 6, pp. 35–39.

VIUDA-MARTOS, M. – RUIZ-NAVAJAS, Y. – FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. – PÉREZ-ÁLVAREZ, J. Antifungal activity of lemon (*Citrus lemon* L.), mandarin (*Citrus reticulata* L.), grapefruit (*Citrus paradisi* L.) and orange (*Citrus sinensis* L.) essential oils. In *Food Control.*, vol. 19, pp. 1130–1138.

Kontaktná adresa: prof. Ing. Mária Angelovičová, CSc., KHBP, FBP, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku2, 949 76 Nitra; e-mail: maria.angelovicova@gmail.com