

# 鸡蛋壳有机成分与蛋壳质量关系的研究

章玲玲<sup>1</sup>, 李琦章<sup>1</sup>, 姜涛<sup>1</sup>, 章世元<sup>1\*</sup>, 苏一军<sup>2</sup>

(1. 扬州大学动物科学与技术学院, 扬州 225009; 2. 中国农业科学院家禽研究所, 扬州 225125)

**摘要:** 为研究鸡蛋壳有机成分与蛋壳质量之间的关系, 随机选取相同饲养管理条件下 38 周龄的北京油鸡、快大乌骨鸡、边鸡、茶花鸡、藏鸡及金湖乌凤鸡同日所产的蛋各 30 枚, 测定其蛋壳品质及蛋壳中有机物的含量等。结果表明: 不同品种间蛋壳质量和蛋壳有机成分的差异显著 ( $P < 0.05$ ); 蛋壳蛋白质含量与蛋壳强度呈极显著正相关 ( $r = 0.839, P < 0.01$ ), 与蛋壳厚度呈显著的正相关 ( $r = 0.224, P < 0.05$ ), 蛋壳内糖醛酸和酸性氨基葡聚糖浓度与蛋壳强度呈极显著正相关 ( $P < 0.01$ )。鸡蛋壳内有机成分含量的差异是影响蛋壳质量的重要因素之一。

**关键词:** 蛋壳有机成分; 蛋壳质量; 相关系数

中图分类号: S831.4

文献标志码: A

文章编号: 0366-6964(2013)02-0228-05

## Study on the Relationship between the Organic Ingredients in Eggshell and Eggshell Quality

ZHANG Ling-ling<sup>1</sup>, LI Qi-zhang<sup>1</sup>, JIANG Tao<sup>1</sup>, ZHANG Shi-yuan<sup>1\*</sup>, SU Yi-jun<sup>2</sup>

(1. College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China;

2. Institute of Poultry Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Yangzhou 225125, China)

**Abstract:** In order to research the relationship between the organic ingredients in eggshell and eggshell quality, 30 eggs from each breed were collected randomly. All breeds including Beijing You chicken, Large Silky Fast chicken, Bian chicken, Chahua chicken, Tibetan chicken and Jinhu Wufeng chicken were bred under the same feed and management conditions for 38 weeks. These eggs were used to test their eggshell quality and organic ingredients in eggshell. The results showed that there was significant difference ( $P < 0.05$ ) on eggshell quality and the organic ingredients in eggshell among different breeds. The content of protein in eggshell was extremely significantly and positively correlated with eggshell strength ( $r = 0.839, P < 0.01$ ) and had significant positive correlation with eggshell thickness ( $r = 0.224, P < 0.05$ ). The concentration of uronic acid and amino acid glucan in eggshell both had extremely significant and positive correlation with eggshell strength ( $P < 0.01$ ). The conclusion of this research was that the difference of the content of the organic ingredients in eggshell was one of the most important factors affecting eggshell quality.

**Key words:** organic ingredients in eggshell; eggshell quality; related coefficient

家禽蛋壳质量低下历来是制约养禽业持续健康发展的重要因素之一。传统的改善蛋壳质量的措施主要是采用调整产蛋鸡饲料的钙磷比例, 添加与钙吸收利用有关的维生素或饲喂优质的全价饲料等。

但这些方法仅是从营养学角度, 通过外部因素调控鸡体内钙吸收代谢的过程来间接影响蛋壳质量, 并不能从鸡体角度来了解直接影响蛋壳质量的内部物质构成机制。近年来的相关研究结果表明: 蛋壳中

收稿日期: 2012-03-30

基金项目: 江苏高校优势学科建设工程资助项目; 江苏省农业三项工程项目[sx(2008)105]; 扬州大学高层次人才科研启动基金(扬大人[2006]31号)

作者简介: 章玲玲(1987-), 女, 江苏海安人, 硕士生, 主要从事动物营养与饲料资源开发利用研究, E-mail: zll2006first@126.com

\* 通信作者: 章世元, 教授, 硕士生导师, E-mail: yzzsy@126.com

的基质蛋白和氨基葡聚糖等有机成分与蛋壳质量之间联系紧密<sup>[1]</sup>。

本试验通过研究我国不同地方鸡种蛋壳中有机成分的含量及其与蛋壳质量的关系,拟为改善蛋壳质量的研究提供新的依据与思路。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

在中国农业科学院家禽研究所蛋鸡品种保种中心同一饲养管理条件下的 38 周龄北京油鸡、快大乌骨鸡、边鸡、茶花鸡、藏鸡及金湖乌凤鸡的鸡群中,随机选取每个鸡种在同一天所产的 30 枚新鲜鸡蛋,共 180 枚,供相关蛋品质及蛋壳中部分有机成分含量的测定。

### 1.2 测定指标及方法

1.2.1 蛋重及蛋壳品质测定 蛋重用电子天平称取(精确至 0.1 g);用游标卡尺测量蛋的纵径和最大横径,蛋形指数=纵径/横径;用 TSS 蛋品质测定系统 QC-SPA 蛋壳强度测定仪测定蛋壳强度;用蛋壳厚度测定仪分别测取鸡蛋钝端、中间和锐端蛋壳碎片的厚度(精确至 0.01 mm),取每枚蛋 3 点厚度

的平均值来表示该枚蛋的蛋壳厚度。

1.2.2 蛋壳中部分有机成分的测定 蛋壳中蛋白质含量采用 Lowry 法测定<sup>[2]</sup>。蛋壳多糖含量的测定是先按照文献<sup>[3]</sup>的方法进行蛋壳中多糖的提取,然后利用文献<sup>[4]</sup>推荐的方法分别进行蛋壳中糖醛酸和酸性氨基葡聚糖含量的测定;根据制作的相应物质标准曲线,先后将样品测定液在 530 和 525 nm 处测定吸光值,分别计算求得蛋壳样品中糖醛酸和酸性氨基葡聚糖的含量。

### 1.3 数据处理

采用 Excel 2007 记录整理试验数据,结果用“平均数±标准差”表示,用 SPSS 13.0 软件中的相关模块进行数据资料的单因素方差分析和各性状间的相关分析,各性状的组间平均数差异用 LSD 法进行多重比较。

## 2 结果

### 2.1 蛋壳质量及蛋壳内有机成分的比较

不同地方鸡种蛋品质及蛋壳内部分有机成分含量的测定结果见表 1。

表 1 不同地方鸡种蛋品质及蛋壳中部分有机成分含量的比较

Table 1 Comparison of egg quality and the organic ingredients content in eggshell among different chicken breed

鸡种 Breed	部分蛋品质 Egg quality			蛋壳中部分有机物含量 Organic ingredients content in eggshell			
	蛋重/g Egg weight	蛋形指数 Egg-shape index	蛋壳厚度/mm Eggshell thickness	蛋壳强度/ (g·cm <sup>-2</sup> ) Eggshell strength	蛋白质/ (μg·g <sup>-1</sup> ) Protein content	糖醛酸/ (μg·100 mg <sup>-1</sup> ) Uronic acid content	酸性氨基葡聚糖/ (μg·100 mg <sup>-1</sup> ) Amino acid glucan content
北京油鸡	43.19±	1.36±	0.31±	4 433.80±	339.60±	8.11±	17.70±
Beijing You chicken	2.99 <sup>b</sup>	0.05 <sup>aA</sup>	0.02 <sup>abc</sup>	645.78 <sup>ab</sup>	44.43 <sup>bc</sup>	0.96 <sup>ab</sup>	1.84 <sup>ab</sup>
快大乌骨鸡	40.28±	1.27±	0.30±	4 555.10±	351.69±	8.36±	17.80±
Large Silky Fast chicken	2.39 <sup>cB</sup>	0.04 <sup>bB</sup>	0.01 <sup>bc</sup>	644.64 <sup>ab</sup>	66.12 <sup>bc</sup>	0.88 <sup>a</sup>	0.92 <sup>ab</sup>
边鸡	46.22±	1.28±	0.33±	4 669.80±	361.71±	8.46±	17.91±
Bian chicken	2.28 <sup>aA</sup>	0.12 <sup>bB</sup>	0.02 <sup>aA</sup>	621.51 <sup>a</sup>	78.07 <sup>ab</sup>	0.87 <sup>a</sup>	1.59 <sup>ab</sup>
茶花鸡	34.33±	1.34±	0.29±	4 062.80±	293.40±	7.41±	16.96±
Chahua chicken	2.30 <sup>dC</sup>	0.06 <sup>a</sup>	0.02 <sup>cB</sup>	535.99 <sup>bB</sup>	66.76 <sup>cB</sup>	0.68 <sup>b</sup>	1.80 <sup>b</sup>
藏鸡	36.36±	1.32±	0.30±	4 848.00±	417.84±	8.49±	18.61±
Tibetan chicken	2.56 <sup>dC</sup>	0.07 <sup>b</sup>	0.03 <sup>bc</sup>	411.50 <sup>aA</sup>	48.75 <sup>aA</sup>	0.87 <sup>a</sup>	1.04 <sup>a</sup>
金湖乌凤鸡	42.69±	1.33±	0.32±	4 649.50±	346.65±	7.72±	17.87±
Jinhu Wufeng chicken	2.57 <sup>b</sup>	0.06 <sup>a</sup>	0.02 <sup>ab</sup>	445.70 <sup>a</sup>	67.15 <sup>bc</sup>	0.85 <sup>ab</sup>	1.28 <sup>ab</sup>

同列肩注相同字母表示显著不差异( $P>0.05$ ),小写字母不同表示差异显著( $P<0.05$ ),大写字母不同表示差异极显著( $P<0.01$ )

The same letter in the same column means no significant difference between treatments( $P>0.05$ ), different lowercase letters in the same column mean significant difference between treatments( $P<0.05$ ), different uppercase letters in the same column mean extremely significant difference between treatments( $P<0.01$ )

从表 1 可以看出,6 个地方鸡种的蛋品质存在显著或极显著的差异。本次测定结果边鸡蛋质量最大,与北京油鸡和金湖乌凤鸡蛋重差异显著( $P < 0.05$ ),与快大乌骨鸡、藏鸡和茶花鸡蛋质量差异极显著( $P < 0.01$ );北京油鸡、茶花鸡、金湖乌凤鸡和藏鸡的蛋均为长椭圆形,而快大乌骨鸡和边鸡的蛋则为短椭圆形。北京油鸡、茶花鸡和金湖乌凤鸡的蛋形指数比较接近( $P > 0.05$ ),藏鸡、快大乌骨鸡和边鸡的蛋形指数差异不显著( $P > 0.05$ ),而北京油鸡和快大乌骨鸡、边鸡的蛋形指数差异极显著( $P < 0.01$ );边鸡与茶花鸡的蛋壳厚度差异极显著( $P < 0.01$ ),其余鸡种彼此间的蛋壳厚度差异显著( $P < 0.05$ );藏鸡的蛋壳强度极显著高于茶花鸡( $P < 0.01$ ),而与其余 4 个地方鸡种的蛋壳强度差异不显著( $P > 0.05$ )。

从表 1 可以看出,不同品种鸡蛋壳中有机成分含量存在显著差异。藏鸡蛋壳中的有机成分含量均高于其他地方鸡种。藏鸡蛋壳中的蛋白质含量极显著高于茶花鸡( $P < 0.01$ ),与金湖乌凤鸡、北京油鸡和快大乌骨鸡差异显著( $P < 0.05$ ),与边鸡差异不

显著( $P > 0.05$ );茶花鸡蛋壳内的糖醛酸浓度显著低于藏鸡、边鸡和快大乌骨鸡( $P < 0.05$ ),而与金湖乌凤鸡及北京油鸡的差异不显著( $P > 0.05$ );藏鸡蛋壳内酸性氨基葡聚糖浓度显著高于茶花鸡( $P < 0.05$ ),而与其余 4 个地方鸡种差异不显著( $P > 0.05$ )。

## 2.2 蛋壳各指标间的相关性

蛋壳中有机成分与蛋壳质量的相关分析见表 2。经分析发现,6 个品种鸡在蛋壳中有机成分与蛋壳质量的相关上没有显著的地域差异和品种间差异,故分析时将 6 个品种鸡蛋壳中有机成分与蛋壳质量联合在一起进行分析。从表 2 中可以看出,蛋壳厚度与蛋重有极显著的中等强度的正相关( $P < 0.01$ ),而蛋壳厚度与蛋壳强度之间则有显著的正相关( $P < 0.05$ )。蛋壳中的蛋白质含量与蛋壳厚度有较弱的正相关( $P < 0.05$ ),蛋壳强度与蛋壳中的蛋白质、糖醛酸及酸性氨基葡聚糖的含量有极显著正相关( $P < 0.01$ ),蛋壳内各有机成分之间的关系也极为密切( $P < 0.01$ ),蛋形指数与蛋壳中有机物的含量无显著相关( $P > 0.05$ )。

表 2 蛋壳中有机成分与蛋壳质量的相关

Table 2 Relationship between the organic ingredients content in eggshell and eggshell quality

项目 Item	蛋重 Egg weight	蛋壳厚度 Eggshell thickness	蛋壳强度 Eggshell strength	蛋形指数 Egg-shape index	蛋壳蛋白质含量 Protein content in eggshell	蛋壳糖醛酸含量 Uronic acid content in eggshell
蛋壳厚度 Eggshell thickness	0.499**					
蛋壳强度 Eggshell strength	0.166	0.256*				
蛋形指数 Egg-shape index	-0.154	-0.075	0.085			
蛋壳蛋白质含量 Protein content in eggshell	0.046	0.224*	0.839**	0.029		
蛋壳糖醛酸含量 Uronic acid content in eggshell	0.159	0.161	0.579**	-0.048	0.570**	
蛋壳氨基葡聚糖含量 Amino acid glucan content in eggshell	0.075	0.116	0.703**	0.112	0.649**	0.458**

\*\* .  $P < 0.01$ , \* .  $P < 0.05$

由图 1 可以看出,蛋壳蛋白质和蛋壳酸性氨基葡聚糖含量与蛋壳强度的关系趋势线极为明显,而

蛋壳内糖醛酸浓度与蛋壳强度的关系则因地方鸡种的差异而呈现明显的波动。

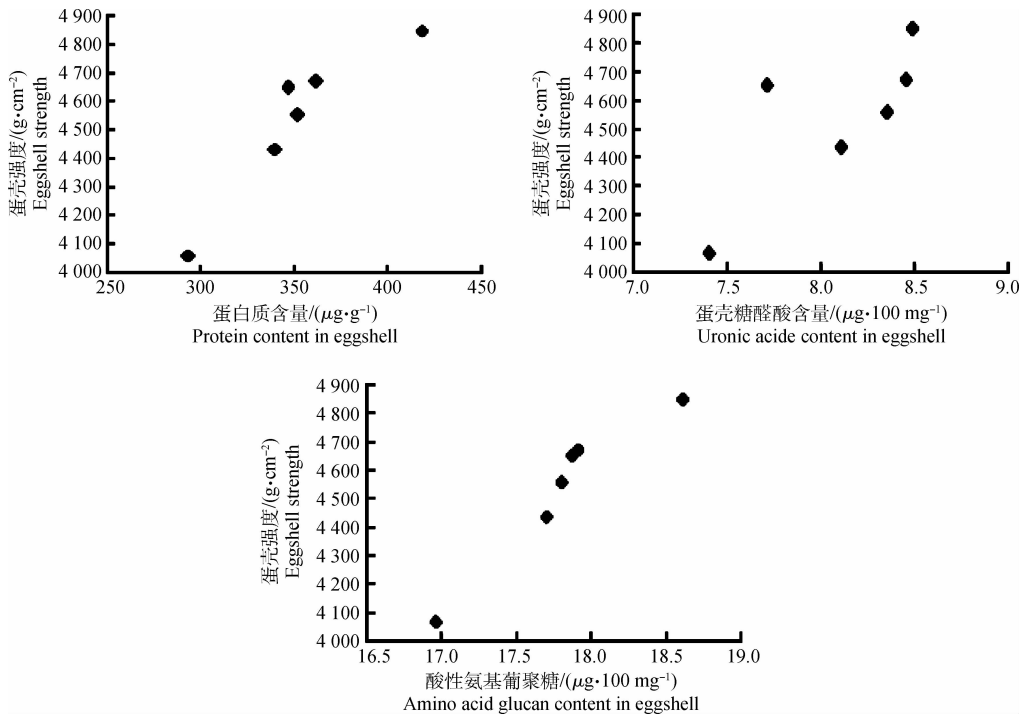


图1 蛋壳中蛋白质、糖醛酸和酸性氨基葡聚糖浓度与蛋壳强度的关系

Fig. 1 Relationship between content of protein, uronic acid, amino acid glucan in eggshell and eggshell strength

## 3 讨论

### 3.1 蛋壳形态结构与蛋壳质量的关系

传统的蛋壳质量评价体系多从蛋壳的形态结构属性考虑,其测定的指标主要包括蛋壳厚度、蛋形指数、蛋壳颜色和蛋壳强度等,并认为这些性状与鸡的品种关系非常密切<sup>[5-8]</sup>,张龙超<sup>[9]</sup>应用MTDFREML软件包估计40周龄鸡蛋壳强度、蛋壳颜色、蛋壳厚度、蛋形指数的遗传力分别为0.38、0.43、0.23、0.11。本试验结果通过蛋壳厚度和蛋形指数与蛋壳质量的关系,证实影响蛋壳质量的蛋的形态结构属性存在着显著的品种间差异。在相同的饲养管理条件下,6个地方鸡种的蛋形指数、蛋壳厚度及蛋壳强度均存在显著( $P < 0.05$ )或极显著( $P < 0.01$ )差异。综合蛋壳形态结构的特点,藏鸡的蛋壳质量较优,而茶花鸡相对较差,其余鸡种的蛋壳质量比较相似。

### 3.2 蛋壳内有机成分与蛋壳质量的关系

以往关于蛋壳物质属性的研究除有关于蛋壳钙等无机物含量的报道外<sup>[10]</sup>,有关蛋壳有机物含量的报道则相对较少。最近有学者研究报道认为,蛋壳是一种结构高度有序的晶状体生物材料,由碳酸钙晶状体中嵌入适量的有机基质构成,同时还指出,其中的基质蛋白参与了初始碳酸钙结晶的形成过程,

糖醛酸和酸性氨基葡聚糖在钙化组织形成和调整蛋壳矿化作用的过程中发挥了重要作用<sup>[11]</sup>,但目前关于基质蛋白含量与蛋壳质量的关系并不明确<sup>[12]</sup>。H. Takahashi等发现,在影响蛋中径、短径、长径的数量性状位点中,基质蛋白 *ovacalycin-32* 被认为是影响蛋壳性状的潜在的候选基因,标记辅助选择这些性状可用于研制减少破损和裂缝鸡蛋的数量<sup>[13]</sup>。近年来的研究还发现,在整个蛋壳形成过程中,对基质蛋白基因及输卵管连续段上控制基因的认识可能会成为今后提高蛋壳品质研究的关键任务之一<sup>[14]</sup>。糖醛酸是硫酸软骨素、肝素和其他多糖的成分,酸性氨基葡聚糖是蛋壳多糖分子结构中的重要组分之一,二者还同是生物细胞外间质中的重要成分。K. Bronsch和T. Diamantstein指出,蛋壳内糖醛酸含量和蛋壳强度之间有线性关系<sup>[15]</sup>。本试验测定了蛋壳真壳层蛋白质、糖醛酸和酸性氨基葡聚糖的含量,并分析探讨了蛋壳有机成分与蛋重、蛋壳厚度、蛋形指数及蛋壳强度的关系。结果表明,不同品种鸡蛋蛋壳中有机成分含量存在显著的差异,茶花鸡蛋壳中有机物含量显著低于其他品种( $P < 0.05$ );蛋壳内糖醛酸浓度在 $0.053 \sim 0.420 \mu\text{g}\cdot\text{mg}^{-1}$ 范围内<sup>[16]</sup>,本试验中各地方鸡种蛋壳内糖醛酸浓度均在此范围内。原产于高原地区的藏鸡,因其蛋壳中有机

成分含量较高,所以其蛋壳强度显著高于其他地方鸡种。这就证实了蛋壳中的蛋白质、糖醛酸和酸性氨基葡聚糖的含量与蛋壳强度有非常密切的关系。

### 3.3 蛋壳结构与蛋壳质量的相关性

准确评价蛋壳的质量需要结合众多指标的测定结果,多数学者认为与蛋壳的物理结构和化学组成有关。有研究报道指出,蛋壳强度主要取决于碳酸钙晶粒在蛋壳晶格中的分布,其次还与蛋壳乳突层中乳突的大小与排列整齐度以及栅栏层的厚度和密度有关,再其次就是与蛋壳中的氮、粘多糖及钙的比例密切相关<sup>[17-19]</sup>。从本次试验对蛋壳中有机成分与蛋壳质量的相关性分析结果可知,蛋壳内的蛋白质和氨基葡聚糖含量与蛋壳强度有高度的正相关( $P < 0.01$ ),蛋壳蛋白质含量与蛋壳厚度有较弱的正相关( $P < 0.05$ ),蛋壳内糖醛酸浓度与蛋壳强度则因地方鸡种间的差异而表现为中等强度的正相关( $P < 0.01$ )。今后如能在深入了解蛋壳物质组成与蛋壳质量关系的基础上,通过有目的的杂交改良或特定的基因调控技术,研究探讨促进蛋壳内物质沉积的措施和改善蛋壳质量的途径,将会对蛋鸡产业的持续健康发展产生更大的促进作用<sup>[20]</sup>。

## 4 结 论

鸡蛋的蛋壳质量在品种间存在很大差异,这除了与蛋的外部形态结构有关外,更重要的是与蛋壳中的物质组成有关。本研究发现,鸡蛋壳内有机成分含量的差异是影响蛋壳质量的重要因素之一。设法通过人工干预的方法影响鸡体内物质的转移及其在蛋壳中的沉积过程,将会成为改善蛋壳质量研究领域中的一个新的研究热点。

### 参考文献:

- [1] 戚国栋,杨彩梅,王 谦,等. 禽类蛋壳及基质蛋白质的研究进展[J]. 饲料研究,2007,6:56-58.
- [2] 周光玉,章世元,张 杰,等. 新扬州鸡蛋壳真壳层蛋白质测定方法的研究[J]. 上海畜牧兽医通讯,2010,(2):9-11.
- [3] YOUNG W H, MI J S, KWAN S Y, et al. Relationship between eggshell strength and keratin sulfate of eggshell membranes [J]. *Comp Biochem Physiol*, 2007,147:1109-1115.
- [4] BITTER T, MUIR H M. A modified uronic acid carbazole reaction[J]. *Anal Biochem*, 1962,4:330-334.
- [5] 赵 超,马学会,张国磊,等. 不同品种蛋鸡鸡蛋品质的比较分析[J]. 中国饲料,2006,(1):18-20.
- [6] DEKETELAERE B, GOVAERTS T, COUCKE P, et

al. Measuring the eggshell strength of 6 different genetic strains of laying hens: techniques and comparisons [J]. *Br Poult Sci*, 2002,43(2):238-244.

- [7] 王修启,郑海刚,安汝义,等. 影响蛋壳质量的因素及改善措施[J]. 中国家禽,1999,21(7):39-41.
- [8] 刘 娟,戴国俊. 蛋重与蛋壳、蛋白、蛋黄品质遗传变异的研究[J]. 黑龙江畜牧兽医,1992,(10):5-6.
- [9] 张龙超. 矮小型蛋鸡蛋品质性状遗传分析及相关分子标记的研究[D]. 北京:中国农业大学,2004.
- [10] 章世元,俞 路,王雅倩,等. 蛋壳质量与元素组成、超微结构关系的研究[J]. 动物营养学报,2008,20(4):423-428.
- [11] HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ A, VIDAL M L, GÓMEZ-MORALES J, et al. Influence of eggshell matrix proteins on the precipitation of calcium carbonate( $\text{CaCO}_3$ ) [J]. *J Cry Grow*, 2008,310(7-9):1754-1759.
- [12] ROSE M L, HINCLE M T. Protein constituents of the eggshell: eggshell-specific matrix proteins[J]. *Cell Mol Life Sci*, 2009,66(16):2707-2719.
- [13] TAKAHASHI H, YANG D, SASAKI O, et al. Mapping of quantitative trait loci affecting eggshell quality on chromosome 9 in an F(2) intercross between two chicken lines divergently selected for eggshell strength[J]. *Anim Genet*, 2009,40(5):779-782.
- [14] 谭青松. 蛋壳形成的新见解[J]. 中国家禽,2001,23(4):35-36.
- [15] BRONSCH K, DIAMANTSTEIN T. Mucopolysaccharides as a localized factor of egg-shell stability[J]. *Nature*, 1965,207:635-636.
- [16] KARAMANOS N K, ALETRAS A J, ANTONOPOULOS C A, et al. Extraction and fractionation of proteoglycans from squid skin[J]. *Biochem Biophys Acta*, 1988,996(1):36-43.
- [17] 陶肖君,郝里王,王小阳,等. 蛋壳强度与蛋壳表型性状的关系[J]. 中国畜牧杂志,1994,30(2):11-14.
- [18] WU T M, FINK D J, AKIAS J L, et al. The molecular control of avian eggshell mineralization [M]// *Chemistry and Biology of Mineralized Tissues*. SLAVKIN H C, PRICE P. New York: Elsevier, 1992: 133-141.
- [19] ARIAS J L, FINK D J, XIAO S Q, et al. Biom mineralization and eggshells: Cell-mediated acellular compartments of mineralized extracellular matrix[J]. *Int Rev Cytol*, 1993,145:217-250.
- [20] 俞 路,王雅倩,章世元,等. 鸡蛋壳内部组成、构造及其质量的基因调控技术[J]. 动物营养学报,2008,20(3):366-370.