

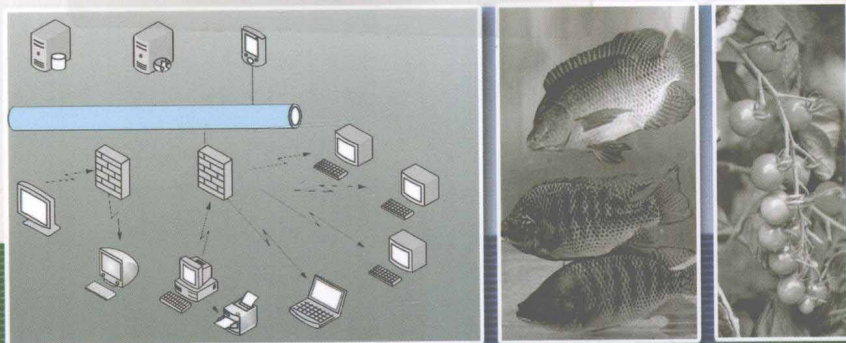


现代农业高新技术成果丛书

生鲜农产品质量安全 可追溯系统研究

Traceability System Development and Application in
Live and Fresh Agricultural Products

傅泽田 张小栓 张领先 李鑫星 等编著



中国农业大学出版社
CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY PRESS



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

现代农业高新技术成果丛书

生鲜农产品质量安全 可追溯系统研究

Traceability System Development and Application
in Live and Fresh Agricultural Products

傅泽田 张小栓 张领先 李鑫星 等编著

中国农业大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书针对生鲜农产品供应链质量安全追溯关键技术、系统开发、系统应用等问题,分3部分进行论述:第一部分(第2章至第5章)基于信息流建模思路,集成系统动力学、模糊数学等方法,针对生鲜农产品供应链质量安全可追溯建模方法进行研究;第二部分(第6章至第9章)针对蔬菜、水产品 and 肉类食品等重要农产品的供应链的主要环节(生产、加工和生鲜农产品质量安全与可追溯),开发质量安全可追溯系统,实现原始信息采集、传输与系统建模,为最终用户提供信息服务,用于查找造成质量问题的原因,确定产品的原产地和特征以及向上层进行追溯;最后一部分(第10章)从信息系统管理角度出发,基于供应链管理和市场“结构—行为—绩效”理论,应用关键成功因素分析法将企业实施可追溯系统的关键影响因素分为两个方面——组织环境和组织特征,并结合实地调研情况进行实证分析。

本书可以作为农业信息化、农业系统工程、信息系统与管理等学科研究人员的参考书籍,也可供食品安全与管理及相关领域咨询人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

生鲜农产品质量安全可追溯系统研究/傅泽田等编著. —北京:中国农业大学出版社,2012.1

(现代农业高新技术成果丛书)

ISBN 978-7-5655-0441-9

I. ①生… II. ①傅… III. ①农产品—质量管理:安全管理 IV. ①F307.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 226030 号

书 名 生鲜农产品质量安全可追溯系统研究

作 者 傅泽田 张小栓 张领先 李鑫星 等编著

策划编辑	张苏明	责任编辑	张苏明
封面设计	郑 川	责任校对	陈 莹 王晓凤
出版发行	中国农业大学出版社		
社 址	北京市海淀区圆明园西路2号	邮政编码	100193
电 话	发行部 010-62731190,2620	读者服务部	010-26732336
	编辑部 010-62732617,2618	出 版 部	010-62733440
网 址	http://www.cau.edu.cn/caup	e-mail	cbszs@cau.edu.cn
经 销	新华书店		
印 刷	涿州市星河印刷有限公司		
版 次	2012年5月第1版	2012年5月第1次印刷	
规 格	787×1 092 16开	25印张	610千字
定 价	85.00元		

图书如有质量问题本社发行部负责调换

现代农业高新技术成果丛书

编审指导委员会

主 任 石元春

副主任 傅泽田 刘 艳

委 员 （按姓氏拼音排序）

高旺盛 李 宁 刘庆昌 束怀瑞

佟建明 汪懋华 吴常信 武维华

出版说明

瞄准世界农业科技前沿,围绕我国农业发展需求,努力突破关键核心技术,提升我国农业科研实力,加快现代农业发展,是胡锦涛总书记在 2009 年五四青年节视察中国农业大学时向广大农业科技工作者提出的要求。党和国家一贯高度重视农业领域科技创新和基础理论研究,特别是 863 计划和 973 计划实施以来,农业科技投入大幅增长。国家科技支撑计划、863 计划和 973 计划等主体科技计划向农业领域倾斜,极大地促进了农业科技创新发展和现代农业科技进步。

中国农业大学出版社以 973 计划、863 计划和科技支撑计划中农业领域重大研究项目成果为主体,以服务我国农业产业提升的重大需求为目标,在“国家重大出版工程”项目基础上,筛选确定了农业生物技术、良种培育、丰产栽培、疫病防治、防灾减灾、农业资源利用和农业信息化等领域 50 个重大科技创新成果,作为“现代农业高新技术成果丛书”项目申报了 2009 年度国家出版基金项目,经国家出版基金管理委员会审批立项。

国家出版基金是我国继自然科学基金、哲学社会科学基金之后设立的第三大基金项目。国家出版基金由国家设立、国家主导,资助体现国家意志、传承中华文明、促进文化繁荣、提高文化软实力的国家级重大项目;受助项目应能够发挥示范引导作用,为国家、为当代、为子孙后代创造先进文化;受助项目应能够成为站在时代前沿、弘扬民族文化、体现国家水准、传之久远的国家级精品力作。

为确保“现代农业高新技术成果丛书”编写出版质量,在教育部、农业部和中国农业大学的指导和支持下,成立了以石元春院士为主任的编审指导委员会;出版社成立了以社长为组长的项目协调组并专门设立了项目运行管理办公室。

“现代农业高新技术成果丛书”始于“十一五”,跨入“十二五”,是中国农业大学出版社“十二五”开局的献礼之作,她的立项和出版标志着我社学术出版进入了一个新的高度,各项工作迈上了新的台阶。出版社将以此为新的起点,为我国现代农业的发展,为出版文化事业的繁荣做出新的更大贡献。

中国农业大学出版社

2010 年 12 月

前言

我国是生鲜农产品的生产大国,同时,生鲜农产品也是我国加入 WTO 后为数不多的优势农产品之一,对全国农产品和总商品在世界贸易中保持贸易顺差做出了很大贡献,对拉动农业经济和整个国民经济的发展也发挥着重要的作用。但是由于生鲜农产品供应链质量安全目前存在诸多问题,如生鲜农产品物流技术和设施落后;流通环节多,交易成本高,腐损严重;重表轻质,品质不高,大多数农产品都没有实现质量安全的可追溯,损害了生产者和消费者的利益。因此,重构生鲜农产品供应链质量安全体系,建立质量可追溯系统,完成生鲜农产品从田间到餐桌全程监控,建设现代化的生鲜农产品供应链,不仅可以提升我国生鲜农产品生产技术与管理水平,带动全国生鲜农产品安全 and 质量的提高,发展农村经济,提高农民收入,还有利于促进生鲜农产品出口,为早日实现我国从世界生鲜农产品生产大国向世界生鲜农产品产销强国的历史性转变打下良好基础,其意义十分巨大。

生鲜农产品质量安全可追溯系统的开发、推广和应用,将在社会领域和经济领域产生重大的影响,对于提升我国农产品国际竞争力具有可预见的现实意义:(1)提升生鲜农产品供应链参与主体的质量安全意识。与国外相比较,我国生鲜农产品生产与销售具有较大的分散性,区域广,难以管理。通过项目的研究与示范,可有效实现供应链信息的集成与传递,提高生鲜农产品供应链参与主体的质量安全意识。(2)提升对整个供应链的监控水平,明晰质量安全责任,减少经济损失。在质量跟踪过程中,系统跟踪农产品加工与运输的各个环节,各种信息都受到监控并配合预警设备使用,这样可以控制个别变质产品对整个供应链造成损失,使经济损失控制在最低范围内。质量安全可追溯系统的全过程可以查询到农产品加工与运输各个环节的信息,如果出现质量问题可以马上定位到某个环节甚至到某个工作人员,做到责任明晰。可追溯体系的宽度越广、深度越深、精确度越详细,则甄别企业及确定其对特定风险的责任越清晰。(3)提高农产品的国内与国际竞争力。建立质量安全追溯体系可以为产品标识“身份”,为消费者提供可靠的农产品,不仅在国内可以建立农产品的可信度并提高竞争力,在国际上,也可以有效解决我国在国际贸易中的纠纷协调问题,提高国际竞争力。(4)建立产品消费者可信度,扩大销售数量与范围。质量安全可追溯系统保证了农产品从生产、加工到运输、销售的全过程可追溯,解决了农产品的安全问题,从而建立了农产品的可信度,并进而扩大农产品的销售数量和范围。

本书针对生鲜农产品供应链质量安全跟踪(从上游往下游)与溯源(从下游往上游)中的关键技术、系统开发、系统应用等,分3个部分进行论述。第一部分(第2章至第5章)基于信息流建模思路,集成系统动力学、模糊数学等方法,针对生鲜农产品供应链质量安全可追溯建模方法进行研究。第二部分(第6章至第9章)针对蔬菜、水产品和肉类食品等重要农产品的供应链的主要环节(生产、加工和生鲜农产品质量安全与可追溯),开发质量安全可追溯系统,实现原始信息采集、传输与系统建模等,为最终用户提供信息服务,用于查找造成质量问题的原因,确定产品的原产地和特征以及向上层进行追溯。最后一部分(第10章)从信息系统管理角度出发,基于供应链管理和市场“结构—行为—绩效”理论,应用关键成功因素分析法将企业实施可追溯系统的关键影响因素分为两个方面:组织环境和组织特征。在组织特征分析中,主要针对3个方面:一是供应链结构变化,二是农业企业的行为,包括实施可追溯系统的困难和激励因素,三是农业企业实施可追溯系统的成本/收益,并结合实地调研情况进行实证分析。

本书是国家863计划项目“生鲜农产品质量安全可追溯系统研究与示范”、国家自然科学基金项目“农产品质量安全可追溯建模方法”、欧盟FP6项目“发展与集成新技术以提升冷冻食品质量安全”、天津市校企合作项目“天津市动物源性食品质量安全检测方法可与追溯系统研究与示范”等国家级、国际合作、省部级项目的研究成果,也是本人及领导的研究团队张小栓、穆维松、张健等及已毕业研究生的成果的总结:第2章,李楠;第3章,张健、李辉、任晰;第4章,汪庭满、刘璐;第5章,张健、李辉、张虎;第6章,付骁;第7章,张海涛、徐峰;第8章,施亮;第9章,卢功明、刘树;第10章,王锋。在后期成果整理过程中,得到邢少华、马常阳、齐林、张雷、韩玉冰等研究生的帮助与支持。

本书可以作为农业信息化、农业系统工程、信息系统与管理等学科研究人员的参考书籍,也可供食品安全与管理及相关领域咨询人员参考使用。

傅泽田

2011年9月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 问题提出与研究意义	1
1.2 研究现状	2
1.2.1 生鲜农产品可追溯系统应用现状	2
1.2.2 生鲜农产品可追溯系统开发研究	4
1.2.3 可追溯信息与支付意愿研究	6
1.2.4 实施农产品安全制度的成本和收益研究	7
1.2.5 国内外研究文献评述	8
1.3 研究内容、技术路线与技术特色	9
1.3.1 技术路线	9
1.3.2 研究内容	9
1.3.3 研究的特色及其创新点	11
参考文献	12
第 2 章 养殖环节质量安全建模	17
2.1 水产品“养殖环境—质量安全”机理与实验研究	17
2.1.1 养殖环境与质量安全机理	17
2.1.2 试验设计与方法	21
2.1.3 水体与鱼体单项理化指标与评价	22
2.1.4 池塘主要污染物的危害性及其环境行为的理论分析	24
2.2 基于分类回归树和广义相加模型的污染物浓度预测模型	28
2.2.1 污染物浓度预测理论模型的构建	28
2.2.2 污染物浓度预测模型实证	32
2.3 基于一阶反应动力学的生物积累浓度预测模型	45
2.3.1 污染物生物积累过程的影响因素	45
2.3.2 生物积累过程的经典数学模式	46

2.3.3	鱼体积累污染物浓度预测的回归理论模型.....	47
2.3.4	模型实证分析.....	48
2.4	基于贝叶斯和蒙特卡洛模拟的水产品质量安全风险评价.....	56
2.4.1	不确定性分析与水产品质量安全风险的定义.....	56
2.4.2	基于贝叶斯和蒙特卡洛模拟的不确定性分析理论模型.....	57
2.4.3	模型实证分析.....	60
2.4.4	水产品受污染的风险分析.....	65
	参考文献.....	68

第3章 加工环节质量安全建模 71

3.1	基于BOM的肉类质量可追溯数据模型构建.....	71
3.1.1	食品质量可追溯概念模型.....	71
3.1.2	食品可追溯系统可追溯单元分析.....	74
3.1.3	基于BOM的食品质量可追溯模型.....	77
3.1.4	小结.....	84
3.2	基于BOM-Petri的食品生产质量可追溯过程模型构建.....	84
3.2.1	食品生产过程分析.....	85
3.2.2	基于工作流网的食品生产业务模型.....	87
3.2.3	基于BOM-Petri的食品加工过程建模方法.....	95
3.3	食品追溯批次优化建模与实证研究.....	98
3.3.1	食品追溯批次优化方法选择.....	98
3.3.2	食品追溯批次优化模型的建立.....	100
3.3.3	食品追溯批次优化实证研究.....	103
3.4	食品加工过程质量追溯模型构建.....	105
3.4.1	基于SPC的食品加工过程质量跟踪模型.....	105
3.4.2	基于FTA的食品加工过程质量溯源模型.....	115
	参考文献.....	120

第4章 流通环节质量安全建模..... 122

4.1	冷链运输过程中生鲜农产品品质变化机理.....	122
4.1.1	冷链运输过程中生鲜农产品变质的影响因素分析.....	122
4.1.2	不同影响因素对生鲜农产品品质的影响机理.....	123
4.2	水产品冷链时间-温度数据的采集与传输.....	128
4.2.1	水产品冷链时间-温度数据采集设备的选配.....	128
4.2.2	冷藏车厢时间-温度数据采集的理论建模.....	131
4.2.3	温度传感器布局与优化.....	135
4.2.4	时间-温度数据的传输.....	138
4.2.5	实证研究.....	140

4.3 水产品冷链温度数据的分类	142
4.3.1 基于数据挖掘与数据融合的时间-温度数据分类框架	142
4.3.2 水产品冷链时间-温度数据的自动分类模型	146
4.3.3 实证研究	149
4.4 水产品品质的安全状态与响应策略	152
4.4.1 水产品冷链的决策目标	152
4.4.2 水产品冷链的决策信息	153
4.4.3 决策支持 1:操作安全评价模型	155
4.4.4 决策支持 2:品质评价	157
4.4.5 水产品品质安全状态与响应策略	159
4.4.6 实证研究	160
参考文献	162
第 5 章 养殖-加工过程质量安全追溯模型	164
5.1 基于 Petri 网的肉类食品安全追溯模型	164
5.1.1 质量安全风险分析模型的选择	164
5.1.2 基于 Petri 网模型的食品供应链追溯模型	165
5.1.3 基于 Petri 网的肉类食品安全追溯模型实证	169
5.2 基于扩展生成树结构的牛肉质量安全追溯模型	173
5.2.1 牛肉质量安全事件因果分析机制	173
5.2.2 生成树及最小生成树	177
5.2.3 基于扩展生成树结构的牛肉质量安全事件因果追溯方法	179
5.2.4 牛肉质量安全事件综合分析法与应用案例	183
5.3 基于粗糙集理论的牛肉质量安全因果知识获取	186
5.3.1 粗糙集理论在牛肉质量安全因果知识提取中应用的难点问题	187
5.3.2 牛肉生产运行数据信息表的约简方法	188
5.4 肉类食品追溯系统中的证据融合	190
5.4.1 证据理论的决策算法分析	191
5.4.2 肉类食品追溯系统证据融合算法的改进	192
5.4.3 改进证据融合理论的实证	197
5.4.4 改进证据融合理论算法的实证分析	200
5.4.5 小结	203
参考文献	203
第 6 章 蔬菜质量安全可追溯系统开发	204
6.1 系统分析	204
6.1.1 影响蔬菜质量安全的因素分析	204
6.1.2 蔬菜生产系统动力学分析	209
6.1.3 蔬菜生产过程的重要环节分析	210

6.2 系统设计	212
6.2.1 蔬菜质量安全可追溯模型	212
6.2.2 系统原型设计	216
6.2.3 模块设计	218
6.2.4 数据库设计	219
6.3 系统实现	221
6.3.1 开发环境的选择	221
6.3.2 系统功能实现的关键技术	221
6.3.3 系统实现界面	222
参考文献	227

第7章 水产品质量安全可追溯系统..... 230

7.1 水产品质量安全可追溯系统领域分析	231
7.1.1 我国水产品质量安全的SWOT分析	231
7.1.2 水产品供应链结构与质量安全	235
7.1.3 水产品供应链质量安全关键点分析	242
7.2 水产品质量安全可追溯系统的设计与实现	244
7.2.1 水产品质量安全可追溯系统设计原则	245
7.2.2 水产品质量安全可追溯系统关键技术	246
7.2.3 水产品质量安全可追溯系统框架设计与实现	249
7.3 水产品质量安全可追溯系统实施效果分析	256
7.3.1 可追溯体制实施对水产品供应链的优化机理	257
7.3.2 基于可追溯性的水产品供应链管理新模式	257
7.3.3 案例分析	260
7.3.4 结果分析	261
参考文献	262

第8章 肉牛养殖质量可追溯系统..... 264

8.1 基于HACCP的肉牛养殖过程分析	264
8.1.1 我国肉牛养殖的业务流程分析	264
8.1.2 肉牛养殖过程危害分析及关键控制点研究	266
8.1.3 质量影响因素特征研究	272
8.2 肉牛养殖数字化管理系统质量追溯模型设计	273
8.2.1 基于RFID的质量追溯数据采集模型	273
8.2.2 基于风险传播的肉牛养殖管理系统质量跟踪模型	278
8.2.3 基于WF-NET的肉牛养殖质量溯源模型	282
8.3 肉牛养殖数字化管理系统设计与实现	286
8.3.1 系统设计	286
8.3.2 系统实现	292
参考文献	296

第 9 章 肉类食品加工质量可追溯系统	298
9.1 牛肉加工追溯信息识别技术分析	298
9.1.1 牛肉加工生产链和牛肉加工追溯主要信息	298
9.1.2 基于 RFID 技术的牛肉加工数据采集与传输	299
9.2 基于 RFID 的牛肉加工追溯系统的设计	300
9.2.1 牛肉加工追溯系统的需求分析	300
9.2.2 牛肉加工数据流分析	301
9.2.3 牛肉加工数据采集点设计	303
9.2.4 基于 RFID 的牛肉加工追溯系统框架和功能设计	303
9.2.5 本系统开发采用的主要技术	306
9.2.6 数据库设计	310
9.3 基于 RFID 的牛肉加工追溯系统的实现	313
9.3.1 系统开发环境	313
9.3.2 可追溯单元识别编码	314
9.3.3 数据访问组件	315
9.3.4 基于 RFID 的牛肉加工数据采集与传输系统的实现	317
9.3.5 服务器管理系统的实现	317
参考文献	320
第 10 章 可追溯有效实施理论与实证	322
10.1 农业企业实施可追溯系统的理论框架分析	322
10.1.1 研究范围及概念界定	322
10.1.2 供应链环境下农产品可追溯系统实施过程分析	323
10.1.3 供应链环境下可追溯系统实施的关键因素分析框架	329
10.2 农业企业实施可追溯系统的结构分析	334
10.2.1 理论框架	334
10.2.2 实证分析方法与案例选取	347
10.2.3 实证结果分析	348
10.3 农业企业实施可追溯系统的行为分析	350
10.3.1 理论框架	350
10.3.2 实证分析方法及数据来源	355
10.3.3 实证结果分析	357
10.4 农业企业实施可追溯系统的绩效分析	361
10.4.1 理论框架	361
10.4.2 实证分析方法及数据来源	368
10.4.3 实证结果分析	373
参考文献	377

1.1 问题提出与研究意义

近年来,疯牛病、二噁英、三聚氰胺等食品安全事件频繁发生,引发了人们对食品安全的恐慌,使得消费者对加强食品安全监管的呼声愈来愈高,这些问题引起全社会的广泛关注和政府的高度重视,也推动了食品安全可追溯系统的研究。所谓可追溯系统,是利用已记录的产品标记(这种标记对每一批产品都是唯一的,即标记和被追溯对象有一一对应关系,同时,这类标记已作为记录保存)追溯产品的历史(包括用于该产品的原材料、零部件的来历)、应用情况、所处场所和加工贮存时间的全过程查询体系。在农产品供应的整个过程中对农产品的各种相关信息进行记录存储,在出现产品质量问题时,能够快速有效地查询到出问题的原料或加工环节,必要时进行产品召回,实施有针对性的惩罚措施,由此来提高产品质量水平。“生鲜农产品质量安全可追溯系统”是追踪生鲜农产品进入市场各个阶段(从生产到流通的全过程)的系统,有助于质量控制和在必要时召回产品。

我国生鲜农产品供应链的过程一般都会经过以下几个主要的环节:原料生产→运输→加工→批发商→零售商→消费者。从生产环节来看,农产品原料生产的主体主要是以分散经营的小农户为主,农户生产规模小,经营分散,生鲜农产品分级和包装技术水平低,管理困难;在加工环节,大量家庭作坊式的小型食品企业根本不具备生产合格产品的必备条件;在流通环节中,由于包装、储藏、运输等设施的落后和管理不完善,容易造成食品的二次污染;在销售环节,摊贩仍然占有很大比重,由于监管不力,常成为传染病的传播中心。目前我国生鲜农产品零售商的情况最复杂,包括各种农贸市场、规模大小的超市及综合性的零售店和地摊销售等。据调查,目前有87.8%的消费者在农贸市场买菜,农贸市场仍然是城镇居民生鲜农产品的主要供应场所,这种情况在中小城市和广大农村尤其普遍。由于生鲜农产品供应链中存在着供应链渠道长、供应主体分散、冷藏链技术差、产品检测手段与标准落后、检测范围狭窄等多方面问题,无法确保质量安全和实现生鲜农产品的可追溯,不仅严重影响了生鲜产业的质量和经济效益,而且影响了人民的生活水平。

随着我国加入 WTO 以及人民生活水平的提高,生鲜农产品质量安全问题已成关键问题。如何实现生鲜农产品的可追溯是当今的主要挑战和关注焦点之一,它不仅关系到公众的身体健康,而且对农业发展、农民增收、农业贸易和农业现代化建设具有重大影响,已成为新时期我国农业和农村经济发展的重大问题(胡兰英,2004)。近年来,WHO、FAO、OECD、IEO 和 WTO 等有关国际组织十分重视并特别强调各国应加强食品安全管理体系的建立和不断提高完善,其主要目标是要更为有效地增强全球范围内的食品的可追溯性,提高食品的安全水平。

本研究的目的是集成运用计算机网络与通信技术、自动化检测与识别技术、电子标签技术、人工智能与系统仿真技术,建立生鲜农产品(以水产品、肉类、蔬菜为例)从生产源头到销售终端的质量安全追溯体系,实现生鲜农产品供应链质量全过程的追溯管理,满足居民对生鲜食品质量信息获取的需求,为相关企业适应国际市场提供技术保障,同时对可追溯的信息与支付意愿、实施可追溯的成本和收益进行研究,为政府决策提供参考,为企业实施可追溯系统提供建议。

1.2 研究现状

1.2.1 生鲜农产品可追溯系统应用现状

1.2.1.1 生鲜农产品可追溯系统的发展

可追溯系统的产生起因于 1996 年英国疯牛病引发的恐慌,另两起食品安全事件——丹麦的猪肉沙门菌污染事件和苏格兰大肠杆菌事件(导致 21 人死亡)也使得欧盟消费者对政府食品安全监管缺乏信心,这些食品安全危机促进了可追溯系统的建立。为此,畜产品可追溯系统首先在欧盟范围内产生和建立起来,政府通过食品的可追溯管理为消费者提供所消费食品更加详尽的信息(Dee Von B,2002)。专家预言在与动物产品相关的产业链中,实行强制性的动物产品“可追溯”化管理是未来发展的必然,它将成为推动农业贸易发展的潜在动力(Wim Verbeke et al,2001)。

为了提高消费者的安全信心以及畜产品的地区和品牌优势,世界各国争相发展和实施家畜标识制度和畜产品追溯体系,有的已立法强制执行。

欧盟要求大多数国家对家畜和肉制品开发实施强制性可追溯制度。2000 年制定了(EC) NO. 1760/2000,对牛的识别、注册体系以及牛肉制品的标识做出了明确规定。欧盟的畜体身份和登记系统由包含唯一的个体注册信息的耳标、出生、死亡和迁移信息的计算机数据库、动物护照以及农场注册机构组成。欧盟法规(EC) NO. 178/2002 要求从 2004 年起在欧盟范围内销售的所有食品都能够进行跟踪与追溯,否则就不允许上市销售。家畜标识和注册系统已经实施,提供动物产品源头追踪,饲料和饲养操作透明公开。要求所有欧盟牛肉产品的标签必须包含如下信息:出生国别、育肥国别、与牛肉关联的其他畜体的引用数码标识、屠宰国别以及屠宰厂标识、分割包装国别以及分割厂的批准号和是否是欧盟成员国生产等重要信息。另外,2004 年 4 月底,在德国不来梅市举行的联合国粮农组织(FAO)渔业委员会水产品贸易分委会第 9 次会议上,欧盟明确表示从 2005 年 1 月 1 日起,凡在欧盟市场销售的水产类食品上必须贴有可追溯标签,否则拒绝进入(杨尚斌,2005)。

美国国会 2002 年通过了《生物反恐法案》，将食品安全提高到国家安全战略高度，国家对食品安全实行强制性管理，要求企业必须建立产品可追溯制度。食品与药品管理局(FDA)要求在美国国内和外国从事生产、加工、包装和掌握人群或动物消费的食品部门，于 2003 年 12 月 12 日前必须向 FDA 登记，并应建立和保持可查询原料供应商和产品收购商的生产记录。2004 年 5 月美国公布《食品安全跟踪条例》，要求所有涉及食品运输、配送和进口的企业要建立并保全相关食品流通的全过程记录(邢文英，2006)。

日本从 2001 年起在肉牛生产供应体制中全面导入信息可追踪系统(郭斌等，2004)。2002 年 6 月 28 日，日本农林水产省正式决定，将食品信息可追踪系统推广到牡蛎等水产养殖产业，使消费者在购买水产品时可以通过商品包装获取品种、产地以及生产加工流通过程的相关履历信息。2003 年 6 月通过了《牛只个体识别情报管理特别措施法》，并于同年 12 月 1 日开始实施。2004 年 12 月开始立法实施牛肉以外食品的追溯制度。

我国食品可追溯体系制度建设还处于起步阶段，各地区、各部门开展了一些试点示范工作(樊红平，2007)。2004 年起，农业部启动“进京蔬菜产品质量追溯制度”；南京市启动农产品质量 IC 卡管理体系；上海市搭建“上海食用农副产品质量安全信息平台”，对食用农副产品的生产过程监控、条码识别和网络查询进行系统管理，企业通过“食用农副产品安全信息条形码”给每个产品建立起相应的生产档案；海南有关部门通过采用 EAN·UCC 系统对该省水产品生产、包装、储藏、运输、销售的全过程进行标识；天津率先实施猪肉安全追溯制度；山东在寿光田苑蔬菜基地和洛城蔬菜基地采用条码技术进行蔬菜质量安全可追溯系统的探索。

国家食品药品监督管理局等部门 2004 年 4 月确定肉类行业作为食品安全信用体系建设试点行业，开始启动肉类食品追溯制度和系统建设项目。试点工作的相关任务包括：制定适合我国国情的技术标准和管理规范，制定《肉类制品跟踪与追溯应用指南》和《生鲜产品跟踪与追溯应用指南》；建立我国肉类制品和生鲜肉食品追溯系统，制订肉类食品追溯应用解决方案等。

1.2.1.2 生鲜农产品可追溯系统的类型

目前，可追溯系统分类方法众多，不同学者从不同角度给出了各种分类。为了更好地理解农产品可追溯系统，本研究对这些分类方法进行了归纳总结。

1. 根据信息记录的方式划分

文件记录追溯系统：适合产量不太大、规模较小的企业。其优点就是便宜，信息容易变动。但如果信息量大的话，将耗费大量时间，而且也需要大量的存储空间。

电子记录追溯系统：分为基于条形码的系统和基于无线射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)的系统。其优点是系统能够准确记录大量信息。

2. 根据信息流的传递量划分

A 型系统：每个供应链节点从它的前面一个节点中获取相关的信息。该类型系统的优点是要传送的信息量比较少，因而交易费用较低；缺点是每一个节点在所传递信息的数量和质量方面必须信任前一节点，这对紧急情况的处理不利。

B 型系统：每个供应链节点从所有之前的节点接收相关信息，信息的完整性得到了有效控制，其跟踪和追溯的速度比 A 型系统要快很多，供应链的透明性也比 A 型系统要大；缺点是每个节点要传送的信息量增加了。

C 型系统:每个供应链节点为一个单独的中央组织提供信息,由中央组织来为整个供应链组合所有的信息,这可解决信任问题,也使跟踪和追溯理论上能很快得到执行以及整个可追溯系统能得到有效的维护;缺点是总费用可能较大。

3. 根据食品的流通过程划分

原产地(属地)信息追溯系统:主要指食品供应的源头,如白菜、大豆的原产地的基本信息。

食品加工过程信息追溯系统:主要指食品加工的生产流程、加工环境、加工方法与步骤等信息。食品加工方式的不同会影响食品的特质,对食品的口味、储存时间等都会产生一定的影响。

存储与运输信息追溯系统:主要针对食品的储运过程,有些食品,特别是水产品、肉类、熟食、新鲜水果、蔬菜、饮料等是有一定的保质期的,并且要求一定的环境条件,如温度、湿度等,不符合要求可能导致食品腐烂、变质,因此类似的信息需要采集和分析,以保证食品的安全性。

4. 根据政府要求划分

强制性可追溯系统:政府制定相关法律法规,强制要求企业的产品必须具备可追溯性,否则不允许上市销售,并采取惩罚措施,把产品的可追溯性上升到了法律法规的高度。

自愿性可追溯系统:企业考虑到品牌、声誉和长远利益,为了提高产品的档次和赢得消费者的信任,自愿建立实施的可追溯系统。实践中,自愿性可追溯系统一般由行业协会或产品供应链上的主导优势企业牵头,以主导企业为核心,与供应链中的上下游企业协同合作,共同开发、建立并维持系统的运行。

5. 根据追溯范围划分

内部追溯系统:在供应链节点的单个企业范围内对产品质量安全问题进行追溯,包括产品的组成成分以及包装等细节,追溯只在企业内发挥作用。

外部追溯系统:在供应链范围内对每个节点的产品质量安全问题进行追溯,包括产品的组成成分以及包装等细节,由上游追溯和下游跟踪组成(见图 1.1,以水产品为例)。

1.2.2 生鲜农产品可追溯系统开发研究

1.2.2.1 可追溯系统开发技术

国内外研究者相继采用各种技术对农产品从“农田到餐桌”进行信息集成,开发可追溯系统,为农产品相关企业和消费者提供信息查询服务。

在国外,综合专家系统、身份识别和 RFID 等技术相继开发了转基因食品、冷冻冷藏食品、肉类等可追溯系统。Julie A. Caswell(2006)构建了水产品供应链可追溯系统;Miraglia 等(2004)开发了转基因食品质量可追溯系统;Cimino 等(2005)利用自动读取设备,开发了农产品供应链质量可追溯的信息存储体系;Yoji Taniguchi 等(2005)探讨了利用 IC 卡作为可追溯系统存储设备的解决方案;Koutsoumanis 等(2005)开发了冷藏食品质量安全保证系统;McMeekin 和 Baranyi(2006)综合专家系统、RFID、动物身份识别、计算机等技术,建立了肉类质量可追溯信息系统;Regattieri 和 Gamberi(2007)利用 RFID 技术,设计了易腐类食品质量可追溯系统总体架构,利用试验数据证实了架构可行性与有效性。

在国内,周应恒等(2002)较早地开始研究可追溯系统在食品质量保障中的应用,认为应用可追溯系统的意义在于:有利于食品质量安全与健康的保障;有利于食品质量安全管理;有

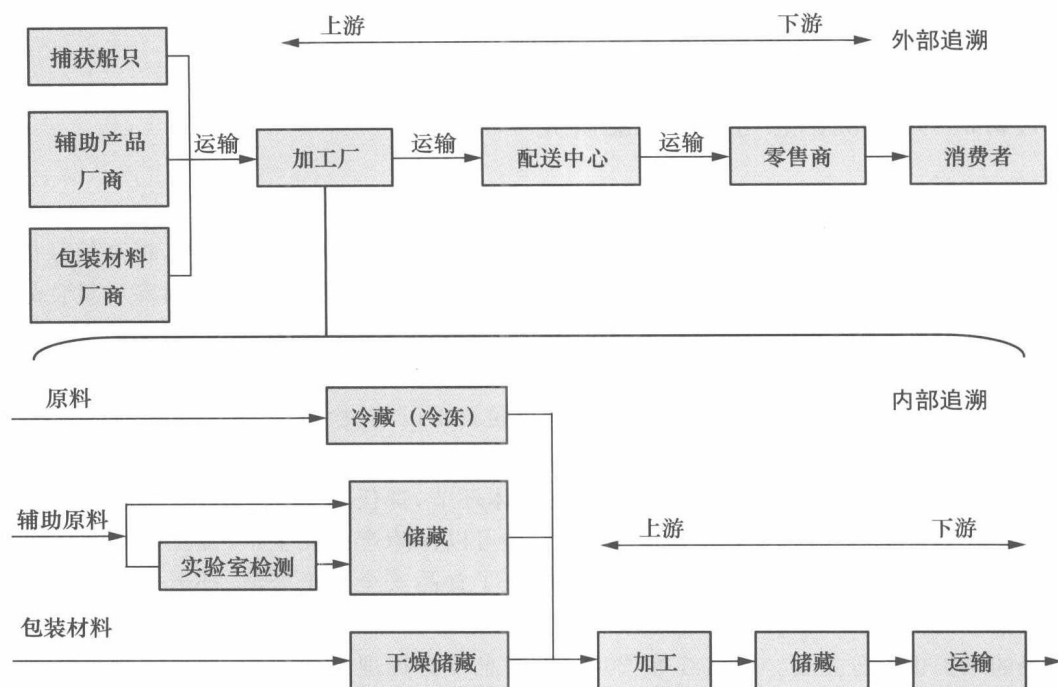


图 1.1 水产品的内部追溯和外部追溯过程

利于通过向消费者提供正确的信息进行公开交易；有利于收集对健康产生长期影响的传染学上的数据，从而促进风险管理的发展。从 2004 年起，我国也开始陆续开展农产品质量安全可追溯系统研究，目前主要集中在蔬菜、水产品与肉类等大宗生鲜农产品领域。比如：李兴民(2006)、谢菊芳(2006)利用不同的技术开发安全猪肉可追溯系统；杨林(2005)集成 EAN·UCC 与 HACCP 体系实现了鳗鱼供应链全过程追溯；周欢等(2005)构建了基于供应链管理的农产品安全监控信息平台；白云峰等(2005)开发了肉鸡安全生产质量监控可追溯系统；杨信廷等(2006)开发了以安全追溯体系为目标的农产品电子档案管理系统；管林森等(2006)开发了符合中国牛肉生产实际的质量跟踪与追溯系统；陶志强等(2006)、殷守仁(2007)探讨了北京市蔬菜、水产品领域质量安全可追溯系统的应用；李广明等(2007)探讨了 RFID 技术在食品安全追溯中的应用和管理。

1.2.2.2 质量风险分析与可追溯建模研究

在农产品质量安全领域，质量控制系统大致都离不开以下几种国际上已公认的食品安全的最佳控制模式：从农田到餐桌；良好农业规范(GAP)；良好生产规范(GMP)；在良好卫生规范(GHP)实施的基础上推行危害分析与关键控制点(HACCP)体系。

基于此，从 20 世纪 90 年代末期，国外学者开始关注可追溯的系统建模，到 21 世纪受到越来越多的重视。比如，Allan Cheng(1997)利用 Petri 网对制造业产品的跟踪过程进行建模；Antoni Marczyk 等(2006)集成 D 型图论与超图建立了质量追溯的描述模型；Loos(2001)提出用 Gozinto graphs 来描述食品追溯模型，C. A. van Dorp(2002)改进了该算法，并实现了模型；Orru'和 Napolitano 等(2006)通过分析日志管理信息，构建了可追溯系统中最佳指令选择模型；Garrido 等(2006)建立了追踪数控制造流程的信息模型，运用 CNC 报告数据及 CAD 设计