

秦立公, 韦金荣, 王宁宁. HACCP 驱动的生态农产品全供应链质量安全控制[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(9): 258-261.

HACCP 驱动的生态农产品全供应链质量安全控制

秦立公, 韦金荣, 王宁宁

(桂林理工大学管理学院, 广西桂林 541004)

摘要: 危害分析与关键控制点(HACCP)驱动下的生态农产品全供应链质量安全控制模式可利用企业有限的关联资源, 投入到生态农产品加工质量安全控制最需要和最有效的环节, 将可能发生的安全危害消除在从原材料到消费终端全供应链管控中, 最终实现全供应链质量安全控制。介绍了 HACCP 体系与全供应链质量安全控制的有关理论, 并对生态农产品加工质量安全控制水平进行建模分析。结果表明, HACCP 驱动下的生态农产品全供应链质量安全控制可有效管控从原材料到消费终端的安全危害, 提高全供应链质量安全控制水平。

关键词: HACCP; 生态农产品; 全供应链

中图分类号: TS207.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)09-0258-04

随着“毒奶粉”“毒大米”“硫磺姜”等食品安全事故的发生, 人们对食品安全越来越重视。农产品是食品的重要组成部分, 人们对农产品及其加工品质量安全要求也越来越严格。因此, 加强农产品及其加工品质量安全的监督管理对于我国经济和社会发展有重要影响。本研究通过将 HACCP 体系与全供应链质量安全控制有机结合, 降低安全危害风险, 并预测和防止全供应链管控中可能出现的安全危害, 实现全供应链质量安全控制, 从而确保农产品的生态安全。

1 HACCP 体系与全供应链质量安全控制的结合

1.1 HACCP 体系简介

HACCP(hazard analysis and critical control point)即危害分析与关键控制点, 是一种控制食品安全危害的预防性体系, 确保食品在生产、加工、制造、准备、食用等过程中的安全, 是一种科学、合理、系统的危害识别、评价、控制方法。HACCP 可使食品安全危害风险降低到最小或可接受水平, 并预测和防止生产加工过程中出现影响食品安全的危害, 降低产品损耗。该体系的优点是将安全控制的重点由传统的对最终产品的检验转移到对加工过程及原材料质量进行管制, 这样就可避免因批量生产不合格产品而造成的巨大损失。HACCP 是目前全球公认有效的食品安全卫生质量保证体系, 近年来受到世界各国普遍关注。

传统的食品安全控制流程一般是靠经验或直觉去预测食品安全的潜在风险, 或是通过测试最终产品去寻找潜在危害, 而不是从预防的角度去采取措施, 因此具有一定的局限性。而在 HACCP 控制体系原则的指导下, 食品安全控制被融入到设计过程中, 而不是传统意义上的最终产品检测。

收稿日期: 2014-03-02

基金项目: 广西哲学社会科学规划研究课题(编号: 11FGL031); 广西学位与研究生教育改革与发展专项研究课题(编号: 201110596R06)。

作者简介: 秦立公(1962—), 男, 广西桂林人, 硕士, 教授, 主要从事物流与供应链管理研究。E-mail: 905684691@qq.com。

通信作者: 韦金荣, 硕士研究生, 主要从事物流与供应链管理研究。E-mail: weijinrong103@sina.com。

1.2 HACCP 驱动下质量安全控制思想的扩展

HACCP 驱动的生态农产品全供应链质量安全控制, 是指通过契约化利益联盟的方式向上原料供应、向下市场销售实施相应的质量安全控制, 将基于 HACCP 理念的生态农产品质量安全控制措施贯穿于原料的原料到消费的再消费全过程, 最大限度地降低食品质量安全风险。

传统的农产品质量监控环节大多局限于生产单元(P环), 根据 HACCP 前移控制的理念, 在对生态食品进行质量安全控制时, 向上可扩展到供应单元(S环), 向下可扩展到市场单元(M环), 将监控措施覆盖最初环境选择、原料生产到最终消费的全过程(图1)。同时在 HACCP 理念的驱动下, 实现供应链上各相关环节在生产企业的系统集成, 在统一规划实施的情况下做好各自质量安全问题的监管。

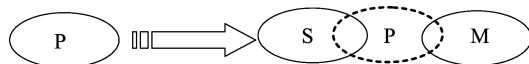


图1 农产品质量安全控制思想转换示意图

2 HACCP 驱动下生态农产品全供应链质量安全控制流程

生态农产品全供应链质量安全控制中的每个环节对其质量安全控制至关重要(图2)。在 HACCP 体系下, 预测和控制生产过程中影响农产品安全的因素, 防患于未然, 尽可能降低产品损耗(图3)。其质量安全控制流程如下。

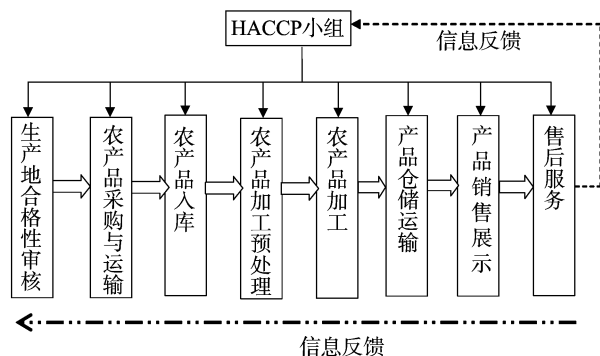


图2 HACCP驱动下生态农产品生产全供应链质量安全控制

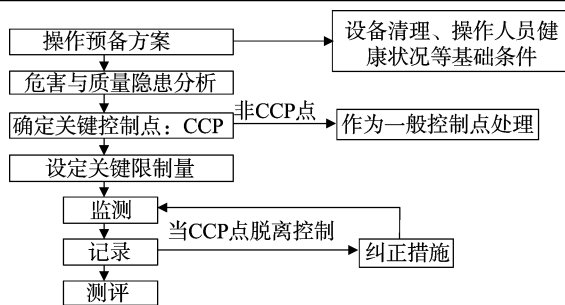


图3 生态农产品生产HACCP实施流程

2.1 成立专业 HACCP 小组

根据公司人力资源情况,由生产管理员、安全检测专员、采购员、销售员、部分技术骨干等成立专业的 HACCP 小组。同时聘请农业专家或高校学者担任技术顾问,帮助质量控制部门解决实际安全控制过程中出现的问题。

2.2 完善产品描述,绘制与确认工艺流程图

HACCP 小组在全面了解加工过程的基础上,绘制产品工艺流程图。该流程图包括产品的原料和辅料、加工、运输、贮存等所有影响食品质量的工序与有关信息,便于识别潜在危害。流程图应充分、明确,与实际加工操作保持一致。

2.3 确定关键控制点,设置关键限制值

确定防止、减少或消除食品安全危害到可接受水平的点。依据产品特性或生产工艺的复杂性等,确定关键控制点(CCP)的数量。对每个 CCP 须建立 1 个或多个参数作为关键限制值(CL),这些参数应能明确表明 CCP 是受控。HACCP 体系不仅要求分析确定潜在危害及其发生点,而且要对其危害程度进行评价。

2.4 建立有效的监控系统和纠偏方案

建立有计划、有程序的观察或测定来证明 CCP 处在控制中,监控计划必须能检出 CCP 的失误,并准确记录,便于验证。当记录结果表明生产过程偏离 CL 时,应及时采取纠偏措施,恢复控制。

2.5 完成审核验证,并保持文件记录

审核的目的是确定 HACCP 系统是否按计划实施,制定的 HACCP 计划能否符合实际生产加工过程。确保 CCP 的确定、监控措施、关键限值适当的,保证纠偏措施的有效性。

2.6 定期评估计划,加强完善改进

在保存文件记录的基础上,定期评估 HACCP 计划。这是保证 HACCP 计划持续有效的重要步骤,且要与文件记录同时保存。

3 HACCP 驱动的生态农产品加工质量安全控制水平评价模型构建

3.1 熵权法计算权重

熵权(EW)法是一种客观赋权方法,该方法根据熵的定义,对 n 个评价指标 m 个方案建立基于熵值权重的多目标决策评价模型。计算步骤如下。

3.1.1 构建各评价指标的决策矩阵 设评价指标有 n 个,评价方案为 m 个。令 $x_{ij}(i=1,2,\dots,n;j=1,2,\dots,m)$ 为待选方案 j 的评价指标 i 的估计值,故得到决策矩阵 M 。

$$M = (x_{ij})_{n \times m} \quad (1)$$

3.1.2 将评价指标进行归一化处理 对于正向指标来说, x 越大越好;对于逆向指标来说, x 越小越好。记 x_i^* 为评价指标 i 的最优值,则 x_{ij} 与 x_i^* 的接近度 D_{ij} 如下^[1]。

$$D_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{x_i^*} & x_i^* = \max \{x_{ij}\} \\ \frac{x_i^*}{x_{ij}} & x_i^* = \min \{x_{ij}\} \end{cases} \quad (2)$$

对 D_{ij} 进一步进行归一化处理,记 $d_{ij} = D_{ij} / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m D_{ij}$,且满足 $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m d_{ij} = 1, 0 \leq d_{ij} \leq 1$ 。

3.1.3 计算评价指标的熵 根据熵的定义,计算 n 个评价指标评价 m 个待选方案的熵,定义第 i 个评价指标的熵值(E)如下^[2]。

$$E = - \sum_{j=1}^m \frac{d_{ij}}{d_i} \ln \frac{d_{ij}}{d_i} \quad (3)$$

由熵的极值性可知, d_{ij}/d_i 的值越接近 1,熵值越大,当 d_{ij}/d_i 值为 1, E 值达到最大,则 $E_{\max} = \ln m$ 。

3.1.4 计算 n 个评价指标的权重 用 E_{\max} 对式(3)进行归一化处理,得到表征评价指标 i 的评价决策重要性的熵值 $[e(d_i)]$ 。

$$e(d_i) = - \frac{1}{\ln m} E \quad (4)$$

由 $e(d_i)$ 确定评价指标 i 的评价权值 w_i 。

$$w_i = \frac{1}{n - E_e} [1 - e(d_i)] \quad (5)$$

式中: $E_e = \sum_{i=1}^n e(d_i)$,且 $0 \leq w_i \leq 1, \sum_{i=1}^n w_i = 1$ 。

3.2 基于熵权的 TOPSIS 模型

TOPSIS 模型是求解多目标决策问题的一种有效方法,其中心思想是测出与最理想和负理想的相对距离,然后按相对距离排序。该方法思路清晰,分析结果客观合理,应用灵活,因此被广泛使用。其基本原理是先在目标空间中选定一个最优的理想解和一个最劣的负理想解,然后计算出各评价方案与最优理想解和最劣负理想解的距离,从而得到各评价方案与最优方案的相对接近程度。建模步骤如下。

3.2.1 建立决策矩阵 假设多指标决策问题有 m 个方案,方案集为 $M = \{M_1, M_2, \dots, M_m\}$,共有 n 个评价指标,指标集为 $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$,令 $x_{ij}(i=1,2,\dots,n;j=1,2,\dots,m)$ 为方案 M_j 对指标 C_i 的值。则多目标决策矩阵如下^[1]:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (6)$$

3.2.2 对指标值进行无量纲化处理 对正向指标(越大越优)和逆向指标(越小越优)根据以下公式进行归一化处理,得到归一化的判断矩阵。

$$\text{正向指标: } x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}} \quad (7)$$

$$\text{逆向指标: } x_{ij}^* = \frac{1/x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (1/x_{ij})^2}} \quad (8)$$

3.2.3 构建加权决策矩阵 将熵权法求得的各指标权重与无量纲化矩阵相乘,得到加权决策矩阵^[3]。

$$V = (r_{ij})_{n \times m} = (w_i \times x_{ij}), (i = 1, 2, \cdots, n; j = 1, 2, \cdots, m)。$$
 (9)

3.2.4 确定理想解向量 由加权决策矩阵 V 进一步确定其正理想解向量 S^+ 和负理想解向量 S^- 。

$$S^+ = \{ \max(v_{1j}, v_{2j}, \cdots, v_{nj}) \}, (j = 1, 2, \cdots, m);$$
 (10)

$$S^- = \{ \min(v_{1j}, v_{2j}, \cdots, v_{nj}) \}, (j = 1, 2, \cdots, m)。$$
 (11)

3.2.5 确定指标评价向量与理想解距离 采用欧氏距离计算评价方案与正理想解、负理想解的距离,其计算公式如下。

$$D_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i (s^+ - v_{ij})^2}, (i = 1, 2, \cdots, n);$$
 (12)

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i (s^- - v_{ij})^2}, (i = 1, 2, \cdots, n)。$$
 (13)

式中: D_j^+ 为与正理想解的距离; D_j^- 为与负理想解的距离; w_i 为评价指标的权重。

$$C_j = \frac{D_j^-}{D_j^+ + D_j^-}, (j = 1, 2, \cdots, m)。$$
 (14)

式中: C_j 为相对接近度。按照相对接近度大小进行排序, C_j 越接近 1,表示第 j 个评价方案越接近最优水平。

3.3 实证应用

农产品加工全供应链质量安全控制是连续而统一的过程,是系统性集成优化的体系控制。本研究以某生态农产品企业为例,通过深入调查分析和深度访谈,对农产品质量安全专家进行问卷调查,经处理得到 2013 年 4 个季度关于该公司农产品加工质量安全控制的相关数据,并根据上述 EW-TOPSIS 模型对这些数据进行分析,以评估该企业农产品加工全供应链质量安全的控制水平。

3.3.1 确定评价对象指标集 记方案集为 $M, M = \{2013$ 年春季,2013 年夏季,2013 年秋季,2013 年冬季 $\}$,评价指标体系分 2 层。目标层 $U =$ 生态农产品加工全供应链质量安全控制水平评价 $\}$,指标集 $U_i = \{U_1, U_2, \cdots, U_{20}\}$,见表 1。

3.3.2 对指标值进行无量纲处理,计算指标权重 利用式(7)、(8)对指标集数据进行归一化处理,并通过熵权法对各指标权重进行计算,得到 $w = \{0.032\ 4, 0.183\ 2, 0.017\ 6, 0.004\ 0, 0.014\ 7, 0.017\ 7, 0.004\ 8, 0.028\ 8, 0.023\ 0, 0.028\ 0, 0.109\ 9, 0.017\ 1, 0.013\ 7, 0.007\ 3, 0.010\ 4, 0.129\ 0, 0.019\ 2, 0.153\ 3, 0.156\ 2, 0.029\ 6\}$ 。

根据式(9)将无量纲化矩阵与各指标权重相乘,得到加权决策矩阵,结果见表 2。

3.3.3 农产品加工全供应链质量安全控制水平的 TOPSIS 综合评价结果 根据加权决策矩阵,利用式(10)、(11),求出其正理想解向量和负理想解向量: $S^+ = \{0.017\ 1, 0.104\ 4, 0.009\ 3, 0.002\ 1, 0.007\ 7, 0.009\ 4, 0.002\ 5, 0.015\ 6, 0.012\ 4, 0.014\ 9, 0.062\ 5, 0.009\ 0, 0.007\ 2, 0.003\ 7, 0.005\ 4, 0.076\ 8, 0.010\ 1, 0.091\ 0, 0.094\ 1, 0.016\ 0\}$; $S^- = \{0.014\ 8, 0.075\ 4, 0.008\ 3, 0.002\ 0, 0.007\ 0, 0.008\ 4, 0.002\ 3, 0.013\ 6, 0.011\ 0, 0.012\ 9, 0.046\ 2, 0.008\ 0, 0.006\ 5, 0.003\ 5, 0.005\ 0, 0.057\ 8, 0.008\ 9, 0.064\ 5, 0.069\ 1, 0.013\ 8\}$ 。

表 1 生态农产品加工全供应链质量安全控制水平评价指标集

目标层	指标分类	一级指标
农产品加工全供应链质量安全控制水平评价指标体系 U	采购环节	农产品检测合格率 U_1
		良种投入水平 U_2
		农药使用量 U_3
		化肥施用量 U_4
		地膜使用强度 U_5
		产地环境状况 U_6
	加工环节	加工工艺水平 U_7
		清洁生产水平 U_8
		关键控制点监测情况 U_9
		企业信息化水平 U_{10}
	运输环节	准时运输率 U_{11}
		先进设备使用水平 U_{12}
		运输距离 U_{13}
	销售环节	员工健康卫生状况 U_{14}
		产品的退货情况 U_{15}
		农产品生产加工质量安全意识状态 U_{16}
	消费反馈	反馈系统的有效程度 U_{17}
		质量安全检测水平的社会认同度 U_{18}
		质量控制部门的公关水平 U_{19}
		危机应急预案的完善程度 U_{20}

表 2 加权决策矩阵中各指标数据

指标层	指标数据			
	2013 年春季	2013 年夏季	2013 年秋季	2013 年冬季
U_1	0.017 1	0.015 8	0.014 8	0.017 0
U_2	0.075 4	0.081 8	0.104 4	0.101 4
U_3	0.009 3	0.008 9	0.008 3	0.008 6
U_4	0.002 0	0.002 0	0.002 1	0.002 0
U_5	0.007 4	0.007 7	0.007 2	0.007 0
U_6	0.009 4	0.009 0	0.008 4	0.008 6
U_7	0.002 3	0.002 4	0.002 4	0.002 5
U_8	0.013 6	0.013 9	0.014 4	0.015 6
U_9	0.011 0	0.011 1	0.011 5	0.012 4
U_{10}	0.012 9	0.013 8	0.014 4	0.014 9
U_{11}	0.054 1	0.046 2	0.055 7	0.062 5
U_{12}	0.008 0	0.008 4	0.008 7	0.009 0
U_{13}	0.006 5	0.006 7	0.007 0	0.007 2
U_{14}	0.003 6	0.003 5	0.003 7	0.003 7
U_{15}	0.005 0	0.005 2	0.005 4	0.005 3
U_{16}	0.057 8	0.059 5	0.062 2	0.076 8
U_{17}	0.008 9	0.009 7	0.009 7	0.010 1
U_{18}	0.064 5	0.072 5	0.076 1	0.091 0
U_{19}	0.069 1	0.070 3	0.076 3	0.094 1
U_{20}	0.013 8	0.014 4	0.015 0	0.016 0

根据式(12)、(13)计算各评价方案与正理想解、负理想解的距离,求出相对接近度。结果及评价排序如表 3 所示。

表 3 EW-TOPSIS 模型计算结果及评价排序

评价方案	D^+	D^-	C_i	排序(位)
2013 年春季	0.051 2	0.008 3	0.140 1	4
2013 年夏季	0.044 7	0.010 8	0.194 0	3
2013 年秋季	0.028 4	0.033 9	0.543 9	2
2013 年冬季	0.003 3	0.051 5	0.939 3	1

研究表明,2013 年该公司农产品加工质量安全控制水平在冬季、秋季较高,夏季稍差,春季最低(图 4)。总体而言,该公司农产品加工的质量控制水平呈改善提升状态。2013 年其质量安全控制水平呈现出冬季 > 秋季 > 夏季 > 春季,说明 2013 年春季、夏季生产环节出现了不容忽视的质量安全控制问题,应重点查明原因,并制定相应的措施加以改进。同时 2013 年冬季、秋季比夏季、春季有所改进,说明相关部门采取了一系列措施,使得农产品检测合格率、农产品良种投入水平、产地环境状况等指标已有一定改进。

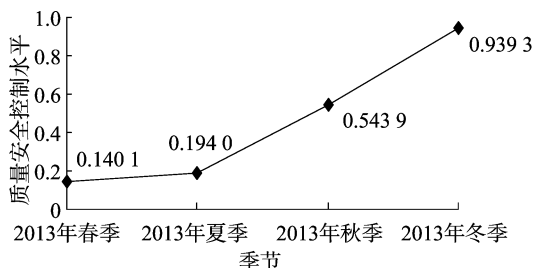


图4 农产品加工全供应链质量安全控制水平的TOPSIS综合分析

4 基于 HACCP 质量安全控制的优化方案

4.1 质量安全控制部门的改革

传统的质量安全控制部门主要职能仅是负责出货前的品质检验,而改革后新的质量安全控制部门除了验货职能以外,还要进行 HACCP 分析与控制,控制流程从种植基地到最终消费的质量安全预防与控制。负责全供应链的原料、制品、成品及货架陈列品的质量测试与控制改善。其职能从原来单纯

(上接第 250 页)

参考文献:

- [1] 金哲雄,齐典. 刺玫果鞣质预防肿瘤作用研究[J]. 中华中医药学刊,2007,25(4):647-648.
- [2] 庄志军,钟方丽,杨英杰,等. 刺玫果中总黄酮的提取与分析[J]. 中成药,2007,29(9):1394-1395.
- [3] 程东岩,王隶书,范艳君,等. 刺玫果总黄酮纯化工艺研究[J]. 时珍国医国药,2011,22(3):664-665.
- [4] 俞作仁,王文莉,吕娟涛. 刺玫果化学成分及药理作用研究进展[J]. 中草药,2002,33(2):188-190.
- [5] 何晓燕,张馨木,常淑芳,等. 刺玫果水煎液对动物胃肠运动的影响[J]. 时珍国医国药,2006,17(11):2147-2148.
- [6] 钟方丽,陈帅,关晓侠. 微波法提取刺玫果总黄酮工艺研究[J]. 江苏农业科学,2010(6):449-451.
- [7] 王领弟,李艳荣,潘海峰,等. 不同产地刺玫果中总黄酮含量的测定[J]. 承德医学院学报,2012,29(1):5-7.
- [8] 周浓,杨勤,杨敏,等. HPLC 法同时测定川楝子中芦丁、异槲皮苷和槲皮素的含量[J]. 药物分析杂志,2013,33(2):225-

的质量安全控制扩展成全供应链全过程的质量安全控制。

4.2 落实质量安全控制,建立契约化信用控制模式

首先,应以客户为中心,全供应链全员积极参与;其次,强化结构功能的系统性集成控制,形成从种植基地到市场的过程化控制;再次,基于 PDCA 多循环的持续改进和实施的科学决策和有效执行,实现相关利益者的契约化共赢;最后,通过 HACCP 科学分析判定,采用先进适用的组织模式,对影响农产品加工质量的关键因素强化控制。

4.3 融合新技术,建立信用控制模式

运用新技术对农产品加工质量进行全流程追溯,有效实现对农产品种植、生长等相关信息的采集。在加工环节,通过编码技术对农产品进行唯一标志处理,从而实现农产品的身份识别。在运输过程中,通过无线射频识别技术(RFID)、全球定位系统(GPS)、“3G”技术实现对运输过程中的全程监控。在销售环节,通过条码技术,实现对农产品流向的控制,从而保障农产品全程的可追溯性,做到有源可查,流向可知。

参考文献:

- [1] 虞娜,吴昌娟,张玉玲,等. 基于熵权的 TOPSIS 模型在保护地番茄水肥评价中的应用[J]. 沈阳农业大学学报,2012,43(4):456-460.
- [2] 岳文辉,王晓俊,韩自强. 基于熵权法和 TOPSIS 的发动机关键零部件加工过程绿色特性评价[J]. 制造技术与机床,2013(12):36-39.
- [3] 邹钧云. 基于熵权法和 Topsis 评价的用户满意度研究[J]. 合作经济与科技,2012(5):32-33.
- [4] 229.
- [5] 海力茜·陶尔大洪,马桂芝,王菁,等. HPLC 测定维药恰玛古儿药材中槲皮素的含量[J]. 中国现代应用药学,2013,30(2):169-171.
- [6] 刘维信,冯希环,蔡宋宋,等. 大葱槲皮素含量的测定[J]. 中国农学通报,2008,24(3):266-269.
- [7] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 2010 版. 北京:中国医药科技出版社,2010.
- [8] 钟方丽,王晓林,张俭. 山玫片的薄层鉴别研究[J]. 吉林化工学院学报,2007,24(4):6-8.
- [9] 王隶书,王海生,高军,等. 山刺玫不同药用部位中总黄酮的含量测定[J]. 中国实验方剂学杂志,2010,16(10):56-58.
- [10] 任静,李多伟,王童文,等. 超声萃取苹果渣中总黄酮工艺的研究[J]. 中成药,2003,25(9):761-762.
- [11] 梁洁,柳贤福,孙正伊,等. HPLC 测定鱼腥草配方颗粒中槲皮素含量[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(11):140-143.
- [12] 刘燕,唐铁鑫. 野牡丹中槲皮素的测定[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(12):85-87.