

全酶法同时制取超高麦芽糖 及高蛋白米粉

王岁楼 张平之

(郑州轻工业学院食品与生物工程系, 郑州 450002)

王平诸

(郑州粮食学院食品与生物工程系, 郑州 450002)

摘要 对以大米为原料,采用全酶法同时试制超高麦芽糖浆和高蛋白米粉进行了研究。结果表明:使用高温 α 淀粉酶在低 DE 值下具有很好的液化彻底性,而普通 α 淀粉酶与普兰酶的联合作用适用于生产麦芽糖含量为 80% 左右的非结晶性麦芽糖浆。同时通过氨基酸评分发现,酶解冻干法工艺基本上能够保证蛋白米粉的营养质量。

关键词 超高麦芽糖浆;高蛋白米粉;全酶法;冷冻干燥;氨基酸

中图分类号 TS236.2

0 前 言

超高麦芽糖浆 (EHMS 或 SHMS) 又称液体麦芽糖^[1],其麦芽糖含量高 (80% 以上),葡萄糖含量低,具有甜味柔和、甜而不腻、保湿性好、热稳性高、抗结晶和防潮能力强等优良性能,广泛用于食品、日化、造纸、卫生等行业。

粮食是我国人民获取蛋白质的主要来源,但粮谷类 (小麦、玉米、大米等) 一般含蛋白质都较低,除大米外氨基酸比例也不均衡。若以大米为原料制成高蛋白米粉 (HPRF)^[2],蛋白质含量可大幅度提高,且氨基酸含量保持平衡,营养价值与全脂奶粉相近,最适宜儿童和老人食用,可广泛用于生产速溶奶食品、粥、布丁等,或添加到粮食、肉类制品、糖果、糕点、饮料等食品中制成各种营养强化食品。

目前国外 (特别是日本) 有超高麦芽糖浆的生产,但一般是用精制淀粉为原料的。高蛋白营养米粉在国外及台湾等地也有研制和生产,但原料所含大量的淀粉未被回收利用,生产成本较高。在我国,作为新糖源的超高麦芽糖浆及作为植物性高蛋白制品的高蛋白营养米粉正在受到重视^[3],但工业化稳定生产高质量的产品尚在开发阶段。受郑州轻工业学院优秀教师科技基金的资助,我们从 1994 年以来对以大米为原料,采用生物酶工程技术同时生产超

郑州轻工业学院优秀教师科技基金项目

收稿日期: 1997-04-14

第一作者: 王岁楼,男,1962年 4 月生,工学硕士,副教授

©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

高麦芽糖浆及高蛋白米粉作了初步研究,现正准备中试

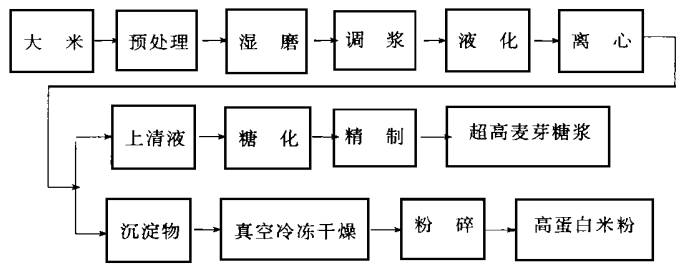
1 材料与方法

1.1 试验材料

大米: 粳米,信阳产; α 淀粉酶: 高温型,20 000 W U /ml,无锡产; β 淀粉酶: 甘薯 β 淀粉酶,86 000 U /g,天津产;普鲁兰酶: 耐热型,200 PUN /g,丹麦 NOV O 公司产。

1.2 试验方法

1.2.1 工艺流程



1.2.2 操作要点 将大米通过适度浸泡和多次淘洗进行预处理^[4],除去影响糖浆色泽的可溶性蛋白质,然后湿磨成米粉糊(> 100目),加水调成一定浓度的米粉浆,再按要求加 α 淀粉酶 CaCl_2 ,于高压灭菌锅中加热升温至规定的温度保温一定时间,使淀粉液化成糊精和少量麦芽糖等,灭酶后调 pH 4. 8 左右,再将酶解产物用离心机 (5 000 r/min) 分离 30 min,使蛋白质及少量大糊精沉淀下来,沉淀物冷冻干燥 (50℃, 30 h)^[5] 即得高蛋白米粉。

同时,把离心后的上清液,加 β 淀粉酶和普鲁兰酶,于 60℃、pH 5. 3 时糖化 90 h,过滤、浓缩、脱色、离交进行精制,获得固形物 78% 以上、麦芽糖 80% 以上的超高麦芽糖浆

1.3 分析方法

1.3.1 DE 值 用碘量法测定。

1.3.2 糖液组成 用高效液相色谱法测定 (农科院分析中心)。

1.3.3 高蛋白米粉组成 蛋白质、粗脂肪等,均用常规化学分析法测定。

1.3.4 蛋白质的氨基酸组成 样品经 6 mol/L 的 HCl 于 110℃ 水解 24 h 后,采用氨基酸自动分析仪测定 (农科院分析中心)。

2 结果与讨论

2.1 液化条件的影响

2.1.1 α 淀粉酶的选择 目前生产和使用的 α 淀粉酶有普通中温型 α 淀粉酶 (最适温度 60~ 70℃,操作温度在较高淀粉糊浓度及较高 Ca^{2+} 浓度存在下可达 85~ 90℃,最适 pH 6. 2~ 6. 7) 及耐高温 α 淀粉酶 (最适温度 90℃,操作温度 110℃,对 Ca^{2+} 要求量不大于 70 mg/kg,最适 pH 5. 5~ 7. 0)。试验表明,高温酶在控制低 DE 值的同时具有较好的液化彻底性、较强的热稳定性、液化快、液化液中麦芽糖及具有特定保健作用的麦芽三糖^[3] 含量高等特点,可降低酶用量,提高生产效率。因此,选用耐高温 α 淀粉酶。

2.1.2 液化液 DE值的确定 液化液 DE值糖化后的麦芽糖含量有一定的关系^[1,6]。从图 1可见,液化液 DE值愈高,则形成葡萄糖是奇数的寡糖的机会越多,从而导致生成较多的麦芽三糖而降低了麦芽糖的生成量。但近几年来人们普遍认为三糖有一定的保健作用,且有较强的抗麦芽糖结晶性。故综合考虑麦芽糖和三糖的生成量及液化效果,确定液化液最适 DE值为 10。

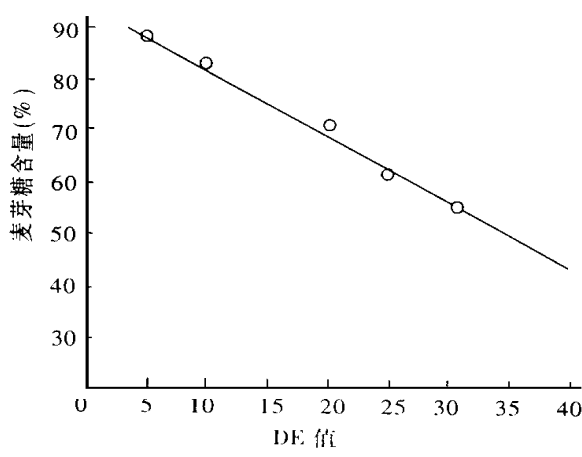


图 1 麦芽糖生成量与液化液 DE值的关系

2.1.3 液化时间试验 米粉浆浓度、加酶量、液化温度和时间等^[5]都对淀粉程度和蛋白质提取有影响,如米粉浆浓度越高,米粉蛋白质收率越高,而蛋白质含量却越低^[7]。我们采用 $L_9(3^4)$ 正交试验设计法,对液化液 DE值达 10左右(碘色反应从兰到红)所需要的酶解时间进行了研究,见表 1。

表 1 液化试验方案及结果

试 验 号	试 验 条 件			DE值达 10 所需时间 /min
	米粉浆浓度 (%)	液化温度 /℃	加 酶 量 (%)	
1	10	90	0.4	12
2	15	90	0.2	20
3	20	90	0.3	15
4	10	100	0.3	6
5	15	100	0.4	8
6	20	100	0.2	10
7	10	110	0.2	3
8	15	110	0.3	5
9	20	110	0.4	8
I /3	7	16	11	$\mu = 87/9 = 9.7$
II /3	11	8	8.7	
III /3	11	5	9.3	
极差	4	11	2.3	
优水平	$A_1(10\%)$	$B_3(110^\circ\text{C})$	$C_2(0.3\%)$	
最优结果: $\mu_{132} = \mu_{a+} + \mu_{b3+} + \mu_{c2} = 9.7 + (7 - 9.7) + (5 - 9.7) + (8.7 - 9.7) = 1.3 \text{ min}$				

2.2 糖化条件的影响

2.2.1 温度和 pH对β-淀粉酶及普鲁兰酶活力的影响 大米淀粉中支链淀粉含量占 80%以上^[1],无论 α-淀粉酶或 β-淀粉酶都不能水解分支点的 α-1,6键,因此采用这二种酶水解淀粉时麦芽糖含量很难超过 40% ~ 65%。

从图 2 图 3可知,温度和 pH值对 β-淀粉酶及普鲁兰酶(属切枝酶)的活性都有明显影响,这二种酶联合作用的最适条件为 60℃、pH 5.3。

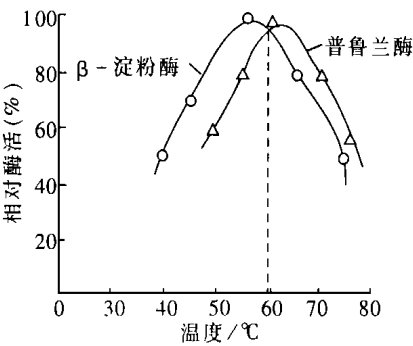


图 2 温度对二种酶活力的影响

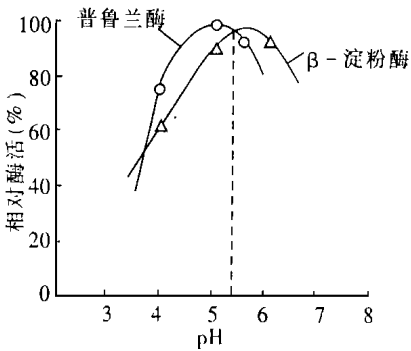


图 3 pH对二种酶活力的影响 (60℃)

2.2.2 加酶量 and 作用时间的影响 表 2说明,利用普通β-淀粉酶与普鲁兰酶协同作用适合制备普通非结晶性高麦芽浆。其最适加酶量为每克淀粉β-淀粉酶 40 U 普鲁兰酶 0.4 PUN,时间 90 h,此时麦芽糖具有特定保健作用的三糖含量可分别达 80% 和 13% 以上。

表 2 加酶量和作用时间对糖份组成的影响

加 酶 量	时间 /h	葡萄糖 (%)	麦芽糖 (%)	麦芽三糖 (%)	三糖以上 (%)
β-淀粉酶 (200 U/g 淀粉)	16	微 量	58.36	3.32	38.31
	30	0.08	60.74	5.61	33.60
	50	0.12	62.15	6.06	31.66
	90	0.16	63.21	6.06	30.62
β-淀粉酶 (400 U/g 淀粉)	16	微 量	59.26	3.40	37.32
	30	0.10	61.41	5.76	32.58
	50	0.16	62.50	6.14	31.21
	90	0.20	64.41	6.31	29.08
β-淀粉酶 (200 U/g 淀粉) 普鲁兰酶 (0.4 PUN/g 淀粉)	16	微 量	66.47	7.58	25.86
	30	0.10	72.88	8.27	18.60
	50	0.16	76.31	11.01	12.48
	90	0.21	78.90	11.26	9.66
β-淀粉酶 (200 U/g 淀粉) 普鲁兰酶 (0.8 PUN/g 淀粉)	16	0.09	69.31	8.10	22.44
	30	0.15	75.42	9.26	15.01
	50	0.30	78.86	10.20	10.52
	90	0.48	80.11	11.54	7.76
β-淀粉酶 (400 U/g 淀粉) 普鲁兰酶 (0.4 PUN/g 淀粉)	16	0.06	68.51	7.22	24.20
	30	0.13	72.58	8.90	18.36
	50	0.24	78.29	11.06	10.38
	90	0.28	80.40	13.12	6.20

2.3 产品质量

2.3.1 超高麦芽糖浆质量 按本研究确定的最适工艺条件制得的超高麦芽糖浆外观澄清透明,为无色或淡黄色。表 3是对有关指标的检测结果

表 3 超高麦芽糖浆质量检测结果

检 测 项 目	检 测 结 果	英 国 标 准 ^[8]
波 美 度	42.0	42.1~42.5
干 物 质 (%)	78.7	78.9~79.8
折 光 率 (45℃)	1.482 2	1.487 7~1.490 1
色泽 (OD值)	0.8	≤ 2.0
pH 值	5.0	4.7~5.3
灰 分 (%以干物质计)	0.014	≤ 0.25
淀 粉	阴 性	阴 性
葡 萄 糖 (%以干物质计)	0.3	无此指标
麦 芽 糖 (%以干物质计)	80.21	≥ 70
气 味	无异味	无异味
可发酵性糖 (%)	86.4	≥ 87
DE 值	52	无此指标

2.3.2 高蛋白米粉质量 从表 4可知,高蛋白米粉的蛋白质含量比原米粉高出 5 倍多,粗脂肪也有所增加,且由于生产过程中添加少量 CaCl₂ 而使得钙与磷的比值也有所增加,这对人体特别是儿童和老人是很有利的。

从表 5可知,大米中的淀粉经酶解液化成可溶性糖而离心去除后,再经过冻干所制高蛋白米粉的氨基酸评分值与原大米的基本相同,这说明采用酶解冻干法工艺可以保证产品的蛋白质质量不受影响。

表 4 高蛋白米粉近似化学组成 %

成 分	大米粉	高蛋白米粉
蛋白质 (N× 6.25)	7.36	36.80
粗脂肪	1.48	13.41
灰 分	0.79	2.94
水 分	12.20	3.16
碳水化合物	78.25	38.41
钙	0.01	1.13
磷	0.43	1.41
粗纤维	0.20	2.48

表 5 高蛋白米粉的氨基酸评分值

氨基酸	色氨酸	蛋+ 胱	异亮	苏	缬	赖	苯丙+ 酪	亮	最低分
FAO模式值 ^[5]	28	97	111	111	139	153	167	194	28
大 米	142	147	85	74	100	64	137	86	64
高蛋白米粉	147	132	96	75	100	62	148	83	62

3 结 论

以大米为原料,采用全酶法同时制取麦芽糖含量大于 80% (干基)的非结晶性超高麦芽糖浆和蛋白质含量高达 36.8% (干基)的高蛋白米粉是可行的,这在国内笔者还未见正式报道。液化液 DE值的严格控制和糖化酶(β-淀粉酶、普鲁兰酶)的协同作用,对提高麦芽糖含量及高蛋白米粉的蛋白质含量具有重要的作用。我们将进一步研究生产工艺中淀粉液化、蛋白质分离、液化液糖化和糖化液精制诸工序中的技术问题,为中试提供更理想的技术参数。考虑到节能和降低成本,对较高浓度米粉浆的酶法液化及高蛋白米粉的干燥方式(加用喷雾干燥或滚筒干燥取代冷冻干燥)等也是今后应当继续研究的课题

参 考 文 献

1 胡学智. 高麦芽糖浆生产及其有关的酶. 淀粉与淀粉酶, 1989, (2): 14~ 23; 1989, (4): 12~ 23
2 张方晓. 高蛋白米粉的生产和营养学评价. 杭州食品科技, 1993, (2): 1~ 4

3 周家华.超高麦芽糖浆的生产.食品与发酵工业,1994,(5): 39~ 43
4 黄志蕙.高麦芽糖浆的生产与应用.中国调味品,1993,(2): 8~ 10
5 赵晓燕.婴儿营养米粉三种加工工艺及其对大米氨基酸的影响.食品与发酵工业,1996(5): 22~ 25
6 鲍元兴.如何提高高麦芽糖浆质量.糖业食品科技,1994,(2): 7~ 12
7 葛丽生.高蛋白米粉的研制.食品科学,1990,(11): 19~ 23
8 姜锡瑞.酶制剂应用技术.北京:轻工业出版社,1996

The Production of Extreme High Maltose Syrup and High Protein Rice Flour with Whole Enzymatic Method

Wang Suilou Zhang Pingzhi Wang Pingzhu

(Food Eng. Depart. of ZILI, Zhengzhou 450002)

Abstract The production of extreme high maltose syrup (EHM S) and high protein rice flour (HPRF) with α -amylase (high-temperature-resisting α -amylase), β -amylase and pullulanase was studied in this paper. Results show that the use of thermostable α -amylase could make the liquidation of rice starch more completely and the coaction of β -amylase and pullulanase was suitable for the production of noncrystalline-maltose-syrup with the composition of about 80% maltose. In addition, it has been found that the enzymolytic freeze-drying technique had no effect on rice amino acids by comparing the chemical score of protein in rice and HPRF.

Key words extreme high maltose syrup; high protein rice flour; whole enzymatic method; freeze-drying; amino acid

(责任编辑: 陈 娇)