

Jana Tkáčová - Mária Angelovičová

Antioxidačná aktivita lucernovej múčky a kvalita kuracieho mäsa



Jana Tkáčová - Mária Angelovičová

**Antioxidačná aktivita lucernovej múčky a kvalita
kuracieho mäsa**

2013

Názov: Antioxidačná aktivita lucernovej múčky a kvalita kuracieho mäsa

Autori: **Ing. Jana Tkáčová, PhD.**
Katedra hygieny a bezpečnosti potravín
Fakulta biotechnológie a potravinárstva
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

prof. Ing. Mária Angelovičová, CSc.
Katedra hygieny a bezpečnosti potravín
Fakulta biotechnológie a potravinárstva
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Recenzenti: **prof. MVDr. Peter Massanyi, DrSc.**

Ing. Vladimír Foltýs, PhD.

Táto práca bola podporená VEGA 1/0007/11.

Schválil rektor Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre
dňa 5. 12. 2013 ako vedeckú monografiu.

ISBN 978-80-552-1116-9

Obsah

1 Úvod	7
2 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí	8
2.1 Lucerna siata	8
2.2 Fyziologická funkcia biologicky aktívnych látok a lucernová múčka	10
2.3 Mikrobiológia slepých čriev kurčiat	16
2.4 Kvalita mäsa	16
2.5 Skladovanie mäsa mrazením	18
.....	19
2.6 Oxidácia	19
2.6.1 Charakteristika oxidácie a jej fázy.....	20
2.6.2 Úloha voľných radikálov.....	20
2.6.3 Význam kyslíka pri oxidácii.....	23
2.6.4 Oxidácia lipidov.....	24
2.6.5 Oxidácia lipidov a potraviny.....	25
2.6.6 Oxidačný stres.....	25
3 Cieľ práce	28
4 Metodika práce a metódy skúmania	28
4.1 Použitý materiál	28
4.2 Technická realizácia experimentov	28
4.3 Sledované ukazovatele a spôsob získavania údajov	36
4.4 Realizácia analýz vzoriek	37
4.5 Použité metódy pre získanie údajov	37
4.6 Metódy štatistického spracovania výsledkov	43
5 Výsledky	44
5.1 Ukazovatele chemickej analýzy lucernovej múčky	44
5.2 Výsledky – 1. experiment	45
5.2.1 Telesná hmotnosť kurčiat.....	45
5.2.2 Mikrobiologické osídlenie chýmusu slepých čriev.....	47
5.2.3 Sušina v mäse kurčiat.....	47
5.2.4 Tuk v mäse kurčiat	47
5.2.5 Číslo kyslosti tuku.....	49
5.2.6 Peroxidové číslo tuku.....	50
5.3 Výsledky – 2. experiment	53
5.3.1 Telesná hmotnosť kurčiat.....	55
5.3.2 Mikrobiologické osídlenie chýmusu slepých čriev.....	56
5.3.3 Sušina v mäse kurčiat.....	57

5.3.4 Tuk v mäse kurčiat.....	57
5.3.5 Číslo kyslosti tuku.....	58
5.3.6 Peroxidové číslo tuku.....	59
5.4 Výsledky – 3. experiment	60
5.4.1 Sušina v mäse kurčiat.....	60
5.4.2 Tuk v mäse kurčiat.....	61
5.4.3 Číslo kyslosti tuku.....	61
5.4.4 Súhrnné štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov číslo kyslosti tuku.....	66
5.4.5 Peroxidové číslo tuku.....	67
5.4.6 Aktivita superoxid dismutázy.....	70
6 Diskusia	73
7 Návrh na využitie výsledkov pre ďalší rozvoj vedy a v praxi	80
8 Záver	81
9 Abstrakt	83
Abstract.....	84
Abstract.....	85
Zoznam použitej literatúry	

Zoznam skratiek a značiek

ATIS	Správa Agrárnych trhových informácií Slovenska
5Z, 9Z, 13Z	geometrická konfigurácia lykopénu
DPPH	2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl
EC	Európska komisia
EDTA	kyselina etyléndiamíntetraoctová
EHS	Európske hospodárske spoločenstvo
ES	Európske spoločenstvo
FAO	Organizácia pre výživu a poľnohospodárstvo
Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Cu ²⁺	katióny kovov
GSH	glutatión
H ₂ O ₂	peroxid vodíka
HYD	kŕmna zmes pre kurčatá určené na produkciu mäsa
kD	jednotka molekulovej hmotnosti
KOH	hydroxid sodný
Mr	relatívna molekulová hmotnosť
PCR	polymerázová reťazová reakcia
P>0,05; P<0,05	štatistická preukaznosť
s	smerodajná odchýlka
SAS	štatistický program
SOD	superoxid dismutáza
TBARS	látky reaktívne s kyselinou thiobarbiturovou
v _k	variačný koeficient

1 Úvod

Kvalita potravín je v ostatnom období často skloňovaným termínom v spoločnosti. Vzhľadom na mnohé potravinárske kauzy venuje bežný spotrebiteľ väčšiu pozornosť výberu potravín.

Podľa odhadov FAO (Organizácia pre výživu a poľnohospodárstvo) v roku 2012 vzrástla svetová produkcia mäsa o necelé 2 %. Hlavný podiel na tomto zvýšení mala hlavne výroba hydinového a bravčového mäsa. Zvýšenie produkcie hovädzieho, ovčieho a kozieho mäsa bolo iba v malej miere (Správa Agrárnych trhových informácií Slovenska – ATIS).

Celkové produkčné náklady, ekonomická efektívnosť výroby a tlak veľkých reťazcov na cenu hydinového mäsa donútili výrobcov hľadať nové krmné zdroje. Jedným z možných zdrojov sa javí aj lucerna siata (*Medicago sativa*). Už v minulom storočí v päťdesiatych rokoch sa autori zaoberali možnosťou využitia lucerny siatej ako možným krmným zdrojom pre hydinu. Lucerna siata je bohatá na bielkoviny, vitamíny, minerálne látky, stopové prvky, antioxidanty, saponíny, polyfenoly a iné, pričom doba zberu, spôsob sušenia a príprava krmnej zmesi môžu ovplyvniť jej chemické zloženie a biologickú účinnosť.

Antioxidanty sa stali v ostatných rokoch centrom pozornosti mnohých výskumných tímov. Antioxidanty zabráňujú oxidácii (alebo aspoň obmedzujú jej rozsah). Oxidáciou dochádza k nežiaducim zmenám v senzorických vlastnostiach a k zmene chemického zloženia.

Antioxidanty, nenasýtené mastné kyseliny, karotenoidy v krmných zmesiach ovplyvňujú výsledný produkt – mäso zvierat určených na produkciu potravín.

Kvalitu mäsa možno charakterizovať ako súbor senzorických, chemických, technologických a kulinárskych vlastností. Kvalitné potraviny sú základom pre udržanie dobrého zdravia. Kvalitnú potravinu je možné vyrobiť len z kvalitných a zdravých surovín, ktoré budú uchovávané za predpísaných podmienok.

Kvalitu mäsa do značnej miery ovplyvňuje kvalita tuky v mäse. Tuk počas skladovania podlieha rôznym zmenám, ktoré sa prejavujú v jeho senzorických a chemických vlastnostiach. Aj napriek optimálnym skladovacím podmienkam tuk podlieha oxidácii, čo má vplyv na výslednú kvalitu mäsa.

Na kvalitu kuracieho mäsa vplýva nielen výživa kurčiat, ale rovnako dôležité je aj uchovávanie mäsa v predpísaných podmienkach. Ďalej na kvalitu mäsa vplýva spôsob balenia, chladiarenské, resp. mraziarenské teploty a doba skladovania pri týchto teplotách. V súčasnej dobe nie je stanovená maximálna doba pre skladovanie kuracieho mäsa, nie sú stanovené chemické ukazovatele pre kontrolu doby skladovania, resp. chemické ukazovatele pre kontrolu kvality kuracieho mäsa, čo môže viesť k spracovaniu mäsa aj dlhodobo skladovaného.

V mäse po zabíí kurčiat prebiehajú biochemické zmeny, ktoré môžu byť ovplyvňované podmienkami uskladnenia. Tieto zmeny priamo ovplyvňujú konečnú kvalitu mäsa a jeho bezpečnosť.

V nadväznosti na uvedenú problematiku sme nadviazali riešením našej vedeckej práce.

2 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

2.1 Lucerna siata

Kvalita produkcie zvierat určených na produkciu potravín je ovplyvnená mnohými faktormi, v neposlednom rade aj výživou. Jednou z možných surovín kŕmnych zmesí je aj lucerna siata (*Medicago sativa*) (Dinić et al., 2005; Marković et al., 2007a).

Nízke náklady na produkciu lucerny siatej sú ekonomicky výhodné (Annicchiarico et al., 2006; Radović et al., 2009).

Lucernu siatu možno považovať za najlacnejší zdroj bielkovín v krmivách. Vhodnosťou použitia ako krmovinárskej suroviny ju predurčujú aj vysoké výnosy zelenej hmoty ($80 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a viac), a tým aj vysoký výnos sušiny ($20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) (Radović et al., 2009).

Okrem ekonomickej efektivity je lucerna siata významná aj svojím chemickým zložením. Vyznačuje sa vysokým obsahom dusíkatých látok (Lupašku, 1988) s dobre vyváženým zložením, pokiaľ ide o aminokyseliny (Sen et al., 1998; Dinić et al., 2005; Marković et al., 2007a) a je bohatým zdrojom celkových dusíkatých látok (Stochmal, 2001; Marković et al., 2009).

Obsah dusíkatých látok závisí od vegetačnej fázy rastu v čase zberu a môže sa pohybovať v rozpätí $200 \text{ až } 240 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Radović et al., 2009).

Podobné závery sú publikované v práci Jančíka et al. (2009).

Obsah dusíkatých látok sa znižuje so zvyšujúcou sa vegetačnou fázou rastu, zatiaľ čo obsah vlákniny sa zvyšuje. Táto tendencia živín vzniká v dôsledku klesajúceho pomeru listov ku stonkám, pretože listy majú stabilný obsah dusíkatých látok, ktorý je oveľa vyšší ako v stonkách (Veronesi et al., 2010).

Vplyv vysokého obsahu vlákniny v kŕmnych zmesiach na znižovanie stráviteľnosti živín opisuje aj Brestenský et al. (2009). Tráviaca sústava hrabavej hydiny nie je schopná využívať väčšie množstvo krmív bohatých na vlákninu. Vzhľadom na to, že vysoký obsah vlákniny v krmivách znižuje stráviteľnosť živín, je potrebné limitovať obsah vlákniny v kŕmnych zmesiach kurčiat určených na produkciu mäsa vo veku do 5 týždňov. Aj keď zvýšený obsah vlákniny znižuje stráviteľnosť živín z krmiva, neznižuje v každom prípade úžitkovosť hydiny. Lucernová múčka sa zaraďuje do kŕmnych zmesí, lebo stimuluje rast alebo iným spôsobom priaznivo ovplyvňuje úžitkovosť.

Lucernová múčka, ktorá je veľmi vhodnou surovinou do kŕmnych zmesí pre kurčatá určené na produkciu mäsa, je charakteristická aj vysokým obsahom vlákniny, a preto Kováč et al. (1989) odporúča jej obmedzené používanie s podielom 2 až 4 %.

Aby bola zachovaná vysoká produkcia kurčiat určených na produkciu mäsa, je potrebné používať lucernovú múčku v kŕmnych zmesiach v obmedzenom množstve (Guenthner et al., 1973).

Podobné stanovisko uvádza aj Dansk (1971), ktorý odôvodňuje obmedzené používanie lucernovej múčky u kurčiat určených na produkciu mäsa vysokým obsahom vlákniny a nízkym energetickým obsahom.

Okrem vysokého obsahu vlákniny lucerna obsahuje aj vysokú úroveň antinutričných faktorov, ako sú saponíny (Anderson, 1957; Whitehead et al., 1981; Alektor, 1993; Sen et al., 1998; Stochmal et al., 2001; Francis et al., 2002).

Nutričná hodnota lucerny je ovplyvnená prítomnosťou sekundárnych metabolitov, a to nielen prítomnosťou saponínov, ale aj prítomnosťou flavonoidov. Kým saponíny sú intenzívne skúmané (Stochmal et al., 2001), veľmi málo je literárnych poznatkov o lucernových flavonoidoch (Bisby et al., 1994).

Účinok saponínov môže závisieť od typu kŕmnej zmesi a typu saponínov (Anderson, 1957).

Podľa niektorých autorov obsah saponínov nemá významný vplyv na produkciu kurčiat určených na produkciu mäsa (Whitehead et al., 1981; Jenkins a Atwal, 1994).

Saponíny podľa Rao a Gurfinkel (2000) však majú aj pozitívny hypocholesterolický účinok na živočíšny organizmus, pretože tvoria nerozpustné komplexy z cholesterolu v natrávanej hmote v tráviacej sústave, čím inhibujú jeho vstrebávanie. V dôsledku toho sa môže znížiť obsah cholesterolu v mäse (Ostrowski-Meissner et al., 1995).

Okrem toho má lucerna aj antikarcinogénny a antioxidačný účinok (Rao a Gurfinkel, 2000).

Lucerna siata je považovaná za významný zdroj vitamínov, β -karoténu. Je zdrojom ďalších 10 vitamínov (Lupašku, 1988; Kindschy, 1991; Sen et al., 1998) a rôznych mikroprvkov, ktoré sú potrebné pre normálny rast a vývoj zvierat (Marković et al., 2007b).

Obsah minerálnych látok v lucerne ovplyvňuje vegetačná fáza v čase zberu a vzájomný pomer listov ku stonkám, pretože lucernové listy obsahujú viacej fosforu, vápnika, horčíka, medi, zinku, železa a mangánu, kým stonky obsahujú viac draslíka (Marković et al., 2009).

Lucerna je prirodzeným zdrojom xantofylov, ktoré sa ukladajú v podkožnom tuku, čo spôsobuje jeho požadované žlté sfarbenie (Dansk, 1971; Ponte et al., 2004b).

Lucerna siata sa používa na kŕmenie kurčiat určených na produkciu mäsa ako lucernová múčka v štruktúre múčky alebo granúl (Lupašku, 1988; Radović et al., 2009).

Titus a Fritz (1971) rozoznávajú tri druhy sušeného lucernového krmiva:

- sušené lucernové lístkové krmivo (20 % celkových dusíkatých látok),
- sušené lucernové listy a stonky (17 % celkových dusíkatých látok),
- sušené lucernové stonky (13 % celkových dusíkatých látok).

Lucernové úsušky sú charakteristické tým, že vplyvom dehydratačného procesu sa obmedzí katabolická aktivita enzýmov, čím sa v úsuškoch uchová vysoký podiel vitamínov a β -karotenoidov z pôvodnej krmoviny (Zeman et al., 2006).

Podľa Angelovičovej et al. (2005) zber lucerny siatej je vhodný pre hydinu v čase tvorby pukov.

Záväzné deklarované kvalitatívne znaky pre lucernovú múčku sú: obsah dusíkatých látok, obsah vlákniny, nerozpustný podiel popola, ak je viac ako 35 g.kg⁻¹ sušiny (Zeman et al., 2006).

Mnohí autori sa zaoberali vplyvom lucerny siatej na produkčné vlastnosti, farbu podkožného tuku a kvalitu mäsa kurčiat (Nakaue et al., 1980; Han a Parsons, 1990; Alfaia et al., 2004; Ponte et al., 2004b; Donalson et al., 2005).

Z literárnych poznatkov vyplýva, že lucerna siata je významnou krmnou surovinou z hľadiska obsahu živín a biologicky účinných látok. Vo vzťahu k výskumu predstavuje otvorenú otázku pri riešení produkcie bezpečného kuracieho mäsa.

2.2 Fyziologická funkcia biologicky aktívnych látok a lucernová múčka

Antioxidanty

Za antioxidanty sú považované látky, ktoré zabránia oxidácii inej zlúčeniny tým, že sa sama oxiduje. Antioxidanty vychytávajú už vytvorené radikály. Týmto spôsobom chránia biologicky dôležité molekuly, v konečnom dôsledku bunky, tkanivá a celý organizmus pred oxidačným poškodením radikálmi (Ďuračková, 1998).

Antioxidanty už nízkou koncentráciou významne oneskorujú alebo zabraňujú oksyliereniu oxidovateľných zložiek (Halliwell a Gutteridge, 2001).

Antioxidanty sú potrebné pre prevenciu vzniku a zabránenie účinku radikálov a reaktívnych foriem kyslíka (Ozturk a Cakmakcib, 2006).

Antioxidant je cielený proti oxidácii. Úloha antioxidantov spočíva v ochrane lipidov pred peroxidáciou radikálmi. Antioxidanty sú účinné tým, že ľahko odovzdávajú vlastné elektróny voľným radikálom. Keď voľný radikál získa elektrón z antioxidantu, prestáva atakovať bunku a oxidačná reťazová reakcia je prerušená. Po odovzdaní elektrónu sa antioxidant stáva voľným radikálom. Antioxidanty v tomto stave nie sú škodlivé, pretože majú schopnosť prispôbiť sa zmene elektrónov. Bez toho by sa stali reaktívne. Ľudský organizmus má antioxidačný obranný systém. Antioxidanty sú produkované v organizme a môžu byť aj prijaté z potravín, ako sú ovocie, zelenina, semená, orechy, mäso a olej (Lauro, 1991).

Ochranné mechanizmy (antioxidanty), ktoré má organizmus vybudované proti pôsobeniu voľných radikálov a reaktívnych metabolitov, sú schopné znižovať negatívny vplyv voľných radikálov v organizme. Ďuračková (1998) tieto mechanizmy rozdeľuje nasledovne:

1. zabraňujúce tvorbe voľných radikálov (xantínoxidáza, kataláza),
 2. vychytávajúce už vytvorené voľné radikály:
 - a. vychytávače („scavengers“) – superoxid dismutáza,
 - b. lapače („trappers“) – vitamín E,
 - c. zhášače („quenchers“) – β -karotén,
 3. reparačné systémy odstraňujúce z organizmu poškodené molekuly (lipofilné enzýmy, ako sú fosfolipáza, reparačné endonukleázy, proteolytické enzýmy).
- Skoumalová (2010) rozdeľuje antioxidanty na:
1. enzýmy odstraňujúce voľné radikály: superoxid dismutáza, kataláza, glutathion peroxidáza,

2. proteíny znižujúce dostupnosť prooxidantov (hem, Fe^{2+} , Cu^{2+}): transferín, haptoglobulín, feritín,
3. nízkomolekulárne látky vychytávajúce voľné radikály: glutation, α -tokoferol, kyselina askorbová.

Antioxidanty v potravinách nevyhnutne nechránia biologické tkanivá pred oxidatívnym poškodením voľnými radikálmi, pretože sú zmenené do použiteľnej formy v tkanivách a pôsobia spoločne s inými látkami (Azzi et al., 2004).

O postavení antioxidantov vrátane vitamínu C, vitamínu E, karotenoidov, polyfenolov v prevencii pred chorobami, sa zaoberalo v ostatných rokoch viacero autorov (Halliwell et al., 1995; Sies a Stahl, 1995; Campbell et al., 2004; Reboul et al., 2005; Kun et al., 2006; Ignarro et al., 2007).

V mnohých potravinách sa nachádzajú prírodné antioxidanty, hlavne rastlinného pôvodu. Pri prirodzene prebiehajúcich oxidačných procesoch bunkového dýchania a oxidačnom metabolizme živín udržiavajú oxidoredukčnú homeostázu v organizme. Pri týchto procesoch vznikajú vysoko reaktívne molekuly – voľné radikály. Antioxidanty redukujú a inhibujú tieto procesy, a tým chránia biomolekuly v tkanivách pred ich oxidačným poškodením reaktívnymi formami kyslíka.

K prírodným látkam s antioxidačnými vlastnosťami sú zaradované vitamíny A, E, C a β -karotén, karotenoidy lykopén, luteín, zo stopových prvkov hlavne selén, ale aj zinok, mangán, chróm a ďalšie, ktoré slúžia ako kofaktory viacerých oxidoredukčných metaloenzýmov a endogénnych antioxidačných enzýmov (superoxid dismutáza, glutation peroxidáza). K nim patria aj polyfenolové látky, najmä bioflavonoidy kvercetín, kampferol, resveratrol a iné (β -glukány a ich cereálne zdroje, niektoré huby – japonská huba Šii-taka a domáca hliva ustricová) (Kajaba et al., 2009).

Pridavok antioxidantov do potravín môže oneskoriť nástup oxidácie, alebo spomaliť jej mieru u potravín, pri ktorých oxidácia pokračuje. Antioxidanty sa obvykle klasifikujú buď ako primárne alebo sekundárne antioxidanty. Primárne antioxidanty sú často fenolové zlúčeniny, ako sú syntetické antioxidanty butylhydroxyanizol a butylhydroxytoluén, propylgallát alebo ako prirodzene sa vyskytujúce látky, ako sú tokoferol a polyfenoly. Pri sekundárnych antioxidantoch rozhoduje počet rôznych mechanizmov, ako je kov-chelát, kyslíkový vychytávač a dopĺňovanie vodíka do primárnych antioxidantov. Sekundárne antioxidanty často vyvíjajú synergické účinky spolu s primárnymi antioxidantmi. Laktoferín a kyselina citrónová sú príklady z kovových chelátov, ktoré preukázateľne znížili oxidáciu lipidov v emulziách oleja vrátane rybieho oleja (Arnoldi, 2004).

Kyselina askorbová je tiež schopná regenerovať tokoferol o dopĺňovanie vodíka (Azzi et al., 2004).

Tokoferoly sú hlavné skupiny primárnych antioxidantov vyskytujúce sa v rastlinných olejoch a tukoch. Niekoľko štúdií bolo zameraných na ich antioxidačnú aktivitu. Aktivita antioxidantov môže byť spojená s ich koncentráciou v potravinách a s faktormi (napr. zloženie potravín, teplota a i.), ktoré prispievajú ku konečnému antioxidačnému stavu v potravinách (Ozturk a Cakmakcib, 2006).

Na základe literárnych poznatkov možno konštatovať, že antioxidanty sú významným faktorom, ktorý môže oddialovať vznik oxidačných procesov v potravinách alebo zmierňovať ich intenzitu.

Polyfenoly

Polyfenoly sú zlúčeniny tvorené jednoduchými fenolickými kyselinami až vysokopolarizovanými trieslovinami (Bravo, 1998).

Polyfenoly sú klasifikované podľa počtu fenolových jadier a ich väzby (Belitz et al., 2009).

Fenolové kyseliny sa rozdeľujú podľa chemickej štruktúry na deriváty kyseliny benzoovej a deriváty kyseliny škoricovej. V rastlinách sa zvyčajne nenachádzajú vo voľnej forme. Väčšinou sú naviazané na sacharidovú časť alebo sú esterovo viazané s kyselinou. Môže to byť kyselina šikimová, chinová a tartarová (Manach et al., 2004).

Flavonoidy sa rozdeľujú na šesť podtried: flavonoly, antokyanidy, flavanony, flavony, katechíny a izoflavonoidy (Belitz et al., 2009).

Viac ako 4000 flavonoidov sú v súčasnosti identifikované. Poskytujú ochranu proti ultrafialovému žiareniu (Harborne, 2000).

K zmene formy dochádza mrazením, sterilizáciou, prípadne fermentáciou, a to uvoľňovaním fenolických kyselín z väzieb. Medzi polyfenolmi sa vyskytujú značné rozdiely v absorpcii. Sú absorbované s rôznou účinnosťou. Polyfenoly sú značne metabolizované črevnými i pečevnými enzýmami a črevnou mikroflórou (Manach et al., 2004).

Antioxidačné vlastnosti flavonoidov spočívajú v ovplyvňovaní reaktívnych kyslíkových radikálov na rôznych úrovniach. Sú schopné inhibovať lipidovú peroxidáciu, pôsobia ako účinné lapače alebo zhášače voľných radikálov, sú schopné s kovmi tvoriť komplexy, čím bránia tvorbe reaktívnych foriem kyslíka z voľných kovov – tzv. chelatačné účinky, znižujú tvorbu reaktívnych foriem kyslíka inhibíciou enzýmov kaskády kyseliny arachidónovej, sú schopné zvyšovať účinok antioxidačných vitamínov (A, E, β -karotén), sú schopné znižovať degradáciu antioxidačných vitamínov (Mojžiš a Mojžišová, 2001).

Podľa literárnych poznatkov môžu sa polyfenoly zúčastňovať ovplyvňovania reaktívnych kyslíkových radikálov na rôznej úrovni. Avšak účinnosť ich absorpcie je ovplyvňovaná vonkajšími a vnútornými faktormi

Farbivá

Farbivá sú farebné látky, ktoré absorbujú časť viditeľného spektra elektromagnetického žiarenia v rozsahu 380–780 nm.

Podľa rozpustnosti sa farbivá ďalej delia na:

- rozpustné vo vode,
- rozpustné v organických rozpúšťadlách,
- disperzné a iné.

Farbivá sa môžu rozdeľovať podľa rôznych kritérií: farby, chemického zloženia a spôsobu väzby na materiál, fyzikálnych vlastností (rozpustnosť a i.) a biologickej funkcie v prírodnom materiáli (chlorofyl a hemoglobín) (Čopíková et al., 2005).

Podľa Laura (1991) možno farbivá rozdeliť na syntetické a prirodzené.

Medzi prirodzené minerálne farbivá sú zaradené aj polyénové farbivá, ktoré obsahujú lineárne nenasýtené konjugované uhlíkovodíky a ich deriváty s väčšinou

dvojných väzieb v *trans* konfigurácii. Sú nerozpustné vo vode (Čopíková et al., 2005).

Karotenoidy

Karotenoidy sú polyenoické terpenoidy. Vyznačujú sa konjugovanými *trans* dvojitými väzbami. Zahŕňajú karotény (karotén a lykopén), ktoré obsahujú polyénové uhl'ovodíky a xantofyly (luteín, zeaxantín, kapsantín, kantaxantín, astaxantín a violaxantín), ktoré obsahujú kyslík v rôznej forme (Bonie a Choo, 2000).

Karotenoidové farbivá sa nachádzajú hlavne v rastlinách. Tvoria skupinu žltých, oranžových, červených a fialových pigmentov v prítomnosti chlorofylov, pričom sú farbivá viazané v chloroplastoch vo forme chromoproteínov. Najčastejšie sa vyskytujúce karotenoidy sú: β -karotén, luteín, violaxantín a neoxatín. Kryptoxantín a zeaxantín tvoria tzv. xantofylové frakcie. Vo všeobecnosti je koncentrácia xantofylov vyššia ako koncentrácia karotenoidov. Karotenoidy sa okrem rastlín nachádzajú aj v mikroorganizmoch a živočíšnych organizmoch (Velíšek, 1999b).

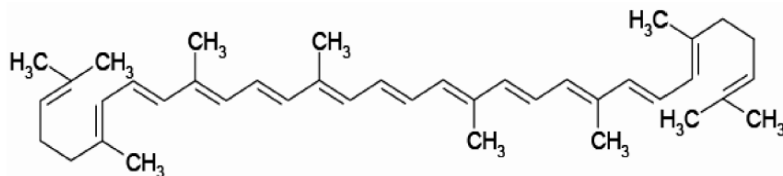
Karotenoidy sa vyskytujú vo všetkých častiach rastliny. Spolu s chlorofylom a antokyanom sú považované za najdôležitejšie pigmenty, ktoré zabezpečujú sfarbenie ovocia a zeleniny. Vzhľadom na schopnosti karotenoidov zhášať singletový kyslík a schopnosti zachytávať peroxidový radikál sú zaradené medzi účinné antioxidanty (Burton a Ingold, 1984; Foote a Danny, 1968; Osterlie a Lerfall, 2005).

Malé molekuly karotenoidov, vitamínov a niektoré minerálne látky prispievajú k antioxidačnej obrane ako súčasť enzýmov (napr. selén v glutation peroxidáze, mangán v superoxid dismutáze). Niektoré sú významnejšie (napr. vitamíny E a C) pre zachytávanie reaktívnych kyslíkových a dusíkových druhov radikálov. Aby boli antioxidanty a karotenoidy účinné, musia byť prítomné v dostatočnej koncentrácii a na mieste, kde sa generujú reaktívne kyslíkové a dusíkové druhy radikálov (Sies, 2007).

Svojím účinkom sú karotenoidy významné na zníženie rizika rôznych ochorení, najmä niektorých druhov rakoviny, kardiovaskulárnych a očných ochorení (Ravelo et al., 2008).

Účinnejší ako β -karotén je lykopén, hlavne čo sa týka zhášania singletového kyslíka. Karotenoidy pôsobia ako antioxidanty, reagujú s voľnými radikálmi. Najjednoduchším predstaviteľom karotenoidov je lykopén. Je to acyklický polynenasýtený uhl'ovodík. Rozšírené sú i hydroderiváty lykopénu, ako je 3,4-dehydrolykopén a ďalšie zlúčeniny (neurosporén, fytofluén a fytoén) (Uher et al., 2008).

Lykopén je acyklický uhl'ovodík s 11 konjugovanými dvojitými väzbami v *all-trans* konfigurácii (Stahl et al., 1992), obrázok 1.



Obr. 1 Lycopén (Rozhodnutie komisie č. 348/2009/ES)

Lycopén je acyklický karotenoid, ktorý je tvorený 8 izoprénovými jednotkami. Jeho molekula má 40 atómov uhlíka a 11 lineárne zostavených konjugovaných dvojitých väzieb. Nepôsobí ako provitamnín A, pretože jeho molekula nemá β -iononový kruh (Miller et al., 1996).

Lycopén je červené farbivo. Rotácia niektorých z jeho 11 konjugovaných dvojitých väzieb umožňuje vznik radu cis-geometrických izomérov. I keď asi 90 % lycopénu v potravinových zdrojoch sa nachádza v lineárnej, all-trans konfigurácii, ľudské tkanivá obsahujú najmä cis-izoméry. Cis-geometrické izoméry sú tvorené zavedením cis-dvojitej väzby v polyénovom reťazci. All-trans a 5-cis-lykopén sú izoméry, ktoré sa najčastejšie vyskytujú v ľudských a zvieracích tkanivách. Ako vyplýva zo záveru niektorých výskumných prác, cis-izoméry lycopénu sú lepšie absorbované ako all-trans forma (Thomas et al., 2002).

V dôsledku 11 konjugovaných uhlíkov a dvojitých väzieb v jeho molekulárnej štruktúre, v lycopéne sa môže teoreticky predpokladať 2048 geometrických konfigurácií. V skutočnosti len asi 72 lycopénov (Z-izoméry) sú štrukturálne priaznivé (Zechmeister, 1962).

Medzi nimi prevládajú obvykle 5Z-, 9Z-a-13Z lycopén (Schierle et al., 1997).

Lycopén a β -karotén sú považované za silné antioxidanty a predpokladá sa, že pôsobia ako vychytávače voľných radikálov a singletového kyslíka. Sú tvorené v metabolizme, rovnako ako pri nadmernom vystavení kože slnečnému žiareniu (Ermakov et al., 2004).

Mnohé štúdie dokazujú, že lycopén je účinnejším vychytávačom kyslíkových radikálov ako ostatné významné karotenoidy z potravy (Miller et al., 1996).

Úlohou lycopénu ako bunkovou ochranou pred oxidačným poškodením sa zaoberal Woodall et al. (1997). Demonštroval, že lycopén nielen odstraňuje voľné kyslíkové radikály, napríklad peroxylové radikály, ale pôsobí súčasne aj na reaktívne kyslíkové druhy, ako sú peroxid vodíka a oxid dusíka.

Danou problematikou sa vo svojom výskume zaoberali aj Bohm et al. (1995).

Lycopén je vysoko hydrofóbny. Najčastejšie je lokalizovaný na hydrofóbnej vnútornej strane bunkových membrán a jeho vychytávací schopnosť voľných radikálov je účinnejšia v lipofilnom prostredí. Účasť lycopénu v reakciách s voľnými radikálmi je pravdepodobne úzko spojená s metabolickou degradáciou lycopénu (Woodall et al., 1997).

V komplexných prirodzených zdrojoch lycopénu sa pravdepodobne uplatňuje synergický účinok sprevádzajúcich zložiek (Novotná et al., 2008).

Najbohatším zdrojom lycopénu z potravín sú paradajky a paradajkové výrobky. Lycopén sa ďalej nachádza aj v marhuliach, ružovom grapefruite, vodovom melóne

a guave (Venket a Agarwal, 2000), papaji (Che Man a Tan, 2003). Lykopén bol zistený hlavne v chromoplastoch rastlinných tkanív (Fraser et al., 1994).

Na základe zistení Helyesa, odroda a trendy environmentálnych faktorov, najmä svetlo a teplotné trendy počas fázy rastu a fázy dozrievania, sú dôležité faktory, ktoré ovplyvňujú obsah lykopénu (URL 1).

Biologická dostupnosť lykopénu sa značne líši v závislosti od formy podania do organizmu (Painter, 1999).

Tepelné procesy, ako napríklad varenie a prítomnosť tukov, zvyšujú biologickú dostupnosť lykopénu a to porušovaním stien buniek tkaniva a umožnením extrakcie lykopénu z chromoplastov (Heber, 2000).

Bolo dokázané, že pri spracovaní potravín prejde lykopén geometrickou izomerizáciou a k zvýšeniu podielu Z-izomérov v potravine (Schierle et al., 1997; Shi a Maguer, 2000; Xianquan et al., 2005).

Lykopén môže izomerizovať do Z-formy za prítomnosti tepla alebo oleja alebo v priebehu dehydratácie (Xianquan et al., 2005).

Mnoho autorov sa zaoberalo výskumom karotenoidov. Zistili pozitívne a negatívne vplyvy na obsah karotenoidov a biologickú dostupnosť karotenoidov pri spracovaní potravín, skladovaní a varení a možnosťami zvýšiť ich biologickú dostupnosť v súlade so zmenami a variantmi technologických postupov (Maiani et al., 2009).

Biologická aktivita lykopénu sa považuje za dôležitú z pohľadu antioxidačnej aktivity. Bol opísaný jeho ochranný vplyv proti niektorým druhom rakoviny, rovnako ako indukcie bunkovej komunikácie a modulácie hormonálneho a imunitného systému a to aj ďalšie metabolické cesty (Fuhrman et al., 1997).

Lykopénu sa venuje pozornosť i v súvislosti s prevenciou civilizačných ochorení (Miller et al., 1996).

Vzhľadom na antioxidačné vlastnosti lykopénu sa ukázalo, že môže zohrávať dôležitú úlohu pri znižovaní oxidačného stresu spojeného s určitými degeneratívnymi ochoreniami. Rovnako môže byť spojený so znížením rizika chronických ochorení, ako sú rakovina alebo kardiovaskulárne choroby (Clinton, 1998; Arab a Steck, 2000; Heber a Lu, 2002; Kun et al., 2006).

Jednou z hypotéz je, že lykopén má pozitívne účinky aj pri iných ochoreniach, ako sú osteoporóza, neurodegeneratívne ochorenia a hypertenzia (URL 2).

Hladiny lykopénu v krvnom sére a tkanivách sú tiež nepriamo úmerné riziku rakoviny pľúc a prostaty. Lykopén pôsobí ako veľmi silný antioxidant. Vychytáva singletový kyslík a znižuje mutagenézu. Môže brániť rastu ľudských nádorových buniek tým, že ovplyvňuje rastové receptory (Heber a Lu, 2002).

Zo záverov výskumu vyplýva, že lykopén sa podieľa na riadení syntézy cholesterolu (Fuhrman et al., 1997).

Tým, že lykopén je jedným z najsilnejších antioxidantov (Di Mascio et al., 1989; Miller et al., 1996; Mortensen a Skibsted, 1997; Woodall et al., 1997), má dvakrát vyššiu vychytávaciu schopnosť ako β -karotén a 10-krát vyššiu ako α -tokoferol (Di Mascio et al., 1989).

Z literárnych poznatkov vyplýva, že antioxidačnými vlastnosťami a účinkami sa vyznačuje lykopén, ktorý patrí medzi karotenoidy.

2.3 Mikrobiológia slepých čriev kurčiat

Fyziologická funkcia gastrointestinálneho traktu je dôležitá z hľadiska výživy, vstrebávania živín a detoxikácie niektorých zlúčenín. Ovpľyňuje rast a chráni organizmus pred patogénnymi baktériami. Črevná mikroflóra ovpľyňuje zdravie zvierat, a tým aj jeho životaschopnosť. V slepých črevách kurčiat je prítomná rôznorodá mikroflóra (Amit-Romach et al., 2004).

Slepé črevá kurčiat určených na produkciu mäsa obsahujú grampozitívne baktérie, ako sú *Clostridium* sp., *Fusobacterium* sp., *Bacteroides* a *Lactobacillus* (Salanitro et al., 1974; Barnes, 1979; Lan et al., 2002; Lu et al., 2003; Dumonceaux et al., 2006).

Rovnako je prítomný v tráviacej sústave *Lactobacillus* sp. (Heilig et al., 2002). Laktobacily patria do skupiny mliečnych baktérií. Sú grampozitívne, kataláza negatívne (Mead, 1997) a nesporulujúce (Heilig et al., 2002).

Tieto baktérie kolonizujú v tenkom čreve a v slepých črevách kurčiat (Mead, 1997). Baktérie mliečneho kvasenia, ktoré zahŕňajú rod *Lactobacillus*, sa môžu podávať vo forme doplnku probiotických baktérií (Brashears et al., 2003).

Skupina *Lactobacillus* sp. sú nestabilné a sú ovpľyvené faktormi, ako sú krmivo, zdravotný stav a vek zvierat (Van der Wielen et al., 2001).

Koliformné baktérie sú súčasťou normálnej črevnej mikroflóry (Souli et al., 2008).

Escherichia coli je súčasťou fakultatívne anaeróbnej črevnej mikroflóry (Finegold et al., 1983).

Escherichia coli je komenzálnou baktériou črevnej mikroflóry kurčiat. Premnoženie *Escherichia coli* spôsobuje rad ochorení u hydiny, čo môže byť príčinou úhynu (Sackey, et al., 2001).

Escherichia coli je považované za adaptívny druh (Dozois et al., 2003).

2.4 Kvalita mäsa

Produkcia a predaj jatočnej hydiny v celosvetovom meradle má vzrastajúci trend (Pettersson et al., 2004), rovnako ako na Slovensku, pričom v spotrebe sa zaraďuje na druhé miesto hneď za bravčovým mäsom (Kerekréty, 1998; Holoubek, 2001; Benková et al., 2005).

Produkciu hydinového mäsa možno považovať za vysoko produkčnú v pomerne krátkom čase (Havenstein et al., 2003).

Kvalita mäsa je definovaná ako súhrn nutričných, senzorických, technologických a hygienicko-toxikologických vlastností (Stupka et al., 2009).

Hydinové mäso sa vyznačuje vysokou dietetickou hodnotou (Havenstein et al., 2003), vysokou chutnosťou a ľahkou stráviteľnosťou (Kerekréty, 1998; Holoubek, 2001).

Kvalita hydinového mäsa je ovpľyňovaná rôznymi faktormi, ako napríklad genotypom zvierat, výživou, chovateľským prostredím a rôznymi ďalšími extra- a intravitálnymi činiteľmi (Haščík et al., 2005).

Významný vplyv na kvalitu mäsa má aj vek a samotná telesná hmotnosť zvierat (Stupka et al., 2009).

Medzi intravitálne činitele Stupka (2009) zaraďuje výživu. Steinhauser et al. (2000) dopĺňa intravitálne činitele o spôsob chovu, makroklimu a mikroklimu.

Chemické zloženie hydínového mäsa a pomer svalov k tuku v jatočne opracovanom tele považuje Matušovičová (1986) za hlavné kvalitatívne znaky hydínového mäsa.

Mäso hydiny má výhodné biologické a nutritívne vlastnosti. V porovnaní s bravčovým a hovädzím mäsom je považované hydínové mäso za veľmi hodnotné, a to vzhľadom na vysoký obsah celkových bielkovín, esenciálnych aminokyselín, najmä arginínu, leucínu, izoleucínu, metionínu a valínu, vzhľadom na vysoký obsah esenciálnych nenasýtených mastných kyselín, minerálnych látok, fosforu, vápnika a nízky obsah tukov (Benková et al., 2005).

Mäso hrabavej hydiny obsahuje v priemere 19,7–22,3 % bielkovín, 1,4–22,16 % lipidov, 57–75,25 % vody, 1,00–1,07 % popolovín (Benková, 2009).

Zloženie mäsa kolíše v závislosti od druhu zvierat, plemena, pohlavia, veku (Pipek, 1998; Březina et al., 2001; Benková, 2009) a výživy. U zvierat, ktoré boli kŕmené krmivom bohatým na nenasýtené tuky, sa v ich mäse mení zloženie polynenasýtených mastných kyselín (Ahn et al., 1993; Mooney et al., 1998; Lo'pez-Ferrer et al., 1999; Hugo et al., 2009a; Hugo et al., 2009b; Gibbs et al., 2013; Liu a Zhou, 2013).

Štruktúra a chemické zloženie mäsa ovplyvňujú senzorické a technologické vlastnosti mäsa (Pipek, 1998; Březina et al., 2001; Benková, 2009).

Obsah lipidov v hydínovom mäse závisí najmä od druhej príslušnosti, ale tiež od veku, spôsobu výživy, plemena, pohlavia, pôvodu anatómie svalov (Klíma, 1996; Benková et al., 2005).

Kvalita a druh tuku má významnú úlohu pri tvorbe vzhľadu a textúry mäsa. Ovpľvňuje chuť, energetickú a výživovú hodnotu mäsa. Tuky sú zdrojom esenciálnych mastných kyselín a v tukoch rozpustných vitamínov (Jurkovičová et al., 2008).

Tuk je významným zdrojom energie (Pipek, 1991; Pipek, 1998).

Biologická hodnota potravinových tukov sa hodnotí podľa ich stráviteľnosti, podľa vzájomného pomeru jednotlivých druhov mastných kyselín, podľa obsahu esenciálnych mastných kyselín, cholesterolu a vitamínov rozpustných v tukoch (Jurkovičová, 2008).

Obsah a zloženie tukov, ako aj produkty ich metabolizmu a oxidácie, ovplyvňujú aromatické a chuťové vlastnosti mäsa (Mottram, 1998).

V mäse sú lipidy zastúpené hlavne ako estery mastných kyselín a glycerolu. Tuk v mäse obsahuje lipofilné vitamíny, heterolipidy, prevažne fosfolipidy a esenciálne mastné kyseliny. Tuky dodávajú mäsu jemnosť a krehkosť (Ingr et al., 1993; Pipek, 1995).

V živočíšnych tukoch prevládajú nasýtené mastné kyseliny (Keresteš, 2009).

Hydínový tuk obsahuje viac polynenasýtených mastných kyselín v porovnaní s tukom iných jatočných zvierat. Polynenasýtené mastné kyseliny sa najviac podieľajú na oxidačných zmenách. Práve oxidačné produkty polynenasýtených mastných kyselín zhoršujú senzorické vlastnosti a trvanlivosť mäsa (Korimová et al., 2000; Turek et al., 2000; Bou et al., 2001).

Tukové zložky vystupujú ako nosič chute (Steinhauser, 2000), pričom postačí iba 1–2 % z celkovej hmotnosti, aby bola táto senzorická funkcia splnená (Winkelmayer et al., 2005).

Kurací tuk podľa Velíška (1999a) obsahuje 27–30 % nasýtených mastných kyselín, 42–47 % monoénových mastných kyselín (nenasýtené s jednou dvojitou väzbou) a 20–24 % polyénových mastných kyselín (nenasýtené s niekoľkými dvojitými väzbami). V depotnom tuku hydiny (tuk ukladajúci sa v podkožnom tkanive a obaľujúci vnútorné orgány) je obsah nasýtených mastných kyselín nižší.

Velíšek (1999a) uvádza podiel mastných kyselín nasledovne: kyselina laurová 0,1 %, kyselina myristová 0,9 %, kyselina palmitová 22 %, kyselina palmitoolejová 6 %, kyselina stearová 6 %, kyselina olejová 37 %, kyselina linolová 20 %, kyselina linolenová 1 %, kyselina eikosenová 1 %. Podiely sú uvádzané z celkového množstva mastných kyselín.

Podľa literárnych poznatkov je kvalita kuracieho mäsa ovplyvňovaná zmenami, ktoré vznikajú vnútornými a vonkajšími faktormi. Jedným z významných faktorov je obsah tuku a jeho zmeny počas skladovania mäsa.

2.5 Skladovanie mäsa mrazením

Počas skladovania mäsa mrazením vznikajú fyzikálne a chemické zmeny, ktoré ovplyvňujú kvalitu mäsa a dobu skladovateľnosti. Ide hlavne o oxidáciu tukov, ktorá spôsobuje hlavne tzv. žltnutie, zmenu chute a vône a oxidáciu hemových farbív. Vzhľadom na to, že hydínový tuk má viac nenasýtených mastných kyselín v porovnaní s tukom ostatných jatočných zvierat, oxidačné zmeny sú intenzívnejšie (Pipek, 1992).

Účinkom zmrazovania sú obmedzené chemické a fyzikálno-chemické procesy, ktoré sú podmienené hlavne enzymatickou a mikrobiálnou činnosťou (Steinhauser et al., 1995).

Počas mraziarenského skladovania surového mäsa dochádza po určitom čase k určitému dozrievaniu (Pipek, 1992).

Tieto zmeny prebiehajú v štyroch štádiách:

- *prae rigor* – obdobie pred *rigor mortis* – tzv. mäso teplé,
- *rigor mortis* – posmrtné stuhnutie – mäso nevhodné na kulinársku úpravu,
- zrenie mäsa – uvoľnenie *rigor mortis*,
- hlboká autolýza – dochádza k nej pri ďalšom skladovaní.

Vzniká rozklad bielkovín na oligopeptidy a aminokyseliny, mäso získava nepríjemnú chuť a nastáva hydrolýza tukov. Tento dej je nežiaduci (Kadlec et al., 2002).

Hlboká autolýza mäsa jatočných zvierat nie je žiaduca, ale nie je možné jej úplne zabrániť. Nie je možné ani zamedziť mikrobiálnej proteolýze. Hlboká autolýza katalyzovaná natívnymi enzýmami môže prebiehať a pokračovať v pomerne izolovanom stave (Steinhauser et al., 1995).

2.6 Oxidácia

2.6.1 Charakteristika oxidácie a jej fázy

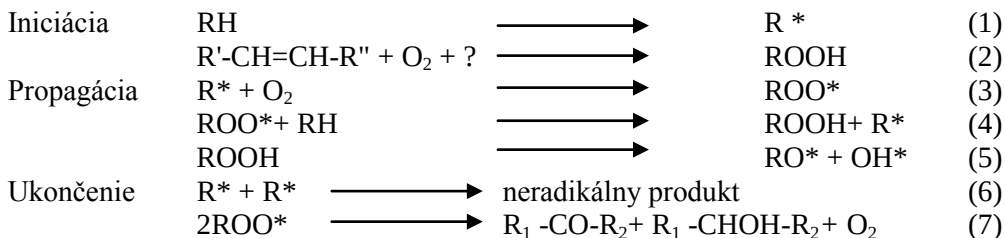
Oxidácia je nezvratný proces, pri ktorom sa kombinuje molekulárny kyslík so živinami v potravinách. Je to proces, ktorý zníži kvalitu potravín tým, že vzniká žltnutie tukov. Existujú dva typy zatuchnutosti: hydrolytické a oxidačné. Hydrolytické žltnutie je spôsobené buď reakciou lipidov a vody za prítomnosti katalyzátora alebo pôsobením enzýmov lipázy. Oxidačné žltnutie je trojstupňový proces, ktorý zahŕňa oxidáciu kyslíka a lipidov (Kemin Industries Inc, 2010).

Oxidačné procesy zohrávajú dôležitú úlohu pri oxidatívnej degradácii biokoloidov. Oxidatívne poškodenie môžu spôsobovať v biologických systémoch nesprávne antioxidačné procesy, ktoré majú za následok nárast reaktívnych oxidatívnych produktov, voľných radikálov. Voľné kyslíkové radikály môžu poškodiť bunky a tkanivá, a tak zapríčiniť starnutie organizmu (Rybár, 2002).

Oxidáciu možno opísať z hľadiska iniciácie, propagácie a ukončenia reakcie ako trojstupňovú. Vo fáze začatia sú vysoko aktívne voľné radikály tvorené vplyvom teploty, svetla alebo iónov kovov. Druhý krok v procese oxidácie sa nazýva fáza propagácie, pretože v každej reakcii vznikajú nové reaktívne radikály a nasleduje reťazová reakcia. Počas finálnej fázy dva radikály sa budú kombinovať a vzájomne neutralizovať, čo má za následok tvorbu stabilných oxidačných produktov (Kemin Industries Inc, 2010).

Mechanizmus autooxidácie lipidov opisujú Kanner a Rosenthal (1992) ako voľnú radikálovú reťazovú reakciu, ktorá zahŕňa tri fázy: iniciáciu, propagáciu a ukončenie.

Typy autooxidačných reakcií:



kde: RH – látka s obsahom vodíka,
 R^* – alkylradikál,
 $R'-CH=CH-R''$ – reaktívny alkén,
 O_2 – vzdušný kyslík, triplet,
 $ROOH$ – hydroperoxy,
 ROO^* – alkylperoxy-radikál,
 RH – triacylglycerol,
 RO^* – alkoxy-radikál,
 OH^* – hydroxylový radikál.

2.6.2 Úloha voľných radikálov

Reaktívne kyslíkové druhy zahŕňajú superoxidový radikál, peroxid vodíka, hydroxylový radikál, kyselinu chlórnu, chloramíny, singletový kyslík a peroxyradikál. Reaktívne kyslíkové druhy sú vysoko reaktívne. Viazu sa na bielkoviny, prerušujú vlákna kyseliny deoxyribonukleovej, reagujú s dôležitými bunkovými zložkami a menia stavebné lipidy v biomembránach tým, že napádajú dvojitzú väzbu polynenasýtených mastných kyselín vo fosfolipidoch membrán. Reaktívne kyslíkové druhy môžu vznikať ako dôsledok oxidačného stresu pod podmienkou, že vychádzajú z endogénnych procesov (Arnoldi, 2004).

2.6.3 Význam kyslíka pri oxidácii

Kyslík je kľúčovým faktorom v energetickom metabolizme v živočíšnej ríši, pretože sa podieľa na reakciách, pri ktorých sa uvoľňuje energia. Ako substrát využíva a vytvára vysoko energetické zlúčeniny. Kyslík je tiež priamo zapojený do oxidačnej reakcie katalyzovanej niekoľkými enzýmami, ako je napríklad oxygenáza, čo vo vytvorení veľkého množstvo výrobkov z bioaktívnych lipidov (napr. eikosanoídy) alebo hydroxylácia enzýmov, sa podieľa na tvorbe neurotransmiterov z aminokyselín (napr. katecholamíny) alebo v metabolizme cudzorodých látok (napr. hydroxylácia alebo iné druhy kyslíka) (Arnoldi, 2004).

Atmosferický kyslík – triplet O-O

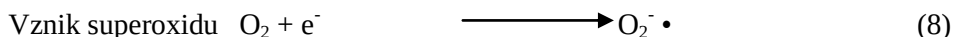
Elektrónová konfigurácia triplet kyslíka vysvetľuje jeho reaktivitu, pretože je to biradikál. Reakcia kyslíka s neradikálmi je možná za účasti prechodných kovov (okrem zinku), zatiaľ čo jeho reaktivita je oveľa viac vyjadrená v prípade reakcie s inými druhmi radikálov (Sakac a Sakac, 2000).

Singletový kyslík O-O:

Viac reaktívne formy kyslíka, známe ako singletový kyslík, môžu byť generované cez vstupnú energiu na triplet kyslíka. Singletový kyslík je získaný hlavne fotoexcitáciou (fotoprebudením) v prítomnosti iniciátorov metylénovej modrej, chlorofylu a ako produkt reakcie ozónu s niektorými biomolekulami. Ak je singletový elektrón pridaný k tripletovému kyslíku, vstúpi jeden z antiväzbových molekulových orbitálov a produkuje superoxidový radikál ($O_2^{\cdot -}$) (Sakac a Sakac, 2000).

Superoxidový anión $O_2^{\cdot -}$

Prvým voľným radikálom, ktorý vzniká pri redukcii tripletového kyslíka, je superoxidový anión $O_2^{\cdot -}$ (Rybár, 2002).



kde: O_2 – atmosferický kyslík, triplet,
 e^- – elektrón,
 $O_2^{\cdot -}$ – superoxidový anión (Skoumalová, 2010).

Produkcia superoxidového radikálu *in vivo* je možná mnohými rôznymi spôsobmi. Tento radikálny druh je nestabilný vo vodných roztokoch, pretože dismutačnou reakciou vytvára hydroperoxydy (Sakac a Sakac, 2000).

Ovládanie superoxid radikálu sa vykonáva superoxid dismutázou (Kanner et al., 1987).

Superoxidový anión nemusí zapríčiňovať zmeny spôsobujúce poškodenie, nakoľko nie je osobitne reaktívny. Vznikajú však z neho podstatne reaktívnejšie látky. Je to hlavne hydroxylový radikál, hydroperoxid a singletový kyslík. Reakciou dvoch superoxidových aniónov vzniká peroxid vodíka.



kde: $\text{O}_2^{\cdot-}$ – superoxidový anión,
 H^+ – kation vodíka,
 H_2O_2 – peroxid vodíka,
 O_2 – atmosferický kyslík, triplet.

Táto reakcia môže prebiehať spontánne alebo môže byť katalyzovaná metaloenzýmom superoxid dismutázou (Rybár, 2002).

Superoxid dismutáza

Živé bunky majú viacero mechanizmov ochrany proti aeróbnym procesom, medzi ktoré sa zaraďujú endogénne enzýmy superoxid dismutáza, kataláza a glutatión peroxidáza (Petron et al., 2007).

Zhou a Prognon (2006) datujú objavenie proteínu superoxid dismutázy (SOD; EC 1.15.1.1) od roku 1969.

Superoxid dismutáza patrí do skupiny enzýmov, ktoré vo svojej molekule obsahujú kov – meď, zinok a mangán (Crapo et al., 1992).

Superoxid dismutáza je všadeprítomný metaloenzým v aeróbných organizmoch (Bannister, 1987).

Meď/zinok superoxid dismutáza je široko distribuovaná v eukaryotách, zatiaľ čo mangán superoxid dismutáza a železo superoxid dismutáza sa prevažne nachádzajú v mitochondriách alebo prokaryotoch (Fridovich, 1986).

Meď/zinok sa nachádza hlavne v cytosole (Steinman, 1982).

Funkciou superoxid dismutázy je dismutácia. Poskytuje ochranu biologických tkanív pred náhodnými neriadenými reakciami s kyslíkovým radikálom (Crapo et al., 1992), obzvlášť pred peroxidovým radikálom (Bannister a Rotilio, 1987).

Predpokladá sa, že superoxid dismutáza patrí medzi najdôležitejšie línie antioxidačných enzýmových obranných systémov (Fridovich, 1995).

Superoxid dismutáza pomáha organizmu využívať zinok, meď a mangán (Bannister a Rotilio, 1987).

Enzýmy, ako napríklad superoxid dismutáza, kataláza a glutatión peroxidáza, môžu zabráňovať oxidácii mäsa tým, že ovplyvňujú oxidáciu svalových vlákien (Daun a Akesson, 2004).

Peroxid vodíka – hydroperoxid H_2O_2

Peroxid vodíka môže vznikať aj priamo z kyslíka, napríklad pomocou glukózo oxidázy (Rybár, 2002).

Peroxid vodíka, ktorý je produkovaný superoxid dismutázou alebo priamou enzymatickou produkciou (aminoxidáza, glukózooxidáza a i.), má veľmi dôležitú úlohu v začatí lipoperoxidácie. Peroxid vodíka vytvára hydroxylové radikály, ktoré oxidujú všetky biologické molekuly. Peroxid vodíka je riadený v tkanivách glutation peroxidázou. Peroxid vodíka môže byť rozložený aj katalázou (Kanner et al., 1987).

Hydroxylové radikály OH, H:O

Pri reakcii peroxidu vodíka vzniká veľmi reaktívny hydroxylový radikál.

Hofferova-Weissova reakcia:



kde: H_2O_2 – peroxid vodíka,
 $O_2^{\cdot-}$ – superoxidový anión,
 O_2 – atmosferický kyslík, triplet,
 OH^- – hydroxidový anión,
 $OH^{\cdot}$ – hydroxylový radikál.

Táto reakcia neprebíha vo fyziologických podmienkach priamo, je katalyzovaná iónmi kovu (Fe^{2+} a Fe^{3+}). Hydroxylový radikál vytrháva z rozličných zlúčenín (proteínov, lipidov) vodík, čím iniciuje peroxidáciu lipidov (Rybár, 2002).

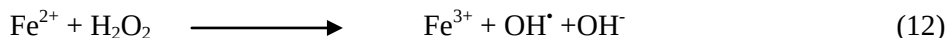
Myeloperoxidáza



kde: H_2O_2 – peroxid vodíka,
 Cl^- – anión chlóru,
 H^+ – kation vodíka,
 $HClO$ – kyselina chlórna (Skoumalová, 2010).

Najviac reaktívny z radikálových druhov je hydroxylový radikál, ktorý vzniká počas Fentonovej alebo Haber-Weissovej reakcie v prítomnosti katalyzátora prechodových kovov (železo alebo meď) (Sakac a Sakac, 2000).

Fentonova reakcia:



kde: Fe^{2+} , Fe^{3+} – katióny železa,
 H_2O_2 – peroxid vodíka,
 $OH^{\cdot}$ – hydroxylový radikál,
 OH^- – hydroxidový anión.

Haber-Weiss reakcia:



kde: $\text{O}_2^{\cdot-}$ – superoxidový anión,
 H_2O_2 – peroxid vodíka,
 H^+ – kation vodíka,
 $\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$ – kationy železa,
 $\text{OH}\cdot$ – hydroxylový radikál,
 O_2 – atmosferický kyslík, triplet (Halliwell a Gutteridge, 1990).

Kovy, napr. železo a meď, pôsobia ako katalyzátory týchto reakcií. Hoci počet zlúčenín, ktoré môžu byť ovplyvnené a poškodené hydroxylovými radikálmi, je veľký, až teraz je venovaná pozornosť predovšetkým zisťovaniu mechanizmu účinkov týchto radikálov na lipidy, proteíny a deoxyribonukleovú kyselinu (Sakac a Sakac, 2000).

2.6.4 Oxidácia lipidov

Oxidácia lipidov je komplexný proces, v ktorom nenasýtené mastné kyseliny reagujú s molekulárnym kyslíkom prostredníctvom voľných radikálov (Gray, 1978).

Radikály reagujú s lipidmi a spôsobujú oxidačnú deštrukciu nenasýtených, teda polynenasýtených mastných kyselín, známych ako lipoperoxidácia. Peroxidácia lipidov je reťazová reakcia. Peroxidácie lipidov v bunkách vedú k priamemu poškodeniu bunkových membrán s nepriamym poškodením iných bunkových zložiek, spôsobených reaktivitou druhotných produktov tejto reakcie, aldehydmi. Tento komplex reakcie je zodpovedný za poškodenia mnohých tkanív a za priebeh niektorých ochorení (ateroskleróza) (Sakac a Sakac, 2000).

Na biologickej úrovni oxidácia lipidov znamená poškodenie membrán, hormónov a vitamínov, ktoré sú životne dôležitými komponentmi pre normálne bunkové aktivity (Kanner a Rosenthal, 1992).

Peroxidácia lipidov sa môže šíriť po celej bunke a môže narušiť lipidovú membránu. Membrány buniek sú najzreteľnejším miestom pre tieto interakcie. Z veľkej časti sa skladajú zo stavebných lipidov (Arnoldi, 2004).

Peroxid vodíka aktivuje myoglobín, hemoglobín a ďalšie krvné bielkovinové zlúčeniny obsahujúce železo vo vyššom oxidačnom stave, ktorý iniciuje lipoperoxidáciu aj na membránach. Komplex železa môže byť tiež aktivovaný superoxidovým aniónom alebo peroxidom vodíka na ferryl železa, zlúčeninu, ktorá má začať peroxidáciu polynenasýtených mastných kyselín. Prítomnosť peroxidu vodíka, a to najmä hydroperoxidov, aktivuje enzýmy, ako cyklooxygenázy a lipoxygenázy. Tieto enzýmy produkujú hydroperoxidy a ďalšie fyziologicky aktívne látky známe ako eikosanoidy. Lipoperoxidácia môže byť spustená aj inými voľnými radikálmi. Redukované zlúčeniny a antioxidanty (kyselina askorbová, α -tokoferol, polyfenoly a i.) bránia začatiu lipoperoxidácie aktivovanou krvnou bielkovinou, železitými iónmi a cyklooxygenázou a lipoxygenázou. V potravinách je lipoxygenáza

inhibovaná blanširovaním. Začiatok lipoperoxidácie môže byť podmienený voľnými radikálmi, ako je oxid dusičitý (Kanner et al., 1987).

Pri oxidácii lipidov dochádza k tvorbe hydroperoxidov, ktoré sú náchylné k ďalšej oxidácii a tvoria produkty, medzi ktoré patria ketóny a aldehydy, ktoré ovplyvňujú chuť a nutričnú hodnotu produktov (Özogul et al., 2006).

2.6.5 Oxidácia lipidov a potraviny

Oxidácia tukov je považovaná za jeden z hlavných problémov v mäsovom priemysle z dôvodu zníženia kvality chute a straty výživnej hodnoty (Ladikos a Lougovois, 1990; Ahn et al., 1992).

Faktory, ako je teplo, kyslík, svetlo a niektoré kovové ióny, najmä železa a medi, tiež majú významnú úlohu pri vytváraní oxidácie (Ozturk a Cakmakcib, 2006).

Kovmi katalyzovaný rozklad lipidových hydroperoxidov je pravdepodobne zodpovedný za začatie oxidácie lipidov vo väčšine potravín. Reakciou sa nielen vytvárajú voľné radikály, ktoré môžu iniciovať ďalšie oxidačné reakcie, ale aj vedú k vzniku sekundárnych prchavých zlúčenín. Oxidácia lipidov je významne ovplyvnená aktivitou vody v potravinách. Voda môže pôsobiť ako rozpúšťadlo pre kovové ióny a môžu tu vznikať hydráty kovov solí. Tieto hydráty sú menej rozpustné v tukoch a menej aktívne ako samotné kovové ióny (Arnoldi, 2004).

Rýchlosť oxidácie je daná stupňom nenasýtenosti reťazca mastných kyselín. Kyselina linolová je oxidovaná 64–krát rýchlejšie ako kyselina olejová a oxidácia kyseliny linolenej prebieha až 100–krát rýchlejšie ako pri kyseline olejovej (Allen a Hamilton, 2003).

Rýchlosť oxidácie tukov v mäse tiež závisí od prítomnosti prooxidantov a antioxidantov (Tichivangana a Morrissey, 1985; Ruiz et al., 1999).

Oxidáciu potravín možno minimalizovať tým, že sa odstránia prooxidanty, ako sú voľné mastné kyseliny, kovy a oxidované zlúčeniny a budú sa chrániť potraviny pred pôsobením svetla. Vzhľadom na to, že je veľmi ťažké úplne odstrániť všetky prooxidanty a vzduch z potravín, je vhodné obohacovať potraviny antioxidantmi na spomalenie procesu oxidácie. Antioxidanty významne oneskorujú alebo inhibujú oxidáciu oxidovateľných substrátov pri nízkej koncentrácii, oproti vyššiemu obsahu tukov a bielkovín v potravinách (Eunok a David, 2009).

Všeobecne možno oxidácii potravín zabrániť syntetickými antioxidantmi vrátane butylhydroxyanizol a butylhydroxytoluén. Ich bezpečnosť však bola spochybnená (Ozturk a Cakmakcib, 2006).

Oxidácia vedie k oxidačnému žltnutiu a zahŕňa pôsobenie kyslíka na glyceridy, kým hydrolyza vedie k hydrolytickému žltnutiu a zahŕňa hydrotermálnu alebo enzymatickú (lipázy) hydrolyzu na voľné mastné kyseliny a ďalšie produkty. Medzi faktory, ktoré ovplyvňujú vývoj zatuchnutosti, patrí napríklad miera nenasýtenosti olejov, teplo, prooxidanty, svetlo, niektoré enzýmy (lipoxygenáza), obsah vlhkosti a dostupnosť kyslíka (Özogul et al., 2010).

Oxidácia lipidov vedúca k žltnutiu tukov je často rozhodujúcim faktorom pre stanovenie trvanlivosti potravín. Zníženie teploty počas skladovania potravín nespôsobuje zastavenie oxidatívneho žltnutia tukov, niekedy označované aj ako

autoxidácia. Autoxidácia môže byť inhibovaná alebo spomaľovaná pridávaním nízkych koncentrácií antioxidantov (Ozturk a Cakmaccib, 2006).

Sekundárne oxidačné produkty, ako napríklad aldehyd, ketón a ester, sú zodpovedné za zvýšené znehodnotenie mäsa a odchýlky od prirodzenej chuti (Ladikos a Lougovois, 1990).

Antioxidačné účinky rastlinných výťažkov môžu byť použité na spomalenie alebo zabránenie tukovej oxidácie v potravinárskych výrobkoch (Rababah et al., 2004).

Stupka et al. (2010) uvádzajú, že je veľmi dôležité v potravinách sledovať obsah tuku, jeho zloženie, hlavne masťné kyseliny a stupeň rozloženia tuku.

2.6.6 Oxidačný stres

Porušenie rovnováhy medzi produkciou voľných kyslíkových radikálov (alebo ďalšie radikálové druhy) a aktivitou antioxidačného ochranného systému spôsobuje tzv. oxidačný stres (Sakac a Sakac, 2000).

Oxidačný stres môže nastať znížením antioxidačných obranných systémov alebo pri nadbytočnej tvorbe reaktívnych kyslíkových druhov (Bystrická et al., 2007).

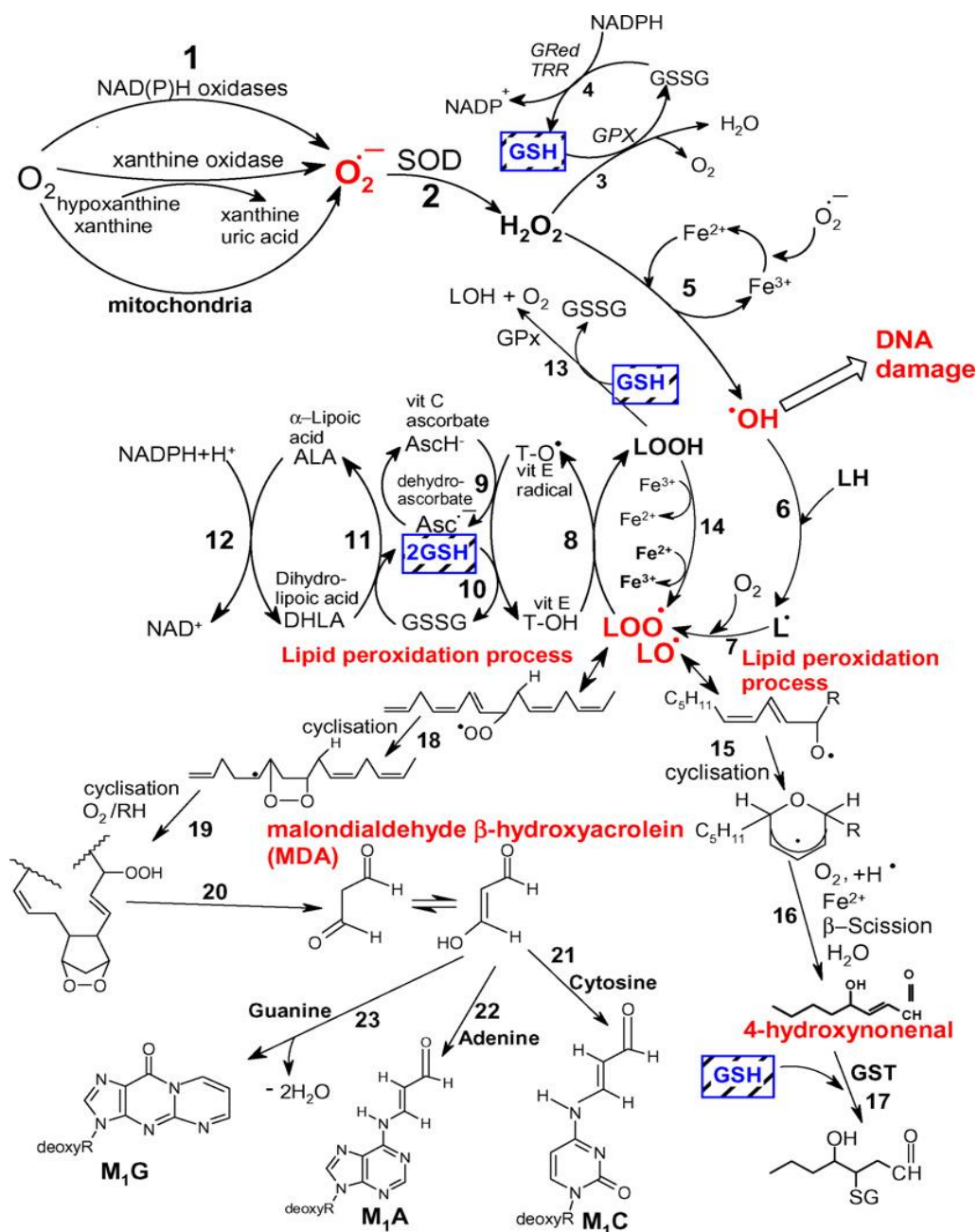
Ochrana organizmu pred voľnými kyslíkovými radikálmi znamená aktivitu enzymatických systémov (katalázy, superoxid dismutázy, glutatión peroxidázy, glutatión reduktázy a i.) a neenzymatických systémov ochrany (vitamín E, vitamín C, glutatión, kyselina močová a i.) Organizmus môže tolerovať mierny oxidačný stres. Vyššie rušenie rovnováhy medzi produkciou voľných radikálov a aktivitou antioxidačnej ochrany už ovplyvňuje lipidy, bielkoviny a deoxyribonukleovú kyselinu a rovnako spôsobuje vznik mnohých chorôb (Sakac a Sakac, 2000).

Oxidačný stres je zapríčinený zvýšenou tvorbou voľných radikálov, ktoré prevyšujú antioxidačnú ochranu organizmu. Zvýšené hromadenie voľných radikálov sa podieľa na tvorbe mnohých civilizačných ochorení, nevynímajúc onkologické ochorenia (Yung et al., 2006).

Oxidačný stres môže byť spôsobený širokou škálou environmentálnych faktorov, vrátane UV žiarenia, inváziou patogénov (hypersenzitívna reakcia) a prekrvenými tkanivami po strate kyslíka (Arnoldi, 2004).

Biologické systémy dokážu inhibovať oxidatívny stres rôznymi látkami a mechanizmami. Tokoferoly zaradíme medzi látky s inhibičnou funkciou voči oxidácii. Pôsobia ako antioxidačné látky, ktoré sú schopné chrániť nenasýtené lipidy pred oxidáciou. Zo spontánne vzniknutých voľných radikálov sú schopné prijímať elektróny podobne ako nenasýtené lipidy, ale s tým rozdielom, že z tokoferolov vznikajú pomerne stabilné voľné radikály. Pre túto vlastnosť sa nazývajú vychytávače voľných radikálov. Táto ich úloha je osobitne dôležitá pri ochrane lipidov v bunkových membránach. Poškodenie membrán zapríčiňuje najmä superoxidový anión a iné voľné radikály (Rybár, 2002).

V organizme počas oxidatívneho stresu prebiehajú nasledovné reakcie uvedené na obrázku 2



Obr. 2 Dráhy reaktívnych foriem kyslíkových metabolitov, procesy peroxidácie tukov a úloha glutatiónu (GSH) a iných antioxidantov (vitamín E, vitamín C, kyselina lipová) v riadení aeróbného stresu (Valko et al., 2007)

Reakcia 1: Superoxidový anión (radikál) je tvorený procesom redukcie molekulárneho kyslíka spôsobeného NAD(P)H oxidázami a xantín oxidázou alebo neenzymatickými oxido-redukčnými reaktívnymi zložkami, ako napr. semi-ubichinonom, ktorý je zložený z mitochondriálneho elektrónu, transportnou reťazou. Reakcia 2: Superoxidový radikál je dismutovaný superoxid dismutázou na peroxid vodíka. Reakcia 3: Peroxid vodíka je najefektívnejšie zhášaný enzýmom glutatiónom peroxidázou (GPx), ktorý vyžaduje glutation (GSH) ako elektrónového donora. Reakcia 4: Oxidovaný glutation (GSSG) je redukovaný späť na GSH enzýmom glutation reduktázou (GRed), ktorý používa NADPH ako elektrónový donor. Reakcia 5: Určité prechodné kovy (napr. Fe^{2+} a i.) môžu zmeniť peroxid vodíka na reaktívny hydroxylový radikál (Fentonova reakcia). Reakcia 6: Hydroxylový radikál môže vytrhnúť elektrón z polynenasýtenej mastnej kyseliny (LH) a umožní tým vznik lipidového radikálu ($\text{L}\bullet$). Reakcia 7: Lipidový radikál ($\text{L}\bullet$) môže ďalej reagovať s molekulárnym kyslíkom, čím vznikne lipidový peroxy radikál ($\text{LOO}\bullet$). Ak lipidový peroxy radikál $\text{LOO}\bullet$ nie je zredukovaný antioxidantom, nastane peroxidácia tuku (reakcie 18–23 a 15–17). Reakcia 8: Lipidový peroxy radikál ($\text{LOO}\bullet$) je redukovaný vo vnútri membrány redukovanou formou vitamínu E (T-OH) majúci za následok vznik lipidového hydroperoxidu a radikálu z vitamínu E ($\text{T-O}\bullet$). Reakcia 9: Regenerácia vitamínu E vitamínom C: radikál vitamínu E ($\text{T-O}\bullet$) je redukovaný späť do vitamínu E (T-OH) kyselinou askorbovou (fyziologická forma askorbátu je askorbát monoanión, AscH^-) zanechajúc za sebou askorbylový radikál ($\text{Asc}\bullet^-$). Reakcia 10: Obnovenie vitamínu E prostredníctvom GSH: oxidovaný radikál vitamínu E ($\text{T-O}\bullet$) je zredukovaný prostredníctvom GSH. Reakcia 11: Oxidovaný glutation (GSSG) a radikál kyseliny askorbovej ($\text{Asc}\bullet^-$) sú zredukované späť na GSH a askorbát monoanión, (AscH^-), jednotlivito, dihydrolipoová kyselina (DHLA), ktorá je zmenená na lipoovú kyselinu (ALA). Reakcia 12: Regenerácia DHLA z ALA použitím NADPH. Reakcia 13: Hydroperoxydy sú zredukované na alkoholy a O_2 prostredníctvom GPx použitím GSH ako elektrónového donora. Proces peroxidácie tuku: Reakcia 14: Hydroperoxydy môžu rýchlo reagovať s Fe^{2+} za tvorby alkoxylového radikálu ($\text{LO}\bullet$), alebo pomalšie s Fe^{3+} vytvoria lipidový peroxy radikál ($\text{LOO}\bullet$). Reakcia 15: Alkoxylový radikál ($\text{LO}\bullet$) napr. získaný z kyseliny arachidonovej podstúpi cyklickú reakciu za vytvorenia šesťčlenného kruhového hydroperoxidu. Reakcia 16: Šesťčlenný kruhový hydroperoxid vykonáva ďalšie reakcie (zahŕňajúc štiepenie) z 4-hydroxynonenalu. Reakcia 17: 4-hydroxynonenal je prevedený do neškodného komplexu pomocou GST (glutatión S-transferase). Reakcia 18: Peroxylový radikál nachádzajúci sa v internej pozícii mastnej kyseliny môže reagovať cyklicky a vytvára kruhový peroxid susediaci s centrálnym uhlíkom. Reakcia 19: Tento radikál môže byť v zredukovanej forme a vytvorí hydroperoxid (reakcia nie je znázornená) alebo môže podstúpiť druhú cyklizáciu a vytvorí cyklický peroxid, ktorý po väzbe s O_2 a redukcii prináša molekulu štruktúrne podobnú endoperoxidom. Reakcia 20: vytvorený je medziprodukt na produkciu malondialdehydu. Reakcie 21, 22, 23: Malondialdehyd môže reagovať s DNA, hlavne s cytozínom, adenín, a guanínom a tvorí MIC, MIA a MIG v tomto poradí.

3 Cieľ práce

Cieľom predloženej vedeckej monografie bolo sledovanie a vyhodnotenie:

1. biologicky aktívnych látok lucernovej múčky, a to schopnosť inhibície 2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl (DPPH•) radikálu, obsah karotenoidov, flavonoidov a polyfenolov,
2. vplyv biologicky aktívnych látok lucernovej múčky na udržateľnosť kvality kuracieho mäsa.

V nadväznosti na hlavné ciele sme svoju pozornosť zamerali na tieto čiastkové ciele:

- a) chemická analýza lucernovej múčky na obsah živín, metabolizovateľnej energie, 2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl (DPPH•) radikálu, obsah karotenoidov, flavonoidov a polyfenolov,
- b) exaktné overenie účinnosti biologicky aktívnych látok lucernovej múčky *in vivo* s kurčatami určenými na produkciu mäsa,
- c) osídlenie črevnej mikroflóry kurčiat v závislosti od účinkov biologicky aktívnych látok lucernovej múčky,
- d) obsah sušiny a tuku v kuracom mäse,
- e) sledovanie a vyhodnotenie udržateľnosti kvality kuracieho mäsa v závislosti od účinkov biologicky aktívnych látok lucernovej múčky prostredníctvom čísla kyslosti tuku, peroxidového čísla a aktivity superoxid dismutázy a doby skladovania 0, 6, 9, 12 a 18 mesiacov pri -18 °C.

4 Metodika práce a metódy skúmania

4.1 Použitý materiál

V experimentoch bola použitá lucerna siata (*Medicago sativa*) vo forme lucernovej múčky, ktorá bola pridávaná do kŕmnych zmesí: štartérovej (HYD-01), rastovej (HYD-02) a finálnej (HYD-03) a kurčatá určené na produkciu mäsa Ross 308 a Cobb 500 (tabuľka 1).

4.2 Technická realizácia experimentov

Prvé dva experimenty boli uskutočnené na komerčnej hydinárskej farme Zámotie s.r.o. v roku 2009. Na experimenty v hale s kapacitou výkrmu 24 000 kurčiat boli vytvorené boxy pri vchodových dverách, ktoré boli vzájomne medzi sebou oddelené plastovými ohradami. Každý box bol určený pre jednu skupinu. V každom boxe bolo umiestnených 100 kurčiat. Veľkosť plochy v každom boxe bola v súlade so smernicou Rady č. 43/2007/ES, ktorá stanovuje hustotu kurčiat určených na produkciu mäsa. Podmienky smernice boli dodržané počas celej doby experimentov. Ustajnenie kurčiat bolo na hlbokú podstielku. Spodná vrstva 8 cm bola tvorená drevenými pilinami a vrchná vrstva 5 cm bola tvorená pomiaganou pšeničnou slamou.

V oboch experimentoch bola použitá vlastná krmná technológia. Kurčatá prijímali krmivo od 1. do 14. dňa z tanierových krmidiel. Vodu prijímali z klobúkových napájadiel. Krmidlá a napájadlá boli umiestnené na podlahe. Od 15. dňa veku do konca experimentálneho obdobia kurčatá prijímali krmivo z tubusových krmidiel a vodu z vedrových napájadiel. Mikroklimatické podmienky (teplota, svetelný režim a výmena vzduchu) boli regulované v súlade s odporúčaniami pre daný typ a vekovú kategóriu kurčiat určených na produkciu mäsa.

V prvom experimente boli použité kurčatá finálnej hybridnej kombinácie Ross 308 a v druhom experimente Cobb 500.

Tretí experiment bol uskutočnený v roku 2010 v pokusnom zariadení Katedry hygieny a bezpečnosti potravín Fakulty biotechnológie a potravinárstva Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Pokusné zariadenie bolo schválené pod úradným číslom SK p 10011 a spĺňa požiadavky Nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 23/2009 Z. z. na ochranu zvierat používaných na pokusné účely alebo iné vedecké účely. Na začiatku experimentu boli kurčatá umiestnené spolu v boxe a od 14. dňa veku boli rozdelené jednotlivito do dvojťažových obohatených klietok. V treťom experimente boli použité kurčatá určené na produkciu mäsa – finálny typ Cobb 500.

Experimenty boli uskutočnené podľa schémy experimentov uvedenej v tabuľke 1.

Celkové experimentálne obdobie kurčiat určených na produkciu mäsa bolo rozdelené na tri fázy podľa typu krmných zmesí:

- a) štartérová, určená pre kurčatá od vyliahnutia do 18. dňa veku; počas tejto doby kurčatá prijímali štartérovú krmnu zmes HYD 01, v pokusných skupinách obohatenú o lucernovú múčku,
- b) rastová, určená pre kurčatá od 19. do 31. dňa veku; počas tejto doby kurčatá prijímali rastovú krmnu zmes HYD 02, v pokusných skupinách obohatenú o lucernovú múčku,
- c) finálna, určená pre kurčatá od 32. do 38. dňa veku; počas tejto doby kurčatá prijímali finálnu krmnu zmes HYD 03, v pokusných skupinách obohatenú o lucernovú múčku.

Kurčatá boli kŕmené *ad libitum*. Ako základ bol použitý štandardný sójovo-obilninový typ krmných zmesí. Krmná zmes v kontrolnej skupine neobsahovala prídavok lucernovej múčky. Kŕmne zmesi pokusných skupín v prvom experimente obsahovali rozličný podiel lucernovej múčky. V krmných zmesiach pokusnej skupiny 2 % bol podiel lucernovej múčky 2 %, v krmných zmesiach pokusnej skupiny 4 % bol podiel lucernovej múčky 4 % a v krmných zmesiach pokusnej skupiny 6 % bol podiel lucernovej múčky 6 %. *V druhom experimente boli použité rovnaké kŕmne zmesi ako v prvom experimente* pre kontrolnú skupinu a pokusnú skupinu s podielom 4 % lucernovej múčky, rovnako ako aj v treťom experimente.

Tab. 1 Schéma experimentov

Experiment	Kurčatá	Skupina	Fáza výkrmu	Pokusná krmná surovina v krmnej zmesi, %
1.	Ross 308	kontrolná	štartérová	-
			rastová	-
			finálna	-
		pokusná 2 %	štartérová	lucernová múčka, 2
			rastová	lucernová múčka, 2
			finálna	lucernová múčka, 2
		pokusná 4 %	štartérová	lucernová múčka, 4
			rastová	lucernová múčka, 4
			finálna	lucernová múčka, 4
		pokusná 6 %	štartérová	lucernová múčka, 6
			rastová	lucernová múčka, 6
			finálna	lucernová múčka, 6
2.	Cobb 500	kontrolná	štartérová	-
			rastová	-
			finálna	-
		pokusná 4 %	štartérová	lucernová múčka, 4
			rastová	lucernová múčka, 4
			finálna	lucernová múčka, 4
3.	Cobb 500	kontrolná	štartérová	-
			rastová	-
			finálna	-
		pokusná 4 %	štartérová	lucernová múčka, 4
			rastová	lucernová múčka, 4
			finálna	lucernová múčka, 4

Zloženie krmných zmesí v experimentoch a obsah živín v jednotlivých krmných zmesiach sú uvedené v tabuľkách 2 až 7.

Lucernová múčka použitá v experimentoch bola získaná zberom zelenej lucerny siatej (*Medicago sativa*) vo vegetačnej fáze tvorby pukov s následným sušením. Vysušená lucerna siata bola pomletá a zapracovaná do krmných zmesí v príslušných percentuálnych podieloch podľa receptúr pokusných skupín.

Výrobu krmných zmesí zabezpečila krmivárska firma Biofeed a.s. Kolárovo. Krmné zmesi boli použité v práškovej štruktúre.

Tab. 2 Zloženie štartérovej kŕmnej zmesi (HYD 01), %

Kŕmna surovina	Skupina			
	kontrolná	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
Kukurica	35,00	35,00	35,00	35,00
Pšenica ozimná	35,83	33,38	30,94	28,70
Sójový extrahovaný šrot	20,00	20,00	20,00	19,70
Rybia múčka 71%	4,00	4,00	4,00	4,00
Sušený krvný hemoglobín	1,60	1,60	1,60	1,70
Vápenec mletý	1,00	0,90	0,85	0,75
Monokalcium fosfát 22,7 P 16 Ca	1,00	1,05	1,05	1,10
Hydrouhličitan sodný	0,20	0,20	0,20	0,20
Sol' kŕmna	0,10	0,10	0,10	0,10
Lyzín 78%	0,10	0,10	0,09	0,08
Metionín 100%	0,17	0,17	0,17	0,17
Bergafat	0,50	1,00	1,50	2,00
Euromix BR	0,50	0,50	0,50	0,50
Lucernové úsušky	0,00	2,00	4,00	6,00
SPOLU	100	100	100	100

P – fosfor, Ca – vápnik, Euromix BR – multivitamínový a minerálny prípravok, Bergafat – doplnok tuku

Tab. 3 Obsah živín a energie v 1 kg štartérovej krmnej zmesi (HYD 01)

Energia a živiny	Merná jednotka	Skupina			
		kontrolná	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
ME_N	MJ	12,00	11,97	11,94	11,92
Vláknina	g	29,78	34,12	38,47	42,72
Dusíkaté látky	g	210,39	210,61	210,84	210,84
Kyselina linolová	g	12,77	12,52	12,27	12,02
Lyzín	g	11,73	11,79	11,77	11,76
Metionín	g	5,16	5,16	5,16	5,16
Met+Cys	g	8,00	8,01	8,02	8,01
Vitamín A	tis. mj	12,63	12,76	12,88	13,01
Vitamín D	tis. mj	4,00	4,01	4,02	4,04
Vitamín E	mg	110,91	111,63	112,35	113,09
Vitamín B₂	mg	10,72	10,88	11,05	11,20
Vitamín B₁₂	µg	53,76	53,76	53,76	53,76
Popol	g	24,56	24,56	24,56	24,43
Vápnik	g	8,24	8,21	8,28	8,24
Fosfor celkový	g	6,76	6,83	6,78	6,84
Sodík	g	1,90	1,90	1,90	1,91
Železo	mg	143,09	146,72	150,69	154,08
Meď	mg	17,27	17,33	17,40	17,42
Mangán	mg	123,37	123,34	123,36	123,28
Zinok	mg	110,23	109,93	109,63	109,24

ME_N – metabolizovateľná energia, Met+Cys – metionín + cystín

Tab. 4 Zloženie rastovej krmnej zmesi (HYD 02), %

Krmna surovina	Skupina			
	kontrolná	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
Kukurica	40,00	40,00	40,00	40,00
Pšenica ozimná	35,00	32,50	30,00	28,00
Sójový extrahovaný šrot	18,96	19,00	18,60	17,83
Rybia múčka 71%	2,00	2,11	2,00	2,00
Sušený krvný hemoglobín	1,10	1,10	1,26	1,60
Vápenec mletý	0,95	0,90	0,85	0,75
Monokalcium fosfát 22,7 P 16 Ca	0,80	0,80	0,80	0,85
Sol' krmna	0,15	0,15	0,15	0,15
Hydrogénuhličitan sodný	0,20	0,20	0,20	0,20
Lyzín 78%	0,07	0,07	0,07	0,04
Metionín 100%	0,22	0,22	0,22	0,23
Sacox 12%	0,05	0,05	0,05	0,05
Bergafat	0,00	0,50	1,30	1,80
Euromix BR	0,50	0,50	0,50	0,50
Lucernové úsušky	0,00	2,00	4,00	6,00
SPOLU	100	100	100	100

P – fosfor, Ca – vápnik, Sacox 12 % – 120 g.kg⁻¹ salinomycínu (účinná látka), Euromix BR – multivitamínový a minerálny prípravok, Bergafat – doplnok tuku

Tab. 5 Obsah živín a energie v 1 kg rastovej kŕmnej zmesi (HYD 02)

Energia a živiny	Merná jednotka	Skupina			
		kontrolná	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
ME _N	MJ	11,97	11,94	12,00	12,00
Vláknina	g	30,07	34,42	38,53	42,62
Dusíkaté látky	g	190,27	190,49	190,36	190,66
Kyselina linolová	g	13,68	13,43	13,15	12,89
Lyzín	g	9,86	9,91	9,99	9,88
Metionín	g	5,22	5,24	5,22	5,30
Met+Cys	g	7,91	7,94	7,90	7,97
Vitamín A	tis.mj	12,60	12,73	12,85	12,98
Vitamín D	tis.mj	4,00	4,01	4,02	4,04
Vitamín E	mg	111,14	111,86	112,55	113,31
Vitamín B ₂	mg	10,65	10,82	10,97	11,11
Vitamín B ₁₂	μg	46,88	47,26	46,88	46,88
Popol	g	20,01	20,20	19,88	19,61
Vápnik	g	7,11	7,23	7,26	7,21
Fosfor celkový	g	5,95	5,92	5,84	5,88
Sodík	g	1,77	1,78	1,78	1,81
Železo	mg	137,93	142,23	145,40	148,36
Meď	mg	17,11	17,18	17,18	17,15
Mangán	mg	122,84	122,88	122,71	122,52
Zinok	mg	108,53	108,34	107,73	107,19

ME_N – metabolizovateľná energia, Met+Cys – metionín + cystín

Tab. 6 Zloženie finálnej krmnej zmesi (HYD 03), %

Krmna surovina	Skupina			
	kontrolná	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
Kukurica	45,00	45,00	45,00	45,00
Pšenica ozimná	33,80	31,97	29,72	27,00
Sójový extrahovaný šrot	16,10	15,30	15,00	15,08
Sušený krvný hemoglobín	1,60	1,90	2,00	2,00
Vápenec mletý	1,05	1,05	0,90	0,85
Monokalcium fosfát 22,7 P 16 Ca	1,00	1,00	1,05	1,05
Sol' krmna	0,20	0,20	0,20	0,20
Hydrogénuhličitan sodný	0,20	0,20	0,20	0,20
Lyzín 78%	0,25	0,23	0,23	0,22
Metionín 100%	0,30	0,30	0,30	0,30
Bergafat	0,00	0,40	0,90	1,60
Euromix BR	0,50	0,50	0,50	0,50
Lucernové úsušky	0,00	2,00	4,00	6,00
SPOLU	100	100	100	100

P – fosfor, Ca – vápnik, Euromix BR – multivitamínový a minerálny prípravok, Bergafat – doplnok tuku

Tab. 7 Obsah živín a energie v 1 kg štartérovej krmnej zmesi (HYD 03)

Energia a živiny	Merná jednotka	Skupina			
		kontrolná	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
ME _N	MJ	12,06	12,04	12,02	12,03
Vláknina	g	29,29	33,42	37,67	41,96
Dusíkaté látky	g	170,31	170,32	170,31	170,56
Kyselina linolová	g	14,44	14,19	13,94	13,67
Lyzín	g	9,87	9,80	9,86	9,85
Metionín	g	5,54	5,53	5,53	5,53
Met+Cys	g	8,02	7,99	7,98	7,99
Vitamín A	tis. mj	12,57	12,69	12,82	12,94
Vitamín D	tis. mj	4,00	4,01	4,02	4,04
Vitamín B ₂	mg	10,53	10,68	10,83	10,99
Vitamín B ₁₂	μg	40,00	40,00	40,00	40,00
Popol	g	14,93	14,62	14,49	14,54
Vápnik	g	7,15	7,22	7,18	7,25
Fosfor celkový	g	5,93	5,87	5,93	5,88
Sodík	g	1,71	1,74	1,75	1,75
Železo	mg	131,50	134,83	138,21	142,15
Meď	mg	16,67	16,64	16,67	16,73
Mangán	mg	121,64	121,54	121,45	121,43
Zinok	mg	105,86	105,35	104,96	104,62

ME_N – metabolizovateľná energia, Met+Cys – metionín + cystín

4.3 Sledované ukazovatele a spôsob získavania údajov

V experimentoch boli sledované ukazovatele, ktoré boli získané jednak analýzou lucernovej múčky a krmných zmesí a jednak počas života kurčiat určených na produkciu mäsa a z chemických a mikrobiologických analýz po zabití kurčiat.

Sledované ukazovatele

Ukazovatele chemickej analýzy lucernovej múčky

- ✓ inhibícia 2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl (DPPH•) radikálu,
- ✓ polyfenoly,
- ✓ flavonoidy,
- ✓ karotenoidy,
- ✓ aminokyseliny,
- ✓ mastné kyseliny,
- ✓ ostatné ukazovatele chemického zloženia.

Produkčné ukazovatele

- telesná hmotnosť kurčiat na konci experimentu.

Mikrobiologické ukazovatele slepých čriev

- *Lactobacillus* sp.,
- *Enterococcus* sp.,
- koliformné baktérie.

Ukazovatele kvality a bezpečnosti mäsa

- sušina v mäse,
- tuk v mäse,
- číslo kyslosti tuku,
- peroxidové číslo tuku,
- aktivita superoxid dismutázy.

4.4 Realizácia analýz vzoriek

Analýza vzoriek skúmaného materiálu bola vykonaná na pracoviskách Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre, Výskumného ústavu potravinárskeho v Bratislave a Centra výskumu živočíšnej výroby v Nitre:

a) chemické laboratórium Výskumného ústavu potravinárskeho v Bratislave a Centrum výskumu živočíšnej výroby v Nitre

- chemická analýza lucernovej múčky,

b) mikrobiologické laboratórium Katedry mikrobiológie FBP SPU v Nitre

- mikrobiologické ukazovatele slepého čreva,

c) chemické laboratórium Katedry hygieny a bezpečnosti potravín FBP SPU v Nitre

- kvalitatívne ukazovatele mäsa,

d) fyziologické laboratórium Katedry fyziológie živočíchov FBP SPU v Nitre

- aktivita superoxid dismutázy.

4.5 Použité metódy pre získanie údajov

Stanovenie 2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl (DPPH•) radikálu

2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl (DPPH•) radikál bol stanovený modifikovanou metódou podľa Brand-Wiliamsa a Berseta (1995) a Sánchez-Moreno et al. (1998).

Princíp metódy:

Za prítomnosti antioxidantov dochádza k redukcii stabilného radikálu 2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl (DPPH•) v metanolickej roztoku, ktorá sa prejaví poklesom absorpcie pri 515,6 nm.

Príprava vzorky:

Z 5,0 g homogenizovanej vzorky (lucernová múčka) pri 60 °C sa získa extrakt, ktorý sa sfiltruje. K filtrátu sa pridá metanol do objemu 50 ml.

Postup:

Do kvety na meranie sa napipetuje presne 3,9 ml DPPH, čo predstavuje 0,025 g.dm⁻³ 2,2-difenyl 1-1 pikrylhydrazylu v metanole. Hodnota absorpcie

(A_{C0}) sa odčíta na UV/VIS spektrofotometri (UV-1601, Shimadzu, Tokyo, Japonsko). Následne sa pridá 0,1 ml vzorky a zaznamená sa závislosť $A=f(t)$ pri 515,6 nm. Záznam poklesu absorbancie sa vykoná v určených časových intervaloch až do dosiahnutia reakčnej rovnováhy.

Výpočet:

% inhibície extraktov (účinnosť) sa vypočíta na základe vzťahu:

$$\% \text{ inhibície} = [(A_{C0} - A_{At}) / A_{C0}] \cdot 100, \% \quad (14)$$

kde: A_{C0} – absorbancia kontroly v čase $t=0$ min (roztok DPPH),

A_{At} – absorbancia v prítomnosti antioxidantu v čase t min.

Stanovenie polyfenolov

Polyfenoly boli stanovené metódou podľa Singletona et al. (1999).

Princíp metódy:

Princípom metódy je zmeranie absorbancie sfarbených roztokov pri 700 nm oproti slepému pokusu. Z kalibračnej krivky závislosti absorbancie od koncentrácie polyfenolov sa odčíta obsah polyfenolových zlúčenín.

Príprava vzorky:

Z 5,0 g homogenizovanej vzorky (lucernová múčka) pri 60 °C sa získa extrakt, ktorý sa filtruje. K filtrátu sa pridá metanol do objemu 50 ml.

Postup:

Do 50 ml odmernej banky sa napipetuje 0,5 ml extraktu a pridá sa 0,5 ml Folin-Ciocalteu činidla a 5 ml 20 %-ného roztoku uhličitanu sodného. Následne sa odmerná banka doplní destilovanou vodou po značku. Absorbanciu sfarbených roztokov sa zmeria pri 700 nm po dôkladnom premiešaní po 30 minútach oproti slepému pokusu (namiesto vzorky sa napipetuje 0,5 ml destilovanej vody). Z kalibračnej krivky závislosti absorbancie od koncentrácie polyfenolov sa odčíta obsah polyfenolových zlúčenín v mg.l^{-1} vyjadrených ako tanín. Kalibračná krivka sa získa meraním štandardných roztokov s obsahom 5,0 až 100,0 mg tanínu v 100 ml. Získaný výsledok sa násobi použitým riedením. Obsah polyfenolov sa vyjadri v mg.kg^{-1} .

Stanovenie flavonoidov

Flavonoidy boli stanovené metódou podľa Changa et al. (2002).

Princíp metódy:

Princípom je zmeranie absorbancie pri 425 nm oproti porovnávaciemu roztoku, pričom obsah flavonoidov je vyjadrený ako kvercetín odpočítaný z kalibračnej krivky.

Príprava vzorky:

Z 5 g homogenizovanej vzorky (lucernová múčka) pri 60 °C sa získa extrakt, ktorý sa sfiltruje. K filtrátu sa pridá metanol do objemu 50 ml.

Postup:

Z extraktu sa 10 ml odpipetuje do dvoch 25 ml odmerných baniek. Pridá sa 0,5 %-ný vodný roztok citrónanu sodného do oboch baniek po 0,5 ml. Do jednej

banky sa pridá 2 ml metanolového roztoku chloridu hlinitého (2,0 g $\text{AlCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ sa rozpustí v 100 ml metanolu) a obe sa doplnia zmesou roztokov metanol: koncentrovaná kyselina octová (zmes v pomere 95:5) po značku. Absorbancia sa zmeria po 45 min pri 425 nm oproti porovnávaciemu roztoku v 1 cm kyvety. Obsah flavonoidov sa vyjadrí ako kvercetín po odpočítaní z kalibračnej krivky. Obsah flavonoidov sa vyjadrí v $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Stanovenie karotenoidov

Karotenoidy boli určené metódou podľa Brittona (1985).

Princíp metódy:

Princípom metódy je zmeranie absorbancie farebného extraktu vyextrahovaného zo vzorky pri 449 nm. Obsah karotenoidov sa vyjadrí ako β -karotén.

Príprava vzorky a postup:

Malými množstvami acetónu sa vyextrahuje 5,0 g vzorky (lucernovej múčky) (pokiaľ sa extrakt sfarbuje). Získaný extrakt sa acetónom doplní na objem 100 ml v odmernej banke. Odoberie sa 10 ml acetónového extraktu a karotenoidy sa preextrahujú do petroléteri v oddeľovacom lieviku. Roztok sa doplní petroléterom v odmernej banke na objem 50 ml. Absorbancia takto získaného farebného extraktu sa zmeria pri 449 nm. Obsah všetkých farebných látok sa prepočíta na β -karotén s absorpčným koeficientom $E_{1\text{cm}}^{1\%} = 2620$.

Výpočet:

Obsah karotenoidov sa vypočíta podľa rovnice:

$$\text{Karotenoidy} = \frac{A \cdot r \cdot 10}{E_{1\text{cm}}^{1\%} \cdot n}, \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \quad (15)$$

kde: A – nameraná absorbancia,
 r – riedenie vzorky,
 $E_{1\text{cm}}^{1\%}$ – absorpčný koeficient,
 n – navážka vzorky v g.

Zistenie telesnej hmotnosti kurčiat

Telesná hmotnosť každého kurčaťa v každej skupine bola zisťovaná na váhach typu Kern ECB 20K20.

Stanovenie počtu mikroorganizmov v slepých črevách

Na kvantitatívne zistenie počtu kolónií tvoriacich jednotiek (KTJ) jednotlivých skupín mikroorganizmov – *Lactobacillus* sp., *Enterococcus* sp., koliformných baktérií bola použitá platňová zriedňovacia metóda.

Príprava vzorky a postup:

Vzorka z obsahu slepých čriev kurčiat sa odoberie z kurčiat bezprostredne po ich usmrtení. Vykoná sa základné riedenie 10^{-2} – k 1,0 g chýmusu sa pridá 99,0 ml fyziologického roztoku. Vzniknutá zmes sa zhomogenizuje 30 minút

v homogenizátore. Ďalšie riedenie sa vykoná systémom desiatkového zried'ovacieho systému. Príslušným riedením je potrebné dosiahnuť počet vyrastených kolónií nižší ako 300 KTJ. Následne sa vykoná očkovanie živných pôd v dvojnásobnom opakovaní v dvoch rôznych riedeniach.

Vzorky, v ktorých sa stanovujú kolónie *Lactobacillus* sp., sa očkujú zaliatím MRS agarom. Naočkované živné pôdy v Petriho miskách sa inkubujú pri teplote 37 °C 48–72 hodín dnom nahor.

Vzorky, v ktorých sa stanovujú kolónie *Enterococcus* sp., sa očkujú na Slanetz-Barleyho agare rozterom. Naočkované živné pôdy v Petriho miskách sa inkubujú pri teplote 37 °C 48–72 hodín dnom nahor.

Vzorky, v ktorých sa stanovujú kolónie koliformných baktérií, sa očkujú na Mac Conkeyho agare povrchovo. Naočkované živné pôdy v Petriho miskách sa inkubujú pri teplote 37 °C 24–48 hodín dnom nahor.

Po kultivácii sa z Petriho misiek odpočítajú kolónie – *Lactobacillus* sp. jantárového sfarbenia, *Enterococcus* sp. červeného sfarbenia a koliformné baktérie ružového sfarbenia.

Stanovenie sušiny

Obsah sušiny bol stanovený vysušovaním vzorky za predpísaných podmienok pri 102–103 °C do konštantnej hmotnosti.

Stanovenie tuku

Princíp metódy:

Princípom je stanovenie tuku po extrakcii nepolárnym rozpúšťadlom (petroléterom) z vysušenej vzorky v Soxhletovom extraktore.

Postup:

Z pomletej vzorky sa naváži 12,0 g ktorá sa kvantitatívne premiestni do extrakčnej patróny pomocou tyčinky a chumáčika vaty s petroléterom, ktorá sa použije na upchatie patróny. Do prístroja sa vložia extrakčné kelímky (vysušené a zvážené) naplnené petroléterom. Vzorky sa extrahujú za pomoci petrolétera pri 112 °C 15 minút s patrónami ponorenými v činidle, 45 minút v polohe nad extrakčným činidlom a posledných 10 minút sa oddestiluje petroléter. Zvyšok petrolétera sa odstráni vysušením vzorky v otvorenej sušiarňi.

Výpočet:

$$\text{Tuk} = \frac{m_2 - m_0}{n} \cdot 100, \text{ g.100 g}^{-1} \quad (16)$$

kde: m_0 – hmotnosť prázdneho extrakčného kelímka v g,
 m_2 – hmotnosť extrakčného kelímka s tukom v g,
 n – hmotnosť navážky v g.

Stanovenie čísla kyslosti tuku

Číslo kyslosti tuku bolo stanovené vo vzorkách mäsa skladovaného 6, 9, 12 a 18 mesiacov pri -18 °C.

Princíp metódy:

Stanovenie množstva látok kyslej povahy, väčšinou voľných karboxylových kyselín v mg hydroxidu draselného, ktoré sú potrebné k ich neutralizácii jedným gramom extraktu, získaného extrakciou ustanoveným extrakčným činidlom.

Postup:

Číslo kyslosti tuku sa stanovuje po rozpustení extraktu – tuku, v zmesi etanol – dietyléter alkalimetrickou titráciou na fenolftaleín.

Mierne zahriaty vyextrahovaný tuk sa rozpustí v 25 ml zmesi etanol – dietyléter. Obsah extrakčnej banky s tukom sa po pridaní niekoľkých kvapiek indikátora fenolftaleínu titruje odmerným roztokom hydroxidu draselného až do vzniku ružového sfarbenia so stabilitou aspoň 3 sekúnd. Pri spotrebe titračného činidla viac ako 15 ml sa pridá na každý jeden ml spotrebovaného činidla päťnásobné množstvo zmesi etanol – dietyléter, aby sa zabránilo hydrolýze vznikajúceho mydla.

Výpočet:

$$X = \frac{V}{m} \cdot T, \text{ mg KOH.g}^{-1} \text{ tuku} \quad (17)$$

kde: V – spotreba odmerného roztoku hydroxidu draselného pri titracii v ml,
 m – hmotnosť vyextrahovaného tuku v g,
 T – koncentrácia hydroxidu draselného v odmernom roztoku v mg.ml^{-1} ,
 ak je koncentrácia roztoku presne $c(\text{KOH}) = 0,05 \text{ mol.l}^{-1}$, potom
 $T = 2,8055 \text{ mg.ml}^{-1}$.

Stanovenie peroxidového čísla tuku

Peroxidové číslo tuku bolo stanovené vo vzorkách mäsa skladovaného 6, 9, 12 a 18 mesiacov pri -18°C .

Princíp metódy:

Princípom metódy je titračné stanovenie jódu, ktorý sa uvoľňuje z jodidu hydroperoxidmi nenasýtených lipidov v kyslom prostredí.

Postup:

Navážili sme 0,2 až 5,0 g vzorky tuku (v závislosti od očakávaného peroxidového čísla) do Erlenmayerovej banky so zábrusom. Do banky sa pridá 1 ml nasýteného vodného roztoku jodidu draselného a 5 ml koncentrovanej kyseliny octovej. Obsah v banke sa pretrepáva jednu minútu. Banka s obsahom sa nechá stáť 20 minút v tme pri laboratórnej teplote. Potom sa pridá 20 ml vody. Po pretrepaní obsahu sa pridá 5 ml škrobového mazu. Obsah sa titruje roztokom tiosíranu sodného $0,01 \text{ mol.l}^{-1}$. Presná koncentrácia sa určí na základe odfarbenia. Rovnakým spôsobom sa uskutoční slepý pokus.

Výpočet:

$$\text{PČ} = \frac{(a-b) \cdot M \cdot 1000}{n}, \mu\text{mol O}_2.\text{g}^{-1} \quad (18)$$

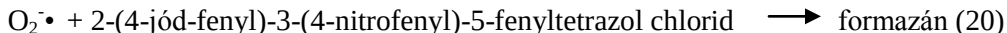
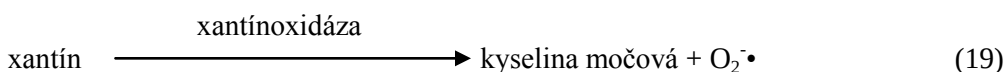
kde: $P\check{C}$ – peroxidové číslo v $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$,
 a – spotreba tiosíranu sodného pri vlastnom stanovení v ml,
 b – spotreba tiosíranu sodného pri slepom pokuse v ml,
 n – navážka tuku v g,
 M – koncentrácia tiosíranu sodného v $\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$.

Stanovenie superoxid dismutázy

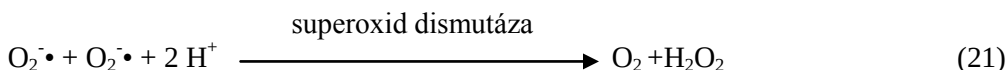
Superoxid dismutáza bola stanovená vo vzorkách mäsa pred uskladnením hneď po zabíjaní kurčiat a mäsa skladovaného 6, 12, 18 mesiacov pri -18°C .

Princíp metódy:

Princípom metódy je urýchľovanie dismutácie toxického superoxidového radikálu $\text{O}_2^-\cdot$. Toxický superoxidový radikál $\text{O}_2^-\cdot$ je produkovaný počas oxidačných energetických procesov, rovnako ako peroxid vodíka a molekulárny kyslík. Táto metóda využíva schopnosť xantínu a xantínoxidázy generovať superoxidové radikály, ktoré reagujú s 2-(4-jód-fenyl)-3-(4-nitrofenyl)-5-fenyltetrazol chloridom za vzniku červeného farbiva formazán. Následne sa hodnotí aktivita superoxid dismutázy – stupeň inhibície tejto reakcie. Jedna jednotka superoxid dismutázy znamená 50 %-nú inhibíciu rýchlosti znižovania 2-(4-jód-fenyl)-3-(4-nitrofenyl)-5-fenyltetrazol chloridu v podmienkach testu.



alebo



kde: $\text{O}_2^-\cdot$ – superoxidový radikál,
 H^+ – kation vodíka,
 O_2 – vzdušný kyslík,
 H_2O_2 – peroxid vodíka,

Príprava vzorky:

Príprava vzorky sa vykoná podľa modifikovanej metodiky Junga a Henkeho (1996).

Odobratá vzorka svaloviny o veľkosti 1,0 g sa premyje ľadovým chloridom sodným 154 mM. Následne sa vzorka vloží do 10 ml homogenizačného roztoku, ktorý pozostáva z 250 mM mannitolu, 70 mM sacharózy, 1mM EDTA, pričom sa tento roztok upraví na pH 7,4 za pomoci Tris. Po homogenizácii tkaniva v homogenizačnom roztoku sa vzorka centrifuguje 10 minút pri 800xg v centrifuge SW 14 Froilabo. Supernatant sa použije ako homogenát. V chladnom prostredí sa vykoná sonikácia na prístroji UP 100 H Ultrasonic Processor firmy Hielscher 300W v troch 10sekundových intervaloch. Nakoniec sa vykoná centrifugácia pri 14000xg

10 minút. Výsledný supernatant sa odpipetuje do skúmavky a uskladní pri -70 °C až do uskutočnenia analýzy.

Postup:

Pripravená vzorka sa meria za použitia kitu RANSOD Superoxid dismutase, Diluent a Control od firmy Randox. Po príprave jednotlivých činidiel a kalibračných roztokov sa zmeria aktivita superoxid dismutázy spektrofotometricky pri 505 nm a teplote 37 °C. Z kalibračnej krivky závislosti absorbancie od koncentrácie superoxid dismutázy sa odčíta koncentrácia superoxid dismutázy vzoriek.ml⁻¹ homogenizačného roztoku (0,1g vzorky svaloviny).

Výpočet:

$$(A_2 - A_1)/3 = \Delta A \cdot \text{min}^{-1} \text{ štandardu alebo vzorky} \quad (22)$$

kde: A_1 – absorbancia po 30 sekundách,
 A_2 – absorbancia po 3,5 minúte od začiatku merania,
 ΔA – absorbancia za minútu.

Riedenie vzorky S1(štandard 1) = rýchlosť reakcie bez zábran = 100%
 % inhibície štandardu a vzorky sa vypočíta nasledovne:

$$100 - [(\Delta A_{\text{štandardu, min-1}} \cdot 100) / \Delta A_{S1, \text{min-1}}] = \% \text{ inhibície štandardu} \quad (23)$$

$$100 - [(\Delta A_{\text{vzorka, min-1}} \cdot 100) / \Delta A_{S1, \text{min-1}}] = \% \text{ inhibície vzorky} \quad (24)$$

kde: $\Delta A_{\text{štandardu, min-1}}$ – absorbancia štandardu za minútu,
 $\Delta A_{\text{vzorka, min-1}}$ – absorbancia vzorky za minútu,
 $\Delta A_{S1, \text{min-1}}$ – absorbancia štandardu S1 za minútu.

Výsledná hodnota superoxid dismutázy jednotiek sa vypočíta podľa vzorca:

$$\text{SOD jednotky U.g}^{-1} \text{ svaloviny} = \text{SOD jednotky z kalibračnej krivky} \cdot 10 \quad (25)$$

kde: SOD – superoxid dismutáza.

4.6 Metódy štatistického spracovania výsledkov

Prvotné údaje získané z experimentov, chemických a mikrobiologických analýz boli vyhodnotené podľa základnej štatistickej charakteristiky ($\bar{x}$ = aritmetický priemer, s = smerodajná odchýlka, v_k = variačný koeficient) a ANOVA v programe SAS verzia 8.1. Výsledky boli spracované formou tabuliek a grafov.

5 Výsledky

5.1 Ukazovatele chemickej analýzy lucernovej múčky

Antioxidačná charakteristika lucernovej múčky vo vegetačnej fáze pukov, ktorá bola použitá na výrobu kŕmnych zmesí s podielom 2, 4 a 6 % je uvedená v tabuľke 9.

Tab. 8 Ukazovatele chemickej analýzy lucernovej múčky použitej v experimentoch

Ukazovateľ	Merná jednotka	Hodnota
Sušina	g.kg ⁻¹	912,92
Voda	g.kg ⁻¹	87,08
Dusíkaté látky	g.kg ⁻¹	172,52
Hrubá vláknina	g.kg ⁻¹	272,17
Tuk	g.kg ⁻¹	18,37
Popoloviny	g.kg ⁻¹	82,07
Bezdušikaté látky výtlačkové	g.kg ⁻¹	367,80
Organická hmota	g.kg ⁻¹	830,85
Asparagín	g.kg ⁻¹	17,42
Treonín	g.kg ⁻¹	6,88
Serín	g.kg ⁻¹	6,34
Glutanín	g.kg ⁻¹	14,62
Prolín	g.kg ⁻¹	10,71
Glycín	g.kg ⁻¹	6,74
Alanín	g.kg ⁻¹	6,98
Valín	g.kg ⁻¹	8,09
Izoleucín	g.kg ⁻¹	6,34
Leucín	g.kg ⁻¹	10,64
Tyrozín	g.kg ⁻¹	3,66
Fenylalanín	g.kg ⁻¹	6,78
Histidín	g.kg ⁻¹	3,85
Lyzín	g.kg ⁻¹	7,56
Arginín	g.kg ⁻¹	7,24
Metionín	g.kg ⁻¹	1,72
Cystín	g.kg ⁻¹	1,33

Lucernová múčka použitá v našich experimentoch dosiahla % inhibície DPPH[•] 26,64. V jednom kg obsahovala 543 mg polyfenolov, 143 mg flavonoidov a 293 mg karotenoidov.

Tab. 9 Antioxidačná charakteristika lucernovej múčky

Antioxidačný ukazovateľ	Merná jednotka	$\bar{x} \pm s$
Inhibícia DPPH [•]	%	26,64±0,30
Obsah polyfenolov	mg.kg ⁻¹	543±5
Obsah flavonoidov	mg.kg ⁻¹	143±2
Obsah karotenoidov	mg.kg ⁻¹	293±8

$\bar{x}$ – aritmetický priemer, s – smerodajná odchýlka

Obsah mastných kyselín v lucernovej múčke, ktorá bola použitá v experimentoch je uvedený v tabuľke 10.

Tab. 10 Obsah mastných kyselín v lucernovej múčke

Ukazovateľ	%	Ukazovateľ	%
Kyselina kaprylová	0,000	Kyselina linolová	32,854
Kyselina kaprinová	0,084	Kyselina linolenová	25,072
Kyselina laurová	0,207	Kyselina arachová	0,292
Kyselina myristová	0,760	Kyselina arachidonová	0,000
Kyselina palmitová	16,822	Kyselina behenová	0,637
Kyselina palmito-olejová	0,962	Kyselina eruková	0,236
Kyselina stearová	4,299	Kyselina lignocerová	0,889
Kyselina olejová	16,887	Spolu	100,00

5.2 Výsledky – 1. experiment

5.2.1 Telesná hmotnosť kurčiat

Štatistická charakteristika telesnej hmotnosti kurčiat určených na produkciu mäsa na konci 1. experimentu je uvedená v tabuľke 11.

Priemerná telesná hmotnosť kurčiat určených na produkciu mäsa bola na konci 1. experimentu v skupine s podielom 2 % lucernovej múčky 1727,6 g, v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 1694,62 g a v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky 1552,8 g. V kontrolnej skupine kurčatá dosiahli priemernú telesnú hmotnosť 1716,8 g.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky telesnej hmotnosti kurčiat určených na produkciu mäsa na konci 1. experimentu vyplýva, že najnižšie kolísanie hodnôt telesnej hmotnosti bolo v skupine s podielom 2 % lucernovej múčky, ($s = 212,27$ g a $v_k = 12,29$ %). Najvyššie kolísanie hodnôt telesnej hmotnosti bolo zaznamenané v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky ($s = 224,64$ g a $v_k = 14,47$ %). V kontrolnej skupine bola hodnota smerodajnej odchýlky na úrovni 212,97 g a hodnota variačného koeficientu na úrovni 12,41 %. V skupine s podielom 4 % lucernovej múčky bola hodnota smerodajnej odchýlky na úrovni 214,48 g a hodnota variačného koeficientu na úrovni 12,66 %.

Tab. 11 Štatistická charakteristika telesnej hmotnosti kurčiat určených na produkciu mäsa na konci 1. experimentu

Ukazovateľ	Skupina			
	kontrolná	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
$\bar{x}$, g	1716,80	1727,60	1694,62	1552,80
s, g	212,97	212,27	214,48	224,64
v_k , %	12,41	12,29	12,66	14,47

$\bar{x}$ – priemerná hodnota telesnej hmotnosti, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 2 % – skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 6 % – skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Štatistické vyhodnotenie rozdielov telesnej hmotnosti medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa na konci 1. experimentu je uvedené v tabuľke 12.

Tab. 12 Štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov telesnej hmotnosti medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa na konci 1. experimentu

F-test	3,54		
Scheffeho test	$P_{0,05}$		
Skupina	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
kontrolná	-	-	-
pokusná 2 %		-	+
pokusná 4 %			-

$P_{0,05}$ – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 2 % – skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 6 % – skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Rozdiely v telesnej hmotnosti kurčiat určených na produkciu mäsa na konci 1. experimentu boli štatisticky preukazné ($P < 0,05$) medzi skupinou s podielom 2 % lucernovej múčky a skupinou s podielom 6 % lucernovej múčky. Rozdiely v telesnej

hmotnosti medzi ostatnými skupinami na konci experimentu neboli štatisticky preukazné ($P > 0,05$).

5.2.2 Mikrobiologické osídlenie chýmusu slepých čriev

Priemerné počty buniek *Lactobacillus* sp., *Enterococcus* sp. a koliformných baktérií v chýmuse slepých čriev kurčiat určených na produkciu mäsa vyjadrené v log KTJ.g⁻¹ v 1. experimente sú uvedené v tabuľke 13.

Tab. 13 Priemerný počet buniek *Lactobacillus* sp., *Enterococcus* sp. a koliformných baktérií mikrobiologického osídlenia v chýmuse slepých čriev kurčiat určených na produkciu mäsa vyjadrené v log KTJ.g⁻¹, 1. experiment

Druh	Skupina			
	kontrolná	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
<i>Lactobacillus</i> sp. $\bar{x}$, log KTJ.g ⁻¹	8,82	8,41	7,79	8,10
<i>Enterococcus</i> sp. $\bar{x}$, log KTJ.g ⁻¹	7,75	7,71	7,32	7,89
Koliformné baktérie $\bar{x}$, log KTJ.g ⁻¹	7,08	6,96	6,57	7,40

$\bar{x}$ – priemerná hodnota mikroorganizmov, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 2 % – skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 6 % – skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Najvyšší počet buniek *Lactobacillus* sp. v chýmuse slepých čriev bol v kontrolnej skupine 8,82 log KTJ.g⁻¹ a najnižší počet v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 7,79 log KTJ.g⁻¹.

Najvyšší počet buniek *Enterococcus* sp. v chýmuse slepých čriev bol v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky 7,89 log KTJ.g⁻¹ a najnižší počet v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 7,32 log KTJ.g⁻¹.

Najvyšší počet buniek koliformných baktérií v chýmuse slepých čriev bol v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky 7,40 log KTJ.g⁻¹ a najnižší počet v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 6,57 log KTJ.g⁻¹.

5.2.3 Sušina v mäse kurčiat

Štatistická charakteristika obsahu sušiny v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 1. experimente je uvedená tabuľke 14.

Tab. 14 Štatistická charakteristika sušiny v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa, 1. experiment

Ukazovateľ	Skupina			
	kontrolná	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
$\bar{x}$, g.100 g ⁻¹	29,91	28,73	30,37	28,99
s, g.100 g ⁻¹	2,01	1,46	1,63	2,08
v _k , %	6,72	5,09	5,35	7,18

$\bar{x}$ – priemerná hodnota sušiny, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 2 % – skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 6 % – skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Priemerný obsah sušiny v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa bol v skupine s podielom 2 % lucernovej múčky 28,73 g.100 g⁻¹, v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 30,37 g.100 g⁻¹ a v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky 28,99 g.100 g⁻¹. V kontrolnej skupine bol obsah sušiny v mäse 29,91 g.100 g⁻¹.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky obsahu sušiny v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 1. experimente vyplýva, že najnižšie kolísanie obsahu sušiny v mäse bolo v skupine s podielom 2 % lucernovej múčky (s = 1,46 g.100 g⁻¹ a v_k = 5,09 %). Najvyššie kolísanie obsahu sušiny v mäse bolo zaznamenané v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky. Smerodajná odchýlka mala hodnotu 2,08 g.100 g⁻¹ a variačný koeficient 7,18 %. V kontrolnej skupine bola hodnota smerodajnej odchýlky na úrovni 2,01 g.100 g⁻¹ a hodnota variačného koeficientu na úrovni 6,72 %. V skupine s podielom 4 % lucernovej múčky bola hodnota smerodajnej odchýlky na úrovni 1,63 g.100 g⁻¹ a hodnota variačného koeficientu 5,35 %.

Tab. 15 Štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov obsahu sušiny v mäse medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa, 1. experiment

F-test	2,70		
Scheffeho test	P _{0,05}		
Skupina	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
kontrolná	-	-	-
pokusná 2 %		-	-
pokusná 4 %			-

P_{0,05} – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 2 % – skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 6 % – skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov obsahu sušiny v mäse medzi jednotlivými skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa v 1. experimente je uvedené v tabuľke 15.

Rozdiely obsahu sušiny v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 1. experimente medzi jednotlivými skupinami neboli štatisticky preukazné ($P > 0,05$).

5.2.4 Tuk v mäse kurčiat

Štatistická charakteristika obsahu tuku v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 1. experimente je uvedená v tabuľke 16.

Tab. 16 Štatistická charakteristika tuku v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa, 1. experiment

Ukazovateľ	Skupina			
	kontrolná	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
$\bar{x}$, g.100 g ⁻¹	2,41	2,85	3,35	2,14
s, g.100 g ⁻¹	1,02	0,66	1,04	0,74
v_k , %	42,43	23,14	30,92	34,76

$\bar{x}$ – priemerná hodnota tuku v mäse, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 2 % – skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 6 % – skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Priemerný obsah tuku v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v skupine s podielom 2 % lucernovej múčky bol 2,85 g.100 g⁻¹, v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 3,35 g.100 g⁻¹ a v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky 2,14 g.100 g⁻¹. V kontrolnej skupine bol obsah tuku 2,41 g.100 g⁻¹.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky obsahu tuku v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 1. experimente vyplýva, že najnižšie kolísanie obsahu tuku v mäse bolo v skupine s podielom 2 % lucernovej múčky ($s = 0,66$ g.100 g⁻¹ a $v_k = 23,14$ %). Najvyššie kolísanie obsahu tuku v mäse bolo zaznamenané v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky. Smerodajná odchýlka mala hodnotu 1,04 g.100 g⁻¹ a variačný koeficient 30,92 %. V kontrolnej skupine bola hodnota smerodajnej odchýlky 1,02 g.100 g⁻¹ a variačného koeficientu 42,43 %. V skupine s podielom 6 % lucernovej múčky bola hodnota smerodajnej odchýlky 0,74 g.100 g⁻¹ a variačného koeficientu na úrovni 34,76 %.

Štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov obsahu tuku v mäse medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa v 1. experimente je uvedené v tabuľke 17.

Rozdiely obsahu tuku v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 1. experimente boli preukazné ($P < 0,05$) medzi skupinou s podielom 4 % lucernovej múčky a skupinou s podielom 6 % lucernovej múčky. Rozdiely medzi ostatnými skupinami neboli štatisticky preukazné ($P > 0,05$).

Tab. 17 Štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov obsahu tuku v mäse medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa, 1. experiment

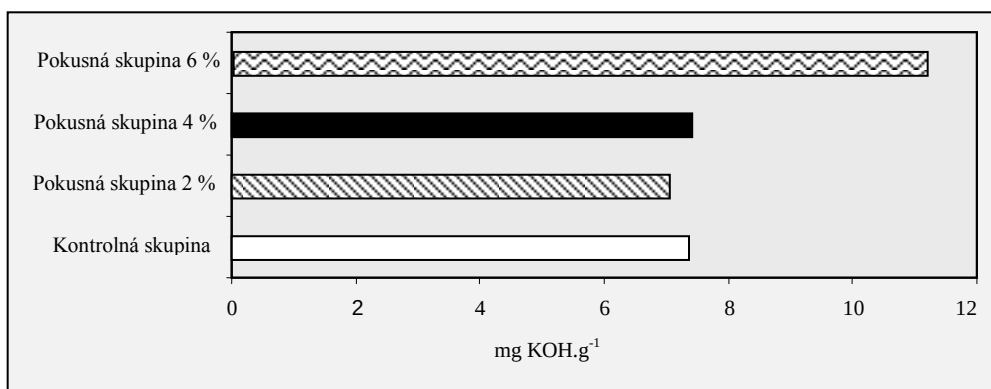
F-test	4,45⁺⁺		
Scheffeho test	P_{0,05}		
Skupina	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
kontrolná	-	-	-
pokusná 2 %		-	-
pokusná 4 %			+

P_{0,05} – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 2 % – skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 6 % – skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi

5.2.5 Číslo kyslosti tuku

Číslo kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C

Priemerné číslo kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 1. experimente je znázornené na obrázku 3.



Obr. 3 Priemerné číslo kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C vyjadrené v mg KOH.g⁻¹ tuku, 1. experiment

kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 2 % – skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 6% – skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi

Najnižšie priemerné číslo kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 1. experimente bolo v skupine s podielom 2 % lucernovej múčky 7,06 mg KOH.g⁻¹ tuku a najvyššie skupine s podielom 6 % lucernovej múčky 11,18 mg KOH.g⁻¹ tuku. V skupine s podielom 4 % lucernovej múčky bola priemerná hodnota čísla kyslosti tuku stanovená na úrovni 7,42 mg KOH.g⁻¹ tuku. V kontrolnej skupine bolo priemerné číslo kyslosti tuku 7,37 mg KOH.g⁻¹ tuku.

Štatistická charakteristika čísla kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 1. experimente je uvedená v tabuľke 18.

Tab. 18 Štatistická charakteristika čísla kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, 1. experiment

Ukazovateľ	Skupina			
	kontrolná	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
$\bar{x}$, mg KOH.g ⁻¹	7,37	7,06	7,42	11,18
s, mg KOH.g ⁻¹	2,72	0,89	2,08	5,36
v_k , %	38,86	12,55	28,04	47,99

$\bar{x}$ – priemerné číslo kyslosti tuku, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 2 % – skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 6 % – skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Z výsledkov štatistickej charakteristiky čísla kyslosti tuku v 1. experimente po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C vyplýva, že najnižšie kolísanie hodnôt čísla kyslosti tuku bolo v skupine s podielom 2 % lucernovej múčky (s = 0,89 mg KOH.g⁻¹ tuku, v_k = 12,55 %). Najvyššie kolísanie hodnôt čísla kyslosti tuku bolo v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky, kde smerodajná odchýlka dosiahla hodnotu 5,36 mg KOH.g⁻¹ tuku a variačný koeficient 47,99 %. V kontrolnej skupine bola hodnota smerodajnej odchýlky na úrovni 2,72 mg KOH.g⁻¹ tuku a hodnota variačného koeficientu na úrovni 38,86 %. V skupine s podielom 4 % lucernovej múčky bola hodnota smerodajnej odchýlky na úrovni 2,08 mg KOH.g⁻¹ tuku a hodnota variačného koeficientu na úrovni 28,04 %.

Tab. 19 Štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov čísla kyslosti tuku medzi skupinami po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, 1. experiment

F-test	2,10 ⁻		
Scheffeho test	P _{0,05}		
Skupina	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
kontrolná	-	-	-
pokusná 2 %	-	-	-
pokusná 4 %	-	-	-

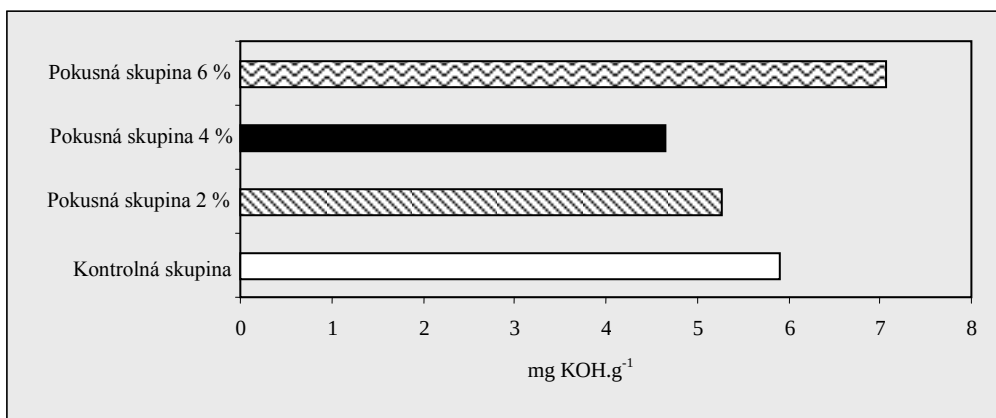
P_{0,05} – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, skupina 2 % – pokusná skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, skupina 4 % – pokusná skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, skupina 6 % – pokusná skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov čísla kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C medzi skupinami v 1. experimente je uvedené v tabuľke 19.

Rozdiely čísla kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C v 1. experimente medzi skupinami neboli štatisticky preukazné ($P>0,05$).

Číslo kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C

Priemerné číslo kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C v 1. experimente je znázornená na obrázku 4.



Obr. 4 Priemerné číslo kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C vyjadrené v mg KOH.g⁻¹ tuku, 1. experiment

kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, skupina 2 % – pokusná skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, skupina 4 % – pokusná skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, skupina 6% – pokusná skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi

Najnižšie priemerné číslo kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C bolo v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky na úrovni 4,65 mg KOH.g⁻¹ tuku a najvyššie v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky 7,07 mg KOH.g⁻¹ tuku. V skupine s podielom 2 % lucernovej múčky bola priemerná hodnota čísla kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C 5,26 mg KOH.g⁻¹ tuku. V kontrolnej skupine bolo priemerné číslo kyslosti tuku 5,90 mg KOH.g⁻¹ tuku.

Štatistická charakteristika čísla kyslosti tuku v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 1. experimente po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C je uvedená v tabuľke 20.

Na základe výsledkov štatistickej charakteristiky čísla kyslosti tuku v 1. experimente po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C vyplýva, že najnižšie kolísanie hodnôt čísla kyslosti bolo v kontrolnej skupine ($s = 1,04$ mg KOH.g⁻¹ tuku a $v_k = 17,60$ %). Najvyššie kolísanie hodnôt čísla kyslosti bolo v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky, kde smerodajná odchýlka dosiahla hodnotu 2,74 mg KOH.g⁻¹ tuku a variačný koeficient 38,68 %. V skupine s podielom 2 % lucernovej múčky bola hodnota smerodajnej odchýlky na úrovni 1,77 mg KOH.g⁻¹ tuku a variačného koeficientu 33,57 %. V skupine s podielom 4 % lucernovej múčky bola hodnota smerodajnej odchýlky na úrovni 1,43 mg KOH.g⁻¹ tuku a hodnota variačného koeficientu na úrovni 30,84 %.

Tab. 20 Štatistická charakteristika čísla kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, 1. experiment

Ukazovateľ	Skupina			
	kontrolná	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
$\bar{x}$, mg KOH.g ⁻¹	5,90	5,26	4,65	7,07
s , mg KOH.g ⁻¹	1,04	1,77	1,43	2,74
v_k , %	17,60	33,57	30,84	38,68

$\bar{x}$ – priemerná hodnota čísla kyslosti tuku, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 2 % – skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 6 % – skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Rozdiely čísla kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 1. experimente medzi skupinami neboli štatisticky preukazné ($P > 0,05$). Štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov čísla kyslosti tuku medzi skupinami po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 1. experimente je uvedené v tabuľke 21.

Tab. 21 Štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov čísla kyslosti tuku medzi skupinami po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, 1. experiment

F-test	1,74		
Scheffeho test	$P_{0,05}$		
Skupina	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
kontrolná	-	-	-
pokusná 2 %		-	-
pokusná 4 %			-

$P_{0,05}$ – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 2 % – skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 6 % – skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

5.2.6 Peroxidové číslo tuku

Peroxidové číslo tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C

Priemerné peroxidové číslo tuku, minimálna a maximálna hodnota peroxidového čísla tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 1. experimente sú uvedené v tabuľke 22.

Priemerné peroxidové číslo tuku bolo po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 1. experimente v skupine s podielom 2 % lucernovej múčky 6,84 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$, v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 8,2 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$

a v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky 8,45 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$. V kontrolnej skupine dosiahlo priemerné peroxidové číslo tuku hodnotu 13,39 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky peroxidového čísla tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ v 1. experimente je zrejmé vysoké kolísanie hodnôt.

Minimálne hodnoty peroxidového čísla tuku sa pohybovali od 1,09 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine so 4 % lucernovej múčky, resp. 1,61 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine so 6 % lucernovej múčky, do 8,81 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v kontrolnej skupine. Maximálne hodnoty peroxidového čísla tuku sa pohybovali od 15,31 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine so 6 % lucernovej múčky do 19,23 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine so 4 % lucernovej múčky.

Peroxidové číslo tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$

Priemerné peroxidové číslo tuku, minimálna a maximálna hodnota peroxidového čísla tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ v 1. experimente sú uvedené v tabuľke 23.

Priemerné peroxidové číslo tuku bolo po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ v skupine s podielom 2 % lucernovej múčky 6,94 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$, v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 2,04 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ a v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky 11,84 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$. V kontrolnej skupine dosiahlo priemerné peroxidové číslo tuku hodnotu 4,92 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky peroxidového čísla tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ v 1. experimente vyplýva vysoké kolísanie hodnôt.

Tab. 22 Priemerné peroxidové číslo tuku, minimálna a maximálna hodnota peroxidového čísla tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1. experiment

Ukazovateľ	Skupina			
	kontrolná	pokusná 2 %	pokusná 4 %	pokusná 6 %
$\bar{x}$, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	13,39	6,84	8,20	8,45
min, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	8,81	2,01	1,09	1,61
max, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	18,82	19,03	19,23	15,31

$\bar{x}$ – priemerná hodnota peroxidového čísla tuku, min – minimálna hodnota peroxidového čísla tuku, max – maximálna hodnota peroxidového čísla tuku, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 2 % – skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 6 % – skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi

Tab. 23 Priemerné peroxidové číslo tuku, minimálna a maximálna hodnota peroxidového čísla tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, 1. experiment

Ukazovateľ	Skupina			
	kontrolná	pokusná 2%	pokusná 4%	pokusná 6%
$\bar{x}$, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	4,92	6,94	2,04	11,84
min, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	3,52	0,94	1,81	0,62
max, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	6,26	13,40	2,28	21,33

$\bar{x}$ – priemerná hodnota peroxidového čísla tuku, min – minimálna hodnota peroxidového čísla tuku, max – maximálna hodnota peroxidového čísla tuku, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 2 % – skupina s podielom 2 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 6 % – skupina s podielom 6 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi

Minimálne hodnoty peroxidového čísla tuku sa pohybovali od 0,62 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine so 6 % lucernovej múčky, resp. 0,94 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine s 2 % lucernovej múčky alebo 1,81 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine so 4 % lucernovej múčky do 3,52 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v kontrolnej skupine. Maximálne hodnoty peroxidového čísla tuku sa pohybovali od 2,28 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine so 4 % lucernovej múčky, resp. 6,26 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v kontrolnej skupine do 13,40 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine s 2 % lucernovej múčky, resp. 21,33 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine so 6 % lucernovej múčky.

5.3 Výsledky – 2. experiment

5.3.1 Telesná hmotnosť kurčiat

Štatistická charakteristika telesnej hmotnosti kurčiat určených na produkciu mäsa na konci 2. experimentu a štatistické vyhodnotenie rozdielov medzi skupinami sú uvedené v tabuľke 24.

Priemerná telesná hmotnosť kurčiat určených na produkciu mäsa bola na konci 2. experimentu v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 1709,6 g a v kontrolnej skupine 1685,6 g.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky telesnej hmotnosti kurčiat určených na produkciu mäsa na konci 2. experimentu vyplýva, že vyššie kolísanie telesných hmotností bolo v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky ($s = 166,85$ g a $v_k = 9,76$ %) oproti hodnotám v kontrolnej skupine ($s = 139,82$ g a $v_k = 8,30$ %).

Rozdiel v telesnej hmotnosti medzi skupinami na konci 2. experimentu nebol štatisticky preukazný ($P > 0,05$).

Tab. 24 Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov telesnej hmotnosti medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa na konci 2. experimentu

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, g	1685,60	1709,60
s, g	139,82	166,85
v_k , %	8,30	9,76
t-test $P_{0,05}$	0,58 ⁻	

$\bar{x}$ – priemerná hodnota telesnej hmotnosti, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, $P_{0,05}$ – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

5.3.2 Mikrobiologické osídlenie chýmusu slepých čriev

Priemerné počty buniek *Lactobacillus* sp., *Enterococcus* sp. a koliformných baktérií v chýmuse slepých čriev kurčiat určených na produkciu mäsa vyjadrené v log KTJ.g⁻¹ v 2. experimente sú uvedené v tabuľke 25.

Vyšší počet buniek *Lactobacillus* sp. v chýmuse slepých čriev bol v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 8,90 log KTJ.g⁻¹ v porovnaní s kontrolnou skupinou, v ktorej bol počet buniek *Lactobacillus* sp. na úrovni 8,72 log KTJ.g⁻¹.

Vyšší počet buniek *Enterococcus* sp. v chýmuse slepých čriev bol v kontrolnej skupine 7,76 log KTJ.g⁻¹ oproti skupine s podielom 4 % lucernovej múčky, v ktorej bol počet buniek *Enterococcus* sp. na úrovni 7,68 log KTJ.g⁻¹.

Tab. 25 Priemerný počet buniek *Lactobacillus* sp., *Enterococcus* sp. a koliformných baktérií v chýmuse slepých čriev kurčiat určených na produkciu mäsa vyjadrené v log KTJ.g⁻¹, 2. experiment

Druh	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
<i>Lactobacillus</i> sp. $\bar{x}$, log KTJ.g ⁻¹	8,72	8,90
<i>Enterococcus</i> sp. $\bar{x}$, log KTJ.g ⁻¹	7,76	7,68
Koliformné baktérie $\bar{x}$, log KTJ.g ⁻¹	7,49	7,42

$\bar{x}$ – priemerná hodnota mikroorganizmov, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Vyšší počet buniek koliformných baktérií v chýmuse slepých čriev bol v kontrolnej skupine 7,49 log KTJ.g⁻¹ oproti skupine s podielom 4 % lucernovej múčky, v ktorej bol počet buniek koliformných baktérií na úrovni 7,42 log KTJ.g⁻¹.

5.3.3 Sušina v mäse kurčiat

Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti obsahu sušiny v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 2. experimente sú uvedené v tabuľke 26.

Tab. 26 Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov obsahu sušiny v mäse medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa, 2. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, g.100 g ⁻¹	27,89	28,56
s, g.100 g ⁻¹	1,85	1,54
v_k , %	6,62	5,37
t-test $P_{0,05}$	0,34 ⁻	

$\bar{x}$ – priemerná hodnota sušiny, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, $P_{0,05}$ – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Priemerný obsah sušiny v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa bol v 2. experimente v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 28,56 g.100 g⁻¹ a v kontrolnej skupine 27,89 g.100 g⁻¹.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky obsahu sušiny v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 2. experimente vyplýva, že nižšie kolísanie obsahu sušiny v mäse bolo v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky ($s = 1,54$ g.100 g⁻¹ a $v_k = 5,37$ %) oproti hodnotám v kontrolnej skupine ($s = 1,85$ g.100 g⁻¹ a $v_k = 6,62$ %).

Rozdiely v obsahu sušiny v mäse medzi skupinami na konci 2. experimentu neboli štatisticky preukazné ($P > 0,05$).

5.3.4 Tuk v mäse kurčiat

Štatistická charakteristika obsahu tuku v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 2. experimente a štatistické vyhodnotenie rozdielov medzi skupinami sú uvedené v tabuľke 27.

Priemerný obsah tuku v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa bol nižší v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 2,33 g.100 g⁻¹ v porovnaní s obsahom tuku v mäse kurčiat kontrolnej skupiny 2,59 g.100 g⁻¹.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky obsahu tuku v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 2. experimente vyplýva, že nižšie kolísanie obsahu tuku v mäse bolo v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky ($s = 0,52$ g.100 g⁻¹ a $v_k = 22,14$ %)

oproti hodnotám v kontrolnej skupine kde bola smerodajná odchýlka na úrovni $0,81 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ a variačný koeficient 31,07 %.

Rozdiely v obsahu tuku v mäse medzi skupinami na konci 2. experimentu neboli štatisticky preukazné ($P > 0,05$).

Tab. 27 Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov obsahu tuku v mäse medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa, 2. experiment

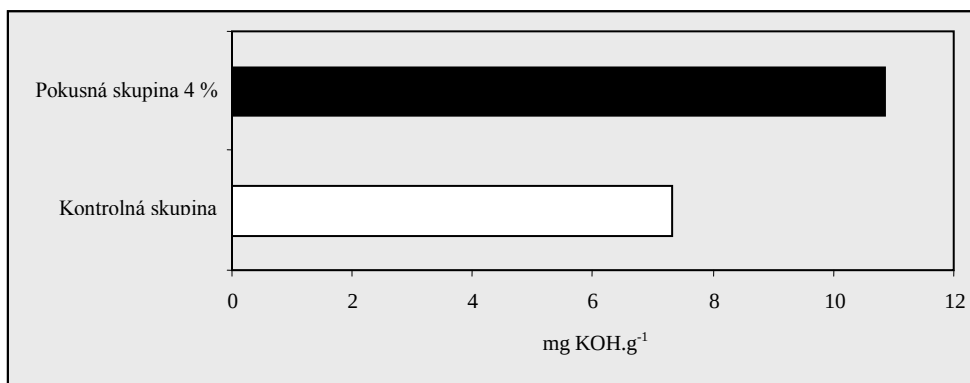
Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	2,59	2,33
s , $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$	0,81	0,52
v_k , %	31,07	22,14
t-test $P_{0,05}$	0,55	

$\bar{x}$ – priemerná hodnota obsahu tuku v mäse, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, $P_{0,05}$ – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi

5.3.5 Číslo kyslosti tuku

Číslo kyslosti tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C

Priemerné číslo kyslosti tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C je znázornené na obrázku 5.



Obr. 5 Priemerné číslo kyslosti tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C vyjadrené v mg KOH.g⁻¹ tuku, 2. experiment

Priemerné číslo kyslosti tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C v 2. experimente bolo vyššie v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky $10,86 \text{ mg KOH} \cdot \text{g}^{-1}$ tuku v porovnaní s číslom kyslosti tuku v kontrolnej skupine $7,31 \text{ mg KOH} \cdot \text{g}^{-1}$ tuku.

Štatistická charakteristika čísla kyslosti tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 2. experimente a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov medzi skupinami sú uvedené v tabuľke 28.

Tab. 28 Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov čísla kyslosti tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C medzi skupinami, 2. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, mg KOH.g ⁻¹	7,31	10,86
s, mg KOH.g ⁻¹	1,52	4,61
v_k , %	20,79	42,47
t-test $P_{0,05}$	0,14 ⁻	

$\bar{x}$ – priemerná hodnota čísla kyslosti tuku, s – smerodajná odchýlka,¹ v_k – variačný koeficient, $P_{0,05}$ - hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Na základe výsledkov štatistickej charakteristiky čísla kyslosti tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 2. experimente vyplýva, že nižšie kolísanie hodnôt bolo v kontrolnej skupine ($s = 1,52$ mg KOH.g⁻¹ tuku a $v_k = 20,79$ %). Vyššie kolísanie hodnôt čísla kyslosti tuku bolo v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky, kde smerodajná odchýlka dosiahla hodnotu 4,61 mg KOH.g⁻¹ tuku a variačný koeficient hodnotu 42,47 %.

Rozdiel v číse kyslosti tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 2. experimente medzi skupinami nebol štatisticky preukazný ($P > 0,05$).

5.3.6 Peroxidové číslo tuku

Peroxidové číslo tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C

Priemerné peroxidové číslo tuku, minimálna a maximálna hodnota peroxidového čísla tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 2. experimente sú uvedené v tabuľke 29.

Minimálna hodnota peroxidového čísla tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 2. experimente bola 0,75 $\mu\text{mol O}_2\text{.g}^{-1}$ skupine s podielom 4 % lucernovej múčky a minimálna hodnota peroxidového čísla v kontrolnej skupine bola 1,24 $\mu\text{mol O}_2\text{.g}^{-1}$.

Maximálna hodnota peroxidového čísla tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 2. experimente bola 7,4 $\mu\text{mol O}_2\text{.g}^{-1}$ v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky a 17,76 $\mu\text{mol O}_2\text{.g}^{-1}$ v kontrolnej skupine.

Priemerné peroxidové číslo tuku mäsa po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 2. experimente bolo nižšie v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 2,42 $\mu\text{mol O}_2\text{.g}^{-1}$ oproti priemernému peroxidovému číslu tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 2. experimente v kontrolnej skupine 5,79 $\mu\text{mol O}_2\text{.g}^{-1}$.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky peroxidového čísla tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 2. experimente vyplýva vysoké kolísanie hodnôt peroxidového čísla.

Tab. 29 Priemerné peroxidové číslo tuku, minimálna a maximálna hodnota peroxidového čísla tuku po 9 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, 2. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	5,79	2,42
min, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	1,24	0,75
max, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	17,76	7,40

$\bar{x}$ – priemerná hodnota peroxidového čísla tuku, min – minimálna hodnota peroxidového čísla tuku, max – maximálna hodnota peroxidového čísla tuku, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi

5.4 Výsledky – 3. experiment

5.4.1 Sušina v mäse kurčiat

Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov obsahu sušiny v mäse medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa v 3. experimente sú uvedené v tabuľke 30.

Tab. 30 Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov obsahu sušiny v mäse medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa, 3. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, $\text{g}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$	28,63	27,07
s, $\text{g}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$	1,82	1,03
v_k , %	6,35	3,80
t-test $P_{0,05}$	0,0011 ⁺	

$\bar{x}$ – priemerná hodnota sušiny v mäse, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, $P_{0,05}$ – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v kŕmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi

Priemerný obsah sušiny v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa bol nižší v pokusnej skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 27,07 g.100 g⁻¹ v porovnaní s priemerným obsahom sušiny v mäse kurčiat kontrolnej skupiny 28,63 g.100 g⁻¹.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky obsahu sušiny v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 3. experimente vyplýva, že nižšie kolísanie hodnôt bolo

v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky ($s = 1,03 \text{ g.100 g}^{-1}$ a $v_k = 3,80 \%$) oproti hodnotám v kontrolnej skupine, kde bola smerodajná odchýlka na úrovni $1,82 \text{ g.100 g}^{-1}$ a variačný koeficient na úrovni 6,35 %.

Rozdiel v obsahu sušiny v mäse medzi skupinami v 3. experimente bol štatisticky preukazný ($P < 0,05$).

5.4.2 Tuk v mäse kurčiat

Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti obsahu tuku v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 3. experimente sú uvedené v tabuľke 31.

Priemerný obsah tuku v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa bol nižší v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky $3,14 \text{ g.100 g}^{-1}$ v porovnaní s priemerným obsahom tuku v mäse kurčiat kontrolnej skupiny $3,59 \text{ g.100 g}^{-1}$.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky obsahu tuku v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 3. experimente vyplýva, že nižšie kolísanie hodnôt bolo v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky ($s = 0,78 \text{ g.100 g}^{-1}$ a $v_k = 24,96 \%$) oproti hodnotám v kontrolnej skupine, kde bola smerodajná odchýlka na úrovni $1,07 \text{ g.100 g}^{-1}$ a variačný koeficient 29,71 %.

Rozdiel v obsahu tuku v mäse medzi skupinami v 3. experimente nebol štatisticky preukazný ($P > 0,05$).

Tab. 31 Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie rozdielov preukaznosti obsahu tuku v mäse medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa, 3. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, g.100 g ⁻¹	3,59	3,14
s, g.100 g ⁻¹	1,07	0,78
v_k , %	29,71	24,96
t-test $P_{0,05}$	0,12	

$\bar{x}$ – priemerná hodnota tuku v mäse, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, $P_{0,05}$ – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

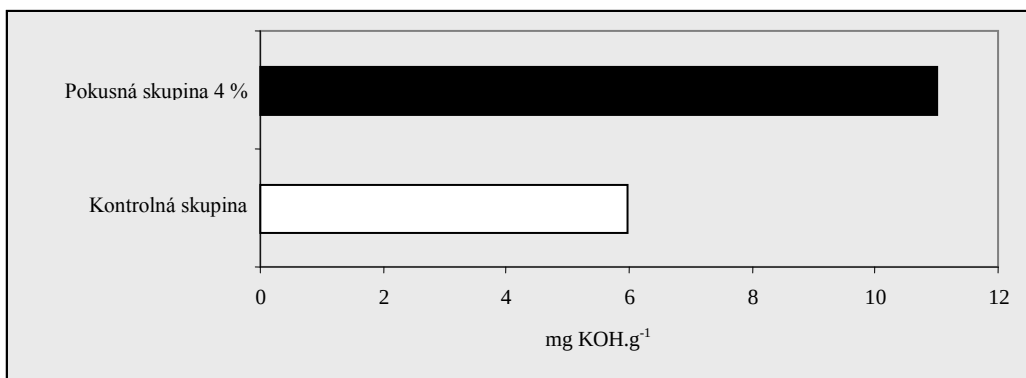
5.4.3 Číslo kyslosti tuku

Číslo kyslosti tuku mäsa pred uskladnením

Priemerné číslo kyslosti tuku mäsa pred uskladnením hneď po zabití kurčiat určených na produkciu mäsa v 3. experimente je znázornené na obrázku 6.

Priemerné číslo kyslosti tuku mäsa pred uskladnením hneď po zabití kurčiat určených na produkciu mäsa v 3. experimente bolo vyššie v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky na úrovni $11,01 \text{ mg KOH.g}^{-1}$ tuku v porovnaní s priemerným číslom kyslosti tuku mäsa pred uskladnením hneď po zabití kurčiat určených na produkciu mäsa kontrolnej skupiny $5,96 \text{ mg KOH.g}^{-1}$ tuku.

Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie čísla kyslosti tuku v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa v 3. experimente pred uskladnením hneď po zabíí kurčiat sú uvedené v tabuľke 32.



Obr. 6 Priemerné číslo kyslosti tuku mäsa pred uskladnením hneď po zabíí kurčiat určených na produkciu mäsa vyjadrené v mg KOH.g⁻¹ tuku, 3. experiment

Tab. 32 Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov čísla kyslosti tuku v mäse pred uskladnením hneď po zabíí medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa, 3. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, mg KOH.g ⁻¹	5,96	11,01
s, mg KOH.g ⁻¹	1,53	3,10
v_k , %	25,69	28,15
t-test $P_{0,05}$	0,0051 ⁻	

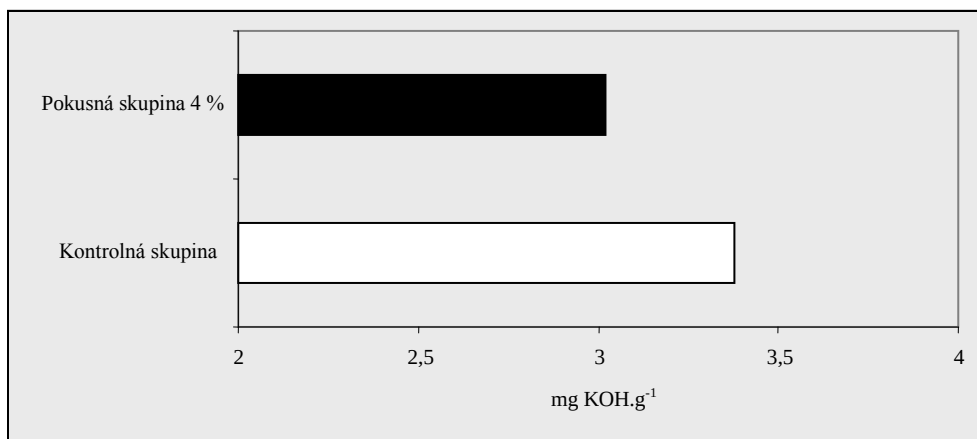
$\bar{x}$ – priemerná hodnota čísla kyslosti tuku, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, $P_{0,05}$ – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Na základe výsledkov štatistickej charakteristiky čísla kyslosti tuku mäsa pred uskladnením hneď po zabíí kurčiat určených na produkciu mäsa v 3. experimente vyplýva, že nižšie kolísanie hodnôt bolo v kontrolnej skupine ($s = 1,53$ mg KOH.g⁻¹ tuku a $v_k = 25,69$ %). Vyššie kolísanie hodnôt čísla kyslosti bolo v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky, kde smerodajná odchýlka dosiahla hodnotu 3,10 mg KOH.g⁻¹ tuku a variačný koeficient 28,15 %.

Rozdiel v čísle kyslosti tuku mäsa pred uskladnením hneď po zabíí kurčiat určených na produkciu mäsa medzi skupinami v 3. experimente nebol štatisticky preukazný ($P > 0,05$).

Číslo kyslosti tuku po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C

Priemerné číslo kyslosti tuku po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente je znázornené na obrázku 7.



Obr. 7 Priemerné číslo kyslosti tuku po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C vyjadrené v mg KOH.g⁻¹ tuku, 3. experiment

Priemerné číslo kyslosti tuku po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente bolo v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky na úrovni 3,02 mg KOH.g⁻¹ tuku a je nižšie v porovnaní s priemerným číslom kyslosti tuku po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C kontrolnej skupiny 3,38 mg KOH.g⁻¹ tuku.

Štatistická charakteristika čísla kyslosti tuku po 6 mesiacoch skladovania pri -18 °C v 3. experimente a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov medzi skupinami sú uvedené v tabuľke 33.

Tab. 33 Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov čísla kyslosti tuku po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa, 3. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, mg KOH.g ⁻¹	3,38	3,02
s, mg KOH.g ⁻¹	0,31	0,49
v_k , %	9,19	16,35
t-test $P_{0,05}$	0, 20 ⁻	

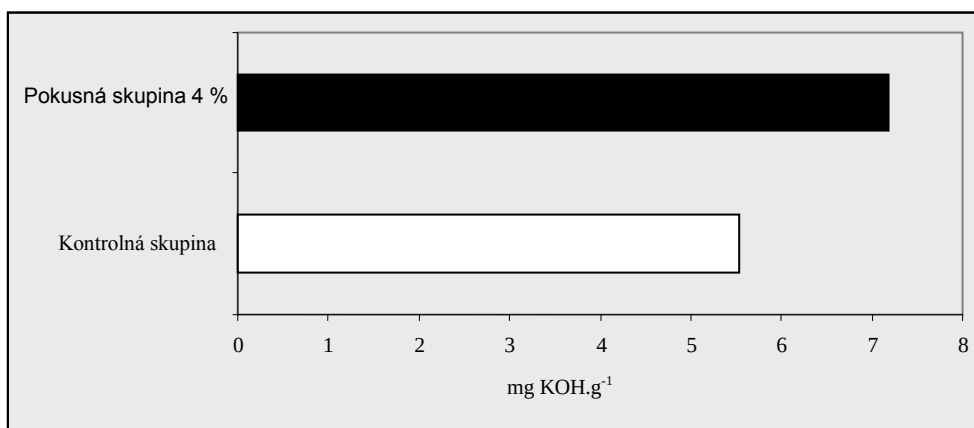
$\bar{x}$ – priemerná hodnota čísla kyslosti tuku, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, $P_{0,05}$ – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Z výsledkov štatistickej charakteristiky čísla kyslosti tuku po 6 mesiacoch skladovania vyplýva, že nižšie kolísanie hodnôt čísla kyslosti bolo v kontrolnej skupine ($s = 0,31 \text{ mg KOH.g}^{-1}$ tuku a $v_k = 9,19 \%$). Vyššie kolísanie hodnôt čísla kyslosti bolo v skupine s podielom 4% lucernovej múčky, kde smerodajná odchýlka dosiahla hodnotu $0,49 \text{ mg KOH.g}^{-1}$ tuku a variačný koeficient hodnotu $16,35 \%$.

Rozdiel v číse kyslosti tuku po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa v 3. experimente nebol štatisticky preukazný ($P > 0,05$).

Číslo kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C

Priemerné číslo kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C v 3. experimente je znázornené na obrázku 8.



Obr. 8 Priemerné číslo kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C vyjadrené v mg KOH.g^{-1} tuku, 3. experiment

Priemerné číslo kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C v 3. experimente bolo v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky na úrovni $7,19 \text{ mg KOH.g}^{-1}$ tuku a bolo vyššie v porovnaní s priemerným číslom kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania pri -18°C v 3. experimente kontrolnej skupiny $5,53 \text{ mg KOH.g}^{-1}$ tuku.

Štatistická charakteristika čísla kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov medzi skupinami v 3. experimente sú uvedené v tabuľke 34.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky čísla kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C v 3. experimente vyplýva, že nižšie kolísanie hodnôt čísla kyslosti bolo v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky ($s = 1,60 \text{ mg KOH.g}^{-1}$ tuku a $v_k = 22,22 \%$). Vyššie kolísanie hodnôt čísla kyslosti bolo v kontrolnej skupine, kde smerodajná odchýlka dosiahla hodnotu $2,40 \text{ mg KOH.g}^{-1}$ tuku a variačný koeficient hodnotu $43,41 \%$.

Rozdiel v číse kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa v 3. experimente nebol štatisticky preukazný ($P > 0,05$).

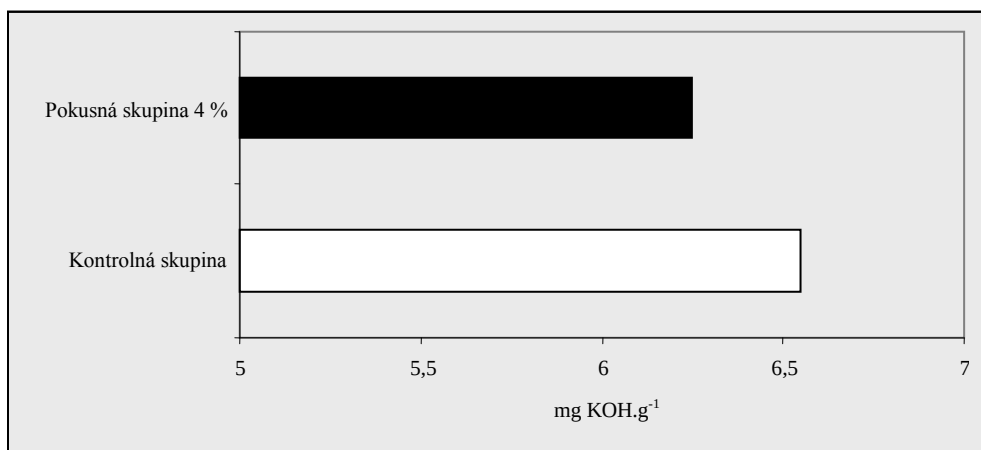
Tab. 34 Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov čísla kyslosti tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa, 3. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, mg KOH.g ⁻¹	5,53	7,19
s, mg KOH.g ⁻¹	2,40	1,60
v_k , %	43,41	22,22
t-test $P_{0,05}$	0, 21 ⁻	

$\bar{x}$ – priemerná hodnota čísla kyslosti tuku, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, $P_{0,05}$ – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Číslo kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C

Priemerné číslo kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente je znázornené na obrázku 9.



Obr. 9 Priemerné číslo kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C vyjadrené v mg KOH.g⁻¹ tuku, 3. experiment

Priemerné číslo kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky 6,25 mg KOH.g⁻¹ tuku bolo nižšie v porovnaní s priemerným číslom kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente v kontrolnej skupine 6,55 mg KOH.g⁻¹ tuku.

Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov čísla kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C medzi skupinami v 3. experimente sú uvedené v tabuľke 35.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky čísla kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente vyplýva, že nižšie kolísanie hodnôt

čísla kyslosti tuku bolo v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky ($s = 2,63 \text{ mg KOH.g}^{-1}$ tuku a $v_k = 42,15 \%$). Vyššie kolísanie hodnôt čísla kyslosti tuku bolo v kontrolnej skupine, kde smerodajná odchýlka dosiahla hodnotu $3,31 \text{ mg KOH.g}^{-1}$ tuku a variačný koeficient hodnotu $50,58 \%$.

Rozdiel v číse kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C medzi skupinami kurčiat určených na produkciu mäsa v 3. experimente nebol štatisticky preukazný ($P > 0,05$).

Tab. 35 Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov čísla kyslosti tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C medzi skupinami, 3. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, mg KOH.g ⁻¹	6,55	6,25
s, mg KOH.g ⁻¹	3,31	2,63
v_k , %	50,58	42,15
t-test $P_{0,05}$	0,88	

$\bar{x}$ – priemerná hodnota čísla kyslosti tuku, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, $P_{0,05}$ – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – pokusná skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

5.4.4 Súhrnné štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov čísla kyslosti tuku

Súhrnné štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov čísla kyslosti tuku medzi rozličnou dĺžkou skladovania mäsa pri -18°C a medzi skupinami kurčiat je uvedené v tabuľke 36.

Rozdiel v číse kyslosti tuku bol štatisticky preukazný ($P < 0,05$) medzi mäsom skladovaným 6 mesiacov pri -18°C kontrolnej skupiny a mäsom pred uskladnením hneď po zabití s podielom 4 % lucernovej múčky. Štatisticky preukazný rozdiel ($P < 0,05$) v číse kyslosti tuku bol medzi mäsom po 9 mesiacoch skladovania v kontrolnej skupine a mäsom po 6 mesiacoch skladovania pri -18°C skupiny s podielom 4 % lucernovej múčky. Rozdiel v číse kyslosti tuku bol štatisticky preukazný ($P < 0,05$) medzi mäsom pred uskladnením hneď po zabití kurčiat skupiny s podielom 4 % lucernovej múčky a mäsom po 6 mesiacoch skladovania skupiny s podielom 4 % lucernovej múčky. Rozdiel v číse kyslosti tuku bol štatisticky preukazný ($P < 0,05$) medzi mäsom po 6 mesiacoch skladovania kontrolnej skupiny a mäsom po 12 mesiacoch skladovania skupiny s podielom 6 % lucernovej múčky. Štatisticky preukazný rozdiel v číse kyslosti tuku bol preukazný ($P < 0,05$) medzi mäsom po 6 mesiacoch skladovania skupiny s podielom 4 % lucernovej múčky a mäsom po 12 mesiacoch skladovania skupiny s podielom 6 % lucernovej múčky.

Tab. 36 Štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov čísla kyslosti tuku medzi mäsom s rozličnou dĺžkou skladovania pri -18 °C a skupinami

F-test	5,79⁺⁺⁺												
Scheffeho test	P_{0,05}												
	Skupina												
	K06	K09	K12	K18	212	218	400	406	409	412	418	612	618
K00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K06		-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-
K09			-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
K12				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K18					-	-	-	-	-	-	-	-	-
212						-	-	-	-	-	-	-	-
218							-	-	-	-	-	-	-
400								+	-	-	-	-	-
406									-	-	-	+	-
409										-	-	-	-
412											-	-	-
418												-	-
612													-

K00 – kontrolná skupina s 0 % podielom lucernovej múčky a pred uskladnením, K06 – kontrolná skupina s 0 % podielom lucernovej múčky a dobou skladovania 6 mesiacov, K09 – kontrolná skupina s 0 % podielom lucernovej múčky a dobou skladovania 9 mesiacov, K12 – kontrolná skupina s 0 % podielom lucernovej múčky a dobou skladovania 12 mesiacov, K18 – kontrolná skupina s 0 % podielom lucernovej múčky a dobou skladovania 18 mesiacov, 212 – pokusná skupina s podielom 2 % lucernovej múčky a dobou skladovania 12 mesiacov, 218 – pokusná skupina s podielom 2 % lucernovej múčky a dobou skladovania 18 mesiacov, 400 – pokusná skupina s podielom 4 % lucernovej múčky a pred uskladnením, 406 – pokusná skupina s podielom 4 % lucernovej múčky a dobou skladovania 6 mesiacov, 409 – pokusná skupina s podielom 4 % lucernovej múčky a dobou skladovania 9 mesiacov, 412 – pokusná skupina s podielom 4 % lucernovej múčky a dobou skladovania 12 mesiacov, 418 – pokusná skupina s podielom 4 % lucernovej múčky a dobou skladovania 18 mesiacov, 612 – pokusná skupina s podielom 6 % lucernovej múčky a dobou skladovania 12 mesiacov, 618 – pokusná skupina s podielom 6 % lucernovej múčky a dobou skladovania 18 mesiacov

5.4.5 Peroxidové číslo tuku

Peroxidové číslo tuku po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C

Priemerné peroxidové číslo tuku po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, minimálna a maximálna hodnota peroxidového čísla tuku sú uvedené v tabuľke 37.

Priemerné peroxidové číslo tuku po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente bolo v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky na úrovni 0,66 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ a v kontrolnej skupine 0,43 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky peroxidového čísla tuku po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente vyplýva vysoké kolísanie hodnôt.

Minimálne hodnoty peroxidového čísla tuku po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente boli 0,24 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v kontrolnej skupine a 0,36 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky.

Maximálne hodnoty peroxidového čísla tuku po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente boli 0,67 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v kontrolnej skupine a 1,03 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky.

Tab. 37 Priemerné peroxidové číslo tuku, minimálna a maximálna hodnota peroxidového čísla tuku po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, 3. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	0,43	0,66
min, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	0,24	0,36
max, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	0,67	1,03

$\bar{x}$ – priemerná hodnota peroxidového čísla tuku, min – minimálna hodnota peroxidového čísla tuku, max – maximálna hodnota peroxidového čísla tuku, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Peroxidové číslo tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C

Priemerné peroxidové číslo tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, minimálna a maximálna hodnota peroxidového čísla tuku sú uvedené v tabuľke 38.

Tab. 38 Priemerné peroxidové číslo tuku, minimálna a maximálna hodnota peroxidového čísla tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, 3. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	6,46	2,61
min, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	1,33	1,23
max, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	9,94	3,68

$\bar{x}$ – priemerná hodnota peroxidového čísla tuku, min – minimálna hodnota peroxidového čísla tuku, max – maximálna hodnota peroxidového čísla tuku, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Priemerné peroxidové číslo tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente bolo v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky na úrovni 2,61 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ a v kontrolnej skupine 6,46 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky peroxidového čísla tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente vyplýva vysoké kolísanie hodnôt.

Minimálne hodnoty peroxidového čísla tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente boli 1,23 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky a 1,33 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v kontrolnej skupine.

Maximálne hodnoty peroxidového čísla tuku po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente boli 3,68 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky a 9,94 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v kontrolnej skupine.

Peroxidové číslo tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C

Priemerné peroxidové číslo tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, minimálna a maximálna hodnota peroxidového čísla tuku sú uvedené v tabuľke 39.

Tab. 39 Priemerné peroxidové číslo tuku, minimálna a maximálna hodnota peroxidového čísla tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, 3. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	0,40	5,87
min, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	0,21	0,23
max, $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$	0,61	13,13

$\bar{x}$ – priemerná hodnota peroxidového čísla tuku, min – minimálna hodnota peroxidového čísla tuku, max – maximálna hodnota peroxidového čísla tuku, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Priemerné peroxidové číslo tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente bolo v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky na úrovni 5,87 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ a v kontrolnej skupine 0,40 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky peroxidového čísla tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente vyplýva vysoké kolísanie hodnôt.

Minimálne hodnoty peroxidového čísla tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente boli 0,21 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v kontrolnej skupine a 0,23 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky.

Maximálne hodnoty peroxidového čísla tuku po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente boli 0,61 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v kontrolnej skupine a 13,13 $\mu\text{mol O}_2\cdot\text{g}^{-1}$ v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky.

5.4.6 Aktivita superoxid dismutázy

Aktivita superoxid dismutázy po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C

Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov aktivity superoxid dismutázy po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C medzi skupinami v 3. experimente sú uvedené v tabuľke 40.

Tab. 40 Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov aktivity superoxid dismutázy medzi skupinami po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, 3. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, U.g ⁻¹	14,08	14,57
s, U.g ⁻¹	0,61	0,57
v_k , %	4,32	3,92
t-test $P_{0,05}$	0,84 ⁻	

$\bar{x}$ – priemerná aktivita superoxid dismutázy, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, $P_{0,05}$ – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Priemerná aktivita superoxid dismutázy po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente bola v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky na úrovni 14,57 U.g⁻¹ a v kontrolnej skupine dosiahla takmer rovnakú hodnotu 14,08 U.g⁻¹.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky aktivity superoxid dismutázy po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C vyplýva, že vyššie kolísanie hodnôt bolo v kontrolnej skupine ($s = 0,61$ U.g⁻¹ a $v_k = 4,32$ %) oproti hodnotám v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky, kde bola smerodajná odchýlka na úrovni 0,57 U.g⁻¹ a variačný koeficient na úrovni 3,92 %.

Rozdiel v aktivite superoxid dismutázy po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C medzi skupinami v 3. experimente nebol štatisticky preukazný ($P > 0,05$).

Aktivita superoxid dismutázy po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C

Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov aktivity superoxid dismutázy po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C medzi skupinami v 3. experimente sú uvedené v tabuľke 41.

Priemerná aktivita superoxid dismutázy po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente bola v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky na úrovni 46,3 U.g⁻¹ a v kontrolnej skupine 38,6 U.g⁻¹.

Z výsledkov štatistickej charakteristiky aktivity superoxid dismutázy po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C vyplýva, že vyššie kolísanie hodnôt bolo v kontrolnej skupine ($s = 6,05$ U.g⁻¹ a $v_k = 15,89$ %) oproti hodnotám v skupine

s podielom 4 % lucernovej múčky, kde pri smerodajnej odchýlke a variačnom koeficiente boli zaznamenané nulové hodnoty.

Rozdiel v aktivite superoxid dismutázy po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C medzi skupinami v 3. experimente bol štatisticky preukazný ($P < 0,05$).

Tab. 41 Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov aktivity superoxid dismutázy medzi skupinami po 12 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, 3. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, U.g ⁻¹	38,6	46,3
s, U.g ⁻¹	6,05	0
v_k %	15,89	0
t-test $P_{0,05}$	3,05 ⁺	

$\bar{x}$ – priemerná aktivita superoxid dismutázy, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, $P_{0,05}$ – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

Aktivita superoxid dismutázy po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C

Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov aktivity superoxid dismutázy po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C medzi skupinami v 3. experimente sú uvedené v tabuľke 42.

Priemerná aktivita superoxid dismutázy po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C v 3. experimente bola v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky na úrovni 52,30 U.g⁻¹ a v kontrolnej skupine 34,58 U.g⁻¹.

Tab. 42 Štatistická charakteristika a štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov aktivity superoxid dismutázy medzi skupinami po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C, 3. experiment

Ukazovateľ	Skupina	
	kontrolná	pokusná 4 %
$\bar{x}$, U.g ⁻¹	34,58	52,30
s, U.g ⁻¹	13,81	10,00
v_k , %	39,94	19,12
t-test $P_{0,05}$	0,55 ⁺	

$\bar{x}$ – priemerná aktivita superoxid dismutázy, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient, $P_{0,05}$ – hladina významnosti 0,05, kontrolná skupina – 0 % podiel lucernovej múčky v krmnej zmesi, pokusná skupina 4 % – skupina s podielom 4 % lucernovej múčky v krmnej zmesi

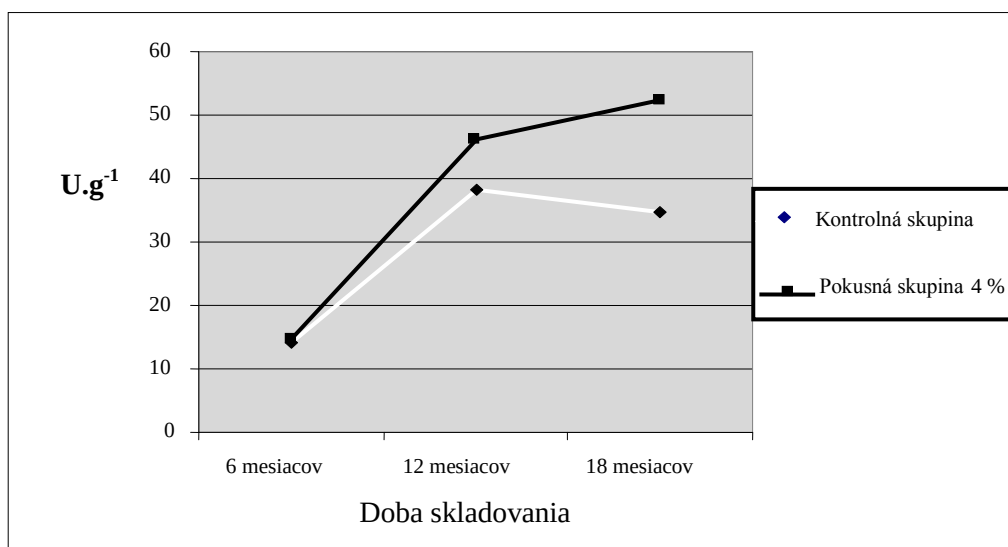
Z výsledkov štatistickej charakteristiky aktivity superoxid dismutázy po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C vyplýva, že vyššie kolísanie hodnôt bolo v kontrolnej skupine ($s = 13,81$ U.g⁻¹ a $v_k = 39,94$ %) oproti hodnotám

v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky, kde bola smerodajná odchýlka na úrovni 10,00 U.g⁻¹ a variačný koeficient na úrovni 19,12 %.

Rozdiel v aktivite superoxid dismutázy po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C medzi skupinami v 3. experimente bol štatisticky preukazný ($P < 0,05$).

Súhrnné štatistické vyhodnotenie preukaznosti rozdielov aktivity superoxid dismutázy medzi rozličnou dĺžkou skladovania mäsa pri -18 °C a skupinami kurčiat

Aktivity superoxid dismutázy v závislosti od rozličnej dĺžky skladovania mäsa pri -18 °C v skupinách je uvedený na obrázku 10 a štatistické vyhodnotenie rozdielov aktivít superoxid dismutázy medzi skupinami v tabuľke 43.



Obr. 10 Aktivita superoxid dismutázy v závislosti od rozličnej dĺžky skladovania mäsa pri -18 °C

Rozdiel v aktivite superoxid dismutázy v mäse kurčiat bol štatisticky preukazný ($P < 0,05$) medzi skupinou s podielom 4 % lucernovej múčky po 6 mesiacoch skladovania a skupinou s podielom 4 % lucernovej múčky po 12 mesiacoch skladovania a po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C. Rozdiel v aktivite superoxid dismutázy v mäse kurčiat bol štatisticky preukazný ($P < 0,05$) aj medzi skupinou s podielom 4 % lucernovej múčky po 6 mesiacoch skladovania a kontrolnou skupinou po 12 mesiacoch skladovania a kontrolnou skupinou po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C.

Rozdiel v aktivite superoxid dismutázy v mäse kurčiat bol štatisticky preukazný ($P < 0,05$) medzi kontrolnou skupinou po 6 mesiacoch skladovania a skupinou s podielom 4 % lucernovej múčky po 12 mesiacoch skladovania a po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C. Rozdiel v aktivite superoxid dismutázy v mäse kurčiat bol štatisticky preukazný ($P < 0,05$) aj medzi kontrolnou skupinou po 6 mesiacoch skladovania a kontrolnou skupinou po 12 mesiacoch skladovania a kontrolnou

skupinou po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C. Rozdiel v aktivite superoxid dismutázy v mäse kurčiat bol štatisticky preukazný ($P < 0,05$) medzi kontrolnou skupinou po 18 mesiacoch skladovania a skupinou s podielom lucernovej múčky 4 % po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18 °C.

Tab. 43 Štatistické vyhodnotenie rozdielov aktivít superoxid dismutázy medzi rozličnou dĺžkou skladovania mäsa pri -18 °C a skupinami kurčiat

F-test	21,15 ⁺⁺⁺					
Scheffeho test	P _{0,05}					
Skupina						
	K 06	P06	K12	P12	K18	P18
K 06		-	+++	+++	+++	+++
P 06			+++	+++	+++	+++
K 12				-	-	-
P 12					-	-
K 18						+++

P_{0,05} – hladina významnosti 0,05, K06 – kontrolná skupina s 0 % podielom lucernovej múčky a dobou skladovania 6 mesiacov, K12 – kontrolná skupina s 0 % podielom lucernovej múčky a dobou skladovania 12 mesiacov, K18 – kontrolná skupina s 0 % podielom lucernovej múčky a dobou skladovania 18 mesiacov, P06 – pokusná skupina s podielom 4 % lucernovej múčky a dobou skladovania 6 mesiacov, P12 – pokusná skupina s podielom 4 % lucernovej múčky a dobou skladovania 12 mesiacov, P18 – pokusná skupina s podielom 4 % lucernovej múčky a dobou skladovania 18 mesiacov

6 Diskusia

Lucerna siata je významnou kŕmnu surovinou, ktorá sa používa vo výžive pre všetky druhy zvierat určených na produkciu potravín. Vyznačuje sa pomerne vysokým obsahom základných živín a určitých biologicky aktívnych látok.

Extrakt z lucernovej múčky sa v súčasnej dobe začína používať aj v humánnej medicíne. Lucernová múčka je zdrojom mnohých minerálnych látok a vitamínov, hlavne vitamínov skupiny B, vitamínu C a E, obsahuje flavonoidy, fenolové kyseliny, xantofyly, karotenoidy a iné. Pripisujú sa jej rôzne účinky ako napríklad schopnosť vylúčiť kyselinu močovú u pacientov trpiacich na dnu, draslík môže pomôcť vylúčiť sodík, podieľa sa na znižovaní tkanivového a krvného cholesterolu. Zúčastňuje sa na acidobázickej rovnováhe, inhibuje aktivitu zápalových enzýmov a pôsobí ako antioxidant.

V nadväznosti na uvedené predmetom riešenia našej vedeckej práce bola lucernová múčka *in vivo*. Lucernová múčka bola získaná z lucerny siatej (*Medicago sativa* L.) zberanej vo vegetačnej fáze tvorby pukov. Exaktné experimenty sme uskutočnili s kurčatami určenými na produkciu mäsa.

V našej práci sme použili lucernovú múčku, ktorá dosahovala nasledovné antioxidačné parametre: % inhibície DPPH 26,64, obsah polyfenolov 543 mg.kg⁻¹, obsah flavonoidov 143 mg.kg⁻¹, obsah karotenoidov 293 mg.kg⁻¹.

Dong et al. (2007) skúmali vplyv extraktu z lucerny siatej získaného vo vegetačnej fáze počas kvitnutia. Prírodný extrakt z lucerny siatej (*Medicago sativa* L.) obsahuje polysacharidy (18,63 %), triterpenoidné saponíny (5,58 %) a flavonoidy (5,89 %). Výsledky experimentu ukázali, že extrakt z lucerny siatej znížil ukladanie abdominálneho tuku ($P < 0,05$) a zvýšil imunitu (humorálnu imunitu a bunkovú imunitu) bez nepriaznivého vplyvu na produkciu kurčiat určených na produkciu mäsa. Títo autori dávajú do priamej súvislosti ukladanie tuku a imunitu. Extrakt z lucerny siatej nemal žiadny významný vplyv na príjem krmiva ($P > 0,05$). Dong et al. (2007) hodnotili kurčatá vo veku 5-6 týždňov, čo zodpovedalo aj veku kurčiat v našich experimentoch.

Ponte et al. (2004a) skúmali potenciálne využitie celulázy a xylanázy pre zvýšenie nutričnej hodnoty lucerny pre kurčatá určené na produkciu mäsa. Výsledky ich experimentu naznačili, že vysoký podiel lucernovej múčky 20 % za účelom aplikácie celulázy a xylanázy u kurčiat nespôsobuje žiadne zjavné zdravotné problémy a významne prispieva k sfarbeniu podkožného tuku kurčiat, najmä žltými pigmentmi, zatiaľ čo červené a ružové nežiaduce pigmenty sú významne znížené.

Ziegelhoffer et al. (1999) testoval transgénnu lucernu siatu, ktorá mala vo svojich génoch zapracovaný bakteriálny gén celulázy. Autori na základe výsledkov svojho experimentu odporučili takýto typ lucerny ako vhodný pre výrobu lucernovej múčky.

Významom nutričnej hodnoty sušenej lucerny vo výžive hydiny sa zaoberal Hunt a Bethke (2011), ktorí poukazovali na obsah riboflavínu, ktorý je súčasťou komplexu vitamínov B, pričom jeho obsah je závislý od vegetačnej fázy v čase zberu a spôsobu sušenia. Títo autori navrhli využitie sušenej lucerny ako prirodzený zdroj riboflavínu. Vo svojej práci odporučili ako vhodnú vegetačnú fázu zberu lucerny pred kvitnutím, resp. počas kvitnutia. Podľa výsledkov ich výskumu rozdiel v zrelosti asi 2 až 3 týždne spôsobil podľa výsledkov experimentu autorov stratu riboflavínu približne 25 %.

Kowalska et al. (2006) sa vo svojom experimente zamerali na flavónové glykozidy v lucerne siatej. Na základe svojich výsledkov konštatujú, že je rozdielny obsah flavónových glykozidov v rozdielnych častiach rastliny lucerny siatej. Vyšší obsah flavónových glykozidov sa nachádza v listoch ako v stonke.

Aj napriek tomu, že lucerna siata sa vyznačuje obsahom určitých biologicky aktívnych látok a ich účinkami, jej použitie vo výžive kurčiat určených na produkciu mäsa obmedzuje pomerne vysoký obsah vlákniny. Vysoký obsah vlákniny znižuje využitie živín z krmiva.

Suksombat a Buakeeree (2006) skúmali v experimente s kurčatami určenými na produkciu mäsa podiel 0, 2, 4, 6 a 8 %. Pri podiele lucernovej múčky 8 % nebol počas experimentu zaznamenaný žiadny negatívny vplyv na zdravie a životaschopnosť kurčiat. Neodporúčajú však krmnu zmes s podielom lucernovej múčky 6 % vzhľadom k relatívne vysokej úrovni vlákniny a nízkemu energetickému obsahu.

Al-Haweizy a Al-Sardary (2007) použili lucernovú múčku do kŕmnej zmesi pre produkčné nosnice určené na produkciu konzumných vajec. Na základe výsledkov experimentu konštatujú, že podiel 4 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi nemá žiadny vplyv na produkciu.

Na uvedenú problematiku použitia lucernovej múčky do kŕmnych zmesí pre kurčatá určené na produkciu mäsa sme nadviazali pri riešení našej vedeckej práce. V našich experimentoch sme skúmali podiel lucernovej múčky 2 %, 4 % a 6 % v kŕmnych zmesiach. Na porovnanie sme použili kontrolnú skupinu, v ktorej boli kŕmne zmesi bez prídavku lucernovej múčky.

Čelik et al. (2008) zamerali svoj výskum na sledovanie finálnej telesnej hmotnosti kurčiat určených na produkciu mäsa pri použití sójovoobilninového typu kŕmnej zmesi. Kurčatá na konci experimentu vo veku 40 dní dosiahli telesnú hmotnosť 1818,73 g. Autori Marcu et al. (2009) za 42 dní výkrmu kurčiat určených na produkciu mäsa zistili telesnú hmotnosť kurčiat na úrovni 2099,6 g resp. 2555,2 g.

V našich experimentoch vážili kurčatá pri podiele lucernovej múčky v kŕmnych zmesiach 2 % 1727,6 g, pri podiele lucernovej múčky 4 % v kŕmnych zmesiach 1694,62 g a pri podiele 6 % lucernovej múčky 1552,8 g. Štatisticky preukazný rozdiel ($P < 0,05$) telesnej hmotnosti na konci experimentu sme dosiahli medzi skupinami kurčiat, ktoré skrmovali kŕmne zmesi s podielom 2 a 6 % lucernovej múčky. Výsledky najnižšej telesnej hmotnosti kurčiat 1552,8 g, ktoré skrmovali kŕmne zmesi s podielom 6 % lucernovej múčky ako aj štatistické potvrdenie rozdielu medzi skupinami s najnižším a najvyšším nami sledovaným podielom lucernovej múčky v kŕmnych zmesiach sú zhodné so závermi Suksombat a Buakeeree (2006), ktorí neodporúčajú skrmovanie kŕmnych zmesí s podielom 6 % lucernovej múčky.

Na základe tohto výsledku v ďalších experimentoch sme použili podiel lucernovej múčky do kŕmnych zmesí 4 % a na porovnanie bola stanovená kontrolná skupina, v ktorej boli použité kŕmne zmesi bez podielu lucernovej múčky. V druhom experimente vážili kurčatá v priemere 1709,6 g v porovnaní s kurčatami kontrolnej skupiny 1685,60 g bez štatisticky preukazného rozdielu ($P > 0,05$).

Štatistická nepreukaznosť ($P > 0,05$) vo finálnej telesnej hmotnosti kurčiat medzi skupinami kurčiat, ktoré skrmovali kŕmnu zmes s podielom 4 % lucernovej múčky a kontrolnou skupinou druhého experimentu potvrdila zistenia z prvého experimentu. Rozdiely v telesnej hmotnosti kurčiat v porovnaní s výsledkami ostatných autorov možno vysvetliť rozdielnou dĺžkou výkrmu. Experimenty Čelik et al. (2008) trvali 40 dní a Marcu et al. (2009) 42 dní.

Amit-Romach et al. (2004) sledovali počet mikroorganizmov v tenkom čreve kurčiat, pričom výsledky ukázali, že u mladých kurčiat hlavným druhom baktérií, ktoré boli prítomné v tenkom čreve boli laktobacily a bifidobaktérie, ktoré sa stávali dominantnými vo vyššom veku.

K infikovaniu kurčiat určených na produkciu mäsa koliformnými baktériami môže dôjsť z materskej populácie, resp. z prostredia, rovnako ako k infikovaniu dospelých kurčiat z krmiva a z vody. Ku kontaminácii mäsa môže dôjsť počas zabíjania, manipulácie, skladovania, dopravy a prípravy potravín.

O sledovaní osídlenia mikroorganizmov v slepých črevách kurčiat určených na produkciu mäsa pri použití lucernovej múčky v kŕmnych zmesiach je málo literárnych poznatkov a informácií.

Seidavi et al. (2010) vo svojej štúdii uvádzajú výsledky získané pomocou PCR v slepých črevách celkom 87,5 % vzoriek pozitívnych na prirodzene sa vyskytujúce *Escherichia coli* u 30 dňových kurčiat. Počet *Escherichia coli* stanovili pomocou jednoduchej PCR metódy, ktorá nie je kvantitatívnou metódou. Kurčatá boli kŕmené štandardnými komerčnými kŕmnymi zmesami. Ich zistenia sú v zhode s údajmi získanými pomocou metódy založenej na živných pôdach. Sledovaním výskytu *Escherichia coli* v tráviacom systéme sa zaoberali aj Wray et al. (1996) a Sackey et al. (2001).

Výskyt *Escherichia coli* v tráviacej sústave kurčiat môže byť ovplyvnený prídavkom rôznych kŕmnych doplnkov. Moharrery a Mahzonieh (2005) zistili, že kyselina jablčná inhibuje rast patogénnych baktérií v čreve kurčiat, čo malo za následok štatisticky významné zníženie *Escherichia coli*.

So zámerom zistiť účinnosť lucernovej múčky v kŕmnych zmesiach kurčiat určených na produkciu mäsa na výskyt koliformných baktérií v chýmuse slepých čriev, sledovali sme ich počet. Najvyšší počet buniek koliformných baktérií v chýmuse slepých čriev v 1. experimente bol v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky $7,40 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ a najnižší v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky $6,57 \log \text{KTJ.g}^{-1}$.

Podobné výsledky vo svojej práci dosiahli aj Mountzouris et al. (2007) a Kačániová et al. (2005).

Na druhej strane počet buniek *Lactobacillus* sp. v chýmuse slepých čriev bol najvyšší v skupine s podielom 2 % lucernovej múčky $8,41 \log \text{KTJ.g}^{-1}$, resp. v kontrolnej skupine $8,82 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ a najnižší v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky $7,79 \log \text{KTJ.g}^{-1}$.

V 2. experimente sa tendencia najnižšieho počtu buniek *Lactobacillus* sp. nepotvrdila pri 4 % lucernovej múčky. Počet buniek *Lactobacillus* sp. v chýmuse slepých čriev v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky bol $8,9 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ a približne rovnaký aj v skupine bez podielu lucernovej múčky $8,72 \log \text{KTJ.g}^{-1}$.

Podobné výsledky počtu buniek *Lactobacillus* sp. dosiahli aj Kačániová et al. (2005), ktorí sledovali vplyv použitia *Enterococcus faecium*.

V porovnaní s výsledkami Liptaiovej a Angelovičovej (2012), ktoré sledovali vplyv prídavku škoricovej silice v rôznych koncentráciách v kŕmnych zmesiach na ovplyvnenie črevnej mikroflóry kurčiat, boli počty buniek *Lactobacillus* sp. v našich experimentoch vyššie. V ich experimentoch sa počty buniek *Lactobacillus* sp. pohybovali v rozpätí $6,61$ až $7,09 \log \text{KTJ.g}^{-1}$.

Najvyšší počet buniek *Enterococcus* sp. v chýmuse slepých čriev bol v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky $7,89 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ a najnižší počet v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky $7,32 \log \text{KTJ.g}^{-1}$. Uvedené výsledky boli potvrdené našim opakovaným experimentom.

Mnoho autorov zameriava svoj výskum na sledovanie vplyvu rôznych faktorov na kvalitu kuracieho mäsa.

Bobko et al. (2012) študovali vplyv rôznych doplnkov v kŕmnych zmesiach na kvalitu mäsa. Vo svojej štúdii použili aj 4 % lucernovej múčky v kŕmnej zmesi.

Aplikácia lucernovej múčky mala tendenčne pozitívny vplyv ($P \geq 0,05$) na všetky ukazovatele kvality mäsa, t.j., vôňa, chuť, šťavnatosť, krehkosť, strižná sila prs, okrem strižnej sily stehnových svalov. Celkové výsledky senzorického hodnotenia mäsa prs boli najnižšie po aplikácii lucerny ($P \geq 0,05$) v porovnaní s kontrolnou skupinou. V mäse stehien bol zaznamenaný pozitívny vplyv na celkové senzorické hodnotenie ($P \geq 0,05$) v porovnaní s kontrolnou skupinou.

Haščík et al. (2009) stanovovali sušinu v kuracom mäse zvlášť pre prsnú svalovinu a zvlášť pre stehnovú svalovinu. Sušina v prsnej svalovine bola $25,6 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ a v stehnovej svalovine $33,03 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$.

Hodnoty v našom experimente boli v tomto rozpätí $27,07\text{--}30,37 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, na rozdiel od autorov Haščík et al. (2009), my sme nestanovovali obsah sušiny zvlášť v prsnej a zvlášť v stehnovej svalovine. Metodicky naša vzorka pozostávala z polovice prsnej svaloviny a z polovice stehnovej svaloviny s 1 cm^2 kože.

Ponte et al. (2004b) skúmali vplyv lucernovej múčky na kvalitu mäsa kurčiat určených na produkciu mäsa, obsah tuku. Vo svojom experimente zistili, že u kurčiat, ktoré mali obmedzený príjem komerčného krmiva, ale s prídavkom lucernovej múčky, bol aj obsah tuku nižší pri dosiahnutí telesnej hmotnosti na konci experimentu. Autori odporúčajú pokračovať vo výskume danej problematiky.

Uvedená štúdia uprednostňuje extenzívny výkrm kurčiat určených na produkciu mäsa poukázaním na vyššiu kvalitu mäsa, ktorá je preferovaná u spotrebiteľa.

Obsah tuku v prsnej a stehnovej svalovine stanovovali Haščík et al. (2009). Priemerný obsah tuku v prsnej svalovine bol $1,8 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ a v stehnovej svalovine $14,03 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$.

Vzorka na stanovenie tuku v mäse v našom experimente bola pripravená rovnakým spôsobom ako pri stanovení sušiny. Obsah tuku v našich experimentoch sa pohyboval v rozpätí $2,14 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ až $3,35 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, pričom štatisticky preukazné rozdiely ($P < 0,05$) boli medzi skupinou s podielom 4 % lucernovej múčky a skupinou s podielom 6 % lucernovej múčky. Údaje obsahu tuku zistené v našom experimente sa nachádzajú v intervale hodnôt podľa Haščíka et al. (2009). V opakovanom experimente sa priemerný obsah tuku pohyboval v rozpätí $2,59 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (v kontrolnej skupine) až $2,33 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky), pričom sa potvrdila štatistická nepreukaznosť medzi týmito skupinami z 1. experimentu ($P > 0,05$).

Na základe štúdií mnohých autorov je možné predpokladať, že zloženie kŕmnej zmesi a hlavne zastúpenie jednotlivých druhov mastných kyselín má významný vplyv na chemické zloženie mäsa brojlerov. V súčasnosti sa kladie dôraz na kvalitu a bezpečnosť potravín.

Podľa Gibbso et al. (2013) je vysoko pravdepodobné, že prítomnosť nenasýtených mastných kyselín v kuracom mäse, aj keď iba malé množstvo, možno pripísať kŕmeniu rybacou múčkou. Avšak, niektoré druhy polynenasýtených mastných kyselín boli tiež pozorované u ekologického mäsa. Je logické predpokladať, že pokles rybiej múčky v krmivách hydiny má vplyv na tkanivovú koncentráciu a súčasné koncentrácie môžu byť aj nižšie, než v minulosti. Vyšší obsah polynenasýtených mastných kyselín vo svalovine stehien oproti prsiam je možné vysvetliť vyšším obsahom tuku vo svalovine stehien. Všeobecne platí, že

k zmenám v zložení mastných kyselín v hydinovom mäse prispeli aj zvýšené dovozy hydínových produktov.

Aj keď je možné manipulovať jednotlivé hladiny nasýtených, mononenasýtených-, omega-6 alebo omega-3 mastných kyselín v hydinovom mäse podľa diétnej intervencie, výsledky štúdie podľa Huga (2009b) preukázali, že vzorky z hydínového mäsa pri kŕmnych zmesiach s rôznym podielom slnečnicového a rybieho oleja sa líšia v oxidačnej stabilite. Výsledky jasne ukazujú, že potravinové zdroje lipidov ovplyvňujú procesy oxidácie lipidov v mäse kurčiat určených na produkciu mäsa a rovnako aj doba uchovávanía kuracieho mäsa. Zdroj lipidov na vysokej úrovni, (začlenenie až 60 g.kg⁻¹ do kŕmnej dávky), mal vplyv na oxidáciu tukov pri skladovaní v chlade po dobu siedmich dní (P<0,0001). Stehná a prsia z kurčiat, ktoré mali do kŕmnej dávky zaradený rybí tuk, mali vyššie TBARS hodnoty (P<0,0001) v porovnaní so stehnami a prsiami z kurčiat, ktoré mali zaradené do kŕmnej dávky slnečnicový olej. Mäso bolo počas chladenia obalované kyslíkovo priepustným filmom. Zlepšenie oxidačnej stability je možné dosiahnuť pridaním prírodných antioxidantov. V neprítomnosti kyslíka a počas skladovania pri -18 °C po dobu 100 dní TBARS hodnoty kurčiat, ktoré mali do kŕmnej dávky zaradený rybí olej boli v súlade s požiadavkami kvality a bezpečnosti. Uvedené závery potvrdzuje stanovisko Horwitta (1986), podľa ktorého vyššia hladina nenasýtených mastných kyselín by viedla k rýchlejšej oxidácii.

Z uvedeného vyplýva, že čo sa týka hodnotenia oxidačnej stability mäsa, je potrebné sa na uvedenú problematiku pozerat' v oveľa širšom rozsahu. Potrebné je brať do úvahy viacero faktorov, ktoré je aj potrebné komplexne hodnotiť a hľadať medzi nimi vzájomné súvislosti. Na kvalitu mäsa a jeho zloženie ako také môže vplývať jednak samotný spôsob kŕmenia, kvalita kŕmnej dávky, chemické zloženie použitých kŕmnych surovín, spôsob zabíjania a jatočného opracovania, spôsob a dĺžka skladovania a spôsob tepelného opracovania, resp. druh použitého oleja pri tepelnom opracovaní a podobne.

Rýchlosť oxidácie tukov v mäse tiež závisí od prítomnosti prooxidantov a antioxidantov (Tichivangana a Morrissey, 1985; Ruiz et al., 1999).

Mechanizmus zmien tukov počas skladovania je široká problematika, pretože uvedené zmeny môžu byť ovplyvňované rôznymi faktormi.

Piata hlava tretej časti Potravinového kódexu SR stanovuje požiadavky pre živočíšne tuky, rovnako ako aj Nariadenie vlády SR č. 286/2003 Z. z. v prílohe č. 4 v časti B stanovuje požiadavky na živočíšne tuky a mäsové výrobky. Napriek týmto legislatívnym úpravám, ani jedna nepojednáva o číslach kyslosti hydínového mäsa či už v čerstvom alebo mrazenom stave.

Vo všeobecnosti je známe, že číslo kyslosti tuku vyjadruje množstvo látok kyslej povahy, väčšinou voľných karboxylových kyselín v mg KOH, ktoré sú potrebné na neutralizáciu jedným gramom extraktu, získaného extrakciou extrakčným činidlom.

Voľné mastné kyseliny, ktoré vznikli hydrolýzou lipidov za katalytického pôsobenia hydroláz sa vyskytujú v rastlinných a živočíšnych organizmoch len v malom množstve (Velíšek, 1999a).

Voľné masné kyseliny vznikajú sekundárnym enzymatickým štiepením triacylglycerolov, ktorých množstvo býva vyššie v tukoch z nevhodne skladovaných a manipulovaných surovín (Koman et al., 1989).

Hydrolyza prebieha ľahšie u tukov, ktoré obsahujú nenasýtené masné kyseliny a masné kyseliny s krátkym reťazcom (Choe a Min, 2007), pričom kurací tuk podľa Veliška (1999) obsahuje 62 až 71 % nenasýtených kyselín.

Pri skladovacích teplotách dochádza k zmenám prakticky iba pri nenasýtených masných kyselinách (Min et al., 1989).

V nadväznosti na uvedenú problematiku naším zámerom riešenia vedeckej práce bolo sledovať a vyhodnotiť vplyv lucernovej múčky na stabilitu skladovaného kuracieho mäsa pri -18°C v závislosti od dĺžky skladovania. Číslo kyslosti tuku vzoriek mäsa z našich experimentov, ktoré bolo uskladnené pri -18°C od začiatku skladovania až do konca 18. mesiaca vykazovalo vysokú variabilitu. Štatisticky preukazné rozdiely ($P < 0,05$) boli zistené medzi skupinami so 4 % podielom lucernovej múčky pred uskladnením a po 6 mesiacoch uskladnenia a rovnako medzi kontrolnou skupinou po 6 mesiacoch uskladnenia, ďalšie štatisticky preukazné rozdiely boli zistené medzi skupinou so 4 % podielom lucernovej múčky po 6 mesiacoch skladovania a kontrolnou skupinou po 9 mesiacoch skladovania a rovnako medzi skupinou so 6 % podielom lucernovej múčky po 12 mesiacoch skladovania, ďalšia štatistická preukaznosť bola zistená medzi kontrolnou skupinou po 6 mesiacoch skladovania a skupinou so 6 % podielom lucernovej múčky po 12 mesiacoch skladovania.

Hydrolytická degradácia tukovej zložky je prezentovaná vo všeobecnosti vyššími hodnotami čísla kyslosti tukov (Sopková, 2007).

Karboxyl voľných masných kyselín môže urýchľovať rozklad hydroperoxidov a môže reagovať s niektorými oxidačnými produktmi. Pri skladovaní alebo spracovaní potravín sú vytvorené také podmienky, ktoré umožňujú autooxidáciu masných kyselín (Velišek, 1999a). Pri bežných teplotách so vzdušným kyslíkom oxidujú iba nenasýtené masné kyseliny, pri ktorých je odštiepenie vodíka pomerne ľahké, aspoň vodíka z metylovej skupiny, ktorá susedí s dvojitou väzbou. Ešte menšia energia je potrebná k odštiepeniu vodíka z dienových a trienových masných kyselín.

O vplyve lucernovej múčky na aktivitu superoxid dismutázy v kuracom mäse počas skladovania je veľmi málo dostupných informácií.

Priemerné hodnoty aktivity superoxid dismutázy v kontrolnej skupine boli po 6 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C na úrovni $14,08 \text{ U.g}^{-1}$, po 12 mesiacoch skladovania na úrovni $38,6 \text{ U.g}^{-1}$ a po 18 mesiacoch skladovania na úrovni $34,58 \text{ U.g}^{-1}$. V mäse zvierat, ktoré skrmovali kŕmne zmesi s podielom 4 % lucernovej múčky, bola priemerná hodnota aktivity superoxid dismutázy na úrovni $14,6 \text{ U.g}^{-1}$ po 6 mesiacoch skladovania pri -18°C , čo je hodnota porovnateľná s výsledkom aktivity superoxid dismutázy kontrolnej skupiny pri rovnakých podmienkach a dĺžke skladovania. Po 12 mesiacoch skladovania boli priemerné hodnoty aktivity superoxid dismutázy v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky už na úrovni $46,3 \text{ U.g}^{-1}$ a po 18 mesiacoch skladovania pri -18°C na úrovni až $52,3 \text{ U.g}^{-1}$. Zaujímavosťou na výsledkoch aktivity superoxid dismutázy je vysoká vyrovnanosť hodnôt v 6. mesiaci skladovania mäsa pri -18°C tak v kontrolnej ako aj

v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky. Rozdiely v aktivite superoxid dismutázy po skladovaní mäsa 12 a 18 mesiacov boli medzi skupinami štatisticky preukazné ($P < 0,05$).

Mäso je biologický materiál, kde biochemické procesy prebiehajú veľmi zložito a mnohé z nich nie sú zatiaľ dostatočne preskúmané. Uvedenými procesmi vznikajú látky, ktoré môžu vzájomne pôsobiť synergicky, respektíve antagonisticky, v iných prípadoch zas môžu mať funkciu prekursorov. Počas skladovania mäsa dochádza k jeho zreniu, postupnej autolýze a neskôr až k proteolýze, čo má rovnako za následok zmenu reakčného prostredia (zmena pH, aktivity vody).

Na základe výsledkov našich experimentov a rovnako aj nedostatku literárnych poznatkov v súvislosti s riešenou problematikou môžeme konštatovať, že lucernová múčka svojimi vlastnosťami, obsahom biologicky aktívnych látok a ich účinkami si zasluhuje komplexný výskum vo vzťahu ku kvalite a bezpečnosti produkcie kuracieho mäsa.

7 Návrh na využitie výsledkov pre ďalší rozvoj vedy a v praxi

Predmetom skúmania predloženej vedeckej práce bol účinok lucernovej múčky na kvalitu kuracieho mäsa. Bola skúmaná antioxidačná lucernovej múčky vo vzťahu k oxidácii tuku v závislosti od doby skladovania mäsa. Pre splnenie základného cieľa boli uskutočnené tri experimenty s kurčatami určenými na produkciu mäsa. V prvom experimente bol testovaný rozličný podiel lucernovej múčky v kŕmnych zmesiach, a to 2, 4 a 6 %. V druhom a v treťom experimente bol overovaný 4%-ný podiel lucernovej múčky.

V predloženej vedeckej práci sú spracované aktuálne literárne poznatky o účinkoch biologicky aktívnych látok lucerny sietej vo vzťahu ku kvalite kuracieho mäsa a k oxidačným procesom. Problematika lucernovej múčky vo vzťahu ku kvalite kuracieho mäsa je doteraz experimentálne nedostatočne spracovaná.

Práca obsahuje vypracované metodiky, vyhodnotené výsledky štatistickými metódami a sformulované závery.

Na základe spracovaných literárnych poznatkov, vypracovaných metodík a vyhodnotených výsledkov *in vivo* odporúčame:

Pre ďalší rozvoj vedy

- pokračovať vo výskume mechanizmov účinkov ďalších druhov biologicky aktívnych látok lucerny sietej vo vzťahu ku kvalite a bezpečnosti kuracieho mäsa,
- ich využitie pri riešení záverečných prác s podobným zameraním,
- ich využitie vo výchovno-vzdelávacom procese.

Pre prax

- krmivárskym firmám používať podiel 4 % lucernovej múčky pri tvorbe receptúr krmných zmesí pre kurčatá určené na produkciu mäsa,
- farmárom chovu kurčiat používať krmné zmesi s podielom 4 % lucernovej múčky,
- vo vzťahu ku spotrebiteľovi kuracieho mäsa prijať legislatívne opatrenie na stanovenie maximálnej doby skladovania 6 mesiacov pri -18 °C od zabitia kurčiat.

8 Záver

V predloženej vedeckej práci bola pozornosť zameraná na problematiku riešenia antioxidačnej aktivity lucernovej múčky a na kvalitu kuracieho mäsa.

Objektom skúmania pri riešení našej vedeckej práce boli biologicky aktívne látky lucernovej múčky a overenie ich účinnosti *in vivo* s *finálnym typom hybridnej kombinácie kurčiat* Ross 308 a Cobb 500. Do krmných zmesí pre kurčatá určené na produkciu kuracieho mäsa bol použitý podiel lucernovej múčky 2, 4 a 6 %. Po zabití kurčiat na konci experimentu bolo mäso analyzované na overenie stability jeho kvality v závislosti od dĺžky skladovania pri -18 °C.

V nadväznosti na stanovené ciele boli skúmané a hodnotené účinky biologicky aktívnych látok lucernovej múčky a vplyv biologicky aktívnych látok lucernovej múčky na udržateľnosť kvality kuracieho mäsa.

Na základe výsledkov vykonaných experimentov a chemických a mikrobiologických analýz boli sformulované tieto závery:

- V lucernovej múčke použitej v experimentoch boli stanovené z biologicky aktívnych látok polyfenoly 543 mg.kg⁻¹, flavonoidy 143 mg.kg⁻¹ a karotenoidy 293 mg.kg⁻¹ a % inhibície DPPH: bolo 26,64 %,
- Priemerná telesná hmotnosť kurčiat určených na produkciu mäsa na konci experimentov bola 1552,8 g až 1727,6 g. Rozdiely v hmotnosti kurčiat boli štatisticky potvrdené ($P < 0,05$) (1. experiment) medzi skupinami s podielom 2 % a 6 % lucernovej múčky.
- Počet buniek *Lactobacillus* sp. v chýmuse slepých čriev kurčiat bol 7,79 log KTJ.g⁻¹ (1. experiment) v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky až 8,9 log KTJ.g⁻¹ (2. experiment) s podielom s podielom 2 % lucernovej múčky.
- Počet buniek *Enterococcus* sp. v chýmuse slepých čriev kurčiat bol 7,32 log KTJ.g⁻¹ v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky až 7,89 log KTJ.g⁻¹ v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky (1. experiment).
- Počet koliformných baktérií v chýmuse slepých čriev kurčiat bol 6,57 log KTJ.g⁻¹ v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky (1. experiment) až 7,49 log KTJ.g⁻¹ (2. experiment) v kontrolnej skupine.
- Obsah sušiny mäsa sa pohyboval v rozmedzí 27,07 až 30,37 g.100 g⁻¹. Rozdiely v obsahu sušiny boli štatisticky potvrdené ($P < 0,05$) medzi skupinami v 3. experimente.
- Obsah tuku v mäse sa pohyboval v rozpätí 2,14 g.100g⁻¹ v skupine s podielom 6 % lucernovej múčky (1. experiment) až do 3,59 g.100g⁻¹ v kontrolnej skupine

(3. experiment). Rozdiely v obsahu tuku boli štatisticky potvrdené ($P < 0,05$) medzi skupinami s podielom 4 % a 6 % lucernovej múčky (1. experiment).

- Hodnoty čísla kyslosti tuku sa pohybovali v rozpätí $3,02 \text{ mg KOH.g}^{-1}$ tuku po 6 mesiacoch skladovania v mäse skupiny s podielom 4 % lucernovej múčky až $11,18 \text{ mg KOH.g}^{-1}$ tuku po 12 mesiacoch skladovania v mäse skupiny s podielom 6 % lucernovej múčky. Rozdiely v čísle kyslosti tuku boli štatisticky preukazné ($P < 0,05$) medzi mäsom skladovaným 6 mesiacov pri -18°C v kontrolnej skupine a mäsom pred uskladnením hneď po zabíí s podielom 4 % lucernovej múčky, medzi mäsom po 9 mesiacoch skladovania kontrolnej skupiny a mäsom po 6 mesiacoch skladovania pri -18°C skupiny s podielom 4 % lucernovej múčky, medzi mäsom pred uskladnením hneď po zabíí kurčiat skupiny s podielom 4 % lucernovej múčky a mäsom po 6 mesiacoch skladovania skupiny s podielom 4 % lucernovej múčky, medzi mäsom po 6 mesiacoch skladovania kontrolnej skupiny a mäsom po 12 mesiacoch skladovania skupiny s podielom 6 % lucernovej múčky, medzi mäsom po 6 mesiacoch skladovania skupiny s podielom 4 % lucernovej múčky a mäsom po 12 mesiacoch skladovania skupiny s podielom 6 % lucernovej múčky.

- Hodnoty peroxidového čísla tuku sa pohybovali v rozpätí $0,40 \text{ } \mu\text{mol O}_2.\text{g}^{-1}$ po 18 mesiacoch skladovania v kontrolnej skupine až $13,39 \text{ } \mu\text{mol O}_2.\text{g}^{-1}$ po 12 mesiacoch skladovania v kontrolnej skupine.

- Aktivita superoxid dismutázy sa pohybovala v rozpätí hodnôt $14,08 \text{ U.g}^{-1}$ po 6 mesiacoch skladovania v kontrolnej skupine až $52,30 \text{ U.g}^{-1}$ po 18 mesiacoch skladovania v skupine s podielom 4 % lucernovej múčky. Rozdiely v aktivite superoxid dismutázy v mäse kurčiat boli štatisticky preukazné ($P < 0,05$) medzi skupinou s podielom 4 % lucernovej múčky po 6 mesiacoch skladovania a skupinou s podielom 4 % lucernovej múčky po 12 mesiacoch skladovania a po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C , medzi skupinou s podielom 4 % lucernovej múčky po 6 mesiacoch skladovania a kontrolnou skupinou po 12 mesiacoch skladovania a kontrolnou skupinou po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C , medzi kontrolnou skupinou po 6 mesiacoch skladovania a skupinou s podielom 4 % lucernovej múčky po 12 mesiacoch skladovania a po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C , medzi kontrolnou skupinou po 12 mesiacoch skladovania a kontrolnou skupinou po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C , medzi kontrolnou skupinou po 18 mesiacoch skladovania a skupinou s podielom lucernovej múčky 4 % po 18 mesiacoch skladovania mäsa pri -18°C .

Predloženou vedeckou prácou bola potvrdená účinnosť biologicky aktívnych látok lucernovej múčky vo vzťahu k udržateľnosti kvality kuracieho mäsa. Podiel 4 % lucernovej múčky v krmných zmesiach nemal štatisticky preukazný ($P > 0,05$) vplyv na finálnu telesnú hmotnosť kurčiat. Stanoveným číslom kyslosti tuku bol potvrdený oxidačný proces, ktorý bol ovplyvňovaný podielom lucernovej múčky v krmných zmesiach a dĺžkou skladovania. Pri peroxidovom čísle bola zistená vysoká variabilita hodnôt. Štatisticky preukazné rozdiely ($P < 0,05$) v aktivite superoxid dismutázy potvrdili účinnosť biologicky aktívnych látok lucernovej múčky na udržateľnosť kvality kuracieho mäsa.

Na základe doterajších literárnych poznatkov a výsledkov našich experimentov odporúčame pokračovať komplexnejšie vo výskume účinnosti biologicky aktívnych

látok lucernovej múčky, hlavne čo sa týka hľadiska produkcie bezpečného finálneho produktu – mäsa kurčiat.

9 Abstrakt

Abstrakt

Vedecká monografia bola zameraná na zistenie antioxidačnej aktivity biologicky účinných látok lucernovej múčky a jej vplyvu na udržateľnosť kvality kuracieho mäsa. V experimentoch bol overovaný vplyv prídavku lucernovej múčky do kŕmnych zmesí v podiele 2, 4 a 6 % pre finálny typ hybridnej kombinácie kurčiat Ross 308 a Cobb 500. Cieľmi práce bolo sledovanie a vyhodnotenie biologicky aktívnych látok lucernovej múčky, a to obsah karotenoidov, flavonoidov a polyfenolov ako aj schopnosť inhibície 2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl (DPPH•) radikálu. Bol sledovaný a vyhodnotený vplyv biologicky aktívnych látok lucernovej múčky na udržateľnosť kvality kuracieho mäsa. Bola overená účinnosť biologicky aktívnych látok lucernovej múčky *in vivo* s kurčatami určenými na produkciu mäsa. Bolo sledované osídlenie črevnej mikrobioty kurčiat, obsah sušiny a tuku v kuracom mäse. Bola sledovaná a vyhodnotená udržateľnosť kvality kuracieho mäsa prostredníctvom čísla kyslosti tuku, peroxidového čísla a aktivity superoxid dismutázy v závislosti od účinkov biologicky aktívnych látok lucernovej múčky a doby skladovania 0, 6, 9, 12 a 18 mesiacov pri -18 °C. Na porovnanie bola stanovená kontrolná skupina bez lucernovej múčky. Výsledkami predloženej práce bola potvrdená účinnosť biologicky aktívnych látok lucernovej múčky vo vzťahu ku kvalite kuracieho mäsa. Podiel 4 % lucernovej múčky v kŕmnych zmesiach neovplyvnil štatisticky preukazne ($P > 0,05$) finálnu telesnú hmotnosť kurčiat. Výsledkami čísla kyslosti tuku bol potvrdený oxidačný proces tuku mäsa v závislosti od účinkov biologicky aktívnych látok lucernovej múčky v kŕmnych zmesiach a dĺžkou skladovania mäsa. Pri peroxidovom čísle bola zistená vysoká variabilita hodnôt. Účinnosť biologicky aktívnych látok lucernovej múčky na kvalitu kuracieho mäsa bola potvrdená štatisticky preukaznými rozdielmi ($P < 0,05$) aktivity superoxid dismutázy. Na základe výsledkov experimentov získaných pri riešení predloženej práce bolo odporučené pokračovať vo výskume, hlavne čo sa týka hľadiska produkcie bezpečného finálneho produktu – mäsa kurčiat a mechanizmu účinkov ďalších druhov biologicky aktívnych látok lucerny satej. Krmivárskym firmám bolo odporučené používať podiel 4 % lucernovej múčky pri tvorbe receptúr kŕmnych zmesí pre kurčatá určené na produkciu mäsa a následná aplikácia v praxi. Vo vzťahu k spotrebiteľovi kuracieho mäsa bolo odporučené prijať legislatívne opatrenie na stanovenie maximálnej doby skladovania kuracieho mäsa 6 mesiacov pri -18 °C od zabitia kurčiat.

Kľúčové slová: antioxidačná aktivita, lucernová múčka, kuracie mäso, tuk, oxidácia

Abstract

Scientific monograph was focused on the finding of the lucerne meal antioxidant activity and its effect on the quality of chicken meat. In the experiments was verified the effect of addition of lucerne meal in the proportion of 2, 4 and 6% in the feed mixtures of final type chickens Ross 308 and Cobb 500. The aims of scientific monograph were to investigate and evaluate the effects of the lucerne meal biologically active substances, namely the ability of inhibiting 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH•) radical, to determine of carotenoid, flavonoid and polyphenol contents, and to investigate and evaluate the effect of lucerne meal biologically active substances on the sustainability of chicken meat quality. It was verified the effective of lucerne meal biologically active substances *in vivo* with chickens for meat production. It was observed colonization of the intestinal microflora of chickens, dry matter and fat in chicken meat. It was monitored and evaluated sustainability of chicken meat quality by means of acid number of fat, peroxide number, and activity superoxide dismutase depending on the effects of lucerne meal biologically active substances, and the storage period 0, 6, 9, 12 and 18 months at -18 °C. For comparison, the control group was determined without lucerne meal. By the results of the present thesis was confirmed efficacy of lucerne meal biologically active substances in relation to the quality of chicken meat. A proportion of 4% lucerne meal in feed mixtures did not affect statistically significant ($p > 0.05$) final body weight of chickens. By the results of acid number of fat was confirmed oxidation process of fat of meat depending on the effects of lucerne meal biologically active substances in the feed mixtures and length of storage of meat. At peroxide value was observed high variability of values. Efficiency of lucerne meal biologically active substances on chicken meat quality of was confirmed by statistically significant differences ($p < 0.05$) of superoxide dismutase activity. Based on experimental results obtained in solving the present thesis was recommended further research, especially with regard to terms of production safety of the final product – meat chickens, and mechanism of the effects of other types of alfalfa biologically active substances. To feed companies were recommended to use a 4% lucerne meal in formulating feed mixtures of chickens for meat production and subsequent application in practice. In relation to consumer chicken meat was recommended to take legislative action to determine the maximum storage period of chicken meat 6 months at -18 °C from killing chickens.

Keywords: antioxidant activity, lucerne meal, chicken meat, fat, oxidation

Zoznam použitej literatúry

1. AHN, D. U. – AJUYAH, A. – WOLFE, F. H. – SIM, J. S. 1993. Oxygen availability affects prooxidant catalyzed lipid oxidation of cooked turkey patties. In *J. Food Sci.*, vol. 58, pp. 278-282.
2. AHN, D. U. – WOLFE, F.H. – SIM, J. S. – KIM, D. H. 1992. Packaging cooked turkey meat patties while hot reduces lipid oxidation. In *Food Sci.*, vol. 57, pp. 1075-1078.
3. AJUYAH, A. O. – AHN, D. U. – HARDIN, R. T. – SIM, J. S. 1993. Dietary antioxidants and storage affect chemical characteristics of ω -3 fatty acid enriched broiler chicken meats. In *J. Food Sci.*, vol. 58, pp. 43-46.
4. ALECTOR, V. A. 1993. Allelochemicals in plant foods and feedingstuffs: Nutritional, biochemical and physiopathological aspects in animal production. In *Vet. Hum. Toxicol.*, vol. 35, pp. 57-67.
5. ALFAIA, C. M. – PRATES, J. A. M. – FONTES, C. M. G. A. 2004. Cholesterol levels and sensory characteristics of meat from broilers consuming moderate to high levels of alfalfa. In *Poult. Sci.*, vol. 83, pp. 810-814.
6. AL-HAWEIZY, A. – AL-SARDARY, S. Y. 2007. Effect of Dehydrated Alfalfa and Age on Egg Weight, Egg mass, Feed intake, and Feed Conversion efficiency HY-LINEW-98 Layers. In *Slovak J. Anim. Sci.*, vol. 40, no. 1, pp. 19-23.
7. ALLEN, J. C. – HAMILTON, R. J. 2003. *Rancidity in Foods*. Springer 308 p. ISBN 0-8342-1287-0.
8. AMIT-ROMACH, E. – SKLAN, D. – UNI, Z. 2004. Environment, Health, and Behavior Microflora Ecology of the Chicken Intestine Using 16S Ribosomal DNA Primers. In *Poult. Sci.*, vol. 83, pp. 1093-1098.
9. ANDERSON, J. O. 1957. Effect of alfalfa saponin on the performance of chicks and laying hens. In *Poult. Sci.*, vol. 36, pp. 873-876.
10. ANGELOVIČOVÁ, M. – NIKOLAJČUK, V. I. – TURIANICA, I. – KMEŤ, V. – MASSANYI, P. 2005. *Dietetika a hygiena krmív*. Nitra - Užhorod : SPU – Užhorodská národná univerzita. 224 s. ISBN 966-7838-78-1.
11. ANNICCHIARICO, P. – PECETTI, L. – DE ROSA, L. – PIANO, E. 2006. Lucerne variety evaluation for organic farming in northern Italy. In *26th EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section Meeting*, pp. 65-71.
12. ARAB, L. – STECK, S. 2000. Lycopene and cardiovascular disease. In *Am. J. Clin. Nut.*, vol. 71, pp. 1691-1695.
13. ARNOLDI, A. 2004. *Functional foods, cardiovascular disease and diabetes*. Woodhead publishing in food science and technology. Milan : University of Milan. 504 p. ISBN 1-85573-735-3.
14. AZZI, A. – DAVIES, K. J. A. – KELLY, F. 2004. Free radical biology-terminology and critical thinking. In *FEBS Lett*, vol. 558, pp. 3-6.
15. BANNISTER, W. H. – ROTILIO, G. 1987. Aspects of the structure, function, and applications of superoxide dismutase. In *CRC Crit. Rev. Biochem.*, vol. 22, pp. 111-180.
16. BARNES, E. M. 1979. The intestinal microflora of poultry and game birds during life and after storage. In *J. Appl. Bacteriol.*, vol. 45, pp. 407-419.

17. BELITZ, H. D. – GROSCH, W. – SCHIEBERLE, P. 2009. *Food chemistry*. 4th revised and extended Edition : Springer. 1070 p. ISBN 978-3-540-69935-4.
18. BENKOVÁ, J. 2009. *Produkty hydiny a ich kvalita*. Nitra : VUŽV. Dostupné na: <http://www.agroporadenstvo.sk/zv/hydina/chovhydiny04.htm>.
19. BENKOVÁ, J. – BAUMGARTNER, J. – HETÉNYI, L. 2005. Hydinové mäso – významná zložka racionálnej výživy obyvateľstva. In *Realizácia komplexného programu ozdravenia výživy obyvateľstva SR – využitie nutričných poznatkov v primárnej a sekundárnej prevencii neinfekčných chorôb*, Zborník č. 49. Nitra : SAPV, s. 31-32. ISBN 80-89162-18-5.
20. BISBY, F. A. – BUCKINGHAM, J. – HARBORNE, J. B. 1994. *Phytochemical Dictionary of the Leguminosae*. Chapman and Hall, London, UK, 573 p.
21. BOBKO, M. – HAŠČÍK, P. – BOBKOVÁ, A. – KŇAZOVICKÁ, V. – TÓTH, T. – ANGELOVIČOVÁ, M. 2012. Influence of different plant supplements applied in chicken nutrition on quality of their meat. In *J. Mikrob. Biot. Food Sci.* vol. 1, Special issue, pp.1020-1031.
22. BOHM, F. – TINKLER, J. H. – TRUSCOTT, T. G. 1995. Carotenoids protect against cell membrane damage by the nitrogen dioxide radical. In *Nat. Med.*, vol. 1, s. 98-99.
23. BONNIE, B. T. – CHOO, Y. M. 2000. Valuable minor constituents of commercial red palm olein: carotenoids, vitamin E, ubiquinone and sterols. In *J. Oil Palm. Res.*, vol. 12, pp. 14-24.
24. BOTSOGLOUA, N. A. – FLETOURISB, D. J. – FLOROU-PANERIA, P. – CHRISTAKIA, E. – SPAISA, A. B. 2003. Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate supplementation. In *Food Research International.*, vol. 36, pp. 207-213.
25. BOU, R. – GUARDIOLA, F. – GRAU, A. – GRIMPA, S. – MANICH, A. – BARROETA, A. – CODONY, R. 2001. Influence of Dietary Fat Source, α -Tocopherol, and Ascorbic Acid Supplementation on Sensory Quality of Dark Chicken Meat. In *Poult. Sci.*, vol. 80, pp. 800-807.
26. BRAND-WILLIAMS, CUVELIER, M.E. – BERSET, C.1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activities. In *Lebensm. Wiss. U. Technol.*, vol. 28, pp. 25-30.
27. BRASHEARS, M. M. – JARONI, D. – TRIMBLE, J. 2003. Isolation, selection, and characterization of lactic acid bacteria for a competitive exclusion product to reduce shedding of *Escherichia coli* O157:H7 in cattle. In *J. Food Prot.*, vol. 66, pp. 355-363.
28. BRAVO, L. 1998. Polyfenols: chemistry, dietary sources. In *Nutr. Rev.*, vol. 56, no.11, pp. 317.
29. BRESTENSKÝ, V. et al. 2009. Chov hydiny. Sieť poradenských služieb v pôdohospodárstve. [cit. 2009-11-15]. Dostupné na internete: www.agroporadenstvo.sk/zv/hydina/chovhydiny02.htm.
30. BRITTON, G. 1985. General Carotenoids methods. In *Methods in Enzymology III.*, pp. 113-149.
31. BŘEZINA, P. – KOMAR, A. – HRABĚ, J. 2001. *Technologie, zbožížnalství a hygiena potravin II. část - Technologie, zbožížnalství a hygiena potravin živočišného původu*. Vyškov : VVŠ VP. 181 s. ISBN 80-7231-079-8.

32. BURTON, G. W. – INGOLD, K. U. 1984. β -Carotene: an unusual type of lipid antioxidant. In *Scie.*, vol. 224, no. 4649, pp. 569-573.
33. BYSTRICKÁ, J. – VOLLMANNOVÁ, A. – LAHUČKÝ, L. 2007. Antioxidants in root vegetables after application of phenolic compounds. In *Vitamins 2007*. Prague : Czech University of Agriculture, pp. 131-132.
34. CALABRESE, V. – GIUFFRIDA, S. A. M. – BUTTERFIELD, D. A. – SCAPAGNINI, G. 2004. Redox Regulation in Neurodegeneration and Longevity Role of the Heme Oxygenase and HSP70 Systems in Brain Stress Tolerance. In *Antiox. Redox Signal.*, vol. 6, no. 5, pp. 895-913.
35. CAMPBELL, J. K. – CANENE-ADAMS, K. – LINDSHIELD, B. L. – BOILEAU, T. W. – CLINTON, S. K. – ERDMAN, J. W. JR. 2004. Tomato phytochemicals and prostate cancer risk. In *J. Nutr.*, vol. 134, pp. 3486-3492.
36. ÇELİK, E. – UĞUR, K. – URATICI, A. 2008. Effect of Supplementing Broilers Diets with Organic Acid. In *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, vol. 3, no. 5, pp. 328-333.
37. CLINTON, S. K. 1998. Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. In *Nutr. Rev.*, no. 56, pp. 35-51.
38. CRAPO, J. D. – OURY, T. – RABOUILLE, C. – SLOT, J. W. – CHANG, L. – Y. 1992. Cell Biology Copper,zinc superoxide dismutase is primarily a cytosolic protein in human cells. In *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. vol. 89, pp. 10405-10409.
39. ČOPIKOVÁ, J. – UHER, M. – LAPČÍK, O. – MORAVCOVÁ, J. – DRAAR, P. 2005. Přírodní barevné látky. In *Chem. I.*, č. 99, s. 802–816.
40. DANSK, L. M. 1971. A role for alfalfa in high efficiency broiler rations. In *Poult. Sci.*, vol. 50, pp. 1569-1574.
41. DAUN, CH. – ÅKESSON, B. 2004. Comparison of glutathione peroxidase activity, and of total and soluble selenium content in two muscles from chicken, turkey, duck, ostrich and lamb. In *Food Chemistry*, vol. 85, 295-303.
42. DI MASCIIO, P. – KAISER, S. – SIES, H. 1989. Lycopene as the most effective biological carotenoid singlet oxygen quencher. In *Arch. Biochem. Biophys.*, vol. 274, no. 2, pp.532-538.
43. DINIĆ, B. – DJORDJEVIĆ, N. – RADOVICA, J. – IGNJATOVIĆ, S. 2005. Modern procedures in technology of conserving lucerne in ensiling. In *Biotechnology Animal Husbandry*, vol. 21, no. 5-6, pp. 297-303.
44. DONALSON, L. M. – KIM, W. K. – WOODWARD, C. L. – HERRERA, P. – KUBENA, L. F. – NISBET, D. J. – RICKE, S. C. 2005. Utilizing Different Ratios of Alfalfa and Layer Ration for Molt Induction and Performance in Commercial Laying Hens. In *Poult. Sci.* vol. 84, no. 3, pp. 362-369.
45. DONG, X. F. – GAO, W. W. – TONG, J. M. – JIA, H. Q. – SA, R. N. – ZHANG, Q. 2007. Effect of Polysavone (Alfalfa Extract) on Abdominal Fat Deposition and Immunity in Broiler Chickens. In *Poult. Sci.*, vol. 86, pp. 1955-1959.
46. DOZOIS, C. M. – DAIGLE, F. – CURTISS, R. 2003. Identification of pathogen-specific and conserved genes expressed *in vivo* by an avian pathogenic *Escherichia coli* strain. In *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, vol. 100, pp. 247-252.
47. DUMONCEAUX, T. J. – HILL, J. E. – HEMMINGSEN, S. M. – VAN KESSEL, A. G. 2006. Characterization of intestinal microbiota and response to dietary virginiamycin supplementation in the broiler chicken. In *Appl. Environ. Microb.*, vol. 72, pp. 2815-2823.

48. ĎURAČKOVÁ, Z. 1998. Voľné radikály a antioxidanty v medicíne. 1. vyd. Bratislava : Slovak Academic Press. 285 s. ISBN 80-88908-11-06.
49. ERMAKOV, I. V. – ERMAKOVA, M. R. – GELLERMANN, W. – LADEMAN, J. 2004. Noninvasive selective detection of lycopene and beta-carotene in human skin using Raman spectroscopy. In *Journal Biomed. Opt.*, vol. 9, no. 2, pp. 332-338.
50. EUNOK, CH. – DAVID, B. M. 2009. Mechanisms of Antioxidants in the Oxidation of Foods. In *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 8, no. 4, pp. 345-358.
51. FINEGOLD, S. M. – SUTTER, V. L. – MATHISEN, G. E. 1983. Normal indigenous intestinal flora, Chap. I. In HENTGES, D. J.: *Human Intestinal Microflora in Health and Disease*. New York : Academic. pp. 3-31.
52. FOOTE, C. S. – DANNY, R. W. 1968. Chemistry of singlet oxygen. VIII. Quenching by β -carotene. In *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 90, pp. 6233-6235.
53. FRANCIS, G. – KEREM, Z. – MAKAR, H. P. S. – BECKER, K. 2002. The biological action of saponins in animal systems: a review. In *Br. J. Nutr.*, vol. 88, pp. 587-605.
54. FRASER, P. D. – TRUESDALE, M. R. – BIRD, C. R. – SCHUCH, W. – BRAMLEY, P. M. 1994. Carotenoid Biosynthesis during Tomato Fruit Development'. In *Plant Physiol.*, vol. 105, pp. 405-413.
55. FRIDOVICH, I. 1986. Superoxide dismutase. In *Adv. Enzymol.*, vol. 58, pp. 61-97.
56. FRIDOVICH, I. 1995. Superoxide radical and superoxide dismutases. In *Annu. Rev. Biochem.*, vol. 64, pp. 97-112.
57. FUHRMAN, B. – ELIS, A. – AVIRAM, M. 1997. Hypocholesterolemic effect of lycopene and beta-carotene is related to suppression of cholesterol synthesis and augmentation of LDL receptor activity in macrophages. In *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, vol. 233, pp. 658-662.
58. GIBBS, R. A. – RYMER, C. – GIVENS, D. I. 2013. Fatty acid composition of cooked chicken meat and chicken meat products as influenced by price range at retail. In *Food Chemistry*, vol. 138, pp. 1749-1756.
59. GRAY, J. I. 1978. Measurement of lipid oxidation: A review. In *J. Am. Oil Chem. Soc.*, vol. 55, pp. 539-546.
60. GUENTHER, E. – CARLSON, C. W. – OLSON, O. E. – KOHLER, G. O. – LIVINGSTONE, A. L. 1973. Pigmentation of egg yolks by xanthophylls from corn, marigold, alfalfa and synthetic sources. In *Poult. Sci.*, vol. 52, no. 5, pp. 1787-1798.
61. HALLIWELL, B. – GUTTERIDGE, J. M. C. 1990. Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: An overview. In *Meth. Enzymol.*, vol. 186, pp. 1-85.
62. HALLIWELL, B. – GUTTERIDGE, J. M. C. 2001. Free radicals in biology and medicine. In *J. Phys. Chem.*, vol. 94, pp. 1447-1452.
63. HALLIWELL, B. – MURCIA, M. A. – CHIRICO, S. – ARUOMA, O. I. 1995. Free radicals and antioxidants in food and *in vivo*: what they do and how they work. In *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 35, no. 1-2, pp. 7-20.

64. HAN, Y. – PARSONS, C. M. 1990. Determination of available amino acids and energy in alfalfa meal, feather meal and poultry by-product meal. In *Poult. Sci.*, vol. 69, pp. 1544-1552.
65. HARBORNE, J. B. – WILLIAMS, C. A. 2000. Advances in flavonoid research since 1992. In *Phytochemistry*, vol. 55, pp. 481-504.
66. HAŠČÍK, P. – KAČANIOVÁ, M. – ČUBOŇ, J. – BOBKO, M. – NOVÁKOVÁ, I. – VAVRIŠINOVÁ, K. – ARPÁŠOVÁ, H. – MIHOK, M. 2009. Vplyv aplikácie *Lactobacillus fermentum* na chemické zloženie mäsa kurčiat Ross PM3. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, Mimoriadne číslo, s. 197-205.
67. HAŠČÍK, P. – WEIS, J. – ČUBOŇ, J. – KULÍŠEK, V. – MAKOVICKÝ, P. – KAČANIOVÁ, M. 2005. Vplyv probiotického preparátu v KKZ bojlerových kurčiat ROSS 308 na chemické zloženie mäsa. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 8, č. 1, s. 20-24.
68. HAVENSTEIN, G. B. – FERKET, P. R. – QURESHI, M. A. 2003. Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. In *Poult. Sci.*, vol. 82, pp. 1500-1508.
69. HEBER, D. 2000. Colorful cancer prevention: a-carotene, lycopene and lung cancer. In *Am. Soc. Clin. Nut.*, pp. 72.
70. HEBER, D. – LU, Q. 2002. Overview of mechanisms of action of lycopene. In *Exp. Biol. Med.*, vol. 227, no. 10, pp. 920-923.
71. HEILIG, H. G. H. J. – ZOETENDAL, E. G. – VAUGHAN, E. E. – MARTEAU, P. – AKKERMANS, A. D. L. – DE VOS, W. M. 2002. Molecular Diversity of *Lactobacillus* spp. and Other Lactic Acid Bacteria in the Human Intestine as Determined by Specific Amplification of 16S Ribosomal DNA. In *Appl. Environ. Microb.*, vol. 68, no. 1, pp. 114-123.
72. HOLOUBEK, J. 2001. Důvody trvalého rozšiřování drůbeže. In *Náš chov*, roč. 59, č. 11, s. 41-42.
73. HORWITT, M. K. 1986. Interpretations of requirements for thiamin, riboflavin, niacin-tryptophan, and vitamin E plus comments on balance studies and vitamin B₆. In *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 44, pp. 973-985.
74. HOUŠKA, J. – KACOVSKÝ, J. – KALINA, R. et al. 1956. *Kniha o hydine*. 1. vyd. Bratislava : SVPL. 608 s.
75. HUGO, A. – ELS, S. P. – BOTHMA, C. – DE WITT, F. H. – VAN DER MERWE, H. J. – FAIR, M. D. 2009a. Influence of dietary lipid sources on sensory characteristics of broiler meat. In *Peer-reviewed paper: 10th World Conference on Animal Production South African Journal of Animal Science*, vol. 39, pp. 11-14.
76. HUGO, A. – ELS, S. P. – DE WITT, F. H. – VAN DER MERWE, H. J. – FAIR, M. D. 2009b. Effect of dietary lipid sources on lipid oxidation of broiler meat. In *Peer-reviewed paper: 10th World Conference on Animal Production South African Journal of Animal Science*, vol. 39, pp. 149-152.
77. HUNT, CH. H. – BETHKE, B. M. 2011. The riboflavin content of certain hays and grasses 1 [online] [cit. 2013-10-28]. Dostupné na internete: jn.nutrition.org 10. 3. 2011.
78. CHANG, C. C. – YANG, M. Y. – WEN, H. M. – CHERN, J. C. 2002. Estimation of total flavonoids content in propolis by two complementary colorimetric methods. In *Journal of Food and Drug Analysis*, vol. 10, pp. 178-182.

79. CHE MAN, Y. B., – TAN, C. P. 2003. Carotenoids. In *Lipids for functional foods and nutraceuticals*. Bridgewater : The Oily Press. pp.25-46.
80. CHO Y. H. 2008. Anti-inflammatory effect of lycopene on chronic bacterial prostatitis rat model. In *18th European Congress of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*. Barcelona : Spain, P555. p. 129.
81. CHOE, E. – MIN, D. B. 2007. Chemistry of Deep-Fat Frying Oils. In *J. Food Sci.*, vol. 72, no. 5, pp. 1-12.
82. IGNARRO, L. J. – BALESTRIERI, M. L. – NAPOLI, C. 2007. Nutrition, physical activity, and cardiovascular disease: an update. In *Cardiovasc. Res.*, vol. 73, pp. 326-340.
83. INGR, I. - BURYŠKA, J. - SIMEONOVÁ, J. 1993. *Hodnocení živočišných výrobků*. 1 vyd. Brno : VŠZ. 128 s. ISBN 80-7157-088-5.
84. INGR, I. 2011. *Zrání masa a jeho praktický význam*. [online] [cit. 3. 3. 2011]. Dostupné na internete: <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=894>.
85. JANČÍK, F. – KOUKOLOVÁ, V. – KUBELKOVÁ, P. – ČERMÁK, B. 2009. Effect of grass species on ruminal degradability of silages and prediction of dry matter effective degradability. In *Czech J. Anim. Sci.*, vol. 54, pp. 315-323.
86. JENKINS, K. J. – ATWAL, A. S. 1994. Effects of dietary saponins on fecal bile acids and neutral sterols, and availability of vitamins A and E in the chick. In *J. Nutr. Biochem*, vol. 5, pp. 134-135.
87. JUNG, K. – HENKE, W. 1996. Developmental changes of antioxidant enzymes in kidney and liver from rats. In *Free Radic. Biol. Med.*, vol. 20, no. 4, pp. 613-617.
88. JURKOVIČOVÁ, J. – ŠTEFÁNIKOVÁ, Z. – ŠEVČÍKOVÁ, Ľ. 2008. Role of Fats In *Human Nutrition. Život. Prostr.*, vol. 42, no. 4, pp. 194-198.
89. KAČÁNIOVÁ, M. – ČUBOŇ, J. – HAŠČÍK, P. – PAVLIČOVÁ, S. 2005. Effect of *Enterococcus faecium* on some characteristics in ceca of chickens and its typisation by PCR. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, vol. 8, 2005, no. 1, pp. 17-20.
90. KADLEC, P. et al. 2002. *Technologie potravin 1*. Praha : VŠCHT. 300 s. ISBN 80-7080-509-9.
91. KAJABA, I. – FATRCOVÁ-ŠRANKOVÁ, K. – BITTER, K. – LUKÁČOVÁ, O. – SALKAYOVÁ, I. 2009. Antioxidanty a ich úloha v prevenci nekontagióznych chorob. In *Antioxidanty*. Nitra : SPU, s. 112-126.
92. KANNER, J. – GERMAN, J. B. – KINSELLA, J. E. 1987. Initiation of lipid peroxidation in biological systems. In *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 25, no. 4, pp. 317-364.
93. KANNER, J. – ROSENTHAL, I. 1992. An Assessment of lipid oxidation in foods. In *Pure and Appl. Chem.*, vol. 64, no. 12, pp. 1959-1964.
94. KEMIN INDUSTRIES Inc, 2010. [online] [cit. 2010-20-10]. Dostupné na internete: <http://foodquality.wfp.org/FoodSpecifications/Shelflifeoffoods/Oxidation/tabid/472/Default.aspx?PageContentMode=1>.
95. KERÉKRÉTY, J. 1998. História, trendy a význam konzumácie hydiny a vajec. In *Výživa a zdravie*, vol. 43, no. 1, pp. 14-16.

96. KERESTEŠ, J. 2009. Tuky a degeneratívne ochorenia. In KERESTEŠ, J.: *Biotechnológia, výživa a zdravie*. Považská Bystrica : Eminent. s. 282-288. ISBN 978-80-970205-9-0.
97. KINDSCHY, R. R. 1991. Alfalfa in crested wheatgrass seedings. In *Rangelands*, vol. 13, no. 5, pp. 244-246.
98. KLÍMA D. 1996. Animal fats. In *Meat*, vol. 6, pp. 3-5.
99. KOMAN, V. – HOJEROVÁ, J. – SCHMIDT, Š. 1989. *Chémia a technológia tukov I*. Bratislava : SVŠT. s. 150. ISBN 80-227-0108-4.
100. KORIMOVÁ, I. – MÁTÉ, D. – TUREK, P. 2000. Vplyv prírodných antioxidantov na kvalitu trvanlivých tepelne neopracovaných mäsových výrobkov. In *Czech J. Food Sci.*, vol. 18, no. 4, pp. 124-128.
101. KOVÁČ, M. – ČUPKA, D. – KACEROVSKÝ, O. – KRÁČMAR, S. – LABUDA, J. – PAJTÁŠ, 1989. *Výživa a kŕmenie hospodárskych zvierat*. 1. vyd. Bratislava : Príroda. 536 s. ISBN 80-07-00030-5.
102. KOWALSKA, I. – KAPUSTA, I. – PIACENTE, S. – STOCHMAL, A. – OLESZEK, W. 2006. Flavonoid composition of *Medicago truncatula* aerial parts. In *Meeting of the Polish Biochemical Society*, vol. 53, pp. 57.
103. KUN, Y. – LULE, U. S. – XIAO-LIN, D. 2006. Lycopene: its properties and relationship to human health. In *Food. Rev. Int.*, vol. 22, pp. 309-333.
104. LADIKOS, D. – LOUGOVOIS, V. 1990. Lipid oxidation in muscle foods: A review. In *Food Chem.*, vol. 35, pp. 295-314.
105. LAN, P. T. – HAYASHI, H. – SAKAMOTO, M. – BENNO, Y. 2002. Phylogenetic analysis of cecal microbiota in chicken by the use of 16S rDNA clone libraries. In *Microbiol. Immunol.*, vol. 46, pp. 371-382.
106. LAURO, G. J. 1991. A primer on natural colors. In *Cereal Foods World*, vol. 36, pp. 949-953.
107. LEE C. E. 2008. Role hormonů, cytokinů a proteinů teplotního šoku při úbytku svalové hmoty podmíněné věkem In *Postgraduální nefrologie*. 2/2008 [online] [cit. 2010-20-11] . Dostupné na internete: <http://www.tribune.cz/clanek/11969>.
108. LIN, C. F. – GRAY, J. I. – ASGHAR, A. – BUCKLEY, D. J. – BOOREN, A. M. – FLEGAL, C. J. 1989a. Effects of dietary oils and α -tocopherol supplementation on lipid composition and stability of broiler meat. In *J. Food Sci.*, vol. 54, pp. 1457-1460.
109. LIN, C. F. – GRAY, J. I. – ASHGAR, A. – BUCKELY, D. J. – BOOREN, A. M. – CRAKEL, R. L. – FLEGAL, C. J. 1989b. Effects of oxidized dietary oil and antioxidant supplementation on broiler growth and meat stability. In *Br. Poult. Sci.*, vol. 30, pp. 855-864.
110. LIPTAIOVÁ, D. – ANGELOVIČOVÁ, M. 2012. *Škoricová silica a produkcia kuracieho mäsa*. 1. vyd. Nitra : SPU. 106 s. ISBN 978-80-552-0736-0.
111. LIU, R. H. 2004. Potencial synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. In *Journal of Nutrition*, vol. 134, pp. 3479S-3485S.
112. LIU, H. W. – ZHOU, D. W. 2013. Influence of pasture intake on meat quality, lipid oxidation, and fatty acid composition of geese. In *J. Anim. Sci.*, vol. 91, no. 2, pp. 764-771.

113. LO'PEZ-FERRER, S. – BAUCCELLS, M. D. – BARROETA, A. C. – GRASHORN, M. A. 1999. Influence of vegetable oil sources on quality parameters of broiler meat. In *Arch. Geflugelkd.*, vol. 63, pp. 29-35.
114. LU, J. – IDRIS, U. – HARMON, B. – HOFACRE, C. – MAURER, J. J. – LEE, M. D. 2003. Diversity and succession of the intestinal bacterial community of the maturing broiler chicken. In *Appl. Environ. Microb.*, vol. 69, pp. 6816-6824.
115. LU, L. – LUO, X. G. – JI, C. – LIU, B. – YU, S. X. 2007. Effect of manganese supplementation and source on carcass traits, meat quality, and lipid oxidation in broilers. In *J. Anim. Sci.*, vol. 85, pp. 812-822.
116. LUPAŠKU, M. F. 1988. *Ljucerna*. Moskva : Agropromizdat. 265 s.
117. MAIANI, G. – CASTÓN, M. J. P. – CATASTA, G. – TOTI, E. – GOŇI, I. – CAMBRODÓN, BYSTED, A. – GRANADO-LORENCIO, F. – OLMEDILLA-ALONSO, B. – KNUTHSEN, P. – VALOTI, M. – BÖHM V. – MAYER-MIEBACH, E. – BEHSNILIAN, D. – SCHLEMMER, U. 2009. Carotenoids: Actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. In *Mol. Nutr. Food Res.*, vol. 53, no. 2, pp. 194-218.
118. MANACH, C. – SCALBERT, A. – MORAND, C. – RÉMÉSY, C. – JIMÉNEZ L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. In *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 79, pp. 727.
119. MANSOUB, N. H. – MYANDOAB, M. P. 2012. Effect of dietary inclusion of alfalfa (*Medicago sativa*) and black cumin (*Nigella sativa*) on performance and some blood metabolites of Japanese quail. In *Res. Opin. Anim. Vet. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 7-9.
120. MARCU, A. – VĂCARU-OPRIȘ, I. – MARCU, V. – VINTILĂ, C. – DRONCA, D. 2009. The Influence of Feed Protein Level on Productive Performances at Ross 308 Hybrid. In *Lucrări științifice Zootehnie și Biotehnologii*, vol. 42, no. 1, pp. 142-146.
121. MARKOVIC, J. – IGNJATOVIĆ, S. – RADOVICA, J. – LUGIĆ, Z. 2007b. Uticaj faze razvića na sadržaj makro i mikroelemenata u lucerki i crvenoj detelini. In *Zbornik Radova*. Novi Sad : Institut za ratarstvo i povrtarstvo, vol. 44, no. 1, pp. 401-406.
122. MARKOVIC, J. – RADOVICA, J. – LUGIĆ, Z. – SOKOLOVIĆE, D. 2007a. The effect of development stage on chemical composition of alfalfa leaf and stem. In *Biotechnology in Animal Husbandry Book 2*, vol. 23, iss. 5-6-2, pp. 383-388.
123. MARKOVIC, J. – STRBANOVIC, R. – CVETKOVIC, M. – ANELKOVIC, B. – ZIVKOVIC, B. 2009. Effects of growth stage on the mineral concentrations in alfalfa (*Medicago sativa* L.) leaf, stem and the whole plant. In *Biotechnology in Animal Husbandry*, vol. 25, pp. 1225-1231.
124. MASOPUST, J. – PRŮŠA, R. 2003. *Patobiochemie buňky*. 1. vyd. Praha. 323 s. ISBN 80-239-1011-0.
125. MATUŠOVIČOVÁ, E. 1986. *Technology of Poultry Production*. Příroda : Bratislava. 393 s.
126. MEAD, G. C. 1997. Bacteria in the gastrointestinal tract of birds. In MACKIE, R. J. – WHITE, B. A. – ISAACSON, R. E. *Gastrointestinal Microbiology*. New York : Chapman and Hall. pp. 216-240.

127. MILLER, N. J. – SAMPSON, J. – CANDEIAR, L. P. – BRAMLEY, P. M. – RICE-EVANS, C. A. 1996. Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. In *FEBS Lett.*, vol. 384, pp. 240-242.
128. MIN, D. B. – SMOUSE, H. – CHANG, S. S. 1989. *Flavor Chemistry of Lipid Foods*. The American Oil Chemists Society, Champaign. 462 p. ISBN 0935315241.
129. MOHARRERY, A. – MAHZONIEH, M. 2005. Effect of Malic Acid on Visceral Characteristics and Coliform Counts in Small Intestine in the Broiler and Layer Chickens. In *International Journal of Poultry Science*, vol. 4, no. 10, pp. 761-764. ISSN 1682-8356.
130. MOJŽIŠ, J. – MOJŽIŠOVÁ, G. 2001. *Flavonoidy a ich biologické účinky*. Košice : Viena. 134 s.
131. MOONEY, J. W. – HIRSCHLER, E. M. – KENNEDY, A. K. – SAMS, A. R. – VAN ELSWYK, M. E. 1998. Lipid and flavor quality of stored breast meat from broilers fed marine algae. In *J. Food Sci. Agric.*, vol. 78, pp.134-140.
132. MORTENSEN, A. – SKIBSTED, L. H. 1997. Relative stability of carotenoid radical cations and homologue tocopheroxyl radicals. A real time kinetic study of antioxidant hierarchy. In *FEBS Lett.*, vol. 417, no. 3, pp. 261-266.
133. MOTTRAM, D. S. 1998. Flavour formation in meat and meat products; a review. In *Food Chemistry*, vol. 62, pp. 415-424.
134. MOUNTZOURIS, K. C. – TSIRTSIKOS, P. – KALAMARA, E. – NITSCH, S. – SCHATZMAYR, G. – FEGEROS, K. 2007. Evaluation of the Efficacy of a Probiotic Containing *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, and *Pediococcus* Strains in Promoting Broiler Performance and Modulating Cecal Microflora Composition and Metabolic Activities. In *Poult. Sci.*, vol. 86, pp. 309-317.
135. NAKAUE, H. S. – LOWRY, R. R. – CHEEKE, P. R. – ARSCOTT, G. H. 1980. The effect of dietary alfalfa of varying saponin content on yolk cholesterol level and layer performance. In *Poult. Sci.*, vol. 59, pp. 2744-2748.
136. *Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady č. 258/1997/ES o nových zložkách potravín.*
137. *Nariadenie vlády Slovenskej republiky 23/2009, ktorým sa ustanovujú požiadavky na ochranu zvierat používaných na pokusné účely alebo na iné vedecké účely.*
138. *Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 286/2003 Z.z. o požiadavkách v záujme ochrany zdravia ľudí pri výrobe a uvádzaní na trh mäsových výrobkov a určitých ostatných produktov živočíšneho pôvodu.*
139. NOUZA, K. 2002 . Proteiny teplotního šoku (HSP). In *Zánět (dokončení)*. In *Medicína* 5, roč. 9, s. 22.
140. NOVOTNÁ, P. – HOLASOVÁ, M. – FIEDLEROVÁ, V. – ZELENÝ, F. – ZELENÁ, E. – PRŮCHOVÁ, J. – STROHALM, J. – KÝHOS, K. – HOUŠKA, M. 2008. Vliv výše teploty a doby výdrže na obsah lykopenu a barvu homogenátu z rajčat In *Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin*. Sklaský Dvůr, 2008, s. 14.
141. OSTERLIE, M., – LERFALL, J. 2005. Lycopene from tomato products added minced meat: Effect on storage quality and colour. In *Food Res. Int.*, vol. 38, pp. 925-929.

142. OSTROWSKI-MEISSNER, H. – OHSHIMA, M. – YOKOTA, H. O. 1995. Hypcholesterolemic activity of a commercial high-protein leaf extract used as a natural source of pigments for laying hens and growing chickens. In *Japan. Poult. Sci.*, vol. 32, no. 3, pp. 184-193.
143. ÖZOGUL, Y. – ÖZOGUL, F. – ÖZKÜTÜK, S. – KULEY, E. 2006. Hydrolysis and oxidation of European eel oil during frozen storage for 48 weeks. In *Eur. Food Res. Tech. A*, vol. 224, no.1, pp. 33-37.
145. OZTURK, S. – CAKMAKCIB, S. 2006. The effect of antioxidants on butter in relation to storage temperature and durativ In *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, vol. 108, pp. 951-959.
146. PAINTER, F. M. 1999. Intestinal Absorption of Lycopene from Different Matrices and Interactions to Other Carotenoids, the Lipid Status, and the Antioxidant Capacity of Human Plasma. In *Eur. J. Nutr.*, vol. 38, no. 3, pp. 118-125.
147. PETRON, M. J. – RAES, K. – CLAEYS, E. – LOURENC, M. – FREMAUT, D. - DE SMET, S. 2007. Effect of grazing pastures of different botanical composition on antioxidant enzyme activities and oxidative stability of lamb meat. In *Meat Science*, vol. 75, pp. 737-745.
148. PETTERSEN, M. K. – MIELNIK, M. B. – EIE, T. – SKREDE, G. – NILSSON, A. 2004. Lipid Oxidation in Frozen, Mechanically Deboned Turkey Meat as Affected by Packaging Parameters and Storage Conditions. In *Poult. Sci.*, vol. 83, pp. 1240-1248.
149. PIPEK, P. 1991. *Technologie masa I*. 2. vyd. Praha : VŠCHT. 172 s. ISBN 80-7080-106-9.
150. PIPEK, P. 1992. *Technologie masa II*. 1. vyd. Praha : VŠCHT. 215 s. ISBN 80-7080-143-3.
151. PIPEK, P. 1995. *Technologie masa I*. 4. vyd. Praha : VŠCHT. 334 s. ISBN 80-7080-174-3.
152. PIPEK, P. 1998. *Základy technologie masa*. 1. vyd. Vyškov : VVŠ PV. 112 s. ISBN 80-7231-010-0.
153. PONTE, P. I. P. – FERREIRA, L. M. A. – SOARES, M. A. C. – AGUIAR, M. N. M. – LEMOS, J. P. C. – MENDES, I. – FONTES, C. M. G. A. 2004a. Use of Cellulases and Xylanases to Supplement Diets Containing Alfalfa for Broiler Chicks: Effects on Bird Performance and Skin Color. In *J. Appl. Poult.*, vol. 13, pp. 412-420.
154. PONTE, P. I. P. – MENDES, I. – QUARESMA, M. – AGUIAR, M. N. M. – LEMOS, J. P. C. – FERREIRA, L. M. A. – SOARES, M. A. C. – ALFAIA, C. M. – PRATES, J. A. M. – FONTES, C. M. G. A. 2004b. Cholesterol levels and sensory characteristics of meat from broilers consuming moderate to high levels of alfalfa. In *Poult. Sci.*, vol. 83, pp. 810-814.
155. RABABAH, T. M. – HETTIARACHCHY, N. S. – HORAX, R. 2004. Total phenolics and antioxidant activities of fenugreek, green tea, black tea, grape seed, ginger, rosemary, gotu kola, and ginkgo extracts, vitamin E, and tert-butylhydroquinone. In *J. Agric. Food Chem.*, vol. 52, no. 16, pp. 5183-5186.
156. RADOVIĆ, J. – SOKOLOVIĆ, D. – MARKOVIĆ, J. – RADOVICA, J. – SOKOLOVIĆ, D. – MARKOVIĆ, J. 2009. Alfalfa – most important perennial

- forage legume in animal husbandry. In *Biotechnology in Animal Husbandry*. Belgrade-Zemun : Institute for Animal Husbandry, vol. 25, no. 5-6, pp. 465-475.
157. RAO, A. V. – GURFINKEL, D. M. 2000. The bioactivity of saponins: Triterpenoid and steroidal glycosides. In *Drug Metabol. Drug Interact.*, vol. 17, pp. 211-235.
158. RAVELO, L. M. – RAVELO-PÉREZ, L. M. – HERNÁNDEZ-BORGES, J. – RODRÍGUEZ-DELGADO, M. A. – BORGES-MIQUEL, T. 2008. Spectrophotometric Analysis of Lycopene in Tomatoes and Watermelons: A Practical Class. In *J. Chem. Educator*, vol. 13, no. 1. pp. 11-13.
159. REBOUL, E. – BOREL, P. – MIKAIL, C. – ABOU, L. – CHARBONNIER, M. – CARIS-VEYRAT, C. – GOUPY, P. – PORTUGAL, H. – LAIRON, D. – AMIOT, M. J. 2005. Enrichment of tomato paste with 6% tomato peel increases lycopene β -carotene bioavailability in men. In *J. Nutr.*, vol. 135, pp. 790-794.
160. RUIZ, J. A. – PEREZ-VENDRELL, A. M. – ESTEVE-GARCÍA, A. E. 1999. Effect of β -carotene and vitamin E on oxidative stability in leg meat of broilers fed different supplemental fats. In *J. Agric. Food Chem.*, vol. 47, pp. 448-454.
161. RYBÁR, P. 2002. *Oxidácia lipoproteínov krvnej plazmy, vplyv antioxidantov: rigorózna práca*. Bratislava : MFF UK. 25 s.
162. SACKKEY, B. A. – MENSAH, P. – COLLISON, E. – SAKYI-DAWSON, E. 2001. *Campylobacter, Salmonella, Shigella and Escherichia coli* in live and dressed poultry from metropolitan Accra. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 71, pp. 21-28.
163. SAKAC, V. – SAKAC, M. 2000. Free oxygen radiacals and kidney diseases – part I. In *Med. Pregl.*, vol. 53, no. 9-10, pp. 463-744.
164. SALANITRO, J. P. – FAIRCHILD, I. G. – ZGORNICKI Y. D. 1974. Isolation, culture characteristics, and identification of anaerobic bacteria from the chicken cecum. In *Appl. Microbiol.*, vol. 27, pp. 678-687.
165. SÁNCHEZ-MORENO, C. – LARRAURI, J. – SAURA-CALIXTO, F. 1998. A producere to measure the antiradical efficiency of polyphenols. In *J. Sci. Food Agric.* vol. 76, pp. 270-276.
166. SEDLÁČKOVÁ, L. – NGUYEN, T. T. H. – ŠPAČEK, M. – KOZÁK, T. – HOLLER, E. – BREMM, H. – HROMADNÍKOVÁ. 2007. Analýza membránové a relativní genové exprese proteinu tepelného šoku HSP70 u akutní leukémie. In *III. dny diagnostické prediktivní a experimentální onkologie Satelitní workshopy*.
167. SEIDAVI, A. – MIRHOSSEINI, S. Z. – SHIVAZAD, M. – CHAMANI, M. – SADEGHI, A. A. – POURSEIFY, R. 2010. Detection and investigation of *Escherichia coli* in contents of duodenum, jejunum, ileum and cecum of broilers at different ages by PCR. In *AsPac J. Mol. Biol. Biotechnol.*, vol. 18, no. 3, pp. 321-326.
168. SEN, S. – MAKAR, H. P. S. – BECKER, K. 1998. Alfalfa saponins and their implications in animal nutrition. In *J. Agric. Food Chem.*, vol. 46, pp. 131-140.
169. SHI, J. – MAGUER, L. M. 2000. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. In *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 40, pp. 1-42.

170. SCHIERLE, J. – BRETZEL, W. – BÜHLER, I. – FACCIN, N. – HESS, D. – STEINER, K. et al., 1997. Content of isomeric ratio of lycopene in food human plasma. In *Food Chem.*, vol. 59, pp. 459-465.
171. SIES, H. – STAHL, W. 1995. Vitamins E and C, β -carotene, and other carotenoids as antioxidants. In *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 62, no. 6, pp.1315-1321.
172. SIES, H. 2007. Total antioxidant capacity: Appraisal of a concept. In *J. Nutr.*, vol. 137, no. 6, pp. 1493-1495.
173. SINGLETON, V.L. – ORTHOFER, R. – LAMUELA-RAVENTOS, R. M.1999. Analysis of total polyphenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In *Meth. Enzym.*, vol. 299, pp. 152-178.
174. SKOUMALOVÁ, A. 2010. Problematika voľných radikáľ a antioxidantů v medicíně [online] [cit. 2010-20-10]. Dostupné na internete: <http://www.mefanet-motol.cuni.cz/clanky.php%3Fai>.
175. *Smernica Rady 43/2007/ES, ktorou sa stanovujú minimálne pravidlá ochrany kurčiat chovaných na produkciu mäsa.*
176. SOPKOVÁ D. – STANÍKOVÁ A. – PÁSTOROVÁ B. 2007. Analýza produktov degradácie lipidov v tukovom tkanive ošípaných. In *VII. Celoslovenský seminár z fyziológie živočíchov*. Topoľčianky – Nitra : SPU, s. 298-302. ISBN 978-80-8069-886-7.
177. SOULI, M. – KONTOPIDOU, F. V. – PAPADOMICHELAKIS, E. 2008. Clinical experience of serious infections caused by Enterobacteriaceae producing VIM-1 metallo-beta-lactamase in a Greek University Hospital. In *Clin. Infect. Dis.*, vol. 46, no. 6, pp. 847-854.
178. STAHL, W. – SCHWARTZ, W. – SUNDQUIST, A. R. – SIES, H. et al. 1992. Cis-trans isomers of lycopene and β -carotene in human serum and tissues. In *Arch. Biochem. Biophys.*, no. 294, pp. 173-177.
179. STEINHAUSER, L. et al. 1995. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno : LAST. 664 s. ISBN 80-900260-4-4.
180. STEINHAUSER, L. et al. 2000. *Produkce masa*. Tišnov : LAST, 464 s. ISBN 80-900260-7-9.
181. STEINMAN, H. M. 1982. Copper-zinc superoxide dismutase from caulobacter crescentus cb15. a novel bacteriocuprein form of the enzyme. In *J. Biol. Chem.* vol. 257, p. 10283-10293.
182. STN EN ISO 660 číslo kyslosti tuku/voľné mastné kyseliny titrácia
183. STN ISO 1444. Mäso a mäsové výrobky. Stanovenie obsahu voľného tuku.
184. STN EN 3960 Peroxidové číslo.
185. STN 46 7092. 1988. Analytické metódy skúšania krmív.
186. STOCHMAL, A. – SIMONET, A. M. – MACIAS, F. A. – OLIVEIRA, M. A. – ABREU, J. M. – NASH, R. – OLESZEK, W. 2001. Acylated apigenin glycosides from alfalfa (*Medicago sativa* L.) var. Artal. In *Phytochemistry*, vol. 57, pp. 1223-1226.
187. STUPKA, R. – ŠPRYSL, M. – ČÍTEK, J. 2009. *Základy chovu prasat*. 1. vyd. Praha : PowerPrint. 180 s. ISBN 978-80-904011-2-9.

188. SUKSOMBAT, W. – BUAKEEREE, K. 2006. Utilization of hedge lucerne meal (*Demathus virgatus*) as protein supplement in layers diets. In *Suranaree J. Sci. Technol.* vol. 13, no. 2, pp. 182-187.
189. ŠIMČÍKOVÁ, M. – PAZLAROVÁ, J. – DEMNEROVÁ, K. 2008. Fyziologická a genetická charakterizace *Enterobacter Sakazakii*. In *Výroční konference Komise potravinářské mikrobiologie*. Třešť : Komise potravinářské mikrobiologie, s. 70-75.
190. TEREVINTO, A. – RAMOS, A. – CASTROMAN, G. – CABRERA, M. C. – SAADOUN, A. 2010. Oxidative status, in vitro iron-induced lipid oxidation and superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase activities in rhea meat. In *Meat Science*, vol. 84, pp. 706-710.
191. THOMAS, W. – BOILEAU, M. – BOILEAU, A. C. – ERDMAN, J. W. 2002. Bioavailability of all-trans and cis-Isomers of Lycopene In *Experimental Biol. Med.*, vol. 227, pp. 914-919.
192. TICHIVANGANA, J. Z. – MORRISSEY, P. A. 1985. Metmyoglobin and inorganic metals as pro-oxidants in raw and cooked muscle systems. In *Meat Sci.*, vol. 15, pp. 107-116.
193. TITUS, H. W. – FRITZ, J. C. 1971. The Scientific Feeding of Chicken 5th ed. Danville, Danville, Illinois, USA : The Interstate Printers and Publishers Inc., of commercial red palm olein: carotenoids, vitamin E, ubiquinone and sterols. In *J. Oil Palm. Res.*, vol. 12, pp.14-24.
194. TKÁČOVÁ, J. 2013. Účinnosť lucernovej múčky na kvalitu produkcie a mäsa brojlerových kurčiat. In *Zborník abstraktov zo VII. vedeckej konferencie doktorandov s medzinárodnou účasťou a IX. vedecká konferencia študentov I. a II. stupňa vysokoškolského štúdia*. Nitra : SPU, s. 52. ISBN 978-80-552-1010-0.
195. TKÁČOVÁ, J. – ANGELOVIČOVÁ, M. 2012. Assessment of fat quality during storage chicken meat. In *Potravinárstvo*, roč. 6, č. 2, s. 57-59. ISSN 1337-0960.
196. TKÁČOVÁ, J. – ANGELOVIČOVÁ, M. 2013. Aetheroleum and fat oxidation of chicken meat. In *Potravinárstvo*, roč. 7, č. 1, s. 76-79. ISSN 1337-0960.
197. TKÁČOVÁ, J. – ANGELOVIČOVÁ, M. 2013. Effect of Lucerne Meal on Broiler Chickens Cecum. In *Animal Science and Biotechnologies*, 2013, vol. 46, no. 2, pp. 45-49.
198. TKÁČOVÁ, J. – ANGELOVIČOVÁ, M. – MRÁZOVÁ, Ľ. 2010. Vplyv rôzneho podielu lucernovej múčky v krmive na produkciu výkrmových kurčiat. In *Potravinárstvo*, roč. 4, mimoriadne č., s. 253-257. ISSN 1338-0230.
199. TKÁČOVÁ, J. – ANGELOVIČOVÁ, M. – MRÁZOVÁ, Ľ. – KLIMENT, M. – KRÁL, M. 2011. Effect of different proportion of lucerne meal in broiler chickens. In *Animal Science and Biotechnologies*, no. 1, pp. 141-144. ISSN 1221-5287.
200. TUREK, P. – KORIMOVÁ, Ľ. – NAGY, J. – MÁTĚ, D. 2000. Využitie prírodných antioxidantov v mäsovej výrobe. In *Výživa – potraviny – legislativa*. Bratislava, s. 71-75. ISBN 80-227-1440-2.
201. UHER, A. – PODHAJSKÝ, B. – BALOGH, Z. – HANÁČKOVÁ, E. 2008. Obsah lykopénu v plodoch konzumných rajčiakov v závislosti od dĺžky skladovania a tepelnej úpravy po zbere. In *Acta horticulturae et regioteecturae*, roč. 11, č. 1, s. 6-8.

202. URL 1: [cit. 2009-11-15]. Dostupné na internete:
http://www.actahort.org/members/showpdf?booknrarnr=604_61.
203. URL 2: [cit. 2009-11-15]. Dostupné na internete:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16158610>.
204. VALKO, M. – LEIBFRITZ, D. – MONCOLA, J. – CRONIN, M. T. D. – MAZURA, M. – TELSER, J. 2007. Review Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. In *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, vol. 39, pp. 44-84.
205. VAN DER WIELEN, P. W. – BIESTERVELD, S. – LIPMAN, L. J. A. – VAN KNAPEN, F. 2001. Inhibition of a glucoselimited sequencing fed-batch culture of *Salmonella enterica* (Serovar Enteritidis) by volatile fatty representative of the ceca of broiler chickens. In *Appl. Environ. Microbiol.*, vol. 67, pp. 1979-1982.
206. VAŠKOVÁ, M. 2009. Reakce buňky a rostliny na abiotický a biotický stres. In *Biologie rostlinné buňky* [prednáška], České Budějovice, JU. 2009 [online] [cit. 2010-20-11] Dostupné na internete:
http://kfar.prf.jcu.cz/download/lectures/KFR945/KFR945_08-2009.ppt.
207. VELÍŠEK, J. 1999a. *Chemie potravin*. 1. vyd. Tábor : OSSIS. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.
208. VELÍŠEK, J. 1999b. *Chemie potravin* 3. Praha –Tábor : VŠCHT-OSSIS. 368 s. ISBN 80-902391-5-3.
209. VENKET, R. A. – AGARWAL, S. 2000. Role of Antioxidant Lycopene in Cancor and Heart Disease. In *J. Am. Coll. Nutr.*, vol. 19, no. 5, pp. 563-569.
210. VERCELLOTTI, J. R. – ANGELO, A.J. St. – SPANIER, A. M. 1992. Lipid oxidation in foods. In *ACS Symposium Series American Chemical Society*. Washington : American Chemical Society, pp. 1-11.
211. VERONESI, F. – BRUMMER, E. C. – HUYGHE, C. 2010. Alfalfa. In BOLLER, B. – POSSELT, U. K. – VERONESI, F.: *Handbook of plant breeding: Fodder crops and amenity grasses*, Springer, vol 5, pp. 395-437.
212. WHITEHEAD, C. C. – MCNAB, J. M. – GRIFFIN, H. D. 1981. The effects of low dietary concentrations of saponin on liver lipid accumulation and performance in laying hens. In *Poult. Sci.*, vol. 22, pp. 281-288.
213. WINKELMAYER, R. et al. 2005. *Hygiena zvěřiny – příručka pro mysliveckou praxi*. Brno : Institut ekologie zvěře VFU. 168 s. ISBN 80-7305-523-6.
214. WOODALL, A. A. – LEE, S. W. M. L. – WEESIE, R. J. – JACKSON, M. J. – BRITTON, G. 1997. Oxidation of carotenoids by free radicals: relationship between structure and reactivity. In *Biohem. Biophys. Acta*, vol. 1336, no. 1, pp. 33-42.
215. WRAY, C. – DAVIES, R. H. – CORKISH, J. D. 1996. Enterobacteriaceae. In JORDAN, F. T. W. – PATTISON, M. *Poultry Diseases*. London : Saunders, pp. 9-43.
216. XIANQUAN, S. – SHI, J. – KAKUDA, Y. – YUEMING, J. 2005. Stability of lycopene during food processing and storage. In *J. Med. Food*, vol. 8, pp. 413-422.
217. YU, H. – BAO, E. D. – ZHAO, R. Q. – LV, Q. X. 2007. Effect of transportation stress on heat shock protein 70 concentration and mRNA expression

- in heart and kidney tissues and serum enzyme activities and hormone concentrations of pigs. In *Am. J. Vet. Res.*, vol. 68, pp.1145-1150.
218. YUNG, L. M. – LEUNG, F. P. – YAO, X. – CHEN, Z. Y. – HUANG, Y. 2006. Reactive oxygen species in vascular wall. In *Cardiovasc. Hematol. Disord. Drug Targets.*, vol. 6, no.1, pp.1-19.
219. ZECHMEISTER, L. 1962. *Cis-trans isomeric carotenoids vitamin A and arylpolyenes*. New York – Vienna : Academic Press – Verlag. 251 p.
220. ZEMAN, L. – DOLEŽAL, P. – KOPŘIVA, A. – MRKVICOVÁ, E. – PROCHÁZKOVÁ, J. – RYANT, P. – SKLÁDANKA, J. – STRAKOVÁ, E. – SUCHÝ, P. – VESELÝ, P. – ZELENKA, J. 2006. *Výživa a krmení hospodárskych zvierat*. 1. vyd. Praha : Profi Press. 360 s. ISBN 80-86726-17-7.
221. ZHOU, J. Y. – PROGNON P. 2006. Raw material enzymatic activity determination: A specific case for validation and comparison of analytical methods - The example of superoxide dismutase (SOD). In *J. Pharm. Biomed. Anal.*, vol. 40, pp. 1143-1148.
222. ZIEGELHOFFER, T. – WILL, J. – AUSTIN-PHILLIPS, S. 1999. Expression of bacterial cellulase genes in transgenic alfalfa (*Medicago sativa* L.), potato (*Solanum tuberosum* L.) and tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). In *Molecular Breeding*, vol. 5, pp. 309-318.