

豆浆对核桃饮料稳定性及营养价值的研究

芦叶青, 华欲飞, 陈业明, 于爱霞

(江南大学 食品科学与技术国家重点实验室, 食品学院, 江苏 无锡 214122)

摘要:以核桃浆和豆浆为原料,不添加其他稳定剂制作饮料,研究了该饮料的稳定性及蛋白营养价值。结果表明:与核桃浆相比,核桃浆豆浆饮料的离心沉淀率和油脂上浮率至少分别下降了63.84%和59.02%,且粒径分布从10~100 μm减至1~10 μm,饮料中无絮状物质生成,保持稳定状态;随着饮料中豆浆比例的增加,饮料稳定性增加;当核豆比例为1:2(总蛋白含量1.6%)时,核桃蛋白溶解率最高可达87.99%,稳定性最好,此后,豆浆比例继续增加对稳定性影响不大。饮料的蛋白营养价值通过氨基酸组成反映,结果表明豆浆可有效补充核桃浆中的赖氨酸,当豆浆比例超过50%时,饮料赖氨酸含量满足氨基酸参考模式,符合蛋白营养需求。

关键词:豆浆;核桃饮料;稳定性;营养价值

中图分类号:TS214.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-9841(2013)01-0107-04

Effects of Soymilk on the Stability and Nutritional Properties of Walnut Beverage

LU Ye-qing, HUA Yu-fei, CHENG Ye-ming, YU Ai-xia

(State Key Laboratory of Food Science and Technology, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, Jiangsu, China)

Abstract: The stability and nutritional properties of mixed walnut-soy beverages without stabilizer were studied. Results indicated that the centrifugal sedimentation ratios of beverage decreased by 63.84% and the lipid separation rates decreased by 59.02% respectively compared with walnut slurry, and the particle size distribution of beverage decreased to 1-10 μm while the walnut slurry was 10~100 μm. The beverage was stable with soymilk. On the other hand, as the proportion of soymilk increase, the stability increases. When the proportion of walnut slurry and soymilk was 1:2, the walnut protein solubility reached up to 87.99%, stability was the best, and then the continually increase of soymilk proportion did little to the stability. To study the proteins' nutritional properties, amino acid composition was measured. It showed that soymilk was rich in lysine and could supply the short of lysine in walnut slurry effectively. When the proportion of soymilk in beverage was more than 50%, lysine content met the demand of amino acid scoring pattern and the beverage accords with protein nutritional requirements.

Key words: Soymilk; Walnut beverage; Stability; Nutritional property

核桃是世界上最古老的坚果物种之一,在我国有广泛的分布。核桃含有大约19%的蛋白,62%的脂肪,并富含不饱和脂肪酸(特别是亚油酸)、磷脂、维生素及矿物质^[1]。基于核桃的营养和风味价值,越来越多的核桃产品被开发。主要集中在核桃油提取和核桃仁直接食用,对核桃的深加工研究不多,核桃乳是核桃产品开发的一个重要方向^[2]。核桃乳是指将核桃仁进行打浆、调配、均质、杀菌等步骤后得到的饮料,主要原料为核桃浆。核桃浆中的蛋白主要为球蛋白、醇溶谷蛋白和谷蛋白,基本属于疏水性蛋白,所以核桃浆稳定性差^[3]。

核桃浆的不稳定性导致核桃饮料的开发受到一定的限制。市场上核桃饮料主要采用CMC、黄原胶等复配稳定剂维持稳定^[4-5]。随着经济的发展,人们更加期望于选择低添加剂、高蛋白的饮料,对饮料的营养价值要求也逐渐增高^[6],所以开发出一

种不含稳定剂且营养丰富的核桃浆饮料具有广阔的市场前景。

豆浆由大豆磨浆而成,其营养丰富,易于人体消化吸收。而且,豆浆中的蛋白及磷脂、糖脂、皂甙、异黄酮等亲水亲油成分^[7-8]具有乳化稳定作用。研究发现,豆浆和核桃浆混合制成的饮料加热后仍能维持稳定。本文对豆浆和核桃浆混合制成的饮料稳定性进行研究,并对该饮料的蛋白营养价值进行了分析。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 原料 去壳核桃仁:河北绿岭果业有限公司提供,去除变质的核桃仁,储存于4℃冰箱中。

大豆:黑农54,东北农业大学大豆研究所提供,

收稿日期:2012-09-28

基金项目:国家“十二五”科技支撑计划(2012BAD34B04)。

第一作者简介:芦叶青(1988-),女,在读硕士,研究方向为核桃饮料的开发。E-mail:luyeqing2009@126.com。

通讯作者:华欲飞(1962-),男,教授,从事植物蛋白方面的研究。E-mail:yfhua@jiangnan.edu.cn。

储存于4℃冰箱中。

1.1.2 主要设备 打浆机(Philips,HR 2870/00)、高压均质机(AH-Basic)、121℃灭菌锅、离心机、凯氏定氮仪、激光粒度仪(Microtrac S3500, Microtrac., USA)。

1.2 实验原料制备

1.2.1 核桃浆制备 将核桃仁和1% NaOH溶液按质量比1:4混合,水温90℃浸泡10 min;去除碱水,清水冲刷核桃仁;手工除去核桃皮;持续冲洗,直至核桃仁表面pH为中性^[9];将脱皮后的核桃仁于30~40℃下鼓风沥干3~4 h,至核桃仁表面干燥;120℃下烘烤20 min;将烘烤好的核桃仁(30 g)与水按质量比1:10混合;采用打浆机打浆3 min;打好的核桃浆用150目滤筛过滤除渣,滤液即为所需核桃浆。

1.2.2 豆浆制备 将大豆4℃下浸泡18 h;将湿豆(30 g)和常温去离子水按质量比1:10比例混合;打浆机打浆3 min;打好的豆浆用150目滤筛过滤除渣,滤液即为所需豆浆。

1.3 饮料稳定性实验

实验一:控制饮料体系中豆浆含量相同,使豆浆对饮料体系的物理作用保持一致,研究核桃浆含量变化时不同核豆比例下饮料稳定性的变化。分别将120、80、40、20、13.3 g核桃浆与40 g豆浆混合,得到核豆比例分别为3:1、2:1、1:1、1:2、1:3的混合浆液,另外制作两组对照组,分别为核桃浆120 g、豆浆40 g;在混合好的浆液中加入10 g糖,并用去离子水补足质量至200 g;调节饮料pH并在40 MPa,50~70℃下均质;将均质好的料液倒入250 mL玻璃瓶中,121℃下加热15 min;冷却至室温。实验所得样品含有相同的豆浆蛋白(0.36%),核桃蛋白含量随着比例降低而减小(0.98%~0.11%)。

实验二:实验一中,各样品蛋白含量在0.47%~1.34%之间变化,不能充分说明豆浆对核桃浆的稳定作用。因此,实验二控制饮料中核桃浆和豆浆总量为180 g,核桃浆和豆浆添加量依次按3:1、2:1、1:1、1:2、1:3的比例变化,使饮料总蛋白含量均在1.6%左右;另外制作两组对照组,分别为核桃浆180 g、豆浆180 g;在各样品中加入10 g蔗糖,10 g去离子水混合均匀制成饮料。

1.4 分析指标及测试方法

1.4.1 油脂上浮率 将各样品置于含刻度线、透明的离心管内离心(4 000 r·min⁻¹,30 min),离心后读取上层油脂的高度及离心管中样液总高度。油脂上浮率可由下列公式计算所得,每个样品做至少

5次平行。

$$\text{油脂上浮率}(\%) = (\text{上浮油层的高度} / \text{总高度}) \times 100$$

1.4.2 离心沉淀率 首先将离心管干燥至恒重(m_1);分别称取35 g左右样品(m_2)至离心管中;离心(4 000 r·min⁻¹,30 min);除去上浮油层和清液,将含沉淀的离心管倒置3 h后称重(m_3)^[10-11]。离心沉淀率计算公式如下:

$$\text{离心沉淀率}(\%) = (m_3 - m_1) / m_2 \times 100$$

1.4.3 粒径分布 采用激光粒度仪(Microtrac S3500, Microtrac., USA)测定;用去离子水作为分散溶剂。

1.4.4 核桃蛋白溶解率 假设豆浆蛋白全部溶解,测定原料豆浆的蛋白含量(P_1)。取饮料样品,测定蛋白含量(P_2)。分别取不同样品约40 g离心(4 000 r·min⁻¹,30 min),离心后饮料分为油层、清液及沉淀,收集清液,并再次离心;取离心后清液,测定蛋白质含量(P_3)。蛋白含量测定采用凯氏定氮法,参考GB 5009.5-2010《食品中蛋白质的测定方法》。核桃蛋白溶解率计算公式如下:

$$\text{核桃蛋白溶解率}(\%) = (P_3 - P_1 \times n) / (P_3 - P_1 \times n) \times 100$$

其中n为制备饮料过程中豆浆的稀释倍数。

1.5 蛋白营养价值的研究

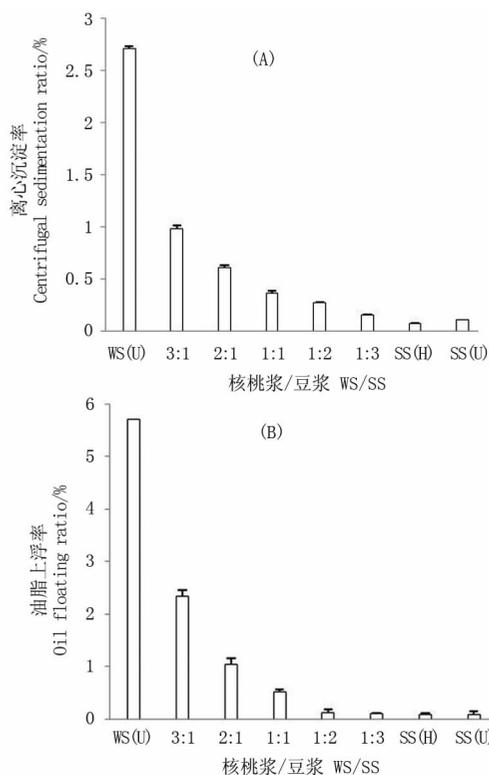
测定121℃,15 min加热前后的核桃浆、豆浆、1:1和1:2饮料的氨基酸组成。采用氨基酸测定仪(Waters Chromatograph Division, Milford, MA)测定。计算各样品的氨基酸含量占氨基酸总量百分比,并与2002年FAO/WHO修订的人体必需氨基酸含量模式谱^[12]比较。

2 结果与讨论

2.1 豆浆对饮料稳定性影响

观察实验一所得样品,核桃浆加热后形成大量肉眼可视的絮状物质上浮;而核桃浆豆浆混合后所制得的饮料杀菌后均保持均一稳定,无明显分层和絮状物质上浮。为了解不同核桃浆豆浆比例下饮料的稳定性差异,首先测定了实验一中样品的离心沉淀率和油脂上浮率。

核桃浆加热前后稳定性都不好,生核桃浆静置会分层,而加热后易形成絮状物质。由于絮状物质较为稳定,离心后不能分离,无法准确测定加热后核桃浆的油脂上浮率及离心沉淀率,因此,将实验一中不同核豆比例饮料的离心沉淀率和油脂上浮率与生核桃浆进行比较。与核桃浆相比,核豆比为3:1时饮料(核桃浆浓度相同)离心沉淀率下降了



WS-核桃浆;SS-豆浆;U-未加热;H-加热

WS-Walnut Slurry;SS-Soymilk;U-Unheated;H-Heated

图1 实验一中样品的离心沉淀率(A)和油脂上浮率(B)

Fig. 1 Centrifugal sedimentation ratios (A) and floating rates (B) of samples in Exp. 1

63.84%,上浮油脂减少了59.02%,说明少量豆浆的加入就能显著增加核桃浆的热稳定性。随着饮料中豆浆比例增加,离心沉淀率从0.98%降到0.15%(图1A),下降明显,但由于核桃浆浓度下降会使离心沉淀率一定程度降低,因此,单从离心沉淀率不能很好的反映豆浆比例增加对饮料稳定性的影响,需要通过测定粒径分布和核桃蛋白溶解率继续深入了解。随着豆浆比例增加,油脂上浮率明显减小,从2.34%降到0.10%,当核豆比为1:2时已接近于豆浆的油脂上浮率(图1B)。说明豆浆比例增加促进核桃浆中的油体稳定,可能是豆浆中的大豆蛋白等成分可以乳化核桃油体,而且随着豆浆比例的增加,乳化作用增强,稳定性增加。

为了进一步确定随着豆浆比例的增加,核桃浆豆浆饮料的稳定性,测定了实验一中各样品的粒径。由图2A可知,核桃浆加热后粒径从18.09 μm 增大到28.41 μm ,稳定性减小;加入豆浆制成饮料后,与核桃浆相比,粒径减小,稳定性增加;且粒径随着豆浆比例增加而减小,饮料稳定性越好。由图2B可知,加热后核桃浆的粒径主要分布在10~100 μm ,而核豆比为1:1饮料粒径主要分布在1~10 μm ,粒径分布明显减小,而豆浆粒径为0.1~1

μm ,说明豆浆与核桃浆成分之间发生反应,阻止了核桃蛋白和核桃油体的聚集,使核桃浆保持稳定,随着豆浆比例增加,稳定性变好。

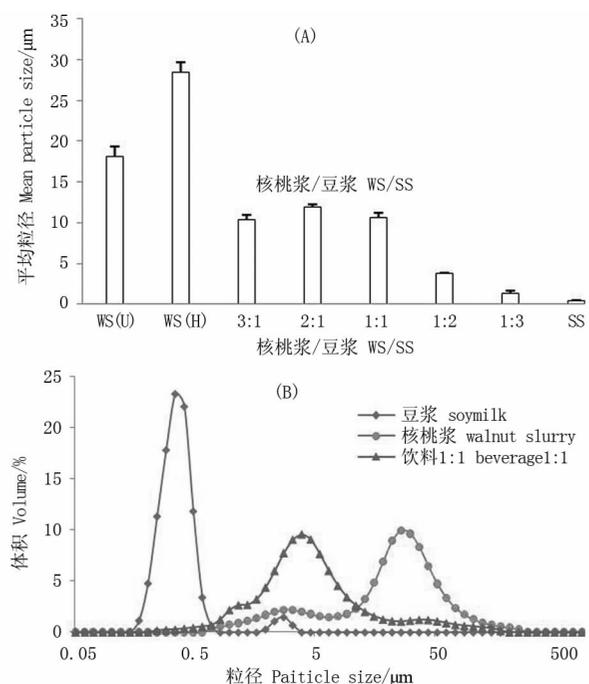


图2 实验一中各样品平均粒径分布(A)及实验一中加热后核桃浆、豆浆及1:1的粒径分布图(B)

Fig. 2 Mean particle size of samples in Exp. 1 (A) and particle size distributions of WS(H), SS(H) and 1:1 in Exp. 1 (B)

核桃蛋白溶解率指离心后仍可稳定存在于饮料中的核桃蛋白百分比,可直接反映豆浆对核桃蛋白的稳定效果。图3A显示了实验一中不同核豆比例下样品的核桃蛋白溶解率。对于加热后核桃浆,只有28%的核桃蛋白可稳定于体系中,稳定性不佳;加入豆浆后,饮料的核桃蛋白溶解率明显增加,且随着豆浆比例增加,核桃蛋白溶解率增大,在核豆比1:2时,蛋白溶解率最高达84.21%。

由于实验一中样品蛋白浓度随着核桃浆比例减小而降低(1.34%~0.47%),会导致饮料体系粘度变化,影响蛋白溶解率;另一方面,消费者倾向于选择高蛋白含量的饮料,因此补充测定实验二(控制各样品蛋白浓度在1.6%左右)的核桃蛋白溶解率。结果表明,在该蛋白浓度下,饮料仍保持稳定(图3B)。

由图3可知,核豆比1:2和1:3时核桃蛋白溶解率相近,核桃蛋白溶解率没有随着豆浆继续增加而增大,说明核桃蛋白溶解率已达饱和,有小部分核桃蛋白不溶解于豆浆。另外,实验二中核桃蛋白溶解率普遍高于实验一相应样品,表明适当增高浓度反而能促进核桃蛋白溶解。

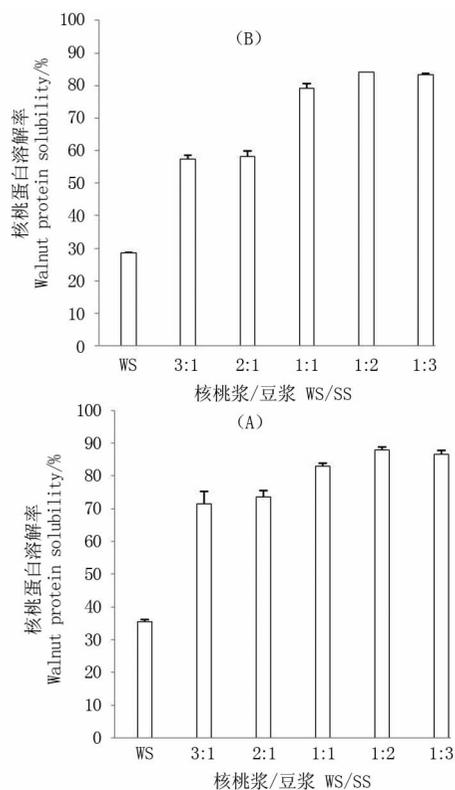


图3 实验一(A)和实验二(B)中不同样品的核桃蛋白溶解率

Fig. 3 Walnut protein solubility of samples in Exp. 1 (A) and Exp. 2 (B).

2.2 核桃浆豆浆饮料蛋白营养价值研究

核桃浆豆浆饮料不但可以在不添加其他稳定剂下保持稳定,而且二者混合制备的饮料营养更加全面。将加热后的核桃浆、豆浆及两种饮料的氨基酸组成进行对比(表1),发现两种饮料中各氨基酸含量和采用加热后核桃浆、豆浆各氨基酸含量计算所得值相近,因此,其他核桃浆、豆浆比例下饮料的氨基酸组成近似值可由核桃浆和豆浆氨基酸组成推算。

根据FNB(美国联邦营养局高级蛋白标准)所推荐的氨基酸参考模式,大于1岁人体所摄入蛋白的赖氨酸参考量为 $51 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Pro}$,其最高限制值为 $58.7 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Pro}$,最低限制值为 $43.4 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Pro}$ (参考值 $\pm 15\%$)^[13]。因此,参照表1可得赖氨酸是核桃浆蛋白的第一限制氨基酸,而豆浆蛋白富含赖氨酸;1:1饮料中赖氨酸含量为43.91%,刚好达到蛋白中赖氨酸含量的最低要求,而1:2饮料中赖氨酸含量较接近赖氨酸参考值,符合蛋白营养需求。根据核桃浆和豆浆赖氨酸含量计算其他比例下饮料中赖氨酸含量,确定豆浆比例超过50%时,饮料中蛋白的氨基酸组成符合参考模式。

综上所述,采用核桃浆和豆浆制备饮料的蛋白营养更加丰富和全面。除了稳定性和蛋白营养价

值外,豆浆中含有的异黄酮等多酚类物质具有抗氧化作用,还可以一定程度上防止核桃浆中的不饱和脂肪酸氧化变质。因此,豆浆可开发成为一种核桃饮料的天然稳定剂和蛋白营养补充物。

表1 加热后核桃浆、豆浆、1:1和1:2饮料的氨基酸组成

Table 1 Amino acid composition of heated walnut slurry, heated soymilk, the beverage of 1:1 and 1:2 ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \text{ Pro}$)

氨基酸 Amino acid	SS(H)	WS(H)	1:1	1:2
asp	116.81	103.03	109.16	112.54
glu	214.61	208.85	212.79	208.85
ser	44.88	48.19	49.19	48.95
his	27.26	25.83	26.22	24.62
gly	43.91	46.28	44.09	45.03
thr	36.53	36.36	37.03	38.03
arg	73.54	147.53	112.28	100.68
ala	40.64	46.03	42.90	45.12
tyr	27.21	22.46	21.61	24.04
cys-s	1.71	2.57	2.37	3.69
val	51.20	52.63	50.80	53.90
met	9.32	12.60	10.81	14.29
phe	52.87	51.11	52.46	54.98
ile	49.15	44.67	46.06	47.78
leu	76.63	79.38	78.59	79.17
lys	60.13	24.05	43.91	49.01
pro	74.78	48.42	59.74	49.33

3 结论

以核桃浆和豆浆为原料,不添加其他稳定剂制作饮料,在高温杀菌后(121°C , 15 min)仍可保持稳定;随着豆浆比例的增加,稳定性增加,核桃浆豆浆比例为1:2时,稳定性最好,此后豆浆比例继续增加对稳定性影响不大。另外,豆浆可补充核桃浆中的赖氨酸,当豆浆比例大于等于50%时,即可满足赖氨酸最低限制值,符合蛋白营养需求,采用核桃浆和豆浆制作饮料可使营养更加全面丰富。

参考文献

- [1] Sze-Tao K W C, Sathe S K. Walnut (*Juglans regia* L): proximate composition, protein solubility, protein amino acid composition and protein in vitro digestibility[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2000, 80: 1393-1401.
- [2] 王丰俊, 王建中, 周鸿升, 等. 核桃产品开发技术进展[J]. 河北林果研究, 2009, 24(3): 301-304. (Wang F J, Wang J Z, Zhou H S, et al. Process on process technology of walnut[J]. Hebei Journal of Forestry and Orchard Research, 2009, 24(3): 301-304.)

(下转第114页)