

改善即食燕窝感官品质的渗透脱水工艺研究

Study on osmotic dehydration technology for improving sensory quality of instant bird's nest

李 灿 钟 芳 李 玥

LI Can ZHONG Fang LI Yue

(江南大学食品学院, 江苏 无锡 214122)

(School of Food Science and Technology in Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

摘要:通过糖渗透脱水工艺提高燕窝在贮藏时的稳定性。选取糖液泡发、糖渍及糖液炖煮3种工艺处理燕窝,通过对燕窝理化性质和感官品质的探究选取最佳处理工艺,并在此基础上对不同种类糖处理后燕窝的性质进行比较,选择最佳处理用糖。结果表明,经过60%浓度海藻糖溶液炖煮处理的燕窝含糖量、含水量以及黏弹性均处于较优水平,其自由水含量由8.74%降低至0.55%,在感官测试中最受消费者喜爱。贮藏12个月后燕窝的品质并没有发生明显的变化,因此确定燕窝的处理工艺为用60%的海藻糖溶液炖煮。

关键词:燕窝;渗透脱水;理化性质;消费者测试

Abstract: In order to improve the stability of bird's nest in the storage through osmotic dehydration, three different techniques, such as sugar soaking, sugaring and sugar braising, were employed to treat the bird's nest, then determine the best treated process through comparing the physicochemical properties and sensory properties. On this basis, comparing the properties of different kinds of sugar treated bird's nest to select the best treatment sugar. The results showed that after the bird's nest was sugar braised in 60% concentration of trehalose solution, the water content, sugar content and viscoelasticity were all at a better level, the free water content was reduced from 8.74% to 0.55%. Meanwhile, this bird's nest is also the most popular one in sensory testing. After stored at room temperature for 12 months, the quality of the bird's nest did not change significantly. As a result, braising in 60% trehalose solution was chosen as the final processing technique.

Keywords: Bird's nest; osmotic dehydration; physicochemical properties; consumer testing

炖煮,由于泡发耗时、除毛耗力、炖煮耗功,燕窝的家庭烹制难以大规模推广。随着健康、方便的概念逐渐成为现代饮食主流,鲜炖燕、碗燕等即食燕窝产品应运而生,此类产品仿照现炖燕窝的工艺,在保证美味食感的基础上提供了更加便捷的食用方式。为延长保质期,鲜炖燕类产品在加工时通常采用高温高压的杀菌方式,但会使燕窝的质构软烂,丧失其原有的口感,而且会导致燕窝凝胶保水性下降,并发生汁液分离^[1]。

渗透脱水是一种能在保持食品原有口感和品质的同时,延长食品保质期的低成本处理方式^[2],通过将食品浸入到高渗透压溶液中^[3-4],借助细胞膜的半渗透性将食品中的一部分水转移到溶液中,并将溶液中一部分溶质渗入到食品中^[5-6],达到脱水或部分脱水的目的。

针对鲜炖燕类产品的不足,本研究拟设计一种浓缩型胶态燕窝制品,通过渗透脱水控制泡发和炖煮过程中燕窝的吸水溶胀程度,以及吸入水分的存在状态,以确保贮藏过程中燕窝制品的物理稳定性和微生物安全性,获得的燕窝制品既可直接食用,也可在牛奶、果汁中冲饮复原鲜炖燕的口感,或涂抹、添加在面包、甜食中作为辅食,使燕窝的食用方式更加便捷和多元。

1 材料与amp;方法

1.1 材料与amp;仪器

1.1.1 材料与amp;试剂

燕窝:加里曼丹贸易有限公司;
超纯水:屈臣氏集团有限公司;
蔗糖、葡萄糖浆、山梨糖醇、麦芽糖、海藻糖:食品级,市售;

胰蛋白胨、酵母浸膏、琼脂、磷酸二氢钾、葡萄糖、苯酚、硫酸:分析纯,国药集团化学试剂有限公司。

1.1.2 主要仪器设备

物性分析仪:TA.XTPlus型,英国SMS公司;

传统燕窝的食用方式是将干燕窝泡发、除毛后加水文火

作者简介:李灿,女,江南大学在读硕士研究生。

通信作者:钟芳(1972—),女,江南大学教授,博导。

E-mail: fzhong@jiangnan.edu.cn

收稿日期:2017-02-05

流变仪:DHR-3型,美国 Waters 公司;

低场核磁共振成像分析仪:MesoMR23-060V-I型,上海纽迈电子科技有限公司;

差示扫描量热仪:DSC8500型,美国 Perkin Elluer 公司;

低速台式大容量离心机:TDL-5-A型,上海安亭科学仪器厂;

分光光度计:TU-1810型,普析通用仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 燕窝糖处理工艺 先将白砂糖配制成 20%, 40%, 60% 3 种浓度的糖液,再采用不同方式对燕窝进行糖处理。

(1) 糖液泡发:向干燕窝中加入 30 倍(质量)的糖液泡发燕窝 6 h,泡发结束后沥干糖液于沸水浴熟化 20 min。

(2) 糖渍:向干燕窝中加入过量的超纯水充分泡发后沥干,于沸水浴熟化 20 min。再向其中加入燕窝干重 30 倍(质量)的糖液糖渍 6 h。

(3) 糖液炖煮:向干燕窝中加入过量的超纯水充分泡发后沥干,按照燕窝干重 20 倍质量将糖液加入到泡发的燕窝中,并置于沸水浴熟化 25 min,取出,沥干。

1.2.2 燕窝全质构的测定 将糖处理后的燕窝切成相同的长度,使每个样品的体积保持相同进行全质构的测定。测定参数:测试前探头速度 2 mm/s;测试中探头速度 1 mm/s;测试后探头速度 2 mm/s;测试距离 20.0 mm;触发力 5 g;压缩比 50%;探头两次测定间隔时间 5.00 s;触发类型为自动;探头为 P25 型。每个样品测定 3 次取平均值。

1.2.3 水分含量的测定 称取各燕窝样品 1.5 g 左右,按 GB/T 5009.3—2010 的直接干燥法测定样品水分含量。

1.2.4 含糖量的测定 准确称取 0.05 g 燕窝样品,加入 3 mol/L 盐酸 30 mL 于沸水浴中浸提 1 h,取出,冷却后用蒸馏水定容至 100 mL,以 4 000 r/min 离心 5 min,取上清溶液待测。采用苯酚硫酸法^[7]测定燕窝的含糖量。

1.2.5 黏弹特性的测定 取少量燕窝样品平铺于流变仪测定平板上,选取 40 mm 平板,设置间隙 1 mm。首先对样品进行应力扫描,确定样品的线性黏弹区,程序参数为:频率 1 Hz,温度 25 ℃,应变扫描范围 0.01%~10%,对数模式取点;其次在线性黏弹区进行频率扫描,程序参数为:扫描频率

0.1~100 Hz,温度 25 ℃,结果采用对数模式取点。

1.2.6 自由水结合水含量的测定 取一定量的燕窝样品,用生料带将其完全包裹,防止燕窝样品漏出。选用 CPMG (Carr-Purcell-Meiboom-Gill)脉冲序列对样品进行测量。试验参数如下:磁场强度为 21 MHz,采样点数 125 002(低水分含量)/175 002(高水分含量),重复时间 2 200 ms,重复扫描个数 4,回波个数 2 200(低水分含量)/3 500(高水分含量)。扫描结束后,对弛豫衰减曲线利用反演软件拟合出 T_2 值,并计算各状态下水的比例。

1.2.7 消费者测试 随机选取 100 位消费者,采用 9 点喜好度对样品进行打分。根据打分规则,分值越小表示越不喜欢,分值越大越喜欢。按照分值再将喜好程度分为 3 个等级,6~9(喜欢)、1~4(不喜欢)、5(中立)。此外,还需计算样品的喜好度平均分,平均分越高的样品越受消费者的喜爱。

1.2.8 菌落总数的测定 按 GB 4789.2—2010 执行。

1.2.9 数据分析 采用 Excel 软件对数据进行统计分析,利用 Origin 绘制曲线以及 SPSS 进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 燕窝糖处理工艺的预筛选

燕窝的加工通常需经过泡发和熟化 2 个过程,而糖的脱水处理在这 2 个过程中均可进行。根据燕窝自身的特性,选择糖液泡发、糖渍以及糖液炖煮 3 种方式对燕窝进行糖处理,通过测定燕窝的理化性质,并结合感官评定试验的结果,从中筛选出合适的处理工艺。对 20%, 40%, 60% 浓度下经过 3 种工艺处理后燕窝的全质构进行测定,并观测燕窝的形态结构,研究不同浓度和不同工艺处理后燕窝的差异。

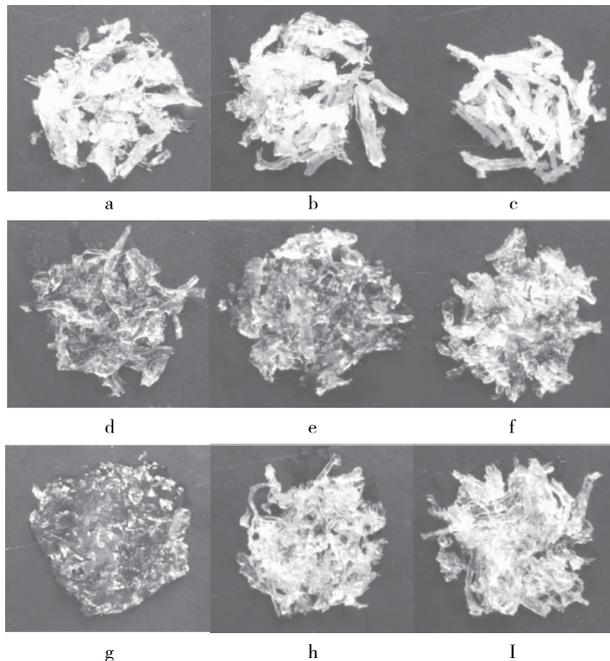
由表 1 可知,在同一种处理工艺不同糖液浓度下,燕窝的硬度和黏性随着糖液浓度的增加而增加;在同一糖液浓度不同处理工艺下,糖液泡发的燕窝硬度远大于其他 2 种工艺处理的,而黏度则小于其他 2 种。糖渍工艺和糖液炖煮工艺处理的燕窝属性较相似,其中糖液炖煮比糖渍工艺处理的燕窝硬度略低。这可能是随着糖液浓度的增大,渗入到燕窝中的糖含量增加,燕窝中的含水量减小,从而增大燕窝的黏性,并使得燕窝的硬度增加。而相比于清水泡发燕窝,较高浓度的糖液黏度较高,在对燕窝进行泡发时其中的水和糖都很难

表 1 不同工艺条件处理后燕窝的全质构

Table 1 TPA for bird's nest treated by different process

方式	糖度/%	硬度/g	黏附性/(g·s)	弹性	凝聚性	胶着性	咀嚼性	回复性
糖液泡发	20	334.66±27.90	-2.25±1.13	0.63±0.03	0.58±0.05	553.46±30.91	256.33±17.15	0.36±0.09
	40	708.65±25.24	-8.38±1.19	0.37±0.05	0.33±0.02	597.46±23.23	358.49±11.61	0.21±0.01
	60	1 005.38±15.19	-9.54±3.63	0.34±0.09	0.26±0.01	911.78±11.39	419.09±7.52	0.30±0.05
糖渍	20	133.42±24.35	-7.40±4.62	0.48±0.29	0.38±0.11	43.68±3.24	27.36±3.25	0.08±0.02
	40	279.99±10.00	-16.47±4.99	0.40±0.02	0.42±0.09	58.24±16.81	41.02±6.58	0.10±0.05
	60	350.72±21.01	-29.40±3.58	0.33±0.03	0.48±0.02	66.56±17.24	52.35±3.26	0.12±0.04
炖煮	20	94.58±19.71	-5.47±4.72	0.53±0.17	0.35±0.09	46.46±6.03	25.12±2.24	0.07±0.04
	40	181.31±16.74	-16.95±5.51	0.49±0.05	0.43±0.08	79.80±10.54	39.91±5.95	0.11±0.07
	60	301.08±11.08	-27.60±6.82	0.38±0.09	0.57±0.01	115.34±18.54	45.12±4.37	0.09±0.02

渗入到燕窝中,因此燕窝的硬度最大、黏度最小。由图 1 可知,使用高浓度糖液(40%和 60%)进行泡发的燕窝泡发不充分,呈现聚集成块的状态;而低浓度糖液(20%)炖煮和糖渍的燕窝均较软烂。综合以上结果对 9 种处理工艺进行初筛,最终选择 40%浓度糖渍、40%浓度糖液炖煮、60%浓度糖渍以及 60%浓度糖液炖煮 4 种处理工艺进行下一步研究。



a~c. 分别用 20%, 40%, 60% 的糖液泡发 d~f. 分别用 20%, 40%, 60% 的糖液糖渍 g~i. 分别用 20%, 40%, 60% 的糖液炖煮

图 1 不同条件处理后燕窝的形态

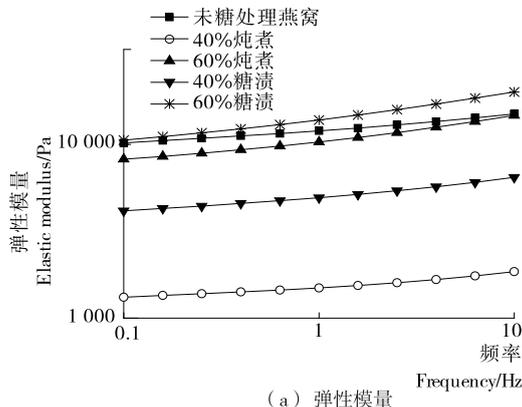
Figure 1 Shape of bird's nest after treated by different process

2.2 糖处理工艺对燕窝性质的影响

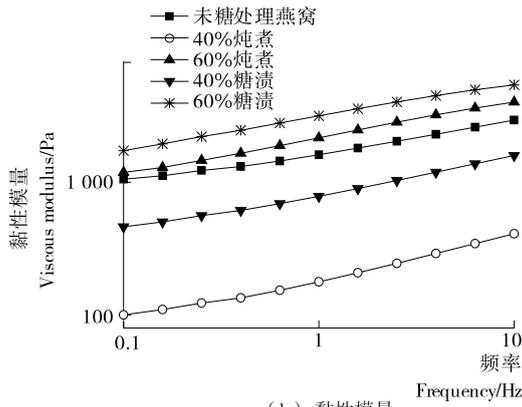
2.2.1 对燕窝黏弹特性的影响 由于大多数的食品结构较复杂,因此渗透脱水处理对物质理化属性,尤其是微观结构的影响是很难表征的,大多只能通过细胞结构的变化程度来说明问题,手段比较单一。通过对表征手段的不断探究发现,目前流变学性质的研究越来越多地用于对食品结构以及质构属性的分析说明上^[8-9]。40%浓度糖渍、40%浓度糖液炖煮、60%浓度糖渍以及 60%浓度糖液炖煮 4 种工艺处理的燕窝在硬度属性上表现出了较明显的差异,但同一浓度下燕窝的黏弹性差异并不显著。因此利用流变仪对燕窝的黏弹性进行测定。

由图 2 可知,同一糖液浓度下,糖渍工艺处理的燕窝黏弹性均大于糖液炖煮处理的,且糖液浓度较低时差异更明显。而对于同一种工艺不同糖液浓度处理的燕窝,糖液浓度越高,燕窝黏弹性越大,即 60%浓度处理的燕窝黏弹性大于 40%浓度处理的。说明糖液浓度对糖处理的影响较大^[10],而在较高糖液浓度处理下,工艺的差异性并不明显。结合质构属性的结果可以说明,燕窝的黏弹性越大,硬度就越高。

2.2.2 消费者测试 食品的感官品质是影响消费者选择的一个重要因素,必须凭借优良的感官品质和消费者高接受度



(a) 弹性模量



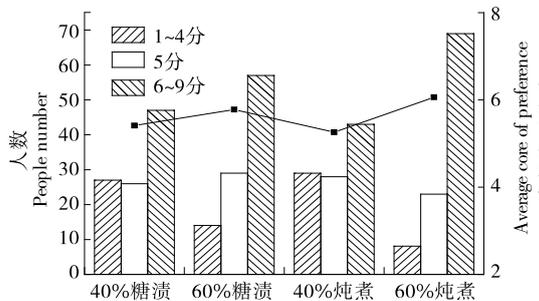
(b) 黏性模量

图 2 燕窝经过不同工艺处理后的粘弹特性曲线

Figure 2 Sugar ratio-time curve of bird's nest treated by different process

才能够赢得市场。目前感官分析主要包括差别检验、消费者感官检验和描述性分析三大类^[11],其中消费者测试对新产品开发等方面具有重要的指导意义。

对 40%浓度糖渍、40%浓度糖液炖煮、60%浓度糖渍以及 60%浓度糖液炖煮 4 种工艺处理后的燕窝进行消费者测试,结果见图 3。对消费者测试的统计结果进行方差分析,得到 4 种样品之间的 F 值为 7.379 ($P < 0.05$),说明这 4 种燕窝样品之间的喜好度存在明显的差异。由图 3 中喜好度人数分布结果来看,喜欢 60%浓度糖液炖煮处理燕窝的人数明显多于其他 3 种样品,而 40%浓度炖煮的燕窝不喜欢的人数最



柱状图表示不同分数段所对应的消费者人数,折线图表示对应样品的喜好度平均分

图 3 不同工艺处理后燕窝的喜好度分布和平均得分
Figure 3 Preference distribution and average score of bird's nest treated by different process

多。从喜好度平均分结果也可以看出,60%浓度糖液炖煮的样品平均分较其他3种样品的高。因此确定燕窝的处理工艺为60%浓度的糖液炖煮处理。结合燕窝的质构流变属性测定结果来看,最受消费者喜爱的燕窝具有较高的黏弹性和硬度。

以上结果显示了糖的渗透脱水处理对燕窝外观质构属性和感官属性产生的影响,然而糖处理究竟如何影响燕窝的上述属性却并不知晓,因此对燕窝中的含糖含水量、水的状态分布进行测定。

2.2.3 对燕窝中含糖量与含水量的影响 在渗透脱水过程中,浓度差的存在会导致物质在两者之间发生迁移^[12]。经过糖液处理后燕窝的含水量和含糖量均会发生改变,图4为经过40%浓度糖渍、40%浓度糖液炖煮、60%浓度糖渍以及60%浓度糖液炖煮4种不同工艺处理后燕窝含糖量和含水量的变化情况。由图4可知,糖处理后燕窝的含水量降低、含糖量增加。与40%糖液浓度处理的燕窝相比,60%糖液浓度处理的燕窝含水量明显较低,而含糖量也明显较高;对比60%糖液浓度下不同工艺处理的结果发现,经过糖液炖煮工艺处理的燕窝含水量低于糖渍工艺处理的,含糖量相对较高。说明糖液浓度对燕窝的渗透脱水效果有较明显的影响,高浓度糖液处理的效果更好,这与 Aleksandar Jokic 等^[13]和 Mujica-Paz 等^[14]的研究结果相一致,同时也进一步验证了高浓度糖液处理提高了燕窝的黏弹性。同时也可以说明在高浓度下,糖液炖煮工艺处理的燕窝更佳。

2.2.4 对燕窝中水的状态分布的影响 低场核磁共振技术可以从微观上研究食品内部水的状态和分布情况,能够实现无损检测^[15],具有检测速度快、灵敏度高、准确度好等优点^[16]。低场核磁主要是通过外加磁场对处于静磁场中的原子核进行激发,使其脱离平衡状态。在停止射频脉冲后,原

子核从非平衡态恢复至平衡状态,其纵向磁化矢量方向和横向磁化矢量方向恢复平衡所用的时间为纵向弛豫时间 T_1 和横向弛豫时间 T_2 ^[17]。其中,弛豫时间越短表明水分子与大分子结合得越紧,而时间越长则表示水分子越自由。

表2的结果表明,燕窝经过不同工艺和不同浓度的糖液处理后,燕窝内水的状态分布出现了明显的变化,相互之间存在显著性差异。未经糖液处理直接加热熟化的燕窝中自由水的比例占到8.74%,剩下的均为半结合水。经过糖液处理后,半结合水的比例均有所提高,且产生少部分结合水,对于同一种工艺不同浓度糖液处理的燕窝来说,随着糖液浓度的增加,燕窝中自由水的含量逐渐减少;而在同一浓度下不同工艺处理的燕窝,经过炖煮工艺处理后自由水含量比糖渍工艺处理后的含量更少。这说明糖处理确实能束缚燕窝中的水,而食品中自由水含量的降低能够增加低温贮藏时食品的稳定性的。

表2 不同工艺处理后燕窝中水的状态[†]

Table 2 Water state of bird's nest treated by different process %

处理工艺	结合水	半结合水	自由水
未糖处理燕窝	/	91.26±0.18 ^a	8.74±0.18 ^a
40%糖液糖渍	0.46±0.06 ^a	94.67±0.12 ^b	4.87±0.07 ^b
60%糖液糖渍	0.86±0.04 ^b	96.06±0.17 ^c	3.08±0.15 ^c
40%糖液炖煮	/	96.57±0.20 ^d	3.43±0.20 ^d
60%糖液炖煮	0.93±0.04 ^b	97.68±0.16 ^e	1.39±0.20 ^e

[†] 同一行中不同字母表示存在显著性差异(P<0.05)。

渗透脱水效果除了和糖处理的浓度和处理工艺有关外,不同的糖液类型对燕窝的渗透脱水也会产生很大的影响,因为不同种类的糖所含羟基以及糖的结构均存在明显差异。因此在确定工艺方式的基础上,下一步需要确定处理用糖的种类。选取蔗糖、山梨糖醇、海藻糖、麦芽糖、葡萄糖和葡萄糖浆6种糖作为燕窝处理用糖,对处理后燕窝的理化性质和感官品质进行测定。

2.3 不同种类糖处理对燕窝性质的影响

2.3.1 对燕窝黏弹特性的影响 60%浓度下经不同种类糖处理后燕窝的黏弹特性结果见图5。相比于未经过糖液处理的燕窝,几乎所有种类糖处理后燕窝的黏弹性均有所提高,由2.2的结论可知燕窝的硬度也相应有所提高。其中葡萄糖浆、山梨糖醇和麦芽糖处理的燕窝黏弹性明显大于葡萄糖、海藻糖和蔗糖,说明糖的种类对燕窝的流变特性会产生很大的影响。不同种类的糖配制成60%浓度糖液时,其自身的黏度存在较大的差异,因此经过处理后燕窝的黏性也会受到影响。此外,不同种类糖所含有的羟基数量以及糖的结构均有所不同,在加热过程中与燕窝之间的反应和对燕窝所产生的影响也会有很大差异,因此使得燕窝的黏弹属性有较大的区别。

2.3.2 消费者测试 对不同糖处理后燕窝的消费者测试结果进行汇总(见图6)。对6种燕窝的喜好度结果进行方差分析,显示F值为5.472(P<0.05),说明不同种类糖处理的燕窝表现出了显著性差异。其中经过海藻糖处理的燕窝喜好

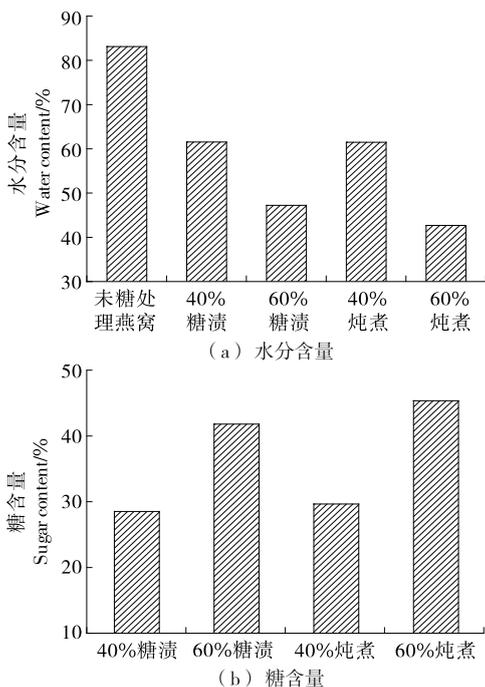


图4 不同工艺处理后燕窝的含水量和含糖量

Figure 4 Water, sugar content bird's nest treated by different process

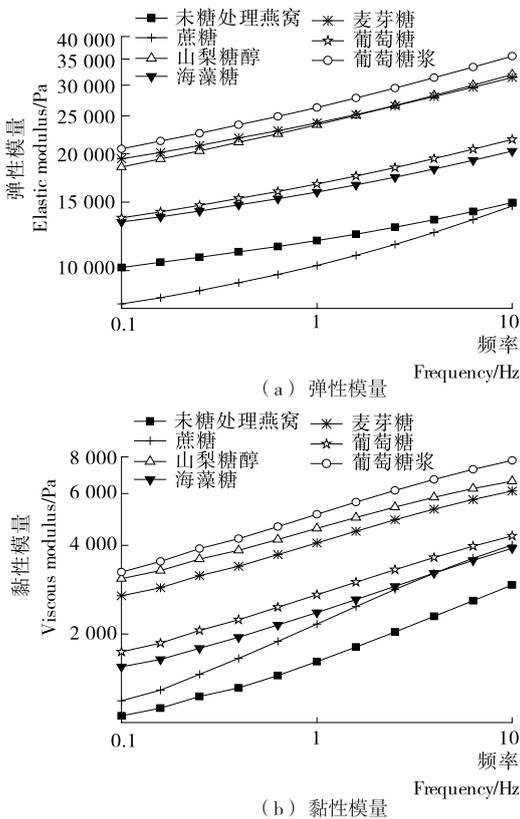


图 5 不同种类糖处理后燕窝的黏弹特性曲线

Figure 5 Sugar ratio-time curve of bird's nest treated by different sugars

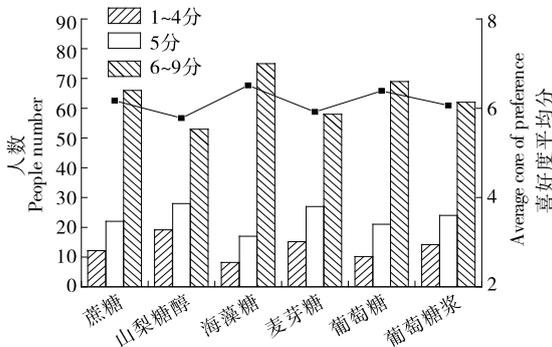


图 6 不同种类糖处理后燕窝的喜好度分布和平均得分

Figure 6 Preference distribution and average score of bird's nest treated by different sugars

人数最多,且喜好度平均分最高,其次为葡萄糖和蔗糖处理的燕窝,因此选择海藻糖作为燕窝的处理用糖。与燕窝的黏弹性结果相比较发现,山梨糖醇、麦芽糖和葡萄糖浆处理的燕窝黏弹性明显高于其他 3 种糖处理的,而消费者的喜好度反而较低,说明黏弹性和硬度较大的燕窝不受消费者的喜爱。喜好度和黏弹特性的结果也说明不同糖处理后燕窝的理化特性存在较大的差异。

2.3.3 对燕窝中含糖量与含水量的影响 经过不同种类糖处理后燕窝中含糖含水量的变化情况见图 7。结合图 4 结果

(未经糖处理的燕窝含水量为 83.27%)可知,经过不同种类糖处理后燕窝的含水量均有所降低,而含糖量均高于 40%。其中经过麦芽糖和葡萄糖浆处理的燕窝含水量和含糖量处于较低水平,山梨糖醇、海藻糖和葡萄糖处理的燕窝含水量和含糖量都处于较高水平。从样品之间的差异性来看,样品之间含糖量的差异明显大于含水量的。

2.3.4 对燕窝中水的状态分布的影响 表 3 的结果表明,不同种类的糖处理对燕窝中水的状态分布也有很大影响。经过葡萄糖和海藻糖处理的燕窝自由水含量最低,之后依次是葡萄糖浆、蔗糖、麦芽糖和山梨糖醇。除山梨糖醇和麦芽糖外,其他 4 种糖处理后燕窝中均产生少量的结合水。糖的结构中一般具有羟基分子结构,能够与周围游离水进行结合,降低水的动态流动性,提高燕窝冻结的性能。不同糖所含有的羟基数不同以及糖结构的差异,使得糖与水的结合能力存

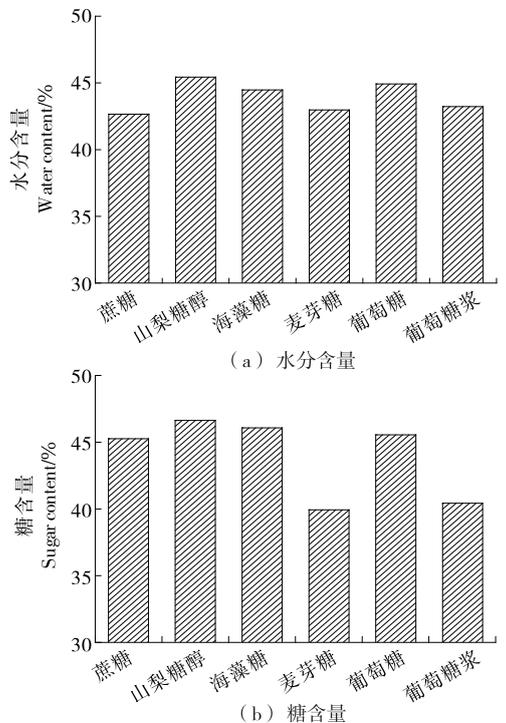


图 7 不同种类糖处理后燕窝的含水量和含糖量
Figure 7 Water, sugar content bird's nest treated by different sugars

表 3 不同种类糖处理后燕窝中水的状态[†]

Table 3 Water state of bird's nest treated by different sugars

种类	结合水	半结合水	自由水
蔗糖	0.93±0.04 ^a	97.68±0.16 ^a	1.39±0.20 ^a
山梨糖醇	/	94.96±0.18 ^b	5.04±0.18 ^b
海藻糖	0.06±0.01 ^b	99.39±0.21 ^c	0.55±0.21 ^c
麦芽糖	/	97.51±0.10 ^a	2.49±0.10 ^d
葡萄糖	0.29±0.02 ^c	99.47±0.14 ^c	0.24±0.16 ^c
葡萄糖浆	0.02±0.01 ^b	99.06±0.08 ^c	0.92±0.09 ^e

[†] 同一行中不同字母表示存在显著性差异(P<0.05)。

在差异。其中海藻糖包含8个羟基分子结构,具有较强的水结合能力。

2.4 糖处理燕窝的贮藏试验

上述结果表明糖渗透脱水的最佳处理工艺为60%浓度下海藻糖糖液炖煮处理。为了探究燕窝的贮藏稳定性,将此条件处理的燕窝115℃灭菌后密封,于25℃环境中贮藏。分别测定贮藏3,6,9,12个月后燕窝的菌落总数以及质构变

化。试验结果显示前6个月样品均处于较好的无菌状态,9个月后样品中开始检测到菌群数量为5个,到12个月样品中菌群数量略有增加但仅有9个,说明糖处理的燕窝经过12个月的贮藏期微生物指标仍旧合格。由表4可知,燕窝经过不同时间贮藏后其质构条件没有发生明显的改变,说明长时间的贮藏没有使燕窝的品质发生明显的变化,因此说明糖渗透脱水处理的燕窝能够在常温下较好的贮藏。

表4 不同贮藏时间下燕窝的全质构

Table 4 TPA for bird's nest under different storage time

贮藏时间/月	硬度/g	黏附性/(g·s)	弹性	凝聚性	胶着性	咀嚼性	回复性
0	345.46±7.31	-9.86±3.43	0.62±0.06	0.46±0.03	64.54±5.35	97.23±7.00	0.20±0.01
3	318.80±19.90	-9.65±1.15	0.59±0.06	0.44±0.01	58.62±3.11	103.75±3.64	0.21±0.01
6	343.38±4.49	-9.66±0.98	0.59±0.07	0.45±0.02	60.22±4.03	99.29±5.69	0.22±0.01
9	376.05±4.51	-9.45±2.60	0.62±0.06	0.42±0.02	61.42±6.94	102.75±9.85	0.22±0.01
12	382.04±6.48	-9.30±1.44	0.57±0.14	0.47±0.05	66.25±12.50	98.03±8.20	0.22±0.01

3 结论

本试验结果表明,60%浓度下糖液炖煮处理的燕窝含水量最低、含糖量最高,自由水含量降低到1.39%,具有较适中的黏弹性,最受消费者喜爱,因此确定60%浓度的糖液炖煮工艺为燕窝的处理工艺;海藻糖处理后的燕窝含水量较低、含糖量较高,自由水含量仅为0.55%,黏弹性处于较优水平,同时在消费者测试中最受欢迎,并在贮藏试验中能够达到理想的贮藏效果,因此确定燕窝渗透脱水选用的糖为海藻糖。本研究为新形式燕窝产品的开发提供了一定的理论依据,但对于渗透脱水处理后的燕窝并没有进行相关的应用研究,因此下一步可将燕窝作为辅料添加到牛奶、冰淇淋等产品中,并对相关的理化性质和感官品质进行探究。

参考文献

[1] 戴洁,李耿,梁月亮,等.燕窝“发头”测定方法的优化及其在质量评价中的应用[J].医学研究杂志,2014,43(10):46-48.

[2] MARANI C M, AGNELLI M E, MASCHERONI R H. Osmo-frozen fruits: mass transfer and quality evaluation[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 79(4): 1122-1130.

[3] MONNERAT S M, PIZZI T R M, MAURO M A, et al. Osmotic dehydration of apples in sugar/salt solutions: Concentration profiles and effective diffusion coefficients [J]. Journal of Food Engineering, 2010, 100(4): 604-612.

[4] HAMDAN M, SHARIF A O, DERWISH G, et al. Draw solutions for Forward Osmosis process: Osmotic pressure of binary and ternary aqueous solutions of magnesium chloride, sodium chloride, sucrose and maltose[J]. Journal of Food Engineering, 2015, 155: 10-15.

[5] SERENO A M, MOREIRA R, MARTINEZ E. Mass transfer coefficients during osmotic dehydration of apple in single and combined aqueous solutions of sugar and salt[J]. Journal of Food Engineering, 2001, 47(1): 43-49.

[6] 董全,陈宗道.国内外果蔬渗透脱水的研究进展[J].广州食品工

业科技,2004,20(2):129-132.

[7] 侯雁.电泳技术在燕窝鉴别中的应用[J].广州:广州中医药大学,2010:28.

[8] THOMPSON K R, CHAMBERS D H, CHAMBERS IV E. Sensory characteristics of ice cream produced in the USA and Italy[J]. Journal of Sensory Studies, 2009, 24(3): 396-414.

[9] GIANNAKOUROU M C, TAOUKIS P S. Stability of dehydro-frozen green peas pretreated with nonconventional osmotic agents[J]. Journal of Food Science, 2003, 68(6): 2002-2010.

[10] ÇAM M, ERDOĞAN F, ASLAN D, et al. Enrichment of Functional Properties of Ice Cream with Pomegranate By-products[J]. Journal of Food Science, 2013, 78(10): C1543-C1550.

[11] 常玉梅.描述性检验与消费者接受度感官分析方法研究[D].无锡:江南大学,2013:9.

[12] NIETO A B, VICENTE S, HODARA K, et al. Osmotic dehydration of apple: Influence of sugar and water activity on tissue structure, rheological properties and water mobility[J]. Journal of Food Engineering, 2013, 119(1): 104-114.

[13] JOKIC A, GYURA J, LEVIC L, et al. Osmotic dehydration of sugar beet in combined aqueous solutions of sucrose and sodium chloride[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 78(1): 47-51.

[14] MUJICA-PAZ H, VALDEZ-FRAGOSO A, LÓPEZ-MALO A, et al. Impregnation and osmotic dehydration of some fruits: effect of the vacuum pressure and syrup concentration[J]. Journal of Food Engineering, 2003, 57(4): 305-314.

[15] TOMIC O, LUCIANO G, NILSEN A, et al. Analysing sensory panel performance in a proficiency test using the Panel-Check software[J]. European Food Research and Technology, 2010, 230(3): 497.

[16] 何文猛.谷朊粉改性及其在冰淇淋中应用研究[D].无锡:江南大学,2014:22.

[17] WHELAN A P, VEGA C, KERRY J P, et al. Physicochemical and sensory optimisation of a low glycemic index ice cream formulation[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2008, 43(9): 1520-1527.