

XINXING DANZHIPIN

城乡快速致富丛书

新型蛋制品 加工工艺

与配方

张志健 编



JIAGONG GONGYI YU PEIFANG

学技术文献出版社

新型蛋制品加工工艺与配方

张志健 编

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

前 言

蛋与蛋制品是一类营养价值很高的蛋白食品。

随着科学技术的快速发展及人民生活水平的迅速提高,我国养禽业及禽蛋生产水平也有了很大发展,人均禽蛋年占有量已由70年代的几千克增加到现在的十几千克。但禽蛋生产的季节性较强,且易于腐败变质,耐贮藏性差,因此,对禽蛋贮藏保鲜及蛋制品加工技术的研究与推广具有重要意义。它不仅可以调节市场余缺,满足人们长年对蛋品消费的要求,而且可以增加食品的花色品种,丰富人们的日常生活,同时还可以满足食品工业及其他行业对蛋品原料的要求,提高企业及社会经济效益。

为了能够及时的总结整理国内外在蛋制品加工方面的新成就,笔者在广泛调查研究的基础上,结合本人多年教学、科研与实践的体会,编写了这本《新型蛋制品加工工艺与配方》。在本书中,除了对我国传统的蛋制品加工技术作了较系统介绍外,重点对一些新材料、新品种、新工艺、新配方、新技术、新理论作了介绍,并对近年来的一些零散新理论、新技术作了归纳整理,使其系统化,从而使本书具有许多独到之处。

本书既可作为有关职业教育的教材或教参,也可供有关科技工作者、生产技术人员参考。

限于本人经验和水平,书中难免存在不足之处,希望广大读者批评指正。

目 录

第一章 皮蛋加工工艺与配方	(1)
第一节 皮蛋概述.....	(1)
第二节 皮蛋加工原理.....	(8)
第三节 皮蛋加工对原料蛋的要求及检验.....	(14)
第四节 皮蛋加工的辅助材料.....	(27)
第五节 皮蛋加工场地与简易工具.....	(38)
第六节 皮蛋加工传统工艺与配方.....	(41)
第七节 皮蛋加工新工艺与新配方.....	(62)
第八节 皮蛋质量检验与次劣皮蛋.....	(85)
 第二章 再制蛋加工工艺与配方	(96)
第一节 咸蛋加工工艺与配方.....	(96)
第二节 糟蛋加工工艺与配方.....	(119)
第三节 其他再制蛋加工工艺与配方.....	(135)
 第三章 原料性蛋制品加工工艺	(141)
第一节 蛋液的加工工艺.....	(142)
第二节 冰蛋加工工艺.....	(150)
第三节 干蛋白加工工艺.....	(162)
第四节 蛋粉加工工艺.....	(176)
第五节 蛋黄磷脂的提取.....	(182)

第六节 蛋壳的综合利用·····	(184)
第四章 新型蛋制品加工工艺与配方 ·····	(189)
第一节 蛋类罐头加工工艺·····	(189)
第二节 蛋类饮料加工工艺与配方·····	(196)
第三节 蛋黄酱加工工艺与配方·····	(208)
第四节 其他蛋制品加工工艺与配方·····	(216)
附:鲜蛋贮藏方法 ·····	(228)
一、冷藏法 ·····	(228)
二、石灰水贮藏法 ·····	(231)
三、涂膜保鲜法 ·····	(233)
四、气调保鲜法 ·····	(236)
五、辐射贮蛋法 ·····	(237)

第一章 皮蛋加工工艺与配方

皮蛋(松花蛋、变蛋)系指鸭、鸡等禽蛋,经用石灰、碱、盐等配制的料汤(泥)或氢氧化钠等配制的料液加工而成的蛋制品。是我国古代劳动人民发明创造的民间传统蛋制品之一,至今仍为世界上独一无二的传统风味食品。皮蛋属一类生食品,具有风味独特,营养丰富,色、香、味俱全,食法简单等特点,并远比鲜蛋耐贮存。

第一节 皮蛋概述

一、皮蛋生产的发展

我国制作皮蛋历史悠久,在1640年明末戴羲著的《养余月令》中,就有了对皮蛋加工方法的记载:“腌牛皮鸭子。先以菜煎汤,内投松竹叶数片,待温。将蛋浸洗毕,每百枚用盐十两,真栗柴炭灰五升,石灰一升,如常调腌之。入坛三日,取出盘调上下,复装入过三日又如之,共三次。封藏一月余,即成皮蛋。”这便证明了我国制作皮蛋距今已有300多年的历史。

解放后,在党和人民政府的关注和扶植下,在全国各地新建了一批专业性的皮蛋加工厂或专业车间,并对皮蛋生产理论和技术进行了科学研究,从而使皮蛋生产得到很大发展。特别是自改革开放以来,我国皮蛋行业更是日新月异,飞速发展。皮蛋的新品种、新工艺、新技术及皮蛋形成机理研究的新发现不断涌现。先后出现了如五香皮蛋、无铅皮蛋、食疗皮蛋等新品种;地下深池浸泡工艺、塑料盒浸泡工艺、动态浸泡工艺等新工艺;工艺操作逐渐由

手工向半机械化、机械化方面发展;电子技术、制冷空调技术等也逐渐在皮蛋生产中得以应用。通过对皮蛋形成机理的研究认识和运用,使皮蛋生产的辅料运用、工艺配方等有了很大改进,如用烧碱取代传统的生石灰和纯碱加工皮蛋;降低传统配方中生石灰比重,用清汤料泡制皮蛋;用锌系列、铜系列、铁系列等物质取代配方中的氧化铅,使皮蛋的副作用减少,而新功能增加;用白油涂料、聚乙烯醇等物质取代料泥涂包皮蛋,提高了皮蛋外观质量,延长皮蛋保质期及保质效果,等等。从而使皮蛋的质量、产量、成品率等得到了很大程度的提高,劳动强度、成本率、废次品率等也有了很大程度的降低。同时,优质名牌产品不断涌现,仅 1988 年原商业部系统优质产品中的 29 个蛋制品中,就有 27 个是皮蛋,占 93.1%,且在 10 个蝉联部优产品中,无铅皮蛋占 9 个。

皮蛋不仅是我国人民喜爱的食品,而且也深受国外消费者青睐。在国际市场上享有很高声誉。如英国人利兹·泰勒著文称赞“中国的皮蛋可与海参媲美”。近年来我国皮蛋已远销亚、欧、美三大洲 30 多个国家和地区,出口量较解放前增加了 30 多倍。国外一些厂商不仅积极经销我国皮蛋,并对皮蛋特点、制作进行了深入的研究和仿制。如日本东京大学农学博士佐佐木治郎,曾作了大量的研究和推广工作。我们深信,随着我国改革开放的进行及皮蛋生产工艺技术的不断改进,特别是无铅皮蛋、食疗皮蛋的发展,将会使我国皮蛋的生产和在国内外的销售发生巨大变化,使我国食品宝库中的这颗明珠放出更加夺目的光彩。

二、皮蛋的化学成分及营养价值

在皮蛋制作过程中,蛋内发生了一系列的物理、化学及生物化学变化,从而使蛋的化学组成发生了变化,营养价值得以改善。

(一)皮蛋的化学组成

关于皮蛋的化学组成,目前国内报道的资料有一定差异。在

皮蛋的基本构成方面,有的资料表明蛋壳重量增加,蛋白减少,蛋黄增加(见表 1-1)。但也有资料表明蛋壳重量减少。这可能与皮蛋加工方法、检测方法等有关。对蛋壳重量减轻,一般认为是蛋壳中碱溶性成分溶解于料液或进入蛋内所致;对蛋壳重量增加则认为涂包材料中盐基性物质在蛋壳上沉积所致。对蛋白减少而蛋黄增加,一般认为是由蛋白在碱、酶等作用下分解成简单蛋白质、氨基酸及其他物质,它们随同蛋白中的水分向蛋黄内渗透所致。

表 1-1 皮蛋与鲜蛋基本构成比较(克)

样 号	蛋 重	蛋 壳		蛋 白		蛋 黄		损 失	
		重	%	重	%	重	%	重	%
皮蛋 1 号	58.24	8.18	14.1	17.79	30.6	31.87	54.7	0.39	0.6
皮蛋 2 号	64.76	9.29	15.0	15.13	23.6	39.70	60.9	0.64	0.9
皮蛋 3 号	52.10	7.85	14.4	12.09	23.4	31.75	61.3	0.44	0.9
皮蛋 4 号	65.50	8.89	13.6	19.92	30.4	36.75	55.8	0.12	0.2
鲜鸭蛋 1 号	67.70	7.10	11.6	36.00	52.2	24.00	35.4		
鲜鸭蛋 2 号	68.10	7.20	10.6	36.50	53.6	24.40	35.8		

在各种化学成分的组成方面,各地报道也不一致(见表 1-2),但总的来看,皮蛋水分含量的增减与成熟期长短、涂包材料种类有关;蛋白质含量减少,主要在于蛋白质分解产生氨基酸;脂肪含量减少,主要在于脂肪酸与碱发生了皂化反应;糖类减少在于其与含氨基的化合物发生了羰氨反应;灰分增加则在于料液(泥)中的矿物质成分向蛋内渗透;氨基酸含量增加是蛋白质分解所致(见表 1-3)。

表 1-2 皮蛋与鲜蛋化学组成比较

蛋 别	鸭蛋	皮蛋	鸭蛋	皮蛋	鸭蛋	皮蛋	皮蛋
地 区	北 京		江 苏		福 建		湖 北
可食部分(%)	87	88	86	96	87	89	
重量(克)	100	100	100	100	100	100	100
水分(克)	70	71.7	67.3	67.1	74.0	63.0	60.0
蛋白质(克)	8.7	13.1	14.2	13.6	9.3	14.0	12.1
脂肪(克)	9.8	10.7	16.6	12.4	14.1	13.2	13.2
糖(克)	10.3	2.2	6.3	4.0	1.0	7.0	12.8
热量(千卡*)	164	158	202	182	168	203	218
灰分(克)	1.2	2.3	2.0	2.9	1.6	2.8	1.9
钙(毫克)	71	58	73	82	90	75	121
磷(毫克)	210	200	276	212	164	220	196
铁(毫克)	3.2	0.9	6.1	3.0	4.8	5.4	2.1
V _A (国际单位)	1 380	940		1 390			
硫胺素(毫克)	0.15	0.02					
核黄素(毫克)	0.37	0.21					
尼克酸(毫克)	0.1	0.1					

* 1 卡=4.2 焦尔

1 千卡=1 000 卡

表 1-3 皮蛋与鲜蛋中游离氨基酸含量比较

蛋别 区分	游离氨基酸含量(毫克/100 克)		
	鲜鸭蛋	皮蛋蛋白	皮蛋蛋黄
天冬氨酸	0.68	2.58	1.67
羟丁氨酸	0.06	0.26	0.14
丙氨酸	0.06	1.66	黄色斑点
甲硫氨酸	0.06	—	—
异亮氨酸	0.41	1.43	0.51

续表

蛋别 区分	游离氨基酸含量(毫克/100克)		
	鲜鸭蛋	皮蛋蛋白	皮蛋蛋黄
苯丙氨酸	0.49	2.62	1.85
赖氨酸	0.32	—	—
组氨酸	—	1.52	0.39
谷氨酸	0.69	2.49	1.48
甘氨酸	0.20	2.13	1.31
酪氨酸	0.11	1.76	0.99
缬氨酸	0.11	1.76	0.70
亮氨酸	—	2.42	1.15
脯氨酸	未发现	黄色斑点	—
胱氨酸	—	0.55	0.07

此外,皮蛋中还含有硫化氢、氨等特殊成分,这与皮蛋的特殊风味及绚丽彩色等有关。据日本佐佐木治郎的研究报告,皮蛋中硫化氢和氨的含量如表 1-4 所示。

表 1-4 皮蛋中硫化氢和氨含量(%)

	硫 化 氢		氨
	游 离 态	化 合 态	
蛋 白	2.40	0.20	0.012
蛋 黄	2.55	0.25	0.010

(二)皮蛋的营养价值

总的来看,皮蛋的营养价值高于鲜蛋。这是由于在碱、酶及微生物的作用下,蛋内一部分蛋白质分解成简单蛋白质及氨基酸,使皮蛋中氨基酸含量增加,见表 1-3。有试验表明,每 100 克可食皮蛋中,氨基酸总量高达 32 毫克,为鲜鸭蛋(每百克含 2.8 毫克)的

11 倍,且除甲硫氨酸、脯氨酸、赖氨酸不存在外,其他氨基酸均比鲜蛋高。而简单蛋白质及氨基酸均易于被人体消化吸收,从而提高了皮蛋的消化吸收率。同时蛋白质的分解形成的硫化氢和氨对皮蛋特殊风味的形成有很大作用;某些氨基酸本身就是鲜味物质,因此,皮蛋的风味优良,可增进人的食欲。此外,硫与蛋内铁及其他金属元素和色素物质作用,形成皮蛋特有的绚丽色彩,这对刺激人食欲具有很大作用。

皮蛋对人也有一定补益和祛病效能。据有关中医学报道,皮蛋能开胃润喉,促进食欲,亦能“泻热、醒酒、去大肠火、治痢、能散能敛”。若加醋伴食,有助于治疗高血压、清热消炎、解暑止渴、静心养神、温补健身等功用。近几年所研制的“清热解毒皮蛋”、“补血皮蛋”,以及对人体有害元素铅含量下降,而对人体有益的元素锌、铁、硒、碘等含量增加,使皮蛋营养价值及疗效功能更进一步提高。因此认为皮蛋比鲜蛋具有更高的营养价值。

三、皮蛋的分类与命名

皮蛋在我国各地均有生产,而我国地域辽阔,各地加工皮蛋的方法有所差异,且加工的皮蛋各具特色,从而全国各地对皮蛋的分类和命名各种各样,而我国现在尚无统一的分类命名标准,因此,现就全国各地对皮蛋的分类和命名大致归纳如下:

(一)按皮蛋的特征命名

根据皮蛋的不同特征,目前国内对皮蛋的命名有如下几种:“皮蛋”,是因其形成后蛋白凝固,具有弹性,呈半透明的玳瑁硬皮而得名;“变蛋”,是因皮蛋在形成过程中,蛋内容物发生了各种各样的变化,不同于鲜蛋而得名;“彩蛋”,是因皮蛋切开后切面色泽变化多端,五彩缤纷,绚丽多彩而得名;“松花蛋”,是因优质皮蛋蛋白间及蛋白与蛋黄界面有松花状花纹而得名。

(二)按皮蛋加工方法不同分类命名

皮蛋加工方法主要有三种：依此可将皮蛋分为三类并予以命名。采用滚粉法加工的皮蛋称为滚粉蛋或滚灰蛋；包料泥法又称鲜制法、生包法等，因此，采用包料泥法加工的皮蛋称为鲜制蛋或生包蛋；采用浸泡法加工的皮蛋称为泡制蛋。

(三)按蛋黄状态分类命名

皮蛋蛋黄呈浆状软心的称为溏心皮蛋；皮蛋蛋黄呈硬心的称为硬心皮蛋。

(四)按原料蛋种类不同分类命名

用鸭蛋加工的皮蛋称为鸭皮蛋；用鸡蛋加工的皮蛋称为鸡皮蛋；用鹌鹑蛋加工的皮蛋称为鹌鹑皮蛋等。

(五)按所用辅料及功能不同分类命名

加工中不用氧化铅的皮蛋称为无铅皮蛋；用有五香料或其他香料的皮蛋称为五香皮蛋；用有一定中药材，并使皮蛋具有一定药用功能的皮蛋称为食疗皮蛋，食疗皮蛋又因其功能不同有归氏补血皮蛋、清热解毒皮蛋等；以锌系列物质取代氧化铅加工的皮蛋称为富锌皮蛋；以铁系列物质取代氧化铅加工的皮蛋称为补血皮蛋；用各种涂膜材料取代料泥所包涂的皮蛋称为无泥皮蛋等。

(六)按生产地或配方来源不同分类命名

由湖南或用湖南配方加工的皮蛋称为湖彩蛋；由四川或用四川配方加工的皮蛋称为川皮蛋；由北京或用北京配方加工的皮蛋称为京彩蛋，等等。

(七)综合命名

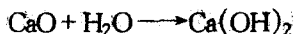
即将上述几种命名方法综合运用对皮蛋的命名。如有：松花皮蛋、无铅无泥皮蛋、无铅富锌皮蛋、无铅富锌溏心皮蛋、无铅硬心皮蛋、无铅松花皮蛋、生包鸡皮蛋、兴化硬心皮蛋等。

第二节 皮蛋加工原理

皮蛋内容物的状态、颜色、风味、营养价值均与鲜蛋不同。此外,优质的皮蛋的蛋白及蛋白与蛋黄界面处有“松花”存在。那么,皮蛋的这些特征是怎么形成的呢?概括来说,皮蛋的形成是料液(泥)中的各种成分(特别是氢氧化钠)进入蛋内后,对蛋内容物(即蛋白和蛋黄)发挥作用,使其发生了复杂的物理、化学变化的结果。对皮蛋形成机理的研究,不仅仅是一个理论问题,它对皮蛋生产实践具有重要的指导意义。作为皮蛋加工技术人员,了解皮蛋的形成机理,对合理调整配方,分析并解决皮蛋生产中的质量问题,科学进行生产管理,科学改进加工工艺,使工艺进一步优化等,均具有重要作用。

一、皮蛋形成中的扩散与渗透作用

在皮蛋加工时,一般要使用生石灰、纯碱或氢氧化钠、食盐、氧化铅或其取代物、茶叶(统称为腌制剂)等。当其中的生石灰和纯碱遇水后会发生化学反应,最终生成氢氧化钠。其反应式如下:



只有当料液(泥)中的这些物质进入蛋内后,才会对蛋内容物发挥作用。那么料液(泥)中的各种成分是怎样进入蛋内的?

在鲜蛋的蛋壳上分布有大量的气孔,通常称其为气孔。气孔具有一定的通透性,在皮蛋加工过程中,腌制液(泥)中的 NaOH 、 NaCl 等腌制剂成分首先通过扩散渗透作用,从气孔穿过蛋壳进入蛋白,使蛋白外层腌制剂浓度升高,然后,通过扩散作用使腌制剂逐渐向蛋白内层扩散,使蛋白内层腌制剂浓度也逐渐升高,同理,腌制剂也会逐渐通过蛋黄膜向蛋黄内渗透,并在蛋黄内扩散。从

此可以看出,原料蛋上气孔的多少对皮蛋的形成具有重要影响,如果所用的原料蛋上的气孔数过少,腌制剂的扩散渗透速度过慢,轻则导致皮蛋成熟期过长,重则不能形成皮蛋;相反,如果所用原料蛋上的气孔过多,腌制剂扩散渗透的速度过快,则不利于腌制管理,易于形成碱伤蛋。

蛋内外物质的扩散与渗透作用的强弱与温度有着密切关系。总的来说,温度越高,扩散与渗透作用越强,见表 1-5。因此,在皮蛋腌制过程中,应加强温度管理,以利于皮蛋按期成熟。

表 1-5 扩散渗透速度与温度的关系

鲜蛋贮藏时间(天)	环境温度(℃)	蛋黄增重(克)
15	0	0.4
15	10	0.5~0.8
15	20	1.3

腌制剂的扩散与渗透速度快慢,与料液(泥)中腌制剂的浓度有关。一般来说,腌制剂浓度越高,扩散与渗透速度越快。

此外,料液(泥)中的其他成分(如氧化铅)对腌制剂的扩散与渗透速度也有重要的影响。

因此,合理确定配方,加强料液(泥)浓度的检测与调整,对腌制剂的扩散与渗透,以及皮蛋的形成和质量有着重要影响。

二、蛋内容物的凝固作用

(一)蛋白的凝固作用

新鲜蛋的内容物呈粘稠的胶体液状,而皮蛋则呈凝固状态,且具有一定的弹性。这主要是在皮蛋形成过程中,料液(泥)中的碱(NaOH)向蛋内渗透,使蛋内碱浓度提高,而导致蛋白质变性所致。但由于蛋白质在不同浓度碱中的变化不同,从而随着蛋内碱

浓度的逐渐升高,蛋内容物先要经过一个所谓的“化清”阶段,然后才能凝固。

化清即是蛋白从粘稠胶体液状转化为稀薄水样溶液的过程。它随着料液(泥)中的碱向蛋内渗透,蛋内 pH 值上升,使蛋白质分子的三、四级结构遭到破坏,蛋内水分的存在方式发生变化所致(即大部分结合水转化为自由水)。这时蛋白中的氢氧化钠浓度约为 0.3%~0.6%。

化清期过后,料液(泥)中的碱还在不断向蛋内渗透,当蛋白中氢氧化钠含量达到 0.6%~0.7% 时,蛋白质分子的二级结构也遭到破坏,某些肽链转化,以致蛋白质分子的亲水性猛增,使原来的自由水(含化清时所释放的水)又大量被吸附而形成结合水(1 克蛋白质约可结合 1.5 克以上的水),这样松散结构的蛋白质分子结合形成了凝胶体,即使蛋白从水样蛋白凝固成具有一定弹性的凝胶体。这就是蛋白的凝固作用。

当蛋白凝固以后,对料液(泥)中的碱向蛋内的渗透应加以控制,否则,碱继续向蛋内渗透。若蛋白中的氢氧化钠含量超过 0.6%~0.7%,便会使蛋白质大量分解,致使蛋白质分子的一级结构遭到破坏,吸附的结合水又会释放出来,形成自由水,已凝固的蛋白又会转化为深红色的水样液体,称此为“第二次化清”,俗称“碱伤”,会形成响水皮蛋、烂头皮蛋等次劣蛋和废品。

(二)蛋黄的凝固作用

蛋白在蛋黄的外围,因此,料液(泥)中的碱渗入蛋内后,首先存在于蛋白中,引起蛋白变化。当蛋白中碱的浓度达到一定程度后,就会使蛋黄膜破坏,通透性增强,蛋白中的水分、氢氧化钠及其他物质进入蛋黄的速度加快,进入蛋黄中的氢氧化钠又会使蛋黄中的蛋白质变性,同时与脂肪发生皂化反应,从而导致蛋黄凝固。

蛋黄的凝固是从外层逐渐向内层推进,在化清阶段,凝固轻微,凝固层约有 0.5 毫米;到凝固阶段的初期,凝固层约有 1~3 毫

米;凝固后期有5~10毫米;到皮蛋成熟时,蛋黄中间只剩下一个小溏心。

氢氧化钠渗入蛋内的速度及渗入量对皮蛋的质量及蛋黄的凝固情况有很大影响,若氢氧化钠渗入蛋内的速度过慢,渗入量过少,会使蛋黄不能凝固,或只有表皮层凝固,而内部仍为浆糊状,即溏心过大;若氢氧化钠渗入量适当,则形成优质的溏心皮蛋或硬心皮蛋;而当渗入量过大时,则会使蛋黄过硬,而形成“蜡黄皮蛋”,这是一种次劣蛋。

除氢氧化钠外,料液(泥)中的食盐、茶叶(单宁)、 Ca^{2+} 、 K^{+} 等物质,对皮蛋内容物的凝固收缩也起一定的作用。

从以上分析可知,合理确定配方,加强皮蛋腌制期管理,特别是温度管理,以及恰当控制腌制期,对皮蛋的形成及质量优劣十分重要。

三、皮蛋特征颜色的形成

鲜蛋蛋白为白色,蛋黄为黄色,而皮蛋的蛋白则为棕黄色或棕褐色,蛋黄为墨绿色、草绿色、茶色、暗绿色、橙红色、红褐色、黑褐色等不同颜色,而且是多种颜色同时出现,相间存在,形成不同的色层,使皮蛋的颜色绚丽多彩,故又称皮蛋为彩蛋。那么,皮蛋的颜色是怎样形成的呢?

(一)皮蛋蛋白颜色的形成

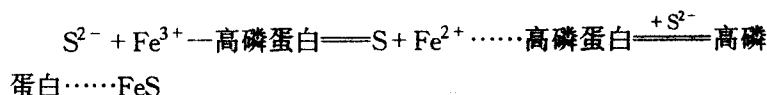
对皮蛋蛋白颜色的形成,目前较一致的认识是在加工过程中,由于碱的作用,使蛋白中的羰基化合物(如糖)和含胺基化合物(如蛋白质、氨基酸)发生了羰氨反应,生成褐色物质,使蛋白由白色转变成棕褐色。贮藏时间较长的皮蛋的蛋白颜色还会有所加深,这是由于某些开始形成的物质又发生了分解变化,产生新的色素物质所致。

此外,茶叶中的单宁也是蛋白呈色的主要物质。

(二)皮蛋蛋黄颜色的形成

皮蛋蛋黄的颜色较蛋白复杂。蛋黄颜色的变化主要是由于蛋黄中含硫蛋白质(如卵黄磷蛋白、卵黄球蛋白),在氢氧化钠作用下,加水分解产生胱氨酸及半胱氨酸等含硫氨基酸,这些氨基酸随着蛋黄内酸碱度(pH值)的变化,便产生了活性的巯基(—SH)、二巯基(—S—S—)和硫化氢,这些活性基又会与蛋黄中的某些金属离子及固有色素结合,产生各种不同颜色的色素物质,这些色素物质的综合作用,便使蛋黄形成其特有的色彩。如硫与蛋黄中的铁离子结合生成黑色的硫化铁;与料液中渗入的铅结合,生成青黑色的硫化铅;蛋黄中的黄体色素被硫化氢还原后,又与硫化氢结合产生黑褐色;蛋黄色素的混合物(如黄体色素、黄玉米素等),在氢氧化钠的存在下,受硫化氢的作用,会变成绿色。

据原商业部食品检验科学研究所的李树青、中国人民大学商品学系的黄鹏和王庆玉等的研究表明, Fe^{2+} 参与蛋黄的呈色反应,且硫化铁是主要的呈色物质。其中 S^{2-} 的主要来源是含硫的胱氨酸,而不是其他含硫氨基酸; Fe^{2+} 的主要来源是蛋黄中的高磷蛋白,但并不是高磷蛋白本身,而是与高磷蛋白的磷氨基紧密结合在一起的 Fe^{3+} 。其成色机理可用下式表示:



(蓝绿色)

李树青等的研究还发现,当蛋内 Pb^{2+} 浓度小于 10×10^{-6} 质量百分比浓度时,与 S^{2-} 反应不呈色,而无铅皮蛋中 Pb^{2+} 的含量不超过 0.5×10^{-6} 质量百分比浓度,但无铅皮蛋仍能形成传统方法所加工的皮蛋的特征色泽。这一结果表明, Pb^{2+} 并不是皮蛋特征色泽形成的主要成分。因此,在皮蛋加工时,不用氧化铅,对皮蛋特征色泽的形成影响不大。