

籼米基脂肪替代品对速溶咖啡口感的影响

胡倩倩, 罗玲, 王洪新*

(江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214122)

摘要: 研究了籼米为基质的脂肪替代品的制备工艺。通过单因素试验研究了耐高温 α -淀粉酶添加量、籼米粉目数和水解时间对产品DE值的影响,并通过正交试验确定了制备籼米为基质的脂肪替代品的最佳工艺条件:酶添加量4.0 U/g米粉,水解时间30 min,籼米粉目数100目。制备的产品DE值3.0左右,干燥后产品为白色粉状物。利用提取脂肪替代品后的沉淀继续制备DE值13~17的麦芽糊精,工艺条件为:酶添加量40.0 U/g米粉,水解时间40 min。最后,添加质量分数6%的脂肪替代品和9%的麦芽糊精复配出的速溶咖啡口感最佳。

关键词: 籼米;咖啡;脂肪替代品;麦芽糊精

中图分类号: TS 213.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2014)10—1107—05

Effect of Indica Rice Fat Substitute on the Taste of the Instant Coffee

HU Qianqian, LUO Ling, WANG Hongxin*

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

Abstract: This paper studied the preparation technology of fat substitute on the basis of indica rice. In this paper, with the method of single factor experiment, the influence of dextrose equivalent of the products (DE) on the α -amylase additive volume resistant to the high temperatures, indica rice flour mesh and hydrolysis time was researched. Furthermore, the optimum technological condition of indica rice based fat substitute was determined by orthogonal test, conditions were as follows: enzyme additive volume was 4.0 U/g rice flour, hydrolysis time was 30 min, indica rice flour mesh was 100 mesh. The DE value of the product prepared was around 3.0, and the dried product was white powder. The precipitation of extracted fat substitute was utilized and continued to prepare the maltodextrin with DE value of 13~17. These technological conditions were enzyme additive volume was 40.0 U/g rice flour, hydrolysis time was 40 min. Finally, the results showed that the fat substitute of 6% quality fraction and 9% maltodextrin were compounded to give the instant coffee with the best taste.

Keywords: indica rice, coffee, fat substitute, maltodextrin

速溶咖啡在居家旅行中的使用方便、物美价廉,产销量逐年增加^[1]。速溶咖啡中常加入咖啡伴侣

改善口感,咖啡伴侣主要成分为植物油,过多摄入油脂会对人们健康不利。美国针对 17.8 亿人的调查

收稿日期: 2014-03-13

* 通信作者: 王洪新(1964—),男,江苏徐州人,工学博士,教授,主要从事营养与功能因子研究。E-mail:cnwhx1964@163.com

显示,人们消费低脂产品已从1986年的45%上升到1998年的90%^[2]。

大米根据稻谷分类方法可分为籼米、粳米和糯米3类。据资料报道,籼米直链淀粉含量较高,是脂肪模拟品的良好原料,一般经稀酸或 α -淀粉酶处理至葡萄糖值(DE)小于5,使其具有脂肪的感官特性^[3]。低DE值麦芽糊精遇水易生成凝胶,其口感和油脂类似,可用于替代部分油脂或增加油脂感,降低食品热量,同时不影响口感^[4]。麦芽糊精DE值在13~17时,其甜度较低,不易受潮,还原糖比例较低,故难以褐变,溶解性较好,在食品中使用,能产生适当的粘度。作者研究了添加不同量的籼米基脂肪替代品对速溶咖啡的稳定性及口感影响,脂肪替代品在速溶咖啡及其他咖啡饮料中的应用提供一定的参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

速溶咖啡粉、咖啡伴侣、籼米、白砂糖均为市售;淀粉酶:高温 α -淀粉酶 诺维信生物技术有限公司;化学试剂均为分析纯。

UV2000 紫外可见分光光度计:上海尤尼柯有限公司产品;恒温水浴锅:常州荣冠实验分析仪器厂产品;尼鲁喷雾干燥器:GEA Nipo 公司产品;台式离心机 TGL-16C:上海安亭科学仪器厂产品。

1.2 实验方法

1.2.1 水分测定 采用 GB/T 5009.3-2010 的常压干燥法测定。

1.2.2 还原糖质量分数的测定 采用 GB/T 5513-2008 的费林试剂法测定。

1.2.3 DE 量的计算 $DE\% = (\text{产物中还原糖质量} / \text{产物中干物质的量}) \times 100$

1.2.4 凝胶强度的测定 不同 DE 值的样品在 85℃下配制成质量分数为 30%的溶液,4℃条件下放置 2 h,形成凝胶后采用质构仪测凝胶性质。探头型号 P/0.5,下压速度 2.0 mm/s,接触凝胶后速度 1.0 mm/s,然后再提升速度 2.0 mm/s。其中凝胶硬度(强度)指第一次冲破样品时的压力峰值。重复 3 次取平均值。

1.2.5 水溶性的测定 冷水(25℃)溶解性的测定:室温下取 14 g 样品,配成 10%的溶液,混合均匀后放于离心管中以 4 000 r/min 离心 15 min,记录上清液的重量。取 5 g 上清液于 105℃烘干。称量铝盒中固形物的重量。

热水溶解性的测定:取 14 g 样品,配成 10%的溶液,加热到 65℃后离心。以同样的方法测定其溶解性^[12]。

$$M = \frac{M_2 \times M_1}{5}, \text{溶解度}(\%) = \frac{M}{14} \times 100\%$$

其中 M 表示上清液中总固形物; M_1 表示上清液总质量; M_2 表示铝盒中固形物质量。

1.2.6 感官评定方法 感官评定标准参照 NY/T 289-1995 标准制定。作者由 10 名不同类型的评定者根据咖啡的色泽(10 分)、口感(25 分)、油脂感(15 分)、组织状态(20 分)和整体质量(30 分)进行综合评分,评分标准如表 1 所示。

1.3 实验工艺

1.3.1 脂肪替代品的制备 籼米粉→调浆质量分数约为 15%~20%→调 pH 至 6.0~6.5→90℃糊化→加酶水解至 DE 值 3.0 左右→灭酶→中和→离心分

表 1 复配咖啡的感官评定表

Table 1 Sensory evaluation of complex coffee

项目	评分标准		
色泽 (满分 10 分)	深褐色 7~10 分	黄褐色 3~7 分	浅褐色 <3 分
组织状态 (满分 20 分)	均匀稳定 15~20 分	稍有分层 10~15 分	有明显分层 <10 分
油脂感 (满分 15 分)	油脂感明显 12~15 分	稍有油脂感 8~12 分	基本无油脂感 <8 分
口感 (满分 25 分)	口感柔和,无异味 20~25 分	口感较好,无异味 15~20 分	稍有异味,口感一般 <15 分
整体质量 (满分 30 分)	整体感觉较好 25~20 分	整体感觉一般 18~15 分	整体感觉较差 <18 分

离(3 500 r/min, 15 min)→取上清液喷雾干燥(入口温度 150 ℃, 出口温度 90 ℃)→包装保存。

1.3.2 麦芽糊精的制备 取 1.3.1 中经离心分离后的沉淀→调浆质量分数约为 15%~20%→调 pH 至 6.0~6.5→加酶水解至 DE 值 13~17 左右→灭酶→中和→离心分离(3 500 r/min, 15 min)→取上清液喷雾干燥(入口温度 150 ℃, 出口温度 90 ℃)→包装保存。

1.3.3 速溶咖啡的复配与感官评定 将速溶咖啡粉、咖啡伴侣、脂肪替代品(实验室自制)、麦芽糊精(实验室自制)和白砂糖按一定比例混合, 加适量 85 ℃左右的水冲调。保持脂肪替代品和麦芽糊精质量分数总和为 15%不变, 研究两者不同配比组合对咖啡口感的影响。

2 结果与讨论

2.1 籼米为基质的脂肪替代品制备工艺条件研究

2.1.1 酶添加量对产品 DE 值的影响 在酶解过程中, 控制籼米粉目数 100 目, 酶解时间 20 min, 设置不同的酶添加量, 酶添加量对产品 DE 值的影响见图 1。由图可知, 随着淀粉酶添加量的增加, 产品 DE 值不断增大, 当酶的添加量达到 7.0 U/g 米粉时, DE 值增加的趋势变缓。当酶添加量在 3.0 U/g 米粉和 5.0 U/g 米粉之间时, 产品的 DE 值在 2~4 之间, 可以达到作为脂肪替代品所需 DE 值的要求, 从节约成本方面考虑, 选择酶添加量 3.0 U/g 米粉作为最优值。

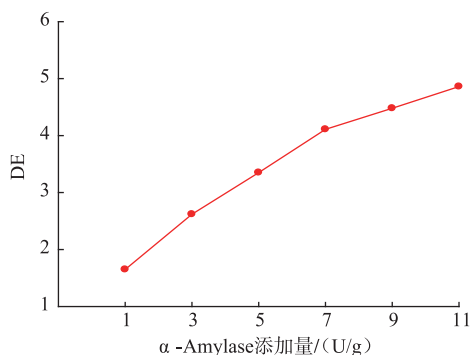


图 1 酶添加量对产品 DE 值的影响

Fig. 1 Effect of enzyme dosage on the DE values

2.1.2 籼米粉目数对产品 DE 值的影响 在酶解过程中, 固定酶添加量为 3.0 U/g 米粉, 反应时间 20 min, 研究不同的籼米粉目数对产品 DE 值的影响, 结果见图 2。从图中可以看出随着籼米粉目数的不断升高, 产品的 DE 值在逐渐增大, 说明产品的 DE

值与籼米粉目数密切相关。当籼米粉目数为 100 目时, 出现了拐点, DE 值升高速度加快, 可能是由于粉碎程度过高会破坏籼米的结构, 加速淀粉水解为还原糖。为了更好地控制产品 DE 值, 选择适宜的籼米粉目数为 100 目。

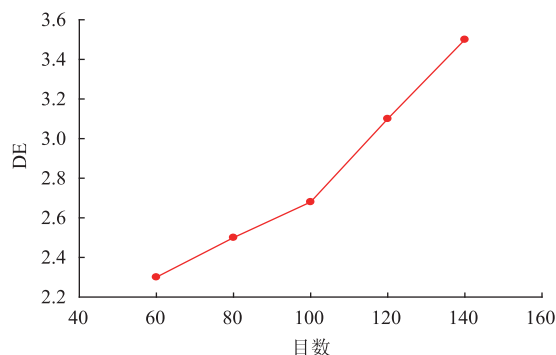


图 2 籼米粉目数对产品 DE 值的影响

Fig. 2 Effect of indica rice flour mesh on the DE values

2.1.3 酶解时间对产品 DE 值的影响 在酶解过程中, 固定酶的添加量 3.0 U/g 米粉, 籼米粉目数 100 目, 考查不同酶解时间对产品 DE 值的影响, 结果见图 3。由图可知, 随着时间的延长, 酶解产生的还原糖越来越多, 产品的 DE 值则越来越大。当反应进行到 20 min 时, 产品的 DE 值在 2~4 之间, 在脂肪替代品 DE 值的要求范围内。从节约时间和能耗上来看, 适宜的酶解时间为 20 min。

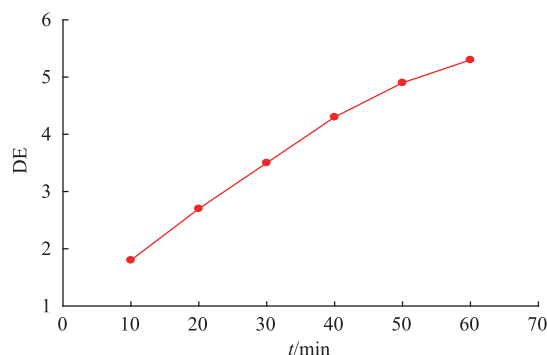


图 3 酶解时间对产品 DE 值的影响

Fig. 3 Effect of hydrolysis time on the DE values

2.1.4 正交实验 在单因素实验的基础上采用 $L_9(3^4)$ 正交试验优化籼米为基质的脂肪替代品的最佳酶解工艺参数, 选定酶添加量 2、3、4 U/g; 籼米粉目数 90、100、110 目; 酶解时间 10、20、30 min; 以 DE 值为指标, 进行 3 因素 3 水平正交试验, 结果见表 2。

表 2 正交试验及结果分析

Table 2 Orthogonal experiment and results analysis

实验号	A	B	C	DE 值
1	1	1	1	1.21
2	1	2	2	2.07
3	1	3	3	2.22
4	2	1	2	2.44
5	2	2	3	2.76
6	2	3	1	2.04
7	3	1	3	3.29
8	3	2	1	2.65
9	3	3	2	2.96
k_1	1.833	2.313	1.967	
k_2	2.413	2.493	2.490	
k_3	2.967	2.407	2.757	
R	1.433	0.670	0.790	

注:A 代表酶添加量;B 代表籼米粉目数;C 代表酶解时间

比较正交试验中 3 因素极差 R 大小,可确定 3 个因素对产品 DE 值影响主次关系为: $A>C>B$,即酶添加量>酶解时间>籼米粉目数。从籼米酶解实验中我们可以得到 DE 值在 3 左右的产品制备工艺最佳条件: $A_3B_2C_3$,即酶添加量 4 U/g 米粉,籼米粉目数为 100 目,酶解时间 30 min。

为确定结果的准确度,对实验数据进行方差分析,结果如表 3。从表中可以看出,酶添加量和酶解时间对产物 DE 值的影响显著($P<0.05$),这与极差分析中的结果是一致的。

表 3 3 因素对 DE 值影响的方差分析

Table 3 Three-factor analysis of variance impacts on the DE values

因素	自由度	偏差平方和	F 比	F 临界值	显著性
A	2	1.927	47.000	19.000	*
B	2	0.149	1.195	19.000	
C	2	0.969	23.634	19.000	*
误差	2	0.04			

依据正交实验所得的最佳工艺条件 $A_3B_2C_3$ 证进行试验,制备的产品 DE 值在 3.0 左右,其水分质量分数为 4%,此实验结果可作为制备籼米为基质的脂肪替代品的最佳酶解工艺条件。

2.2 籼米为基质的脂肪替代品性质分析

2.2.1 凝胶性的测定 以 DE 值为横坐标,凝胶强度为纵坐标,不同 DE 值脂肪替代品的凝胶强度如

图 4 所示。

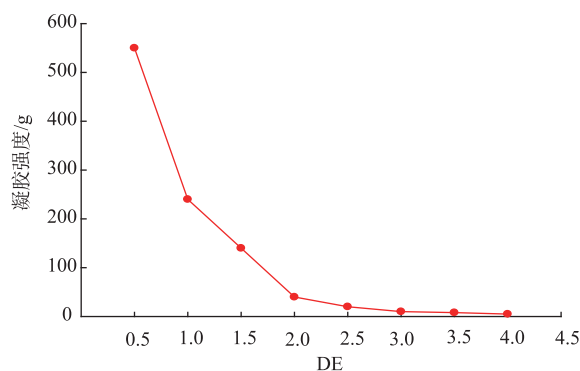


图 4 不同 DE 值的凝胶强度

Fig. 4 Gel strength of different DE values

从图 4 可以看出,DE 值为 0.5 时的脂肪替代品凝胶强度最大,其值为 536.695。随着 DE 值的增加,脂肪替代品的凝胶强度逐渐减弱,当 DE 值在 2~3 范围内时,能形成相对稳定网状结构的弱凝胶,凝胶强度在 16 左右,当 DE 值大于 4 时,几乎不能形成凝胶。

2.2.2 水溶性的测定 DE 值为 3.0 的脂肪替代品在 25 ℃和 65 ℃下水溶性的测定结果如表 4 所示。

表 4 脂肪替代品的可溶性

Table 4 Water solubility of the fat substitute

不同温度	25 ℃溶解性/%	65 ℃溶解性/%
DE 值 3.0 的替代品	64.2±2.15	100(离心后不分层)

冲调咖啡时,最佳水温建议为 85 ℃。DE 值为 3.0 的脂肪替代品在 65 ℃时水溶性已达 100%,随着温度的升高,脂肪替代品的可溶性会逐渐增大,故在冲调咖啡时使用作者所在实验制备的籼米为基质的脂肪替代品不会出现不溶现象。

2.3 麦芽糊精制备工艺条件研究

2.3.1 酶添加量对产品 DE 值的影响 考虑到耐高温 α -淀粉酶在制备脂肪替代品时,并未能充分利用籼米原料,离心分离后的沉淀剩余率很高,继续对 1.3.1 步骤的沉淀按 1.3.2 的方法进行二次酶解。欲达到 DE 值在 13~17 的麦芽糊精,设定酶解时间为 30 min,酶添加量分别为 20、30、40、50、60 U/g,不同的酶添加量对产品 DE 值的影响见图 5。当 α -淀粉酶的添加量超过 40 U/g 米粉时,产品 DE 值的上升速度明显变缓,此时已经满足产品所需 DE 值的要求,故确定二次酶解的最佳酶添加量为 40 U/g 米粉。

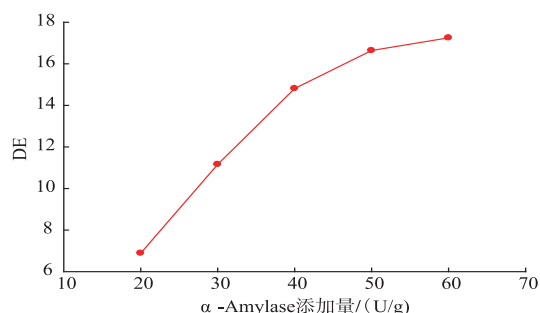


图5 酶添加量对麦芽糊精 DE 值的影响

Fig. 5 Effect of enzyme dosage on Maltodextrin DE values

2.3.2 酶解时间对产品 DE 值的影响 对 1.3.1 步骤的沉淀按 1.3.2 的方法进行二次酶解,加入 40 U/g 的 α -淀粉酶,设定不同的酶解时间分别为 20、30、40、50、60 min,酶解时间对产品 DE 值的影响见图 6。当酶解时间超过 40 min 时,产品的 DE 值仍随着酶解时间的增加而增加,但速度变缓,确定二次酶解的最佳时间为 40 min。

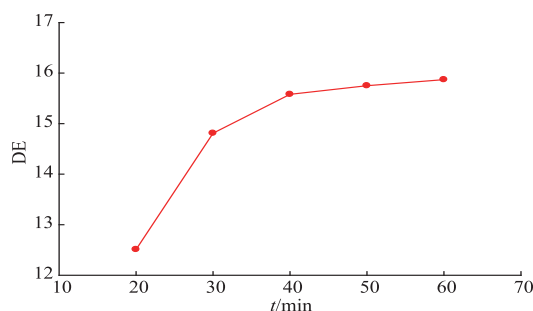


图6 酶解时间对麦芽糊精 DE 值的影响

Fig. 6 Effect of hydrolysis time on Maltodextrin DE values

通过对 DE 值 13~17 的麦芽糊精工艺初探,综合考虑时间和成本,最终确定加工工艺为 40 U/g 的 α -淀粉酶酶解 40 min,得到的麦芽糊精 DE 值 15 左右,水分质量分数 4%,符合产品所需要求。

2.4 速溶咖啡的复配与感官评定

按照表 5 的比例配置 4 种不同配比的速溶咖啡,加适量 85 ℃左右的水冲调,对不同的产品进行感官评定。

参考文献:

- [1] Marta Oliveira, Susana Casal, Simone Morais, et al. Intra- and interspecific mineral composition variability of commercial instant coffees and coffee substitutes; Contribution to mineral intake[J]. *Food Chemistry*, 2012, 130: 702-709.
- [2] Abbas K A, Sahar K. Khalil, Anis Shobirin Meor Hussin. Modified Starches and Their Usages in Selected Food Products[J]. *Journal of Agricultural Science*, 2010, 2(2): 90.
- [3] Limberger V M, Brum F B, Patias L D, et al. Modified broken rice starch as fat substitute in sausages [J]. *Ciencia E Tecnologia De Alimentos*, 2011, 31(3): 789-792.
- [4] 张燕萍. 变性淀粉制造与应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.

表5 速溶咖啡配方

Table 5 Instant coffee recipes

序号	质量分数/%				
	速溶咖啡粉	咖啡伴侣	脂肪替代品	麦芽糊精	白砂糖
1	20	30	2	13	35
2	20	30	4	11	35
3	20	30	6	9	35
4	20	30	8	7	35

由图 7 可以看出,比较各个产品在速溶咖啡中的应用评价,发现不同替代率组合在色泽方面的差异不大;在组织状态指标中,脂肪替代品高于质量分数 6%时会有明显的分层,低于质量分数 6%不存在明显的分层感;不同替代率对产品口感影响较大,脂肪替代品在质量分数 6%时速溶咖啡的口感最好,过高或者过低都会使产品口感变差;脂肪替代品质量分数越高产品的油脂感会越强,油脂感过强反而会降低人们对咖啡的喜好程度;综合各项指标,评定者对添加质量分数 6%的脂肪替代品及质量分数 9%的麦芽糊精这一组合的整体质量评价最高。

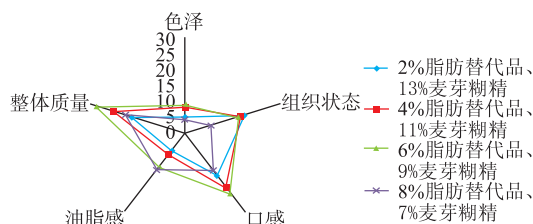


图7 不同替代率组合的感官评价结果

Fig. 7 Sensory evaluation results of different complex replacement rate

3 结语

通过 α -淀粉酶对粘米先后两次的酶解反应,分别制备出 DE 值 3.0 左右的脂肪替代品和 DE 值 15 左右的麦芽糊精,感官评定确定了两种产品以一定比例加入咖啡后能改善其稳定性和口感,并起到节约咖啡饮料的原料,降低成本的作用。