

不同结晶核对浓缩苕子蜜 结晶速度的影响

李莎 杨文 朱建荣 黄新球 王艳辉 杨娟
(云南省农业科学院蚕桑蜜蜂研究所, 蒙自 661101)

摘要: 为加快浓缩苕子蜜的结晶速度, 本文通过添加不同蜜源结晶核的方法, 观察不同处理蜂蜜的结晶特性、感官性状及理化指标(水分、酸度、脯氨酸、淀粉酶值、果糖、葡萄糖)。结果表明: 添加不同结晶核后浓缩苕子蜜结晶特性明显改善, 结晶颗粒变细腻质地变软, 结晶时间由180天缩短至30天; 当结晶核浓度增加至20%时, 蜂蜜结晶速度快、流动性差且明显品尝出两种蜜的滋味。因此添加结晶核不仅加快浓缩苕子蜜结晶速度, 还可以改善浓缩蜜的感官性状, 为加快蜂蜜结晶速度提供理论基础。

关键词: 结晶核; 浓缩苕子蜜; 结晶速度; 理化指标; 品质

Effect of different crystallization nuclei on the crystallization speed of concentrated potato honey

Li Sha, Yang Wen, Zhu Jianrong, Huang Xinqiu, Wang Yanhui, Yang Juan

(Institute of Sericulture and Apiculture, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Mengzi 661101, China)

Abstract: To accelerate the crystallization speed of concentrated sweet potato honey. In this paper, the crystallization characteristics, sensory properties, physical and chemical indicators (water content, acidity, proline, amylase value, fructose, glucose) of honey from different treatments were observed by adding different honey source crystal nuclei. The results showed that after adding different crystal cores, the crystallization characteristics of concentrated sweet potato honey were significantly improved, the crystal particles became fine and the texture became soft, and the crystallization time was shortened from 180 days to 30 days. When the concentration of crystal nuclei increases to 20%, honey crystallizes quickly, has poor fluidity, and clearly tastes two types of honey. Therefore, adding crystal nuclei not only accelerates the crystallization speed of concentrated sweet potato honey, but also improves the sensory properties of concentrated honey, providing a theoretical basis for accelerating the crystallization speed of honey.

Key words: crystallization nuclei; concentrated vetch honey; crystallization speed; physical and chemical indexes; quality

蜂蜜是一种药食两用的天然食品, 不仅能够促进消化吸收、润肠通便、润肺止咳, 还具有促进组织再生, 辅助治疗创伤烧伤等功效^[1], 深受消费者的喜爱。蜂群自然酿造蜂蜜使其波美度达到43度时, 蜂蜜长时间储存不易发酵变质^[2], 但在实际生产中蜂蜜受天气、环境、蜂农养蜂技术及价格不合理等因素的影响, 大量不成熟蜂蜜涌入市场^[3]。要解决这些问题, 蜂产

品生产企业必须对原料蜂蜜进行加工包装, 真空低温浓缩蜂蜜技术便能很好的解决这一问题^[4]。浓缩加工蜂蜜有其特定的优势, 但也会影响蜂蜜的品质、卖相以及影响消费者的口感。为解决这一问题, 本文研究了结晶核对浓缩苕子蜜结晶的影响, 并向浓缩苕子蜜中添加不同蜜源和不同浓度结晶核, 研究添加不同蜜源结晶核后对蜂蜜结晶速度的影响。

基金项目: 云南省石巍专家工作站(202105AF150052)

通讯作者: 杨娟, 助理研究员, 主要研究方向为蜂产品质量控制, Email: 978137726@qq.com

绝大多数纯正蜂蜜在自然条件下会出现结晶现象, 由于蜂蜜含水量等因素, 导致蜂蜜在生产、运输过程中出现结晶不完全^[5], 结晶不完全会导致未结晶部分含水量增加, 这时温度、水分为酵母提供了最适宜生长的环境, 同时也加快蜂蜜发酵变质的速度^[6]。添加结晶核后过饱和的葡萄糖围绕着结晶核生长, 蜂蜜不仅可以完全结晶, 结晶颗粒也会更均匀细腻^[7], 在杨前浩的实验中表明, 时间相同, 添加结晶核后蜂蜜产生结晶的数量远多于未添加结晶核的蜂蜜^[8]。熊庆荣^[9]1993年观察到蜂蜜中葡萄糖含量高易形成结晶, 果糖和糊精几乎不结晶。张新亮^[10]2004年发现蜂蜜结晶可以控制。王鹏涛^[11]2005年分析了蜂蜜结晶的原因, 包括果糖、葡萄糖的含量以及容器、换桶、搅拌等操作因素都可能影响蜂蜜结晶。张敬惠^[12, 13]于2010年、2013年分别报道了蜂蜜结晶的处理方法、设备以及生产技术。席景平^[14]2016年报道了蜂蜜快速结晶的生产技术要点。

市场上, 很多商家以苕子蜜为基础蜜, 混合其他蜂蜜生产百花蜜, 混合其他蜜源蜂蜜, 对蜂蜜结晶性状的影响研究较少。本文在加快浓缩苕子蜜结

晶速度方面具有重要作用, 对于促进百花蜜研发具有重要意义。

1 材料和方法

1.1 材料与试剂

试验中所有用到的蜂蜜均来自红河绿延蜂业科技发展有限公司。4种标准品果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖(色谱纯, 上海阿拉丁生化科技股份有限公司), 乙腈(色谱纯, 上海阿拉丁生化科技股份有限公司), 甲醇(色谱纯, 德国费希尔公司); 无水乙醇、酚酞、氢氧化钠等。

1.2 仪器与设备

高效液相色谱仪: 美国 Waters 公司; 电子天平(AL204): 梅特勒公司; 台式离心机: Thermo Fisher 公司; 超声波清洗器(SK7210 HP): 上海科导超声仪器有限公司; 台式 pH 计(FE28 -Standard): 梅特勒公司; 恒温水浴锅: 上海宜昌仪器纱筛厂等。

1.3 实验方法

1.3.1 试验处理

试验中结晶核选用结晶状态较好的成熟苦刺蜜、苕子蜜、鬼针草蜜, 用打蛋器将三种结晶蜜打成可



图1 不同处理蜂蜜结晶情况

注: a: 表示15天时鬼+苕蜜4%、8%、12%、16%、20%浓度; b: 表示30天时鬼+苕蜜4%、8%、12%、16%、20%浓度; c表示15天时苕+苕蜜4%、8%、12%、16%、20%浓度; d表示30天时苕+苕蜜4%、8%、12%、16%、20%浓度; e表示15天时苦+苕蜜4%、8%、12%、16%、20%浓度; f表示30天时苦+苕蜜4%、8%、12%、16%、20%浓度。

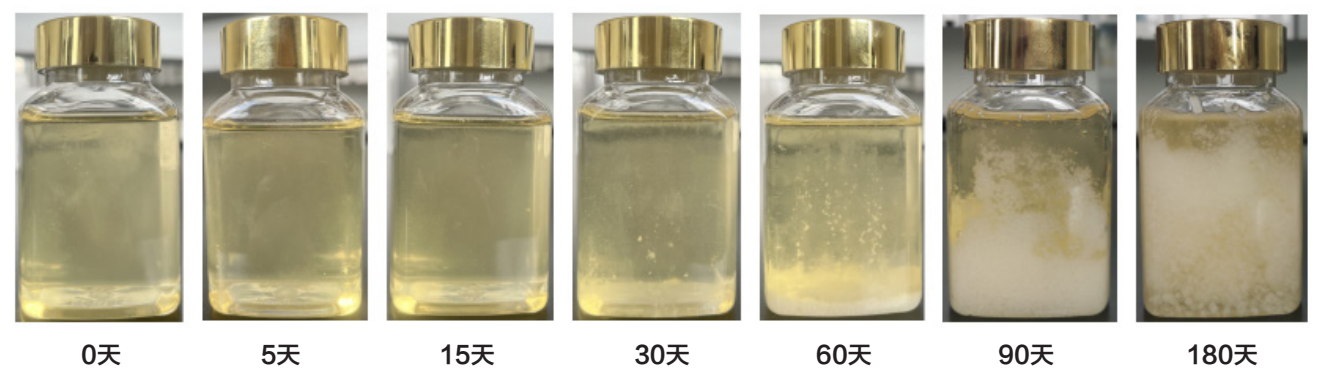


图2 浓缩苕子蜜不同时间结晶情况

表1 不同处理蜂蜜结晶特性与感官性状

不同处理	0天	5天	15天	30天	60天	90天	180天
浓缩苕子蜜	颜色呈水白色，清澈透亮，有苕子蜜清香味			有少量结晶析出	颜色呈水白色，有结晶颗粒出现，浑浊度增加	颜色呈水白色，已有一部分蜂蜜结晶，结晶颗粒粗	颜色变白，蜂蜜已基本结晶，结晶颗粒粗
鬼+苕	4%	颜色呈淡黄色，色泽不透亮，苕子蜜味浓	颜色变淡，粘稠度增加	颜色变淡，呈特浅琥珀色，结晶颗粒细腻，结晶质地硬	颜色呈特浅琥珀色，结晶质地坚硬		
	8%	颜色呈浅琥珀色，色度浑浊，苕子蜜味较浓	颜色变淡，粘稠度增加				
	12%	颜色呈琥珀色，色度浑浊，细品有鬼针草蜜味	颜色变淡，已开始结晶				
	16%	颜色呈琥珀色，色度浑浊，有鬼针草蜜味	颜色变淡，已开始结晶				
	20%	颜色呈琥珀色，色度浑浊，品尝有鬼针草蜜味，苕子蜜味变淡	颜色变淡，已结晶，质地软				
苕+苕	4%	颜色呈水白色，色泽不清澈透亮，有苕子蜜清香味	颜色变白，粘稠度增加	颜色变白，结晶颗粒细腻，结晶质地硬	颜色呈白色，结晶质地坚硬		
	8%	颜色呈米白色，色度浑浊，有苕子蜜清香味	颜色变白，粘稠度增加				
	12%	颜色呈白色，色度浑浊，有苕子蜜清香味	颜色变白，已开始结晶				
	16%	颜色呈白色，色度浑浊，有苕子蜜清香味	颜色变白，已开始结晶				
	20%	颜色呈白色，色度浑浊，苕子蜜味浓郁	颜色变白，已结晶，质地软				
苦+苕	4%	颜色呈水白色，色泽不透亮，有苕子蜜清香味	颜色变米白，粘稠度增加	颜色变淡，结晶颗粒细腻，结晶质地硬	颜色呈黄白色，结晶质地坚硬		
	8%	颜色呈水白色，色度浑浊，苕子蜜味较浓	颜色变米白，粘稠度增加				
	12%	颜色呈浅黄色，色度浑浊，细品有苦刺蜜味	颜色变米白，已开始结晶				
	16%	颜色呈浅黄色，色度浑浊，有苦刺蜜味	颜色变米白，已开始结晶				
	20%	颜色呈浅黄色，色度浑浊，有苦刺蜜味，苕子蜜味变淡	颜色变米白，已结晶，质地软				

流动状态，制备结晶核。按 4%、8%、12%、16%、20% 的浓度梯度添加在浓缩苕子蜜中，共设 19 个处理。以下均简写为：苦 + 苕蜜、苕 + 苕蜜、鬼 + 苕蜜。

1.3.2 蜂蜜结晶特性及感官性状观察

16℃的空调房内储存蜂蜜，分别于 5 天、30 天、60 天、90 天、180 天时观察蜂蜜的性状。感官指标测定方法参照国家标准蜂蜜(GB 14963-2011)凭借视觉、嗅觉、味觉、触觉等感觉器官，检测蜂蜜的色泽、滋味、气味与状态。

1.3.3 蜂蜜理化指标的测定

水分参照进出口蜂蜜检验方法采用阿贝折射仪法^[15]；葡萄糖、果糖参照国标（GB/T18932.22-2003）采用高效液相色谱测定^[16]；酸度采用的是 SN/T 0852-2000 中 3.5 规定的滴定法。

2 结果与分析

2.1 不同处理蜂蜜结晶特性及感官性状分析

不同处理后蜂蜜的结晶性状（图 1），可以看出添加不同浓度结晶核后的蜂蜜处理在 15 天时可以明显看出蜂蜜结晶，30 天时除添加 4% 浓度结晶核蜜处理，其余不同浓度所有蜂蜜均结晶完全。浓缩苕子蜜

的结晶颗粒较粗，添加了结晶核的苕子蜜在 15 天时均出现了结晶现象，且添加 20% 结晶核的蜂蜜已经全部达到结晶，在 30 天时蜂蜜均已全部结晶，结晶颗粒细腻，且结晶质地坚硬。而未添加结晶核的浓缩苕子蜜在 30 天时才有少量结晶核析出，60 天时出现结晶现象，蜂蜜完全结晶需要 180 天的时间（图 2）。添加其他蜜源结晶核后蜂蜜的颜色和滋味发生了改变，添加深琥珀色鬼针草蜜结晶核后，蜂蜜的颜色从水白色变成了琥珀色，且随着添加结晶核浓度的增大，颜色越深；蜂蜜的滋味随着添加结晶核浓度的增大，单一蜜源花香味越弱，当添加 20% 结晶核时能明显品尝出两种蜜的滋味。

2.2 不同处理蜂蜜理化指标分析

测定结晶核蜂蜜、浓缩苕子花蜂蜜和经过处理后蜂蜜的主要理化指标由表 2 可知，浓缩苕子蜜与三种结晶核相比较，其水分含量、酸度含量较低，含量分别为（17.010±0.020）%、（17.043±0.019）mmol/kg，葡萄糖和果糖含量显著升高；添加不同浓度结晶核蜂蜜理化指标发生了改变，与浓缩苕子蜜相比，添加不同浓度结晶核蜂蜜水分含量均增大，鬼 + 苕蜜最

表2 结晶核蜂蜜与不同处理蜂蜜的理化指标

不同处理理化指标		水分（%）	酸度（mmol/kg）	葡萄糖（mg/mL）	果糖（mg/mL）
鬼+苕	4%	18.000 ± 0.100 ^c	16.217 ± 0.135 ^f	30.183 ± 0.014 ^{de}	36.717 ± 0.063 ^{de}
	8%	18.000 ± 0.030 ^c	18.199 ± 0.065 ^d	30.194 ± 0.001 ^d	36.545 ± 0.210 ^{ef}
	12%	18.100 ± 0.140 ^{bc}	22.925 ± 0.078 ^a	29.732 ± 0.014 ^f	36.660 ± 0.063 ^{de}
	16%	18.200 ± 0.050 ^b	17.053 ± 0.070 ^e	30.062 ± 0.001 ^e	36.725 ± 0.030 ^{de}
	20%	18.400 ± 0.010 ^a	16.944 ± 0.069 ^f	30.171 ± 0.000 ^c	36.771 ± 0.000 ^{de}
苕+苕	4%	17.600 ± 0.010 ^d	17.394 ± 0.059 ^d	29.633 ± 0.000 ^b	36.452 ± 0.014 ^f
	8%	17.600 ± 0.030 ^d	18.546 ± 0.013 ^d	29.594 ± 0.006 ^b	36.561 ± 0.014 ^{ef}
	12%	17.600 ± 0.020 ^d	19.946 ± 0.071 ^b	29.708 ± 0.007 ^g	36.484 ± 0.000 ^{ef}
	16%	17.600 ± 0.160 ^d	21.792 ± 0.009 ^a	29.713 ± 0.004 ^g	36.583 ± 0.014 ^e
	20%	17.600 ± 0.100 ^d	21.045 ± 0.091 ^{ab}	29.714 ± 0.002 ^g	36.491 ± 0.000 ^{ef}
苦+苕	4%	17.300 ± 0.140 ^c	17.763 ± 0.139 ^d	31.264 ± 0.002 ^c	37.716 ± 0.007 ^b
	8%	17.600 ± 0.010 ^d	18.525 ± 0.061 ^d	31.824 ± 0.004 ^{ab}	37.841 ± 0.014 ^a
	12%	17.600 ± 0.120 ^d	18.497 ± 0.011 ^d	31.712 ± 0.001 ^b	37.639 ± 0.007 ^{bc}
	16%	17.600 ± 0.100 ^d	19.177 ± 0.071 ^b	31.829 ± 0.002 ^{ab}	37.709 ± 0.000 ^b
	20%	17.600 ± 0.020 ^d	22.487 ± 0.016 ^a	31.757 ± 0.002 ^b	37.531 ± 0.000 ^c
结晶核	浓缩苕子蜜	17.010 ± 0.020 ^f	17.043 ± 0.019 ^{de}	30.199 ± 0.000 ^d	36.805 ± 0.000 ^d
	苕子蜜	17.700 ± 0.140 ^d	17.341 ± 0.006 ^d	29.653 ± 0.001 ^b	36.361 ± 0.001 ^g
	鬼针草蜜	17.150 ± 0.070 ^f	18.702 ± 0.086 ^c	30.198 ± 0.020 ^d	34.568 ± 0.001 ^b
	苦刺蜜	17.050 ± 0.070 ^{ef}	18.909 ± 0.081 ^b	34.615 ± 0.005 ^a	38.092 ± 0.007 ^a

注：不同小写字母表示差异显著，P<0.05

高,且水分含量随着添加结晶核浓度增加而增加,苦+苕蜜也有相同的变化趋势;不同结晶核苕子蜜、鬼针草蜜、苦刺蜜酸度含量分别为 (17.341 ± 0.006) 、 (18.702 ± 0.086) 、 (18.909 ± 0.081) mmol/kg,均比浓缩苕子蜜高,添加不同浓度结晶核都会对浓缩苕子蜜酸度含量产生显著变化;结晶核苦刺蜜中葡萄糖含量、果糖含量最高分别为 (34.615 ± 0.005) 、 (38.092 ± 0.007) mg/mL,添加不同浓度结晶核,苦+苕蜜葡萄糖果糖含量也随之升高。

3 结论与讨论

3.1 结晶核对蜂蜜结晶速度的影响

成熟苕子蜜易于结晶,但是经过加热浓缩苕子蜜结晶情况不理想,影响蜂蜜结晶的因素有很多,包括蜂蜜的水分含量、果葡比、温度、结晶核等,该试验的特点在于将范围缩小至结晶核对蜂蜜结晶的影响,从表1、图1可以得出结论结晶核对蜂蜜的结晶速度影响较大。所有添加结晶核处理的蜂蜜,15天时均出现结晶现象,30天时蜂蜜完全结晶,且结晶颗粒细腻、质地坚硬。而浓缩苕子蜜30天时才出现少量的结晶核颗粒,完全结晶需要180天时间,研究表明,不添加结晶核的蜂蜜在30天和180天结晶的数量均少于添加结晶核的蜂蜜。杨前浩研究表明,添加结晶核后可以加快蜂蜜的结晶速度^[8]。

蜂蜜的结晶现象随着添加结晶核浓度的增加而越明显,说明结晶核的数量影响蜂蜜结晶的速度。席景平^[11]等研究表明在温度相同的条件下,加入结晶蜜量越多,蜂蜜的结晶速度越快,本文的研究与席景平等的研究结果一致。添加结晶核后蜂蜜的结晶速度优于未添加结晶核的蜂蜜,这可能是因为未添加结晶核的蜂蜜需要自发生成结晶核,这个过程需要的时间久,添加结晶核后过饱和的葡萄糖会围着结晶核生长并聚集在一起,来形成结晶颗粒,加快蜂蜜结晶速度。

3.2 添加不同结晶核后对蜂蜜理化指标的影响

在生产单一蜜源植物蜂蜜时可通过添加同类蜜源植物蜂蜜的结晶核来改善蜂蜜的结晶特性,添加同类蜜源植物结晶核可以保持单一蜜源蜂蜜的纯正度以及保持蜂蜜理化指标的稳定性,但对于改善蜂蜜自身存在的弱势理化指标方面起到的作用不大。添加其他蜜源植物的结晶核后,蜂蜜的单一蜜源纯正度降低,但是对于改善蜂蜜的弱势理化指标方面作用显著。

本文研究表明,添加结晶核后对蜂蜜的感官特征及理化指标均产生影响,添加不同蜜源结晶核对蜂蜜

品质的影响要大于添加同蜜源的蜂蜜。添加其他蜜源结晶核后蜂蜜的滋味和颜色会发生改变,当添加20%结晶核时能明显品尝出两种蜜的滋味,鬼+苕处理蜂蜜的颜色随着结晶核浓度的增加,颜色逐渐加深,在苕+苕蜜和苦+苕蜜中效果不明显,这与结晶核自身的颜色有关。吴珍红等研究表明控制蜂蜜参数可让蜂蜜产生细腻均匀的结晶,如控制含水量22%、温度在10℃等都可以改变蜂蜜结晶^[17],本文通过添加结晶核使蜂蜜结晶状态良好,感官特征优于未添加结晶核的蜂蜜。

参考文献

- [1] 陈赛果. 蜂蜜化学成分及其主要生物学功能研究进展分析[J]. 现代食品, 2018(13):53-54.
- [2] 李传东. 成熟蜂蜜采收加工生产工艺初探[J]. 蜜蜂杂志, 2022,42(03):29-30.
- [3] 许宝平, 李旭涛. 中蜂蜂蜜的浓缩加工工艺技术浅析[J]. 甘肃农业, 2013(18):66-68.
- [4] 刘秀芬. 中国非成熟蜂蜜的成因及加工工艺探析[J]. 食品安全导刊, 2021(25):184-187.
- [5] 朱文斌. 蜂蜜结晶和解结晶影响因素研究[D]. 福建农林大学, 2009.
- [6] 朱文斌, 缪晓青. 蜂蜜结晶研究进展[J]. 蜜蜂杂志, 2008(06):8-9.
- [7] Manikis I, Thrasivoulou A. The relation of physicochemical characteristics of honey and the crystallization sensitive parameters[J]. Apiacta, 2001(36):106-112.
- [8] 杨前浩. 影响蜂蜜结晶的成因分析及其机制的探讨[D]. 南昌大学, 2018.
- [9] 熊庆荣. 蜂蜜中的结晶体[J]. 商场现代化, 1993(02):26.
- [10] 张新亮. 蜂蜜结晶可以控制[J]. 蜜蜂杂志, 2004(7):28.
- [11] 王鹏涛. 浅析蜂蜜结晶机理[C]// 2005年中国养蜂学会蜜蜂产品专业委员会、蜜蜂保护专业委员会、蜜蜂授粉专业委员会联合工作会议和学术研讨会论文集, 2005.
- [12] 张敬惠. 说说蜂蜜结晶[J]. 蜜蜂杂志, 2009(3):2.
- [13] 张敬惠. 蜂蜜生产操作工艺流程介绍[J]. 蜜蜂杂志, 2013(4):33-34.
- [14] 席景平, 张世文. 蜂蜜快速结晶技术的研究[J]. 蜜蜂杂志, 2016,36(06):15-18.
- [15] SN/T 0852-2000. 进出口蜂蜜检验方法[S].
- [16] GB/T 18932.22-2003. 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].
- [17] 吴珍红, 朱文彬, 杨文超, 等. 温度和水分含量对四种蜂蜜结晶的影响[J]. 中国蜂业, 2010,61(03):11-13. 