

THE EFFECT OF IODINE IN PRODUCTION OF BROILER CHICKENS AND SELECTED QUALITY INDICATORS OF BREAST MUSCLES

Mária Angelovičová, Marieta Semivanová

ABSTRACT

Due to the different effects on the human health it is necessary to avoid excessive or insufficient consumption of iodine. Iodine deficiency weakens the synthesis of the thyroid hormones, causes hypothyroidism and can lead to various developmental and functional disturbances known as the disorders from iodine deficiency. The latest literary knowledge about the use of iodine in the broiler chickens identifies the concentration of iodine 5 mg per kg feed as safe for a given group of the animals. Working Group on Additives and Products or Substances used in Animal Feed of Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed notes that the maximum authorized limit of iodine in the feed of the broiler chickens 10 mg per kg does not represent a health risk. The aim of our research was an observation and assessment of the effect of feed mixtures with iodized oil on production quality of the line hybrid chickens Cobb 500 and selected indicators of breast muscle. For comparison, a control group consists of the chickens, which were fed the feed mixtures without iodized oil. Dietary iodine in the form of potassium iodide was applied to sunflower oil. The mixture was heated at 70 °C with continuous stirring until dissolution of potassium iodide. The content of iodine in iodine supplement was 0.04 mg per g per 1 kg of feed mixture of starter, growth and the finisher was used 5 g of iodine supplement. The oil mixture was mixed into kibbled grain of corn and carefully homogenized with other components of the feed mixtures. To meet the aim of research, we realized an experiment, where body weight of the chickens was observed at the end of the experiment, the breast muscle weight and chemical analysis was made from selected indicators of breast muscle. A body weight of broiler chickens at the beginning and the end of the experiment and a breast muscle weight were observed by weighing on the Kern ECB 20K20 type scale with an accuracy of $d = 0,1$ g. The breast muscles were analyzed for selected indicators according to the methodology for analytical laboratories (2009). The data were evaluated according to the basic statistical characteristics.

The differences in the values of indicators between groups were evaluated by the SAS system program by t-test. The broiler chickens that were included in the experiment were first grade with a balanced average weight of 42 g. Statistical evaluation of body weight of the broiler chickens at the beginning of the experiment results in not significant difference between the control group and the experimental group – iodine supplement. Average body weight of the chickens was 2183.06 g at end of experiment in the group with the addition of iodine compared to 2145.21 g in control group with a statistically not significant difference ($P > 0.05$). Average weight of the breast muscles was 426.83 g in the group with the addition of iodine compared to 412.11 g in control group with a statistically not significant difference ($P > 0.05$). Average dry matter content in the breast muscles was 26.13 g per 100 g in the group with the addition of iodine compared to 26.25 g per 100 g in control group with a statistically not significant difference ($P > 0.05$). Average protein contents in breast muscles was 23.63 g per 100 g in the group with the addition of iodine compared to 23.31 g per 100 g in control group with a statistically not significant difference ($P > 0.05$). Average fat contents in breast muscles was 1.05 g per 100 g in the group with the addition of iodine compared to 0.88 g per 100 g in control group with a statistically significant difference ($P < 0.05$). The results of the experiment indicated some tendency of the positive effect of the feed mixtures with iodized oil on the quality of production of broiler chickens. Based on results, further research was recommended.

Keywords: iodine; broiler chicken; body weight; breast muscle; protein; fat

ÚVOD

Asi dve tretiny jódu sa nachádza v štítnej žľaze, ktorá má hlavnú funkciu v kontrole metabolizmu (hlavne vo využití tukov). Tento minerálny prvok môže ovplyvňovať duševnú aktivitu, taktiež reguluje využitie prijatej a vydananej energie. Nachádza sa vo všetkých produktoch, ktoré

pochádzajú z mora, hlavne ryby, kôrovce a chaluhy. Jeho nedostatok môže mať za následok zníženie duševnú i fyzickú výkonnosť. Udržiava dobrý zdravotní stav kože, nechtov, zubov a vlasov. Potrebná denná dávka pre tehotné ženy je stanovená na 150 – 200 μg (Mindell, 2000; Grofová, 2007). Jód sa v prírode vyskytuje ako jodid

alebo jodičnan. Jeho minerálna forma sa nachádza vo vyvretých horninách a pôdach, najčastejšie ako nečistoty v liadku alebo v prírodných vodách. Jód je základný stopový prvok pre ľudí, ale aj pre zvieratá. Jód sa nachádza v hormónoch štítnej žľazy, t. j. tyroxíne (T_4 ; 3:5,3':5'-tetra-jodotyronín) a trijódtyroníne (T_3 ; 3:5,3'-trijódtyronín) a pôsobí ako prekursor jódtyronínov. Oba hormóny regulujú bunkovú aktivitu (metabolizmus energie) a rast, prenášajú nervové stimuly a zohrávajú dôležitú úlohu v rozvoji mozgu (EFSA, 2013). Organizmus dospelého človeka obsahuje približne 10 – 20 mg jódu, z čoho zhruba 8–15 mg je využité štítnou žľazou k syntéze tyreoidálnych hormónov (FAO/WHO, 2004; Deutsche Gesellschaft für Ernährung, 2011).

Jód prijatý potravou býva vo forme jodidu alebo jeho organických zlúčenín, ktoré sú absorbované až po redukcii na jodid. Jodid sa vstrebáva rýchlo a takmer všetok v tenkom čreve. Potom vstupuje do krvného obehu, kde je pomocou enzymatického systému vychytávaný denne približne 60 μg jodidu štítnou žľazou, ktorou je potom využitý k syntéze hormónov. Prebytočné množstvo jodidu je vylúčené z tela močom a približne 15 – 20 μg stolicou. Stanovenie koncentrácie jódu v moči je považované za dobrý ukazovateľ jeho príjmu (Velíšek, 2002; FAO/WHO, 2004; Zamrazil, 2004; Deutsche Gesellschaft für Ernährung, 2011). Hlavným zdrojom príjmu jódu pre populáciu je potrava. Typicky najvyšší obsah jódu vykazujú morské ryby (priemerne 660 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), kôrovce, morské riasy (1 – 2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) a morská soľ (vyšší než 1,4 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). V priemyslových krajinách sú však najvýznamnejšími zdrojmi jódu mlieko a mliečne výrobky (priemerne 27 – 47 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), vajcia (priemerne 93 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) a výrobky z obilnín (priemerne 47 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Ďalšími zdrojmi jódu sú sladkovodné ryby (priemerne 30 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), všetky druhy mäsa (priemerne 50 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$), struková zelenina (priemerne 30 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) a ďalšie druhy zeleniny (priemerne 29 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$). Najmenej jódu sa nachádza v ovocí (priemerne 18 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$) (WHO, 2009; Ryšavá, 2010). Obsah jódu v potravinách závisí od oblasti, koncentrácie jódu v pôde, ročného obdobia a od úpravy potravín pri príprave pokrmov (druh kulinárskej úpravy, použitie soli obohatenej jódom atď.). Obsah jódu v potravinách živočíšneho pôvodu závisí od hladiny jódu v krmivách, prípadne od suplementácie krmív jódovými prídavnými látkami, resp. použitia veterinárnych farmaceutík obsahujúcich jód (Ryšavá, 2001; Velíšek, 2002). Nedostatok jódu ovplyvňuje celú populáciu vo všetkých obdobiach života, od vnútro maternicového vývoja až do staroby (FAO/WHO, 2004). Nadbytok jódu primárne spôsobuje hypertyreózu a môže byť príčinou autoimúnnej tyreoiditídy hlavne u populácie s nedostatkom jódu alebo hypertyreózy, hlavne u ľudí a matiek, ktorí už trpia problémami štítnej žľazy, resp. aj ich plodu. Sekundárne vplyvy zahŕňajú zmeny v úrovni a metabolizme steroidných hormónov a Amenorea-u (EFSA, 2013). Z dôvodu odlišných účinkov na zdravie je nevyhnutné sa vyhnúť prebytočnej ako aj nedostatočnej spotrebe jódu. Nedostatok jódu oslabuje syntézu hormónov štítnej žľazy, čo rezultuje v hypotyreózu a môže viesť k rôznym vývojovým a funkčným poruchám nazývaných ako „poruchy z nedostatku jódu“ („IDD – Iodine Deficiency Disorders“) (Hetzel, 1983; De Benoist et al., 2004). IDD môže postihnúť organizmus vo všetkých

obdobiach ľudského života; ľudský plod (aborcia, endemický kreténizmus), novorodenec (endemická mentálna retardácia), dieťa a adolescent (struma, retardovaný telesný vývoj) a dospelý (hypotyreóza, samovoľná hypertyreóza v starobe) (Hetzel, 1983; Stanbury et al., 1998; Laurberg et al., 2000). Nemecká; Rakúska a Švajčiarska Spoločnosť pre Výživu („D-A-CH - German-, Austrian- and Swiss Nutrition Society“) odporúča 180 – 200 μg jódu ako denný príjem jódu pre dospelých a 500 μg jódu za deň ako hornú tolerovanú hranicu jódu (D-A-CH, 2008). Pracovná skupina pre aditíva a výrobky alebo látky používané v krmivách pre zvieratá („FEEDAP – Panel of Additives and Products or Substances used in Animal Feed“) stanovil, že odporúčanú dávku jódu pre dospelých (180 μg jódu za deň) je možné zabezpečiť konzumáciou 9 g jodizovanej soli (EFSA, 2013). Vedecký výbor Európskej komisie pre potraviny („SCF – The Scientific Committee on Food“) stanovil maximálnu hranicu príjmu jódu 600 μg jódu.deň⁻¹ pre dospelých na základe biochemických zmien v úrovni tyreotropínu („TSH – Thyroid-Stimulating Hormone“) a na základe odozvy tyreotropínu na tyreoliberin („TRH – Thyrotropin-Releasing Hormone“). Táto horná hranica je považovaná za prijateľnú aj pre tehotné a dojčiacie ženy. Horná hranica pre batolátá 200 μg jódu.deň⁻¹ bola Vedeckým výborom Európskej komisie pre potraviny odvodená (prepočítaná) od hornej hranice dospelých na základe telesnej hmotnosti (European Commission, 2002). Za nedostatočný prísun jódu je u bežnej populácie považovaný príjem nižší než 150 μg denne a u tehotných a dojčiacich žien menej než 250 μg denne (Ryšavá, 2010). Hlavnou príčinou jódového deficitu u ľudí je nízka koncentrácia jódu v prostredí. Od roku 1947 je tento deficit riešený jódovou profylaxiou v podobe obohacovania jedlej kuchynskej soli. V tejto dobe sa zdal problém vyriešený. Morfológický a funkčný stav štítnej žľazy sa v populácii výrazne zlepšil a došlo ku zníženiu výskytu jej ochorení. V 2. polovici 80. rokov bol zistený rastúci počet detí a mladistvých s palpačne zistiteľnými zväčšenými štítnymi žľazami. Prijatá jódová profylaxia udržiavala morfológický a funkčný stav štítnej žľazy v normálnom stave. Táto priaznivá situácia tiež spôsobila znížený záujem o jódovú profylaxiu. Došlo ku zníženiu kvality jodácie jedlej soli, ku zhoršeniu opatrení pri jej balení a jej distribúcii. Dôsledkom bol znížený príjem jódu tak u bežnej populácie, ako i u tehotných a dojčiacich žien. Tak v 90. rokoch vznikla pri Štátnom zdravotnom ústave (SZÚ) v Prahe Medzirezortná komisia pre riešenie jódového deficitu (MKJD) (Dvořáková et al., 2007; Zamrazil, 2007; Ryšavá, 2010). Cieľom Medzinárodnej komisie pre riešenie jeho deficitu je koordinovať, riešiť a predchádzať zdravotným problémom v dôsledku jódového deficitu, ale tiež sledovať vývoj situácie, aby naopak nedošlo k nadmernému príjmu jódu z potravín. V soli bol navýšený obsah jódu na 20 – 34 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ a forma jodidu je v súčasnej dobe nahradená stabilnejším jodičnanom. Z dôvodu prevencie strát jódu je soľ balená do vrstevného obalu (Ryšavá, 2010). Program, ktorý sa realizuje už niekoľko rokov hodnotí účinky zvýšeného príjmu jódu na ľudský organizmus. Nepriaznivé účinky zahŕňujú zmeny vo funkcii štítnej žľazy a zvýšený výskyt autoimunitných tyreopatií (Zamrazil, 2007). V dôsledku zvýšeného príjmu jódu bol zaznamenaný nárast výskytu

tyreotoxikóz. Bolo zistené, že tento stav u ľudí má prechodný charakter tzn. zhruba 3 – 5 rokov. Incidencia a prevalencia tohto ochorenia sa vracia k pôvodným hodnotám. U osôb s autoimunitnou tyreoiditídou a osôb po subtotálnej tyreoidektómii, teda po operácii štítnej žľazy, sa často vyskytuje hypotyreóza, ktorá je často zapríčinená náhlym prísunom vysokých dávok jódu. Po zvýšení prísunu jódu u matiek pred alebo po pôrode bola zistená prechodná hypotyreóza u novorodencov. Zvýšená spotreba potravín bohatých na jód, napr. morských rias, je spojovaná s narušením funkcie štítnej žľazy a dáva sa do vzťahu ku zvýšenému výskytu subklinickej hypotyreózy. Na základe prieskumu zaznamenaného v štúdiu v súvislosti s realizáciou programu hodnotenia zvýšeného účinku príjmu jódu bol preukázaný zvýšený výskyt hypotyreóz vzniknutých na základe autoimunitnej tyreoiditídy a bol zistený tiež vyšší výskyt popôrodnej tyreoiditídy. Či sú autoimunitné tyreoiditídy tiež prechodným stavom, nie je zatiaľ známe (**Zamrazil, 2007; Azizi a Smyth, 2009**). Jódové zlúčeniny jodičnan vápenatý a jodid draselný sú určené pre použitie ako zdroje stopového prvku jódu pre všetky druhy a kategórie zvierat, maximálne však v celkovom objeme jódu 10 mg.kg⁻¹ kompletnej krmnej zmesi s výnimkou nosníc určených na produkciu konzumných vajec 5 mg.kg⁻¹ kompletnej krmnej zmesi. Obe zlúčeniny sú navrhnuté pre použitie do krmiva prostredníctvom premixu (**EFSA, 2013**). Jodácia krmiva je limitovaná nariadeniami Európskej únie, pričom maximálna schválená hranica jodácie krmiva brojlerov je 10 mg.kg⁻¹ krmnej zmesi (**European Commission, 2005**). Najnovšie poznatky o kurčatách určených na produkciu mäsa identifikujú, že koncentrácia jódu 5 mg.kg⁻¹ krmiva je bezpečná pre danú skupinu zvierat. Pracovná skupina pre prídavné látky a výrobky alebo látky používané v krmivách pre zvieratá („*FEEDAP – Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed*“) konštatuje, že súčasne schválená maximálna hranica jódu v krmive kurčiat určených na produkciu mäsa 10 mg.kg⁻¹ nepredstavuje riziko (**EFSA, 2013**). **Röttger et al. (2011)** uskutočnili dva experimenty s kurčatami určenými na produkciu mäsa použitím jodičnanu vápenatého a jodidu draselného. Porovnávali vplyv rôznej úrovne jódu (0; 1,0; 2,5 a 5,0 mg.kg⁻¹ krmiva). V každom experimente bolo 288 jednodňových brojlerových kurčiat rozdelených do 4 skupín (72 ks v každej skupine). Šesť kusov kurčiat z každej skupiny bolo zabitých na 35. deň ich veku a boli odobraté vzorky krvi, štítnej žľazy, pečene, prsného svaly a stehna. Nezistili žiadny škodlivý účinok jódu na funkciu alebo hmotnosť štítnej žľazy. Ich výsledky preukázali zvýšenú koncentráciu jódu vo svaloch, pečení a štítnej žľaze v závislosti od dávky jódu v krmive. Výsledky sú zhrnuté v tabuľke 1.

Baker (2004) kŕmil kurčatá určené na produkciu mäsa krmivom so sójovými semenami a dávkami jódu 0, 600, 900 a 1 200 mg.kg⁻¹ krmiva. Konštatuje, že 600 mg.kg⁻¹ (12 mg.deň⁻¹) dávka jódu vo forme KI v krmive kurčiat sa preukázala ako rast potlačujúca, v prípade, ak bol jód podávaný v krmive s nedostatkom metionínu („- Met“). Rovnaká dávka jódu v krmive s primeraním množstvom metionínu („+ Met“) sa javila iba ako marginálne potlačujúca rast (obrázok 2).

Tabuľka 1 Koncentrácia jódu v mäse a pečení pri rôznych koncentráciách jódu v krmive kurčiat určených na produkciu mäsa (µg.kg⁻¹ čerstvého mäsa) – The concentration of iodine in meat and liver at different concentrations of iodine in the feed of broiler chickens (µg per 1 kg fresh meat) (**Röttger et al., 2011**)

Potravina živočíšneho pôvodu ¹	Jód (mg.kg ⁻¹ krmiva) ⁴			
	0,5	1,0	2,5	5,0
Mäso ²	5,0	10,0	40,0	60,0
Pečeň ³	20,0	40,0	100,0	180,0

¹foodstuff animal origin, ²meat, ³liver, ⁴iodine (mg per 1 kg feed)

Po piatich až siedmych dňoch *ad libitum* kŕmenia kurčiat krmivom s dávkou jódu 900 mg.kg⁻¹ alebo vyššou (600 mg.kg⁻¹ v prípade „- Met“) sa u kurčiat objavili zvláštne symptómy. Bolo spozorované zvalenie kurčiat, niekoľko minút ostali nehybne ležať, potom sa vrátili do svojej normálnej stojacej polohy. Potlačenie rastu spôsobené dávkami jódu autor vysvetľuje dobrovoľným znížením spotreby krmiva, napriek tomu sa efektívnosť krmiva ku prírastku hmotnosti (konverzia krmiva) dávkami jódu neznižila. **Herzig et al. (2007)** skúmali hladinu jódu v prsnej a stehennej svalovine kurčiat určených na produkciu mäsa. Metódou Sandell-Kolthoffa stanovili koncentráciu jódu v 84 vzorkách prsnej a stehennej svaloviny. Priemerná koncentrácia jódu bola v prsnej svalovine 18,9 ± 6,71 µg.kg⁻¹, variačný koeficient 35,5 % a v stehennej svalovine 38,1 ± 19,79 µg.kg⁻¹, variačný koeficient 52,0 %. Koncentrácie zistené v stehennej svalovine boli štatisticky vysoko významne vyššie oproti prsnej svalovine ($P < 0,0001$). Kolísanie koncentrácií jódu vo vzorkách z jednotlivých fariem autori vyjadrili variačným rozpätím 11,4 – 24,3 µg.kg⁻¹ pri prsnej svalovine a 18,3 – 61,2 µg.kg⁻¹ pri stehennej svalovine. Zistené kolísanie hodnôt možno považovať za odraz rozdielov v saturácii fyziologických potrieb jódu u kurčiat určených na produkciu mäsa, individuálnej schopnosti zvierat využiť zdroj jódu, možného pôsobenia strumigenných látok a environmentálnych podmienok. Bola potvrdená štatistická významnosť korelačnej závislosti ($P < 0,05$) medzi priemernými hodnotami jódu v prsnej a stehennej svalovine v jednotlivých chovoch ($r = 0,91$). Podľa legislatívy sa pod pojmom hydinové mäso považujú všetky požívateľné časti tiel pochádzajúce z domácich druhov vtákov, patriacich do rodu kur, moriakov, perličiek, kačíc a husí, spĺňajúce požiadavky osobitného právneho predpisu (**Vyhláška Mze CZ č. 264, 2003**). V Európskej únii je tiež veľký záujem o hydinové mäso, spotreba hovädzieho mäsa klesá, u bravčového mäsa spotreba v ostatných rokoch stagnuje. Nárast obľuby hydinového mäsa, obzvlášť kuracieho, spôsobila hlavne jeho nízka cena a jednoduchý spôsob úpravy, ale tiež aj preto, že sa hydinové mäso radí k nízkoenergetickým druhom mäsa (**URL, 1**). Základ ľudskej spotreby mäsa tvorí hlavne svalovina kostrová - priečne pruhovaná vrátane kože, ďalej vnútornosti (srdce, pečeň, svalnatý žalúdok a u hydiny sa k vnútornostiam pridáva aj krk). Hlavnými mäsitými časťami hydiny sú prsné svaly a svaly stehna (**Březina et al., 2001**). Na produkciu kurčacieho

mäsa boli výberom použité plemená, ktoré sa vyznačujú vlastnosťami pre vysokú premenu živín z krmiva a dobré ukladanie svalovej hmoty. Dnes sa na produkciu používajú vysokoprodukčné hybridové línie, ktoré vznikli na základe šľachtiteľských programov (Pípek, 1995). Mäsové úžitkové typy sú šľachtené na vysokú mäsitosť, výťažnosť, ale aj na kvalitu mäsa, ako technologickú, tak i kulinársku (Simeonovová et al., 1999).

Cieľom práce bolo sledovanie a vyhodnotenie produkcie kurčiat *Cobb 500* a vybraných ukazovateľov kvality prsnej svaloviny vplyvom skrmovania krmných zmesí s doplnkom jóduvaného oleja.

MATERIÁL A METÓDY

Bol uskutočnený experiment *in vivo*, pričom objektom skúmania boli kurčatá určené na produkciu mäsa finálnej hybridnej línie *Cobb 500*, ktoré skrmovali krmne zmesi s jóduvaným olejom. Krmna zmes pokusnej skupiny sa od kontrolnej odlišovala tým, že obsahovala doplnok jódu, ktorým sme obohatili štandardné krmne zmesi určené pre kurčatá.

Na porovnanie bola použitá kontrolná skupina kurčiat, ktoré skrmovali krmne zmesi bez doplnku jóduvaného oleja.

Príprava doplnku jódu a jeho aplikácia do pokusných krmných zmesí

Doplnok jódu vo forme jódidu draselného bol aplikovaný do slnečnicového oleja. Zmes sa zahrieva pri teplote 70 °C za stáleho miešania do úplného rozpustenia jódidu draselného. Obsah jódu v jóduvom doplnku bol 0,04 mg.g⁻¹. Na 1 kg krmnej zmesi štartérovej, rastovej a finálnej sa použilo 5 g jóduvaného doplnku. Olejová zmes bola zmiešaná do pošrotovaného zrna kukurice a dôkladne zhomogenizovaná s ostatnými komponentmi krmných zmesí.

Kurčatá, ktoré boli zaradené do experimentu, boli prvej triedy kvality a vyrovnanej priemernej hmotnosti 42 g. Štatistickým vyhodnotením telesnej hmotnosti na začiatku experimentu nebol preukazný rozdiel medzi kontrolnou skupinou a pokusnou skupinou – doplnok jódu. Hmotnosť kurčiat na začiatku a na konci experimentu ako aj hmotnosť prsnej svaloviny boli sledované vážením na váhach typu Kern ECB 20K20 s presnosťou $d = \pm 0,1$ g.

Obsah sušiny v prsnej svalovine bol stanovený (Metodiky k analytickým laboratóriám, 2009) vysúšaním vzorky s pieskom pri teplote 105 °C do konštantnej teploty.

Bielkoviny boli stanovené na prístroji Kjeltec 8200 ako celkový obsah dusíka podľa Kjeldahlovej metódy, ktorý sa vynásobil faktorom 6,25. Bielkoviny v prsnej svalovine boli stanovené podľa **Metodiky k analytickým laboratóriám (2009)**.

Obsah tuku bol stanovený modifikovanou metódou Soxhlet-Henkel (**Metodika k analytickým laboratóriám, 2009**) pomocou extraktora Det-gras.

Štatistické vyhodnotenie výsledkov.

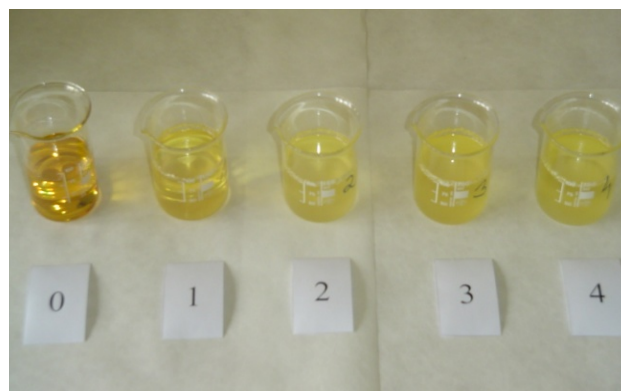
Prvotné údaje boli vyhodnotené podľa základnej štatistickej charakteristiky (\bar{x} – aritmetický priemer, s – smerodajná odchýlka, v_k – variačný koeficient). Rozdiely hodnôt ukazovateľov medzi skupinami boli vyhodnotené

v systémovej programe SAS podľa t-testu. Jednotlivé výsledky boli spracované formou grafov a tabuliek.

Tabuľka 2 Schéma experiment – Scheme of the experiment

Fáza, vek kurčiat v dňoch ⁴			
Skupina ¹	štartérová ⁵ 1 – 18	rastová ⁸ 19 – 31	finálna ¹¹ 32 – 40
Kontrolná ²	štartérová krmna zmes ⁶	rastová krmna zmes ⁹	finálna krmna zmes ¹²
Doplnok jódu ³	štartérová krmna zmes + doplnok jódu ⁷	rastová krmna zmes + doplnok jódu ¹⁰	finálna krmna zmes + doplnok jódu ¹³

¹group, ²control, ³supplement of iodine, ⁴phase, days of chicken age, ⁵starter, ⁶starter feed mixture, ⁷starter feed mixture + iodine supplement, ⁸growth, ⁹grower feed mixture, ¹⁰growth feed mixture + iodine supplement, ¹¹finisher, ¹²finisher feed mixture, ¹³finisher feed mixture + iodine supplement



Obrázok 1 Príprava jóduvaného doplnku krmných zmesí – Preparation of iodine supplement of the feed mixtures

VÝSLEDKY

Telesná hmotnosť kurčiat na konci experimentu

Priemerná hmotnosť kurčiat na konci experimentu bola v skupine s doplnkom jódu 2 183,06 g a v kontrolnej skupine 2 145,21 g. V skupine s doplnkom jódu sme zaznamenali hodnotu smerodajnej odchýlky 168,18 g a v kontrolnej skupine 234,12 g. Hodnota variačného koeficientu bola v skupine s doplnkom jódu 7,70 % a v kontrolnej skupine 10,91 %. Rozdiely v telesnej hmotnosti kurčiat na konci experimentu neboli štatisticky preukazné ($P > 0,05$).

Hmotnosť prsnej svaloviny

Priemerná hmotnosť prsnej svaloviny na konci experimentu bola v skupine s doplnkom jódu 426,83 g a v kontrolnej skupine 412,11 g. V skupine s doplnkom jódu sme zaznamenali hodnotu smerodajnej odchýlky 34,18 a v kontrolnej skupine 58,69 g. Hodnota variačného koeficientu bola v skupine s doplnkom jódu 8,01 % a v kontrolnej skupine 14,24 %. Rozdiely v hmotnosti prsnej svaloviny na konci experimentu neboli štatisticky preukazné ($P > 0,05$).

Priemerný obsah sušiny

Priemerný obsah sušiny v prsnej svalovine bol v skupine s doplnkom jódu 26,13 g.100 g⁻¹ a v kontrolnej skupine 26,25 g.100 g⁻¹. V skupine s doplnkom jódu sme zaznamenali hodnotu smerodajnej odchýlky 0,66 g.100 g⁻¹ a v kontrolnej skupine 0,49 g.100 g⁻¹. Hodnota variačného koeficientu bola v skupine s doplnkom jódu 2,53 % a v kontrolnej skupine 1,87 %. Rozdiely v obsahu sušiny v prsnej svalovine neboli štatisticky preukazné (P>0,05).

Obsah bielkovín v prsnej svalovine

Priemerný obsah bielkovín v prsnej svalovine bol v skupine s doplnkom jódu 23,63 g.100 g⁻¹ a v kontrolnej skupine 23,31 g.100 g⁻¹. V skupine s doplnkom jódu sme zaznamenali hodnotu smerodajnej odchýlky 0,41 g.100 g⁻¹ a v kontrolnej skupine 0,38 g.100 g⁻¹. Hodnota variačného koeficientu bola v skupine s doplnkom jódu 1,73 % a v kontrolnej skupine 1,63 %. Rozdiely v obsahu bielkovín v prsnej svalovine neboli štatisticky preukazné (P>0,05).

Obsah tuku v prsnej svalovine

Priemerný obsah tuku v prsnej svalovine bol v skupine s doplnkom jódu 1,05 g.100 g⁻¹ a v kontrolnej skupine 0,88 g.100 g⁻¹. V skupine s doplnkom jódu sme zaznamenali hodnotu smerodajnej odchýlky 0,13 g.100 g⁻¹ a v kontrolnej skupine 0,16 g.100 g⁻¹. Hodnota variačného koeficientu bola v skupine s doplnkom jódu 12,38 g.100 g⁻¹ a v kontrolnej skupine 18,18. Rozdiely v obsahu tuku v prsnej svalovine boli štatisticky preukazné (P<0,05).

Tabuľka 3 Štatistické vyhodnotenie telesnej hmotnosti kurčiat na konci experimentu – Statistical evaluation of broiler chickens body weight at end of the experiment

Skupina ¹	s, g	v _k , %	t-test
Kontrolná ²	234,12	10,91	2,07 ⁻
Doplnok jódu ³	168,18	7,70	

s – smerodajná odchýlka – standard deviation, v_k – variačný koeficient – coefficient of variation, 2,07⁻ – štatisticky nepreukazný rozdiel medzi skupinami – no statistically significant difference between groups ¹group, ²control group, ³suplement of iodine

Tabuľka 4 Štatistické vyhodnotenie hmotnosti prsnej svaloviny – Statistical evaluation of the breast muscle weight

Skupina ¹	s, g	v _k , %	t-test
Kontrolná ²	58,69	14,24	1,33 ⁻
Doplnok jódu ³	34,18	8,01	

s – smerodajná odchýlka – standard deviation, v_k – variačný koeficient – coefficient of variation, 1,33⁻ – štatisticky nepreukazný rozdiel medzi skupinami – no statistically significant difference between groups ¹group, ²control group, ³suplement of iodine

Tabuľka 5 Štatistické vyhodnotenie obsahu sušiny v prsnej svalovine – Statistical evaluation of the dry matter contents in the breast muscle

Skupina ¹	s, g.100 g ⁻¹	v _k , %	t-test
Kontrolná ²	0,49	1,87	0,34 ⁻
Doplnok jódu ³	0,66	2,53	

s – smerodajná odchýlka – standard deviation, v_k – variačný koeficient – coefficient of variation, 0,34⁻ – štatisticky nepreukazný rozdiel medzi skupinami – no statistically significant difference between groups ¹group, ²control group, ³suplement of iodine

Tabuľka 6 Štatistické vyhodnotenie obsahu bielkovín v prsnej svalovine – Statistical evaluation of the protein contents in the breast muscle

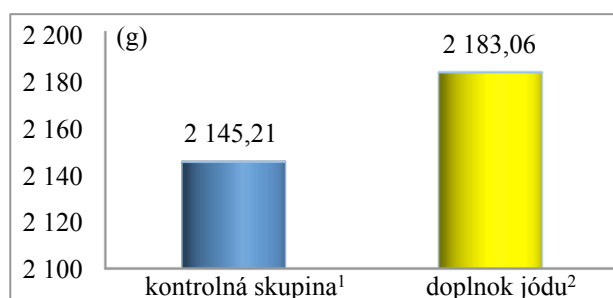
Skupina ¹	s, g.100 g ⁻¹	v _k , %	t-test
Kontrolná ²	0,38	1,63	0,49 ⁻
Doplnok jódu ³	0,41	1,73	

s – smerodajná odchýlka – standard deviation, v_k – variačný koeficient – coefficient of variation, 0,49⁻ – štatisticky nepreukazný rozdiel medzi skupinami – no statistically significant difference between groups ¹group, ²control group, ³suplement of iodine

Tabuľka 7 Štatistické vyhodnotenie obsahu tuku v prsnej svalovine – Statistical evaluation of the fat contents in the breast muscle

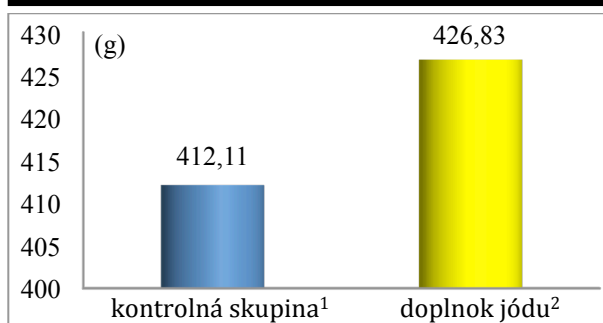
Skupina ¹	s, g.100 g ⁻¹	v _k , %	t-test
Kontrolná ²	0,16	18,18	2,47 ⁺
Doplnok jódu ³	0,13	12,38	

s – smerodajná odchýlka – standard deviation, v_k – variačný koeficient – coefficient of variation, 2,47⁺ – štatisticky nepreukazný rozdiel medzi skupinami – statistically significant difference between groups ¹group, ²control group, ³suplement of iodine

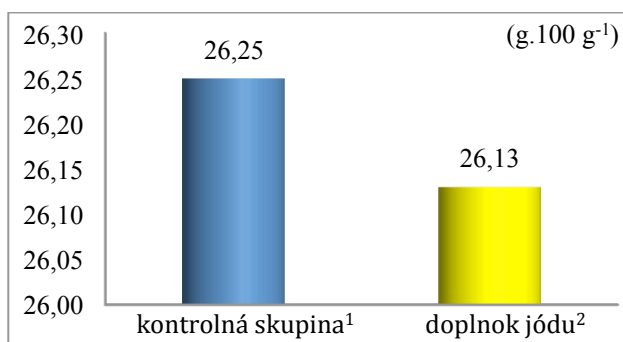


Obrázok 2 Priemerná telesná hmotnosť kurčiat na konci experimentu – Average body weight of broiler chicken at end experiment

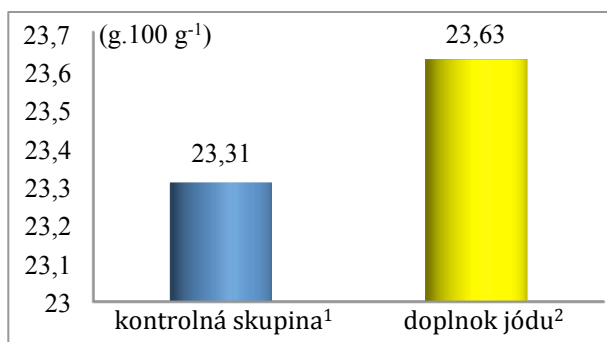
¹control group, ²suplement of iodine



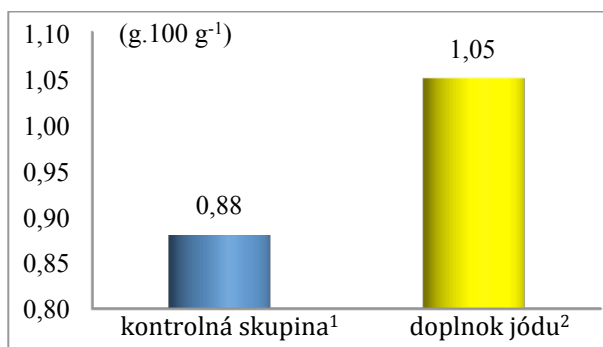
Obrázok 3 Priemerná hmotnosť prsnej svaloviny – Average weight of the breast muscle
¹control group, ²supplement of iodine



Obrázok 4 Priemerný obsah sušiny v prsnej svalovine – Average dry matter contents in breast muscle
¹control group, ²supplement of iodine



Obrázok 5 Priemerný obsah bielkovín v prsnej svalovine – Average protein contents in breast muscle
¹control group, ²supplement of iodine



Obrázok 6 Priemerný obsah tuku v prsnej svalovine – Average fat contents in the breast muscle
¹control group, ²supplement of iodine

DISKUSIA

V ostatných desaťročiach sa zvýšila pozornosť vo výskume zabezpečenia dostatku jódu pre obyvateľstvo. Iniciatíva endokrinológov a hygienikov mala za následok preskúmanie možností, ako zvýšiť podiel jódu v mlieku, mäse a vo vajciach a tak využiť potraviny živočíšneho pôvodu v prevencii nedostatku jódu u ľudí (**Kaufmann et al., 1998**). Táto skupina potravín je obzvlášť nezastupiteľná v našich podmienkach a rešpektuje spotrebu a výživové nároky obyvateľstva (**Borkovcová a Rehůrkova, 2001**). Podiel jódu v produktoch živočíšneho pôvodu súvisí so suplementáciou tohto prvku (Herzig et al., 1999). Suplementácia jódu v krmivách zameraná na prevenciu strumy u ľudí má za následok stonásobné zvýšenie jeho podielu v mlieku a jeho zdvojnásobenie v mäse, t. j. v mäsových produktoch (**Anke et al., 1989**). Jód je jednou z minerálnych látok, ktorá je v podstate nevyhnutná pre kurčatá v malých množstvách vo vzťahu k normálnej produkcii a zabezpečeniu metabolických funkcií (**De Benoist et al., 2008**). Hormóny štítnej žľazy regulujú anabolické ako aj katabolické procesy metabolizmu bielkovín, tukov a sacharidov (**Feng et al., 2000**). **Yahav et al. (1996)** skúmali vplyv rôznych faktorov na trijódtyronín (T3) a tetrajodotyronín (T4) u hydiny, t. j. v závislosti od druhu hydiny, veku, spotreby krmiva, zloženia krmných zmesí, doby výkrmu, svetelného režimu a teploty okolia. Hormóny štítnej žľazy u hydiny sú dôležité na termoreguláciu, metabolizmus energie, reprodukciu, rozvoj tkanív, rast a vývoj, cirkuláciu krvi a činnosť svalov. Hormóny štítnej žľazy kontrolujú intenzitu oxidácie buniek, aktivitu iných endokrinných žliaz a metabolizmus živín. Aktivita štítnej žľazy je ovplyvnená vonkajším prostredím a nedostatok ako aj nadbytok jódu môže viesť k poruchám štítnej žľazy (**Čepuliné, 2008**). **Stanley et al. (1989)** skúmali vplyv pitnej vody s doplnkom jódu na rast kurčiat pri rôznej hustote na jednotku plochy. Zistili, že doplnok 2 ppm jódu v pitnej vode významne zlepšil rast kurčiat. Kurčatá sú schopné produkcie bez významnej straty aj pri určitom nedostatku jódu, ale výrazný nedostatok hormónov štítnej žľazy môže viesť k zníženému rastu (**McDowell, 2003; Maroufyan a Kermanshahi, 2006**). **Röttger et al. (2011)** skúmali vplyv doplnku jódu u kurčiat určených na produkciu mäsa na ich rast. Nezistili významný vplyv na ich produkčné ukazovatele. Konceptia produkcie kuracieho mäsa sa mení vzhľadom na požiadavky spotrebiteľov a spracovateľského priemyslu. Produkcia kuracieho mäsa kladie dôraz na kvalitu a výťažnosť čo najväčších častí jatočného tela (prsna svalovina, stehenná svalovina). Existuje niekoľko faktorov, ktoré majú vplyv na tieto časti, a to typ kurčiat, pohlavie, vek, telesná hmotnosť, doba výkrmu, čiže vek pri zabití a samozrejme výživa (**Siegel, 1984**). Naše výsledky telesnej hmotnosti kurčiat sme porovnávali s výsledkami **Angelovičovej et al. (2012)**. Vo svojom experimente sledovala telesnú hmotnosť kurčiat na konci experimentu, pričom do krmných zmesí kurčiat pridávali premix jodidu draselného a premix jodizovaného oleja. V skupine, v ktorej kurčatá skrmovali premix jódu dosiahli priemernú telesnú hmotnosť na konci experimentu 2103,40 g a v skupine s jodizovaným olejom dosiahli 2127,96 g. Priemerná hmotnosť kurčiat na konci nášho experimentu bola vyššia, t. j. 2183,06 g. **Baker (2004)**, ktorý pridal jód a sójové

semená do kŕmnych zmesí pre kurčatá, zistil, že jód vo forme jodidu draselného v kŕmive sa preukázal ako rast potlačajúci doplnok. Potlačenie rastu spôsobené doplnkom jódu vysvetľuje dobrovoľným znížením príjmu kŕmiva kurčatami. Na základe literárnych poznatkov je známe, rast kurčiat je ovplyvnený vnútornými a vonkajšími faktormi. Závety a údaje, ktoré sme získali z literárnych zdrojov v niektorých štúdiách sú podrobnejšie opísané a v niektorých chýba detailný opis. **Asadi et al. (2012)** skúmali vplyv jódu u jednodňových kurčiat určených na produkciu mäsa. Kŕmivo bolo obohatené dávkami jódu vo forme $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$ (0; 0,74; 1,48; 2,22 a 2,96 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ kŕmiva). Priemerná hmotnosť kurčiat na konci experimentu, ktoré boli kŕmené kŕmnou zmesou s dávkou jódu 0,74 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ bola 1869 g, čo je o 314, 06 g menej v porovnaní s výsledkom, ktorý sme dosiahli v našom experimente.

Szalkowska a Meller (1997) došli k záveru, že genotyp kurčiat určených na produkciu mäsa má veľký vplyv na telesnú hmotnosť a hmotnosť prsnej svaloviny. V ich experimentoch, podobne ako aj v experimente **Nikolovej a Pavlovského (2009)** mali kurčatá *Cobb 500* štatisticky preukazne vyšší podiel prsnej svaloviny než kurčatá Hubbard. **Corzo et al. (2005)** zistili, že výživa a genotyp majú štatisticky významný vplyv na hmotnosť prsnej svaloviny. **Albuquerque et al. (2003)** poukazuje na to, že dĺžka výkrmu vplyva na hmotnosť prsnej svaloviny. Hmotnosť prsnej svaloviny v ich experimente bola vyššia u kurčiat zabíjaných na 49. – 56. deň, než u kurčiat zabíjaných na 42. deň. **Nikolova a Pavlovsky (2009)** vo svojom experimente zistili hmotnosť prsnej svaloviny u kurčiat *Cobb 500* 412,44 g, ktorá je nižšia v porovnaní s hmotnosťou prsnej svaloviny 426,83 g, ktorú dosiahli kurčatá v našom experimente pri skrmovaní kŕmnych zmesí s doplnkom jódu. Telesná hmotnosť u kurčiat je daná ukladaním bielkovín, tuku, vody a minerálnych látok v tele. Výsledky chemických rozborov dokazujú, že existuje výrazný rozdiel v chemickom zložení prsnej a stehennej svaloviny. Prsná svalovina je charakteristická vyšším podielom bielkovín, minerálnych látok a fosforu a nižším obsahom sušiny a vápnika. Naopak, stehenná svalovina je charakteristická vyšším podielom sušiny, tuku a vápnika a nižším podielom bielkovín, minerálnych látok a fosforu (**Suchý et al., 2002**). **Suchý et al. (2002)** vo svojom experimente stanovili obsah sušiny v prsnej svalovine kurčiat *Cobb 26,27 – 26,71 g\cdot 100 g^{-1}. Tieto hodnoty sú porovnateľné s našimi výsledkami 26,13 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$. Mierne nižšie hodnoty obsahu sušiny v prsnej svalovine zistili **Haščík et al. (2009)** vo svojom experimente s kurčatami určenými na produkciu mäsa 25,4, resp. 25,73 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$. Podobné hodnoty ako uvádza **Haščík et al. (2009)**, zaznamenali aj **Medved' a Angelovičová (2010)**, ktorí stanovili obsah sušiny v prsnej svalovine kurčiat 25,36 g, resp. 25,67 $\cdot 100 \text{g}^{-1}$. Kuracie mäso je dôležitým zdrojom kvalitných bielkovín, ich podiel v svalovine je podľa jednotlivých autorov rôzny. **Steinhausner et al. (2000)** uvádza podiel bielkovín v svalovine 18 – 22 %. Kuracie mäso teda môžeme klasifikovať ako vysokobielkovinové. V prsnej svalovine sa nachádza vyšší podiel bielkovín než v stehennej svalovine, ako sme uviedli vyššie, čo môže súvisieť s rôznymi funkciami jednotlivých druhov svalov. **Angelovičová et al. (2012)** stanovili obsah bielkovín v prsnej svalovine kurčiat *Cobb 500* kŕmených kŕmnou*

zmesou s premixom jódu 23,48 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$ a u kurčiat kŕmených kŕmnou zmesou s premixom jodizovaného oleja 23,60 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$. Tendenciu zvýšenia obsahu bielkovín v prsnej svalovine účinkom jódu ich výsledkov experimentu sme potvrdili výsledkami nášho experimentu. **Medved' a Angelovičová (2010)** skúmali obsah bielkovín v prsnej svalovine kurčiat. Zistený obsah bielkovín v prsnej svalovine kurčiat bol 23,61 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$, resp. 23,76 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$. V experimente s kurčatami *Cobb 500* **Suchý et al. (2002)** stanovili obsah bielkovín v prsnej svalovine 22,57 - 23,08 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$. V porovnaní s našimi výsledkami sú tieto hodnoty nižšie. Tuk v mäse je veľmi dôležitý zo senzorického hľadiska. Je zdrojom mnohých aromatických látok, ktoré ovplyvňujú chuť mäsa. Obsah tuku v prsnej svalovine 1,05 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$, ktorý sme dosiahli v experimente bol nižší v porovnaní s výsledkami 2,55 - 2,73 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$, ktoré dosiahli **Suchý et al. (2002)**. Vyššie hodnoty obsahu tuku v prsnej svalovine týchto autorov môžu súvisieť s prípravou vzorky prsných svalov na analýzu. Autori mohli použiť prsné svaly s kožou. Vzorky prsných svalov pre naše analýzy boli bez kože. **Haščík et al. (2009)** vo svojom experimente stanovil obsah tuku v prsnej svalovine kurčiat 1,57 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$, čo je údaj medzi výsledkami našich analýz a analýz **Suchého et al. (2002)**. Na základe poznatkov z literárnych zdrojov ako aj výsledkov nášho experimentu môžeme konštatovať, že problém pridávania jódu do kŕmiva pre kurčatá určené na produkciu mäsa je veľmi zložitý. Naďalej zostáva otvorenou otázkou pre výskumné riešenie jeho dostatočnosti vo výžive kurčiat určených na produkciu mäsa.

ZÁVER

Cieľom práce bolo sledovanie a vyhodnotenie kvality produkcie kurčiat hybridnej línie *Cobb 500* a vybraných ukazovateľov prsnej svaloviny v závislosti od skrmovania kŕmnych zmesí s doplnkom jódovaného oleja. Na porovnanie bola použitá skupina kurčiat, ktoré skrmovali kŕmne zmesi bez doplneného jódovaného oleja.

V experimente boli dosiahnuté tieto výsledky:

- priemerná telesná hmotnosť kurčiat na konci experimentu bola 2183,06 g v skupine s doplnkom jódu oproti 2145,21 g v kontrolnej skupine, pričom rozdiel medzi skupinami nebol štatisticky preukazný ($P > 0,05$),
- priemerná hmotnosť prsnej svaloviny kurčiat bola 426,83 g v skupine s doplnkom jódu oproti 412,11 g v kontrolnej skupine, pričom rozdiel medzi skupinami nebol štatisticky preukazný ($P > 0,05$),
- priemerný obsah sušiny v prsnej svalovine kurčiat bol 26,13 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$ v skupine s doplnkom jódu oproti 26,13 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$ v kontrolnej skupine, pričom rozdiel medzi skupinami nebol štatisticky preukazný ($P > 0,05$),
- priemerný obsah bielkovín v prsnej svalovine kurčiat bol 1,73 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$ v skupine s doplnkom jódu oproti 1,63 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$ v kontrolnej skupine, pričom rozdiel medzi skupinami nebol štatisticky preukazný ($P < 0,05$),
- priemerný obsah tuku v prsnej svalovine kurčiat bol 1,05 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$ v skupine s doplnkom jódu oproti 0,88 $\text{g}\cdot 100 \text{g}^{-1}$ v kontrolnej skupine, pričom rozdiel medzi skupinami bol štatisticky preukazný ($P < 0,05$).

Výsledky experimentu naznačili určitú tendenciu pozitívneho vplyvu kŕmnych zmesí s jódovaným olejom

na kvalitu produkcie kurčiat určených na produkciu mäsa. Na základe týchto výsledkov odporúčame ďalší výskum.

LITERATÚRA

- Albuquerque, R., Faria, D. E., Junqueira, O. M., Salvador, D., Faria Filho, D. E., RIZZO, M. F. 2003. Effect of energy level in finisher diets and slaughter age of on the performance and carcass yield in broiler chickens. Review. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, vol. 5, no. 2, p. 99-104. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2003000200002>
- Angelovičová, M., Mrázová, E., Kliment, M., Tkačová, J., Král, M., Alfaig, E. 2012. The Effect of Iodine in Various Forms on the Content of Selected Essential Amino Acids and Their Accumulation into the Broilers Chest Muscles. *Animal Science and Biotechnologies*, vol. 45, no. 1, p. 1-6.
- Anke, M., Wenk, G., Heinrich, H., Groppe, B., Bauch, K. 1989. Die Wirkung jodierter Mineralstoffmischungen für Rind und Schwein auf die Jodversorgung und Strumaprophylaxe. *Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin*, vol. 44, no. 2, p. 41-44.
- Asadi, H., Eila, N., Shivazad, M., Zarei, A., Akbari, N. 2012. Effect of different calcium iodate levels on performance, carcass traits and concentration of thyroid hormones in broiler chickens. *Annals of Biological Research*, vol. 3, no. 5, p. 2223-2227.
- Azizi, F., Smyth, P. 2009. Breastfeeding and maternal and infant iodine nutrition. *Clinical Endocrinology*, vol. 70, no. 5, p. 803-809.
- Baker, D. 2004. Iodine Toxicity and Its Amelioration. *Experimental Biology and Medicine*, vol. 229, no. 6, p. 473-478. [PMid:15169965](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15169965/)
- Borkovcová, I., Řehůrková, I. 2001. Study of iodine exposure sources in foodstuffs (in Czech). *Report of the National Institute of Public Health*, vol. 6, p. 5-80.
- Březina, P., Hrabě, J., Komár, A. 2001. *Technologie, zbožíznalství a hygiena potravin*. 1. ed. Vyškov : Vysoká vojenská škola pozemního vojska. 144 p. ISBN 80-7157-253-8.
- Corzo, A., Kidd, M. T., Burnham, D. J., Miller, E. R., Branton, S. L., Gonyales-Equerria, R. 2005. Dietary amino acid density effects on growth and carcass of broilers differing in strain cross and sex. *Journal of Applied Poultry Research*, vol. 14, p. 1-9.
- Čepulienė, R., Bobinienė, R., Sirvydis, V., Gudavičiūtė, D., Miškinienė, M., Kepalienė, I. 2008. Effect of Stable Iodine Preparation on the Quality of Poultry Products. *Veterinarija ir zootechnika*, vol. 42, no. 64, p. 38-43.
- D-A-CH. 2008. *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr : Jod*. Frankfurt a. M. : Umschau Braus Verlag. p. 179-184.
- De Benoist, B., Andersson, M., Egli, I., Takkouche, B., Allen, H. 2004. *Iodine status worldwide*. Geneva : WHO. 58 p.
- De Benoist, B., Mclean, E., Anderson, M., Rogers, L. 2008. Iodine deficiency in 2007 : Global progress made since 2003. *Journal of Food Nutrition Bulletin*, vol. 29, no. 3, p. 195-202. [PMid:18947032](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18947032/)
- Deutsche gesellschaft für ernährung. 2011. *Referenční hodnoty pro příjem živin*. 1. ed. Praha : Společnost pro výživu. 192 p. ISBN 978-80-254-6987-3.
- Dvořáková, M., Bílek, R., Čerňovská, J., Hill, M., Novák, Z., Vavřejnová, V., Vlček, P., Vrbková, J., Zikmund, J. 2007. Štítná žláza od minulosti k současnosti u dětské a dospělé populace v České republice. *Diabetologie, metabolismus, endokrinologie, výživa*, vol. 10, no. 1, p. 43-48.
- EFSA. 2013. Scientific Opinion on the safety and efficacy of iodine compounds (E2) as feed additives for all animal species: calcium iodate anhydrous and potassium iodide, based on a dossier submitted by Ajay Europe SARL. *EFSA Journal*, vol. 11 no. 2, 34 p. <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3099>
- European Commission. 2002. *Opinion of the Scientific Committee on Food (SCF) on the on the Tolerable Upper Intake Level of Iodine*. Brussels : EC. 25 p.
- European Commission. 2005. Commission Regulation (EC) No 1459/2005 amending the conditions for authorisation of a number of feed additives belonging to the group of trace elements. *Official Journal of the European Union*, vol. 233, p. 8-10.
- FAO/WHO. 2004. *Vitamin and Mineral Requirements in Human Nutrition*. China: Sun Fung. 341 p. ISBN 92-4-154612-3.
- Feng, X., Jiang, Y., Meltzer, P., Yen, P. M. 2000. Thyroid hormone regulation of hepatic genes in vivo detected by complementary DNA microarray. *Journal of Molecular Endocrinology*, vol. 14, no. 7, p. 947-965. <http://dx.doi.org/10.1210/me.14.7.947> [PMid:10894146](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10894146/)
- Grofová, Z. 2007. *Nutriční podpora (praktický rádce pro sestry)*. 1. ed. Praha : Grada publishing. 248 p. ISBN 978-80-247-1868-2.
- Haščík, P., Kačániová, M., Čuboň, J., Bobko, M., Nováková, I., Vavřišínová, K., Arpášová, H., Mihok, M. 2009. Vplyv aplikácie *Lactobacillus fermentum* na chemické zloženie mäsa kurčiat Ross 308. *Acta fytotechnica et zootechnica*, special issue, p. 197-205.
- Herzig, I., Písaříková, B., Kursa, J., Říha, J. 1999. Defined iodine intake and changes of its concentration in urine and milk of dairy cows. *Veterinární medicína*, vol. 44, no. 2, p. 35-40.
- Hetzl, B. S. 1983. Iodine deficiency disorders (IDD) and their eradication. *The Lancet*, vol. 322, no. 8359, p. 1126-1129. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(83\)90636-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(83)90636-0) [PMid:6138653](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6138653/)
- Herzig, I., Trávníček, J., Kursa, J., Kroupová, V., Řezníček, J. 2007. Content of Iodine in Broiler Meat. *Acta veterinaria*, vol. 76, no. 1, p. 137-141. <http://dx.doi.org/10.2754/avb200776010137>
- Kaufmann, S., Wolfram, G., Delange, F., Rambeck, W. A. 1998. Iodine supplementation of laying hen feed : A supplementary measure to eliminate iodine deficiency in humans? *Zeitschrift für Ernährungswiss*, vol. 37, no. 3, p. 288-293. ISSN 1436-6207.
- Laurberg, P., Nøhr, S. B., Pedersen, K. M., Hreidarsson, A. B., Andersen, S., Pedersen, I. B., Knudsen, N., Perrild, H., Jørgensen, T., Ovesen, L. 2000. Thyroid disorders in mild iodine deficiency. *Thyroid*, vol. 10, no. 11, p. 951-963. <http://dx.doi.org/10.1089/thy.2000.10.951> [PMid:11128722](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11128722/)
- Maroufyan, E., Kermanshahi, H. 2006. Effect of Different Levels of Rapeseed Meal Supplemented with Calcium Iodate on Performance, Some Carcass Traits and Thyroid Hormones of Broiler Chickens. *International Journal of Poultry Science*, vol. 5, no. 11, p. 1073-1078. <http://dx.doi.org/10.3923/ijps.2006.1073.1078>
- Mc Dowell, L. R. 2003. *Minerals in animal and human nutrition*. 2nd edition. Amsterdam : Elsevier health Sciences. 660 p. ISBN 978-0-444-51367-0.
- Medveď, J., Angelovičová, M. 2010. Protein and fat in breast muscles of broilers in application welfare principles in practical conditions. *Potravinarstvo*, vol. 4, no. 3, p. 50-52. <http://dx.doi.org/10.5219/66>
- Metodiky k analytickým laboratořím. 2009. UTB, Zlín.
- Mindell, E. 2000. *Vitaminová bible pro 21. Století*. Praha : Knižní klub. 304 p. ISBN 80-242-0406-1.

- Nikolova, N., Pavlovsky, Z. 2009. Major carcass parts of broiler chicken from different genotype, sex, age and nutrition system. *Biotechnology in Animal Husbandry*, vol. 25, no. 5-6, p. 1045-1054.
- Pípek, P. 1995. *Technologie masa* I. 3rd. edition. Praha : VŠCHT. 334 p. ISBN 80-7080-174-3.
- Röttger, A. S., Halle, I., Wagner, H., Breves, G., Flachowsky, G. 2011. The effect of various iodine supplementation and two different iodine sources on performance and iodine concentrations in different tissues of broilers. *British Poultry Science*, vol. 52, no. 1, p. 115-123. <http://dx.doi.org/10.1080/00071668.2010.539591> [PMid:21337206](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21337206/)
- Ryšavá, L. 2001. *Trendy v saturaci dětské populace jódem v okrese Frýdek-Místek* : doktorská disertační práce. Olomouc : Univerzita Palackého, Lékařská fakulta. 58 p.
- Ryšavá, L. 2010. Jód je nezbytný pro zdraví - máme ho dnes dostatek? In *Zásobení jódem a prevence tyreopatií se zaměřením na období těhotenství a kojení : IX. konference u příležitosti Dne jódu* [online]. Praha : SZU. p. 36. Available at: www.szu.cz/uploads/documents/czsp/vyziva/Sbornik_IX_konference_Jod_2010.pdf.
- Siegel, P. B. 1984. Factors influencing excessive fat deposition in meat poultry. *I. Genetics : XVII Worlds Poultry Congress*. Helsinki. p. 51-52.
- Simeonovová, J., Míková, K., Kubišová, S., Ingr, I. 1999. *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. 1. ed. Brno : Mendlova zemědělská a lesnická univerzita. 246 p. ISBN 80-7157-405-8.
- Stanbury, J. B., Ermans, A. E., Bourdoux, P., Todd, C., Oken, E., Tonglet, R., Vidor, G., Braverman, L. E., Medeiros-Neto, G. 1998. Iodine-induced hyperthyroidism: Occurrence and epidemiology. *Thyroid* [online], vol. 8, no. 1, p. 83-100. <http://dx.doi.org/10.1089/thy.1998.8.83> [PMid:9492158](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9492158/)
- Stanley, V. G., Bailey, J. E., Krueger, W. F. 1989. Effects of Iodine-Treated Water on the Performance of Broiler Chickens Reared Under Various Stocking Densities. *Poultry Science*, vol. 68, no. 3, p. 435-437. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.0680435> [PMid:2704701](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2704701/)
- Steinhauser, R. L., Beneš, J., Ingr, I. 2000. *Produkce masa*. 1. ed. Tišnov : LAST. 464 p. ISBN 80-900260-7-9.
- Suchý, P., Jelínek, P., Straková, E. 2002. Chemické složení svaloviny masných hybridů brojlerových kuřat při prodlouženém výkrmu. *Czech Journal of Animal Science*, vol. 47, no. 12, p. 511-518.
- Szalkowska, H., Meller, Z. 1997. The influence of age and genotype on the quality and technological suitability of from chicken broilers. *Poultry Meat Quality*, p. 78-82.
- Velíšek, J. 2002. *Chemie potravin 2*. 2. ed. Tábor : OSSIS. 303 p. ISBN 80-86659-01-1.
- Vyhláška Mze CZ č. 264/2003, Sb., kterou se mění vyhláška č. 326/2001 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), g), h), i) a j) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, pro maso, masné výrobky, ryby, ostatní vodní živočichy a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich.*
- Yahav, S., Straschnow, A., Plavnik, I., Hurwitz, S. 1996. Effects of diurnal cyclic versus constant temperatures on chicken growth and food intake. *Journal of British Poultry Science*, vol. 37, no. 1, p. 43-54. <http://dx.doi.org/10.1080/00071669608417835> [PMid:8833526](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8833526/)
- Zamrazil, V. 2004. Problematika optimální saturace jódem. In *Diabetologie, metabolismus, endokrinologie, výživa*, vol. 7, no. 2, p. 27-31.
- Zamrazil, V. 2007. Profylaxe jodového deficitu a problematika s ní spojená. *Diabetologie, metabolismus, endokrinologie, výživa*, vol. 10, no. 1, p. 53-55.
- WHO. 2009. *Iodine and inorganic iodides: human health aspects*. Stuttgart : WHO Press. 53 p. ISBN 978-92-4-153072-9.

Acknowledgments:

This work was supported by grant VEGA no 1/0007/11.

Contact address:

prof. Ing. Mária Angelovičová, CSc., Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Food Hygiene and Safety, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: maria.angelovicova@gmail.com.

Ing. Marieta Semivanová, Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Food Hygiene and Safety, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: markakolesarova@azet.sk.