

中国北京油鸡和引进白来航蛋鸡免疫性状的比较

吴春梅¹, 赵桂苹^{2*}, 文杰², 陈继兰², 郑麦青², 陈国宏¹

(1. 扬州大学动物科学与技术学院, 扬州 225009;

2. 中国农业科学院北京畜牧兽医研究所, 北京 100094)

摘要: 选取同期孵化出雏的中国地方鸡种北京油鸡(Beijing-You Chicken, BYC)和引进蛋鸡品种白来航鸡(White Leghorn, WL)各 250 只母雏, 在相同饲养条件和免疫程序下饲养, 测定和对比嗜中性粒细胞(Heterophil)数量、淋巴细胞(Lymphocyte)数量和嗜中性粒细胞/淋巴细胞比率(Heterophil/Lymphocyte, H/L)、白细胞总数(Blood white cell count, BWCC)、绵羊红细胞(Sheep blood red cell, SRBC)免疫抗体滴度和不同日龄的禽流感(Avian Influenza, AI)、新城疫(Newcastle disease, ND)的免疫抗体滴度等免疫性状的差异。试验结果表明:①北京油鸡的H/L值为 0.36 ± 0.21 , 白来航蛋鸡为 0.52 ± 0.51 , 二者呈极显著差异 ($P < 0.001$); 北京油鸡的白细胞总数明显高于白来航蛋鸡 ($P < 0.001$); ②SRBC 抗体滴度在两品种之间差异不显著 ($P > 0.05$); ③14、28 日龄两次免疫禽流感疫苗(H5N1 毒株)后, 在免疫后 21、41、71、105 天的 4 个测定日中, 两个品种的禽流感免疫抗体滴度值均呈现先升高后降低的变化趋势, 北京油鸡在 4 个测定日龄的 AI 免疫滴度值都均高于白来航蛋鸡, 差异均达到极显著水平 ($P < 0.001$); ④同期免疫新城疫疫苗(LaSota 毒株), 在免疫后 21、41、71 和 105 天测定 ND 抗体滴度, 北京油鸡在免疫后 21 天时达到最高, 之后随日龄的增长而呈逐渐降低趋势; 白来航蛋鸡在免疫后 41 天时抗体滴度水平达到最高, 以后随日龄增长而下降。4 个测定日龄的 ND 滴度水平北京油鸡均高于白来航蛋鸡。该研究结果初步显示, 中国地方鸡种北京油鸡和引进白来航蛋鸡品种的免疫性状具有明显的遗传差异, 北京油鸡的综合免疫性能和抗应激能力优于白来航蛋鸡。

关键词: 北京油鸡; 来航蛋鸡; 免疫性状; 抗体滴度

中图分类号: S852.2

文献标识码: A

文章编号: 0366-6964(2007)12-1383-06

Diversity of Immune Traits between Chinese Beijing-You Chicken and White Leghorn

WU Chun-mei¹, ZHAO Gui-ping^{2*}, WEN Jie², Chen Ji-lan²,
ZHENG Mai-qing², CHEN Guo-hong¹

(1. College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China; 2. Institute of Animal Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094, China)

Abstract: The objective of this project was to examine the diversity of immune traits between two chicken populations which is the Beijing-You Chicken (BJY), a Chinese indigenous breed, and the other is White Leghorn (WL), a laying type breed. 250 healthy female chickens were hatched during the same period and were reared under the same farming system from 0—170 days of age. Heterophil/lymphocyte ratio (H/L), the blood white cell count (BWCC), the sheep red blood cell (SRBC) antibody titer and Avian Influenza (AI) and Newcastle Disease (ND) antibody titer were determined on bird from each group. The results showed that: (1) There were significant

收稿日期: 2007-02-08

基金项目: 国家畜禽种质资源共享平台建设(2005DKA21101); 农业部“引进国际先进农业科学技术”(948 项目)(2006-G46); 国家科技支撑计划“优质高产家禽新品种选育(2006BDA01A09)”项目资助

作者简介: 吴春梅(1982-), 女, 江苏盐城人, 硕士, 主要从事分子遗传标记研究, E-mail: wuchunmei8238@tom.com

* 通讯作者: 赵桂苹, 女, 副研究员, 主要从事家禽遗传育种研究, Tel: 010-62816019, E-mail: zhgp0402@iascaas.net.cn

differences in the H/L ratio between two breeds ($P < 0.001$). Mean of H/L ratios were 0.36 ± 0.21 and 0.52 ± 0.51 for BJY and WL, respectively. The total number of Blood White Cells of BJY were higher than that of WL distinctly ($P < 0.001$). (2) No differences were found in SRBC antibody titers between two breeds ($P > 0.05$); (3) H5N1 AI antibody titers were measured at 50, 71, 100, 134 days of age after vaccine were injected at 14 and 28 days of age. The AI antibody titers of 100 days of age are highest among the titers of four ages for both groups. There were significant differences between two breeds, titers of 50, 71, 100, 134 days of age for Beijing-You Chicken are higher than that of White Leghorn chicken, respectively ($P < 0.001$); (4) At the same age like AI, LaSota ND antibody titer were measured at 50, 71, 100, 134 days of age after vaccine were injected at 14 and 28 days of age. The antibody titer of 71 days of age is highest among the titers of three ages for WL, while for BJY chickens the highest one is the titer of 50 days of age. Titers of 50, 100, 134 days of age of BJY is significantly higher in BYC than that in WL, respectively ($P < 0.001$, $P < 0.05$, $P < 0.001$), while there was no difference for titers of 71 days of age between two groups. The results demonstrate that the two breeds differed markedly in immune traits. The general immune performance of BJY chickens, the resistance to stress and disease those, as some other local breeds, were superior to those of WL chickens.

Key words: Beijing-You Chicken; White Leghorn; immune traits; antibody titer

随着现代养禽业的快速发展,各种疾病的发生率呈现升高趋势。据 OIE(1998)统计报道,在家禽生产中,用于疾病预防和治疗的成本已占到整个产品总投入成本的 10%~20%^[1]。尤其 2003 年以来,禽流感疾病在世界范围内的暴发和传播,使家禽业遭受严重的损失。随着对食品安全和人类健康的广泛关注,加强防病和抗病的研究是国际社会面临的共同任务。从长远角度看,只有培育遗传抗病的新品种才是解决疾病问题的根本途径之一。

疾病抗性是机体免疫反应过程中产生免疫应答能力的综合体现,是机体非特异性免疫和特异性免疫综合作用的结果^[2]。不同品种、不同个体之间存在免疫应答能力的遗传差异,构成了对疾病抗性选择的遗传基础^[3]。我国地方品种多具有抗逆性强的优良特性,但对于其免疫功能的研究相对较少。本研究以我国地方品种北京油鸡和引进的来航蛋鸡为素材,在较大样本量测定的基础上,对非特异性免疫功能性状如:异嗜性细胞与淋巴细胞比率以及白细胞总数等性状和绵羊红细胞免疫抗体滴度、禽流感、新城疫疾病等特异性免疫抗体滴度进行比较,探讨不同品种之间免疫功能性状的差异,为抗病育种的开展提供理论参考。

1 材料与方

1.1 试验动物及免疫程序

北京油鸡和白来航蛋鸡由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所提供。选用同批孵化出雏的健康母雏各 250 只,按照蛋种鸡饲养方式在相同条件下饲养,营养水平和免疫程序相同,饲养期 170 d。整个试验期鸡群健康状况良好,没有发生疾病和其他不良情况。免疫程序见表 1。

1.2 检测指标和方法

1.2.1 H/L 值测定 170 日龄采血,肝素钠抗凝,用瑞氏和吉姆萨复合染色法对血涂片染色^[4],镜检,按 Alfred 等的白细胞分类方法进行细胞分类^[5],并按 Campo 和 Davila 方法进行计数和计算^[6]。

1.2.2 白细胞总数测定 156 日龄采血,肝素钠抗凝,按照《兽医临床诊断学实习指导》^[7]进行白细胞总数的测定。

1.2.3 绵羊红细胞抗体滴度 取新鲜绵羊血(地方品种绵羊,由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所提供),玻璃珠抗凝,阿氏液保存,PBS(磷酸缓冲液)洗涤后,用 0.9%生理盐水配成 25%的血细胞溶液,128 日龄腿部肌肉注射 1 mL。免疫后第 6 天采血取血清。

用红细胞凝集法测定 SRBC 抗体滴度^[8]。待测血清 56℃水浴灭活 30 min 后,在微量血凝板的第一孔中加入 50 μ L PBS 和 50 μ L 血清,血凝板(加

表 1 鸡群试验期的免疫程序

Table 1 Immune procedure

日龄 Age/d	疫苗 Vaccines	免疫方式 Immune system	备注 Remark
0	马立克氏病	皮下注射	鸡马立克氏病 CVI988 冷冻疫苗
7	Lasota 株+H120	滴鼻点眼	鸡新城疫、传染性支气管炎二联活疫苗
14	法氏囊病	饮水	B87,中等毒力活疫苗
15	禽流感油苗新城疫油苗	皮下注射	重组禽流感病毒灭活疫苗 H5N1 亚型 Re-4 株;鸡新城疫灭活疫苗
21	H52	饮水	鸡传染性支气管炎活疫苗
24	法氏囊	饮水	B87,中等毒力活疫苗
28	禽流感油苗新城疫油苗	皮下注射	同 15 日龄
40	鸡痘	翅翼刺种	鸡痘(毒株)活疫苗

盖)在培养箱中 37℃温育 30 min。结束后在血凝板剩余的每孔中加入 50 μL PBS,用微量移液器稀释样品(最后一孔弃掉)。在所有的孔中加入 50 μL 的 2%SRBC 悬浊液,37℃温育 30 min 后,取出血凝板,视红细胞凝集情况读数。

1.2.4 AI 和 ND 抗体滴度的测定 试验鸡分别于 50、71、100、134 日龄进行翅静脉采血取血清。

AI 和 ND 抗体滴度的测定按照《中华人民共和国国家标准高致病性禽流感诊断技术》(GB/T 18936-2003 年)和《中华人民共和国国家标准新城疫检疫技术规范》(GB/T 16550-1996 年)的规定,采用血凝和血凝抑制试验方法测定抗体滴度。所有样品均使用同一批试剂,在相同条件下统一测定。所用 AI(H5N1)和 ND(LaSota)的 HI 抗原由哈尔滨兽医研究所研制。

1.3 数据处理和统计分析

采用 SAS6.0(1998)ANOVA 程序进行单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 异嗜性粒细胞/淋巴细胞比率(H/L)的比较

两个品种在 170 日龄的异嗜性粒细胞数(H)、淋巴细胞数(L)及二者比率的测定结果列于表 2。异嗜性粒细胞数、淋巴细胞数的均值及 H/L 比率的均值与文献报道的数值范围一致^[6]。两个品种相比,3 个性状均达到极显著水平($P < 0.001$);北京油鸡的 H、H/L 低于白来航蛋鸡,而 L 值高于白来航蛋鸡。从变异情况看,北京油鸡 H/L、H 和 L 的变异系数分别为 0.21%,10.05%,10.07%,白来航蛋鸡分别为 0.52%,14.61%,14.30%。说明这 3 个性状在白来航蛋鸡群体中存在较高度度的变异。

表 2 异嗜性粒细胞/淋巴细胞的差异比较

Table 2 Means of heterophil/ lymphocyte ratio

品种 Breeds	样本数 Number	H/L Heterophil/ lymphocyte Ratio	H Heterophil	L Lymphocyte
白来航蛋鸡 WL	119	0.52±0.51	29.16±14.61	69.30±14.30
北京油鸡 BJY	119	0.36±0.21	24.89±10.05	74.14±10.07
<i>P</i>		***	***	***

*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ***, $P < 0.001$; NS. 差异不显著,以下同

NS. No difference. The same as below

2.2 SRBC 抗体滴度和白细胞总数的比较

两个品种的白细胞总数和 SRBC 抗体滴度的均值列于表 3 中。SRBC 免疫后 6 天抗体滴度的均值

在 6.9~9.1。Zijpp 报道白来航蛋鸡在免疫后 6 和 10 天的 SRBC 抗体滴度均值是 6.3^[9],低于本试验的测定结果。两品种比较,白来航蛋鸡略高于北京

油鸡($P > 0.05$),但自来航蛋鸡 SRBC 免疫滴度的变异系数为 1.51%,高于北京油鸡的变异系数 1.18%。

白细胞总数的测定结果和文献报道的范围一致^[10],两品种相比,北京油鸡高于自来航蛋鸡,并达到极显著差异水平($P < 0.001$)。

表 3 SRBC 抗体滴度和白细胞总数的差异比较
Table 3 Means of SRBC antibody titer and white cell count

品种 Breeds	SRBC 抗体滴度 (\log_2)		白细胞总数/ $(10^3/\mu\text{L})$	
	SRBC antibody titer (\log_2)		White cell count	
	样本数 Number	均值 Mean	样本数 Number	均值 Mean
自来航鸡 WL	193	8.64 ± 1.54	166	14.3 ± 0.63
北京油鸡 BJY	207	8.61 ± 1.18	230	18.9 ± 0.67
<i>P</i>	NS		* * *	

2.3 AI 和 ND 的抗体滴度变化分析

AI 和 ND 抗体滴度的测定结果如表 4。

AI 抗体滴度在两品种中表现出相同的消长规律。首先在免疫后 21 天(50 日龄)检测到较高的抗体水平,随后在免疫后 41 天(71 日龄)、71 天(100 日龄)抗体水平都在升高,免疫后 105 天(134 日龄)抗体水平下降到 2^5 以下,在 4 个测定日龄中免疫后

71 天抗体滴度最高。方差分析表明,两个品种在 4 个测定日龄中,北京油鸡 AI 的抗体滴度值均高于自来航蛋鸡,分别高出 8.3%、4.3%、3.5%、27.9%,在每个日龄的 AI 抗体滴度均达到极显著水平($P < 0.001$)。说明两品种相比较,油鸡 AI 抗体产生快、水平高、持续期长。

表 4 不同日龄禽流感(AI)和新城疫(ND)的抗体滴度

Table 4 Means of AI and ND antibody titer

品种 Breeds	\log_2				
	50 日龄 50 d	71 日龄 71 d	100 日龄 100 d	134 日龄 134 d	
AI	来航鸡 WL	8.55 ± 1.59(n=236)	9.29 ± 1.31(n=238)	9.99 ± 1.14(n=219)	3.48 ± 0.96(n=198)
	北京油鸡 BJY	9.26 ± 1.12(n=250)	9.69 ± 1.16(n=240)	10.34 ± 1.09(n=229)	4.45 ± 1.52(n=225)
	<i>P</i> 值 <i>P</i> Value	* * *	* * *	* * *	* * *
ND	来航鸡 WL	10.36 ± 0.96(n=217)	10.51 ± 0.82(n=236)	9.30 ± 1.40(n=217)	7.81 ± 1.38(n=239)
	北京油鸡 BJY	10.78 ± 0.58(n=246)	10.55 ± 1.08(n=240)	9.45 ± 1.51(n=231)	9.00 ± 6.13(n=228)
	<i>P</i> 值 <i>P</i> Value	* * *	NS	*	* * *

ND 免疫滴度值的变化趋势在两个品种中略有不同。北京油鸡在免疫后 21 天(50 日龄)ND 滴度最高,之后 3 个测定日龄的滴度水平逐渐降低;自来航蛋鸡在免疫后 41 天(71 日龄)ND 滴度达到最高,之后 3 个测定日龄的滴度水平下降,呈现出先升后降的趋势。说明北京油鸡 ND 抗体产生较快,到达高峰期较早。两个品种相比,4 个测定日龄的 ND 滴度北京油鸡均高于自来航蛋鸡,50 日龄高出 4.1%($P < 0.001$)、71 日龄高出 0.4%($P > 0.05$),100 日龄高出 1.6%($P < 0.05$)和 134 日龄高出 15.2%($P < 0.001$);说明北京油鸡 ND 抗体水平略高于自来航蛋鸡。

3 讨论

3.1 机体的免疫反应包括体液和细胞免疫。不同病原微生物通过不同的途径引发体液或细胞免疫机制^[11]。众多的研究证实,异嗜性粒细胞与淋巴细胞比率是细胞介导免疫的重要性状之一,可以作为应激反应(Stress response)和抗逆性(Resistance)的准确的生理指示指标^[6,12,13]。当机体受到外界刺激时(如病原体入侵,热应激等),淋巴细胞和单核细胞在血液中的含量会下降,异嗜性粒细胞增加,因此异嗜性粒细胞与淋巴细胞的比值升高^[13,14]。Kassab 等利用 H/L 比率作为抗热应激的选育指标,按照

H/L 值的高低分为 Sensitive(S)系和 Resistant(R)系,在进行新城疫病毒感染时发现,无论在高温或低温应激下,R 系的 H/L 比率均低于 S 系^[15]。Lattimar 等研究报道当机体遇到外界病原侵入或是有炎症时,H/L 值会上升^[16]。

在本研究中,北京油鸡的 H/L 比率明显低于白来航蛋鸡,这表明北京油鸡抗应激和抗逆性强,在相同的应激条件下,缓解应激引起的特异性和非特异性反应的能力比白来航蛋鸡强。这验证了中国地方鸡种的抗逆性强的优良特性。从 H/L 的变异程度分析,白来航蛋鸡 H/L 的性状变异范围非常大,在 119 个测定个体中有 18 个个体的 H/L 超过 0.8,而在相同条件下,北京油鸡只有 7 个个体超过 0.8(在此次测定中,超过 0.8 的个体可能与采血时的应激有关)。Gross 和 Siegel 研究认为,H/L 如果超过 0.8,表明机体处于高度应激状态^[17]。而 Heba 等研究显示机体遭受应激是导致免疫抑制的主要因素之一^[18]。本次试验结果白来航蛋鸡中的高度应激个体数高于北京油鸡,也证实了白来航鸡容易受到惊吓,抗应激能力差,属于应激敏感型品种^[19]。

3.2 白细胞是机体免疫不可缺少的重要成分,与免疫器官和组织中的许多细胞如巨噬细胞、肥大细胞、成纤维细胞等存在紧密联系,参与机体细胞免疫。在正常生理状态下,白细胞总数反映机体的综合的免疫反应能力,属于一般抗病力特征性状。本试验结果显示,北京油鸡的白细胞总数显著高于白来航蛋鸡,说明两品种的细胞免疫功能存在差异,北京油鸡产生免疫反应比白来航蛋鸡快。

3.3 绵羊红细胞是一种多价的非致病性抗原^[9],用于刺激机体的体液免疫应答^[20]。Siegel 等和 Gross 等研究显示,SRBC 的免疫抗体水平代表了机体产生抗体总量的能力^[21,22]。Dunningtom 等研究发现相对于 SRBC 抗体水平低的品系,SRBC 抗体水平高的品系对一些感染性疾病(如马立克,新城疫等)有较高的抵抗力,但不是所有的疾病都有相同表现(如对大肠杆菌)^[23]。在本研究中,北京油鸡和白来航蛋鸡的 SRBC 抗体水平未呈现显著性差异,这有可能与来航蛋鸡属敏感类品种^[19]有关。结果显示白来航蛋鸡 SRBC 的抗体滴度值的标准差高于北京油鸡,反映了白来航蛋鸡的抗体滴度值变异系数较大,其群体的整体均一度不如北京油鸡,这说明白来航蛋鸡对外界环境的敏感度高于北京油鸡。Bovenhuis 等利用 SRBC 抗体滴度值这一指标进行鸡高低

品系选育时,也发现抗体滴度均值高的品系中误差离散值也较高,说明机体对环境的敏感程度会影响 SRBC 的抗体滴度值^[24],这一现象在以前的相关试验中也有报道^[25,26]。目前,国内外对于 SRBC 的研究多集中于品系内不同个体间差异的比较,而对于品种间比较较少。

3.4 机体对于特定疾病免疫抗体水平的高低,可以反映机体对于该病的体液免疫的强弱程度^[11,26]。本研究测定了两个品种的禽流感和新城疫这两类特异性疾病的抗体水平的变化趋势。两种疾病的抗体水平的消长变化表现出类似的趋势。在测定的 4 个日龄中,北京油鸡的 AI 抗体水平均高于白来航蛋鸡,达到差异显著水平;在新城疫疾病抗体的 4 个检测日龄中,只有 1 个日龄呈现差异不显著,其他测定日龄的抗体水平均呈现显著差异,且北京油鸡在 4 个日龄所测得的抗体滴度值均高于白来航蛋鸡。这些结果说明,两品种的体液免疫反应能力存在差异,北京油鸡的免疫抗体的形成要比白来航蛋鸡快,免疫应答迅速,维持高抗体水平的时期较长,同时也证明了不同品种的特异性免疫功能存在遗传差异。

4 结 论

通过对中国地方品种北京油鸡和引进白来航蛋鸡品种不同免疫性状比较,发现两品种在异嗜性粒细胞与淋巴细胞比率、白细胞总数、禽流感和新城疫免疫抗体滴度等性状均呈现显著差异。初步说明北京油鸡这一地方鸡种综合免疫功能和抗应激能力优于引进白来航蛋鸡。

参考文献:

- [1] OIE. Genetic resistance to animal diseases [J]. Scientific and Technical Review of the International Office of Epizootics, 1998, 17:12~26.
- [2] Zekarias B, Songsem T, Post J, *et al.* Immunological basis of differences in disease resistance in the chicken [J]. Vet Res, 2002, 33(2):109~125.
- [3] Bishop S C. Breeding for disease resistance: Issues and opportunities [M]. 7th World Congress on Genetic Applied to Livestock Production, France. Session 13. Disease resistance, 2002.
- [4] 董书魁, 贾天宠. 改良的 MGG 染色液 [J]. 北京军区医药, 1996, 8(1):77.
- [5] Alfred M L, Casimir J. Atlas of Avian Hematology [M]. Washington: United States Department of Agri-

- culture, 1961.
- [6] Campo J L, Davila S G. Estimation of heritability for heterophil: lymphocyte ratio in chickens by restricted maximum likelihood effects of age, sex and crossing [J]. *Poultry Science*, 2002, 81: 1448~1453.
- [7] 东北农业大学. 兽医临床诊断学实习指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001.
- [8] Hudson L F C Hay. Haemagglutination in Practical Immunology [M]. London: Blackwell Scientific, 1976. 125~130.
- [9] Van der Zijpp A J. Breeding for immune responsiveness and disease resistance [J]. *World's Poult Sci*, 1983, 39: 118.
- [10] 沈霞芬. 家畜组织学与胚胎学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002.
- [11] 王友信, 郑焕强. 应用预防性淋巴因子增强来航蛋鸡对新城疫强毒的抵抗力[J]. *中国禽业导刊*, 2003, 20(10): 39~40.
- [12] Al-Murrani W K, Kassab A, Al-Sam H Z, *et al.* Heterophil/lymphocyte ratio as a selection criterion for heat stress in domestic fowl [J]. *Poultry Science*, 1997, 38: 159~163.
- [13] Gross W G, Siegel H S. Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chicken [J]. *Avian Diseases*, 1983, 27: 972~977.
- [14] Stevenson J R, Taylor R. Effects of glucocorticoid and antiglucocorticoid hormones on leukocyte numbers and functions [J]. *Immunology*, 1988, 10: 1~6.
- [15] Kassab A K, Elaiwi H H, Al-Murrani W K, *et al.* Heterophil/lymphocyte ratio under high and low temperature stress as a selection criterion for immuneresponse against Newcastle antigen in chicken [J]. *IPA Journal of Agricultural Research*, 2000, 10: 184~187.
- [16] Latimer K S, Tang K N, Goodwin M A, *et al.* Leukocyte changes associated with acute inflammation in chickens [J]. *Avian Diseases*, 1998, 32: 760~772.
- [17] Gross W B, Siegel P B. General principles of stress and welfare [J]. *Livestock, Handling and Transport*. T. Grandin. CAB International, Wallingford, UK, 1993, 21~34.
- [18] Heba E L, Beat H E, Thomas W J. Exploration of stress-induced immunosuppression in chickens reveals both stress-resistant and stress-susceptible antigen responses [J]. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 2003, 95: 91~101.
- [19] 陈国宏. 中国禽类遗传资源[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2004.
- [20] Zhou H, Lamont S J. Chicken MHC class I and II gene effects on antibody response kinetics in adult chickens [J]. *Immunogenetics*, 2003, 55: 133~140.
- [21] Siegel P B, Gross W B, Cherry J A. Correlated response of chickens to selection for production of antibody to sheep erythrocytes [J]. *Animal Blood Groups and Biochemical Genetics*, 1982, 13: 291~295.
- [22] Gross W B, Siegel P B, Hall R W, *et al.* Production and persistence of antibodies in chickens to sheep erythrocytes. 2. Resistance to infectious diseases [J]. *Poultry Science*, 1980, 59: 205.
- [23] Dunnington E A, Martin A, Briles W E, *et al.* Resistance to Marek's disease in chickens selected for high and low antibody responses to lower case "s" sheep red blood cells [J]. *Arch Gefluegelk*, 1986, 50: 94.
- [24] Bovenhuis H, Bralten H, Nieuwland M G B, *et al.* Genetic parameters for antibody response of chickens to sheep red blood cell based on a selection experiment [J]. *Poultry Science*, 2002, 81: 309~315.
- [25] Ibanez O M, Reis M S, Gennari M, *et al.* Selective breeding of high and low antibody-responder lines of guinea pigs [J]. *Immunogenetics*, 1980, 10: 283.
- [26] 马彦博, 闵于明, 袁建敏. 爱拔益加肉鸡和北京油鸡免疫器官功能及巨嗜细胞活性的比较研究 [J]. *饲料工业*, 2006, 27: 15.