

不同干燥方法对玉米醇溶蛋白性质影响研究

杨光, 杨波, 吴景

(上海理工大学食品科学与工程研究所, 上海 200093)

摘要:以玉米醇溶蛋白为原料, 分析和比较冷冻干燥、真空干燥和热风干燥对玉米醇溶蛋白的影响。实验结果表明, 冷冻干燥样品的色泽相对较浅, 吸油性、乳化性和乳化稳定性略高于真空干燥样品和热风干燥样品; 3种样品的蛋白质含量、溶解性和持水力无明显差别; 冷冻干燥对玉米醇溶蛋白的性质影响较小。

关键词:玉米醇溶蛋白; 冷冻干燥; 真空干燥; 热风干燥;

Effect of Drying on Property of Zein

YANG Guang, YANG Bo, WU Jing

(Institute of Food Science and Technology, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: In this study, zein was used as the material to investigate effects of lyophilization, vacuum drying and hot-air drying on its properties. Results indicated that the color of the sample exhibited a little light through lyophilization. However, oil-absorption capability, emulsifying property and emulsifying stability of the sample treated with lyophilization were higher than those of samples through vacuum drying and hot-air drying. Protein content, solubility and water-holding capacity of samples through three drying methods did not exhibit obvious difference. Therefore, lyophilization treatment has less effect on properties of zein.

Key words: zein; lyophilization; vacuum drying; hot-air drying

中图分类号: TS262.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2009)23-0057-03

玉米是世界上三大粮食作物之一, 不仅在农业生产中占有重要的地位, 还是工业生产中淀粉、淀粉糖、酒精的主要原料。玉米湿法生产淀粉的主要副产品是玉米蛋白粉, 其中含有大量的玉米醇溶蛋白。玉米醇溶蛋白是玉米中主要的贮藏蛋白, 约占玉米总蛋白含量的45%。它具有独特的溶解性, 不溶于水或无水醇类, 但可以溶解于体积分数60%~95%的醇类水溶液^[1]。玉米醇溶蛋白由特殊的氨基酸组成, 其分子中存在着大量的疏水性氨基酸, 缺乏能带电的酸性、碱性和极性基团的氨基酸, 但含有较多的含硫氨基酸; 其特殊的氨基酸组成形成了特异的功能性质, 如较强的吸湿性、耐热性、耐脂性和成膜性。利用它生产出的活性肽, 可作为高蛋白含量医用品的添加剂等, 广泛应用于食品、医药、纺织和造纸等工业^[2-3]。因此玉米醇溶蛋白有很大发展潜力, 为玉米的深加工开辟了广阔的应用前景。

玉米醇溶蛋白的品质在很大程度上受生产条件的限制, 特别是由于干燥条件的不同, 会使玉米醇溶蛋白的功能性质发生较大变化, 本实验通过分析玉米醇溶蛋白

白的不同功能性质, 如持水性、吸油性、乳化活性和乳化稳定性等, 研究不同干燥方法对其性质的影响。

1 材料与方法

1.1 原料、试剂与仪器

玉米蛋白粉 上海新农饲料有限公司; 大豆油 市购。乙醇、氢氧化钠、盐酸等均为分析纯 国药集团化学试剂有限公司。

HHS-4型电热恒温水浴锅 上海浦东荣丰科学仪器有限公司; 真空冷冻干燥机 上海东富龙科技有限公司; DZF-0B真空干燥箱 上海跃进医疗器械厂; DHG-9203A电热恒温鼓风干燥箱 上海华连医疗器械有限公司; PHS-3TC型pH计 上海天达仪器有限公司; TDL-5离心机 上海安亭科学仪器厂; 721分光光度计 上海精密科学仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 玉米醇溶蛋白的提取^[4]

收稿日期: 2009-08-10

基金项目: 上海市科技攻关重点项目(08521102000); 上海市自然科学基金项目(08ZR1415200)

作者简介: 杨光(1965—), 男, 副研究员, 博士, 研究方向为蛋白质和碳水化合物。E-mail: yangguang@usst.edu.cn

玉米蛋白粉先在室温下于 0.1mol/L NaOH 溶液中浸泡 30min, 以除去玉米蛋白粉中残留的油脂, 然后 3000r/min 离心 10min, 弃去上清液, 60℃ 水浴沉淀用 70% 乙醇溶液提取 2h, 离心分离, 收集提取液, 调节等电点 (pH 6.2), 得到玉米醇溶蛋白沉淀, 分离、水洗, 采用 1.2.2 节方法干燥备用。

1.2.2 干燥方法

水洗至中性的玉米醇溶蛋白沉淀分别用以下不同的干燥方法进行干燥: 冷冻干燥: 一次干燥温度 -27℃, 干燥时间 3h; 二次干燥温度 10℃, 干燥时间 20h; 真空干燥: 干燥温度 45℃, 干燥时间 8h, 真空度 0.1MPa; 热风干燥: 干燥温度 40℃, 干燥时间 4h。

1.2.3 测定方法

1.2.3.1 蛋白质含量测定

干燥的玉米醇溶蛋白样品的蛋白质含量由双缩脲法测定^[5], 以牛血清白蛋白为标准对照。

1.2.3.2 氮溶解指数测定^[6]

蛋白质的溶解性是指蛋白质分子和水分子之间产生的相互作用的综合结果^[9], 是蛋白质重要的功能特性之一, 一般用氮溶解指数来表示。氮溶解指数的测定方法如下: 100mg 玉米醇溶蛋白样品溶于 20ml 蒸馏水中, 用 0.1mol/L HCl 或 0.1mol/L NaOH 调节 pH 值至 2、4、6、8、10; 将该溶液在室温下磁力搅拌 30min, 然后 3000r/min 离心 15min, 上清液中蛋白质含量由双缩脲法测定^[5]。

1.2.3.3 持水力(WHC)和吸油性(OAC)测定^[7]

将 0.5g 样品和 5ml 蒸馏水或精制大豆油放入 10ml 的离心管中, 搅拌均匀, 静置 30min, 在 3000r/min 离心 10min, 弃去上清液, 然后分别测量离心管及其残留物的重量。持水力和吸油性按式(1)计算。

$$\text{持水力或吸油性}(\%) = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100 \quad (1)$$

式中: W_0 为干燥样品的质量(g); W_1 为干燥样品和离心管的总质量(g); W_2 为离心后残留物和离心管的总质量(g)。

1.2.3.4 乳化特性的测定^[8]

乳化性的测定: 将玉米醇溶蛋白与 80% 的乙醇溶液混合, 配制成 1%(m/V)的溶液, 用 0.1mol/L HCl 或 0.1mol/L NaOH 调节溶液 pH 值至 3、5、7、9。在 0.5ml 蛋白质溶液中加入 5ml 精制大豆油, 均质 1min, 将乳状液迅速转移至 10ml 刻度离心管中, 在 3000r/min 离心 5min。乳化性的大小以乳化能力来表示, 按式(2)计算乳化能力。

$$\text{乳化能力}(\%) = \frac{\text{被乳化层的高度}}{\text{离心管中液体总高度}} \times 100 \quad (2)$$

乳化稳定性的测定: 按上述方法均质后的乳状液在 80℃ 水浴中加热 30min, 冷却至室温, 在 3000r/min 离心 5min。按式(3)计算乳化稳定性。

$$\text{乳化稳定性}(\%) = \frac{\text{仍保持乳化状态的液层高度}}{\text{离心管中液体总高度}} \times 100 \quad (3)$$

2 结果与分析

2.1 不同方法制得的玉米醇溶蛋白的含量

表 1 不同干燥方法制得的玉米醇溶蛋白的含量
Table 1 Protein content of different drying methods

干燥方法	色泽	质地	蛋白质含量(%)
热风干燥	深褐色	紧密严实	92.76
真空干燥	深褐色	紧密严实	92.84
冷冻干燥	浅黄色	疏松多孔	93.02

由表 1 可知, 冷冻干燥、真空干燥和热风干燥方法得到的玉米醇溶蛋白的蛋白质含量差异不大。冷冻干燥样品为浅黄色, 而真空干燥和热风干燥样品为深褐色。结果表明, 用 1.2.1 节乙醇提取法提取的玉米醇溶蛋白中还含有少量的杂质, 干燥方法对蛋白质含量的影响甚微, 且经这些干燥方法处理的蛋白质不易变性。为了提高玉米醇溶蛋白的品质, 还需对玉米醇溶蛋白做进一步的脱色、脱臭和纯化处理。

2.2 不同方法制得的玉米醇溶蛋白的溶解性

蛋白质产品的水溶性取决于蛋白质 - 水的相互作用, 即蛋白质的水合作用程度, 而水合程度与蛋白质大分子中可电离基团和亲水基团的多少有关。经不同干燥方法处理的样品在不同 pH 值条件下的氮溶解指数如图 1 所示。

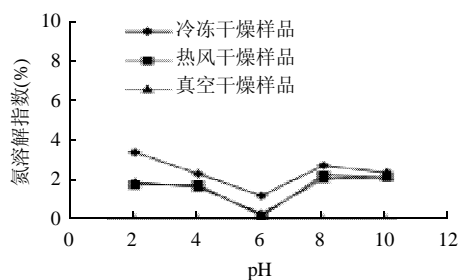


图 1 不同干燥样品在不同 pH 值条件下的溶解度
Fig.1 Solubility of zein samples through different drying methods under various pH value conditions

由图1可知,玉米醇溶蛋白水溶性很差(氮溶解指数 $<5\%$),这是由于玉米醇溶蛋白的疏水性氨基酸含量较高造成的。冷冻干燥样品的水溶性略高于真空和热风干燥,真空和热风干燥的样品有相似的水溶性。这是因为冷冻干燥样品容易粉碎,颗粒相对较细,较均匀,因而在溶液状态中容易与水发生作用,所表现出的水溶性也略高。

2.3 不同方法制得的玉米醇溶蛋白的持水力和吸油性

持水力是指蛋白质产品保持水分的能力,通常用水分残存率来表示持水力。蛋白质制品具有良好持水性必须具备良好的以下3方面条件^[10]:蛋白质颗粒复水后能充分溶胀但不溶解;蛋白质颗粒复水后具有很高的黏度;蛋白可形成凝胶网络。影响蛋白质持水力的因素有蛋白质浓度、离子种类和pH值等。不同干燥方法得到的玉米醇溶蛋白的持水力和吸油性如图2所示。

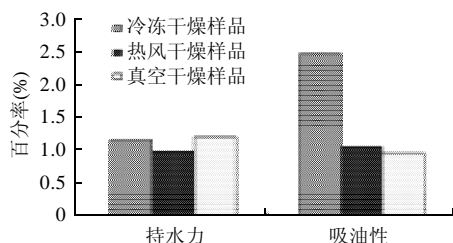


图2 不同干燥样品的持水力和吸水性(pH7)

Fig.2 Water-holding and oil absorption capacities of zein samples through different drying methods at pH 7

由图2可知,干燥方法对玉米醇溶蛋白的持水力影响不大。因为玉米醇溶蛋白中的疏水性氨基酸在干燥过程中并没有被严重的破坏。吸油性是指蛋白质产品吸附油的能力,一般用离心法测定。影响吸油性的主要因素是蛋白质产品的种类和来源、蛋白质的含量、颗粒大小、温度、加工方法和pH值等^[9]。不同的研究者,由于所采用油脂,离心时间和速度的不同,对同一产品的测定也可能会得到不同的结果。冷冻干燥得到的玉米醇溶蛋白的吸油性明显高于真空干燥和热风干燥样品。冷冻干燥样品颗粒均匀、细小,提高了蛋白质-脂类相互作用的程度,表现出的吸油性也相对较高;热风干燥和真空干燥样品难研磨,粒度较大,吸油性小;此外,在热风干燥过程中发生的褐变反应影响了玉米醇溶蛋白氨基酸的组成,因此其吸油性也受到影响。

2.4 不同方法制得的玉米醇溶蛋白的乳化特性

乳化性是指蛋白质产品能将油水结合在一起,形成乳状液的性能。乳化稳定性是指油水乳状液保持稳定的能力。影响蛋白质产品乳化性与乳化稳定性的因素有许多,如颗粒的大小、溶液pH值、加工方法、温度和蛋白质的浓度等^[9]。

由表2可见,冷冻干燥样品的乳化性与乳化稳定性受pH值影响最大:pH9时,样品有最大的乳化能力,

pH5时,样品有最大的乳化稳定性;pH值对真空干燥和热风干燥样品的乳化性的影响较小。蛋白质的溶解度和乳化性能存在一定的关系,冷冻干燥样品的溶解度略高于真空干燥和热风干燥样品,因此,前者的乳化性也比后者好。在真空干燥和热风干燥过程中,蛋白质发生了少量的变性,引起蛋白质结构发生了变化,也使样品的乳化性能受到了一定程度的损坏。此外,80℃水浴加热对蛋白质的破坏很小,而且,乳状液一旦形成,不溶性的蛋白质颗粒对乳状液也起到了稳定作用,因而样品有较高的乳化稳定性。

表2 不同干燥样品在不同pH值的乳化特性

Table 2 Emulsifying property of zein samples through different drying methods under various pH value conditions

pH	冷冻干燥		热风干燥		真空干燥	
	乳化能力(%)	乳化稳定性(%)	乳化能力(%)	乳化稳定性(%)	乳化能力(%)	乳化稳定性(%)
3.0	69.50	75.61	60.50	75.61	61.83	75.23
5.0	60.00	86.67	61.00	75.90	61.90	78.35
7.0	64.00	82.19	61.50	77.56	62.30	80.64
9.0	91.00	63.00	63.50	75.27	64.80	78.58

3 结 论

本实验研究了冷冻干燥、真空干燥和热风干燥3种干燥方法对玉米醇溶蛋白功能性质的影响,结果表明,3种方法得到的样品,其蛋白质含量、溶解性和持水力差异不大;冷冻干燥样品的吸油性、乳化性以及乳化稳定性高于真空干燥样品和热风干燥样品。比较3种干燥方法,真空冷冻干燥对玉米醇溶蛋白的功能性质影响最小。

参考文献:

- [1] 尤新. 玉米的综合利用及深加工[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1993.
- [2] LAI H M, GEIL P H, PADUA G W. X-ray diffraction characterization of the structure of zein-oleic acid films[J]. J Appl Polym Sci, 1999, 71(8): 1267-1281.
- [3] PARRIS N, VERGANO V J, DICKEY L C, et al. Enzyme hydrolysis of zein-wax coated paper[J]. J Agric Food Chem, 1998, 46(10): 4056-4059.
- [4] COOK R B, MALLEE F M, SHULMAN M L. Purification of zein from corn gluten meal: US, 5580959[P]. 1996-12-03.
- [5] KHAN K, TAMMINGA G, LUKOW O. The effect of wheat flour proteins on mixing and baking-correlations with protein fractions and high molecular weight glutenin subunit composition by gel electrophoresis [J]. Cereal Chemistry, 1989, 66(5): 391-396.
- [6] DENCH J E, RIVAS N R, CAYGILL J C. Selected functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) flour and two protein isolates[J]. J Sci Food Agric, 1981, 32(6): 557-564.
- [7] RAMOS C M P, BORA P S. Functionality of succinylated Brazil nut (*Bertholletia excelsa* HBK) kernel globulin[J]. Plant Foods for Human Nutrition, 2005, 60(1): 1-6.
- [8] BILGI B, CELIK S. Solubility and emulsifying properties of barley protein concentrate[J]. Eur Food Res Technol, 2004, 218(5): 437-441.
- [9] 江志炜, 沈蓓英, 潘秋琴. 蛋白质加工技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003: 12-14.
- [10] 华欲飞, 顾玉兴. 大豆蛋白的吸水和持水性能[J]. 中国油脂, 1999, 24(4): 64-67.