

HPLC法检测抗氧化包装膜中槲皮素的保留率

韩甜甜¹, 卢立新^{1,2}

(1. 江南大学, 无锡 214122; 2. 江苏省食品先进制造装备技术重点实验室, 无锡 214122)

摘要: **目的** 建立一种快速准确地测定在含有槲皮素的食物抗氧化包装膜中槲皮素保留率的测定方法。**方法** 在温度为65℃的纯乙醇溶液中,将含有槲皮素的食物薄膜抽提10 h,重复1次抽提过程,得到含槲皮素的抽提液,采用高效液相色谱法测定抽提液中槲皮素的含量。**结果** 槲皮素回归方程为 $y=643.65x+0.0572$ ($R^2=0.9995$, $n=6$),在槲皮素的质量浓度为1.6~280 $\mu\text{g/mL}$ 时线性良好,平均加样回收率为99.69% ($\text{RSD}=1.77\%$)。**结论** 该检测方法出峰快,能有效改善峰形,避免拖尾峰的出现。该方法简便快速、易操作、准确可靠,可用于检测抗氧化食品包装膜中槲皮素的保留率。

关键词: 槲皮素; 高效液相色谱; 食品包装膜; 抽提; 含量测定

中图分类号: TS206 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2014)19-0013-05

Determination of Quercetin Retention in Antioxidant Food Package Film by High Performance Liquid Chromatography

HAN Tian-tian¹, LU Li-xin^{1,2}

(1. Jiangnan University, Wuxi 214122, China;

2. Jiangsu Province Key Laboratory of Advanced Food Manufacturing Equipment and Technology, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT: **Objective** To establish a method for the determination of quercetin retention in antioxidant food package film by HPLC. **Methods** Quercetin was extracted in ethanol at 65℃ for 10 h and the extraction was repeated once. **Results** The detection method was fast, and could effectively improve the peak shape as well as avoid peak tailing. The linear regression equation for quercetin was $y=643.65x+0.0572$ ($R^2=0.9995$, $n=6$) and the linear range was 1.6~280 $\mu\text{g/mL}$. The average recovery was 99.69% ($\text{RSD}=1.77\%$) for quercetin. **Conclusion** This was a simple, rapid and accurate method to detect the quercetin retention in the antioxidant food package film.

KEY WORDS: quercetin; high performance liquid chromatography (HPLC); food package film; extraction; content determination

槲皮素(quercetin)是多羟基黄酮类化合物,学名为3,3',4',5,7-五羟基黄酮,具有多种生物学活性及很高的药用价值^[1],广泛分布于蔬菜、水果、干果、饮料及中草药中^[2],具有较强的抗氧化和清除自由基的能力,同时还具抗癌、降血脂、抑菌、抗病毒等多种生物活性^[3]。

槲皮素具有良好的抗氧化作用,国内外学者正在研究将其用于食品包装上,以延缓富脂食品的氧化过程,从而延长产品的保质期。在包装材料制备过程中将槲皮素添加到薄膜原料中,通过挤出、流延或吹塑等方法制备得到^[4-6]。目前,测定包装材料中添加剂含量使用最多的方法为高效液相色谱法^[7-13],对于槲皮

收稿日期: 2014-01-19

基金项目: 国家科技支撑计划(2011BAD24B01); 江苏省高校科研成果产业化推进工程项目(JHB2012-25)

作者简介: 韩甜甜(1989—),女,河南焦作人,江南大学硕士生,主攻食品包装技术与安全。

通讯作者: 卢立新(1966—),男,江苏宜兴人,博士,教授、博士生导师,主要研究方向为食品包装技术与安全、运输包装。

素含量的测定主要有高效液相色谱法^[14-18]、分光光度法^[19-20]、紫外分光光度法^[21-22]。其中,高效液相色谱法具有选择性好、灵敏度高等优点,得到了广泛应用。由于在制备过程中,受高温、操作方法等多方面因素影响,槲皮素含量将发生变化,所以有必要准确测定其保留率以进一步评价其抗氧化包装效果。文中利用高效液相色谱法建立适用于抗氧化食品包装膜中槲皮素保留率的检测方法,方法简便易行、峰形好、准确可靠,为确定抗氧化包装膜中槲皮素保留率提供一种可靠快速的检测方法。

1 实验

1.1 试剂与仪器

实验试剂:高密度聚乙烯(HDPE),DGDA6098,齐鲁石化;乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA),14-2,VA质量分数为14%,北京有机化工厂;槲皮素对照品,中国药品生物制品检定所;槲皮素,国药集团化学试剂有限公司;甲醇,色谱纯,国药集团化学试剂有限公司;磷酸,分析纯,国药集团化学试剂有限公司;纯净水,杭州娃哈哈公司;抗氧化食品包装膜,实验室自制。

实验仪器:SK-160B双辊筒炼塑机,上海橡胶机械厂;XLB-Q500×500×2平板硫化机、XLB-0.63 MN压力成型机,江苏省江阴市文林化工机械厂;Ultimate 3000高效液相色谱仪,美国戴安公司;KQ-50E超声波水浴箱,昆山市超声仪器有限公司;AB204-N型电子天平,梅特勒托利多公司;电热恒温鼓风干燥箱,上海精宏实验设备有限公司。

1.2 方法

1.2.1 抗氧化包装膜的制备

设置炼塑机前后辊温度分别为140℃和130℃,称取HDPE和EVA树脂,混合均匀后倒入炼塑机两辊筒之间炼塑。将抗氧化剂槲皮素均匀洒在包辊的共混薄片上,炼塑,待包辊效果良好后脱辊,冷却后裁切。设定平板硫化机温度为170℃,预热金属压板,取挤出料放于金属压板中央,在平板硫化机中进行热压,并预压5 min(压力为0.6 MPa)。增大压力至15 MPa,保压5 min,重复2次后将金属板取出放入压力成型机中,保压2 min(压力为2 MPa),将压膜从金属板中取出进行后

续测试实验。制备得到3种不同槲皮素含量的抗氧化薄膜0.5,0.75,1.25 phr,分别记为S1,S2,S3。

1.2.2 高效液相色谱条件

色谱柱为Acclaim 120-C18(250 mm×4.6 mm,5 μm),流动相为甲醇和质量分数为0.2%的磷酸水溶液(体积比为50:50),流速为1.0 mL/min,进样量为10 μL,柱温为30℃,检测波长为360 nm。

1.2.3 标准溶液的配制与曲线绘制

称取温度105℃下干燥至恒重的槲皮素对照品10.00 mg溶解于装有甲醇的25 mL量瓶中,定容,配置成质量浓度为400 μg/mL的对照品储备液A。精密吸取储备液,分别稀释成1.6,12.8,40,120,200,280 μg/mL,用0.45 μm微孔滤膜过滤后进行HPLC测定,作峰面积对浓度的标准曲线,求出直线回归方程。

1.2.4 待测槲皮素抽提液的制备

剪取一定面积的含有槲皮素的薄膜,精密称重后放入40 mL棕色样品瓶中,添加纯乙醇40 mL,在温度为65℃下抽提10 h,重复1次抽提过程,而后用微孔滤膜(0.45 μm)过滤溶液,备用。

1.2.5 样品分析

在相同的液相色谱条件下,分别精密吸取标准溶液和抽提样品溶液各10 μL注入液相色谱仪中,以保留时间定性分析,并将试样峰面积与标准定量比较。

2 结果与讨论

在检测波长为360 nm,流动相为甲醇和质量分数为0.2%的磷酸水溶液,流速为1 mL/min的条件下能够快速分离出槲皮素,保留时间为15.797 min,且峰形良好。对照品和抽提液色谱图见图1。

2.1 槲皮素标准曲线

在1.2.2节中规定的液相色谱条件下,分别吸取标准溶液10 μL注入液相色谱仪中进行测定。以浓度 x 为横坐标、峰面积 y 为纵坐标进行回归,曲线见图2,分析图2可得回归方程为 $y=643.65x+0.0572$ ($R^2=0.9995$, $n=6$),线性范围为1.6~280 μg/mL。

2.2 方法学考察

2.2.1 精密度实验

取1 mL槲皮素对照品溶液A于25 mL量瓶中,加

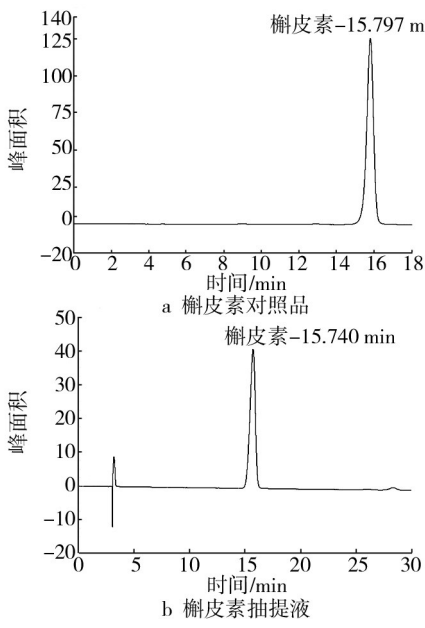


图1 槲皮素液相色谱
Fig.1 HPLC chromatogram of gaercetin

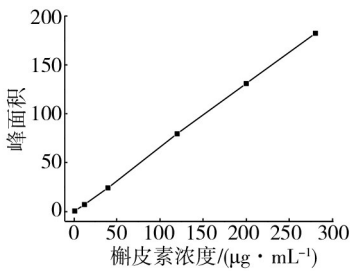


图2 槲皮素标准曲线
Fig.2 Standard curve of quercetin

甲醇稀释至刻度,按照1.2.2节色谱条件连续进样6次,精密度实验相对标准偏差(RSD)为0.37%,精密度表现良好,见表1。

2.2.2 重现性试验

取同一个抽提液样品6份,按照1.2.2节色谱条件进样,作重复性考察。结果表明,重复性实验相对标准偏差(RSD)为1.08%,重现性表现良好,见表2。

2.2.3 稳定性试验

取1.2.4节制备的同一槲皮素抽提液,按照1.2.2节色谱条件,分别在0,2,4,8,12,24 h各进样10 μL,测定峰面积,并作稳定性考察。结果表明,稳定性实验相对标准偏差(RSD)为0.34%,槲皮素抽提液在24 h内具有良好的稳定性,见表3。

2.2.4 加样回收率试验

精密称量已知含量的槲皮素薄膜6份,精密加入槲皮素对照品溶液420 μg,按照1.2.4节槲皮素抽提方法得到槲皮素抽提液,按照1.2.2节色谱条件分别吸取10 μL进样,根据测得量与加入量计算回收率。结果表明,槲皮素的加样回收率为99.69%,RSD为1.77%,见表4。

2.3 槲皮素保留率测定

精密称取槲皮素薄膜按照1.2.4节的抽提方法制备槲皮素抽提液,精密吸取抽提液10 μL进样,注入高效液相色谱仪,按照1.2.2节色谱条件测定槲皮素含

表1 精密度实验

Tab.1 Precision of the measured results

组分名称	测得量/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)						平均值/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	RSD/%
	1	2	3	4	5	6		
槲皮素	41.195	41.267	41.411	41.501	41.527	41.574	41.413	0.37

表2 重现性实验

Tab.2 Reproducibility of the measured results

组分名称	测得量/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)						平均值/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	RSD/%
	1	2	3	4	5	6		
槲皮素	79.298	79.538	78.901	79.192	77.277	78.182	78.731	1.08

表3 稳定性实验

Tab.3 Stability of the measured results

组分名称	测得量/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)						平均值/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	RSD/%
	1	2	3	4	5	6		
槲皮素	81.733	81.772	81.810	82.039	81.917	82.481	81.958	0.34

表4 回收率实验
Tab.4 Recoveries of the measured results

序号	本底量/ μg	加标量/ μg	测得量/ μg	回收率/%	平均回收率/%	RSD/%
1	664.2	420.0	1065.9	98.31	99.69	1.77
2	586.7	420.0	999.3	99.27		
3	551.0	420.0	981.4	101.07		
4	518.1	420.0	961.0	102.45		
5	592.9	420.0	990.1	97.75		
6	467.3	420.0	881.0	99.29		

量,测定结果见表5。从表5中可以看出,3种不同槲皮素含量下测得的槲皮素保留率处于较高水平,随着槲皮素含量的增加,所检测到的抽提液中槲皮素的保留率呈下降趋势,这可能与抽提液的体积有关。因为随着槲皮素含量的增加,膜内与抽提液内的浓度差降低,不利于抽提过程的进行,所以对抽提效果产生了一定影响。

表5 抗氧化食品膜抽提液中槲皮素的检测
Tab.5 Results of quercetin in the antioxidant food package film extraction

序号	薄膜质量/mg	槲皮素测得量/ μg	保留率/%	平均保留率/%	RSD/%
S1-1	478.2	2210.4	97.53	98.02	0.56
S1-2	511.9	2375.6	97.92		
S1-3	498.5	2329.7	98.61		
S2-1	455.3	3131.9	96.99	96.75	0.94
S2-2	410.1	2784.9	95.75		
S2-3	508.2	3514.5	97.51		
S3-1	512.3	5798.6	96.21	95.67	0.84
S3-2	489.6	5480.6	95.15		
S3-3	493.8	5498.0	94.64		

3 结语

- 1) 文中采用HPLC测定薄膜中槲皮素的保留率,干扰因素和不确定因素少,是比较合理的一种检测方法。
- 2) 比较了甲醇-水和甲醇-磷酸(0.2%),360 nm和370 nm,30 ℃和35 ℃这3组因素对槲皮素出峰效果的影响,结果表明甲醇-磷酸(0.2%)、360 nm和30 ℃的检测条件能够使槲皮素在较快速度内出峰,且峰形较好。
- 3) 槲皮素抽提方法简单易操作,测得的槲皮素保留率处于较高水平,所以该方法可作为抗氧化包装膜中槲皮素保留率的测定方法。
- 4) 随着槲皮素含量的增加,实验测得的槲皮素保留率呈下降趋势,这可能与抽提液的体积有关,从而

对抽提效果产生一定的影响。

参考文献:

[1] 孙涓,余世春. 槲皮素的研究进展[J]. 现代中药研究与实践,2011,25(3):85—88.
SUN Juan, YU Shi-chun. A Review on Quercetin[J]. Research and Practice on Chinese Medicines, 2011, 25(3): 85—88.

[2] 钱景时,张彬锋,王玮,等. 冬青叶兔唇花化学成分研究[J]. 中草药,2012,43(5):869—872.
QIAN Jing-shi, ZHANG Bin-feng, WANG Wei, et al. Chemical Constituents of Lagochilus Illicifolius[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2012, 43(5): 869—872.

[3] 郭艳华. 槲皮素的化学改性及抑菌作用比较研究[J]. 中国酿造,2013,32(9):75—78.
GUO Yan-hua. Comparative Study of Chemical Modification of Quercetin and Antibacterial Activity[J]. China Brewing, 2013, 32(9): 75—78.

- [4] LOPEZ D C, ALONSO J M, CATALA R, et al. Improving the Antioxidant Protection of Packaged Food by Incorporating Natural Flavonoids into Ethylene-vinyl Alcohol Copolymer (EVOH) Films[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010, 58(20): 10958—10964.
- [5] LOPEZ D C, GOMEZ E J, CATALA R, et al. Active Antioxidant Packaging Films: Development and Effect on Lipid Stability of Brined Sardines[J]. Food Chemistry, 2012, 131(4): 1376—1384.
- [6] LOPEZ D C, NERIN C, ALFARO P, et al. Development of New Antioxidant Active Packaging Films Based on Ethylene Vinyl Alcohol Copolymer (EVOH) and Green Tea Extract[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2011, 59(14): 7832—7840.
- [7] 周丹丹, 卢立新, 刘志刚. 分散固相萃取法测定食品中酞酸酯类物质[J]. 包装工程, 2013, 34(23): 9—13.
ZHOU Dan-dan, LU Li-xin, LIU Zhi-gang. Determination of Phthalates Substances in Food Using Dispersive Solid Phase Extraction[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(23): 9—13.
- [8] 丁利, 肖家勇, 龙妍娇, 等. HPLC-MS/MS法测定食品接触材料中6种邻苯二甲酸酯的含量[J]. 包装工程, 2011, 32(15): 39—42.
DING Li, XIAO Jia-yong, LONG Yan-jiao, et al. Determination of 6 Phthalates in Food Contact Materials by HPLC-MS/MS[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(15): 39—42.
- [9] 宋欢, 李小梅, 林勤保. 超高效液相色谱测定市售塑料食品包装中的抗氧化剂[J]. 食品科学, 2008, 29(9): 448—450.
SONG Huan, LI Xiao-mei, LIN Qin-bao. Determination of Antioxidant Contents in Commercial Food Packages by Ultra Performance Liquid Chromatography[J]. Food Science, 2008, 29(9): 448—450.
- [10] 孙希岚, 朱争礼, 单营营, 等. 高效液相色谱-荧光检测法检测金属食品罐用涂料中的双酚A含量[J]. 包装工程, 2013, 34(13): 27—30.
SUN Xi-lan, ZHU Zheng-li, SHAN Ying-ying, et al. Determination of Bisphenol A in Coatings of Metal Food Cans by HPLC Fluorescence Detection Method[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(13): 27—30.
- [11] 费斐, 李亚玲, 张坤, 等. 高效液相色谱测定啤酒瓶盖内衬垫DEHP的含量[J]. 包装工程, 2011, 32(5): 32—35.
FEI Fei, LI Ya-ling, ZHANG Kun, et al. Determination of Diethylhexyl Phthalate in Inner Liner of Beer Bottle by High Performance Liquid Chromatography[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(5): 32—35.
- [12] 莫佳琳, 缪璐, 干宁军. 超高效液相色谱-串联质谱法测定食品包装材料中全氟辛酸及其盐类物质[J]. 现代食品科技, 2011, 27(4): 473—475.
MO Jia-lin, MIAO Lu, GAN Ning-jun. Determination of Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Its Salts in the Food Packaging Materials by UPLC/MS/MS[J]. Modern Food Science and Technology, 2011, 27(4): 473—475.
- [13] 王文辉, 向红, 刘志浩, 等. 食品罐内涂料中NOGE的检测研究[J]. 包装工程, 2010, 31(17): 52—54.
WANG Wen-hui, XIANG Hong, LIU Zhi-hao, et al. Research on Detection of NOGE in Food Can Coating[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(17): 52—54.
- [14] ANDARWULAN N, BATARI R, SANDRASARI D A, et al. Flavonoid Content and Antioxidant Activity of Vegetables from Indonesia[J]. Food Chemistry, 2010, 121(4): 1231—1235.
- [15] Rockenbach I I, Gonzaga L V, Rizelio V M, et al. Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Seed And Skin Extracts of Red Grape (Vitis Vinifera And Vitis Labrusca) Pomace from Brazilian Winemaking[J]. Food Research International, 2011, 44(4): 897—901.
- [16] OBED O E, ALICIA O M, VALENTE B. et al. Phenolics Beta-cyanins and Antioxidant Activity in Opuntia Joconostle Fruits[J]. Food Research International, 2011, 44(7): 2160—2168.
- [17] 姜政刚, 刘瑞, 张振秋. HPLC测定不同产地连翘中芦丁的含量[J]. 中华中医药学刊, 2012(5): 1143—1144.
LOU Zheng-gang, LIU Rui, ZHANG Zhen-qiu, et al. Determination of Rutin in Forsythia Suspensa from Different Habitats by HPLC[J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2012(5): 1143—1144.
- [18] 廖明冬, 张晓春. HPLC法同时测定金钱草中槲皮素、槲皮素-3-甲醚及山奈酚的含量[J]. 中国药师, 2013, 16(12): 1856—1858.
LIAO Ming-dong, ZHANG Xiao-chun. Simultaneous Determination of Quercetin, Quercetin-3-methyl ether and Kaempferol in Lysimachia Christinae Hance by HPLC[J]. China Pharmacist, 2013, 16(12): 1856—1858.
- [19] 周含英, 周方钦, 白祖海. 分光光度法测定中草药中的槲皮素[J]. 光谱实验室, 2011, 30(4): 457—460.
ZHOU Han-ying, ZHOU Fang-qin, BAI Zu-hai. Determination of Quercetin in Chinese Herbal Medicine by Spectrophotometry[J]. Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory, 2004, 21(2): 293—295.
- [20] 尚永辉, 李华, 孙家娟, 等. 偏最小二乘-分光光度法同时测

(下转第28页)

- 缓冲包装结构优化设计[J]. 包装工程, 2006, 27(5): 56—63.
- SONG Ting-xin, LIU Yao-he, ZHU Ruo-yan. Structural Optimization Design of Cushion Packaging Based on Dynamic Property Test and Orthogonal Design[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(5): 56—63.
- [3] 张改梅, 仵季红, 郭福宾. 基于 ANSYS/LS-DYNA 的易拉罐跌落研究[J]. 包装工程, 2011, 32(5): 4—5.
- ZHANG Gai-mei, WU Ji-hong, GUO Fu-bin. Drop Analysis of Pop Can Based on ANSYS/LS-DYNA[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(5): 4—5.
- [4] WILKES C E, YUSOK C S. Investigation of Domain Structure in Urethane Elastomer by X-ray and Thermal Methods[J]. J Macromol Sci: Phys Ed, 1973, B7(1): 157.
- [5] 李俊. 发泡聚乙烯缓冲性能的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2010.
- LI Jun. A Study of Cushioning Performance for Expanded Polyethylene[D]. Hanzhou: Zhejiang University, 2010.
- [6] 石亦平, 周玉蓉. ABAQUS 有限元分析实例详解[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- SHI Yi-ping, ZHOU Yu-rong. Detailed Examples of the Finite Element Analysis Based on ABAQUS[M]. Beijing: China Machine Press, 2006.
- [7] 刘学. 发泡聚乙烯包装系统动力学有限元分析[J]. 包装工程, 2011, 32(13): 11—13.
- LIU Xue. Finite Element Analysis of Dynamic Properties of EPE Cushion Packaging System[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(13): 11—13.
- [8] 庄茁, 由小川, 廖剑晖, 等. 基于 ABAQUS 的有限元分析和应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.
- ZHUANG Zhuo, YOU Xiao-chuan, LIAO Jian-hui, et al. Finite Element Analysis and Application Based on ABAQUS [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2009.
- [9] 王鹤腾, 高德, 常江. 基于非线性有限元的瓦楞纸板静态压缩性能仿真研究[J]. 包装工程, 2006, 27(5): 1—3.
- WANG He-teng, GAO De, CHANG Jiang. Research on Simulation of Static Compression Performance of Corrugated Board Via Nonlinear Finite Element Method[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(5): 1—3.
- [10] 张改梅, 胡玉玲. 不同规格蜂窝纸板缓冲性能的研究[J]. 包装工程, 2008, 29(10): 77—79.
- ZHANG Gai-mei, HU Yu-ling. Study of the Performance of Honeycomb Paperboard with the Different Size[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(10): 77—79.
- [11] OZTURK U E, ANLAS G. Multiple Compressive Loading and Unloading Behavior of Polymeric Foams[J]. Journal of Applied Polymer Engineering Science, 2007, 27(8): 607—619.
- [12] MILTZ J, GRUENBAUM G. Evaluation of Cushion Properties of Plastic Foams Compressive Measurements[J]. Polymer Engineer, 1981, 21(15): 1010—1014.
- [13] SERIGHT R S. The Effects of Mechanical Degradation and Viscoelastic Behavior on Injectivity of Polyacrylamide Solutions[R]. SPE, Exxon Production Research Co, 1983.
- [14] YOSHIHIRO M, TANG K C, MASASHI M. ID Simulation of Polymer Flooding Including the Viscoelastic Effect of Polymer Solution[J]. SPERE, 1992(2): 247—252.
- [15] 李兆元. 典型瓦楞纸板结构件的缓冲性能及其计算机仿真[D]. 无锡: 江南大学, 2008.
- LI Zhao-yuan. Research on Cushioning Property and Simulation of Typical Corrugated Board Structure[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2008.

(上接第 17 页)

- 定芦丁与槲皮素的方法研究[J]. 分析测试学报, 2011, 30(4): 457—460.
- SHANG Yong-hui, LI Hua, SUN Jia-juan, et al. Simultaneous Determination of Rutin and Quercetin by Partial Least Squares-Spectrophotometry[J]. Journal of Instrumental Analysis, 2011, 30(4): 457—460.
- [21] 车京梅, 马超, 金莉莉, 等. 紫外分光光度法测定水红花子中槲皮素的含量[J]. 时珍国医国药, 2006, 17(3): 369—369.
- CHE Jing-mei, MA Chao, JIN Li-li, et al. Determination of the Content of Quercetin in Fructus Polygoni Orientalis by Spectrophotometry[J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2006, 17(3): 369—369.
- [22] 施瑛, 孟花, 李加祝, 等. 云南野樱桃中槲皮素提取方法的研究[J]. 玉溪师范学院学报, 2013, 29(8): 61—63.
- SHI Ying, MENG Hua, LI Jia-zhu, et al. Extraction of Quercetin from Wild Cherry of Yunnan Province[J]. Journal of Yuxi Normal University, 2013, 29(8): 61—63.