

麦芽糖乳酸酯的制备工艺及乳化性能研究*

徐 忠 张海华 韩 磊

(哈尔滨商业大学食品工程学院, 哈尔滨, 150076)

摘 要 以麦芽糖和 *L*-乳酸乙酯为原料制备麦芽糖乳酸酯, 研究了麦芽糖与 *L*-乳酸乙酯的摩尔比、反应时间、催化剂用量和反应温度对麦芽糖乳酸酯的制备的影响, 同时用红外光谱法鉴定了其结构。用分子蒸馏单甘酯作对照, 对制备的麦芽糖乳酸酯的乳化性、乳化稳定性、持油性进行了测定。结果表明: 麦芽糖乳酸酯的最佳制备工艺条件为, 麦芽糖与 *L*-乳酸乙酯的摩尔比为 1:2, 反应时间为 6 h, 催化剂用量为 8%, 反应温度为 60℃。麦芽糖乳酸酯的乳化性、乳化稳定性、持油性优于单甘酯。

关键词 麦芽糖乳酸酯, 乳化性, 乳化稳定性, 持油性

乳酸有 3 种构型, *L*-乳酸、*D*-乳酸和 *DL*-乳酸^[1]。乳酸是一种重要的有机酸, 以它作为原料的添加剂^[2]、防腐剂^[3]、消毒剂^[4]、调节剂^[5]等在酿造、食品、化妆品、医药、包装、烟草等行业发挥着重要作用^[6]。研究发现, 乳酸中只有 *L*-乳酸能够被人体和微生物吸收利用, 并且无毒害作用, 而摄入过多的 *D*-乳酸或 *DL*-乳酸, 会引起疲劳, 导致代谢紊乱甚至中毒^[7]。然而, 目前 *L*-乳酸的生产量仅占总乳酸产量的 5% 左右, 应用范围较小。

麦芽糖乳酸酯是一种很重要的具有优良乳化能的表面活性剂^[8], 能生物降解, 安全性好, 是淀粉糖酯的一种。它不但具有与单甘酯、蔗糖酯相同的乳化作用, 而且还有增稠作用^[9]。因其具有优良的乳化稳定性, 可用来代替动、植物胶而广泛应用于食品工业、药品工业、化妆品行业, 并作为分散剂、乳化剂、稳定剂、悬浮剂、增稠剂、混浊剂、粘结剂和增泡剂、洗涤剂使用^[10]。

本文以 *L*-乳酸为原料, 对麦芽糖乳酸酯的制备工艺进行了研究, 并与单甘酯进行对照, 测定了麦芽糖乳酸酯的乳化性、乳化稳定性及持油性, 旨在为麦芽糖乳酸酯开发、生产及应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

麦芽糖: 北京奥博星生物技术责任有限公司。

L-乳酸乙酯: 实验室自制。

1.2 仪器设备

第一作者: 博士, 教授。

* 黑龙江省自然科学基金资助项目 (No. B0302)

收稿日期: 2006-08-01, 改回日期: 2006-11-01

HHS 型升降恒温水浴锅, 上海申胜生物技术有限公司; 6511 型电动搅拌机, XT4200C 型电子天平, 均为上海精密仪器厂; IR-408 型红外分光光度计, 日本岛津; SHB-3 型循环水多用真空泵, 郑州杜甫仪器厂; LXJ-64-01 型离心机, 上海标本模型厂; FJ-200 型高速分散均质机, 上海标本模型厂。

1.3 试验方法

1.3.1 麦芽糖乳酸酯制备工艺流程

原料→催化剂→酯交换→中和→静置→提→纯检测→成品

1.3.2 麦芽糖乳酸酯的制备方法

在 100 mL 三角烧瓶中, 加入一定量麦芽糖、自制的 *L*-乳酸乙酯、PEG-400 以及碱性催化剂 K_2CO_3 , 充分混合后, 高速搅拌, 加热。反应 6~8 h, 反应过程中每隔一定时间排出生成的乙醇。反应完成后, 加入洒石酸中和碱性催化剂使 pH 值达到 7 左右, 体系中析出的淡黄色粘稠液体即为麦芽糖乳酸酯产品, 经洗涤后干燥得到固体样品。

1.3.3 产品的红外光谱分析

采用红外光谱仪对产品的结构进行鉴定。称取固体样品 1~2 mg 与 200 mg 溴化钾粉末分别压成片, 将制备好的片状样品放入红外分光光度计相应的光路上, 选择适当的扫描速度, 从 4 000~400 cm^{-1} 进行全程扫描, 绘出样品的红外谱图。

1.4 麦芽糖乳酸酯功能特性的测定方法

1.4.1 持油性的测定方法

准确称取 0.8 g 麦芽糖乳酸酯分散于 25 mL 的油中, 5 000 r/min 均质 2 min, 静置 15 min, 500 r/min 离心 15 min, 弃去上清液, 取沉淀并称重, 同时用分子蒸馏单甘酯作对照实验, 根据下面的公式计算:

持油率/% = (沉淀质量/样品质量) × 100

1.4.2 乳化性与乳化稳定性的测定方法

将 1.2 g 麦芽糖乳酸酯溶解到 50 mL 蒸馏水中, 配制成一定浓度的液体, 加入 50 mL 大豆油, 在 1 000 r/min 的高速分散均质机中均质 2 min, 分成 2 等份, 一份移入 50 mL 离心管中, 在 1 500 r/min 的转速下离心 10 min, 同时用单甘酯作对照实验, 根据乳化层的高度计算乳化性如下:

乳化性/% = (乳化层的高度/总高度) × 100

另一份装入 50 mL 的刻度试管中, 50℃ 水浴, 在 2.5 h 内每隔 30 min 测定乳状液的体积, 同时用单甘酯作对照实验。乳化稳定性计算如下:

乳化稳定性/% = (最终的乳状液体积/最初的乳状液体积) × 100

2 结果与讨论

2.1 麦芽糖与乳酸乙酯最佳摩尔比对产率的影响

在反应温度、催化剂用量和反应时间固定的条件下, 麦芽糖乳酸酯的产率主要受麦芽糖与乳酸乙酯的摩尔比影响(见图 1)。摩尔比小, 麦芽糖乳酸酯的产率低, 随着摩尔比的增大, 麦芽糖乳酸酯的产率增大, 但摩尔比超过 1:2 以后, 产率有所下降, 所以麦芽糖与乳酸乙酯的摩尔比控制在 1:2 较好。

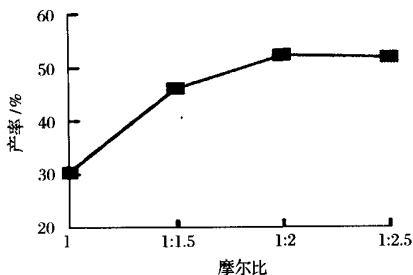


图 1 麦芽糖与乳酸乙酯的摩尔比对产率的影响

2.2 反应时间对产率的影响

在麦芽糖与乳酸乙酯摩尔比、反应温度和催化剂用量固定的条件下, 麦芽糖乳酸酯产率开始时随反应时间的延长而升高, 但 6 h 后反而下降。反应时间过长, 会使产物颜色加深(见图 2), 所以反应时间应控制在 6 h 左右为宜。

2.3 催化剂用量对产率的影响

在麦芽糖与乳酸乙酯摩尔比、反应温度和反应时间固定的条件下, 麦芽糖乳酸酯产率随催化剂用量的增大而增加, 但当催化剂用量超过 8%, 麦芽糖乳酸酯的产率呈下降趋势。另外催化剂用量过大会使产

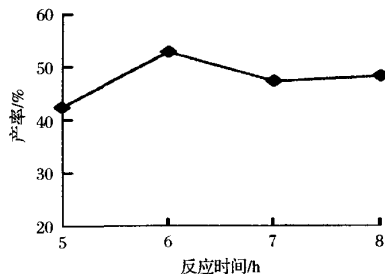


图 2 反应时间对产率的影响

品颜色加深, 影响了产品的质量(见图 3), 所以麦芽糖乳酸酯合成的催化剂用量为 8% 适宜。

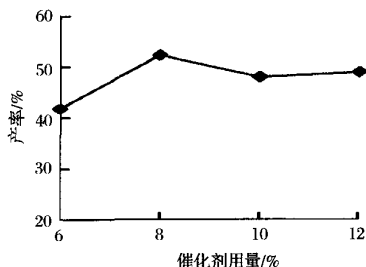


图 3 催化剂用量对产率的影响

2.4 反应温度对制备麦芽糖乳酸酯的影响

研究发现, 在麦芽糖与乳酸乙酯摩尔比、反应时间和催化剂用量固定的条件下, 将反应温度定在 50℃ 时, 反应体系为两相, 原料没有溶到溶剂中, 导致产率不到 10%。将反应温度设定在 70℃ 时, 由于温度过高, 导致麦芽糖变色, 使产物颜色极深, 严重影响产品的质量。因此, 对温度的选择范围很小, 在 60℃ 左右产率没有太大变化, 所以反应温度定为 60℃。

2.5 正交试验及结果分析

根据单因素试验结果, 选择麦芽糖与 L-乳酸乙酯的摩尔比、反应时间和催化剂用量 3 个因素做正交试验。因素水平见表 1, 正交试验见表 2。

由表 2 得出, 麦芽糖与 L-乳酸乙酯的摩尔比、反应时间和催化剂三因素对麦芽糖乳酸酯的合成产率的影响大小为: 麦芽糖与 L-乳酸乙酯的摩尔比最大, 催化剂其次, 反应时间最小, 其影响顺序为 A > C > B。麦芽糖乳酸酯的最佳合成条件是: A₂B₂C₂, 即麦芽糖与乳酸乙酯摩尔比为 1:2, 反应时间为 6 h, 催化剂用量为 8%。

2.6 验证试验

用正交试验所确定的优水平: 麦芽糖与乳酸乙酯摩尔比为 1:2, 反应时间为 6 h, 催化剂用量为 8%, 做验证实验, 结果表明, 平均产率为 60%, 并且产品颜

表 1 麦芽糖乳酸酯的制备试验因素水平表

水 平	(A)摩尔比	(B)反应时间/h	(C)催化剂用量/%
1	1:1.5	5	6
2	1:2	6	8
2	1:2.5	7	10

表 2 麦芽糖乳酸酯制备正交试验表

试验号	因 素				产率/%
	摩尔比	反应时间/h	催化剂用量/%	空白	
1	1	1	1	1	32.99
2	1	2	2	2	44.19
3	1	3	3	3	39.28
4	2	1	2	3	58.69
5	2	2	3	1	54.31
6	2	3	1	2	52.27
7	3	1	3	2	41.53
8	3	2	2	3	49.29
9	3	3	1	1	37.85
K ₁	116.46	133.21	123.11	125.15	T=410.40
K ₂	193.12	155.79	155.79	146.12	
K ₃	165.27	147.79	152.17	137.99	
k ₁	38.82	44.40	41.04	41.72	\bar{X} =45.60
k ₂	55.09	49.26	50.72	46.00	
k ₃	42.89	43.13	45.04	49.09	
R	16.27	6.13	9.69	7.37	
优水平	A ₂	B ₂	C ₂		

色较浅。

2.7 麦芽糖乳酸酯的红外光谱结果

通过原料麦芽糖和产品麦芽糖乳酸酯红外光谱图的比较得出,产品谱图中比原料麦芽糖多了酯类的羰基峰(1 740 cm⁻¹)和(1 580 cm⁻¹)的吸收峰。极弱的羰基(3 450 cm⁻¹)的酯类泛频峰被羟基峰覆盖,证明了反应物麦芽糖已转化为产物麦芽糖乳酸酯,得到了预期产品。

2.8 麦芽糖乳酸酯的持油性测定结果

由表 3 可知,与单甘酯相比较,麦芽糖乳酸酯的持油性都大于单甘酯的持油性,说明麦芽糖乳酸酯的持油性较好。

表 3 麦芽糖乳酸酯与单甘酯的持油性比较

名 称	麦芽糖乳酸酯	单甘酯
持油性/%	281.25	187.50

2.9 麦芽糖乳酸酯的乳化性与乳化稳定性测定结果

由表 4 可知,麦芽糖乳酸酯具有一定的乳化性和乳化稳定性,与单甘酯相比较,其乳化性能及乳化稳定性都优于单甘酯。

表 4 麦芽糖乳酸酯与单甘酯的乳化性与乳化稳定性的比较

种 类	乳化性 /%	乳化稳定性/%				
		0.5h	1.0h	1.5h	2.0h	2.5h
麦芽糖乳酸酯	55.00	53.09	53.09	51.22	48.72	48.71
单甘酯	40.00	39.14	34.15	32.75	30.89	27.14

3 结 论

以麦芽糖和自制 L-乳酸乙酯为原料制备麦芽糖乳酸酯,通过单因素和正交试验确定了麦芽糖乳酸酯的最佳制备工艺条件为:麦芽糖与 L-乳酸乙酯的摩尔比为 1:2,反应时间为 6 h,催化剂用量为 8%。用红外光谱法对所得产品进行了结构鉴定,结果证明所得产品即为麦芽糖乳酸酯。

以分子蒸馏单甘酯作为对照样品,对制备的麦芽糖乳酸酯的乳化性、乳化稳定性及持油性等功能特性进行了测定。测定结果表明,无论是乳化性、乳化稳定性还是持油性,麦芽糖乳酸酯都要优于单甘酯。

参 考 文 献

1 张万福. 食品乳化剂[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1993. 63~74

2 Van B S, Priest F G. Evolution of the lactic acid bacterial community during malt whisky fermentation: polyphasic study[J]. Appl Environ Microbial, 2002, 68(1): 297~305

3 郑健钧, 周小理, 王菊侠, 等. 特种乳制品技术开发与研究[J]. 中国食品学报, 2006, 6(1): 303~311

4 王 禾, 王荣春, 王金凤, 等. 以玉米为原料开发多菌种微生物生态制剂的研究[J]. 中国食品学报, 2004, 4(1): 73~78

5 林松毅, 刘静波. 复方中药功能液抗疲劳和耐缺氧作用的综合评价[J]. 中国食品学报, 2006, 6(1): 218~224

6 Summanen P H, Durmaz B, Vaisanen M L, et al. A pathogen Isolated from Humans and Distinct from Porphyromonas levii [J]. J Clin Microbiol, 2005, 43(9): 4 455~4 459

7 李先红, 刘榛榛. 相转移催化合成蔗糖油酸酯[J]. 日用化工工业, 2004, 34(6): 358~359

8 李建成, 今亦之. 淀粉糖酯的开发及应用[J]. 中国食品添加剂, 1998(4): 43~45

9 Yukiko, Yokoi, Etsuo Y. Effects of sugar ester and hydroxypropyl methylcellulose on the physicochemical stability of amorphous ceditoren pivoxil in aqueous suspension[J]. International Journal of Pharmaceutics, 2005(290): 91~99

10 Carmen de Torres, Alfonso Fernandez Mayoralas. Chemo enzymatic polymer-supported liquid phase synthesis of glucose amino butyric ester [J]. Tetrahedron Letters, 2003 (44): 2 383~2 385

11 梅 菊. 合成乳酸系列酯的新方法[J]. 天然气化工, 2000, 25(5): 52~53

Study on Preparation of the Ester by Maltose with Lactic acid and Its Emulsibility

Xu Zhong Zhang Haihua Han Lei

(Food Engineering College of Harbin University of Commerce, Harbin 150076, China)

ABSTRACT The ester was prepared by maltose and *L*-lactic acid. The effects of mole ratio of maltose to *L*-lactic acid, reactive time, quantity of activator and temperature on the yield were studied. The structure of the ester was identified by infrared spectrum. The emulsibility, emulsifying stability, and holding oiliness of the ester were also studied and compared with those of monoglyceride. The results showed that the premium condition was: mole ratio of maltose to *L*-lactic acid 1/2, reactive time 6h, quantity of activator 8%, and temperature 60℃. The ester had better properties than monoglyceride.

Key words maltose lactic acid ester, emulsibility, emulsifying stability, holding oiliness

行业动态

养乐多上海工厂正式投入使用

全球最大的活性乳酸菌乳饮品制造商——日本 Yakult 集团在新落成的上海嘉定工厂召开竣工仪式,宣布养乐多上海工厂正式投入使用。这是继广州之后, Yakult 集团在中国内地的第二个现代化工厂,也是全球第 35 家现代化工厂。

Yakult 集团是世界上最大的生产和销售发酵活性乳酸菌乳饮品的制造商,它成立于 1935 年,至今已有 70 多年的历史。养乐多一直秉承“不断探索生命科学,为世界人类的健康和美好生活作贡献”的企业理念开展各项事业。从 1964 年进入中国台湾开始,养乐多的生产及销售网络扩展到全世界,相继在 27 个国家和地区开展事业,目前全球每天都有 2 500 万养乐多的爱饮者。公司以维护全人类健康为理念,积极参与各类公益性社会活动。时至今日,养乐多在全世界已成为了健康的代名词,在世界许多国家和地区都有很高的知名度。

养乐多自 2003 年开始在上海市场展开销售活动。截至 2005 年,已在上海超过 4 000 家大小超市、卖场建立了销售点。2005 年,据《上海快速消费品》杂志的统计,养乐多活性乳酸菌乳饮品在上海市场的占有率已达到 38.6%,占据上海市场同类产品销售的第一名,2006 年更被上海市饮料协会评为“2006 年上海经典饮料商品”。

此次竣工的上海嘉定养乐多工厂隶属上海益力多乳品有限公司。它是日本 Yakult 集团在中国内地投资的第二家子公司,投资总额高达 9 575 万美元。为了实现当地生产当地销售,提供最佳商品的市场战略目标,上海益力多乳品有限公司于 2004 年 8 月 10 日正式成立,并在 9 月签约上海嘉定工业区,专业生产养乐多活性乳酸菌饮品。

养乐多上海工厂从 2005 年 3 月开始动工建设,在获得了《食品生产卫生许可证》与 QS 等相关认证后,已正式投产。整个工厂占地 46 000m²,建筑面积 6 800m²,一期工程的生产能力为 30 万瓶/日,不久的将来可高达 130 万瓶/日。工厂采用世界领先的全自动化、全封闭的生产流水线,所以与一般同等规模的工厂相比,现场生产人员要少很多。上海工厂生产出来的养乐多产品主要供应上海和南京等周边城市,2006 年 10 月以后还将投放北京市场。

洋河、双沟同获中国食品行业质量效益奖

全国食品行业 2 年开展一次的先进企业评选活动中,江苏洋河酒厂股份有限公司、江苏双沟酒业股份有限公司同被中国食品工业协会授予“2005~2006 年度中国食品工业质量效益奖”荣誉称号。多年来,江苏洋河酒厂股份有限公司一直坚持用质量创新品牌,在全公司开展“目标消费者持续满意管理”活动,以进一步提升企业的工作质量、服务质量和产品质量,更好地服务消费者,创造更高的经济效益。企业一方面整合管理体系,生产作业实行标准化管理模式;一方面对“质量符合性”赋予新内涵,强化全员质量意识,在全公司树立“质量第一”观念,坚持“质量无小事”原则。走质量效益型发展道路,使洋河产品在短期内脱颖而出,企业经济效益大幅攀升。此次获奖,展示了双沟酒业在国内食品行业的领先水平,是企业把提高产品质量和强化质量管理作为各项经营活动重中之重的具体体现。“以优质的原料、先进的技术、科学的管理、完善的服务,以持续改进的精神、创造品质卓越的产品,最大限度地满足市场和顾客需求”,是双沟酒业一直奉行的质量方针。围绕这个方针,该公司形成了一整套有特色的质量管理体系,质量管理体系给双沟酒业所带来的效率、效益已经充分体现出来。完善的质量保证体系,确保了对产品实现全过程的质量控制,使得双沟酒业各项经济指标一直保持着较快的增长速度,为创建和谐的社会发展环境做出了积极贡献。