

利用糖类成分评价我国油菜原蜜的品质

曾琪¹, 黄姝玲², 倪辉², 杨远帆^{2*}, 吴黎明³, 徐敦明¹

(1. 厦门出入境检验检疫局技术中心, 厦门 361026; 2. 集美大学食品与生物工程学院, 厦门 361021;
3. 中国农业科学院蜜蜂研究所, 北京 100093)

摘要: **目的** 以油菜原蜜为研究对象, 通过测定其中果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的含量评价我国大宗原蜜的品质。 **方法** 采用高效液相色谱示差折光法测定我国 10 个省份共 36 种油菜原蜜样品中果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的含量。 **结果** 用液相色谱方法测定蜂蜜中的果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖, 最低检测限分别为 0.079 g/100 g、0.018 g/100 g、0.037 g/100 g 及 0.094 g/100 g, 定量检测限分别为 0.263 g/100 g、0.061 g/100 g、0.124 g/100 g 及 0.314 g/100 g。36 种油菜原蜜中果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的含量范围分别为 26.00~38.16 g/100 g、23.65~39.68 g/100 g、0.14~0.62 g/100 g 及 1.09~3.10 g/100 g。 **结论** 油菜原蜜样品中的蔗糖含量都符合我国蜂蜜国家标准, 但其中 31.8% 的样品中葡萄糖和果糖总量低于国家标准。目前, 我国大宗蜂蜜不存在人为掺入蔗糖的问题。

关键词: 油菜蜜; 果糖; 葡萄糖; 蔗糖; 麦芽糖

Evaluation of quality of Chinese rape honey by carbohydrates

ZENG Qi¹, HUANG Shu-Ling², NI Hui², YANG Yuan-Fan^{2*}, WU Li-Ming³, XU Dun-Ming¹

(1. Technical Center of Xiamen Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Xiamen 361026, China; 2. College of Food and Biological Engineering, Jimei University, Xiamen 361021, China; 3. Institute of Apicultural Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100093, China)

ABSTRACT: Objective To evaluate the quality of Chinese honey by the content of fructose, glucose, sucrose and maltose in rape honey. **Methods** The content of fructose, glucose, sucrose and maltose of 36 kinds of rape honey were analyzed by high performance liquid chromatography method of refractive index (HPLC-RI). **Results** The content of fructose, glucose, sucrose and maltose of rape honey were 26.00~38.16 g/100 g, 23.65~39.68 g/100 g, 0.14~0.62 g/100 g and 1.09~3.10 g/100 g, respectively. The lowest detection limit (LOD) were 0.079 g/100 g, 0.018 g/100 g, 0.037 g/100 g and 0.094 g/100 g, respectively. The quantitative detection limit (LOQ) were 0.263 g/100 g, 0.061 g/100 g, 0.124 g/100 g and 0.314 g/100 g, respectively. **Conclusion** The sucrose content of all rape honey conforms to the national standard, but total content of fructose and glucose of 31.8% rape honey is lower than national standard. At present, there is no artificial mixed with sucrose in Chinese honey.

基金项目: 国家蜂产业技术体系科研经费及国家自然科学基金项目(30771636)、厦门市科技项目(3502Z20133005、3502Z20144080)、集美大学科研创新团队基金项目(2010A006)

Fund: Supported by the National Natural Science Foundation of China (30771636), Xiamen Science and Technology Program (3502Z20133005、3502Z20144080) and Jimei University Innovation Team Fund (2010A006)

*通讯作者: 杨远帆, 副教授, 主要研究方向为农产品贮藏与加工。E-mail: Yuanfan@jmu.edu.cn

*Corresponding author: YANG Yuan-Fan, Associate Professor, College of Food and Biological Engineering, Jimei University, Yindou Road No.43, Jimei, Xiamen 361021, China. E-mail: Yuanfan@jmu.edu.cn

KEY WORDS: rape honey; fructose; glucose; sucrose; maltose

1 引 言

蜂蜜是蜜蜂采集植物的花蜜、分泌物或蜜露,与蜜蜂自身的特殊物质混合转化,再将其储藏在蜂巢中直至成熟的天然甜味物质^[1,2],具有抗氧化^[3]、抗菌消炎^[4,5]、润肠道^[6]、降血糖^[7]、降血脂^[8]及抗肿瘤^[9]等保健作用。相关研究表明,蜂蜜的最主要成分是糖类物质,其中又以葡萄糖和果糖的含量最高,除此之外还有少量的蔗糖、麦芽糖、海藻糖及棉籽糖等^[10]。蜂蜜的糖类成分是评价蜂蜜品质的重要指标,我国食品安全国家标准、国际食品法典及欧盟均将糖含量作为衡量蜂蜜质量的关键指标之一^[1,2,11]。

相对于超市销售的蜂蜜及蜂蜜制品来说,刚从蜂箱中采收出来的未经过人为加热浓缩和化学加工的蜂蜜称为原蜜,原蜜的品质是决定商品蜂蜜和蜂蜜制品质量的关键。相关研究表明,原蜜的品质容易受到养蜂模式、季节、气候和蜜源状况的影响。虽然有关研究对我国商品蜂蜜和蜂蜜制品的质量进行了一些相关研究报道,且发现了目前我国蜂蜜和蜂蜜制品存在的主要品质问题,但由于对原蜜的品质缺乏系统调查研究,未能从蜂蜜产业生产的源头上制定措施。因此,目前虽然不断更新蜂蜜国家标准并开发新型检测技术,但蜂蜜和蜂蜜制品中的品质问题仍然时有发生。

油菜是人工种植的油料植物,是我国最大宗、分布最广和最具有代表性的蜜源,全国各地都有种植,以华北、华中、华东、四川盆地、西北地区和新疆等为主,几乎在我国所有省份都可以采收大量的油菜原蜜^[12]。因此,本研究以 36 种取自全国不同地区的油菜原蜜为对象进行研究,分析其中果糖、葡萄糖、蔗糖及麦芽糖等几种主要糖类的含量,以此为依据评价我国大宗原蜜的品质。

2 材料与方法

2.1 材 料

2.1.1 油菜原蜜

36 种油菜原蜜,由中国农业科学院蜜蜂研究所提供。其中 y2、y3、y4、y8 产自云南罗平; y9、y10 产自四川邛崃; y11 产自四川西峡; y14 产自四川卧龙;

y17、y19 产自浙江慈溪; y20、y24 产自浙江平湖; y25、y27、y28、y29 产自贵州遵义; y31、y32、y35、y36 产自广西西部; y38、y39、y41、y42 产自河南许昌; y44、y47、y49 产自青海门源; y54 产自青海倒淌河; y60 产自湖北钟祥; y61 产自湖北荆州; y62 产自湖北荆门; y63 产自湖北襄樊; y65 产自江苏阜宁; y66 产自江苏高邮; y67、y68 产自安徽滁州。样品均为油菜蜜源期第二次或第三次摇取的原蜜,经 100~150 目尼龙滤布过滤。

2.1.2 试 剂

乙腈(色谱纯, Sigma 公司); 水(一级水); 果糖、蔗糖标准品购于国药化学试剂公司; 葡萄糖、麦芽糖标准物质分别购于 Amresco 公司、Generay Biotechnology 公司。

2.1.3 仪 器

1525 液相色谱仪(配有示差折光检测器, 美国 Waters 公司); 碳水化合物分析柱(4.6 mm×250 mm, 4 μm, 美国 Waters 公司); 分析天平 Sartorius BS 223 S(0.001 g, 德国 Sartorius 公司); Sartorius SBS 124 S(0.1 mg, 德国 Sartorius 公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 高效液相色谱条件

根据国标 GB/T 18932.22-2003^[13]进行调整,流动相为乙腈与水(77:23, V:V), 流速为 1.0 mL/min, 柱温和检测器的温度为 36 ℃, 进样量为 20 μL。

2.2.2 标准曲线的制定

分别称取 5.0000 g 果糖和 4.0000 g 葡萄糖, 用乙腈水溶液(2:3, V:V)定容至 100 mL, 再分别称取 2.0000 g 蔗糖和 2.0000 g 麦芽糖, 用乙腈水溶液(2:3, V:V)定容至 100 mL, 配制成标准储备溶液。

吸取不同体积的果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖标准储备溶液, 用乙腈水溶液(2:3, V:V)稀释定容至 10 mL, 配成不同浓度的果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖标准工作溶液, 用于绘制标准曲线, 每种标准储备溶液的用量和定容体积见表 1。

2.2.3 果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖检测限的分析

以 3 倍信噪比所对应的样品溶液浓度作为最低检测限, 10 倍信噪比所对应的样品溶液浓度为定量检测限, 分别测定果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的最低检测限及定量检测限。

2.2.4 果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖检测准确度和精密度的分析

油菜蜜样品浓度固定, 加入高、中、低 3 种浓度的标准物质, 进行高效液相色谱测定, 样品的回收率即样品检测值与理论值的百分比。

选一种油菜蜜样品, 制备成高、中、低 3 种浓度的样液, 进行高效液相色谱测定并计算每个浓度检测值的相对标准偏差。

2.2.5 油菜原蜜样品的制备与糖类物质的测定

将原蜜样品在密闭条件下, 置于 40 ℃ 的水浴中振荡温热, 待结晶完全融化后摇匀, 冷却至室温备用。

称取 5.000 g 样品, 用乙腈水溶液(2:3, V:V)溶解并定容至 100 mL, 混匀, 用有机滤膜过滤,, 进行高效液相色谱测定, 每个样品 3 次平行, 得到果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的峰面积, 结果按式(1)计算:

$$X = c \cdot \frac{V}{m}$$
(1)

式中:

- X: 试样中被测组分含量(g/100 g);
- c: 从标准工作曲线上得到的被测组分溶液浓度(g/100 mL);
- V: 样品溶液定容体积(mL);
- m: 所称试样的质量(g)。

3 结果与分析

3.1 果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的定性分析

高效液相色谱示差折光法测定蜂蜜中的果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖含量的技术比较成熟, 虽然存在灵敏度低、不能梯度洗脱等缺点, 但蜂蜜中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖含量较高, 且易分离, 用于常量分析准确可靠^[14], 蜂蜜中的果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的色谱图如图 1 所示, 4 种物质的保留时间分别为 6.705、7.668、10.654 和 12.571 min; 四者相互间的分离度均大于 1.5, 实现了完全分离。

表 1 标准工作溶液
Table 1 Standard work-solution

序号	果糖、葡萄糖储备溶液体积/mL	蔗糖、麦芽糖储备溶液体积/mL	定容体积/mL	标准工作溶液浓度/(g/100 mL)			
				果糖	葡萄糖	蔗糖	麦芽糖
1	2.00	0.25	10.00	1.00	0.80	0.05	0.05
2	3.00	0.50	10.00	1.50	1.20	0.10	0.10
3	4.00	1.00	10.00	2.00	1.60	0.20	0.20
4	5.00	2.00	10.00	2.50	2.00	0.40	0.40
5	6.00	3.00	10.00	3.00	2.40	0.60	0.60

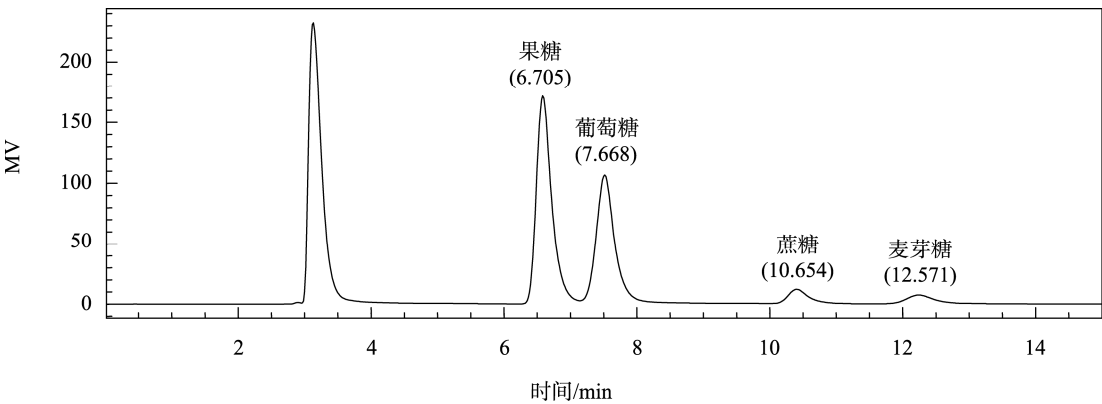


图 1 果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖分离的高效液相色谱图
Fig. 1 Chromatographic separation of fructose, glucose, sucrose and maltose

3.2 果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的标准曲线及检测限

以标样的浓度为横坐标, 所对应的高效液相色谱峰面积为纵坐标, 绘制标准曲线, 并得到各标准品标准曲线的线性回归方程和相关系数, 如表 2 所示。

3.3 果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖测定的回收率和精密度

如表 3 所示, 果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的回收率分别为 99.8%~100.8%、98.7%~100.7%、97.7%~101.2%及 98.0%~100.8%, 说明用此方法测定果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖准确度良好。

果糖的相对标准偏差均小于 1%; 葡萄糖的相对

标准偏差为 0.62%~1.39%; 蜂蜜中蔗糖的含量很低, 在低浓度样品中, 蔗糖浓度低于仪器检测限, 故未出峰, 中浓度和高浓度样品的相对标准偏差为 6.02%~7.76%; 麦芽糖的相对标准偏差为 2.66%~5.58%。说明此方法精密度良好。

3.4 油菜蜜中果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的含量

油菜蜜是食品和制药业的重要原料, 其收购和销售的价格均比较低, 可混等级收购^[15], 因此, 市场上油菜蜜的质量参差不齐。利用高效液相色谱示差折光法测定 36 种油菜原蜜中果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的浓度(g/100 mL), 根据公式(1)换算其含量(g/100 g), 结果见表 4。

表 2 果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的线性回归方程
Table 2 Linear regression equations of fructose, glucose, sucrose and maltose

样品	线性回归方程	r^2	LOD(mg/mL)	LOQ(mg/mL)
果糖	$Y=1392129X-7702$	1.0000	0.079	0.263
葡萄糖	$Y=1338650X-34840$	0.9994	0.018	0.061
蔗糖	$Y=1326552X-3117$	0.9999	0.037	0.124
麦芽糖	$Y=1107010X-4279$	0.9998	0.094	0.314

表 3 果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的回收率和精密度($n=6$)
Table 3 Recovery and precision of fructose, glucose, sucrose and maltose ($n=6$)

样品	回收率(%)			精密度(g/100 mL)		
	平均值	标准偏差	相对标准偏差	平均值	标准偏差	相对标准偏差
果糖	99.8	1.10	1.11	0.999	0.010	0.96
	99.9	0.81	0.82	1.634	0.010	0.62
	100.8	0.54	0.54	2.291	0.015	0.63
葡萄糖	98.7	1.24	1.25	0.999	0.006	0.63
	98.8	0.87	0.88	1.690	0.011	0.62
	100.7	1.27	1.26	2.314	0.032	1.39
蔗糖	101.2	1.80	1.78	ND		
	97.7	1.08	1.10	0.006	0.0003	6.02
	98.5	0.83	0.84	0.008	0.0006	7.76
麦芽糖	100.8	3.03	3.00	0.015	0.001	3.76
	98.0	1.03	1.05	0.023	0.001	5.58
	98.8	0.74	0.75	0.033	0.001	2.66

注: ND 为 No detected 缩写, 以下同。

表 4 油菜原蜜中果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的含量
Table 4 Content of fructose, glucose, sucrose and maltose in raw honey from rape

样品	来源	成分(g/100 g)			
		果糖	葡萄糖	蔗糖	麦芽糖
y2	云南罗平	32.25	33.91	0.14	2.95
y3	云南罗平	31.90	36.60	0.16	1.32
y4	云南罗平	30.93	39.68	0.17	1.34
y8	云南罗平	33.24	32.47	0.16	2.92
y9	四川邛崃	33.68	26.54	0.15	1.71
y10	四川邛崃	34.33	29.49	0.19	2.06
y11	四川西峡	32.26	32.51	0.16	2.37
y14	四川卧龙	35.50	28.35	0.18	1.84
y25	贵州遵义	31.86	32.41	0.26	1.67
y27	贵州遵义	35.20	25.35	0.15	1.97
y28	贵州遵义	32.23	37.55	0.26	1.58
y29	贵州遵义	38.16	25.81	0.18	2.80
y31	广西西部	37.13	33.19	0.36	3.10
y32	广西西部	31.07	36.67	0.24	2.19
y35	广西西部	30.68	37.64	0.30	2.11
y36	广西西部	35.78	35.67	0.30	3.00
y17	浙江慈溪	33.04	32.40	0.18	2.38
y19	浙江慈溪	27.24	28.03	ND	1.74
y20	浙江平湖	30.03	27.64	ND	1.63
y24	浙江平湖	28.54	26.49	ND	1.74
y60	湖北钟祥	32.31	33.21	0.29	2.21
y61	湖北荆州	31.25	25.34	ND	2.41
y62	湖北荆门	34.30	25.99	0.14	2.04
y63	湖北襄樊	28.21	26.46	ND	2.04
y65	江苏阜宁	31.97	25.35	0.14	2.06
y66	江苏高邮	33.55	27.99	0.16	2.55
y67	江苏	26.00	28.20	ND	1.09
y68	江苏	31.13	27.42	ND	1.52
y38	河南许昌	31.36	26.32	ND	2.32
y39	河南许昌	33.48	26.26	0.14	2.44
y41	河南许昌	33.17	23.65	0.15	2.74
y42	河南许昌	26.30	25.93	ND	1.99
y44	青海门源	32.46	25.08	0.16	2.39
y47	青海门源	30.51	29.52	0.16	2.22
y49	青海门源	31.20	30.52	0.62	2.77
y54	青海倒淌河	33.82	24.25	0.15	2.67

注：省份按花期排序。

表 5 蜂蜜中糖类成分含量的标准
Table 5 The carbohydrates content of honey listed in quality standards

项目		指标		
		中国	欧盟	国际食品法典
果糖和葡萄糖/(g/100 g)				
花蜜	≥	60	60	60
甘露蜜、甘露蜜与花蜜的混合物	≥	60	45	45
蔗糖/(g/100 g)				
中国: 桉树、柑橘、紫苜蓿、荔枝、野桂花; 欧盟和国际食品法典: 洋槐、紫花苜蓿、山龙眼、法国金银花、赤桉树、瑞香料小树、柑橘类		10	10	10
	≤			
薰衣草、琉璃苣	≤	无	15	15
一般蜂蜜	≤	5	5	5

如表 4 所示, 油菜原蜜中果糖含量范围为 26.00~38.16 g/100 g; 葡萄糖含量范围为 23.65~39.68 g/100 g; 蔗糖含量范围为 0.14~0.62 g/100 g; 麦芽糖含量范围为 1.09~3.10 g/100 g。如表 5 所示, 我国、欧盟及国际食品安全法典都要求一般蜂蜜中果糖与葡萄糖加和的含量要 ≥ 60 g/100 g。参照此标准, 本批原蜜样品中有 22 种的葡萄糖和果糖总量达到标准, 另外 14 种略低于此标准, 其中 6 种为江浙产, 4 种为河南产, 湖北与青海各两种。果糖和葡萄糖是蜂蜜中的主要糖类, 约占蜂蜜总糖分的 87%, 这两种糖分含量低主要原因可能是蜂蜜浓度偏低, 由此说明我国目前油菜原蜜浓度达标率约为 61.1%, 而大约 38.9% 的油菜原蜜浓度达不到此标准。

另外, 我国和国际标准都要求一般蜂蜜中的蔗糖含量要 ≤ 5 g/100 g, 本批次测定的 36 个蜂蜜样品都满足此项指标, 说明我国原蜜在采收期间不存在因为过度饲喂蔗糖而导致其中蔗糖超标的现象。因此, 我国原蜜的主要质量问题不是采蜜期间补饲蔗糖, 可能原因是蜂蜜浓度偏低。

相关研究表明, 蜜源品种、温度、湿度、风力和天气状况等气象因子, 蜂群的强弱、密度、空蜂巢面积大小和取蜜时间等都是影响蜂蜜糖度的重要因素^[16]。其中, 气象因子为不可控制因素, 油菜花期大多适逢雨季, 直接导致油菜蜜含水量增加, 糖度降低; 此外, 我国养蜂业普遍采用追花夺蜜的养殖模式, 为了片面追求产量而加大取蜜的次数, 导致花蜜在蜂巢中保留时间太短而未获得充分浓缩, 这也是引起原蜜浓度偏低的重要原因^[17]。浓度低的蜂蜜在贮藏

过程中易发酵, 影响品质; 此外, 即使在不发酵的情况下进行浓缩, 其风味、营养在加热过程中也会遭到破坏, 品质大大降低, 与天然成熟蜂蜜的质量相差甚远^[18]。

因此, 针对我国目前原蜜的质量现状和原因, 应该从以下几个方面开展工作: (1)建立原蜜生产的可追溯体系及流通过程的品质管理体系, 进一步对原蜜生产进行管理跟踪; (2)以原蜜浓度和保存条件为基础, 制订低浓度原蜜的储存和流通安全体系, 防止低浓度原蜜在贮运中发酵变质; (3)在现有国标的基础上, 增加原蜜收购的等级质量标准, 适当拉开高浓度原蜜和低浓度原蜜的收购价格, 鼓励蜂农多采收浓度符合蜂蜜国标的优质原蜜。

4 结 论

本实验中果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖能够完全分离, 定量检测限分别为 0.263 g/100 g、0.061 g/100 g、0.124 g/100 g 及 0.314 g/100 g, 除蔗糖外, 相对标准偏差都小于 5%, 回收率分别为 99.8%~100.8%、98.7%~100.7%、97.7%~101.2%及 98.0%~100.8%。说明采用国标的液相色谱方法可以准确地测定油菜原蜜样品中的糖类物质。

36 种油菜蜜的果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖的含量范围分别为 26.00~38.16 g/100 g、23.65~39.68 g/100 g、0.14~0.62 g/100 g 及 1.09~3.10 g/100 g。其中蔗糖含量全部符合食品安全国家标准 GB 14963-2011, 但有 14 种油菜原蜜的果糖与葡萄糖总含量略低于 60 g/100 g 的标准。说明我国原蜜的主要

质量问题不是采蜜期间过度补饲蔗糖导致蔗糖浓度偏高,而可能是由于气候和饲养模式引起的部分原蜜浓度偏低。

参考文献

- [1] GB 14963-2011 食品安全国家标准 蜂蜜 [S].
GB 14963-2011 Food safety national standard-Honey[S].
- [2] Codex Alimentarius Commission. Codex Stan 12-1981: Codex standard for honey [S].
- [3] Gheldof N, Engeseth NJ. Antioxidant capacity of honeys from various floral sources based on the determination of oxygen radical absorbance capacity and inhibition of *in vitro* lipoprotein oxidation in human serum samples [J]. *J Agric Food Chem*, 2002, 50(10): 3050–3055.
- [4] Molan PC. The antibacterial activity of honey: 1. The nature of the antibacterial activity [J]. *Bee World*, 1992, 73(1): 5–28.
- [5] Tonks AJ, Cooper RA, Jones KP, *et al.* Honey stimulates inflammatory cytokine production from monocytes [J]. *Cytokine*, 2003, 21(5): 242–247.
- [6] Kajiwar S, Gandhi H, Ustunol Z. Effect of honey on the growth of and acid production by human intestinal Bifid bacterium spp: an *in vitro* comparison with commercial oligosaccharides and inulin [J]. *J Food Prot*, 2002, 65(1): 214–218.
- [7] Al-Waili NS. Natural honey lowers plasma glucose, C-reactive protein, homocysteine, and blood lipids in healthy, diabetic, and hyperlipidemic subjects: comparison with dextrose and sucrose [J]. *J Med Food*, 2004, 7(1): 100–107.
- [8] Busserolles J, Gueux E, Rock E, *et al.* Substituting honey for refined carbohydrates protects rats from hypertriglyceridemic and prooxidative effects of fructose [J]. *J Nutr*, 2002, 132(11): 3379–3382.
- [9] Swellam T, Miyanaga N, Onozawa M, *et al.* Antineoplastic activity of honey in an experimental bladder cancer implantation model: *in vivo* and *in vitro* studies [J]. *Int J Urol*, 2003, 10(4): 213–219.
- [10] Mendes E, Brojo Proenca E, Ferreira I, *et al.* Quality evaluation of Portuguese honey [J]. *Carbohydr Poly*, 1998, 37(3): 219–223.
- [11] The Council of the European Union. Council directives 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey [S].
- [12] 曹伟, 尉亚辉. 蜂产品保健原理与加工技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
Cao W, Wei YH. Health care principle and processing technology of honey products [M]. Beijing: Chem Ind Press, 2002.
- [13] GB/T 18932.22-2003 中华人民共和国国家标准 蜂蜜中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖含量的测定方法——液相色谱示差折光检测法[S].
GT/T 18932.22-2003 Method for the determination of fructose, glucose, sucrose, maltose contents in honey- liquid chromatography refractive index detection method [S].
- [14] 张书芬, 史萍萍, 王全林, 等. 液相色谱示差折光法测定蜂蜜中果糖、葡萄糖、蔗糖和麦芽糖[J]. *食品科学*, 2008, 29(06): 280–283.
Zhang SF, Shi PP, Wang QL, *et al.* Determination of fructose, glucose, sucrose and maltose in honey by liquid chromatography refractive index detector [J]. *Food Sci*, 2008, 29(06): 280–283.
- [15] 钟吉辉, 仲秋莲. 浅谈蜂蜜浓度及度差价[J]. *蜜蜂杂志*, 2010, 3: 7.
Zhong JH, Zhong QL. Brief analysis on the concentration and degree of honey [J]. *J Bee*, 2010, 3: 7.
- [16] 匡邦郁. 影响蜂蜜浓度因素的探讨[J]. *中国养蜂*, 1979, 1: 29–30.
Kuang BY. Investigation on factors on concentration of honey [J]. *Apic China*, 1979, 1: 29–30.
- [17] 刘萌, 王勇, 罗术东. 中国养蜂业现代化发展的路径探析[J]. *中国生态农业学报*, 2011, 19(4): 961–965.
Liu M, Wang Y, Luo SD. Development of apiculture modernization in China [J]. *Chin J Eco-Agric*, 2011, 19(4): 961–965.
- [18] 曹伟, 陈卫军. 蜂产品深加工技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2011.
Cao W, Chen WJ. Deep processing technology of honey products [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2011.

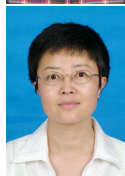
(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



曾 琪, 硕士研究生, 工程师, 主要研究方向为食品检测。

E-mail: Zengq@xmciq.gov.cn



杨远帆, 硕士, 副教授, 主要研究方向为农产品贮藏与加工。

E-mail: yuanfan@jmu.edu.cn