

大米淀粉为基质制备低 DE 值麦芽糊精的研究

马涛, 赵琨, 毛闯

(沈阳农业大学食品学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘要: 研究了以大米淀粉为原料制备脂肪模拟物的工艺条件, 通过单因素试验研究了酶添加量、反应时间、反应温度和底物浓度对产品 DE 值的影响, 并在此基础上通过正交试验确定了制备工艺的最佳条件: 酶添加量 2ml, 水解时间 15min, 水解温度 92℃, 该条件下制备的水解物 DE 值 2.72。利用这种糊精替代奶糖中的油脂, 其结构特性可达到或接近对照产品的品质。

关键词: 大米淀粉; 麦芽糊精; 酶水解; 脂肪代用品

Study on Production of Low DE Maltodextrins Using Rice Starch as Substrate

MA Tao, ZHAO Kun, MAO Chuang

(School of Food Science and Technology, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: This paper studied the process conditions using rice starch as substrate to product fat substitute, and through a single factor test, the effect of enzyme supplementation, processing time, temperature and substrate concentration to production's DE (dextrose equivalent) has been researched. And then, the best conditions of preparation technique are confirmed by an orthogonal test enzyme supplementation is 2 ml, hydrolyze time is 15 minutes, hydrolyze temperature is 92 °C. The hydrolysate's DE prepared by this condition is 2.72. The result showed that the structure characteristics of toffees using this type of dextrin to replace

收稿日期: 2007-08-15

作者简介: 马涛(1962-), 男, 教授, 博士, 主要从事食品科学的研究。

$$y=0.0027x+0.375$$

式中, y 为抑制率; x 为葛根黄酮浓度。

再根据上述回归方程得抑制率为 50% 时所对应的葛根黄酮浓度 IC_{50} 为 $46.30 \mu g/ml$ 。

2.4.2.2 化学发光动力学曲线

见图 7。

3 结论

通过乙醇加热回流法得到了葛根黄酮提取物, 经验证总黄酮含量为 12.05%。该提取工艺的最佳条件为: 70% (V/V) 的乙醇水溶液作为溶剂, 固液比为 1:30 (m/V)、浸提温度为 80℃、浸提时间为 1h。采用两种化学发光体系均证明所提取的葛根黄酮具有较强的抗氧化性, 且葛根黄酮对超氧阴离子自由基 ($O_2^- \cdot$) 清除能力大于对 H_2O_2 的清除能力。

参考文献:

[1] 刘义鹏, 宛晓春. 葛根资源的开发与利用[J]. 中国林副特产, 1998, 45(2): 1.

- [2] 中国科学院植物研究所. 中国高等植物图鉴: 第二册[M]. 北京: 科学出版社, 1985: 502.
- [3] 唐洁. 植物多糖生物活性功能的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2006, 127(5): 130-132.
- [4] LUYR, FOYLL. Antioxidant activities of poly phenols from sage (*Salvia officinalis*) [J]. Food Chemistry, 2001, 75: 197-202.
- [5] ZAKI M, SHI H, ABE, et al. Determination of isoflavones in pulses and pulse products by HPLC[J]. Nagoya-shi Eisei Kenkyushoho, 2000, 46: 2327-2331.
- [6] 中华人民共和国卫生部药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[M]. 广州: 广东科技出版社, 1995: 297.
- [7] 张丽梅, 郝警宇. 正交试验法优选野马追总黄酮提取工艺[J]. 鲁药事, 2005, 24(11): 693-695.
- [8] 王园园, 余伯阳, 李星, 等. 灰色链霉菌对芦丁的生物转化及产物的抗氧化活性[J]. 中国天然药物, 2006, 4(1): 66-68.
- [9] 上官小东, 郎惠云. H_2O_2 -Luminol 流动注射抑制化学发光法测定银杏黄酮[J]. 分析实验室, 2004, 23(11): 10-13.
- [10] WILCLES P D. Paraoxon and aldicarb pesticides[J]. Analytical Chemistry, 1973, 294: 35-42.
- [11] 刘荣华, 余伯阳, 邱声祥, 等. 山楂叶中多元酚类成分抗超氧阴离子活性研究及构效关系分析[J]. 中国药杂志, 2005, 40(14): 1066-1069.
- [12] 严建刚, 张名位, 杨公明, 等. 芹菜提取物清除自由基作用研究[J]. 食品科学, 2004, 25(8): 39-42.

grease can get close other products of the same kind.

Key words rice starch; maltodextrin; enzyme hydrolysis; fat substitute

中图分类号: 0636.12

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)10-0237-04

过多摄入脂肪, 易引起肥胖症、脂肪肝、高血压等危害。许多发达国家已经广泛使用脂肪替代物来代替脂肪。用于脂肪模拟品的种类很多, 以淀粉为基质的碳水化合物型脂肪模拟品作为脂肪替代物越来越受到关注。而大米淀粉具有颗粒细小、分子大小范围窄、低过敏性等独特性, 糊化的米淀粉吸水快, 质构非常柔滑似奶油, 具有脂肪的口感, 且容易涂抹开, 在化妆品粉底、脂肪替代品、婴儿食品、纤维织物的上浆剂, 照相纸以及洗衣业上都有特殊的用途。

麦芽糊精是一种低程度的淀粉水解产物, DE 值(反应了淀粉的水解程度)为 20 以下。麦芽糊精的主要特点是低甜度、低渗透性、易于消化吸收, 可防止肥胖, 抗龋齿^[1]。不同 DE 值的麦芽糊精性质不同。低 DE 值(<6)的麦芽糊精能形成柔软的、可伸展的、热可逆的凝胶, 并且入口即溶, 使产品具有类似脂肪的口感, 这是麦芽糊精适用于脂肪代用品的关键物理特性^[2]。本实验以大米为原料, 通过碱消化法去除大米蛋白质, 重点研究了以大米淀粉为基质时, 酶用量, 酶解时间和酶解温度在制备麦芽糊精过程中对 DE 值的影响及其在奶糖中的应用。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

1.1.1 材料

大米(市售), 耐高温 α -淀粉酶(30000U/g) 无锡杰能科公司。NaOH、HCl 均为分析纯 沈阳化学试剂厂。

1.1.2 设备

凯氏定氮仪 沈阳化玻仪器有限公司; TDL-5-A 型离心机 上海安亭科学仪器厂; HH-6 型数显水浴锅 常州国华电器有限公司; WFZ7200 型分光光度计 上海尤尼柯仪器有限公司; FD-1 冷冻干燥机 北京博医康实验仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 大米淀粉的制备

将过 150 目的大米粉按料液比 1:4 加入 NaOH 溶液, 搅拌 3~5 h。离心分离, 洗涤数次, 干燥备用。

1.2.2 大米淀粉制备低 DE 值麦芽糊精

蒸馏水 80ml 在水浴锅中加热到 95℃, 加入耐高温 α -淀粉酶的稀释液(酶液稀释 8 倍)2ml, 然后加入淀粉浆液(15g 淀粉+20ml 水), 从 85℃开始, 淀粉液化, 加热

到 95℃, 反应 5~25min 后, 用 1mol/L 的 HCl 调 pH 值 < 3, 进行灭酶。待冷却到 60℃时, 用 1mol/L 的 NaOH 调 pH 至 6.5 左右, 离心(3000r/min, 10min), 移取上清液进行冷冻干燥。

1.2.3 测定方法

蛋白质测定^[3]按固体采用凯氏定氮(F=5.95); 淀粉测定按蒽酮比色法; 葡萄糖当量(DE)测定^[4]采用兰埃农法(Lane-Eynon)。

1.2.4 正交试验设计

经过单因素试验, 可以得到各因素的最佳值, 根据这些最佳值来确定每个因素的最佳使用范围进行正交试验, 正交试验因素水平表如表 1。

表 1 酶解反应正交试验因素水平表
Table 1 Factors and levels of orthogonal test of enzyme reactions

水平	因素		
	A 酶添加量(ml)	B 酶解温度(℃)	C 酶解时间(min)
1	2	98	10
2	3	92	15
3	4	86	20

1.2.5 油脂替代物在奶糖中的应用

表 2 奶糖的实验配方
Table 2 Experiment compounding of milk sugar

原料	白砂糖	饴糖	奶油	奶粉	炼乳	麦芽糊精	明胶
配比(g/100g)	25	42	8.5	5	10	8	1.5

1.2.6 奶糖感官指标测定

感官评定的指标体系及其权重如下。

色泽: 糖体呈乳白色, 富有光泽, 权重为 25 分;

口感: 滋味甜润, 奶香浓郁, 口感柔软细腻嚼食富有弹性, 入口即趋软化而不粘牙, 权重为 25 分;

组织形态: 切割时有弹性, 糖果内部含有多量的空气, 切面有很多气孔, 用手可以牵拉成丝, 权重为 25 分;

形态: 奶糖胶体饱满, 外观完整, 表面光滑, 组织均匀, 权重为 25 分。

选择 18 名不同年龄、性别的评价员评分后统计结果。

2 结果与分析

2.1 不同酶解条件对 DE 值的影响

2.1.1 酶添加量对产品DE值的影响

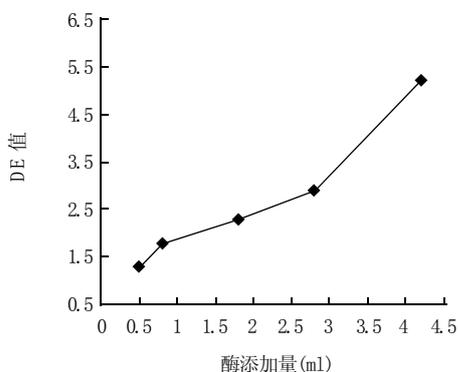


图1 酶添加量对产品DE值的影响
Fig.1 Effects of amount of enzyme to production's DE (dextrose equivalent)

固定反应温度92℃，底物质量分数15%，反应时间15min。由图1可知，随着淀粉酶添加量的增加，水解速度加快，产品的DE值增加速度较快。而当酶的添加量达到2~3ml时，产品的DE值较低。

2.1.2 酶解温度对产品DE值的影响

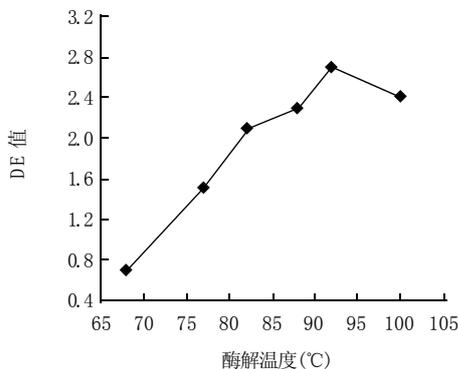


图2 酶解温度对产品DE值的影响
Fig.2 Effects of enzyme temperature to production's DE (dextrose equivalent)

固定酶的添加量2ml，底物质量分数15%，反应时间15min。由图2曲线关系可以看出，随着反应温度的升高，在92℃出现了拐点，当反应在100℃时即沸水浴中，水解的程度下降，这是因为超过了酶活的最适温度，酶的活力开始下降。考虑到酶解温度必须在糊化温度以上，而大米淀粉的糊化温度在65.6~79.7℃^[5]。为了使淀粉充分糊化以及加快糊化速度，本次实验酶解温度采用85~95℃。

2.1.3 酶解时间对产品DE值的影响

固定酶的添加量2ml，反应的温度92℃，底物质量分数15%。由图3可知，随着时间的延长，淀粉充分糊化。产品中还原糖的含量越来越多，DE值也越来

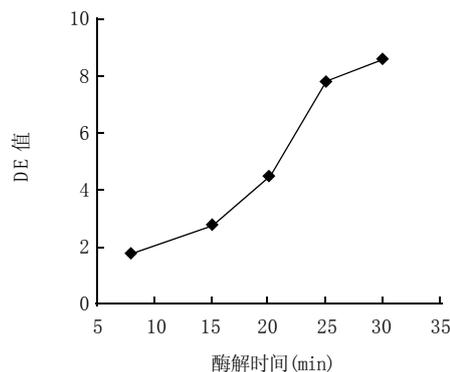


图3 酶解时间对产品DE值的影响
Fig.3 Effects of enzyme processing time to production's DE (dextrose equivalent)

越大。当反应进行到15min时产品的DE值在2~4之间，达到对产品DE值的要求。

2.1.4 浆液浓度对产品DE值的影响

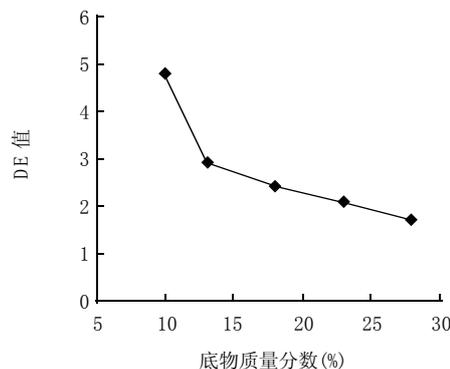


图4 底物质量分数对产品DE值的影响
Fig.4 Effects of substrate concentration to production's DE (dextrose equivalent)

固定酶的添加量2ml，反应的温度92℃，反应时间15min。由图4可知，随着反应的进行，产品的DE值越来越小，这可能是由于当底物浓度较大时，糊化不彻底，酶不能充分与底物反应。当底物质量分数在15%时，产品的DE值在2~4之间。

2.2 酶解条件优化

表3 正交试验方案
Table 3 Method of orthogonal test

试验号	A	B	C	DE值
1	1	1	1	1.90
2	1	2	2	2.72
3	1	3	3	3.22
4	2	1	2	4.51
5	2	2	3	3.30
6	2	3	1	4.98
7	3	1	3	6.01
8	3	2	1	5.49
9	3	3	2	3.50

表4 对DE值影响的极差分析
Table 4 Analysis of range to DE effects

	A	B	C
K ₁	7.84	12.42	12.37
K ₂	12.79	11.51	10.73
K ₃	15	11.70	12.53
k ₁	2.61	4.14	4.12
k ₂	4.26	3.84	3.58
k ₃	5	3.90	4.18
R	2.39	0.3	0.6

考虑到本次实验, 固定浆液浓度为15%。以酶添加量、酶解温度、酶解时间三因素为水平, 以DE值为指标进行正交试验设计。

由上表分析可得, 影响DE值的显著程度由大到小为A > C > B。其中反应条件为A₁C₂B₂, 即酶添加量为2ml, 酶解温度92℃, 酶解时间15min所得产品的DE值为2.72。

2.3 奶糖制作的综合评定

表5 奶糖的实验评分
Table 5 Experiment graded of milk sugar

DE值	外形	色泽	组织结构	口感	总分
对照	25	25	25	25	100
1.50	18	20	15	18	71
1.90	21	22	17	22	82
2.72	23	24	24	25	96
3.22	22	23	21	25	91
4.51	20	22	18	20	80

表5为不同DE值的麦芽糊精代替奶糖中的奶油的评定结果。配料中添加30%的替代物对奶糖的色泽和口感影响不大, 其中DE值为2.72所得的产品综合感官质量最佳。

3 结论

在制备大米淀粉基质脂肪替代物的工艺流程中考虑了酶的添加量、酶解时间、酶解温度和底物质量分数四个因素对酶解反应的不同影响作用。设计正交试验, 结果得出, 制备DE值为2.72的大米淀粉基质脂肪替代物的最佳水解工艺条件为酶添加量2ml, 酶解时间15min, 酶解温度92℃, 底物质量分数为15%。通过对制作奶糖的应用, 添加30%的DE值为2.72的替代物, 奶糖综合感官质量较好。

参考文献:

- [1] 尤新. 淀粉糖品生产与应用手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1997.
- [2] KIM H Y L, HYEON W Y, LIM H S, et al. Replacement of shortening in yellow layer cakes by corn dextrins[J]. Cereal Chemistry, 2001, 78(3): 267-271.
- [3] 无锡轻工大学. 食品分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1991.
- [4] YANKOV D, DOBREVA E. Study of optimum conditions and kinetics of starch hydrolysis by means of thermostable α-amylase[J]. Enzyme Microb Technol, 1986(8): 665.
- [5] LUMDUBWONG M, SEIB P A. Rice starch isolation by alkaline protease digestion of wet-milled rice flour[J]. Journal of Cereal Science, 2000, 31: 63-74.

《粮油加工》杂志征订启事

邮发代号: 2-826(月刊)

创刊于1970年的《粮油加工》(原《粮油加工与食品机械》)为全国中文核心期刊、中国科技核心期刊、中国科学引文数据库来源期刊、中国学术期刊全文入编期刊、万方数据期刊数字化期刊群收录期刊。

《粮油加工》杂志将继续坚持“全面、领先、实用”的办刊宗旨, 奉行“立足粮油工业, 关注行业热点, 探求行业发展, 注重实用技术”的办刊理念。

《粮油加工》杂志每月8日出版, 大16开本, 每期定价8.00元, 全年96.00元。国内统一刊号: CN11-5534/TS, 国际标准连续出版物号: ISSN1673-7199, 邮发代号: 2-826, 广告经营许可证: 京朝工商广字第0004号。全国各地邮局(所)均可订阅。逾期可随时与杂志社联系补订。

地址: (100083)北京德胜门外北沙滩1号16信箱

电话 (010)64882643 64882605 传真 (010)64882329

E-mail: cnlyjg@163.com lyjg@sohu.com

http://www.lyjg.net