

# 肉种鸡共轭亚油酸(CLA) 饲料中添加不同比例的大豆油对其繁殖性能的影响

刘雪兰, 张燕, 伏春燕\*, 魏祥法\*, 阎佩佩, 石天虹, 董以雷, 刘瑞亭

(山东省农业科学院家禽研究所, 山东济南 250023)

**摘要** [目的] 研究肉种鸡共轭亚油酸(CLA) 饲料中添加大豆油对其繁殖性能的影响, 最终确定使 CLA 种蛋孵化率较好恢复的大豆油添加量。[方法] 选 36 周龄健康肉种母鸡 600 只, 种公鸡 72 只, 分为 6 个组, 每组设 4 个重复, 每重复 28 只, 其中母鸡 25 只, 公鸡 3 只。第 1 组为对照组, 饲喂普通饲料, 大豆添加量为 0.5%, 2~6 组为试验组, 饲喂分别补充 0%、2%、4%、6%、8% 大豆油的 CLA 饲料(含 0.5% CLA 油), 1~6 组营养水平一致。测定种蛋的孵化率、蛋品质、蛋黄脂肪酸和抗氧化指标。[结果] 2 组受精蛋孵化能力基本丧失, 种鸡 CLA 饲料中补充不同比例的大豆油, 受精蛋孵化率会有不同程度的改善, 添加 4%~5% 的大豆油时, 受精蛋孵化率能够较好恢复, 大豆油的添加量为 8% 时, 受精蛋孵化率并没有继续改善。各组的蛋品质没有显著差异( $P>0.05$ )。种蛋的脂肪酸构成发生显著改变, 2 组的饱和脂肪酸含量显著大于 1 组( $P<0.05$ ), 单不饱和脂肪酸含量显著低于 1 组( $P<0.05$ ), 多不饱和脂肪酸含量与 1 组差异不显著( $P>0.05$ ), 而 C20:4n6 含量显著低于 1 组, CLA-C<sub>9</sub>t<sub>11</sub>、CLA-t<sub>10</sub>c<sub>12</sub> 含量显著大于 1 组( $P<0.05$ ); 3、4、5、6 组(添加 0.5% CLA 油+不同比例的大豆油)的上述饱和脂肪酸含量低于 2 组, 且随着大豆油添加比例的增加而逐渐降低, 单不饱和脂肪酸含量变化规律不明显, 多不饱和脂肪酸的含量逐渐增加。各组种蛋的抗氧化能力有显著差异, 1 组和 4 组总抗氧化能力显著高于其他组( $P<0.05$ ), 相应, 种蛋中的过氧化产物丙二醛(MDA) 含量显著低于其他各组( $P<0.05$ )。[结论] 该研究中, 种蛋的孵化率受种蛋中脂肪酸构成以及种蛋抗氧化能力的影响, 添加适当的大豆油能调整种蛋脂肪酸的构成, 从而使由 CLA 所致的种蛋孵化能力降低得到较好的恢复。

**关键词** 共轭亚油酸; 大豆油; 孵化率; 脂肪酸; 种鸡

中图分类号 S814 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)19-0096-04

## Effects of Conjugated Linoleic Acid Diets Supplemented with Different Proportions of Soybean Oil on Reproductive Performance of Chicken Breeders

LIU Xue-lan, ZHANG Yan, FU Chun-yan et al (Poultry Institute, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan, Shandong 250023)

**Abstract** [Objective] To determine the effects of conjugated linoleic acid diets supplemented with different proportions of soybean oil on reproductive performance of chicken breeders, and ascertain the minimum level of dietary plant oil supplementation that results in full recovery from loss of hatchability induced by conjugated linoleic acid. [Method] 600 hens and 72 cocks of 36 weeks were assigned to groups of 6 and were fed a diet containing either no CLA plus 0.5% soybean oil (control) or 0.5% CLA plus 0%, 2%, 4%, 6% or 8% soybean oil. The hatching rate of eggs, egg quality, yolk fatty acid and antioxidant index were measured. [Result] Supplementation with CLA (CLA plus 0% soybean oil) resulted in almost loss of hatchability of fertile eggs. Hatchability was progressively improved by increasing doses of soybean oil, and better recovery of hatchability compared with the control levels was achieved at 4%~5% soybean oil. There was no further improvement in hatchability when 8% soybean oil was added to the CLA-supplemented diet. There was no significant difference in egg quality in each group ( $P>0.05$ ). The fatty acid composition of eggs was significantly changed. The contents of saturated fatty acids in the group 2 were significantly higher than those in the group 1 ( $P<0.05$ ), the contents of monounsaturated fatty acids were significantly lower than those in the group 1 ( $P<0.05$ ), and the contents of polyunsaturated fatty acids in the group 1 were not significantly different from those in the group 1 ( $P>0.05$ ). But the content of C20:4n6 was significantly lower than the group 1, the contents of CLA-c<sub>9</sub>t<sub>11</sub> and CLA-t<sub>10</sub>c<sub>12</sub> were significantly greater than that of the group 1 ( $P<0.05$ ); the saturated fatty acid contents of group 3, 4, 5, 6 were lower than the group 2, and with the increasing proportion of soybean oil decreased, single variation of unsaturated fat content was not obvious, the content of polyunsaturated fatty acids increased gradually. The antioxidant capacity of eggs in each group was significantly different. The total antioxidant capacity in group 1 and group 4 was significantly higher than that in other groups ( $P<0.05$ ), and the content of malondialdehyde (MDA) in the eggs was significantly lower than that in other groups ( $P<0.05$ ). [Conclusion] In this study, hatchability is affected by fatty acid composition and antioxidant capacity in eggs. Supplementation with CLA resulted in almost loss of hatchability of fertile eggs, it can be progressively improved by increasing appropriate doses of soybean oil.

**Key words** Conjugated linoleic acid; Soybean oil; Hatching rate; Fatty acid; Chicken breeders

我国商品肉鸡生产存在的比较突出的问题是皮脂和腹脂沉积过度, 因此, 降低商品肉鸡体脂沉积从而改善肉品质广受科研工作者的关注。肉鸡脂肪代谢的调控途径有多种, 其中通过母体的脂肪酸营养来调控子代的脂肪代谢成为研究的热点之一。共轭亚油酸(CLA) 是一种新型的体脂调节剂, 具有抑制机体脂肪沉积的生物学活性, 但是其价格昂贵, 直接用于商品肉鸡会增加成本, 很难推广应用, 为此, 设想将共轭亚油酸应用于肉种鸡饲料, 将其沉积在种蛋中进而调控商品蛋的脂肪代谢。但是前期研究发现, 含有共轭亚油酸的

种蛋孵化率极低, 高 CLA 含量的种蛋孵化率甚至为零。Aydin 等<sup>[1-2]</sup> 研究表明, 种鸡和种鹌鹑饲料中添加 CLA, 受精蛋的孵化能力完全丧失, 这些研究似乎预示着通过母体共轭亚油酸调控子代脂肪代谢成为不可能, 成为开展母源性 CLA 研究的瓶颈。该研究的目的是在孵化率极低的种鸡 CLA 饲料中添加不同比例的大豆油以调控 CLA 种蛋中的脂肪酸构成, 从而得出使其孵化率较好恢复的大豆油添加量, 明确使 CLA 种蛋孵化能力丧失和恢复的蛋黄脂肪酸组成的差异, 解决母源性 CLA 调控商品肉鸡脂肪代谢研究的瓶颈问题, 为下一步研究提供前体条件。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物与试验设计

1.1.1 试验动物与分组。36 周龄健康肉种母鸡 600 只, 种

基金项目 山东省自然科学基金项目(ZR2015YL062)。

作者简介 刘雪兰(1974—), 女, 山东成人, 研究员, 硕士, 从事家禽营养研究。\* 通讯作者, 伏春燕, 助理研究员, 博士, 从事家禽营养研究; 魏祥法, 研究员, 从事家禽营养研究。

收稿日期 2018-03-29

公鸡 72 只,分为 6 个组,每组设 4 个重复,每重复 28 只,其中母鸡 25 只,公鸡 3 只。

**1.1.2 试验材料。**共轭亚油酸(CLA)油,购自蓬莱市海洋生物有限公司,CLA 含量 80%(CLA-80);福临门大豆油,购自当地超市,大豆油中含棕榈酸 7%~10%、硬脂酸 2%~5%、花生酸 1%~3%、油酸 22%~30%、亚油酸 50%~60%、亚麻油酸 5%~9%。

**1.1.3 试验设计。**第 1 组为对照组,饲喂普通日粮;第 2~6 组为试验组,饲喂 0.5%CLA 日粮,试验各组大豆油添加量分别为 0%、2%、4%、6%、8%。

**1.1.4 试验饲料。**试验鸡日粮营养标准采用 NY/33—2004。1~6 组营养水平一致,试验饲料配方见表 1。其营养成分含量如下:粗蛋白 16.5%、代谢能 11 MJ/kg、蛋氨酸 0.32%、蛋+胱 0.61%、钙 3.5%、有效磷 0.42%。

表 1 试验饲料配方  
Table 1 Feeding formula %

组别 Group	豆粕 Bean pulp	玉米 Corn	麸皮 Bran	豆油 Soybean oil	CLA 油 CLA oil	预混料 Premix	石粉 Stone powder
1	23.0	61.0	3	0.5	0	5	7.5
2	23.0	61.0	3	0	0.5	5	7.5
3	22.5	55.5	7	2.0	0.5	5	7.5
4	22.0	48.0	13	4.0	0.5	5	7.5
5	21.0	40.0	20	6.0	0.5	5	7.5
6	20.0	31.0	28	8.0	0.5	5	7.5

**1.2 饲养管理** 试验鸡采用本交笼公母混养,自然交配。人工喂料,自由饮水,每天光照 16 h,光照强度 20 lx,舍内温度 22~32 ℃。

**1.3 种蛋的收集与储存** 试验开始 14 d 后,收集拟孵化的种蛋,连续收集 5 d。将每天收集的种蛋放在密闭容器中用高锰酸钾熏蒸消毒 30 min,取出放入温度为 15 ℃、相对湿度为 75%的储藏室内。

**1.4 种蛋的选择与孵化管理** 每重复组选择 75 枚形状正常、大小均匀、蛋壳干净光滑、质量为 52~56 g 的种蛋进行孵化。孵化温度:1~7 d 38.4 ℃,7~19 d 37.8 ℃,19~21 d 37.3 ℃;孵化湿度:65%~70%;孵化器换气:孵化 1~2 d 把进、出气孔关上或开一个小口,使机内的温度上升快并保持平稳;3~7 d 每天换气 2 次,每次 3 h;7 d 以后打开进出气孔,连续换气;翻蛋:每昼夜翻蛋 4 次,每 6 h 1 次,翻蛋角度为 90°;照蛋:分别在 7、11、17 d 时各照蛋 1 次,挑出无精蛋和死胚;落盘:18 d,将蛋平码在出雏盘上。

### 1.5 检测指标与方法

**1.5.1 种蛋孵化率。**受精蛋孵化率 = 孵出数/受精蛋数 × 100%。

**1.5.2 蛋黄脂肪酸含量。**将蛋黄冷冻干燥成蛋黄粉,按照 GB 5009.168—2016 的方法进行测定。

**1.5.3 种蛋蛋品质。**每重复收集同一天的种蛋 20 枚进行蛋品质测定。蛋重、蛋白高度、蛋黄颜色和哈氏单位用 EMT-

5200 型多功能蛋品质测量仪测定,蛋壳强度用 KQ-1A 型 TENOVO 蛋壳强度测定仪测定。

**1.5.4 种蛋抗氧化指标。**总抗氧化能力(TAOC)、丙二醛(MDA)采用武汉基因美试剂盒 ELISA 法测定。

**1.6 数据统计分析** 采用 SPSS 统计软件进行统计处理。采用单因子方差分析,用 LSD 做平均数间的两两比较,检验显著性水平 0.05,试验结果以平均值±标准差表示。

## 2 结果与分析

**2.1 不同肉种鸡饲料对受精蛋孵化率的影响** 从表 2 结果可以看出,肉种鸡饲料添加 0.5% CLA 油,受精蛋孵化率仅为 6.9%,远远低于添加 0.5%的大豆油组;肉种鸡 CLA 饲料中补充不同比例的大豆油,受精蛋孵化率会有不同程度的改善,添加 2%大豆油时,孵化率恢复为 56.7%;添加 4%大豆油时,受精蛋孵化率达 86.2%;大豆油的添加量为 6%和 8%时,受精蛋孵化率又逐渐降低。由此可以得出:肉种鸡日粮添加 0.5%CLA 不利于种蛋的孵化,但是,同时补充适量的大豆油可以提高种蛋的孵化率,补充量以 4%~5%为宜。

表 2 孵化结果

Table 2 Incubation results

组别 Group	入孵蛋数 Number of the hatched eggs//枚	受精蛋数 Number of the fertilized eggs//枚	21 d 孵出数 Number of hatched out on 21 days//只	受精蛋孵化率 Fertilized eggs hatching rate//%
1	300	280	270	96.4
2	300	290	20	6.9
3	300	300	170	56.7
4	300	290	250	86.2
5	300	300	240	80.0
6	290	280	170	60.7

**2.2 不同肉种鸡饲料对种蛋蛋黄脂肪酸组成的影响** 由表 3 可知,各组蛋黄中的己酸、正癸酸、月桂酸的含量差异不显著( $P>0.05$ ),所测的其他脂肪酸含量差异均显著( $P<0.05$ ),具体如下:2 组(纯 CLA 饲料组)的饱和脂肪酸 C14:0、C16:0、C18:0、C20:0、C22:0、C24:0 含量显著大于 1 组(纯大豆油组)( $P<0.05$ ),单不饱和脂肪酸 C14:1、C16:1、C18:1、C20:1 含量显著低于 1 组( $P<0.05$ ),多不饱和脂肪酸 C18:2n6c、C18:3n3、C20:3n6、C20:3n3、C20:5n3、C22:6n3 含量与 1 组差异不显著( $P>0.05$ ),而 C20:4n6 含量显著低于 1 组,CLA-c<sub>9</sub>t<sub>11</sub>、CLA-t<sub>10</sub>c<sub>12</sub> 含量显著大于 1 组( $P<0.05$ );3、4、5、6 组(添加 CLA+不同比例的大豆油)的上述饱和脂肪酸含量低于 2 组,且随着大豆油添加比例的增加而逐渐降低,单不饱和脂肪含量变化规律不明显,多不饱和脂肪酸含量逐渐增加。该结果表明,肉种鸡饲料添加不同油脂能改变种蛋黄的脂肪酸构成。

**2.3 不同肉种鸡饲料对种蛋蛋品质的影响** 从表 4 可以看出,各组的蛋重、蛋壳强度、蛋壳厚度、蛋白高度差异不显著( $P>0.05$ )。此结果表明,在该研究条件下(同一营养水平不同配方)的肉种鸡饲料对种蛋蛋品质没有影响。

表3 蛋黄脂肪酸

Table 3 Fatty acids in yolk

mg/g

序号 No.	成分 Composition	1组	2组	3组	4组	5组	6组
1	C6:0(己酸)	0.088±0.026 a	0.113±0.027 a	0.086±0.021 a	0.112±0.015 a	0.077±0.009 a	0.104±0.019 a
2	C10:0(正癸酸)	0.052±0.011 a	0.056±0.020 a	0.064±0.010 a	0.063±0.017 a	0.051±0.009 a	0.066±0.014 a
3	C12:0(月桂酸)	0.061±0.015 a	0.059±0.014 a	0.052±0.004 a	0.076±0.023 a	0.079±0.015 a	0.071±0.004 a
4	C14:0(肉豆蔻酸)	2.130±0.131 bc	3.220±0.212 a	3.227±0.330 a	3.123±0.060 a	2.306±0.031 b	1.932±0.038 c
5	C14:1(肉豆蔻油酸)	0.458±0.032 a	0.293±0.021 b	0.258±0.007 c	0.259±0.013 bc	0.140±0.004 d	0.094±0.022 e
6	C15:0(十五烷酸)	0.336±0.018 c	0.459±0.029 b	0.366±0.035c	0.471±0.006 b	0.482±0.003 b	0.541±0.011 a
7	C16:0(棕榈酸)	158.240±9.030 c	182.910±11.800 ab	181.470±17.470 a	177.280±2.640 a	166.470±2.400 bc	150.438±2.146 c
8	C16:1(棕榈油酸)	16.264±1.009 a	9.783±0.732 b	7.450±0.809 c	8.259±0.134 c	4.715±0.100 d	3.310±0.084 e
9	C18:0(硬脂酸)	58.185±3.106d	100.458±8.760 a	94.462±1.294 ab	86.353±5.541 b	86.158±1.514 b	74.763±0.853 c
10	C18:1n9c(油酸)	227.430±13.810 a	148.636±10.340 c	147.254±14.450 c	167.708±2.010 b	162.220±3.440 bc	149.910±2.300 c
11	C18:2n6c(亚油酸)	88.214±5.028 e	87.185±6.334 e	101.220±10.070 d	136.426±2.126 c	156.786±1.630 b	175.415±3.050 a
12	C18:3n3(a-亚麻酸)	2.186±0.136 e	2.179±0.178 e	3.628±0.401 d	5.770±0.106 c	7.311±0.059 b	8.579±0.171 a
13	CLA-c <sub>9</sub> t <sub>11</sub>	0.181±0.045 b	3.023±1.080 a	2.989±1.047 a	3.385±0.232 a	3.444±0.036 a	3.135±0.355 a
14	CLA-t <sub>10</sub> c <sub>12</sub>	0.029±0.003 c	1.483±0.321 a	1.424±0.287 a	1.293±0.054 ab	1.175±0.010 ab	1.040±0.042 b
15	C20:0(花生酸)	0.335±0.048 c	0.558±0.099 a	0.472±0.016 ab	0.413±0.021 bc	0.408±0.017 bc	0.454±0.105 ab
16	C20:1(花生一烯酸)	1.312±0.086 a	1.038±0.051 c	1.100±0.096 bc	1.126±0.017 bc	1.160±0.008 b	1.066±0.008 bc
17	C20:3n6(二十碳三烯酸)	1.053±0.055 a	1.115±0.075 a	1.083±0.094 a	1.043±0.014 a	0.860±0.014 b	0.932±0.015 b
18	C20:4n6(花生四烯酸)	15.272±0.663 ab	11.634±0.849 c	11.771±0.934 c	14.206±0.197 b	14.793±0.220 ab	15.538±0.216 a
19	C20:3n3(二十碳三烯酸)	0.033±0.006 e	0.043±0.005 e	0.091±0.015 d	0.145±0.002 c	0.177±0.005 b	0.228±0.010 a
20	C20:5n3(二十碳五烯酸)	0.056±0.005 b	0.049±0.001 b	0.111±0.025 a	0.109±0.010 a	0.127±0.037 a	0.096±0.014 a
21	C22:0(山嵛酸)	0.225±0.004 c	0.428±0.067 a	0.411±0.054 ab	0.359±0.075 ab	0.336±0.048 ab	0.287±0.023 c
22	C22:2(二十二碳二烯酸)	0.129±0.019 a	0.108±0.129 a	0.068±0.017 b	0.046±0.018 b	0.045±0.014 b	0.078±0.011 ab
23	C24:0(木蜡酸)	0.761±0.027 c	2.001±0.039 a	1.556±0.010 ab	1.118±0.727 bc	1.216±0.110 bc	1.035±0.064 bc
24	C22:6n3(DHA)	4.517±0.193 d	2.675±0.205 f	3.435±0.265 e	4.906±0.096 c	5.735±0.042 b	6.626±0.098 a
25	C24:1(二十四碳一烯酸)	0.261±0.030 ab	0.237±0.010 ab	0.290±0.020 a	0.193±0.085 b	0.155±0.008 b	0.177±0.022 b

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著( $P<0.05$ )Note: Different small letters within the same column mean significant differences ( $P<0.05$ )

表4 蛋品质指标

Table 4 Quality index of eggs

组别 Group	蛋重 Egg weight g	蛋壳强度 Eggshell strength kg/cm <sup>2</sup>	蛋壳厚度 Eggshell thickness mm	蛋白高度 Albumen height mm
1	55.60±3.22	40.58±11.74	38.91±3.49	4.69±0.76
2	56.12±3.41	37.08±9.12	36.56±3.73	4.25±1.03
3	56.37±4.34	38.07±11.95	36.88±3.04	4.30±0.61
4	56.02±2.10	43.30±11.78	37.96±4.57	4.08±0.79
5	58.21±5.31	40.35±14.27	37.34±0.01	4.75±0.07
6	56.59±2.66	35.83±6.99	36.49±2.21	4.45±0.75

**2.4 不同肉种鸡饲料对种蛋抗氧化能力的影响** 从表5可以看出,不同种蛋的总抗氧化能力有显著差异,1组和4组总抗氧化能力显著高于其他组( $P<0.05$ ),相应,种蛋中的过氧化产物丙二醛(MDA)含量显著低于其他各组( $P<0.05$ )。该结果表明,肉种鸡共轭亚油酸饲料中添加不同比例的大豆油对种蛋抗氧化能力具有显著影响。

### 3 讨论

人们一直对通过饲料途径来提高鸡蛋中CLA含量的方法有浓厚的兴趣,但是这种方法并没有取得成功,因为CLA会使蛋清的颜色变成粉红色,使蛋黄变硬<sup>[1,3]</sup>,而且CLA会导致种鸡和种鹌鹑的种蛋孵化能力丧失<sup>[1-2]</sup>,这种由CLA引起的种禽繁殖能力丧失使它在畜禽养殖上的应用受到质疑,甚至影响到CLA在人类膳食中的应用<sup>[4]</sup>。

表5 种蛋抗氧化指标

Table 5 Antioxidant index of eggs

组别 Group	总抗氧化能力 TAOC//U/mL	丙二醛 MDA//nmol/L
1	5.80±0.11 a	4.33±0.13 f
2	3.96±0.21 d	6.58±0.11 a
3	4.70±0.09 c	6.09±0.17 b
4	5.74±0.11 a	4.80±0.16 e
5	5.13±0.23 b	5.30±0.09 d
6	5.04±0.13 b	5.78±0.09 c

注:同列数据后小写字母不同表示差异显著( $P<0.05$ )Note: Different small letters within the same column mean significant differences ( $P<0.05$ )

研究表明,饲料中的其他脂肪酸可以调控CLA对种蛋孵化能力的不利影响<sup>[1,4]</sup>。Muma等<sup>[5]</sup>研究得出,加入2%大豆油仅使孵化能力有小的改善,4%大豆油导致孵化率部分恢复,6%大豆油使孵化率恢复到和对照组一样的水平,添加8%大豆油时,孵化率没有进一步改善,说明大豆油消除CLA所致的种蛋孵化能力丧失问题具有明显的剂量效应。该研究结果为添加2%大豆油时,孵化率恢复为56.7%,添加4%大豆油时,受精蛋孵化率达86.2%,添加量为6%和8%时,受精蛋孵化率又逐渐降低,与Muma等的结果不完全相同,可能是由于共轭亚油酸油中CLA-t<sub>10</sub>c<sub>12</sub>的含量不同,因此,CLA剂量与植物油剂量关系没有直接的可比性。

Wilson<sup>[6]</sup>报道,种蛋中脂肪酸的构成会影响胚胎的发育和种蛋孵化率。Tullett<sup>[7]</sup>研究认为,当蛋黄中的硬脂酸占总

脂肪酸的比例大于 12%,油酸的比例小于 40%,这时油酸:硬脂酸的比例降至 4 以下,对种蛋孵化率有不利影响。当饲料中含有棉籽和木棉籽粕时也会产生孵化率降低的问题,原因是这些饼粕中含有环丙烯型脂肪酸,抑制鸡肝脏中  $\Delta 9$  去饱和酶的活性<sup>[8]</sup>。目前的研究认为,CLA 对种蛋孵化率的影响是由种蛋中的脂肪酸组成发生改变而引起的,CLA 种蛋中的饱和脂肪酸含量增加,单不饱和脂肪酸含量降低<sup>[1-2,4]</sup>。该研究表明,CLA 饲料组的饱和脂肪酸 C14:0、C16:0、C18:0、C20:0、C22:0、C24:0 含量显著大于对照组,单不饱和脂肪酸 C14:1、C16:1、C18:1、C20:1 含量显著低于对照组( $P < 0.05$ ),与前人的研究结论相同。

孙从佼等<sup>[9]</sup>报道,蛋壳质量对孵化率有一定的影响,蛋壳厚度太薄,则孵化期间水分散失过多,会导致孵化率降低;但是对于蛋壳厚度和蛋壳强度太大的种蛋,可能因为蛋壳致密性太强,阻碍了孵化期间种蛋与外界的气体交换,反而降低孵化率。该研究中,各组的蛋壳质量差异不显著,说明孵化率的差异与种蛋蛋壳质量无关,也说明大豆油和 CLA 油对蛋品质无影响。

种蛋孵化过程中产生的代谢产物对种蛋孵化率也会产生一定的影响,丙二醛(MDA)是蛋黄脂肪氧化的产物,对胚胎具有毒害作用。种蛋的总抗氧化能力越强,在孵化过程中产生的丙二醛(MDA)越少,种蛋孵化率越高<sup>[10]</sup>。该研究中各组种蛋的抗氧化能力有显著差异,1 组和 4 组总抗氧化能力显著高于其他组,尤其高于 2 组,相应,种蛋中的过氧化产物丙二醛(MDA)含量显著低于其他各组,尤其高于 2 组,种蛋孵化率也显著高于其他组,远远高于 2 组。该研究的结果表明,种蛋中的 CLA 极易氧化,产生丙二醛(MDA),使种蛋孵化率降低,随着大豆油的添加,种蛋中脂肪酸的构成发生变化,抗氧化能力增加,孵化过程中丙二醛(MDA)含量减少,

也是种蛋孵化能力提高的因素之一。

#### 4 结论

(1)影响种蛋孵化能力的因素很多,除环境因素外,种蛋的某些成分含量也是重要因素,该研究测定了种蛋的脂肪酸构成、种蛋的蛋品质和种蛋中的抗氧化能力指标,其中确定了脂肪酸构成和种蛋的抗氧化能力是导致孵化率改变的因素。

(2)肉种鸡饲料中添加 0.5%CLA(CAL-80)油,同时添加 4%~5%的大豆油能使 CLA 种蛋的孵化率大幅提高。

#### 参考文献

- [1] AYDIN R, PARIZA M W, COO KM E. Olive oil prevents the adverse effects of dietary conjugated linoleic acid on chick hatchability and egg quality[J]. J Nutr, 2001, 131(3): 800-806.
- [2] AYDIN R, COOK M E. The effect of dietary conjugated linoleic acid on egg yolk fatty acids and hatchability in Japanese quail[J]. Poultry science, 2004, 83(12): 2016-2022.
- [3] AHN D U, SELL J L, JO C, et al. Effect of dietary conjugated linoleic acid on the quality characteristics of chicken eggs during refrigerated storage[J]. Poult Sci, 1999, 78: 922-928.
- [4] CHERIAN G, AI W, GOEGER M P. Maternal dietary conjugated linoleic acid alters hepatic triacylglycerols and tissue fatty acids in hatched chicks[J]. Lipids, 2005, 40(2): 131-136.
- [5] MUMA E, PALANDER S, NÄSI M, et al. Modulation of conjugated linoleic acid-induced loss of chicken egg hatchability by dietary soybean oil[J]. Poultry science, 2006, 85(4): 712-720.
- [6] WILSON H R. Effects of maternal nutrition on hatchability[J]. Poult Sci, 1997, 76(1): 134-143.
- [7] TULLETT S G. Science and the art of incubation[J]. Poult Sci, 1990, 69(1): 1-15.
- [8] ALLEN E, JOHNSON A R, FOGERTY A C, et al. Inhibition by cyclopropene fatty acids of the desaturation of stearic acid in hen liver[J]. Lipids, 1967, 2(5): 419-423.
- [9] 孙从佼, 孙蕊聪, 侯卓成, 等. 羽羽乌鸡蛋品质对种蛋受精率和受精蛋孵化率的影响[J]. 中国家禽, 2011, 33(8): 19-21.
- [10] 王芙蓉. 牛磺酸对鹌鹑生产性能、免疫功能及脂肪代谢影响的研究[D]. 无锡: 江南大学, 2010.

(上接第 71 页)

从不同种植烟地对地膜残留量的影响来看,地烟地膜残留量低于田烟地膜,这是因为地烟土壤保水能力弱,土壤相对地烟要疏松,人工回收地膜时回收量要高于田烟回收量。

从不同覆膜时期对地膜残留量的影响来看,全生育期地膜残留量高于阶段性覆膜地膜,这是因为全生育期经过了长期的农事管理,对地膜破坏大,难以整块回收,加大了地膜回收难度,同时,全生育期地膜经过夏季的高温暴晒,地膜质地发生了变化,也加大了地膜的回收难度。

从不同地膜类型对地膜残留量的影响来看,覆盖黑白地膜地膜残留量高于覆盖白色地膜,这是因为黑白地膜厚度为 0.012 mm,要高于白色地膜厚度 0.006 mm,厚的地膜在人工回收时容易进行回收,减少了地膜的残留,同时,在高温、大风及暴雨等恶劣自然条件下,厚的地膜保持原有状态的能力要高于薄的地膜,也减少了地膜的残留。

综上所述,宜宾烟区烤烟地平均地膜残留量为 6.878 kg/hm<sup>2</sup>,地膜残留量较大,造成了一定的“白色污染”,给烟区农业环境安全造成了一定的不利影响。

#### 参考文献

- [1] 黄晶晶, 庞良玉, 罗春燕, 等. 四川攀西地区地膜残留量及影响因素[J]. 西南农业学报, 2012, 25(6): 2203-2206.
- [2] 何文清, 严昌荣, 赵彩霞, 等. 我国地膜应用污染现状及其防治途径研究[J]. 农业环境科学学报, 2009, 28(3): 533-538.
- [3] 张鸿, 樊红柱. 川西平原雨养条件下地膜水稻生物学效应研究[J]. 西南农业学报, 2010, 23(6): 1824-1828.
- [4] 张鸿, 樊红柱. 川西平原雨养条件下地膜覆盖对水稻产量的影响研究[J]. 西南农业学报, 2011, 24(2): 446-450.
- [5] 严昌荣, 梅旭荣, 何文清, 等. 农用地膜残留污染的现状与防治[J]. 农业工程学报, 2006, 22(11): 269-272.
- [6] 卜玉山, 王建程, 邵海林, 等. 不同覆盖材料土壤生态效应与玉米增产效应研究[J]. 中国生态农业学报, 2005, 13(2): 138-141.
- [7] 麻世华, 叶东平, 麻成军. 农用地膜残留危害及控制措施[J]. 现代化农业, 1997(10): 5-6.
- [8] 王频. 残膜污染治理的对策和措施[J]. 农业工程学报, 1998, 14(3): 185-188.