

· 实验研究 ·

柑橘皮中果胶的提取工艺条件研究 *

管春梅¹ 陈文华¹ 张 旸¹ 宋健男² 耿玉标³ 冯清茂⁴ 刘丽燕¹ 张玉雪¹

(1 哈尔滨医科大学公共卫生学院 黑龙江 哈尔滨 150001 2 哈尔滨市疾病预防控制中心 黑龙江 哈尔滨 150001 ;

3 黑龙江省大庆市让胡路区人民医院 黑龙江 大庆 163000 4 黑龙江大学化学化工与材料学院 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要 目的 研究柑橘皮中果胶的提取工艺条件,提高果胶资源的开发及利用度,为农产品深加工提供理论基础。方法 以柑橘皮为原料,采用盐酸提取、真空浓缩、乙醇沉淀的方法,以果胶提取率和吸光度为考察指标,在单因素试验基础上,进行多因素的 L₁₆(4⁵) 正交试验设计,研究了浸提时间、浸提温度、溶液 pH 值、乙醇用量和料液比等重要影响因素,对柑橘皮果胶提取率的影响,获得果胶提取最优化组合,建立最佳的果胶提取工艺参数。结果 最佳的工艺条件为提取温度 80℃,料液比 1:15,提取液 pH1.5,浸提时间 2h,乙醇用量 80%。在此条件下,果胶提取率可达到 11.82%。结论 本实验所得的果胶制备最佳工艺参数组合,能获得较理想的橘皮中果胶的提取率。果胶产品各项检测指标均达到或超过国家标准。

关键词 柑橘皮 果胶 正交实验设计

中图分类号 S666, TQ432.71 文献标识码 A 文章编号 1673-6273(2012)16-3084-06

Study on Extraction Process Optimization of Pectin in Citrus Peel*

GUAN Chun-mei¹, CHEN Wen-hua¹, ZHANG Yang¹, SONG Jian-nan², GENG Yu-biao³, FENG Qing-mao⁴,

LIU Li-yan¹, ZHANG Yu-xue¹

(1 College of Public Health, Harbin Medical University, Harbin 150001, China;

2 Harbin Center for Disease control and Prevention, Harbin 150001, China;

3 People's Hospital of Daqing Ranghulu District in Heilongjiang Province, Daqing 163000, China;

4 College of Chemical Industry and Material, Heilongjiang University, Harbin 150001, China)

ABSTRACT Objective: To optimize the extraction of pectin from citrus peel as an agricultural waste by simultaneous hydrolysis with hydrochloric acid. **Methods:** The optimized extracting conditions were determined by single-factor and orthogonal test with absorbance and pectin yield as evaluation index. The effects of key factors including extraction time, temperature, pH value, alcohol amount and ratio of solid to liquid on the extraction rate of pectin were explored by orthogonal experimental design, respectively. **Results:** The optimal extraction conditions for extracting pectin from citrus peel were extraction time 2 hour, temperature 80℃, solid-to-liquid ratio (g/mL) 1:15, pH 1.5, 70% ethanol amount. Under the optimal extraction conditions, the predicted maximum yield of pectin was 11.82%. **Conclusion:** Each tested physical and chemical index of obtained pectin reached or even exceeded the requirements of the national standards.

Key words: Pectin; Citrus peel; Orthogonal experimental design

Chinese Library Classification(CLC): S666, TQ432.71 Document code: A

Article ID: 1673-6273(2012)16-3084-06

前言

我国是世界柑橘的起源地,也是柑橘盛产大国之一。柑橘皮是柑橘加工的主要副产品,资源丰富,因此,提高柑橘的综合利用及开发柑橘高附加值产品,对柑橘的加工和种植具有重要意义^[1]。全世界果胶年需求量 2 万余吨,中国每年消耗果胶超过 2000 吨,其中 80% 依靠进口且需求量呈高速增长趋势^[2-4]。因此,以柑橘皮为原料提取果胶,可以充分利用柑橘资源和提高果农的经济效益,又可以防止环境污染,具有重要的经济和社会意义。

果胶是一种多糖聚合物,是植物组织的重要成分。果胶具

有良好的乳化、稳定和凝胶作用,被广泛用于食品加工业。从柑橘皮中提取的果胶是高酯化度的果胶,在食品工业中常用来生产果酱、果冻、果汁乳化剂和生物降解餐具等^[5]。医学研究中,果胶还具有降低胆固醇和血糖作用,用于治疗心血管疾病、胃溃疡和糖尿病等疾病,还可做抗癌药物和重金属的解毒剂^[6,7]。因此,果胶不仅是食品、药品和化妆品工业中一种重要的天然添加剂,在纺织、印染、冶金、烟草等行业也有很重要的应用^[8-10]。

目前,国内外生产果胶的原料主要有柑橘皮、柠檬皮及苹果渣,但真正具有工业生产价值的天然果胶提取来源首推柑橘皮^[11]。果胶提取过程主要采用酸提取法,辅以微波、超声波等物理手段^[12]。二十世纪后期,多采用化学、物理以及生物制剂等方

* 基金项目 黑龙江省教育厅科研基金 (10551167)

作者简介 管春梅(1965-),女,硕士,副教授,主要从事食品中生物活性成分的提取及其功能研究。

E-mail: guanchm@163.com

(收稿日期 2011-12-23 接受日期 2012-01-18)

法用于提取柑橘皮或苹果果胶^[13-21]。当前,国内果胶生产基本沿用传统的酸水解法,不仅解决的废物处理对环境污染的问题,还可提高柑橘生产过程中的经济附加值,是柑橘综合利用很好的途径。本实验采用传统的酸水解法,在预实验筛选的基础上,采用正交实验设计开展对柑橘皮果胶提取的定量研究,探索提高果胶产量和质量的新方法、新资源,力求为我国食品加工领域广泛地应用优质果胶提供理论依据,推动了果胶生产的发展。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

新鲜柑橘皮 浙江产蜜柑购自哈尔滨市农贸市场。橘皮粉:新鲜柑橘皮除去杂质后,于 40℃ 恒温鼓风干燥,经粉碎过筛后得粉末。

半乳糖醛酸, Sigma 公司 硫酸、氢氧化钠、盐酸、柠檬酸、醋酸均为 AR 级试剂 50%氨水、95%乙醇均为 CP 级试剂。

TDW 系列控温仪, 上海飞龙仪表有限公司 FA1104 上皿电子天平 上海精科天平仪器厂 J76-1 型恒温水浴锅, 上海梅香仪器有限公司 JUV-2450 型紫外-可见分光光度计, 日本岛津公司 FW100 型高速万能粉碎机, 天津市泰斯特仪器有限公司 DELTA 320 型 pH 计, 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司 SK2200LH 型台式超声波清洗器上海科导超声仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 提取原理 原料经酸、碱或果胶酶处理,在一定条件下分解,形成可溶性果胶,然后在果胶液中加入乙醇或多价金属盐类,使果胶沉淀析出,经漂洗、干燥、精制而形成产品。

1.2.2 橘皮果胶生产工艺流程 橘皮→预处理→盐酸提取→过滤、脱色→浓缩、沉淀→纯化→过滤、洗涤→喷雾干燥→果胶产品。

1.2.3 原料预处理 将新鲜的柑橘皮粉碎后,快速漂洗、沥干后,自然风干或人工干燥备用。柑橘皮粉加水浸泡 20min,过滤后再用去离子水中洗涤 3~4 次至洗涤液无色为止,温水洗涤 2~3 次,沥干备用。洗去柑橘皮中可溶性的糖分及部分色素类物质。

1.2.4 提取与纯化 离心的渣渣加入稀 HCl 溶液中,调至一定的 pH 值,于 85℃ 下加酸水解,协同超声处理(频率 40kHz、70%的输出功率),以提高果胶提取率^[22] 离心分离后,收集上清液。将渣渣加入相同体积的酸解液中继续酸解,如此重复三次。

脱色条件为加入 3.2%活性炭在 64℃ 条件下保持 38min,浓缩纯化条件为粗提液浓缩 4 倍后加入 0.3mol/L HCl 并调整乙醇体积分数至 60%。将收集的果胶酸解液用氨水调 pH 值至 4.2~4.4,静置一定时间后,离心除去蛋白质,在上清液中加入活性炭脱色。将离心液于 40℃ 进行真空浓缩,将浓缩的果胶溶液进行喷雾干燥。

1.2.5 干燥及品质检测 将所得滤饼低温干燥至水分含量 7% 以下,计算果胶提取率。参照中华人民共和国轻工行业标准 QB2484-2000 的要求,对果胶产品指标检测并对其评价。

$$\text{果胶提取率}\% = \frac{m_1}{m} \times 100\%$$

式中: m_1 为果胶质量(g); m 为原料质量(g);

1.2.6 半乳糖醛酸含量的测定方法 参考文献方法^[23],利用咪唑比色法测定半乳糖醛酸含量,从而确定果胶含量。以半乳糖醛酸标准品制备标准溶液,540nm 波长处测定吸光度,以半乳糖醛酸质量浓度为横坐标、A 值为纵坐标,绘制标准曲线为:

$$y = 8.18 \times 10^{-3} C + 3.14 \times 10^{-3}$$

式中, A 为吸光度值; C 为半乳糖醛酸浓度($\mu\text{g}/\text{mL}$), $r=0.9991$ 。

2 结果

2.1 预处理对果胶质量和提取率的影响

柑橘皮的预处理,包括果胶酶的破坏、漂洗等步骤。本实验研究结果证明,在提取果胶前对柑橘皮的热处理,既能起到破坏柑橘皮组织结构,又能达到释放结合态果胶和灭内源性果胶酶的活性,同时又能起到复水和软化橘皮的作用,克服以干燥柑橘皮为原料时的果胶流失问题。

2.2 酸水解果胶提取工艺条件

2.2.1 料液比对果胶提取率的影响 在温度 90℃、时间 2h、pH2.0 条件下,分别按照料液比 1:5、1:10、1:15、1:20(g/mL)进行果胶提取。结果如图 1 可知。

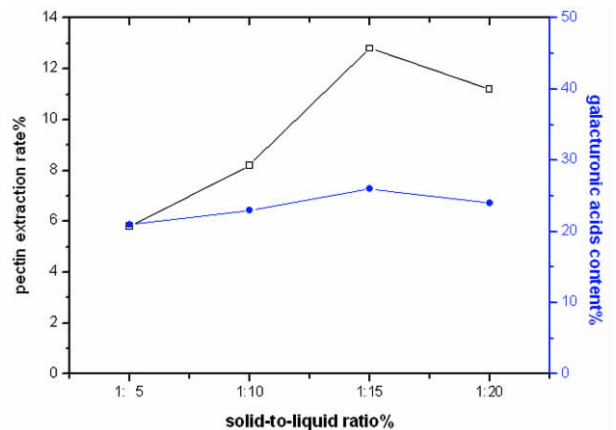


图 1 料液比对柑橘皮果胶提取率的影响

Fig.1 Effect of solid-to-liquid ratio on pectin extraction rate

由图 1 可知,当料液比 1:15 时果胶产率最高。当料液比低于 1:15 时,水解上清液和残渣分离不完全,产品中包含较多杂质从而使果胶得率较高但产品中半乳糖醛酸含量很低,柑橘皮中的原果胶不能完全水解成水溶性的果胶;当料液比大于 1:15 时,溶液中果胶质量浓度较大不利于果胶沉淀析出,随着料液比的增加,果胶提取率增加缓慢。综合考虑,选用料液比 1:15 (g/mL)。

2.2.2 水解用酸的种类对提取效果的影响 分别以盐酸、硫酸、柠檬酸和醋酸为水解酸,在相同 pH 条件下,水解提取柑橘果胶,比较酸水解果胶的提取效果及半乳糖醛酸的含量,实验结果见图 2。

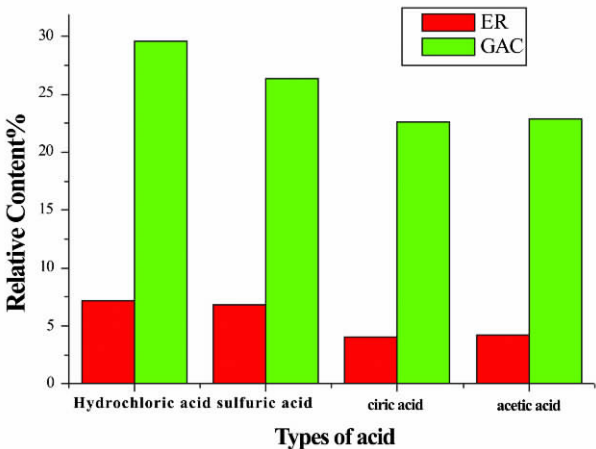


图2 水解用酸的种类对果胶提取率的影响(红色 半乳糖醛酸含量 绿色 果胶提取率)

Fig.2 Effects of different acids on extraction of pectin (ER- Extracting rate%, GAC- galacturonic acid content %)

表1 pH 值对柑橘皮果胶提取效果的影响
Table 1 Effect of pH value on extraction

pH value	1	1.5	2.0	2.5	3.0
Pectin extraction rate%	10.14	8.03	4.25	1.72	1.01
Galacturonic acid content %	27.05	27.71	28.53	15.82	16.04

表2 水解时间对提取效果的影响
Table 2 Effect of hydrolyzing time on extraction

Hydrolyzing time(h)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Pectin extraction rate%	4.53	4.26	5.01	5.17	5.62
Galacturonic acid content %	38.23	37.47	39.61	41.82	40.26

2.2.5 提取温度对果胶提取率的影响 其他条件不变时,改变提取温度,温度设计与实验结果如表 3 所示。提取温度与果胶的提取率关系密切,温度高、时间长、提取的果胶质量下降,相反,

温度过低、时间短、果胶提取率低,但提取温度高于 100℃ 时制不出凝胶度高的果胶,而且高温容易造成果胶的过度脱脂,所以浸提应在 60℃~100℃ 之间进行。

表3 温度对橘皮果胶提取率的影响
Table 3 Effect of temperature on pectin extraction rate

Hydrolyzing temperature(℃)	60	70	80	90	100
Pectin extraction rate%	4.75	5.04	5.30	6.01	6.54
Galacturonic acid content %	31.23	37.51	37.38	39.63	38.21

2.3 果胶分离方法

2.3.1 沉淀剂选择 果胶沉淀剂可用电解质沉淀剂和有机沉淀剂。以明矾、硫酸铜、硫酸铁铵和氯化钙为盐析沉淀剂,沉淀分离果胶产品。结果产品产量低,或是半乳糖醛酸含量低,与乙醇沉淀分离效果相比不理想,并且盐析的操作繁琐、废水处理困难,产品质量不稳定,因此,我们选择乙醇沉淀法作为分离方法。

2.3.2 沉淀剂乙醇用量对果胶提取率的影响 乙醇用量、水解 pH 和沉淀温度,对沉淀结果都有影响。将减压浓缩的提取液加入乙醇,进行纯化。乙醇用量(ml/100ml 水解液)低,产量高,但半乳糖醛酸含量低,沉淀分离效果不佳,杂质过多 乙醇用量与

实验结果表明,用 4 种不同的酸提取果胶时,盐酸水解的产品提取率和半乳糖醛酸含量均较高,因此选择盐酸。

2.2.3 提取液 pH 值对果胶提取率的影响 在温度 90℃、时间 2h、料液比 1 :15 条件下,用盐酸调整 pH 值,分别在 pH 值为 1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 条件下进行果胶提取。结果由表 2 所示,盐酸提取柑橘皮果胶的最佳 pH 值为 2.0。这可能是因为在弱酸的环境中,与果胶作用的 H⁺ 减少,降低了水溶性果胶的转化率 而在强酸环境中,会使生成的水溶性果胶进一步水解成单糖,从而导致果胶产率降低^[24]。

2.2.4 水解时间对果胶提取率的影响 其他条件固定,改变果胶提取时间,时间设置和实验结果如表 2 所示。水解时间的增加有利于提高果胶产品得率,但对果胶产品中半乳糖醛酸含量和提取率无显著影响。

水解液用量接近 1:1 时,效果较理想。

随乙醇用量增加,果胶提取率随之增加,半乳糖醛酸含量也相应增加,但沉淀时乙醇用量超过 80%以上,提取率上升幅度很小,而且半乳糖醛酸含量有所下降,还会给酒精回收增加负担,提高了生产的成本。

2.4 柑橘皮果胶提取的正交实验

根据单因素试验结果,选择提取温度、料液比、pH 值、提取时间、乙醇用量%为影响因素,果胶提取率为判断指标做正交试验,其影响因素及水平设计见表 5。选用 L₁₆(4³)正交表设计试验方案。试验结果与极差分析见表 6。

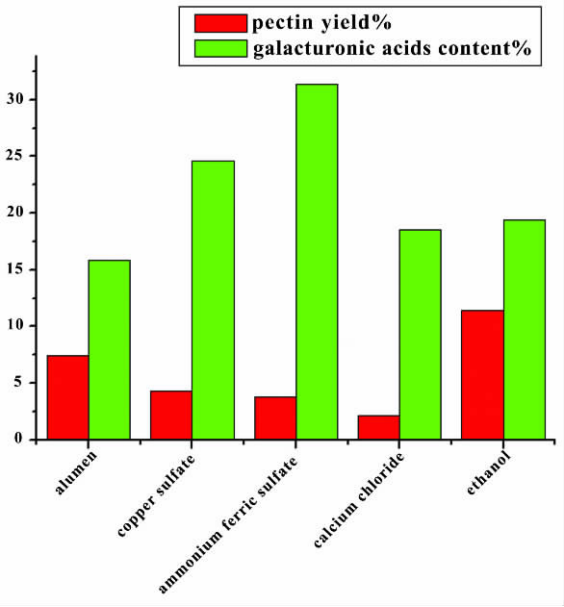


图 4 沉淀剂对沉淀效果的影响
Fig.4 Effect of precipitator on deposition

根据正交试验结果的极差分析可知见表 6,各因素影响果胶皮中果胶提取率的程度依次为 C (pH 值) >A (温度) >E (乙醇量%) >D (时间 h) >B (料量比), pH 值和提取温度是影响果胶提取率的主要因素。由表 4 的 K 值可知,柑橘皮果胶提取的工艺

的最佳组合为 A₂B₃C₂D₃E₃,即 提取温度 80℃,料液比 1:15,酸解液 pH 值为 1.5,酸解时间为 2h,乙醇量 80%。在此条件下,柑橘皮果胶的提取率可达 11.82%。

2.5 最佳工艺条件下产品各项指标的测定

根据本实验确定的最佳工艺参数,所得果胶产品,参照中华人民共和国轻工行业标准 QB2484-2000 的要求检测各项主要指标。结果如表 7 所示,本实验研究所得的果胶产品主要指标均符合或超过标准规定的果胶理化指标。

3 结论

通过预实验结果,采用单因素分析结果基础上,进行五因素四水平 L₁₆(4) 设计实验,综合考察提取工艺中的时间、温度、pH 值和料液比等重要影响因素对果胶提取率的影响;并应用综合分析、优化其最佳水平,得到适宜的工艺参数为提取温度 80℃,料液比 1:15,酸解液 pH 值为 1.5,提取时间为 2h,乙醇用量 80%。说明其能较真实地反映各筛选因素的影响 因此,用正交试验设计法优化酸水解提取柑橘皮果胶的提取条件是有效可行的。酸水解提取柑橘皮果胶不仅能减少废物处理对环境的污染,而且可以提高果胶提取率,适宜工业化生产 产品各项检测指标均达到或超过国家标准。但是,本方法的缺点是提取时所用乙醇回收较困难,进一步研究寻找成本低、环境污染小的果胶提取方法。

表 4 乙醇用量对沉淀效果的影响

Table 4 Effects of ethanol amount on deposition

Ethanol amount (%)	60	70	80	90	100
Pectin extraction rate%	2.54	2.71	3.17	3.25	3.098
Galacturonic acid content %	24.1	24.6	26.5	27.2	26.4

表 5 影响橘皮果胶提取的各因素水平表

Table 5 Factors and their coded levels of orthogonal experiment design

Factors	A (℃)	B (g/ml)	C (pH)	D (h)	E (%)
	Temperature	Solid-to-liquid ratio	pH value	Extraction time	Ethanol amount
1	90	1:5	1.0	1.0	60
2	80	1:10	1.5	1.5	70
3	70	1:15	2.0	2.0	80
4	60	1:20	2.5	2.5	90

表 6 柑橘皮果胶提取工艺正交试验设计及结果

Table 6 Orthogonal array design and corresponding experimental results

No.	A	B	C	D	E	Pectin yield %
1	1	1	1	1	1	8.7
2	1	2	2	2	2	9.8
3	1	3	3	3	3	10.9
4	1	4	4	4	4	10.0
5	2	1	2	3	4	10.7
6	2	2	1	4	3	10.5

7	2	3	4	1	2	11.6
8	2	4	3	2	1	10.1
9	3	1	3	4	2	10.2
10	3	2	4	3	1	10.5
11	3	3	1	2	4	9.5
12	3	4	2	1	3	10.9
13	4	1	4	2	3	9.7
14	4	2	3	1	4	8.6
15	4	3	2	4	1	9.1
16	4	4	1	3	2	9.0
K1	39.4	39.3	37.7	39.8	38.4	
K2	42.9	39.4	40.5	39.1	40.6	
K3	41.1	41.1	39.8	41.1	42.0	
K4	36.4	40.0	31.8	39.8	38.8	
R	6.5	1.8	8.7	2.0	3.6	

表 7 本实验所得果胶产品各项指标
Table 7 Indexes of pectin in citrus peel

各项指标	果胶收率(%)	总半乳糖醛酸含量(%)	灰分(%)	水分(%)
Index	Pectin yield	Galacturonic acid	Ash	Moisture
Pectin	11.82	65.31	12.81	6.42
QB2484-2000		≥ 65	≤ 5	≤ 8

参 考 文 献 (References)

[1] 汪海波,汪芳安,潘从道.柑橘皮果胶的改进提取工艺研究[J].食品科学,2007,28(2):136-141
Wang Hai-bo, Wang Fang-dao, Pan Cong-dao. Study on Improved Pectin extraction method from orange peel[J]. Food Science, 2007,28 (2):136-141

[2] Wu HJ. The situation and outlook of citrus processing industry in China [C]. China/FAO Citrus yposium, Beijing, 2001

[3] Teiko MJ. Citrus juice production and fresh market extension technologies [C]. China/FAO Citrus Symposium, Beijing, 2001

[4] 单杨. 中国柑橘工业的现状、发展趋势与对策 [J]. 中国食品学报, 2008, 8(1): 1-8
Shan Yang. Present Situation, Development trend and countermeasures of citrus industry in China [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2008,8(1):1-8

[5] 田继武,刘朝良,朱保建,等.桑枝皮中果胶的提取工艺优化[J].食品科学,2011,32(16):22-26
Tian Ji-wu, Liu Chao-liang, Zhu Bao-jian, et al. Optimization of Extraction Process for Pectin from Mulberry Stalk Bark[J]. Food science, 2011,32(16):22-26

[6] Dmitrii AZ, Natalya MP. The composition and properties of pumpkin and sugarbeet pectins[J]. Food Hydrocolloids, 1995,(2):147-149

[7] Thakur BR, Singh RK, Handa AK. Chemistry and uses of pectin[J]. Crit Rev Food Sci Nutr, 1997, 37(1): 47-73

[8] Takei T, Sato M, Ijima H, et al. In situ gellable oxidized citrus pectin for localized delivery of anticancer drugs and prevention of homotypic cancer cell aggregation [J]. Biomacromolecules, 2010,11 (12): 3525-3530

[9] Wong TW, Chan LW, Lee HY, et al. Release characteristics of pectin microspheres prepared by an emulsification technique [J].Journal of Microencapsulation, 2002,19(4):511-522

[10] 涂国云,王正武,王仲妮.果胶的制备与应用[J].食品与药品,2007,9 (6):50-56
Tu Guo-yun, Wang Zheng-wu, Wang Zhong-ni. Preparation and application of pectin[J]. Food and Drug, 2007,9(6):50-56

[11] Cho CW, Lee DY, Kim CW. Concentration and purification of soluble pectin from mandarin peels using crossflow microfiltration system [J]. Carbohydrate Polymers, 2003, 54(1): 21-26

[12] 王方方,陈开勋,范代娣,等.离子交换法制备果胶[J].食品科学, 2009, 30(4): 57-60
Wang Fang-fang, Chen Kai-xun, Fan Dai-di, et al. Preparation of Pectin by Ion Exchange Method[J]. Food Science, 2009, 30(4): 57-60

[13] Jayani RS, Shukla SK, Gupta R. Screening of bacterial strains for polygalacturonase activity: its production by Bacillus sphaericus (MTCC 7542)[J]. Enzyme Res, 2010, DOI: 10.4061/2010/306785

[14] Edashige Y, Murakami N, Tsujita T. Inhibitory effect of pectin from the segment membrane of citrus fruits on lipase activity[J]. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo), 2008, 54(5): 409-415

[15] Mandalari G, Bennett RN, Kirby AR, et al. Enzymatic hydrolysis of flavonoids and pectic oligosaccharides from bergamot (Citrus

- bergamia Risso) peel [J]. J Agric Food Chem, 2006, 54 (21): 8307-8313
- [16] Neuman M. Metabolic effects and drug interactions provoked by certain vegetables: grapefruit, St. John's wort and garlic [J]. Presse Med, 2002, 31(30): 1416-1422
- [17] Penel C, Greppin H. Binding of plant isoperoxidases to pectin in the presence of calcium[J]. Febs Lett, 1994, 343(1): 51-55
- [18] Liu Y, Shi J, Langrish TAG. Water-based extraction of pectin from flavedo and albedo of orange peels[J]. Chemical Engineering Journal, 2006, 120(3): 203-209
- [19] Kratchanova M, Pavlova E, Panchev I. The effect of microwave heating of fresh orange peels on the fruit tissue and quality of extracted pectin[J]. Carbohydrate Polymers, 2004, 56(2): 181-185
- [20] Chafer M, Gonzalez MC, Chiralt A, et al. Microstructure and vacuum impregnation response of citrus peels[J]. Food Research International, 2003, 36(1): 35-41
- [21] Kim WC, Lee DY, Lee CH, et al. Optimization of narirutin extraction during washing step of the pectin production from citrus peels[J]. Journal of Food Engineering, 2004, 63(2): 191-197
- [22] 熊重铎,李海燕,曾庆福.波辅助萃取法快速测定芒果果胶含量的研究[J].安徽农业科学,2008,36(7):2610-2612
- Xiong Zhong-duo, Li Hai-yan, Zeng Qing-fu. Study on the rapid determination of pectin content in ramie by microwave-assisted extraction[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2008, 36(7): 2610-2612
- [23] 李春明,管春梅.咪唑比色法测定玉米种皮中的果胶含量[J].中国公共卫生, 2004, 20(4). 490
- Li Chun-ming, Guan Chun-mei. Determination of corn bran pectin content by carbazole colorimetric method[J]. Chinese Journal of Public Health, 2004,20(4):490
- [24] 赵江,程彦伟.苹果渣提取果胶最佳水解条件的研究[J]. 河南工业大学学报, 2007, 28(4): 48-53
- Zhao Jiang, Cheng Yan-wei. Study on the optimized hydrolysis conditions of pectin extracted from apple pomace [J]. Journal of henan university of technology, 2007, 28(4): 48-53

·重要信息·

《分子影像学》第二版已正式出版发行

卜丽红¹ 戴薇薇²

(1 哈尔滨医科大学附属第四医院医学影像科 150001 2 人民卫生出版社医药教育出版中心第四编辑室)

由哈尔滨医科大学附属第四医院申宝忠教授主编的《分子影像学》第二版(ISBN 978-7-117-13344-9/R·13345)一书已于2010年9月14日由人民卫生出版社出版发行。《分子影像学》是国内第一部分子影像学大型专著。对于分子影像学的基本概念、基本原理、基本方法和应用概况都有精彩而详细的论述,充分体现了国际分子影像学的最新进展。

《分子影像学》第二版由著名医学影像学家、中国工程院院士刘玉清教授和美国分子影像学专家、美国医学科学院院士 Sanjiv Sam Gambhir 教授亲自作序。编委会包括美国哈佛大学、斯坦福大学等国外知名院校7名专家作为国外编委,国内多家知名大学、研究中心学术带头人13名作为国内编委,还包括国内外共40名专家参与编写。

全书共计130余万字,收录图片378幅,共分基础篇和应用篇。

基础篇共分10章,主要介绍了分子影像学的发展简史,分子成像的相关概念、基本原理、基本技术和设备等,内容较第一版更为精准、完善,覆盖面更加宽泛。着重针对探针合成这一当前分子成像研究的技术瓶颈,纳入了材料学、生物学和化学等相关技术内容。

应用篇共分7章,着重介绍了分子影像学技术的最新进展和应用情况,并详细介绍了分子成像在肿瘤、中枢神经系统和心血管系统疾病诊断中的应用情况,重点阐述了分子成像在监测基因治疗、活体细胞示踪以及新药研发等方面的最新研究进展,并就分子影像学向临床转化所面临的问题进行了深入剖析。

本书内容系统详实,深入浅出,图文并茂,可读性强。可供医学影像学专业、临床专业学生使用,并可为临床各学科研究生、临床医师及其他相关生命科学的研究人员提供参考。

《分子影像学》精装本定价260元,全国各大书店有售。