

油料蛋白

美藤果蛋白的功能性质研究

张雪春,田景,王振兴,范方宇,刘云,阚欢

(西南林业大学轻工与食品工程学院,昆明 650224)

摘要:以美藤果饼为原料,采用碱提酸沉法制备美藤果蛋白,研究 pH、温度、NaCl 浓度和蔗糖浓度对美藤果蛋白功能性质的影响。结果表明:当 pH 为 5 时,美藤果蛋白的溶解度、乳化性能和起泡性均最小;随着温度的升高,美藤果蛋白的溶解度、持水性、持油性呈先增大后减小的趋势;加入适量 NaCl 可增大美藤果蛋白的溶解度、乳化性能和起泡性能;加入蔗糖使美藤果蛋白的起泡性降低,而加入适量的蔗糖可增大美藤果蛋白的乳化性能。pH、温度、NaCl 浓度和蔗糖浓度对美藤果蛋白的功能性质有一定影响,可通过改变上述条件以获得良好加工性质的美藤果蛋白产品。

关键词:美藤果;蛋白质;功能性质;pH;温度

中图分类号:TS225.1;TS201.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-7969(2018)03-0035-04

Functional properties of Sacha Inchi proteinZHANG Xuechun, TIAN Jing, WANG Zhenxing,
FAN Fangyu, LIU Yun, KAN Huan

(College of Light Industry and Food Science, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Abstract: Sacha Inchi protein was extracted from Sacha Inchi cake by alkali extraction and acid precipitation, and the influences of pH, temperature, NaCl concentration and sucrose concentration on functional properties of Sacha Inchi protein were studied. The results showed that the solubility, emulsifying ability and foamability of Sacha Inchi protein were minimum at pH 5. The solubility, water holding capacity and oil holding capacity of Sacha Inchi protein increased firstly then decreased with temperature rising. When proper NaCl was added, the solubility, emulsifying ability and foamability of Sacha Inchi protein increased. When proper sucrose was added, the foamability of Sacha Inchi protein decreased, while the emulsifying ability of Sacha Inchi protein increased. Functional property of Sacha Inchi protein were affected by pH, temperature, NaCl concentration and sucrose concentration, and Sacha Inchi protein products with fine functional properties could be obtained by changing these conditions.

Key words: Sacha Inchi; protein; functional property; pH; temperature

美藤果(Sacha Inchi)又名印加果、印加花生、南美油藤,为木质藤本植物,在南美洲印加地区有上千年的食用历史。美藤果中蛋白质含量达 30%,脂肪含量达 45%,是一种优良的油料作物和蛋白质资

源。2013 年美藤果油经卫生部批准为新食品原料。目前美藤果主要栽培于云南的普洱、西双版纳、红河等地区。

国内外对美藤果的报道主要集中于油脂的提取、脂肪酸成分及抗氧化性等研究^[1],美藤果种仁经榨油后的饼中含有丰富的蛋白质,而对于美藤果蛋白的溶解度、乳化性、起泡性等功能性质的研究较少^[2]。蔡志全等^[3]研究了美藤果中的宏量营养素和氨基酸组成并对其进行评分;Sathe 等^[4-5]研究了美藤果中水溶性蛋白的分离纯化、氨基酸含量、体外消化性,以及美藤果蛋白溶解度的影响因素。本研究以美藤果饼为原料,采用碱提酸沉法制备美藤

收稿日期:2017-06-30;修回日期:2017-11-20

基金项目:南昌大学食品科学与技术国家重点实验室开放基金(SKLF-KF-201403);高等教育发展专项(514006110)

作者简介:张雪春(1981),女,讲师,博士,研究方向为农林产品开发利用(E-mail)xuechun_zhang@163.com。

通信作者:王振兴,助理研究员,硕士(E-mail)wangzhenxingfood@163.com。

果蛋白,研究温度、pH、NaCl 浓度、蔗糖浓度对美藤果蛋白功能性质的影响,以期在美藤果蛋白在食品工业中的应用提供一定的参考,为美藤果资源的开发利用提供帮助。

1 材料与方法

1.1 实验材料

美藤果饼,由西双版纳印奇生物资源开发有限公司提供;一级大豆油,市售。氯化钠、蔗糖、氢氧化钠、盐酸、磷酸二氢钠、磷酸氢二钠、硫酸铜、硫酸钾,均为分析纯。

DHG-9140A 型电热恒温鼓风干燥箱,UNIC-RYO MC 冷冻干燥机,BT224S 型电子天平,UV-2450 型紫外分光光度计,HH-2 型数显恒温水浴锅,5417R 台式高速冷冻离心机,D-160 手持式均质分散机。

1.2 实验方法

1.2.1 美藤果饼主要成分的测定

粗脂肪含量的测定参考 GB 5009.6—2016;水分含量的测定参考 GB 5009.3—2016;粗蛋白质含量的测定参考 GB 5009.5—2016;粗纤维含量的测定参考 GB 5009.88—2014。

1.2.2 美藤果蛋白的制备

美藤果饼经 50℃ 干燥后粉碎,过 60 目筛,经乙醚脱脂后,按料液比 1:30 加入蒸馏水,以氢氧化钠溶液调 pH 至 9.5,于 70℃ 提取 2 h 后,5 000 r/min 离心 20 min,弃去下层沉淀,上清液经盐酸调 pH 至 5,5 000 r/min 离心 20 min 弃去上清液,沉淀经水洗、中和、冻干后备用。

1.2.3 美藤果蛋白溶解度的测定

将美藤果蛋白配制为 1 mg/mL 溶液,室温搅拌 1 h 后,5 000 r/min 离心 15 min,采用凯氏定氮法测定上清液中蛋白质含量,计算美藤果蛋白的溶解度^[6]。并分别测定美藤果蛋白在不同温度、pH 和 NaCl 浓度下的溶解度。

1.2.4 美藤果蛋白持水性的测定

于离心管中加入 2 g 美藤果蛋白和 16 mL 水,涡旋振荡 2 min,分别于 20、30、40、50、60、70℃ 和 80℃ 保温 30 min 后,2 000 r/min 离心 30 min,小心去除上清液,称量离心管的质量。计算美藤果蛋白持水性^[7]。

1.2.5 美藤果蛋白持油性的测定

于离心管中加入 2 g 美藤果蛋白和 12 mL 大豆油,高速分散 1 min,分别于 20、30、40、50、60、70℃ 和 80℃ 保温 30 min 后,2 000 r/min 离心 30 min,小心去除上清液,称量离心管的质量。计算美藤果蛋白持油性^[8]。

1.2.6 美藤果蛋白乳化性及乳化稳定性的测定

将美藤果蛋白配制为 1 mg/mL 溶液,室温搅拌 1 h 后,取 30 mL,加入大豆油 10 mL,高速分散制成乳状液后,立即从底部取 50 μ L 以 0.1% SDS 溶液稀释 500 倍,混匀后于 500 nm 处测定吸光值(A_0),10 min 后测定吸光值(A_{10})。计算美藤果蛋白的乳化性(EAI)和乳化稳定性(ESI)^[9],并分别测定美藤果蛋白在不同 pH、NaCl 浓度和蔗糖浓度下的 EAI 和 ESI。

1.2.7 美藤果蛋白起泡性及泡沫稳定性的测定

将美藤果蛋白配制为 1 mg/mL 溶液,室温搅拌 1 h 后,取 20 mL 于 10 000 r/min 分散 1 min,测定蛋白溶液的总积,并放置 60 min 测定蛋白溶液的总积,计算美藤果蛋白的起泡性(FC)和泡沫稳定性(FS)^[10]。并分别测定美藤果蛋白在不同温度、pH、NaCl 浓度和蔗糖浓度下的 FC 和 FS。

2 结果与讨论

2.1 美藤果饼的主要成分

经测定,美藤果饼中水分含量 10.0%,粗纤维含量 4.9%,粗脂肪含量 15.9%、粗蛋白质含量 49.7%,美藤果饼中蛋白质含量较高。经碱提酸沉法制备的美藤果蛋白中蛋白质含量为 88.9%,可应用于美藤果蛋白功能性质的测定。

2.2 美藤果蛋白的溶解度(见图 1)

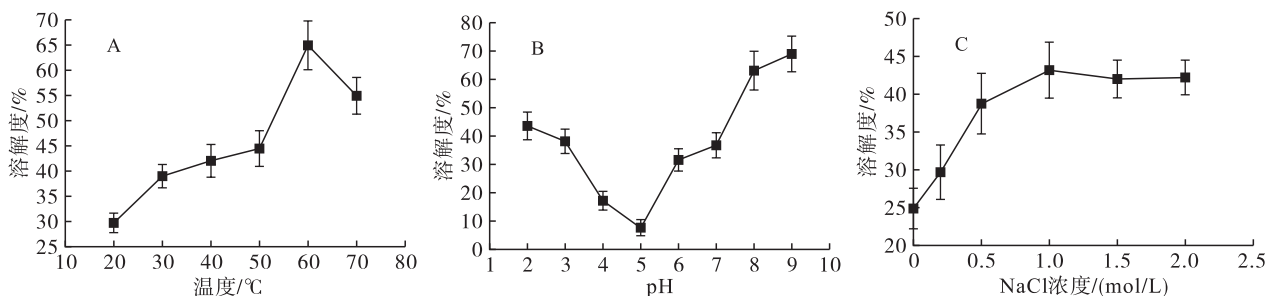


图 1 温度、pH、NaCl 浓度对美藤果蛋白溶解度的影响

由图 1A 可知,随着温度的升高,美藤果蛋白的溶解度逐渐增大,在温度 60℃ 时达到最大,随后温度的升高反而使美藤果蛋白的溶解度下降。这可能

是因为温度的升高可使美藤果蛋白在水溶液中构象展开,亲水基团适度暴露,使蛋白质的溶解度增大,当温度升高至 60℃ 以上,由于高温导致蛋白质变

性,蛋白质聚集沉淀,使溶解度下降。

由图 1B 可知,美藤果蛋白溶解度与 pH 的关系呈“V”型,当 pH 接近等电点(pH 5 附近)时,美藤果蛋白所带电荷为零,溶解度最小,当 pH 远离等电点时(pH < 3 或 pH > 8),由于蛋白质表面所带电荷增加,静电斥力增大,美藤果蛋白的溶解度较大,因此美藤果中的蛋白质可采用碱提酸沉法提取。

由图 1C 可知,随着 NaCl 浓度的增加,美藤果蛋白的溶解度逐渐增大,在 NaCl 浓度为 1 mol/L 时其溶解度达到最大,说明低浓度的 NaCl 对美藤果蛋白有盐溶作用,而当 NaCl 浓度继续增大(> 1 mol/L),由于盐析作用使美藤果蛋白的溶解度呈减小的趋势。

2.3 美藤果蛋白的持水性和持油性(见图 2)

由图 2 可知,美藤果蛋白的持水性随温度的升高而增大,在 70 °C 时最大,这可能是因为随着温度的升高,蛋白质链适度展开,表面的亲水基团增多,与水的相互作用力增强,表现为持水性的增大,而当

温度升高至一定程度,蛋白质在高温下变性聚集,导致与水的结合能力下降^[11]。随着温度的升高,美藤果蛋白的持油性呈先增大后减小的趋势,在 50 °C 时达到最大,这可能是因为温度适度升高可使蛋白质分子伸展,与油脂中小分子相互作用,使持油性增大^[12];而温度过高使油脂的黏度降低,流动性增大,与蛋白质的结合能力变弱^[13]。

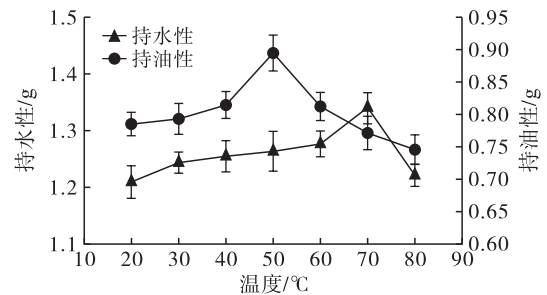


图 2 温度对美藤果蛋白持水性和持油性的影响

2.4 美藤果蛋白的乳化性及乳化稳定性(见图 3)

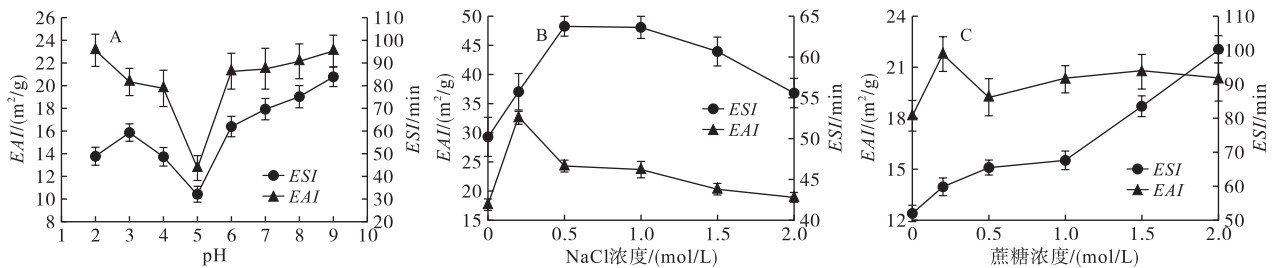


图 3 pH、NaCl 浓度和蔗糖浓度对美藤果蛋白乳化性能的影响

由图 3A 可知,与图 1B 相似,美藤果蛋白的乳化性及乳化稳定性在 pH 5 时最小,这可能是因为等电点附近(pH 5)美藤果蛋白的溶解度最小,参与乳化的可溶性蛋白较少,从而使美藤果蛋白的乳化性和乳化稳定性最小,而远离等电点时美藤果蛋白的乳化性和乳化稳定性相对较好。

由图 3B 可知,随着 NaCl 浓度的增大,美藤果蛋白的乳化性和乳化稳定性呈先增大后减小的趋势,当 NaCl 浓度为 0.2 mol/L 时乳化性最大,NaCl 浓度为 0.5 mol/L 时乳化稳定性最大,这可能是因为较低离子强度可增大美藤果蛋白的溶解度,使美藤果蛋白的乳化性和乳化稳定性增强,而过高的离子强度则因盐析作用,使其乳化性和乳化稳定性降低。

由图 3C 可知,低浓度的蔗糖(0.2 mol/L)可使美藤果蛋白的乳化性和乳化稳定性略有增大,而高浓度的蔗糖则会降低美藤果蛋白的乳化性,这可能是因为适量的蔗糖可增大蛋白溶液的黏度,且在蛋白质表面形成一层保护层,阻碍蛋白质的聚集,从而提高其乳化性^[14],而当蔗糖浓度较高时,其与蛋白质竞争夺取水分子,导致乳化性的下降^[15]。

2.5 美藤果蛋白的起泡性和泡沫稳定性(见图 4)

由图 4A 可知,美藤果蛋白的起泡性随温度(30 °C 除外)的升高而增大,当温度为 70 °C 时趋于稳定,而泡沫稳定性则在 50 °C 时达到最大,这可能是由于温度的升高,使溶液中可溶性蛋白质的含量增大,其起泡能力明显优于不溶性蛋白质。

由图 4B 可知,与图 1B 相似,美藤果蛋白起泡性与 pH 的关系呈“V”型,在 pH 5 时最小,远离等电点时的起泡性较好,且碱性环境相比酸性环境的起泡性更好,这可能是因为只有可溶解的美藤果蛋白参与泡沫的形成,因此当蛋白质的溶解度较好时,相对应的起泡性较大^[14]。

由图 4C 可知,随着 NaCl 浓度的增加,美藤果蛋白的起泡性呈先增大后减小的趋势,在 0.2 mol/L 时达到最大,而泡沫稳定性则随着 NaCl 浓度的增大而升高,与 NaCl 对美藤果蛋白乳化性能的影响相似。

由图 4D 可知,随着蔗糖浓度的增加,美藤果蛋白的起泡性呈下降的趋势,而泡沫稳定性呈增大的趋势,这可能是因为蔗糖的加入使溶液的黏度增大,蛋白质在气液界面难以展开,从而使溶液形成泡沫的能

力下降,另一方面,溶液黏度的增大可增加泡沫的刚性,使泡沫稳定性得以提高^[16]。

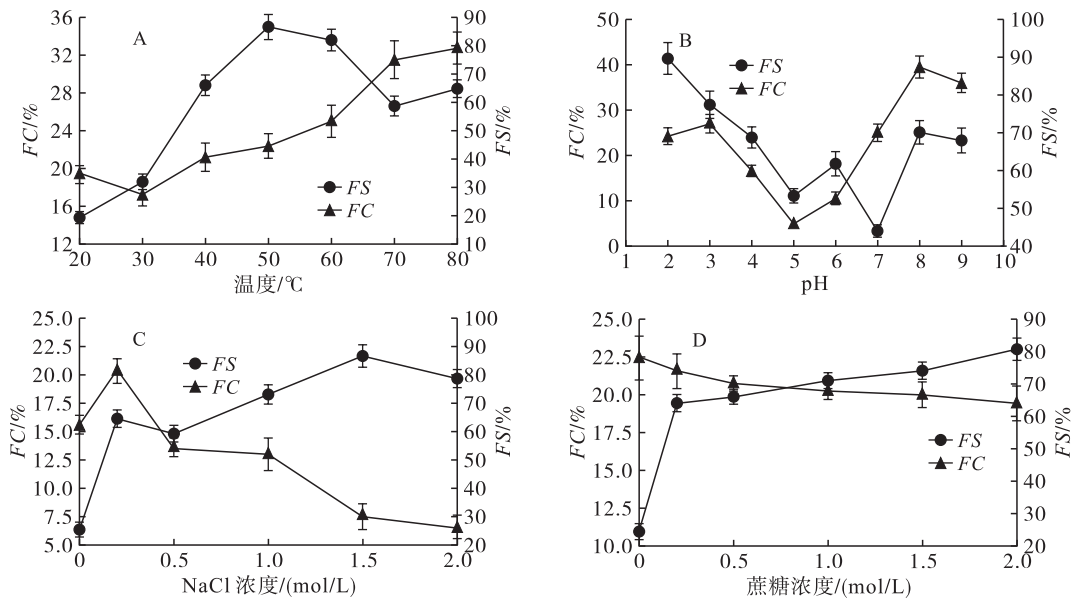


图4 温度、pH、NaCl浓度和蔗糖浓度对美藤果蛋白起泡性能的影响

3 结论

当pH在美藤果蛋白等电点附近时,其溶解度、乳化性能和起泡性最小,而远离等电点时,美藤果蛋白的溶解度、乳化性能和起泡性较好;当温度为50~70℃时,美藤果蛋白的溶解度、持水性和起泡性较好;适量添加NaCl可改善美藤果蛋白的溶解度、乳化性能和起泡性能;适量添加蔗糖可改善美藤果蛋白的乳化性能。可通过改变温度、pH,添加NaCl和蔗糖等手段,获得良好加工性质的美藤果蛋白产品。

参考文献:

- [1] GUTIÉRREZ L F, ROSADA L M, JIMÉNEZ Á. Chemical composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction[J]. *Grasas Aceites*, 2011,62(1):76-83.
- [2] 蔡志全. 特种木本油料作物星油藤的研究进展[J]. *中国油脂*, 2011,36(10):1-6.
- [3] 蔡志全, 杨清, 唐寿贤, 等. 木本油料作物星油藤种子营养价值的评价[J]. *营养学报*, 2011,33(2):193-195.
- [4] SATHE S K, HAMAKER B R, SZE-TAO K W C, et al. Isolation, purification, and biochemical characterization of a novel water soluble protein from Inca Peanut (*Plukenetia volubilis* L.) [J]. *J Agric Food Chem*, 2002,50(17):4906-4908.
- [5] SATHE S K, KSHIRSAGAR H H, SHARMA G M. Solubilization, fractionation, and electrophoretic characterization of Inca peanut (*Plukenetia volubilis* L.) proteins[J]. *Plant Food Hum Nutr*, 2012,67(3):247-255.
- [6] PEYRANO F, SPERONI F, AVANZA M V. Physicochemical and functional properties of cowpea protein isolates treated with temperature or high hydrostatic pressure[J]. *Innov Food Sci Emerg*, 2016,33:38-46.
- [7] 洪玲, 张溪, 李新华. 温度和pH对山核桃蛋白功能性质的影响研究[J]. *中国油脂*, 2016,41(6):28-31.
- [8] ACOSTA-DOMÍNGUEZ L, HERNÁNDEZ-SÉNCHÉZ H, GUTIÉRREZ-LÓPEZ G F, et al. Modification of the soy protein isolate surface at nanometric scale and its effect on physicochemical properties [J]. *J Food Eng*, 2016,168:105-112.
- [9] SHEN X, FANG T Q, GAO F, et al. Effects of ultrasound treatment on physicochemical and emulsifying properties of whey proteins pre- and post-thermal aggregation [J]. *Food Hydrocoll*, 2017,63:668-676.
- [10] CANO-MEDINA A, JIMÉNEZ-ISLAS H, DENDOOVEN L, et al. Emulsifying and foaming capacity and emulsion and foam stability of sesame protein concentrates [J]. *Food Res Int*, 2011,44(3):684-692.
- [11] 薛蕾, 李大文, 尉芹, 等. 苦杏仁蛋白的功能特性[J]. *食品科学*, 2013,34(7):70-75.
- [12] 王芳, 刘华, 董梅红. 桑叶蛋白的功能特性研究[J]. *食品科学*, 2010,31(11):81-86.
- [13] 赵小龙, 刘大川. 棉籽分离蛋白的功能特性研究[J]. *中国油脂*, 2015,40(1):27-30.
- [14] 朱国君. 紫苏饼粕蛋白质的分离提取及其功能特性研究[D]. 重庆: 西南大学, 2008.
- [15] 马萨日娜. 裸燕麦总蛋白、谷蛋白酶解物的功能特性及其抗氧化活性研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古农业大学, 2015.
- [16] 李维瑶, 何志勇, 熊幼翎, 等. 温度对于大豆分离蛋白起泡性的影响研究[J]. *食品工业科技*, 2010,31(2):86-88.