

本研究获得“现代农业产业技术体系北京市家禽创新团队建设项目”资助出版

禽产品品质及其 货架期预测研究

刘 雪 刘 娇 钟蒙蒙 著

中国农业科学技术出版社

本研究获得“现代农业产业技术体系北京市家禽创新团队建设项目”资助出版

禽产品品质及其 货架期预测研究

刘 雪 刘 娇 钟蒙蒙 著

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

禽产品品质及其货架期预测研究 / 刘 雪, 刘 娇, 钟蒙蒙著. —北京:
中国农业科学技术出版社, 2018. 1

ISBN 978-7-5116-3443-6

I. ①禽… II. ①刘… ②刘… ③钟… III. ①禽类—农产品—质量控
制—研究 IV. ①TS251.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 321200 号

责任编辑 张孝安 崔改泵

责任校对 马广洋

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街12号 邮编: 100081

电 话 (010) 82109708 (编辑室) (010) 82109702 (发行部)
(010) 82109709 (读者服务部)

传 真 (010) 82106626

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 全国各地新华书店

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 710mm × 1 000mm 1/16

印 张 12.5

字 数 220千字

版 次 2018年1月第1版 2018年1月第1次印刷

定 价 60.00元

前言

PREFACE

随着我国经济快速发展和消费者营养健康意识的不断提高,禽产品在居民饮食中的比重逐步上升。鸡蛋含有丰富的蛋白质、脂肪、胆固醇、氨基酸等人体所必须的营养物质,是我国居民膳食的主要蛋白质来源之一。自1985年以来,我国鸡蛋产量已连续位居世界第一,我国不仅是世界鸡蛋第一大生产国,同时,也是世界鸡蛋第一消费大国;相比红肉(牛肉、羊肉和猪肉),鸡肉具有高蛋白、低脂肪和含较高的不饱和脂肪酸等多种营养物质的特点,并被美国哈佛公共学院推出的“健康餐盘”列为健康蛋白质的来源。经济合作与发展组织(OECD)预测未来十年禽产品的年增长率为2.4%。随着人们对生活质量要求的提高以及我国庞大的人口基数,鸡肉的消费量将逐渐增加。目前我国禽肉市场上初加工鸡肉产品主要有热鲜鸡肉、冰鲜鸡肉和冷冻鸡肉三种。与冷冻鸡肉、热鲜鸡肉相比,冰鲜鸡肉不仅在口感、风味、新鲜度以及营养成分等方面都具有优势,而且在卫生安全上也更加方便管理,具有良好的市场发展前景。

作为易腐食品之一,不管是鸡蛋还是鸡肉,在加工、储存、运输和销售等流通过程中都有可能受到温度、湿度等环境条件的影响而受到微生物的污

染,发生腐败变质。不仅危害消费者的健康,也给企业造成经济损失。随着消费者食品安全意识的日益提高,政府相关部门和企业对食品安全的重视,禽产品的品质及货架期受到越来越多的关注。在购买禽产品时不仅要求营养、安全,还要求有较良好的感官特性。货架期是消费者判断禽产品品质的重要依据,同时也是企业确保产品质量、销售等方面的重要根据,如何科学、有效地测算和预测禽产品货架期对提高企业竞争力和保护消费者权益具有十分重要的意义。

计算机和信息技术,尤其是无线传感和通讯技术的快速发展及其在工业、农业、军事、城市管理、建筑物监控等领域广泛应用,为禽产品质量与货架期的智能化预测和高效管理提供了可靠的技术支持。

基于以上分析,本研究在分析禽产品的物流状况和过程及其品质影响因素、分析禽产品品质变化机理的基础上,通过实验模拟的方法,测定物流过程中禽产品的品质变化情况,构建禽产品货架期预测模型,设计并开发了禽产品货架期预测系统以期实现禽产品品质的智能化管理。

本研究是北京市农业局财政项目“现代农业产业技术体系北京市家禽创新团队建设”的研究成果,在此对项目组织者与参与者表示感谢!

最后,感谢中国农业科学出版社对本书出版给予的帮助和支持!

著 者

2017年10月

CONTENTS | 目录 |

上篇 壳蛋品质及其货架期预测研究

第一章 绪论.....	3
第一节 关于壳蛋及其货架期预测研究的由来	3
一、问题的提出	3
二、研究的意义	4
第二节 国内外研究综述	4
一、食品货架期的相关研究	4
二、GIS在物流中的应用研究	8
三、有关鸡蛋物流的研究	9
四、文献评述	10
第三节 研究目标与内容	10
一、研究目标	10
二、研究内容	10
第四节 研究方法与技术路线	11
一、研究方法	11
二、技术路线	11
第二章 壳蛋物流流程及其品质影响因素分析.....	13
第一节 我国壳蛋流通状况分析	13
一、我国壳蛋主产区和主消费区分布	13
二、我国壳蛋流通量情况	14
第二节 壳蛋物流流程分析	16
一、“批发市场+农户”模式壳蛋物流流程分析	17

二、“公司+农户”模式壳蛋物流流程分析	18
三、“产销一体化”模式壳蛋物流流程分析	19
四、不同模式下壳蛋物流流程的对比分析	20
第三节 国内外壳蛋物流标准	20
一、我国壳蛋物流标准	20
二、欧盟壳蛋物流标准	21
三、美国壳蛋物流标准	21
第四节 物流过程中影响壳蛋品质的因素分析	22
一、壳蛋品质表征指标	22
二、壳蛋品质影响因素	23
第三章 基于BP神经网络的壳蛋货架期预测模型的构建	28
第一节 物流过程中壳蛋货架期的概念和内涵	28
一、壳蛋货架期的概念	28
二、壳蛋货架期的内涵	28
第二节 壳蛋货架期预测模型的选取	29
一、以温度为基础的动力学预测模型	29
二、微生物动力学生长模型	30
三、其他货架期预测模型	35
四、货架期预测模型对比分析	37
第三节 壳蛋货架期预测模型的构建	38
一、模型参数的选取及测定	38
二、实验方案设计	39
三、货架期预测模型的构建	43
第四节 壳蛋货架期预测模型的验证	49
一、壳蛋货架期预测模型的验证方法	49
二、壳蛋货架期预测模型结论	50
第四章 基于WebGIS的壳蛋货架期预测系统设计与实现	52
第一节 系统需求分析	52
一、系统功能需求	52
二、系统性能需求	53
第二节 系统设计	53
一、总体结构设计	53

二、功能模块设计	54
三、数据库设计	55
四、决策准则设计	56
第三节 系统实现	57
一、系统开发技术及工具	57
二、系统开发框架	59
三、系统主要功能模块实现	60

下篇 冰鲜鸡肉物流温度监测与货架期预测管理

第五章 绪论	69
第一节 关于冰鲜鸡肉物流温度监测与货架期预测管理的由来	69
一、问题的提出	69
二、研究的意义	70
第二节 国内外研究现状	71
一、冷链运输数据采集技术研究	71
二、冷链运输数据传输研究	72
三、冷链运输预警发展研究	73
四、食品货架期预测的方法和模型	73
五、货架期预测系统研发	75
六、冰鲜鸡肉货架期研究	75
七、文献评述	76
第三节 研究目标与内容	77
一、研究目标	77
二、研究内容	77
第四节 研究方法与技术路线	79
一、研究方法	79
二、技术路线	80

第六章 冰鲜鸡肉概念及其物流流程分析	81
第一节 冰鲜鸡肉具有广阔的市场发展潜力	81
一、冰鲜鸡肉具有广阔市场发展潜力的依据	81
二、食用消费冰鲜鸡肉在鸡肉产品比重将不断上升	82
第二节 冰鲜鸡肉物流流程分析	82
一、冰鲜鸡肉物流流程及其环节的特征	82
二、冰鲜鸡肉物流流程及其环节的注意事项	84
第三节 冰鲜鸡肉冷链运输过程	85
一、我国冰鲜鸡肉产供分布不平衡,其冷链运输必不可少	85
二、冰鲜鸡肉冷链运输水平落后	86
三、公路冷链运输是主力军,但装备水平落后	86
四、冰鲜鸡肉冷链运输是冰鲜鸡肉冷链运输中的关键环节	86
第七章 冰鲜鸡肉物流过程中品质变化机理及其影响因素分析	89
第一节 冰鲜鸡肉的品质表征指标	89
一、感官指标	89
二、理化指标	89
三、微生物指标	90
第二节 物流过程中冰鲜鸡肉的品质变化机理分析	91
一、化学变化	92
二、微生物生长	93
三、酶促反应	93
第三节 物流过程中影响冰鲜鸡肉品质的因素分析	93
一、物理因素	93
二、温度对冰鲜鸡肉品质变化的影响	94
三、化学因素	98
四、微生物因素	99
第四节 物流过程中冰鲜鸡肉保鲜技术分析	100
一、化学保鲜技术	100
二、超高压保鲜技术	100
三、辐照保鲜技术	101
四、生物保鲜技术	101
五、气调保鲜技术	101

六、栅栏技术	102
七、各种保鲜技术对比分析	102
第八章 基于BP神经网络的冰鲜鸡肉物流温度预测模型构建	104
第一节 温度预测模型对比分析	104
一、线性回归模型	104
二、时间序列模型	105
三、灰色预测模型	106
四、BP神经网络模型	106
第二节 温度预测模型的选取	108
一、温度预测模型的选取要素	108
二、温度预测模型选取的结论	108
第三节 温度预测模型的构建	109
一、模型参数的选取及数据采集	109
二、温度预测模型的构建	110
第四节 温度预测模型的验证	113
第九章 冰鲜鸡肉货架期预测模型构建与验证	116
第一节 冰鲜鸡肉货架期预测模型的构建	116
一、模型数据来源	116
二、假单胞菌生长动力学初级模型的拟合	117
三、假单胞菌生长动力学二级模型的拟合	120
四、货架期预测模型的确定	124
第二节 冰鲜鸡肉货架期预测模型的验证	125
一、冰鲜鸡肉货架期预测模型验证由来	125
二、冰鲜鸡肉货架期预测模型验证结论	125
第十章 基于WSN的冰鲜鸡肉物流温度监测与预警方案	126
第一节 基于WSN的冷链运输温度监测与预警总体方案	126
一、冰鲜鸡肉冷链运输温度预警方案需求分析	126
二、基于WSN温度预警方案总体结构	127
第二节 冰鲜鸡肉冷链运输车厢内温度采集方案	129
一、温度传感器选择	129

二、冰鲜鸡肉冷链运输车厢温度传感器布点方案设计	130
第三节 基于WSN的温度采集数据传输与处理方案	133
一、无线数据传输技术分析与选取	134
二、基于WSN的温度采集数据传输方案设计	135
三、冷链运输温度数据传输处理方案	136
第四节 冰鲜鸡肉冷链运输温度预警设计	137
一、冰鲜鸡肉冷链运输温度预警级别判定	137
二、冰鲜鸡肉冷链运输温度预警规则	137
第十一章 冰鲜鸡肉物流温度监测与货架期预测管理系统的开发与测试	139
第一节 冰鲜鸡肉货架期预测系统设计	139
一、系统需求分析	139
二、系统性能分析	140
三、系统架构设计	140
四、系统模块设计	142
五、数据库设计	143
第二节 系统开发	145
一、开发环境	145
二、系统开发关键技术	146
三、系统功能模块开发	147
第三节 系统测试	155
一、硬件系统测试	155
二、软件系统功能测试	156
三、软件系统性能测试	157
图索引	160
表索引	164
参考文献	166

上篇

壳蛋品质及其货架期预测研究

第一章 绪论

第一节 关于壳蛋及其货架期预测研究的由来

一、问题的提出

鸡蛋含有丰富的蛋白质、脂肪、胆固醇、氨基酸等人体必须的营养物质，是我国居民膳食的主要蛋白质来源之一。我国是世界鸡蛋生产第一大国，鸡蛋产量已连续28年位居世界第一。2015年，我国的鸡蛋产量为2 549万吨，占世界鸡蛋产量的45%，比2000年的1 884.37万吨增加了35%。同时，我国也是世界鸡蛋第一消费大国，2015年，我国鸡蛋消费量为2 554万吨，比2000年的2 204万吨增长了15.88%（中国畜牧兽医年鉴2016）。我国壳蛋消费量占鸡蛋产量的90%（马美湖，2006），鸡蛋消费形式主要以壳蛋为主。与美国蛋制品消费量约为鸡蛋总消费量的60%、日本约为50%、欧洲约为28%相比，我国的蛋制品加工还处于初步发展阶段。

作为易腐食品之一，在收集、清洗、消毒、包装、存储、运输及销售等物流环节中，壳蛋受微生物侵入、振动、贮藏温度等影响，并发生壳蛋品质的衰变。我国壳蛋的主产区和主消费区差异较大，大部分省市的壳蛋需从其他省市流入，壳蛋的运输时间和运输距离大大增加。长距离运输大大降低了壳蛋的品质、严重缩短了壳蛋的销售期。

网络技术和GIS技术的不断发展为壳蛋质量和货架期管理提供了有力的技术支撑。GIS技术不仅可以使壳蛋物流过程中所涉及的企业位置信息、企业经营产品信息、保鲜措施、壳蛋流向等信息在地图上直观展示，而且能及时更新壳蛋流通信息以供壳蛋养殖企业及相关管理部门实时了解壳蛋的物流状况。将GIS技术应用于壳蛋质量及其货架期管理中可以实现在发生壳蛋品质不适于食用时快速确定壳

蛋物流过程中涉及的企业,以便企业及相关主管部门及时采取相应措施,及时回收不适于食用的壳蛋,更好地保障消费者权益及提高消费者的信心。

二、研究的意义

基于以上分析,如何判断壳蛋在物流过程中各因素对壳蛋品质变化的影响,预测壳蛋货架期对提高企业竞争力和保护消费者权益具有十分重要的意义。结合北京市农业局财政项目“现代农业产业技术体系北京市家禽创新团队建设专项资金资助(京农发〔2012〕62号)”,本研究首先分析了壳蛋的物流状况及物流过程中的品质影响因素,通过实验模拟的方法,测定物流过程中壳蛋的品质变化情况,选用BP神经网络模型构建壳蛋货架期的预测模型,设计了基于WebGIS壳蛋货架期预测系统,以期提高蛋鸡养殖企业的企业竞争力、保障消费者权益、实现壳蛋品质的智能化、信息化管理。

第二节 国内外研究综述

本研究涉及食品货架期影响因素、食品货架期预测模型、GIS在物流中的应用、鸡蛋流通模式、鸡蛋保鲜技术等几方面的内容,因此本节从这些方面进行国内外的相关文献分析,通过综述探讨与本研究相关的研究方法以及理论模型,在此基础上梳理研究思路和方法,为后文的研究和分析提供理论基础。

一、食品货架期的相关研究

1. 货架期概念

货架期的概念始于1927年。《牛津英语词典》中货架期定义为:商品在不适于食用或消费前的存储时间。《美国传统字典》中货架期为食品类商品有效、可食用、适于消费的存储时间。英国食品科学与技术学会(IFST)定义为:当食品贮藏在合适的条件下,其感官特性、理化特性、微生物含量及品质安全达到相应要求的保持其营养价值的时间长短(R.Cadwallader K, 2003)。

基于以上分析,货架期的概念包含以下含义:

第一,食品是安全、可食用、可销售的。

第二,食品自生产至到达销售者手中期间内,其品质在可接受范围内。

第三,食品自生产至到达销售者手中的时间与食品标明的保质期吻合(余亚英,2007)。

2. 食品货架期的影响因素研究

影响食品货架期的因素很多,主要包括微生物、温度、振动等(冯敏,2005)。

微生物对食品货架期的影响的研究很多:宋晨(2010)开展了假单胞菌、酵母菌、霉菌等微生物的生长繁殖对冷冻食品货架期的影响研究;熊振海等人(2014)研究了假单胞菌、乳酸菌、酵母菌等微生物的生长繁殖对冷却牛肉货架期的影响;许忠等人(2005)研究了假单胞菌等微生物的生长繁殖速度对罗非鱼货架期的影响;李苗云(2003)对冷却猪肉货架期的假单胞菌、气单胞菌、莫拉氏菌、葡萄球菌等微生物的生长繁殖对冷却猪肉的货架期的影响进行了研究。

温度通过影响食品内部酶的活性、微生物的生长繁殖速率,影响食品的货架期。具体表现为:油菜周围环境中的温湿度条件对其呼吸作用、蒸腾作用影响较大,改变油菜的品质衰变速率,影响其货架期(侯军,2010);温度通过影响苹果的呼吸速率及蒸腾作用,加快苹果的水分流失,影响其货架期(樊景超,2011);柑橘存储的温度通过影响柑橘的呼吸速率,对柑橘的货架期有明显的影响作用(Paul V, 2011);贮藏温度通过对黄金梨呼吸强度的影响,影响其货架期(申春苗,2010);翠冠梨周围环境中的温度通过影响其水分散发速率,影响其货架期(黄雯,2011);猪肉存储、运输和销售过程中,温度通过影响猪肉中微生物繁殖速度,影响猪肉的货架期(刘寿春,2012)。

振动对食品货架期的影响主要表现为:钱龙等(2010)研究表明运输过程中由振动引起的机械损伤是杏品质衰败的主要因素,经长距离运输后3天杏失去商业价值;刘华英等人(2012)通过对库车小白杏运输过程中振动对小白杏品质影响的研究,结果表明,振动对库车小白杏的硬度、维生素C含量、呼吸强度有较大影响,振动频率及振动时间与小白杏品质衰变速率成正相关;陈萃仁(1997)研究表明,草莓运输过程中的振动强度、振动时间对草莓品质影响较大;官晖(2009)通过对运输过程中振动强度对河套蜜瓜品质影响的研究表明振动对河套蜜瓜的呼吸速率、组织细胞膜的渗透率影响较大,缩短其贮藏期;Berardinelli等(2003)研究表明50~65Hz的振动频率下壳蛋的品质较未受振动的壳蛋呈现显著下降的趋势。

3. 食品货架期延长技术的研究

为了尽可能地延长食品的贮存时间,国内外学者研究了多种食品保鲜技术:林顿等(2014)通过结合微冻和气调包装两种保鲜技术对兰溪花猪肉进行保鲜处理,研究表明微冻结合60%O₂+40%CO₂的保鲜方法可将猪肉货架期延长至24天;罗自生(2014)通过研究纳米二氧化钛/大豆分离蛋白(NTSPI)涂膜下冷藏草鱼品质变化情况,结果表明该方法可有效将冷藏草鱼货架期延长2~3天;黎柳等(2015)通过对植酸、茶多酚保鲜剂对鲳鱼的品质影响研究表明茶多酚涂膜保鲜方法可有效将鲳鱼货架期延长11天左右;顾凤兰等人(2015)通过3种涂膜处理对鸡蛋保鲜效果的对比分析,表明纳米 α -Fe₂O₃功能改性聚乙烯醇基蜂蜡复合材料保鲜效果最好,可将鸡蛋货架期延长21天;何艾等(2015)研究了不同浓度壳聚糖与气调保鲜结合处理对芒果品质的影响,结果表明0.75%壳聚糖与气调包装结合保鲜效果最佳,能延长芒果货架期至15天;王鹏跃等(2014)通过对不同比例混合的包装气体对椪柑品质的影响研究,结果表明,5%O₂+3%CO₂+92%N₂下椪柑品质保鲜效果最好。

4. 食品货架期预测模型研究

近年来,国内外有关货架期预测模型的研究主要集中于以温度为基础的动力学模型、微生物生长动力学模型、人工神经网络模型和支持向量机模型等。

以温度为基础的货架期预测模型的研究主要集中于Arrhenius方程、WLF(Williams-Landel-Ferry)方程、Z值模型法等。其中,Arrhenius方程得以广泛应用:基于蔬菜叶绿素、酚类物质含量,酶活性,维生素C含量等指标建立的蔬菜货架期预测模型(张利平,2012);基于鸡蛋质量、蛋黄系数和气室高度等鸡蛋品质指标所构建的基于Arrhenius方程的鸡蛋货架期预测模型(于滨,2012)。王晓兰(2006)等人将加速预测模型与产品货架期预测的质量损失模型和反应动力学模型相结合,大大提高了预测精度。

目前大多数的预测模型是微生物为品质指标,使得微生物生长的动力学模型得以广泛应用。李志勇等(2001)对牛奶货架期与牛奶细菌数对数值进行二次回归,表明牛奶细菌数对数值与货架期密切相关,有效地预测了牛奶的货架期;张立奎等(2004)建立了生菜中微生物腐败的动力学模型,实现了货架期预测;Galindo等(2005)建立代谢热量与微生物生长时间的模型,实现了货架期预测;肖琳琳等人(2005)提出了运用SSO(specific spoilage organism特定腐败机体)生长动力学模型预测货架期;Shorten等(2004)建立了蔬菜的微生物生长模型,预测了蔬菜的货架期;李军等(2004)运用Ratkowsky扩展模型对不同温度、pH