

饲料原料蛋清粉质量安全现状调查分析

程传民*, 李 云, 王宇萍, 冯 波, 高庆军, 林顺全, 曾晓芳, 陈 红, 樊淑娜
(四川省饲料工作总站, 成都 610041)

摘 要: **目的** 调查分析饲料原料蛋清粉质量安全蛋。**方法** 根据国内外蛋清粉技术指标的相关规定, 对抽取的 47 个样品进行了 12 个技术指标的检测, 对蛋清粉中的兽药残留进行了分析。**结果** 通过对 47 个样品中 12 个指标的检测和药物残留的分析, 发现蛋清粉中风险较大的指标为大肠杆菌, 最大值为 58 MPN/100 g。**结论** 大肠杆菌风险较大, 需各生产企业严格控制。
关键词: 蛋清粉; 质量; 调查

Investigation and analysis on the quality and safety of feed material egg white powder

CHENG Chuan-Min*, LI Yun, WANG Yu-Ping, FENG Bo, GAO Qing-Jun, LIN Shun-Quan, ZHENG Xiao-Fang, CHEN Hong, FAN Shu-Na
(Work Station of Sichuan Province Feed, Chengdu 610041, China)

ABSTRACT: **Objective** To investigate and analyze the quality and safety of egg white powder. **Methods** According to the relevant regulations of the technical indexes of egg white powder at home and abroad, the 47 samples were tested with 12 technical indexes, and the veterinary drug residues in the egg white powder were analyzed. **Results** Through the detection of 12 indicators in 47 samples and the analysis of drug residues, it was found that the index with high risk in egg white powder was *Escherichia coli*, and the maximum value was 58 MPN/100 g. **Conclusion** *Escherichia coli* risk is high, need each production enterprise to control strictly.
KEY WORDS: egg white powde; quality; investigation

1 引 言

蛋清粉富含人体必需的多种营养物质, 它主要作为营养添加剂和品质改良剂, 如其较好的凝胶性、持水性、气泡性和乳化性而作为一种非常重要的成分广泛地应用食品加工过程中^[1]。饲用蛋清粉是一种优质的蛋白质原料, 除精氨酸外, 其他氨基酸含量均高于或接近豆粕含量, 其中蛋氨酸含量几乎是血浆蛋清粉和豆粕含量的 2 倍^[2]。饲用蛋清粉的研究始于 20 世纪 90 年代, 目前广泛用于乳猪饲料、水产饲料、宠物饲料中。研究表明, 仔猪对含蛋清

粉饲料的必需氨基酸回肠表观消化率高于含等量喷雾干燥血浆蛋白粉的饲料^[3]。除蛋氨酸、组氨酸和缬氨酸外, 蛋粉的其他必需氨基酸的表观消化率与豆粕和血浆蛋清粉相似^[4]; 鸡蛋粉中含有丰富的免疫球蛋白, 蛋黄中 IgY 含量为 10~25 mg/mL, 血清中约含 6 mg/mL^[5]。此外蛋粉还具有抗菌活性的溶菌酶和卵转铁蛋白^[6]。

近年来, 蛋清粉制品在饲料行业的应用越来越广泛, 本研究用 12 组数据来阐述饲用蛋清粉的品质情况, 通过对蛋清粉的品质分析, 希望达到推动蛋清粉在饲料行业更广泛应用的目的。

*通讯作者: 程传民, 高级畜牧师, 主要研究方向为畜产品及饲料质量与安全。E-mail: 1374485029@qq.com

*Corresponding author: CHENG Chuan-Min, Senior Stockist, Work Station of Sichuan Province Feed, Chengdu 610041, China. E-mail: 1374485029@qq.com

2 材料与方法

2.1 材 料

从国内 9 家主要生产企业收集了 47 个蛋清粉产品, 其中河北 3 个, 湖南 5 个, 湖北 11 个, 吉林 3 个, 江苏 6 个, 辽宁 16 个, 安徽省 3 个, 样品感官为: 白色或乳白色粉末, 具有鸡蛋清固有气味, 无肉眼可见杂质。

2.2 技术指标

蛋清粉相关的国内外标准有: 国际蛋品委员会(ICE egg product guideline)^[7]、NY/T 754-2011《绿色食品 蛋与蛋制品》^[8]、GB 2749-2015《蛋与蛋制品》^[9]和 SN/T 0422-2010《进出口鲜蛋及蛋制品检验检疫规程》^[10]。各标准具体技术指标要求见表 1。

表 1 蛋清粉质量标准技术指标对照表
Table 1 Comparison table of quality standard and technical index of egg white powde

项目	指标			
	ICE	GB 2749-2015	NY/T 754-2011	SN/T 0422-2010
水分/%	8.0	16.0	16.0	16.0
粗灰分/%	/	/	/	/
粗蛋白/%	/	/	/	/
pH 值	6~8	/	/	/
志贺氏菌	不得检出	/	不得检出	不得检出
大肠菌群/(MPN/g)	≤100	/	≤400	/
菌落总数/(CFU/g)	≤10 ⁵	≤10 ⁶	≤10 ⁴	≤5.0×10 ⁴
重金属	有	GB 2762-2017《食品中污染物限量》 ^[11]	有	有
兽药残留	无	符合国家有关规定	有	无
农药残留	无	GB 2763-2019《食品中农药最大残留限量》 ^[12]	有	无

2.3 检测项目及方法

本研究根据国内外蛋清粉技术指标的相关规定, 对抽取的 47 个样品进行了 12 个技术指标的检测, 对蛋清粉中的兽药残留进行了分析。检测的项目和方法具体见表 2。

表 2 检测的项目和方法
Table 2 Detection items and methods

序号	检测项目	检测方法
1	水分/%	GB/T 6435-2014
2	粗蛋白质/%	GB/T 6432-2018
3	粗灰分/%	GB/T 6438-2007
4	pH 值	GB 5009.237-2017
5	汞	GB/T 13081-2006
6	铅	GB 5009.12-2017 第一法石墨炉原子吸收法。
7	砷	GB/T 13079-2006
8	镉	GB 5009.15-2014
9	细菌总数	GB/T 13093-2006
10	大肠杆菌测定	GB/T 4789.3-2003
11	沙门氏菌	GB/T 13091-2002
12	志贺氏菌	GB/T 4789.5-2012

3 结果与分析

3.1 水 分

蛋清粉中蛋白含量丰富, 是微生物活动的良好能量和蛋白来源, 因此非常容易滋生微生物, 影响产品品质; 水分系微生物增殖所必需, 因此控制水分含量和活度, 就能控制蛋清粉中微生物的活动, 减少蛋清粉的酸败。本研究收集的 47 个样品检测结果的平均值为 6.39%, 最大值为 8.96%, 具体检测数据见图 1。

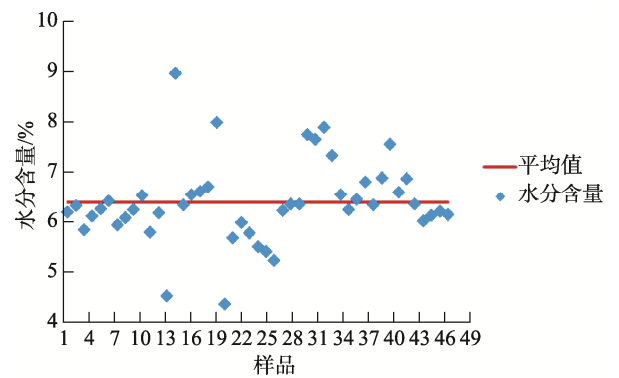


图 1 水分含量分布
Fig.1 Moisture content distribution

3.2 粗灰分

蛋品的微量元素等粗灰分成分主要集中在蛋黄(水分 51%、蛋白 15.3%、脂质 31.2%、糖 0.8%、灰分 1.7%)中, 蛋清(水分 85%~88%、蛋白质 11%~13%、脂质 0.25%)中灰分含量有限^[1]。本研究收集的 47 个样品检测结果的平均值为 5.08%, 最大值为 8.52%, 具体结果见图 2。

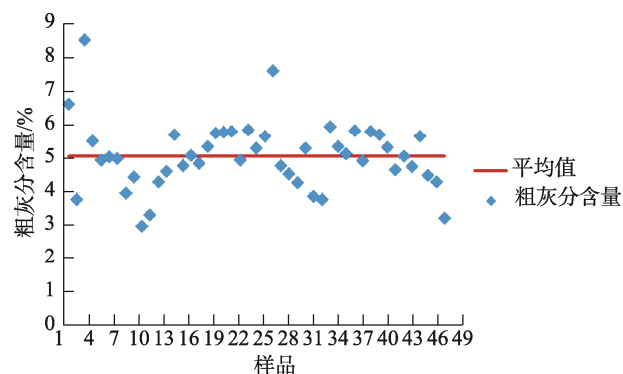


图 2 粗灰分含量分布

Fig.2 Crude ash content distribution

3.3 粗蛋白质

蛋清粉中氨基酸组成平衡、可利用率高, 因此蛋白质含量是蛋清粉的主要指标之一。本研究采集的 47 个样品的测定结果平均值为 78.5%, 具体结果见图 3。

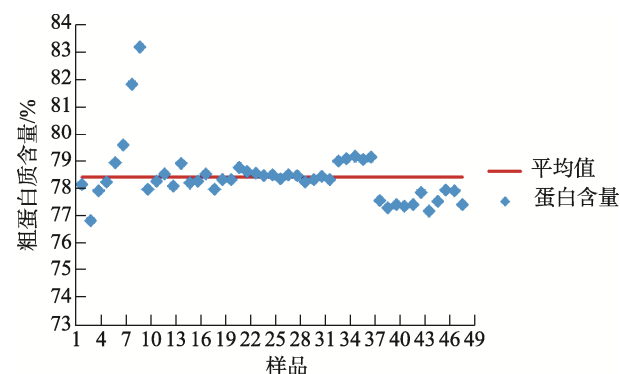


图 3 粗蛋白质含量分布

Fig.3 Crude protein content distribution

3.4 pH 值

pH 值反应蛋清粉酸败情况, 影响蛋白质的净电荷、巯基的反应性; 鸡蛋贮藏过程中, pH 值不断升高, 凝胶弹性、穿刺力和粘度指数增强^[13]。本研究采集的 47 个样品的测定结果 pH 范围为 6.1~7.5, 具体结果见图 4。

3.5 汞

环境汞通过皮肤、呼吸道、消化道等多种途径进入生物体内。汞在蛋鸡卵巢和蛋样中均有沉积, 卵巢中汞沉积

与日粮汞添加量呈正相关 ($P < 0.05$); 普通日粮 (含汞 21.6 $\mu\text{g/kg}$) 饲喂蛋鸡, 蛋清汞含量 1.3 $\mu\text{g/kg}$; 蛋黄汞含量 2.7 $\mu\text{g/kg}$; 日粮添加汞 9 mg/kg 时, 鸡蛋中总汞 54.4 $\mu\text{g/kg}$ ^[14]。赵立等^[15]报道, 来自山东鸡蛋的全蛋、蛋清和蛋黄中汞含量分别为: 0.011、0.005、0.015 mg/kg 。邢俊波等^[16]测定鲜蛋和皮蛋中汞含量分别为 0.624、0.544 $\mu\text{g/kg}$ 。本研究的检测结果平均值为 0.014 mg/kg , 最大值为 0.029 mg/kg , 具体检测结果见图 5。

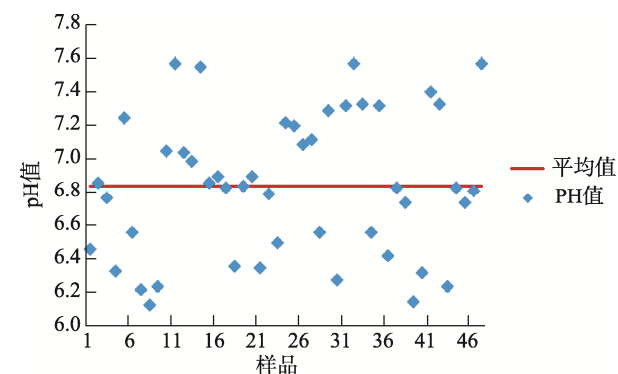


图 4 pH 值分布

Fig.4 pH content distribution(%)

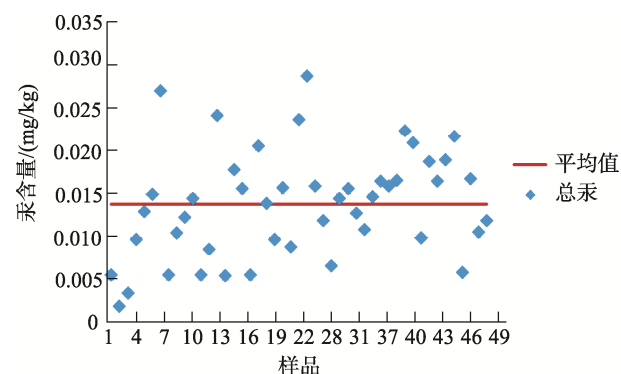


图 5 汞含量分布

Fig.5 Mercury content distribution

3.6 铅

铅半衰期长, 可对人体造成神经、消化、血液和泌尿系统损伤。铅在鸡蛋中存在形式如何, 是否与蛋白结合, 未见相关研究。陈坤才等^[17]追踪了广州市 2006~2011 年鲜蛋样品中铅含量平均值为 0.074 mg/kg , 检出率 63.5%。赵立等^[15]报道, 江苏市场上, 蛋清中铅含量为: 0.20~0.58 mg/kg , 铅全部超标; 通过折算, 蛋清粉中含铅量为: 1.72~4.86 mg/kg 。基础饲料含铅 3.57 mg/kg 的情况下, 蛋清中含铅 0.192 mg/kg ^[18], 折算蛋清中含铅 1.605 mg/kg 。本研究检测的蛋清粉中铅平均含量为 0.064 mg/kg , 范围 0.006~0.427 mg/kg , 具体检测结果见图 6。

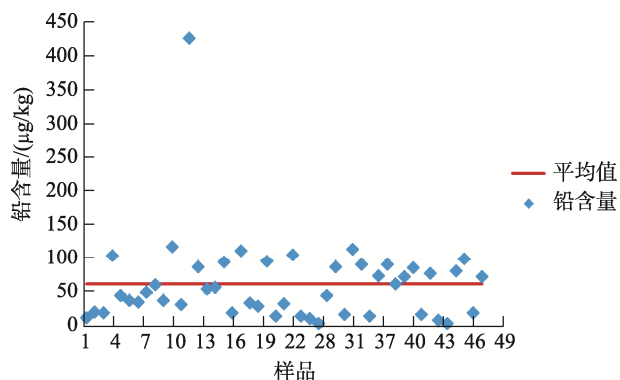


图6 铅含量分布
Fig.6 Lead content distribution

3.7 砷

土壤、水、矿物、植物中都能检测出微量的砷, 正常人体组织中也含有微量的砷。邢俊波等测定鲜蛋和皮蛋中砷含量分别为 $0.335 \mu\text{g/kg}$ 和 $0.426 \mu\text{g/kg}$ ^[16]。正常日粮饲喂鹌鹑后, 鹌鹑蛋中含砷 0.133 mg/kg , 日粮添加 50 、 100 mg/kg 阿散酸, 饲喂 25 天蛋中砷最大为 0.3 mg/kg , 30 d 后为 0.16 mg/kg ^[19]。蒋媛婧报道当日粮含砷 1.46 mg/kg 时, 蛋清和蛋黄分别含砷 $4 \mu\text{g/kg}$ 和 $5 \mu\text{g/kg}$ (4 周龄); 当日粮砷含量为 51 mg/kg , 则蛋清和蛋黄含砷分别增加到 $12 \mu\text{g/kg}$ 和 $20 \mu\text{g/kg}$ ^[20]。上述研究表明, 蛋清中砷含量较低。本研究收集的 47 个样品中砷平均含量为 0.137 mg/kg , 范围 $0.021\sim 0.617 \text{ mg/kg}$, 具体结果见图 7。

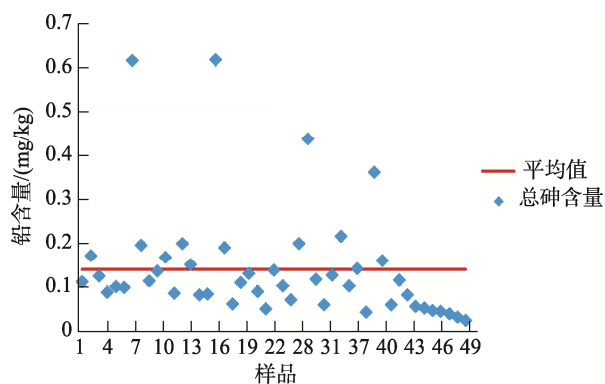


图7 总砷含量分布
Fig.7 Total arsenic content distribution

3.8 镉

研究表明, 镉经机体吸收后, 主要沉积在肝肾中, 在卵巢中的沉积较少, 在鸡蛋中的沉积量较少, 普通日粮(含镉 0.6 mg/kg)饲喂蛋鸡, 蛋清镉含量 $5.0\sim 6.66 \mu\text{g/kg}$; 蛋黄镉含量 $8.5\sim 10.16 \mu\text{g/kg}$ ^[21]。蛋中镉含量不受日粮影响, 刘虎生等^[22]测定了全蛋粉中的镉含量 $4.6 \mu\text{g/kg}$ 。本研究收集

的 47 个样品中镉平均含量为 $31.1 \mu\text{g/kg}$, 最大值为 $99.0 \mu\text{g/kg}$, 具体结果见图 8。

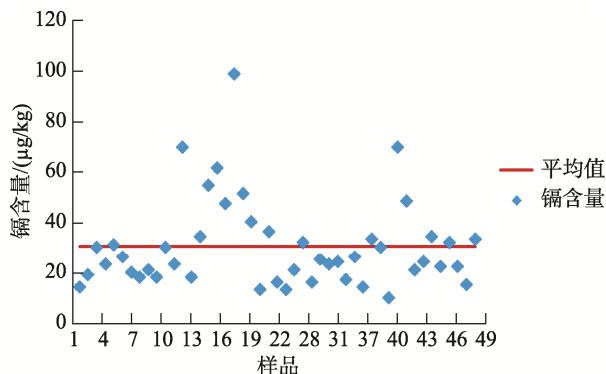


图8 镉含量分布
Fig.8 Cadmium content distribution

3.9 细菌总数

蛋清粉中蛋白含量丰富, 是微生物的良好培养基。菌落总数测定是用来判定食品被细菌污染的程度及卫生质量。细菌总数的多少在一定程度上标志着食品卫生质量的优劣。虽然菌落总数包括致病菌和有益菌, 但细菌总数超标也意味着致病菌超标的机会增大, 增加危害动物健康的几率。课题组采集样品中细菌总数的最大值为 $1.1 \times 10^4 \text{ CFU/g}$, 具体结果见图 9。

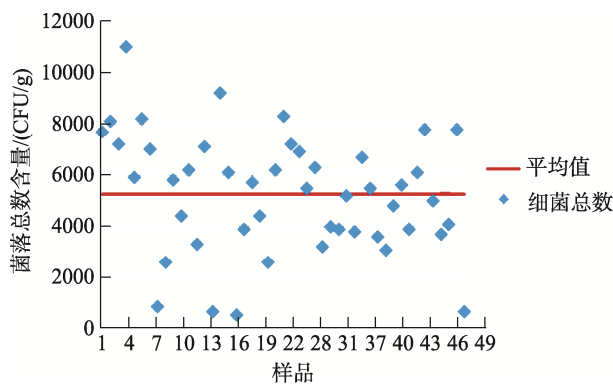


图9 菌落总数含量分布
Fig.9 Microbiological examination content distribution

3.10 大肠菌群

蛋清粉中蛋白含量丰富、平衡, 适于大肠杆菌生长。大肠杆菌与蛋清粉的生产工艺、过程控制、新鲜程度等有较大关系。尽管有些企业规定均比有关国家标准更严格, 但是实际测定结果很并不理想, 与企业标准相差较大, 课题组采集 47 个样品中大肠杆菌最大值为 58 MPN/100 g , 具体结果见图 10。

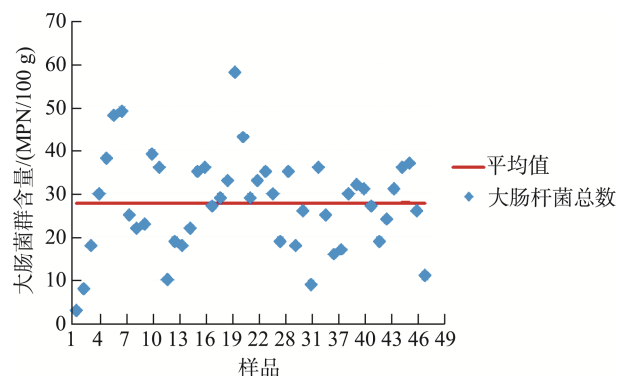


图 10 大肠菌群含量分布

Fig.10 Coliform bacteria content distribution

3.11 沙门氏菌

沙门氏菌是一种常见的食源性致病菌。有关报道中国蛋及其制品沙门氏菌检出率为 3.9%~43.7%，由于吃蛋引起鼠伤寒病的病例报告逐渐有增加的趋势。蛋、家禽和肉类产品是沙门氏菌病的主要传播媒介。因此所有的相关国标、行标、企标均把沙门氏菌列为“不得检出”。本研究采集 47 个样品的测定结果沙门氏菌均为未检出。

3.12 志贺氏菌

志贺氏菌属(*Shigella*)为革兰氏阴性杆菌，是人类细菌性痢疾最为常见的病原菌，通称痢疾杆菌。显然，蛋清粉中不允许检测出志贺氏菌。本研究采集的 47 个样品的测定结果志贺氏菌均未检出。

3.13 兽药残留

在产蛋期饲料卫生标准中规定禁止使用药物，但在实际生产过程中，仍无法避免使用药物。姚宜林等研究表明：50 mg/kg 连续饲喂氟苯尼考药物 5 d，在停药 1 d，蛋清中含量达到最大值为：0.66 mg/kg^[23]。董爱国^[24]的研究：连续 12 d 饮用含 50 mg/L 达氟沙星的饮水，给药第 6 d 后，蛋白中药物浓度趋于恒定，为 0.75 mg/kg。宋艳红^[25]的研究，以饮水的形式给蛋鸡饲喂甲氧嘧啶 2 g/L，蛋清在用药 5 d 达到峰值，为 121.54 mg/kg。在违规使用药物的情况下，几种药物在蛋清中最高残留量较低。在蛋清粉的加工过程中，药物也有一定的被破坏，蛋清粉在饲料组分中的占比也较低，由此可见，蛋清粉中的药物对饲料品质的影响较小。所以本研究没有检测样品中的兽药残留。

5 讨 论

(1)通过对 47 个样品中 12 个指标的检测和药物残留的分析，发现蛋清粉中风险较大的指标为大肠杆菌，需各生产企业严格控制，其他指标超过相关规定的均较少，蛋清粉中兽药残留量较低，对其品质影响小，由此可见蛋清粉是一种优质的蛋白原料。现有的相关标准仅关注到卫生指

标，没有对营养指标做出要求，因此，应尽快制定饲料原料蛋清粉的行业标准。

(2)蛋清粉替代血浆蛋白粉的效果有待进一步研究，研究表明全蛋粉的促生长效果略低于血浆蛋白粉，但由于全蛋粉的价格优势，用全蛋粉替代部分血浆蛋白粉具有一定的可行性和经济优势^[26]。加强对蛋清粉作用机理及影响饲喂效果因素的研究，以推动蛋清粉在饲料中更广泛应用。

(3)蛋清粉是一种高质量的新型蛋白料，具有营养价值高、富含溶菌酶等特点，具有抗菌、消炎和抗病毒等作用。鸡蛋清中还含有卵转铁蛋白，与哺乳动物母乳中的乳铁蛋白类似，在生物体内发挥着重要作用，提高了机体免疫功能、抵御细菌和病毒感染并可促进机体生长发育等。

参考文献

- [1] 高真. 蛋制品工艺学[M]. 北京: 中国商业出版社, 1992.
Gao Z. Egg products technology [M]. Beijing: China Business Press, 1992.
- [2] 陈瑾. 鸡蛋粉在畜禽生产中的应用[J]. 饲料博览, 2012, (1): 12.
Chen J. Application of egg powder in livestock production [J]. Feed Rev, 2012, (1): 12.
- [3] Sujata Y. Egg powder and its quality control [J]. Online Int Interdisciplinary Res J, 2014, IV(I): 204–219.
- [4] Brewer MS, Vega JD. Detectable odor thresholds of selected lipid oxidation compounds in a meat model system [J]. J Food Sci, 1995, 60(3): 592–595.
- [5] Akita EM, Nakai S. Immunoglobulins from egg yolk: isolation and purification [J]. Food Sci, 1922, 57(3): 629–634.
- [6] 刘琛, 陈继兰. 鸡蛋中蕴藏的生物活性物质及其应用[J]. 中国畜牧兽医, 2009, (4): 186–190.
Liu C, Chen JL. Bioactive substances in eggs and their applications [J]. Chin Anim Husb Vet Med, 2009, (4): 186–190.
- [7] 国际蛋品委员会 国际鸡蛋和鸡蛋产品指南[Z].
The International Egg Commission International. Egg and egg products guidelines [Z].
- [8] NY/T 754–2011 绿色食品 蛋与蛋制品[S].
NY/T 754–2011 Green food eggs and egg products [S].
- [9] GB 2749–2015 蛋与蛋制品[S].
GB 2749–2015 Eggs and egg products [S].
- [10] SN/T 0422–2010 进出口鲜蛋及蛋制品检验检疫规程[S].
SN/T 0422–2010 Inspection and quarantine regulations for import and export of fresh eggs and egg products [S].
- [11] GB 2762–2017 食品安全国家标准 食品中污染物限量[S].
GB 2762–2017 National food safety standard—Limits of contaminants in food [S].
- [12] GB 2763–2019 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量[S].
GB 2763–2019 National food safety standard—Maximum pesticide residues in food [S].
- [13] Akihiro H, Keiko T, Namio K, et al. Heat induced egg white gels as affected by pH [J]. J Food Sci, 1998, 63: 403–407.
- [14] 邹晓庭, 孙涛, 唐飞江, 等. 日粮镉和汞污染对其在蛋鸡脏器及鸡蛋中

- 残留的影响[J]. 中国家禽, 2015, 6(35): 25-28.
- Zou XT, Sun T, Tang FJ, *et al.* Effects of dietary cadmium and mercury pollution on its residues in layers and eggs [J]. China Poultry, 2015, 6(35): 25-28.
- [15] 赵立, 屠康, 潘磊庆. 重金属在鲜蛋中沉积情况的研究[C]. 第八届中国蛋品科技大会, 2009, 542-545.
- Zhao L, Tu K, Pan LQ. Study on the deposition of heavy metals in fresh eggs [C]. 8th China egg Science and Technology Conference, 2009, 542-545.
- [16] 邢俊波, 曹红, 王国佳. 湿法消解-氢化物发生原子荧光法测定蛋及蛋制品中微量砷和汞[J]. 当代医学, 2011, (24): 32-33.
- Xing JB, Cao H, Wang GJ. Determination of trace arsenic and mercury in eggs and egg products by wet digestion and hydride generation atomic fluorescence spectrometry [J]. Contemporary Med, 2011, (24): 32-33.
- [17] 陈坤才, 余超, 周洪伟, 等. 广州市 2006—2011 年蛋及蛋制品铅污染状况调查[J]. 中国食品卫生杂志, 2013, 25(4): 378-380.
- Chen KC, Yu C, Zhou HW, *et al.* Investigation on lead contamination of eggs and egg products in Guangzhou from 2006 to 2011 [J]. Chin J Food Hygiene, 2013, 25(4): 378-380.
- [18] 朱莎. 饲料中铅污染对蛋鸡的毒害及其在机体和蛋中的残留研究[D]. 浙江: 浙江大学, 2012.
- Zhu S. Toxicity of lead pollution in feed to layer hens and its residues in the body and eggs [D]. Zhejiang: Zhejiang University, 2012.
- [19] 齐德生, 于炎湖, 张妮娅. 饲料中添加阿散酸对鹌鹑体组织、蛋及粪便中砷含量的影响[J]. 粮食与饲料工业, 2005, 6: 46-47.
- Qi DS, Yu YH, Zhang NY. Effects of asanic acid in feed on arsenic content in quail body, eggs and faeces [J]. Food Feed Ind, 2005, 6: 46-47.
- [20] 蒋媛婧. 饲料砷污染对产蛋鸡的危害作用及其在机体和蛋中的残留[D]. 浙江: 浙江大学, 2014.
- Jiang YJ. Harmful effects of feed arsenic contamination on laying hens and its residues in the body and eggs [D]. Zhejiang: Zhejiang University, 2014.
- [21] 邹晓庭, 孙涛, 唐飞江, 等. 日粮镉和汞污染对其在蛋鸡脏器和鸡蛋中残留的影响[J]. 中国家禽, 2015, 6(35): 25-28.
- Zou XT, Sun T, Tang FJ, *et al.* Effects of dietary cadmium and mercury pollution on its residues in layers and eggs [J]. Chin Poultry, 2015, 6(35): 25-28.
- [22] 刘虎生, 王耐芬, 王小燕, 等. ICP-MS 法测定地衣和鸡蛋粉中 9 种微量元素及其不确定度的评定[J]. 现代仪器, 2005, 1: 11-13.
- Liu HS, Wang NF, Wang XY, *et al.* Determination of 9 trace elements and their uncertainty in lichen and egg powder by ICP-MS method [J]. Mod Instr, 2005, 1: 11-13.
- [23] 姚宜林. 鸡蛋中甲砷霉素、氟苯尼考和氟苯尼考胺残留检测方法及其消除规律的研究[D]. 扬州: 扬州大学, 2010.
- Yao YL. Detection method and elimination rule of residues of methylenamycin, flumphenicol and flumphenicol in eggs [D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2010.
- [24] 董爱国. 氟喹诺酮类药物在鸡蛋的多残留检测及达氟沙星的消除[D]. 广州: 华南农业大学, 2003.
- Dong AG. Detection of multiple residues of fluoroquinolones in eggs and elimination of dafoxacin [D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2003.
- [25] 宋艳红. 鸡蛋中磺胺类药物多残留检测方法的建立及其残留消除规律的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2007.
- Song YH. Establishment of detection method for sulfonamides residues in eggs and study of residue elimination rule [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2007.
- [26] 詹黎明, 吴德, 李勇, 等. 饲料蛋白质来源对早期断奶仔猪生产性能、肠道形态血清激素和免疫指标的影响[J]. 动物营养学报, 20102, 2(5): 1192-1199.
- Zhan LM, Wu D, Li Y, *et al.* Effects of dietary protein source on performance, intestinal morphology, serum hormones and immune indexes of early weaned piglets [J]. Chin J Animal Nutr, 2012, 2(5): 1192-1199.

(责任编辑: 王 欣)

作者简介



程传民, 高级畜牧师, 主要研究方向为畜产品及饲料质量与安全。
E-mail: 1374485029@qq.com