

网络出版时间:2015-01-19 09:19

DOI:10.13207/j.cnki.jnwafu.2015.03.031

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20150119.0919.031.html

日粮脂质对家兔肉品质的影响概述

王乐成,余冰,蔡景义,田刚

(四川农业大学 动物营养研究所,四川 温江 611130)

[摘要] 家兔日粮中的脂质能够影响兔肉的品质,科学利用日粮脂质,能够克服兔肉多不饱和脂肪酸组成不平衡和易氧化的缺点,提高兔肉的营养价值和肉品质。文章简述了日粮脂质在兔肉中的蓄积及对兔肉脂肪酸成分、抗氧化性、系水力和嫩度的影响。

[关键词] 日粮脂质;兔肉;肉品质

[中图分类号] S829.14

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2015)03-0051-05

Effect of lipids on quality of rabbit meat: a review

WANG Le-cheng, YU Bing, CAI Jing-yi, TIAN Gang

(Institute of Animal Nutrition, Sichuan Agricultural University, Wenjiang, Sichuan 611130, China)

Abstract: Lipids in dietary can influence the quality of rabbit meat. Adding lipids to rabbit dietary scientifically can avoid unbalanced polyunsaturated fatty acids in rabbit meat and susceptible to oxidation, so as to improve the nutritive value and quality of rabbit meat. This paper reviews the deposition of lipids in rabbit meat and the effect on fatty acid composition, antioxidation activity, water-holding capacity, and tenderness of rabbit meat.

Key words: dietary lipids; rabbit meat; meat quality

兔肉是一种富含蛋白质和不饱和脂肪酸的肉类,其脂肪和胆固醇的含量较低^[1],矿物质含量高,消化率高,被誉为“保健肉”、“美容肉”,深受消费者青睐。但是,兔肉中高含量的不饱和脂肪酸易发生自由基引起的脂肪氧化,加速肉品失色,增加滴水损失,并产生异味,从而影响兔肉品质^[2]。而且,兔肉中 n-6/n-3 多不饱和脂肪酸的比值不平衡,不利于人体健康。因此,为了增加兔肉的消费,推动兔产业的发展,改善兔肉品质成为畜牧工作者的一个重要目标。影响肉质的因素有很多,主要包括遗传因素、动物因素、饲养因素和技术因素等^[3]。通过营养调控可以影响兔肉品质,下面就脂质对家兔肉质的影

响作以概述,以期通过营养途径改善兔肉品质提供参考。

1 日粮脂质在兔肉中的蓄积及其对脂肪酸成分的影响

日粮中的脂质在兔肉中蓄积是其能改善肉质的基础。在家兔脂肪代谢过程中,乳糜微粒中甘油三酯中被酯化的长链脂肪酸可以作为能源被代谢,或直接进入脂肪组织,因此日粮中的脂质对家兔胴体的脂肪特性有显著影响^[1]。

1.1 脂质在兔肉中的蓄积

日粮中脂肪的脂肪酸成分不同,对兔肉脂肪酸

[收稿日期] 2013-10-21

[基金项目] 四川农业大学“双支持计划”项目;肉类加工四川省重点实验室开放基金项目(11-R03)

[作者简介] 王乐成(1987—),男,河北张家口人,硕士,主要从事动物营养与饲料科学研究。

E-mail:wanglecheng1987@aliyun.com

[通信作者] 田刚(1974—),男,重庆黔江人,副教授,博士,主要从事家兔营养、饲料安全与饲料营养价值评定研究。

E-mail:tgang2008@126.com

的影响也不同。Peiretti 等^[4]研究了 27 种试验日粮中的 29 种脂肪酸在兔肉中的蓄积,并用回归法做出了日粮中各种类脂肪酸含量与兔肉脂肪酸含量的回归曲线,结果表明日粮中的脂肪酸含量与兔肉中的脂肪酸含量有关,其中 16 种脂肪酸呈线性关系,但不同种类的脂肪酸在兔肉中的蓄积能力不同。不仅如此,同种脂肪酸在不同部位肌肉中的蓄积能力也不同,例如, α -亚麻酸在不同部位肌肉中的蓄积能力就不同,其在背最长肌中含量的回归方程为 $y = 0.71x + 1.18$, $R^2 = 0.999$;在腿部肌肉中含量的方程为 $y = 0.96x + 2.33$, $R^2 = 0.989$ (y 表示肌肉中 α -亚麻酸含量, x 表示饲料中亚麻籽的比例)^[5]。 α -亚麻酸可以在家兔体内转化成长链多不饱和脂肪酸,如二十碳五烯酸(Eicosapentametric acid, EPA)和二十二碳六烯酸(docosahexaenoic acid, DHA)。在家兔日粮中添加 10% (质量分数) 富含亚麻酸的亚麻籽,饲喂 8 周,家兔心脏、肾脏、脑和腓肠肌中 EPA 含量及肾脏、背最长肌和腓肠肌中 DHA 含量均显著升高^[6-7]。

长链多不饱和脂肪酸,如 DHA,在兔肉内的蓄积还具有母体效应。Mordenti 等^[8]在 240 只母兔的日粮中添加 0.4% (质量分数,下同) 的海藻(富含长链多不饱和脂肪酸,尤其是 DHA),对照组添加 0.2% 的椰子油和 0.2% 的脱水紫花苜蓿,研究 DHA 对家兔后代肉质的影响,结果表明,其后代肌肉中脂肪酸的成分得到改善, $n-6/n-3$ 多不饱和脂肪酸比率降低,兔肉营养价值提高,后代屠体中 DHA 的含量也增加。母兔日粮中 DHA 的含量高,即使其后代日粮的 DHA 含量较低,后代肌肉的 DHA 含量也较高。

共轭亚油酸(Conjugated linoleic acid, CLA)是一种从反刍动物脂肪和牛奶中发现的不饱和脂肪酸,反刍动物肌肉中的 CLA 含量较非反刍动物高,瘤胃中的丁酸弧菌属菌类可以合成 CLA。家兔虽是非反刍动物,但其盲肠发达,盲肠中的微生物也可合成 CLA,因此家兔肌肉中的 CLA 含量较高。在家兔日粮中添加 CLA,能增加脂肪细胞中 CLA 的含量,且 CLA 的含量随着日粮中 CLA 水平的提高而增加^[9]。已有大量研究表明,CLA 具有抗癌症、抗肥胖、预防心脑血管疾病等功能,可促进人类健康^[10]。因此,增加兔肉中 CLA 含量,可提高兔肉的功能性。

维生素 E 可在家兔的肌肉中蓄积。有研究表明,家兔日粮中添加维生素 E,其血浆和肌肉中维生

素 E 含量显著增加,且血浆和肌肉中维生素 E 的含量受日粮中维生素 E 添加水平和添加时间的影响^[11]。维生素 C 对维持兔肉中维生素 E 含量有加性效应,能最大程度地减少维生素 E 的损失^[12]。兔肉中维生素 E 含量的增加,也可以使兔肉的功能性得到增强。

1.2 脂质对兔肉 $n-6/n-3$ 多不饱和脂肪酸比值的影响

兔肉中多不饱和脂肪酸的含量比其他肉类更高,其中亚油酸是最主要的脂肪酸,占脂肪酸总量的 22%,且全部由日粮提供。亚麻酸含量也很丰富,占脂肪酸总量的 3% 左右^[13]。 $n-3$ 族脂肪酸会与 $n-6$ 族多不饱和脂肪酸竞争代谢酶,这 2 个族多不饱和脂肪酸的比值决定着代谢产物的类型。而兔肉中 $n-6/n-3$ 多不饱和脂肪酸的比值较高,其在腰部肌肉、后腿肌肉和屠体中的比值分别为 5.1、10 和 6.6^[13]。人类膳食中 $n-6/n-3$ 多不饱和脂肪酸比值的推荐值均小于 4,说明兔肉中的 $n-6/n-3$ 多不饱和脂肪酸比值并不平衡。反刍动物由于瘤胃内微生物的生化还原作用,日粮脂质对肌肉内脂肪酸组成的影响较小,而单胃动物肌肉内脂肪酸的组成受日粮脂质的影响较大^[14]。单胃动物可以通过营养调控,使其肌肉内的脂肪酸组成达到平衡。

Andréa 等^[15]在家兔日粮中分别添加玉米油、双低菜籽油和大豆油 3 种植物油,研究油脂对兔肉质的影响,结果表明只有双低菜籽油能够显著降低兔肉 $n-6/n-3$ 多不饱和脂肪酸比值,而玉米油和大豆油均可显著提高兔肉 $n-6/n-3$ 多不饱和脂肪酸的比值,说明不同来源的油脂对 $n-6/n-3$ 多不饱和脂肪酸比值影响不同,这是因为不同来源油脂的脂肪酸组成不同。Li 等^[16]研究了日粮中添加亚油酸对兔肉脂肪酸成分的影响,结果表明亚油酸对肌肉脂肪酸组成有显著影响,其中多不饱和脂肪酸的含量增加;因亚油酸属 $n-6$ 多不饱和脂肪酸族,故肌肉中 $n-6/n-3$ 多不饱和脂肪酸比值升高。在日粮中添加适宜水平的亚麻籽能够降低兔肉中 $n-6/n-3$ 多不饱和脂肪酸比值,因为亚麻籽富含亚麻酸,亚麻酸属 $n-3$ 多不饱和脂肪酸族,故能够降低 $n-6/n-3$ 多不饱和脂肪酸比值,且在屠宰前 3~4 周饲喂亚麻籽即可达到降低 $n-6/n-3$ 多不饱和脂肪酸比值的效果^[17]。因此,为了平衡兔肉脂肪酸的组成,应提高家兔日粮中 $n-3$ 族多不饱和脂肪酸的水平。

2 日粮脂质对兔肉抗氧化性质的影响

肉中的脂肪被氧化是肉品质降低的主要原因。

兔肉中含有较高水平的多不饱和脂肪酸,脂肪酸被氧化后会缩短肉产品的保存期。在兔肉的深加工过程中,肉脂肪的氧化程度增加,导致脂肪品质下降,保存期进一步缩短^[18]。相比其他肉品,兔肉中的硫代巴比妥酸反应产物(Thiobarbituric acid reactive substances, TBARs)最高^[19],说明兔肉的氧化稳定性较差。如果饲料中多不饱和脂肪酸含量较高,在兔肉中蓄积,会导致兔肉的氧化稳定性进一步降低。Meineri 等^[20]研究表明,在家兔日粮中添加富含 n-3 族脂肪酸的苜蓿鼠尾草种子,可增加兔肉中多不饱和脂肪酸的含量,但兔肉的氧化稳定性会降低。可见,改善兔肉的脂肪酸成分及增加兔肉中抗氧化剂含量,是提高兔肉氧化稳定性的 2 条途径。

Corino 等^[21]在家兔日粮中分别添加 0, 0.25% 和 0.5% 的 CLA, 研究 CLA 对家兔肉质的影响, 结果发现 CLA 能降低肝脏和脂肪组织中乙酰辅酶 A 羧化酶活性, 增加肌肉的抗氧化能力, 延长保存期, 其原因可能是 CLA 降低了单不饱和脂肪酸的含量, 增加了兔肉中饱和脂肪酸的含量。

植物精油是从植物中萃取的芳香物质, 是一种特殊的油脂。Soultos 等^[22]在家兔日粮中添加薄荷科芬芳植物和迷迭香这 2 种含有植物精油的材料, 饲喂后兔肉的 TBARs 降低, 说明兔肉的抗氧化能力提高。同时, 植物精油能够保持兔肉的香味, 抑制兔肉中微生物的生长, 这可能是其延长兔肉保存期的原因之一^[23]。

维生素 E 作为一种抗氧化剂, 可防止脂肪氧化, 尤其能保护生物膜磷脂和血浆蛋白中的多不饱和脂肪酸。Castellini 等^[24]研究表明, 在家兔日粮中添加 50 和 200 mg/kg 的维生素 E, 可提高生、熟兔肉的氧化稳定性。在兔日粮中添加油脂可增加肌肉中多不饱和脂肪酸含量, 导致肉的氧化稳定性降低, 而在日粮中添加维生素 E 可提高兔肉在冷冻保存期间的氧化稳定性, 提高兔肉不饱和脂肪酸的含量^[25]。维生素 E 的抗氧化机制是其酚羟基与有机的过氧化基团反应, 生成稳定的脂肪氢过氧化物和生育酚过氧化基团, 使过氧化链被打断, 从而保护脂肪免受自由基攻击。该反应中所产生的脂肪氢过氧化物基团随后通过非自由基反应而代谢, 所产生的生育酚过氧化基团可通过与氢原子供体反应还原成生育酚^[26]。此外, α -生育酚可以通过抑制磷酸肌醇信号途径而抑制 NADPH 氧化酶的激活, 通过抑制 NADPH 氧化酶来抑制过氧化物的产生, 从而起到抗氧化的作用。硒是谷胱甘肽过氧化物酶的组成成

分, 该酶可催化谷胱甘肽与过氧化物反应, 起到抗氧化的作用。Lee 等^[27]报道家兔肾和肝脏中谷胱甘肽过氧化物酶活性并不依赖于硒; Dokoupilova 等^[28]也报道, 日粮中添加硒元素并不能显著影响肌肉内谷胱甘肽过氧化物酶的活性。可见, 家兔对维生素 E 的需要量更高, 在家兔日粮中添加适宜水平的维生素 E 非常必要。

3 日粮脂质对兔肉颜色的影响

肉品颜色是肌肉内部生理学、生物化学和微生物学变化的外部表现, 是影响消费者选择的一个重要感观特征。肉色与脂质过氧化有关, 肉中呈紫红色的脱氧肌红蛋白暴露于空气中后, 与氧反应生成鲜红色的氧合肌红蛋白, 数小时后, 一分子水替代氧合肌红蛋白中的一分子氧, 肌红蛋白中的二价铁被氧化成三价铁形成偏肌红蛋白, 呈红褐色, 这就是肉色变化的生化机理。肌肉颜色的变化正是肌间脂肪被过氧化与氧合肌红蛋白被氧化成偏肌红蛋白综合作用的结果。日粮脂质对肉色的影响就是通过影响这一过程而实现的。Eiben 等^[29]在家兔日粮中添加亚麻籽油和葵花籽油(两者在日粮中所占的质量分数为 4%), 两者的比例分别为 4:0, 3:1, 2:2 和 0:4, 研究其对兔肉品质的影响, 结果表明, 与对照组相比, 添加不同比例亚麻籽油和葵花籽油的家兔屠体质量显著增加, 股二头肌、背最长肌和肾周围脂肪的黄度、红度和亮度均有显著变化。而家兔日粮中添加不同水平的亚油酸, 对兔肉的红度和黄度有显著影响, 但对亮度没有影响^[16]。Bianchi 等^[30]在生长兔日粮中分别添加 0%, 3%, 6% 和 9% 的亚麻籽, 研究不同比例亚麻籽对兔肉色泽的影响, 结果表明随着亚麻籽比例的提高, 生肉的红度显著降低, 而熟肉在添加亚麻籽后, 红度和亮度均有所改变。油脂能影响兔肉颜色的原因可能是改变了兔肉的脂肪酸组成, 且影响脂质被氧化的程度, 从而影响肉色。

维生素 E 作为一种抗氧化剂, 可通过直接阻止脂质氧化及间接延缓氧合蛋白氧化而起到保护肉色的作用。屠宰前 15 d, 在家兔的饮水中添加维生素 E 即能显著影响兔肉的红度和亮度, 使兔肉的颜色稳定^[31]。维生素 E 的来源不同, 对兔肉颜色的影响也不同。Virág 等^[32]研究了不同来源的合成和天然维生素 E 对兔肉品质的影响, 结果表明合成维生素 E 与天然维生素 E 对腿部肌肉的黄度、腰部肌肉的亮度、沉积脂肪的亮度和红度的影响结果明显不同; 不同剂量的维生素 E 对腰部肌肉的 pH 有显著影

响,剂量与 pH 值成正比。如果肌肉 pH 过低,会引起蛋白质变性,肌细胞膜氧化变性,肌肉吸附水的能力下降,汁液大量渗出,肉色变苍白,形成白肌肉(PSE 肉),这可能也是维生素 E 保护肉色的一个途径。

4 日粮脂质对兔肉系水力的影响

系水力用来表示肌肉或肉产品在特定条件下保持水分的能力,它直接影响肉的多汁性、嫩度、色泽、营养成分等食用品质,同时对肉产品在加工过程中的肉色、结构等有较大影响。而日粮中的脂质会对兔肉的系水力产生影响。

Pla^[33] 分别用添加 9.9% 植物油和 11.4% 牛油の日粮饲喂家兔,在其体质量达到 2 kg 时屠宰,发现添加油脂的处理组家兔在肩胛、肾周围和腹股沟处的脂肪沉积均显著增加,脂肪含量增加可使兔肉的水分含量相应降低,从而降低屠体蒸煮损失。在家兔日粮中添加亚麻籽,对生肉的蒸煮损失没有影响,但会降低熟肉的蒸煮损失^[29]。维生素 E 能够防止膜磷脂被氧化,保持细胞膜的完整性,抑制胞浆流失,从而减少水分损失。Castellini 等^[24] 研究表明,在家兔日粮中分别添加 50 和 200 mg/kg 的维生素 E,能够提高生肉的系水力。同样,植物精油可使兔肉的抗氧化能力提高,蒸煮损失降低。然而脂质过氧化的降低和水分损失的降低并不直接相关。Eiben 等^[34] 研究表明,在家兔日粮中添加不同剂量和来源的维生素 E,兔肉的蒸煮损失并不随着维生素 E 水平的升高而降低,反而有所增加。

5 日粮脂质对兔肉嫩度的影响

肉的嫩度是影响消费者选择的一个重要指标,其受多种因素,如品种、部位、加工方法等的影响。与嫩度有关的因素主要是肌肉的组织结构。

Corino 等^[35] 在家兔日粮中添加 0, 0.25% 和 0.5% 的 CLA,并在不同日龄屠宰,结果显示,在 90 和 104 日龄时屠宰,饲喂 0.25% CLA 的家兔肌肉内胶原含量显著降低。胶原蛋白是构成肌肉结缔组织的主要成分,肌肉的嫩度与老化主要取决于肌肉结缔组织中胶原蛋白的含量,结缔组织含量越低,肉质越嫩。Kowalska 等^[36] 研究发现,在家兔日粮中添加 3% 的鱼油,兔肉脂肪酸的组分得到改善,并能降低屠体的脂肪质量,提高肉的多汁性和嫩度。Bielanski 等^[37] 在家兔日粮中添加 3.4% 的亚麻籽油,不仅可提高兔肉的嫩度,而且可降低其胆固醇含

量。

6 结 语

如今,家兔养殖规模化和集约化程度不断提高,如何在保证数量的前提下提高畜产品的品质,是养殖业面临的一大难题。兔肉营养价值高,其脂肪和胆固醇含量较低,多不饱和脂肪酸的含量较高。虽然高含量的多不饱和脂肪酸对人类健康有促进作用,但它也会导致兔肉易被氧化,不易加工和贮存。兔肉的 n-6/n-3 多不饱和脂肪酸比值较高,不符合人类健康的营养标准。兔肉的这 2 大问题都影响兔肉的品质,从而影响兔肉在市场上的推广。日粮脂质可以改善兔肉脂肪酸的成分,调节脂肪酸的平衡,提高兔肉的氧化稳定性,从而改善兔肉的品质。今后应探究各类脂质在家兔日粮中的适宜添加量及其相互关系,以提高兔肉的品质,促进兔肉的消费,推动养兔业的发展。

[参考文献]

- [1] Hernández P. Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat [C]//Proceedings of 9th World Rabbit Congress. Verona:[s. n.],2008.
- [2] Buckley D J, Morrissey P A, Gray J I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat [J]. Journal of Animal Science,1995,73:3122-3130.
- [3] Dalle Zotte A. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality [J]. Livestock Production Science,2002,75:11-32.
- [4] Peiretti P G. Effects of dietary fatty acids on lipid traits in the muscle and perirenal fat of growing rabbits fed mixed diets [J]. Animals,2012,2:55-67.
- [5] Petracci M, Bianchi M, Cavani C. Development of rabbit meat products fortified with n-3 polyunsaturated fatty acids [J]. Nutrients,2009(1):111-118.
- [6] Ander B P, Edel A L, McCullough R, et al. Distribution of omega-3 fatty acids in tissues of rabbits fed a flaxseed-supplemented diet [J]. Metabolism, Clinical and Experimental,2010,59(5):620-627.
- [7] Kouba M, Benatmane F, Blochet J E, et al. Effect of a linseed diet on lipid oxidation, fatty acid composition of muscle, perirenal fat, and raw and cooked rabbit meat [J]. Meat Science,2008,80:829-834.
- [8] Mordenti A L, Sardi L, Bonaldo A, et al. Influence of marine algae (*Schizochytrium* spp.) dietary supplementation on doe performance and progeny meat quality [J]. Livestock Science,2010,128:179-184.
- [9] Corino C, Lo Fiego D P, Macchioni P, et al. Influence of dietary conjugated linoleic acids and vitamin E on meat quality, and adipose tissue in rabbits [J]. Meat Science,2007,76:19-28.

- [10] Belury M A. Dietary conjugated linoleic acids in health: Physiological effects and mechanism of action [J]. Annual Review of Nutrition, 2002, 22: 505-531.
- [11] Oriani G, Corino C, Pastorelli G, et al. Oxidative status of plasma and muscle in rabbits supplemented with dietary vitamin E [J]. Journal of Nutritional Biochemistry, 2001, 12: 138-143.
- [12] Selim N A, Abdel-Khalek A M, Nada S A, et al. Response of growing rabbits to dietary antioxidant vitamins E and C: 2. Effect on meat quality [C]//Proceedings of 9th World Rabbit Congress. Verona: [s. n.], 2008.
- [13] Combes S, Dalle Zotte A. La viande de lapin: valeur nutritionnelle et particularités technologiques [C]//Proceedings of 11èmes Journées de la Recherche Cunicole. Paris: [s. n.], 2005.
- [14] Wood J D, Enser M, Fisher A V, et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review [J]. Meat Science, 2008, 78: 343-358.
- [15] Andréa M M, Barbosa A F, Scapinello C, et al. Utilization of different vegetable sources in diets and the fat acids profile in the growing rabbits meat [J]. Biotechnology in Animal Husbandry, 2004, 20: 3-4.
- [16] Li R G, Wang X P, Wang C Y, et al. Growth performance, meat quality and fatty acid metabolism response of growing meat rabbits to dietary linoleic acid [J]. Asian-Aust Journal of Animal Science, 2012, 25: 1169-1177.
- [17] Petracci M, Bianchi M, Cavani C. Development of rabbit meat products fortified with n-3 polyunsaturated fatty acids [J]. Nutrients, 2009(1): 111-118.
- [18] Dal Bosco A, Castellini C, Bernardini M. Nutritional quality of rabbit meat as affected by cooking procedure and dietary vitamin E [J]. Journal of Food Science, 2001, 66: 1047-1051.
- [19] Corino C, Pastorelli G, Pantaleo L, et al. Improvement of color and lipid stability of rabbit meat by dietary supplementation with vitamin E [J]. Meat Science, 1999, 52: 285-289.
- [20] Meineri G, Cornale P, Tassone S, et al. Effect of Chia (*Salvia hispanica* L.) seed supplementation on rabbit meat quality, oxidative stability and sensory traits [J]. Italian Journal of Animal Science, 2010, 9(e10): 45-49.
- [21] Corino C, Mourot J, Magni S, et al. Influence of dietary conjugated linoleic acid on growth, meat quality, lipogenesis, plasma leptin and physiological variables of lipid metabolism in rabbits [J]. Journal of Animal Science, 2002, 80: 1020-1028.
- [22] Soultos N, Tzikas Z, Christaki E, et al. The effect of dietary oregano essential oil on microbial growth of rabbit carcasses during refrigerated storage [J]. Meat Science, 2009, 81: 474-478.
- [23] Cardinali R, Dal Bosco A, Mugnai C, et al. Effect of different dietary aromatic essences on meat quality of rabbit [C]//Proceedings of 10th World Rabbit Congress. Sharm El-Sheikh: [s. n.], 2012: 3-6.
- [24] Castellini C, Dal Bosco A, Bernardini M, et al. Effect of dietary vitamin E on the oxidative stability of raw and cooked rabbit meat [J]. Meat Science, 1998, 50(2): 153-161.
- [25] Kowalska D. Effect of dietary supplementation with rapeseed and fish oil mixture and antioxidant on rabbit meat quality [C]//Proceedings of 9th World Rabbit Congress. Verona: [s. n.], 2008.
- [26] Packer L, Weber S U, Rimbach G. Molecular aspects of alpha-tocotri enol antioxidant action and cell signaling [J]. Nature, 2001, 131: 369-373.
- [27] Lee Y H, Layman D K, Bell R R. Selenium-dependent and non selenium-dependent glutathione peroxidase activity in rabbit tissue [J]. Nutrition Reports International, 1979, 20: 573-578.
- [28] Dokoupilova A, Marounek M, Skrivanova V, et al. Selenium content in tissues and meat quality in rabbits fed selenium yeast [J]. Czech Journal of Animal Nutrition, 2007, 52: 165-169.
- [29] Eiben C, Végi B, Virág G, et al. Effect of different dietary ratios of sunflower and linseed oils on growth and carcass traits of rabbits [J]. Livestock Science, 2010, 131: 15-22.
- [30] Bianchi M, Petracci M, Cavani C. The influence of linseed on rabbit meat quality [J]. World Rabbit Science, 2009, 17: 97-107.
- [31] Corino C, Pastorelli G, Pantaleo L, et al. Improvement of color and lipid stability of rabbit meat by dietary supplementation with vitamin E [J]. Meat Science, 1999, 52: 285-289.
- [32] Virág G, Eiben C, Tóth T, et al. Colour and pH of rabbit meat and fat deposits as affected by the source and dose of dietary vitamin E supplementation [C]//Proceedings of 9th World Rabbit Congress. Verona: [s. n.], 2008.
- [33] Pla M. Carcass and meat quality of growing rabbits under high ambient temperature using high fat diets [J]. CIHEAM-Options Méditerranéennes, 1999, 41: 93-98.
- [34] Eiben C, Végi B, Virág G, et al. Effect of level and source of vitamin E addition of a diet enriched with sunflower and linseed oils on growth and slaughter traits of rabbits [J]. Livestock Science, 2011, 139: 196-205.
- [35] Corino C, Filetti F, Gambacorta M, et al. Influence of dietary conjugated linoleic acids (CLA) and age at slaughtering on meat quality and intramuscular collagen in rabbits [J]. Meat Science, 2003, 66: 97-103.
- [36] Kowalska D, Bielanski P. Meat quality of rabbit fed a diet supplemented with fish oil and antioxidant [J]. Animal Science Papers and Reports, 2009, 27(2): 139-148.
- [37] Bielanski P, Kowalska D. Use of linseed oil and antioxidant in rabbit diets to improve dietetic traits of rabbit meat [C]//Proceedings of 9th World Rabbit Congress. Verona: [s. n.], 2008.