

玉米豌豆全谷物复合汁悬浮稳定性的研究

李素芬, 刘建福*

(天津商业大学生物技术与食品科学学院; 天津市食品生物技术重点实验室, 天津 300134)

摘 要:以鲜嫩黄玉米、黄豌豆为原料, 开发出玉米、豌豆营养健康全谷物复合汁。研究了玉米、豌豆淀粉的有限酶法水解、高压均质等工艺条件对全谷物复合汁悬浮稳定性的影响。结果表明: α -淀粉酶有限水解玉米、豌豆淀粉可降低全谷物复合汁的沉淀系数, 增加悬浮稳定性。随着均质压力和均质时间的增加, 复合汁的上浮系数和沉淀系数均减小。经过酶解(α -淀粉酶用量 4U/g 汁, 时间 50min)、均质(压力 40MPa, 时间 20min)等工艺制备的全谷物复合汁具有良好的悬浮稳定性, 25℃ 贮存 60d 后上浮系数和沉淀系数分别为 3.15% 和 2.3%。

关键词:鲜嫩黄玉米, 鲜嫩黄豌豆, 高压均质, 淀粉有限水解, 悬浮稳定性

Suspension stability of the compound juice prepared with whole corn and pea

LI Su-fen, LIU Jian-fu*

(School of Biotechnology & Food Science, Tianjin University of Commerce;
Tianjin Key Laboratory of Food Biotechnology, Tianjin 300134, China)

Abstract: A compound juice was developed with whole corn and pea as raw material. The effect of limited hydrolysis of corn and pea starch, high pressure homogenization conditions on the improvement of the suspension stability of whole corn and pea juice was investigated. The results showed that the limited hydrolysis of amylase led to lower value of the sediment coefficients. The coefficient of suspension and sediment for the compound juice was reduced with the increasing homogenization pressure and time, exhibiting the improvement of suspension stability of the compound juice. The coefficients of suspension and sediment of whole corn and pea juice prepared by hydrolysis (α -amylase 4U/g juice, 50min) and homogenization (pressure 40MPa, 20min) were 3.15% and 2.3%, respectively, showing excellent stability over a period of 60d.

Key words: fresh yellow corn; fresh yellow peas; high pressure homogenization; limited hydrolysis of amylose; suspension stability

中图分类号: TS255.1

文献标识码: B

文章编号: 1002-0306(2014)17-0241-03

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2014.17.044

玉米是我国主要的粮食作物, 据国家统计局统计, 2011 年我国玉米总播种面积 33541670hm², 约占粮食总播种面积 (110573020hm²) 的 30.3%, 玉米总产量 19278.11 万 t, 占粮食总产量 (57120.85 万 t) 的 33.7%。玉米含有丰富的营养物质, 每 100g 黄玉米含碳水化合物 66.7g、膳食纤维 6.4g、蛋白质 8.7g、脂肪 3.8g、维生素 A 17mg、维生素 B₁ 0.21mg、维生素 B₂ 0.13mg、烟酸 2.5mg、维生素 E 3.89mg^[1]。膳食纤维具有促进胃肠蠕动、预防便秘、肥胖、肠癌等生理功能^[2]。玉米油脂含有 55% 的亚油酸, 亚油酸具有软化血管、降低血脂作用, 可预防心脑血管疾病的发生^[3]。

豌豆是我国主要的食用豆类作物, 据 FAO 统计, 2012 年我国豌豆的种植面积 925000hm², 产量

83250t。豌豆含有 60%~65% 的碳水化合物, 23%~25% 的蛋白质, 1%~2.7% 的脂肪以及丰富的矿物质和维生素。豌豆蛋白质中赖氨酸含量丰富 (7.2g/100g), 甲硫氨酸较为缺乏 (0.72g/100g)^[4], 玉米蛋白质中赖氨酸含量缺乏。豌豆与玉米搭配食用, 可提高蛋白质的生物价, 增加蛋白质的利用率。

本文以鲜嫩黄玉米与豌豆为原料开发的全谷物复合汁含有玉米和豌豆中的全部营养物质, 产品带有浓郁的玉米、豌豆的滋味和清香。针对玉米豌豆全谷物复合汁贮存过程中淀粉等组分易发生沉淀以及种皮、玉米油脂等组分易上浮等严重影响产品感官品质的问题, 研究了玉米豌豆淀粉的酶法有限水解、高压均质等工艺对产品悬浮稳定性的影响, 旨在为工业化生产高稳定的玉米豌豆全谷物复合汁提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

鲜嫩黄玉米、鲜嫩黄豌豆, 市售; 耐高温 α -淀粉酶 活力: 30000U/g 酶制剂, sigma 公司提供。

收稿日期: 2013-12-30 * 通讯联系人

作者简介: 李素芬 (1970-), 女, 实验师, 研究方向: 食品科学与工程。

基金项目: 天津市科技计划星火专项 (10ZHXHNC08200); 国家十二五科技支撑计划 (2012BAD34B05-07)。

FDM-Z 型分离磨浆机 温州市长宏轻工机械有限公司;均质机 廊坊汇通机械厂;JMS-180J 胶体磨 廊坊汇通机械厂;真空脱气机 上海科劳机械设备有限公司;YC-02 实验室微型超高温杀菌机 上海雅程仪器设备有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 工艺流程 鲜嫩黄玉米、豌豆混合→加水磨浆→酶解→胶体磨高速剪切→均质→脱气→超高温瞬时杀菌→成品

1.2.2 操作要点 将鲜嫩的玉米和豌豆以 1:1 的比例混合,按照原料与水 1:12 的比例加入水,送入磨浆机研磨;玉米豌豆混合浆料在 90℃ 下保温 10min,使淀粉糊化,按比例加入 α -淀粉酶,使高分子的淀粉降解为糊精和低聚糖,增加产品的悬浮稳定性,酶解后煮沸 5min 灭酶;将胶体磨的定子与转子的间隙调整为 15 μ m 对浆料进行高速剪切,使物料细化;过胶体磨的浆料于 60℃ 下进行两次均质处理;将产品在温度 40~50℃,真空度 60~80kPa 条件下脱气 10~15min,以排除样品中的空气,抑制氧化和褐变,同时除去悬浮微粒附着的气体,防止微粒上浮,有效改善产品的品质和外观;豌豆玉米复合浆料的 pH 约为 6.8,为了提高产品的生物稳定性,采用高温瞬时杀菌(121℃,15~20s)。

1.2.3 酶解对复合汁中淀粉的水解度及悬浮稳定性的影响 于 500g 玉米豌豆浆料中加 1500U 的酶(3U/g),在酶最适作用条件下(90℃、pH6.5),分别水解 20、30、40、50、60min 后,按照 1.2.1 的工艺流程制成成品,测定成品复合汁淀粉的 DE 值和沉淀系数。在酶最适作用条件下,分别于 500g 浆料中添加 1、2、3、4、5U/g 的 α -淀粉酶,水解 50min 后,按照 1.2.1 的工艺流程制成成品,测定成品复合汁淀粉的 DE 值和沉淀系数。

1.2.4 均质对复合汁悬浮稳定性的影响 玉米豌豆复合浆料分别在 10、20、30、40、50、60MPa 的压力下均质 15min,按照 1.2.1 的工艺流程制成成品,测定复合汁的上浮系数和沉淀系数。玉米豌豆复合浆料在 40MPa 的压力下分别均质 5、10、15、20、25min,按照 1.2.1 的工艺流程制成成品,测定成品复合汁的上浮系数和沉淀系数。

1.2.5 DE 值测定 根据文献[5],采用 3,5-二硝基水杨酸比色法(DNS 法),测定 α -淀粉酶水解淀粉释放出的还原糖含量。DE 值 = 还原糖含量(mg/mL)/总固形物含量(mg/mL)。

1.2.6 复合汁上浮系数的测定 50mL 刻度离心管中加入 30mL 玉米豌豆复合汁,在 3000r/min 转速下离心 10min,测定上浮层液的体积(mL),计算上浮系数(上浮层液体积/30mL $\times$ 100),数值越小表明复合汁的悬浮稳定性越好。

1.2.7 复合汁沉淀系数的测定 称取复合汁 100g 加入离心管中,在 3000r/min 转速下离心 10min,倾去上清液,测量沉淀物的重量(g),计算沉淀系数(沉淀系数(%) = 沉淀物重量/100g $\times$ 100^[6],数值越小表明复合汁的悬浮稳定性越好。

1.2.8 玉米豌豆复合汁的贮存悬浮稳定性 经过酶

解(α -淀粉酶用量 4U/g,酶解 50min)、均质(40MPa,15min)和高温瞬时灭菌等工艺条件制备的玉米豌豆复合汁,密封于带有刻度的玻璃瓶内,25℃ 环境条件下贮存 60 天,期间取样测定复合汁的上浮系数和沉淀系数。

1.2.9 数据处理 实验结果为三次平行实验的平均值,并计算出标准误。

2 结果与分析

2.1 α -淀粉酶有限水解对玉米豌豆复合汁悬浮稳定性的影响

玉米豌豆复合汁中的淀粉在加热条件下发生糊化,淀粉颗粒分散成链状淀粉分子,浆料冷却后淀粉分子的羟基间相互作用形成氢键,导致线状淀粉分子聚集形成沉淀,影响产品的悬浮稳定性^[7-8]。 α -淀粉酶有限水解浆料中的淀粉对复合汁沉淀系数的影响如图 1 和图 2 所示。随着酶解时间的延长,淀粉的 DE 值呈线性增加趋势,复合汁的沉淀系数减小;水解 50min 后,继续增加水解时间,DE 值增加变缓,复合汁的沉淀系数无变化(图 1)。这可能是由于淀粉分子被水解成糊精,低分子量的糊精难以聚集成沉淀。由图 2 可知,水解时间一定的条件下,DE 值随着酶量的增加而增加,而复合汁的沉淀系数减小;当酶量增加到 4U/g 后,随着酶量的增加 DE 值和沉淀系数变化较小。因此,选择酶解时间 50min 和酶添加量 4U/g 作为最佳酶解条件。

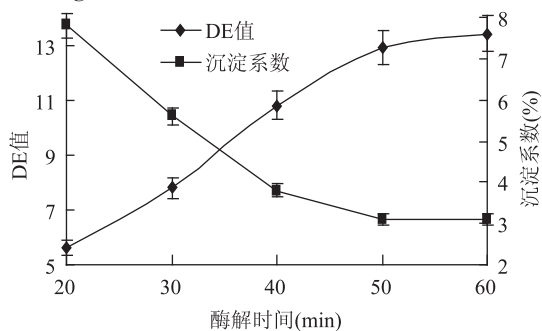


图 1 酶解时间对 DE 值和沉淀系数的影响

Fig.1 The Effect of enzymatic hydrolysis time on DE and coefficients of sediment

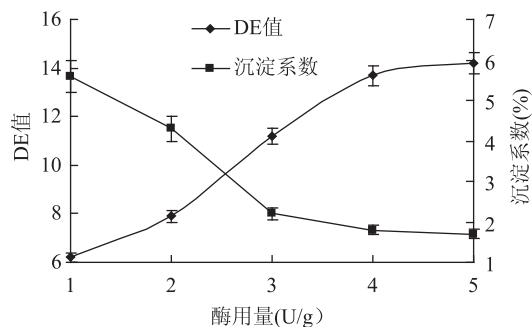


图 2 酶用量对 DE 值和沉淀系数的影响

Fig.2 The effect of dosage of enzyme on DE and coefficients of sediment

2.2 均质对复合汁悬浮稳定性的影响

玉米豌豆全谷物复合汁含有多种组分,既有蛋

白质、糊精、维生素、矿物质等水溶性物质,又有不溶解于水的玉米油脂及玉米和豌豆的种皮等。油脂在水相体系中不稳定,容易聚集成油滴上浮,种皮与真溶液存在较大的密度差,也容易上浮,这是玉米豌豆复合汁饮料悬浮不稳定的主要原因。含有微粒的液态物料在高压均质机的均质阀中形成高射流速度(200~300m/s),在湍流、剪切、高速撞击等多种作用下可将液态食品物料中较大的脂肪球、微粒等破碎成细微的微粒^[9-10]。

复合浆料液中按比例添加 4U/g 的 α -淀粉酶,在 90℃ 下酶解 50min 后,于 60℃ 下进行均质处理。图 3 为均质压力对玉米豌豆复合汁悬浮稳定性的影响,由图可知,随着均质压力的增加,产品的上浮系数、沉淀系数显著降低;均质压力为 40MPa 时,产品的上浮系数和沉淀系数分别为 3.2% 和 2.3%。均质压力的增加引起均质机产生的剪切、撞击等作用力增加,因而在较高压力下均质的复合汁稳定性增加^[11]。由图 4 可知,随着均质时间的增加,复合汁的上浮系数和沉淀系数而减小,均质时间 20min 后,继续增加均质时间对其影响不显著(图 4);均质时间影响脂肪球、种皮等微粒被剪切、撞击的次数,进而影响复合汁的稳定性。因此,选择均质压力 40MPa,均质时间 20min 做为最佳均质条件。

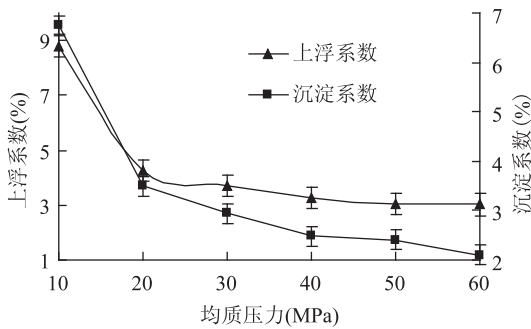


图3 均质压力对复合汁悬浮稳定性的影响
Fig.3 The effect of homogeneous pressure on the suspension stability of compound juice

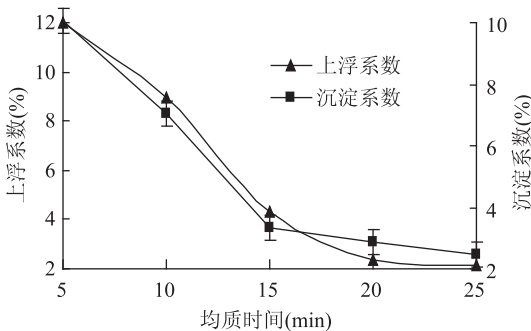


图4 均质时间对复合汁悬浮稳定性的影响
Fig.4 The effect of homogeneous time on the suspension stability of compound juice

2.3 玉米豌豆复合汁的贮存悬浮稳定性

经过酶解 (α -淀粉酶的用量 4U/g, 时间 50min), 均质 (压力 40MPa, 时间 20min) 等工艺条件制备的豌豆玉米复合汁, 在 25℃ 环境静置储存 60d, 期间

的上浮系数和沉淀系数变化如图 5。随着储存时间的延长, 复合汁悬浮系数和沉淀系数略有增加, 25℃ 下贮存 60d, 复合汁无明显的沉淀和上清液析出。

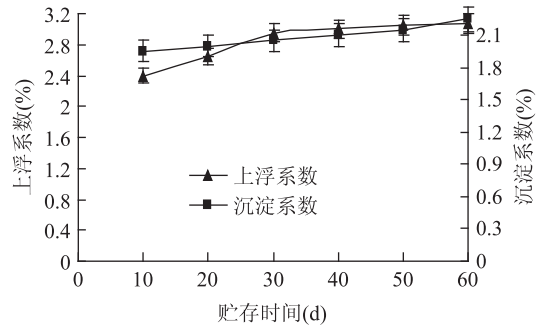


图5 贮存时间对复合汁稳定性的影响
Fig.5 The effect of storage time on the suspension stability of the compound juice

3 结论

α -淀粉酶有限水解淀粉和高压均质可提高玉米豌豆全谷物复合汁的悬浮稳定性。随着 α -淀粉酶水解时间、酶量的增加, DE 值增加, 全谷物复合汁的沉淀系数减小。均质能减少复合汁的上浮和沉淀系数, 且其数值与均质压力和时间呈负相关。经过酶解 (α -淀粉酶用量 4U/g, 时间 50min), 均质 (压力 40MPa, 时间 20min) 等工艺条件制备的全谷物复合汁, 25℃ 下贮存 60d 后上浮系数和沉淀系数分别为 3.15% 和 2.3%。以鲜嫩黄玉米和鲜豌豆为原料, 制备的全谷物复合汁, 营养丰富, 口感细腻, 悬浮稳定性良好, 25℃ 贮存 60d 无明显分层现象。

参考文献

- [1] 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食物成分表 (第 1 册) [M]. 第 2 版. 北京: 北京大学医学出版社, 2009: 130-135.
- [2] 胡国荣, 刘学文. 膳食纤维饮料稳定性的探讨 [J]. 食品科技, 2004 (6): 80-82.
- [3] 石明亮, 薛林, 胡加如, 等. 玉米和特用玉米的营养保健作用及加工利用途径 [J]. 中国食物与营养, 2011, 17 (2): 66-71.
- [4] 张乾元, 韩冬, 李铎. 黄豌豆营养成分和功能研究进展 [J]. 食品科技, 2012 (6): 141-144.
- [5] 袁道强, 黄建华, 陈世锋. 生物化学实验和技术 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2006: 126-127.
- [6] 刘思琪, 郭成宇. 均质工艺参数对全葡萄饮料稳定性的影响 [J]. 现代食品科技, 2011, 27 (3): 337-340.
- [7] 侯占群, 文剑, 吴逸民, 等. 谷物饮料关键制备技术及其稳定性研究进展 [J]. 食品与发酵工业, 2012, 38 (10): 146-149.
- [8] 张东风, 阮美娟, 林勤芳. 谷物代餐饮料的稳定性研究 [J]. 农业机械, 2011 (29): 129-131.
- [9] 李素芬, 刘建福. 挤压改性红小豆营养健康饮料的研制 [J]. 食品工业, 2013 (11): 111-113.
- [10] Ran Ye, Federico Harte. High pressure homogenization to improve the stability of casein-hydroxypropyl cellulose aqueous systems [J]. Food Hydrocolloids, 2014, 35 (3): 670-677.
- [11] Mirian Tiaki Kaneiwa Kubo, Pedro E D Augusto, Marcelo Cristianini. Effect of high pressure homogenization (HPH) on the physical stability of tomato juice [J]. Food Research International, 2013, 51: 170-179.