

脂质-马铃薯淀粉基可食包装膜的研究

(吉林大学生物与农业工程学院, 长春 130025) 李欣欣 宋艳翎 马中苏* 毕会敏 姜 燕

摘 要: 研究了一种具有优良阻隔性能和机械性能的新型脂质-淀粉基可食膜。该膜以马铃薯淀粉为基材, 硬脂酸和软脂酸的混合物为阻隔剂, 单硬脂酸甘油酯为乳化剂。正交优化实验结果表明, 对膜的抗拉强度和透氧率影响最显著的因素是糊化温度和甘油的浓度。

关键词: 马铃薯淀粉基可食膜, 脂质, 阻隔性能

中图分类号: TS236 文献标识码: A
文章编号: 1002-0306(2004)12-0101-03

以淀粉为基材的可食包装膜^[1]具有成本低、透明度高优点, 越来越受到人们的青睐。目前, 研究此类可食包装膜的基材多数是以玉米淀粉、变性淀粉、蛋白质及多糖等为基材^[2-6], 但以马铃薯淀粉为基材, 添加脂肪类物质和单硬脂酸甘油酯制成的脂质-马铃薯淀粉基可食膜尚未见报道。

本研究采用马铃薯淀粉为基材, 脂肪类物质为阻隔剂, 单硬脂酸甘油酯为乳化剂, 研制成一种新型脂质-马铃薯淀粉基可食包装材料, 以替代方便面中的油料包和酱料包、豆奶粉等食品的内包装材料。该膜以其优良的阻隔性能和良好的机械性能, 可以满足方便面调料和豆奶粉的包装要求。

1 材料与方法

1.1 实验材料

马铃薯淀粉 (Potato Starch, PSt) 一级品, 黑龙江省富裕忠厚淀粉食品有限公司; 羧甲基纤维素钠 (Carboxymethylcellulose, CMC) 上海三浦化工有限公司; 甘油 (Glycerol, Gly) 长春市化学试剂厂; 单硬脂酸甘油酯 (Glycerin Monostearate) 硬脂酸 (Stearic Acids, SA) 化学纯, 天津市大茂化学仪器供应站; 软脂酸 (Palmitic Acids, PA) 化学纯, 固安恒业精细化工有限公司。

1.2 脂质-马铃薯淀粉可食膜的制备工艺流程

原料混合→加水溶胀→搅拌至溶解→糊化或变性处

理→加入辅助剂→保温→均质→脱气→定量倒入有机玻璃模板→鼓风干燥→揭膜→干燥器内保存待测

工艺条件: 均质 5000~15000r/min, 1~4min; 糊化温度 65~95℃, 30min; 保温 65~95℃, 30min; 脱气 采用抽真空的方法, 压力为-0.09MPa, 直至气体全部抽出为止; 成膜工具用有机玻璃模板; 在性能测试之前, 膜处理条件为 25℃, 相对湿度 (RH) 50%~60%, 时间 4h。

1.3 膜性能的测试

膜厚 (Film Thickness, FT)、抗拉强度 (Tensile Strength, TS) 与断裂伸长率 (Elongation, E)、透气性 (Oxygen Permeability, OP)、透油性 (Oil Peameablity, Poil)、热封强度 (Enveloping Strength, ES) 参照文献^[7]。

2 结果与分析

2.1 乳化剂的选择

膜材成分中以水为溶剂, 同时含有脂肪类物质 (硬脂酸和软脂酸), 为了降低分散相物质之间的界面能, 改变膜的组织结构, 以获得均匀、稳定的膜液, 需加入一定量的乳化剂。本实验选用单硬脂酸甘油酯作为乳化剂。

2.2 脂肪类物质种类的确定

添加脂肪类物质^[8]的作用主要在于改善和提高膜的阻隔性能。以 PSt 为基材, 羧甲基纤维素为增稠剂, 甘油作为增塑剂, 制成膜液后分别向其中添加硬脂酸、软脂酸、硬脂酸和软脂酸的混合物 (混合比例为 1:1), PSt 的质量分数为 3%, CMC 的质量分数为 0.5%, 甘油的体积分数为 1.5%, 其余脂肪类物质的质量分数为 0.1%。对比所制成的各种膜的抗张强度、伸长率、透氧率、透油系数和封合强度, 以确定脂肪类物质的类型。各种膜的性能测试结果见表 1。

实验结果表明, PSt-可食膜中添加混合脂肪类物质与添加单一脂肪类物质相比较, 可赋予膜更加优良的阻隔性能。PSt-CMC-SA+PA 膜具有较低的透氧率和透油系数, 即该膜具有优良的阻氧性和阻油性, 且透明度好, 脂肪类物质分布均匀, 柔韧性好。

收稿日期: 2004-07-09 * 通讯联系人

作者简介: 李欣欣 (1964-), 女, 讲师, 硕士。

基金项目: 吉林大学创新基金项目, 解放军总后军需部资助项目。

表1 马铃薯淀粉基可食膜的性能测试结果表

原料	FT(mm)	TS(MPa)	E(%)	OP	Poil	ES
PSt-CMC	0.070	34.64	25.74	7.60	27.19	1.80
PSt-CMC-SA	0.097	11.87	15.26	5.54	1.13	1.21
PSt-CMC-PA	0.155	15.40	35.41	4.38	1.56	5.64
PSt-CMC-SA+PA	0.095	13.93	17.00	2.45	0.21	7.58

注:透氧率 OP 单位为 $\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$, 透油系数 Poil 单位为 $\text{g} \cdot \text{mm}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$, 封合强度 ES 单位为 $\text{N}/15\text{cm}$, 热封温度 180°C ; SA+PA 为硬脂酸和软脂酸的混合物 (比例为 1:1)。

表2 不同均质条件下膜的性能测试结果表

均质条件 ($r/\text{min}, \text{min}$)	成膜特性	FT (mm)	TS (MPa)	E (%)
5000,1	成膜性好、透明度 0.246、表面粗糙、有明显脂肪粒析出	0.103	9.85	13.67
10000,1	成膜性好、透明度 0.350、表面有较少的脂肪粒析出	0.099	12.56	14.15
15000,1	成膜性好、透明度 0.443、表面无脂肪粒析出	0.093	14.11	15.43
5000,2	成膜性好、透明度 0.380、表面有较少的脂肪粒析出	0.095	13.63	16.04
10000,2	成膜性好、透明度 0.432、表面无脂肪粒析出	0.089	17.99	16.22
15000,2	成膜性好、透明度 0.535、表面光滑、无脂肪粒析出	0.076	22.97	16.58
5000,4	成膜性好、透明度 0.490、表面光滑、有较少的脂肪粒析出	0.077	10.62	19.29
10000,4	成膜性好、透明度 0.554、表面光滑、无脂肪粒析出	0.073	19.27	26.10
15000,4	成膜性好、透明度 0.585、表面光滑、脂肪粒析出	0.066	18.33	29.60

注:透明度的测定指标为透光率单位 %。

表3 实验因素水平表

水平	A 干燥温度($^\circ\text{C}$)	B 糊化温度($^\circ\text{C}$)	C 脂肪类物质(%)	D 甘油(%)	E 单硬脂酸甘油酯(%)
1	65	65	0.1	0.5	0.1
2	70	75	0.2	1.0	0.2
3	75	85	0.3	1.5	0.3
4	80	95	0.4	2.0	0.4

注:固体物质为质量分数 %; 液体物质为体积分数 %。

以阻隔性能作为优选指标, 本实验选用硬脂酸与软脂酸的混合物 (比例为 1:1) 作为含脂马铃薯淀粉基可食膜的阻隔剂。

2.3 均质条件的确定

选取 PSt-CMC-SA+PA 膜来进行实验。在不同均质条件下, 通过对成膜特性以及膜的机械强度的测试对比分析, 确定出最佳均质条件, 结果见表 2、表 3。

结果表明, 以抗张强度为优选考虑指标, 膜在 $15000\text{r}/\text{min}$ 、 2min 时抗张强度最大。故本实验选择均质条件为 $15000\text{r}/\text{min}$ 、 2min 。

2.4 成膜工艺条件的优化及配方的确定

影响含脂包装膜成膜工艺的因素很多, 其中以干燥温度、糊化温度为重要因素, 根据本文 2.2 实验结果, 以干燥温度、糊化温度、脂肪类物质的浓度、甘油浓度及单硬脂酸甘油酯的浓度为正交实验因素, 选择 $L_{16}(4^5)$ 正交表^[9], 进行五因素四水平的正交实验, 以抗张强度、断裂伸长率、透氧率和封合强度为实验指标, 通过方差分析优选出成膜工艺条件和膜组分的最优组合, 实验因素水平表见表 3, 实验结果及方差分析表略。

正交实验结果表明, 对膜的抗张强度影响最显著的因素是糊化温度, 其次是甘油的浓度、单硬脂酸

甘油酯的浓度、脂肪类物质的浓度和干燥温度。对膜的透氧率影响最显著的因素是甘油的浓度, 其次是干燥温度、单硬脂酸甘油酯的浓度和糊化温度, 最后是脂肪类物质。

以透氧率低和抗张强度高为优先原则, 得出本文实验的成膜工艺条件和膜组分的最优组合为 $A_4B_4C_2D_4E_4$, 即干燥温度为 80°C 、糊化温度为 95°C 、脂肪类物质的浓度为 0.2% 、甘油的浓度为 2% 、单硬脂酸甘油酯的浓度为 0.4% , 测定此种膜的性能, 见表 4。

表4 PSt-CMC-SA+PA 膜的性能

FT(mm)	TS(MPa)	E(%)	OP	Poil	ES
0.108	14.81	23.69	0.98	0	3.78

注:透氧率 OP 单位为 $\text{cm}^3/\text{m}^2 \cdot 24\text{h} \cdot 0.1\text{MPa}$, 透油系数 Poil 单位为 $\text{g} \cdot \text{mm}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$, 封合强度 ES 单位为 $\text{N}/15\text{cm}$, 热封温度为 180°C 。

3 结论

以马铃薯淀粉为基材, 羧甲基纤维素钠为增稠剂, 硬脂酸和软脂酸的混合物为阻隔剂, 甘油为增塑剂, 单硬脂酸甘油酯为乳化剂的脂质-马铃薯淀粉可食膜具有优良的阻隔性能和良好的机械性能, 可以满足豆粉、方便面调料包的包装要求。

(下转第 104 页)

表2 去皮整番茄感官评价及分级

项目	优级品	一级品	合格品
色泽	番茄呈红色,同一罐内番茄色泽一致,允许果蒂处稍带橙黄色;汤汁呈红色	番茄呈红色或桔红色,同一罐内番茄色泽一致,允许果蒂处带橙黄色;汤汁呈红色至橙红色	番茄呈桔红色或橙红色,同一罐内番茄色泽尚一致,允许果蒂处略带橙黄色;汤汁呈红色至橙红色
滋味	具有原汁整番茄罐头应有的风味,原果味鲜美,无异味	番茄去皮,果形较完整,籽实和果心稍有流失或外露,允许不影响外观	番茄去皮,果形尚完整,籽实和果心有流失或外露现象,允许不影响外观
组织形态	番茄去皮,果形大体完整,籽实和果心无明显流失或严重外露,允许不影响外观的果蒂存在,大小大致均匀;番茄原汁不分分离沉淀;允许有少量种籽存在,破裂果不超过20%	番茄去皮,果形较完整,籽实和果心稍有流失或外露,允许不影响外观的果蒂存在,大小尚均匀;番茄原汁不分分离沉淀;允许有少量种籽存在,破裂果不超过30%	番茄去皮,果形尚完整,籽实和果心有流失或外露现象,允许不影响外观的果蒂存在,大小尚均匀

表3 整番茄部分质量指标分析结果

实验编号	空白	1	2	3	
0周	番茄总重(g)	1750	1394	1367	1405
	整番茄重(g)	945	836	820	843
	完整率(%)	54	60	60	68
	完整率增幅(%)		11	11	26
2周	番茄总重(g)	1836	1862	1796	1924
	整番茄重(g)	1065	1266	1311	1424
	完整率(%)	58	68	73	74
	完整率增幅(%)		17	26	28
4周	番茄总重(g)	1749	1824	1832	2016
	整番茄重(g)	1014	1422	1502	1726
	完整率(%)	58	78	81	86
	完整率增幅(%)		39	43	48

表4 番茄丁部分质量指标分析结果

实验编号	空白	1	2	3	
0周	番茄丁总重(g)	286	291	289	314
	番茄丁重(g)	114	122	121	154
	完整率(%)	40	42	42	49
	完整率增幅(%)		5	5	22.5
2周	番茄丁总重(g)	290	295	299	317
	番茄丁重(g)	116	130	132	174
	完整率(%)	40	44	44	55
	完整率增幅(%)		10	10	37.5
4周	番茄丁总重(g)	286	292	291	305
	番茄丁重(g)	114	123	119	131
	完整率(%)	40	42	41	43
	完整率增幅(%)		5	2.5	8

3.3 讨论

3.3.1 酶制剂的添加量 实验证明,酶制剂 NovoShape 在去皮整番茄、番茄丁生产中的应用,经过实验后0周、2周、4周的对比检测,去皮整番茄、番茄丁的完整率、成型率有明显提高,酶制剂量的进一步增加并不导致成型率的进一步提高,说明添加一定量的酶制剂即可达到提高成型率的效果,合适的添加量为 1L/t 番茄。

3.3.2 钙离子的含量 钙离子作为酶制剂的反应助剂,其含量直接影响到酶制剂的作用效果,尤其是在水硬度低地区,适当地添加钙离子,将有助于进一步提高酶的作用效果。

3.3.3 酶制剂的添加方式 由于实验条件有限,本文所有实验均采用人工添加酶制剂的方式,添加地点在灌装时。如能使用剂量泵,并在番茄去皮降温后,直接喷洒在番茄表面,将有助于酶制剂的均匀反应和缩短反应时间。

4 结论

酶制剂 NovoShape 用于去皮整番茄、番茄丁的加工,可以增加最终成品水果块的数量,提高成型率;有助于保持去皮整番茄、番茄丁的形状和结构,增加产出率,降低加工损耗,同时又很好地保持了番茄原有的良好风味和色泽,从而提高了番茄制品的品质。

(上接第 102 页)

参考文献:

- [1] 毕会敏,等.马铃薯淀粉基可食薄膜的研究[J].吉林大学学报[工学版],2003,33(4):109~112.
- [2] S Y Ryu, J W Rhim, et al.Preparation and Physical of Zein-Coated High-Amylose Corn Starch Film [J].Elsevier Science Ltd,2002,35(8):680~686.
- [3] Erol Ayrançi, Sibel Tunc.The effect of fatty acid content on water vapour and carbon dioxide transmissions of cellulose-based edible films[J]. Elsevier Science Ltd,2001,72: 231~236.
- [4] Krochta J M, Mulder-Johnston C. Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunities[J]. Food Technology,1997,51(2):61~74.
- [5] Debeaufort F, Quezada-Gallo J, Voilley A. Edible Films and Coatings: Tomorrow's Packagings: a Review[J]. Critical Reviews in Food Science,1998,38(4):299~313.
- [6] 杨君,等.可食性魔芋葡甘聚糖耐水耐高温复合膜的制备及性能研究[J].农业工程学报,2002,18(3):106~112.
- [7] 毕会敏.大豆分离蛋白基和马铃薯淀粉基可食薄膜的研究[D].吉林大学硕士学位论文,长春.
- [8] 张伟.可食性保鲜复合膜的制备、性能与应用研究[D].华南理工硕士论文,广州.
- [9] 任露泉.实验优化设计与分析[M].吉林科学技术出版社,2001.371.