

复合酸对老龄蛋鸡日粮 pH 值和消化道内环境的影响

李连缺,孟志敏,米同国,黄占欣,翟新国
(河北工程大学 农学院,河北 邯郸 056001)

摘要:为探讨复合酸对老龄蛋鸡日粮 pH 值及消化道内环境的影响,将 864 只 43 周龄海兰灰种鸡随机分为 I 组(基础日粮)、II 组(基础日粮 + 0.2% 柠檬酸)和 III 组(基础日粮 + 0.2% 复合酸),测定试验鸡日粮 pH 值、酸结合力,试验第 1 周末(T1)及第 5 周末(T2)测试验鸡消化道 pH 值、小肠消化酶活性和盲肠菌群。结果表明:与 I 组相比,II 组、III 组日粮 pH 值、酸结合力均显著降低。III 组嗦囊、腺胃 pH 值 T1 时期极显著低于 II 组、I 组,T2 时期显著低于 II 组、I 组。III 组肌胃 pH 值 T1 时期分别较 I 组、II 组降低 9.72% ($P < 0.01$)和 4.06% ($P < 0.05$),T2 时期分别较 I 组、II 组降低 8.25% ($P < 0.05$)和 0.37% ($P > 0.05$)。与 I 组相比,T1 时期,II 组、III 组淀粉酶活性分别提高 10.16% ($P < 0.05$)和 16.61% ($P < 0.05$),T2 时期分别提高 10.22% ($P < 0.05$)和 18.41% ($P < 0.05$)。T2 时期,与 I 组相比,II 组、III 组乳酸杆菌分别提高 7.21% ($P < 0.05$)和 8.24% ($P < 0.05$),大肠杆菌分别降低 7.92% ($P < 0.05$)和 15.45% ($P < 0.01$)。表明,酸化剂可显著降低日粮 pH 值和酸结合力,改善老龄蛋鸡消化道内环境,且复合酸的效果优于柠檬酸。

关键词:复合酸;老龄蛋鸡;日粮 pH 值;消化道内环境

中图分类号:S831.5 文献标志码:A 文章编号:1004-3268(2015)08-0128-05

Effects of Compound Acid on Dietary pH and Gastrointestinal Environments in Older Laying Hens

LI Lianque, MENG Zhimin, MI Tongguo, HUANG Zhanxin, ZHAI Xinguo
(College of Agriculture, Hebei University of Engineering, Handan 056001, China)

Abstract: The effects of compound acid on dietary pH and gastrointestinal environments in old laying hens were studied by feeding trials with compound acid. 864 Hy-line gray breeding layers of 43 weeks were randomly divided into group I (basal diet), group II (basal diet + 0.2% citric acid) and group III (basal diet + 0.2% compound acid). The pH and acid binding force of diet were determined before feeding. Gastrointestinal pH and the activity of digestive enzyme in small intestine and the flora in cecum from test chickens were determined at the first weekend(T1) and the fifth weekend(T2) during test. The results indicated that the dietary pH and acid binding force in group II and III were significantly reduced ($P < 0.05$) than group I. The pH of craw and gland stomach from chickens in group III were very significantly reduced during T1($P < 0.01$) and significantly reduced during T2($P < 0.05$) than group II, and the pH of muscular stomach from chickens in group III decreased by 9.72% ($P < 0.01$) and 4.06% ($P < 0.05$) during T1 and reduced 8.25% ($P < 0.05$) and 0.37% ($P > 0.05$) during T2 than group I and II, respectively. The activity of amylase in small intestine of chickens in group II and III increased by

10.16% ($P < 0.05$) and 16.61% ($P < 0.05$) during T1 and increased by 10.22% ($P < 0.05$) and 18.41% ($P < 0.05$) during T2 than group I. The number of lactobacillus in the cecum of chickens in group II and III increased by 7.21% ($P < 0.05$) and 8.24% ($P < 0.05$) than group I during T2, and the number of *E. coli* in the cecum of chickens in group II and III decreased by 7.92% ($P < 0.05$) and 15.45% ($P < 0.01$) than group I during T2, respectively. The results showed that acidulant could obviously reduce the pH and acid binding force of diet and improve gastrointestinal environments in old laying hens, and the effect of compound acid was superior to the citric acid.

Key words: compound acid; older laying hens; dietary pH; digestive tract environment

消化道酶活性水平反映动物机体的消化能力,活性越大消化能力越强,而酶活性水平与消化道内 pH 值密切相关^[1-2]。酸化剂可降低饲料及消化道 pH 值^[3-4],同时破坏革兰氏阴性菌的细胞壁,抑制大肠杆菌等有害菌生长,促进乳酸杆菌等有益菌繁殖,提高蛋白酶、淀粉酶等消化酶活性^[5],从而调节消化道微生物区系平衡,改善肠道内环境。马红艳等^[6]在艾维茵肉仔鸡日粮中添加磷酸型复合酸化剂降低了肉鸡的肠道 pH 值,抑制了大肠杆菌的生长,同时促进了乳酸杆菌的增殖。候永清等^[7]在断奶仔猪日粮中添加柠檬酸和磷酸可以提高小肠内胰蛋白酶和淀粉酶活性;添加磷酸可提高小肠内胰蛋白酶活性,明显影响胃蛋白酶活性。酸化剂主要应用于肉仔鸡和断奶仔猪,在蛋鸡中研究很少。本试验以自行研发的复合酸为材料,研究其对老龄蛋鸡消化道内环境的影响,对改善老龄蛋鸡生产性能,提高养殖效益具有重大意义。

1 材料和方法

1.1 试验动物与分组

选取 864 只邯郸永年种鸡场 43 周龄海兰灰种鸡,随机分为 3 组,每组 6 个重复,每个重复 48 只鸡。试验 I 组为基础日粮组,试验 II 组为基础日粮 + 0.2% 柠檬酸组,试验 III 组为基础日粮 + 0.2% 复合酸组。

1.2 基础日粮及营养水平

基础日粮饲料配方和营养水平见表 1。

1.3 酸化剂

柠檬酸由石家庄江山动物药业有限公司提供。复合酸化剂为自行研制,由乳酸、柠檬酸、酒石酸、磷酸和赋形剂组成。

1.4 饲养管理

2 层阶梯式笼养,每笼 3 只。自由采食、乳头式饮水器饮水,日喂 3 次,每隔 2 h 匀料 1 次,人工受精 5 d 1 个循环。日捡蛋 4 次,分别在 8:00、11:00、14:00、16:00;在捡蛋过程中,剔出破蛋、软皮蛋、裂

纹蛋和畸形蛋。各组饲养管理、光照制度、免疫程序完全相同,且按常规饲养管理制度进行。

表 1 基础日粮组成及营养水平(风干基础)

原料	含量/%	营养指标	营养水平
玉米	61	粗蛋白/%	16.2
豆粕	25	代谢能/(MJ/kg) ²⁾	11.51
豆油	0.35	钙/%	3.5
食盐	0.35	总磷/%	0.6
石粉	8.3	蛋氨酸/%	0.36
预混料 ¹⁾	5	赖氨酸/%	0.73
合计	100		

注: ¹⁾ 每千克预混料中含有维生素 A 308 kIU、维生素 D₃ 66 kIU、维生素 E 880 mg、维生素 K₃ 44 mg、维生素 B₁ 32 mg、维生素 B₂ 76 mg、维生素 B₆ 88 mg、维生素 B₁₂ 0.9 mg、生物素 8.8 mg、烟酸 880 mg、D-泛酸 550 mg、叶酸 33 mg、胆碱 10 g、Fe 2.0 g、Cu 0.2 g、Zn 2.0 g、Mn 2.4 g、Co 10 mg、Ca 2% ~ 6%、TP 8% ~ 25%。²⁾ 代谢能是根据原料组成计算所得,其余为实测值。

1.5 观测指标与方法

1.5.1 饲料样本采集、日粮 pH 值及酸结合力的测定

1.5.1.1 饲料样本的采集 将饲料充分混匀后,分别从不同部位采集料样,用四分法缩至 200 g,风干粉碎,制成分析样品,装入样品袋,放在阴凉干燥处供测。

1.5.1.2 日粮 pH 值的测定 采用 Radecki 等^[8]推荐的方法:称取 20 g 饲料放入烧杯中,加入 40 mL 去离子水,用玻璃棒充分搅匀,呈浆状液后,用 PHS-3B 型精密 pH 计(上海雷磁仪器厂)测定 pH 值。

1.5.1.3 日粮酸结合力的测定 采用 Bolduan 等^[9]推荐的方法:先用烧杯称取 100 g 待风干样品,加入 20 mL 去离子水,用玻璃棒搅拌均匀,然后用 1 mol/L 的盐酸滴定至 pH 值为 4.0,边滴边搅拌,记录所消耗盐酸的毫升数,再换算为毫摩尔数,即为日粮酸结合力(每个样本滴定测定过程不应超过 5 min,否则会影响结果)。

1.5.2 消化道内容物样本的采集与测定

1.5.2.1 消化道内容物样本的采集 分别在试验第 1 周(T1)和第 5 周(T2)末早晨喂料后 2 h,每个

处理组随机选取 6 只鸡宰杀(每重复 1 只)。在无菌条件下,分别取嗦囊、腺胃、肌胃、小肠各段和盲肠食糜量的 1/2 测定 pH 值,取出后立即测定;各段小肠剩余食糜混合均匀后,用 0.9% 的生理盐水稀释 5 倍,匀浆 1 min,离心 20 min(4 ℃、3 018 r/min),得到 20% 小肠液样本,分装后 -80 ℃ 保存,待测酶活性^[10];将另一只盲肠,用酒精棉球消毒肠道表面并冷藏,用于测定盲肠微生物。

1.5.2.2 消化道内 pH 值的测定 分别取消消化道相应段内容物,按 1:10 加入去离子水稀释,振荡器振荡 5 min,然后测定 pH 值。

1.5.2.3 小肠消化酶活性的测定 采用南京建成生物工程研究所试剂盒(序列号 A080-2,C016)测定食糜提取液中胰蛋白酶和淀粉酶活性。样品中蛋白质含量采用考马斯亮蓝法测定。

1.5.2.4 盲肠食糜中微生物菌落数的统计 无菌称取盲肠食糜 1 g,加入 10 mL 灭菌生理盐水,充分摇匀,进行逐级 10 倍稀释,每个样本做 3 个稀释度,每个稀释度做 3 个重复,大肠杆菌以麦康凯培养基 37 ℃ 有氧培养 24 h;乳酸杆菌以选择性培养基(LBS)37 ℃ 厌氧培养 48 h^[11]。2 种微生物均采用倾注平板菌落计数法,求其平均值,并计算每克肠道内容物所含的细菌数。

1.6 数据处理与分析

采用 SAS 8.12 统计软件进行单因素方差分析和 Duncan's 多重比较,结果采用 $\bar{X} \pm SD$ 来表示。

表 3 复合酸对海兰灰种鸡消化道 pH 值的影响

时期	组别	消化道						
		嗦囊	腺胃	肌胃	十二指肠	空肠	回肠	盲肠
T1	试验 I 组	5.81 ± 0.24 ^{Aa}	4.68 ± 0.45 ^{Aa}	2.88 ± 0.23 ^{Aa}	6.21 ± 0.15 ^{Aa}	6.34 ± 0.13 ^{Aa}	6.47 ± 0.12 ^{Aa}	6.51 ± 0.32 ^{Aa}
	试验 II 组	5.53 ± 0.17 ^{Ab}	4.36 ± 0.23 ^{Ab}	2.71 ± 0.45 ^{ABb}	6.11 ± 0.29 ^{Aa}	6.35 ± 0.10 ^{Aa}	6.49 ± 0.34 ^{Aa}	6.51 ± 0.34 ^{Aa}
	试验 III 组	5.16 ± 0.12 ^{Bc}	4.17 ± 0.24 ^{Bc}	2.60 ± 0.20 ^{Bc}	6.05 ± 0.23 ^{Aa}	6.31 ± 0.18 ^{Aa}	6.46 ± 0.15 ^{Aa}	6.58 ± 0.41 ^{Aa}
T2	试验 I 组	5.83 ± 0.32 ^{Aa}	4.70 ± 0.25 ^{Aa}	2.91 ± 0.48 ^{Aa}	6.23 ± 0.35 ^{Aa}	6.36 ± 0.27 ^{Aa}	6.46 ± 0.39 ^{Aa}	6.54 ± 0.25 ^{Aa}
	试验 II 组	5.49 ± 0.81 ^{Ab}	4.30 ± 0.31 ^{Ab}	2.68 ± 0.10 ^{Ab}	6.14 ± 0.19 ^{Aa}	6.32 ± 0.32 ^{Aa}	6.49 ± 0.28 ^{Aa}	6.53 ± 0.17 ^{Aa}
	试验 III 组	5.37 ± 0.19 ^{Ac}	4.21 ± 0.47 ^{Ac}	2.67 ± 0.17 ^{Ab}	6.09 ± 0.20 ^{Aa}	6.30 ± 0.35 ^{Aa}	6.40 ± 0.31 ^{Aa}	6.56 ± 0.23 ^{Aa}

2.3 复合酸对海兰灰种鸡消化酶活性的影响

由表 4 可知,在 T1 时期,II 组、III 组淀粉酶活性分别较 I 组提高 10.16% ($P < 0.05$) 和 16.61% ($P < 0.05$),T2 时期分别提高 10.22% ($P < 0.05$)、18.41% ($P < 0.05$)。2 个时期,III 组胰蛋白酶活性均显著高于 I 组、II 组,II 组较 I 组有提高趋势,但差异不显著。与 T1 时期相比,T2 时期 I 组、II 组、III 组胰蛋白酶活性分别降低 6.20%、3.12%、1.12%,淀粉酶活性分别降低 2.63%、2.58%、1.13%。

2 结果与分析

2.1 复合酸对海兰灰种鸡日粮 pH 值、酸结合力的影响

由表 2 可知,与 I 组相比,II 组、III 组日粮 pH 值分别降低 0.74% ($P < 0.05$) 和 0.92% ($P < 0.05$),酸结合力分别降低 13.49% ($P < 0.05$) 和 24.90% ($P < 0.01$);III 组较 II 组酸结合力降低 15.19% ($P < 0.05$),但日粮 pH 值差异不显著。

表 2 复合酸对海兰灰种鸡日粮 pH 值和酸结合力的影响

组别	日粮 pH 值	酸结合力
试验 I 组	5.44 ± 0.020 ^{Aa}	21.65 ± 0.08 ^{Aa}
试验 II 组	5.40 ± 0.018 ^{Ab}	18.73 ± 0.25 ^{ABb}
试验 III 组	5.39 ± 0.030 ^{Ab}	16.26 ± 0.19 ^{Bc}

注:同列数据不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$),不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),下同。

2.2 复合酸对海兰灰种鸡消化道 pH 值的影响

由表 3 可知,III 组嗦囊、腺胃 pH 值 T1 时期极显著低于 II 组、I 组,T2 时期显著低于 II 组、I 组。III 组肌胃 pH 值 T1 时期分别较 I 组、II 组降低 9.72% ($P < 0.01$) 和 4.06% ($P < 0.05$),T2 时期分别较 I 组、II 组降低 8.25% ($P < 0.05$) 和 0.37% ($P > 0.05$)。各组十二指肠、空肠、回肠和盲肠 pH 值在 T1、T2 时期均无显著差异。

表 4 复合酸对海兰灰种鸡消化酶活性的影响 U/g

时期	组别	淀粉酶	胰蛋白酶
T1	试验 I 组	452.14 ± 29.23 ^b	65.32 ± 4.32 ^b
	试验 II 组	498.10 ± 18.35 ^a	68.23 ± 3.92 ^b
	试验 III 组	527.26 ± 16.89 ^a	79.21 ± 4.12 ^a
T2	试验 I 组	440.25 ± 25.24 ^b	61.27 ± 4.37 ^b
	试验 II 组	485.23 ± 34.01 ^a	66.10 ± 3.69 ^b
	试验 III 组	521.31 ± 36.93 ^a	78.32 ± 3.87 ^a

2.4 复合酸对海兰灰种鸡盲肠微生物菌群的影响

由表 5 可知,T1 时期,II 组、III 组乳酸杆菌数分别较 I 组提高 1.55% ($P > 0.05$) 和 4.11% ($P >$

0.05);T2 时期,分别提高 7.21% ($P < 0.05$) 和 8.24% ($P < 0.05$),但Ⅱ组、Ⅲ组间差异不显著。T1 时期,Ⅱ组、Ⅲ组大肠杆菌数分别较Ⅰ组降低 7.22% ($P < 0.05$) 和 9.13% ($P < 0.05$);T2 时期分别降低 7.92% ($P < 0.05$) 和 15.45% ($P < 0.01$),且Ⅲ组较Ⅱ组降低 8.18% ($P < 0.05$)。

表 5 复合酸对海兰灰种鸡盲肠微生物菌群的影响
lg(CFU/g)

时期	组别	微生物菌落	
		乳酸杆菌	大肠杆菌
T1	试验Ⅰ组	9.01 ± 0.52 ^{Aa}	7.89 ± 0.38 ^{Aa}
	试验Ⅱ组	9.15 ± 0.27 ^{Aa}	7.32 ± 0.42 ^{Ab}
	试验Ⅲ组	9.38 ± 0.29 ^{Aa}	7.17 ± 0.06 ^{ABb}
T2	试验Ⅰ组	8.74 ± 0.87 ^{Ab}	7.83 ± 0.15 ^{Aa}
	试验Ⅱ组	9.37 ± 0.19 ^{Aa}	7.21 ± 0.26 ^{ABb}
	试验Ⅲ组	9.46 ± 0.25 ^{Aa}	6.62 ± 0.17 ^{Bc}

3 结论与讨论

3.1 日粮 pH 值和酸结合力

酸化剂可降低日粮 pH 值,但降低幅度与酸的种类、添加量及日粮酸结合力有关。Risley 等^[12]在仔猪日粮中添加 1.5% 柠檬酸,pH 值由 6.42 降到 4.90;宁康健等^[13]在肉仔鸡日粮中添加 0.25%、0.5%、1.0% 和 2.0% 的柠檬酸,pH 值由 6.13 分别降到 5.97、5.69、5.32 和 4.81。本试验与上述研究结果趋势一致,在日粮中分别添加 0.2% 柠檬酸和复合酸,使日粮 pH 值分别由 5.44 降至 5.40 和 5.39,酸结合力由 21.65 分别降至 18.73 和 15.26。日粮 pH 值及酸结合力直接影响饲料消化时所需的酸量,pH 值越高,酸结合力越大,消化时吸附的游离酸越多,需要的酸就越多。目前尚无家禽日粮适宜 pH 值和酸结合力的报道,有待于进一步研究和探讨。

3.2 消化道 pH 值

酸化剂可有效降低消化道 pH 值,但报道结果差异较大。刘桂林等^[14]报道,在仔猪日粮中添加 1.5% 和 2.0% 的延胡索酸,胃内容物 pH 值分别下降 27.65% 和 37.06%。郭传珍等^[4]报道,添加 400 g/t 丁酸钠显著降低肉鸡 21 日龄及 42 日龄十二指肠食糜 pH 值,显著降低 21 日龄空肠、回肠食糜 pH 值以及 42 日龄盲肠食糜 pH 值。而朱碧泉等^[15]报道,添加 0.2% 复合酸化剂对 21 d 和 42 d 肉鸡腺胃、肌胃、十二指肠和空肠内容物 pH 值无显著影响,但显著降低了盲肠内容物 pH 值。Paul 等^[16]研究表明,酸化剂对 42 日龄肉仔鸡嗉囊、腺胃、肌胃、十二指肠、空肠和回肠的 pH 值均无显著影响。

本研究发现,添加酸化剂可显著降低嗉囊、腺胃、肌胃 pH 值,对小肠和盲肠 pH 值无显著影响。这与郭鹏等^[17]认为有机酸吸收快,其酸度无法达到小肠部位的结论一致。

3.3 消化酶活性

候永清等^[7]研究表明,添加柠檬酸和磷酸可以提高小肠内胰蛋白酶和淀粉酶活性。本研究结果与上述研究一致,添加 0.2% 酸化剂可显著提高小肠胰蛋白酶和淀粉酶活性,且效果复合酸优于单一的柠檬酸。

梅学文等^[18]报道,蛋鸡 44 周龄后胃蛋白酶活性明显降低,空肠内淀粉酶、胰蛋白酶、糜蛋白酶和脂肪酶活性及胆汁酸含量随日龄增加而逐渐降低,44 周龄后下降较快。本次试验也证明了这一点,T2 时期较 T1 时期,Ⅰ组、Ⅱ组、Ⅲ组胰蛋白酶活性分别降低 6.20%、3.12% 和 1.12%,淀粉酶活性分别降低 2.63%、2.58% 和 1.13%。同时也表明,添加酸化剂可以缓解老龄蛋鸡消化酶活性的衰退。

3.4 盲肠微生物菌群

马红艳等^[6]报道,添加 0.3% 复合酸的 42 日龄肉仔鸡空肠、盲肠中食糜的大肠杆菌分别比对照组减少 12.38% 和 12.94%,乳酸杆菌分别增加 5.21% 和 14.19%。本次试验日粮中分别添加 0.2% 柠檬酸与复合酸,T2 时期,老龄蛋鸡盲肠食糜中乳酸杆菌数量分别提高 7.21% 和 8.24%,大肠杆菌数量分别降低 7.92% 和 15.45%,与上述结果一致,同时也与孙小琴等^[19]研究结果一致。

综上所述,本试验条件下,在老龄蛋鸡日粮中添加酸化剂可显著降低日粮 pH 值和酸结合力,显著降低嗉囊、腺胃、肌胃 pH 值,显著提高小肠食糜胰蛋白酶活性和淀粉酶活性,提高盲肠食糜中乳酸杆菌数量,抑制大肠杆菌繁殖,复合酸效果明显优于柠檬酸。

参考文献:

[1] 董兵,谷子林,高振华.不同水平大蒜素对獭兔生产性能及内源消化酶活性的影响[J].华北农学报,2011,26(1):157-161.

[2] 迟淑艳,林黑着,谭北平,等.低鱼粉饲料中添加微胶囊或晶体蛋氨酸对凡纳滨对虾消化酶活性的影响[J].现代农业科技,2010(11):308-310.

[3] 邵莲花,王锦平,刘桂林,等.酸化剂在仔猪饲料中的应用效果[J].山西农业科学,2001,29(1):78-80.

[4] 郭传珍,曹兵海.丁酸钠对肉鸡肠道 pH 值、微生物菌群和挥发性脂肪酸的影响研究[J].中国家禽,2009,31(21):14-17,21.

[5] 黄冠庆,郑文才,黄晓亮,等. 复合酸化剂对黄羽肉鸡消化道酶活性的影响[J]. 河南农业科学,2014,43(8):126-129,136.

[6] 马红艳,姚毅. 不同复合酸化剂对肉鸡肠道 pH 值及微生物数量的影响[J]. 山西农业科学,2009,37(12):59-61.

[7] 侯永清,梁敦素,丁斌鹰,等. 早期断奶仔猪日粮中添加不同种类酸化剂的效果[J]. 中国畜牧杂志,1996,32(6):8-11.

[8] Radecki S V, Juhl M R, Miller E R. Fumaric and citric acids as feed additive and nutrient balance[J]. J Anim Sci,1988,66:2598-2605.

[9] Bolduan G H, Jung R, Schneider J. Influence of fumaric acid and propanediolformate in piglets[J]. Animal Physiology and Animal Nutrition,1988,59(3):143-149.

[10] Jin L Z. Digestive and bacterial enzyme activities in broilers fed diets supplemented with *Lactobacillus* cultures[J]. Poultry Science,2000,79(6):886-891.

[11] 陈天寿. 微生物培养基的制造与应用[M]. 北京:中国农业出版社,1995.

[12] Risley C R, Kornegay E T, Lindemann M D, et al. Effect of feeding organic acids on selected intestinal content measurements at varying times postweaning in pig[J]. Anim Sci,1992,70:196-206.

[13] 宁康健,吕锦芳,彭光明,等. 柠檬酸对肉鸡生产性能及免疫功能影响的研究[J]. 饲料工业,1995(1):39-40.

[14] 刘桂林,王锦平,邵莲花,等. 延胡索酸对仔猪生产性能作用机理的探讨[J]. 动物科学与动物医学,2000,17(3):53-55.

[15] 朱碧泉,曾秋风,丁雪梅,等. 复合有机酸和黄霉素对肉鸡生产性能及肠道微生态的影响[J]. 中国家禽,2008,30(6):14-17.

[16] Paul S K, Halder G, Mondal M K, et al. Effect of organic acid salt on the performance and gut health of broiler chicken[J]. Poultry Science,2007,44:389-395.

[17] 郭鹏,卢建,李军,等. 复合酸化剂对肉仔鸡消化道 pH 值和消化酶活性的影响[J]. 饲料工业,2011,32(11):32-35.

[18] 梅学文,陈宝江,于会民,等. 产蛋高峰期蛋鸡消化参数变化规律的研究[J]. 中国家禽,2009,31(23):26-29.

[19] 孙小琴,龚月生,段玉兰,等. 柠檬酸对蛋鸡消化道内容物 pH 值和盲肠菌群的影响[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2007,35(4):41-45.

(上接第 49 页)

3 小结

2013 年,中央农村工作会议指出,当前和今后一个时期,要按照党的十八大要求构建集约化、专业化、组织化、社会化相结合的新型农业经营体系。充分保障农民土地承包经营权,不能限制或者强制农民流转承包土地。要着力培养新型经营主体,既注重引导一般农户提高集约化、专业化水平,又扶持联户经营、专业大户、家庭农场,着力发展多种形式的新型农民合作组织和多元服务主体。提高农业投入,增加农业补贴,理顺农产品价格,让农民种粮务农获得合理利润,确保国家粮食安全和重要农产品有效供给,这些为河南粮食生产提供了政策保障。综合模型预测结果和上述分析,预计 2020 年河南粮食总产量达到 650 亿 kg 左右是能够实现的。

参考文献:

[1] 龚德汗. 现代农业发展的制约因素与对策建议[N]. 海南日报,2011-09-23(13).

[2] 吴辉. 河南省农业科技进步贡献率测度与省际比较[D]. 郑州:河南农业大学,2008.

[3] 段艳菊. 河南省基层农业技术推广体系建设与改革对策研究[D]. 郑州:河南农业大学,2009.

[4] 米晓,张保军,杨改河. 我国农业科技推广的制约因素分析[J]. 西北农林科技大学学报:社会科学版,2006,6(1):28-31.

[5] 刘金荣. 河南省发展粮食生产存在的主要问题与对策[J]. 湖北农业科学,2012,51(15):3398-3401.

[6] 郭凯. 河南省粮食增产困境及对策研究[J]. 理论探讨,2011(2):243-244.

[7] 任新平. 河南省粮食生产能力预测[J]. 安徽农业科学,2010,38(8):4236-4237.

[8] 韩长赋. “十二五”发展粮食生产的基本思考[J]. 求是,2011(3):32-35.

[9] 杨杰,谌种华. 浅谈中国粮食生产的可持续发展与粮食供给安全[J]. 经济研究导刊,2010(19):157-159.

[10] 陈飞,范庆泉,高铁梅. 农业政策、粮食产量与粮食生产调整能力[J]. 经济研究,2010(11):101-114,140.

[11] 李国祥,陈劲松. 粮食减产与粮食安全[J]. 中国农村经济,2001,16(1):4-10.

[12] 陆文聪,黄祖辉. 中国粮食供求变化趋势预测:基于区域化市场均衡模型[J]. 经济研究,2004(8):94-104.

[13] 潘岩. 关于确保国家粮食安全的政策思考[J]. 农业经济问题,2009(1):25-28.