

不同取胶方式对蜂胶品质影响的比较研究

王 勇¹, 张中印², 陈 芳¹, 张金振¹, 薛晓锋¹, 魏 月¹, 吴黎明^{1,*}

(1. 中国农业科学院蜜蜂研究所, 农业部蜂产品质量监督检验测试中心, 北京 100093;

2. 河南科技学院资源与环境学院, 河南 新乡 453003)

摘 要: 采用塑料取胶器、尼龙纱网、覆布以及从框梁缝隙刮取4种取胶方式采集蜂胶, 分析不同取胶方式所得蜂胶样品的乙醇提取物含量、8种黄酮含量、总黄酮含量。结果表明: 取胶方式对蜂胶品质的影响很大; 尼龙纱网方式收集所得蜂胶的品质最好, 3个品质指标均极显著的优于其他取胶方式; 塑料取胶器和从框梁缝隙处刮取的蜂胶品质次之, 两种取胶方式间无显著差异但都显著的优于覆布取胶; 采用覆布方式收集所得蜂胶的品质最差。由此提示, 通过缩小取胶器空隙可以提升所采集蜂胶品质。

关键词: 蜂胶; 取胶方式; 乙醇提取物含量; 总黄酮; 高效液相色谱法

Effects of Different Harvesting Methods on Propolis Quality

WANG Yong¹, ZHANG Zhong-yin², CHEN Fang¹, ZHANG Jin-zhen¹, XUE Xiao-feng¹, WEI Yue¹, WU Li-ming^{1,*}

(1. Institute of Apicultural Research, Bee Products Quality Supervision and Inspection Center, Ministry of Agriculture,

Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100093, China; 2. College of Resources and Environment,

Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China)

Abstract: Propolis samples were obtained by 4 harvesting methods, nylon net, plastic mat, covering fabric and scraping from frame gaps. Ethanol extractable content, total content of 8 flavanoids and total flavanoid content of four propolis samples were analyzed. The results showed that 3 quality indexes varied significantly among samples obtained by different harvesting methods. The quality of propolis obtained by nylon net was significantly superior to that of those from the three other methods. The quality of propolis obtained from plastic mat and frame gaps was not significantly different, but significantly better than that obtained with covering fabric. The quality of propolis obtained by covering fabric was the worst. These results suggest that propolis quality could be improved through narrowing the mesh of propolis harvesting implement.

Key words: propolis; harvesting methods; ethanol extractable content; total flavanoids; high performance liquid chromatograph (HPLC)

中图分类号: S896.6

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2014)10-0052-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201410010

蜂胶是西方蜜蜂从植物的芽苞、树皮或茎干伤口采集的树脂等分泌物, 与部分蜂蜡和花粉以及蜜蜂上颌腺分泌物混合而成的芳香黏性固体^[1-2]。蜂胶化学成分复杂^[3], 含有丰富的黄酮类、萜烯类、酚酸类等生物活性物质。现代大量的生理药理学研究表明, 蜂胶具有抗菌、抗病毒、抗氧化、抗衰老、抗肿瘤、消炎、增强机体免疫力、降低血糖血脂、镇静、麻醉等多种药理活性^[4-10]。因此, 近十几年来蜂胶成为蜂产品研究开发的热点, 越来越受到食品、保健品、医药、日化、农牧业及广大人民群众的关注^[11]。

我国疆域辽阔, 森林植被资源丰富, 可供蜜蜂采集的胶源植物种类众多。在众多胶源植物中杨树属及其杂交属分布广泛, 种植面积大, 是我国蜂胶的主要植物来源^[12]。获取蜂胶的方式有很多, 可以用起刮刀直接从蜂箱框梁和箱沿等处刮取, 也可从覆布或副盖上获取。目前较为常用的取胶方式有4种^[13]: 1) 从框梁缝隙等处刮取: 在日常开箱检查蜂群时直接用起刮刀刮取蜂箱内壁和框梁等处的蜂胶, 其操作简单, 是获取蜂胶最常见、最直接的方法; 2) 覆布法: 将覆布盖在副盖上, 待蜂胶在覆布上积聚后收集覆盖上的蜂胶, 覆布取胶操作费时

收稿日期: 2013-11-26

基金项目: 国家现代农业(蜂)产业技术体系建设专项(CARS45); 公益性行业(农业)科研专项(201203046)

作者简介: 王勇(1988—), 男, 硕士研究生, 研究方向为蜂产品质量与安全。E-mail: thebraveking@163.com

*通信作者: 吴黎明(1973—), 男, 研究员, 博士, 研究方向为蜂产品质量与安全。E-mail: apiswu@126.com

费力,产量低,且所得蜂胶容易受覆布染料污染;3)塑料副盖式取胶器取胶:副盖通常有铁丝网和竹栅式两种,从铁纱盖上取胶操作相对简单,但铁制纱盖容易生锈,使用寿命短,而且采集的蜂胶还极易受到重金属污染,是逐渐被摒弃的取胶方式。当前市场上出售的取胶专用设备——塑料副盖式取胶器,是从竹栅式副盖演变而来的专业取胶方式,其取胶操作方便,成本较低,卫生安全;4)尼龙纱网取胶^[14]:取一块55 cm×45 cm的双层尼龙纱网放于上梁与覆布之间,框梁与尼龙纱网之间保持2~3 mm的距离,蜜蜂采集蜂胶于尼龙纱网上。这种方式蜂胶产量高,杂质少,取胶所用尼龙纱材料便宜常见。

蜂胶的植物来源不是影响蜂胶气味、颜色、质地和化学组分的唯一因素,其地理来源和气候条件也是影响蜂胶性质的重要因素^[15],此外取胶方式也能影响蜂胶的组成和特性^[16]。有人曾报道过取胶方式对蜂胶中铅含量^[17]和蜂胶抗氧化活性的影响^[18],甚至有人报道可以用核磁共振技术来溯源生产蜂胶所采用的取胶方式^[19]。国内专业检测机构和蜂胶制品企业日常主要通过测定以下指标来控制和评价蜂胶品质:乙醇提取物含量、总黄酮含量、8种黄酮含量、蜂胶掺假检测等。GB/T 19427—2003《蜂胶中芦丁、杨梅酮、槲皮素、茨菲醇、芹菜素、松属素、苛因、高良姜素含量的测定方法:液相色谱-串联质谱检测法和液相色谱紫外检测法》规定了蜂胶中8种黄酮的检测方法,其检测的黄酮类物质分别是芦丁、杨梅酮、槲皮素、山柰素、芹菜素、柯因、松属素、高良姜素的含量^[20]。

本研究通过测定4种取胶方式所得蜂胶样品的乙醇提取物、总黄酮和8种黄酮的含量,比较了不同取胶方式对蜂胶品质指标的影响,以期对蜂胶生产实践中取胶方式的选择和取胶器的改进提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料及处理

试验设计采用非配对设计,选取河南省林州市山区某定地试验蜂场群势相同的40群蜜蜂,随机分成4组,每组10群,分别以塑料副盖式取胶器、尼龙纱网、覆布以及从框梁等缝隙处直接刮取的方式收集蜂胶。蜂场所在地的主要胶源植物是杨树属植物,收集的蜂胶样品属于杨树型蜂胶。

为了减少和消除蜂种、地源、气候、植物源、日常管理和其他未知因素对蜂胶品质的影响,试验蜂群选取群势和品种都相同意大利蜜蜂;试验蜂场是位于某山区的定地蜂场,以确保地理和环境因素对每个蜂群中的蜂胶品质有相同的影响;试验蜂群由专人饲养,试验蜂群的日常管理一致。

塑料取胶器和尼龙网纱代替蜂箱中的副盖,覆布置于副盖上,同时放入蜂群,3个月后取出,经冷冻处理,收集脱落蜂胶;日常开箱检查蜂群时直接用刮刀刮取蜂箱内壁和框梁等处的蜂胶。

样品的粉碎:将蜂胶原料放置于-10℃冰箱中冷冻24 h,用锤子砸碎,之后迅速于高速粉碎机内粉碎,粉碎后的样品置于自封袋内冷冻保存,待用。

1.2 试剂

芦丁、杨梅酮、槲皮素、茨菲醇、芹菜素、松属素、苛因、高良姜素标准品(纯度大于98%) 美国Sigma公司;95%乙醇、苯(均为分析纯) 北京化工厂;50 μg/mL芦丁标准储备液:取5.0 mg芦丁标准品,加甲醇溶解并定容至100 mL;聚酰胺粉(100~200目) 西安朴天吸附材料有限公司;甲醇(分析纯) 国药集团化学试剂有限公司;甲醇(色谱纯) 赛默飞世尔科技(中国)有限公司。

1.3 仪器与设备

QB-208多用途旋转摇床 海门市其林贝尔仪器制造有限公司;KQ-100E超声波清洗仪 昆山市超声仪器有限公司;Himac CR 22GII高速离心机 日本日立公司;HH-W三用恒温水箱 江苏金坛市医疗仪器厂;电热鼓风干燥箱 上海一恒科学仪器有限公司;电子分析天平德国Satorius公司;UV2550紫外-可见分光光度计 日本岛津公司;1200 Series液相色谱仪(配有二极管阵列检测器) 美国安捷伦公司。

1.4 方法

1.4.1 蜂胶乙醇提取物含量测定

准确称取粉碎过的蜂胶样品1.0 g,置于50 mL离心管,加入30 mL的95%乙醇溶液,旋转振荡提取1 h,2000 r/min离心5 min,上清液倒入干燥称量过的滤纸和玻璃漏斗中,过滤到100 mL容量瓶内,再次加入30 mL的95%乙醇溶液于离心管中,放于超声波清洗仪中超声提取20 min,过滤,15 mL乙醇洗涤离心管和滤纸,上述洗涤步骤重复2次,最后用95%乙醇将滤液定容至100 mL。乙醇不溶物和滤纸及玻璃漏斗在50℃烘箱内干燥至质量恒定,分析天平精确称量其质量,求得醇不溶物的质量,按公式(1)计算乙醇提取物含量。

$$X/\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (1)$$

式中:X为蜂胶乙醇提取物含量/%; m_1 为蜂胶样品质量/g; m_2 为醇不溶物质量/g。

1.4.2 蜂胶中总黄酮含量测定

参照GB/T 24283—2009《蜂胶》中总黄酮的测定方法。

1.4.2.1 芦丁标准曲线的绘制

分别取50 μg/mL的芦丁标准储备溶液0、1、2、3、4、5 mL于10 mL容量瓶中,用甲醇定容,摇匀,置于

1 cm样品池, 用甲醇溶液作参比, 在波长360 nm处测定吸光度, 绘制标准曲线, 计算回归方程。

1.4.2.2 蜂胶样液吸光度测定

用移液枪准确吸取1.4.1节中定容至100 mL的滤液1 mL于玻璃蒸发皿中, 加入5 mL 95%的乙醇及1 g左右的聚酰胺粉, 蒸发皿置于60 °C水浴中, 挥干乙醇, 蒸干的聚酰胺粉填入关闭活塞的层析柱内。量筒量取20 mL苯液, 分3次清洗玻璃蒸发皿后, 转入层析柱内。静置20 min后, 弃去苯液, 关闭活塞。量取20 mL甲醇, 分3次清洗玻璃蒸发皿后, 转入层析柱内, 15 min后开启活塞, 25 mL容量瓶收集甲醇洗脱液, 用甲醇定容至刻度。定容后的甲醇洗脱液置于1 cm样品池, 甲醇溶液置于参比池, 于波长360 nm处测定吸光度。

1.4.2.3 总黄酮含量的计算

1.4.2.2节所测定的吸光度, 可根据1.4.2.1节方法绘制的芦丁标准曲线定量。按公式(2)计算样品总黄酮含量。

$$A = \frac{c \times 25 \times 100}{1000 \times m_1} \quad (2)$$

式中: A 为蜂胶试样中总黄酮含量/(mg/g); c 为由标准曲线算得的被测甲醇溶液中总黄酮质量浓度/($\mu\text{g/mL}$); m_1 为蜂胶样品质量/g。

1.4.3 蜂胶中芦丁、杨梅酮、槲皮素、茨菲醇、芹菜素、松属素、苜蓿素、高良姜素含量的测定

称取蜂胶样品0.3 g (精确到0.001 g), 放入50 mL容量瓶中, 加入40 mL甲醇, 在超声波水浴槽超声至样品溶解, 待恢复室温后, 甲醇定容, 0.45 μm 的滤膜过滤, 所得滤液作液相色谱分析。

色谱条件: 色谱柱 Ecilipse XDB-C₁₈ (4.6 mm×150 mm, 5 μm); 流动相: 0.05%磷酸溶液(A)-甲醇(B); 流速0.8 mL/min; 检测波长270 nm; 进样体积5 μL ; 柱温箱温度30 °C。

表1 梯度洗脱程序

Table 1 HPLC gradient elution program

时间/min	0	10	20	25	52	53	73
甲醇(B)体积分数/%	40	40	45	55	75	40	40

1.5 数据处理与统计分析

蜂胶样品的每个质量指标均重复测定3次, 其算术平均值作为最终的结果。测定结果经SPSS 21.0软件方差齐性检验和方差分析后, LSD法多重比较, 取显著水平 $\alpha=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 不同取胶方式对蜂胶乙醇提取物含量的影响

不同提取方式的所得乙醇提取物含量见表1。测定数

据的方差齐性检验结果显示方差齐($P<0.01$), 因此采用均数相等的稳健性检验进行差异显著性检验, 结果表明4种取胶方式所得蜂胶的乙醇提取物含量差异极显著($P<0.01$), 说明采用不同的取胶方式取胶, 所获得的蜂胶乙醇提取物含量不同。Games-Howell多重比较的结果显示: 尼龙纱网所得蜂胶的乙醇提取物含量与其他3种取胶方式之间均有极显著差异; 塑料取胶器与覆布之间有极显著差异, 但塑料取胶器与框梁刮取的蜂胶间未达到显著性差异水平; 框梁刮取的蜂胶与覆布间也未达到显著性差异水平(表2)。

表1 不同取胶方式所得蜂胶乙醇提取物含量

Table 1 Ethanol extractable contents of propolis obtained by different harvesting methods

取胶方式	群数	乙醇提取物含量/%
塑料取胶器	10	48.03±4.44
尼龙纱网	10	76.50±7.32
框梁缝隙	10	49.42±13.03
覆布	10	37.12±7.40

注: 乙醇提取物含量为平均值±标准差。下同。

表2 4种取胶方式所得蜂胶的乙醇提取物含量多重比较表

(Games-Howell法)

Table 2 Multiple comparisons of ethanol extractable contents (Games-Howell)

取胶方式	乙醇提取物含量均值/%
尼龙纱网	76.50±7.32 ^{aA}
塑料取胶器	48.03±4.44 ^{bB}
框梁缝隙	49.42±13.03 ^{bBC}
覆布	37.12±7.40 ^{cC}

注: 大写字母不同表示差异极显著($P<0.01$), 小写字母不同表示差异显著($P<0.05$), 下同。

由以上结果可以认为, 尼龙纱网所得蜂胶的乙醇提取物含量最高, 塑料取胶器次之, 框梁等处刮取的蜂胶再次之, 覆布最低。

2.2 不同取胶方式对蜂胶总黄酮含量的影响

表3 不同取胶方式所得蜂胶总黄酮含量

Table 3 Total flavonoid contents of propolis obtained by different harvesting methods

取胶方式	群数	总黄酮含量/(mg/g)
塑料取胶器	10	130.81±16.41
尼龙纱网	10	232.97±27.05
框梁缝隙	10	136.84±33.16
覆布	10	106.92±23.77

表3测定数据的方差齐性检验结果显示方差齐($P>0.05$), 可以直接采用方差分析进行差异显著性检验, 结果表明4种取胶方式所得蜂胶的总黄酮含量差异极显著($P<0.01$), 说明采用不同的取胶方式取胶, 所获得的蜂胶总黄酮含量不同。LSD多重比较的结果显示: 尼龙纱网所得蜂胶的总黄酮含量与其他3种取胶方式之间均有极显著差异; 塑料取胶器与覆布之间有显著差异, 塑料

取胶器与框梁刮取的蜂胶间没有显著差异；框梁缝隙与覆布间有显著差异（表4）。

由以上多重比较的结果可以认为，尼龙纱网所得蜂胶的总黄酮含量最高，塑料取胶器和框梁缝隙居中，覆布最低。

表4 4种取胶方式所得蜂胶的总黄酮含量多重比较表（LSD法）
Table 4 Multiple comparisons of total flavanoids contents (LSD)

取胶方式	总黄酮含量均值/ (mg/g)
尼龙纱网	232.97±27.05 ^{aA}
塑料取胶器	130.81±16.41 ^{bB}
框梁缝隙	136.84±33.16 ^{bB}
覆布	106.92±23.77 ^{cB}

2.3 不同取胶方式对蜂胶8种黄酮含量的影响

表5 不同取胶方式所得蜂胶8种黄酮含量
Table 5 The total contents of 8 flavonoids of propolis obtained by different harvesting methods

取胶方式	群数	8种黄酮含量/ (mg/g)
塑料取胶器	10	61.17±9.86
尼龙纱网	10	115.89±15.64
框梁缝隙	10	65.49±19.58
覆布	10	49.19±10.53

表5测定数据的方差齐性检验结果显示方差齐（ $P>0.05$ ），可以直接采用方差分析进行差异显著性检验，结果表明4种取胶方式所得蜂胶的8种黄酮含量差异极显著（ $P<0.01$ ），说明采用不同的取胶方式取胶，所得蜂胶8种黄酮含量是不同的。LSD多重比较的结果显示：尼龙纱网所得蜂胶的8种黄酮含量与其他3种取胶方式之间均有极显著差异；塑料取胶器与框梁缝隙和覆布间没有显著差异；框梁缝隙与覆布之间有显著差异（表6）。

由以上多重比较的结果可以认为，尼龙纱网所得蜂胶的8种黄酮含量最高，框梁缝隙次之，塑料取胶器再次之，覆布最低。

表6 4种取胶方式所得蜂胶的8种黄酮含量多重比较表（LSD法）
Table 6 Multiple comparisons of total contents of 8 flavanoids (LSD)

取胶方式	8种黄酮含量/ (mg/g)
尼龙纱网	115.89±15.64 ^{aA}
塑料取胶器	61.17±9.86 ^{bCB}
框梁缝隙	65.49±19.58 ^{bB}
覆布	49.19±10.53 ^{cB}

3 讨论

总黄酮含量、乙醇提取物含量是蜂胶质量标准中重要的理化指标^[21]，3个指标的结果均表明尼龙纱网采集所得的蜂胶品质最好。尼龙纱网取胶具有成本低、制作简单、使用方便等特点，加之因蜂胶品质好（尤其是含胶量和黄酮含量高）能形成较高的交易价格，是一种值得推广的取胶方式。

含胶量是蜂胶的一项重要特征指标，因为含胶量越高，就意味着蜂胶中蜂蜡和不溶物质含量越低，生物活性物质含量越高^[5]。取胶方式影响蜂胶品质的原因可能与蜜蜂的行为学有关。蜜蜂采集蜂胶的目的之一是用来堵塞蜂箱缝隙，以维持蜂箱内适宜的温度和湿度，为整个蜂群的活动和生长繁殖提供良好的条件。蜜蜂有可能倾向于采集树脂来堵塞和填补孔径小的缝隙，因此所得蜂胶的醇溶物含量高，生物活性物质含量也较高；而对于孔径较大的缝隙，为了尽快堵塞缝隙，蜜蜂可能会倾向于分泌更多的蜂蜡来加速填补，因此相对而言，此种蜂胶中含胶量降低，生物活性物质的含量也较低，品质变差。尼龙纱网比塑料取胶器的缝隙小很多，因此尼龙纱网收集所得的蜂胶品质会优于塑料取胶器，由此也提示，可以适当改进目前取胶器的设置，通过缩小取胶器空隙来达到提升所采集蜂胶品质的目的。日常检查蜂群时用刮刀刮取的蜂胶和塑料取胶器所得的品质相当，但是其品质的稳定性较差，变化幅度较大，这可能与日常刮胶操作较难维持稳定有关。覆布的主要作用是保温和保湿，质地紧密基本没有缝隙，蜜蜂会在覆布上制造大量的赘蜡，影响蜂胶的品质，因此覆布法所得蜂胶品质最差。

4 结论

- 4.1 取胶方式对蜂胶品质有很大影响。
- 4.2 采用尼龙纱网收集所得蜂胶的乙醇提取物含量、8种黄酮含量、总黄酮含量均显著高于其他3种取胶方式，以现有国家标准的理化指标要求衡量，尼龙纱网所采集的蜂胶品质最优，其品质极显著的优于其他3种取胶方式。
- 4.3 采用塑料取胶器和从框梁缝隙处收集所得蜂胶的品质次之，两种取胶方式所得蜂胶的品质无显著差异但都显著的优于覆布取胶。
- 4.4 采用覆布方式收集所得蜂胶的品质最差。
- 4.5 通过缩小取胶器空隙可以实现提升所采集蜂胶品质的目的，这也为取胶器的合理设置提供了理论基础。

参考文献：

- [1] BURDOCK G A. Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (propolis)[J]. Food and Chemical Toxicology, 1998, 36(4): 347-363.
- [2] ZHOU Jinhui, LI Yi, ZHAO Jing, et al. Geographical traceability of propolis by high-performanceliquid-chromatography fingerprints[J]. Food Chemistry, 2008, 108(2): 749-759.
- [3] BANKOVA V, CASTRO S L, MARCUCCI M C, et al. Propolis: recent advances in chemistry and plant origin[J]. Apidologie, 2000, 31(1): 3-15.

- [4] SFORCIN J M, FERNANDES A, Jr, LOPES C A M, et al. Seasonal effect on Brazilian propolis antibacterial activity[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2000, 73(1/2): 243-249.
- [5] KUJUMGIEV A, TSVETKOVA I, SERKEDJIEVA Y, et al. Antibacterial, antifungal and antiviral activity of propolis of different geographic origin[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 1999, 64(3): 235-240.
- [6] BANSKOTA A H, NAGAOKA T, SUMIOKA L Y, et al. Antiproliferative activity of the Netherlands propolis and its active principles in cancer cells lines[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2002, 80(1): 67-73.
- [7] MURAD J M, CALVI S A, SOARES A M V C, et al. Effects of propolis from Brazil and Bulgaria on fungicidal activity of macrophages against *paracoccidioides brasiliensis*[J]. *Journal of Ethnopharmacology*, 2002, 79(3): 331-334.
- [8] STREHL E, VOLPERT R, ELSTNER E F. Biochemical activities of propolis extracts III. Inhibition of dihydrofolate reductase[J]. *Zeitschrift fur Naturforschung C*, 1994, 49(1/2): 39-43.
- [9] KIMOTO T, AGA M, HINO K, et al. Apoptosis of human leukemia cells induced by artemisinin, an active ingredient of Brazilian propolis[J]. *Anticancer Research*, 2001, 21(1A): 221-228.
- [10] BAZO A P, RODRIGUES M A, SFORCIN J M, et al. Protective action of propolis on the rat colon Carcinogenesis[J]. *Teratogenesis, Carcinogenesis and Mutagenesis*, 2002, 22(3): 183-194.
- [11] 张翠平, 胡福良. 国内外蜂胶研究动态[G]//第三次全国蜂胶工作会议资料汇编, 2012: 16-54.
- [12] 周梦遥, 徐瑞晗, 黄微, 等. 世界主要蜂胶的植物源及多酚类化合物的研究进展[J]. *中国蜂业*, 2010(3): 5-10.
- [13] 徐喜兰. 蜂胶的生产保存与应用[J]. *农产品加工: 学刊*, 2009(11): 76-77.
- [14] 马培德. 提高蜂胶产量的几项措施[J]. *蜜蜂杂志*, 2005(3): 41.
- [15] BANKOVA V, POPOVA M, BOGDANOV S et al. Chemical composition of European propolis: expected and unexpected results[J]. *Zeitschrift fur Naturforschung C*, 2002, 57(5/6): 530-533.
- [16] ROSSI P. Comparison between different methods of propolis production [Liguria][J]. *APoidea*, 2006, 3(3): 27-32.
- [17] SALES A, ALVAREZ A, AREAL M R, et al. The effect of different propolis harvest methods on its lead contents determined by ET AAS and UV-vis[J]. *Journal of Hazardous Materials*, 2006, 137(3): 1352-1356.
- [18] ISLA M I, ZAMPINI I C, ROXANA M, et al. Effect of seasonal variations and collection form on antioxidant activity of propolis from san juan, argentina[J]. *Journal of Medicinal Food*, 2009, 12(6): 1334-1342.
- [19] PAPOTTI G, BERTELLI D, PLESSI M, et al. Use of HR-NMR to classify propolis obtained using different harvesting methods[J]. *International Journal of Food Science and Technology*, 2010, 45(8): 1610-1618.
- [20] GB/T 19427—2003 蜂胶中芦丁、杨梅酮、槲皮素、苡菲醇、芹菜素、松属素、萜因、高良姜素含量的测定方法: 液相色谱-串联质谱检测法和液相色谱紫外检测法[S].
- [21] 龚蜜, 陈瀚清, 刘明柱, 等. 蜂胶清除自由基能力与总黄酮含量和醇溶物含量的相关性[J]. *中国蜂业*, 2010(6): 15-17.