

文章编号 :1009-038X(2002)06-0641-04

粳米制备脂肪替代品的酶水解工艺

杨玉玲, 许时婴, 王 璋
(江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214036)

摘 要 :研究了以粳米为基质的脂肪替代品加工过程中的酶水解工艺,采用响应面分析法得到了最佳酶解工艺条件,并对不同干燥工艺进行了比较.结果表明,酶水解的最佳温度为 85~92 ℃,酶用量为 8 U/g.采用喷雾干燥方法所得到的产品具有良好的复水性能.

关键词 :粳米;脂肪替代品;酶水解

中图分类号 :TS 236.9

文献标识码 :A

Enzymatic Process of Long Rice Based Fat Substitute

YANG Yu-ling, XU Shi-ying, WANG Zhang
(School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China)

Abstract : The enzymatic hydrolysis in the process of long rice based fat substitute was studied and the optimal conditions of the enzymatic hydrolysis was obtained by using Response Surface Analysis. Also different drying techniques were compared. The results showed that the optimal hydrolytic temperature was 85~92 ℃ and amount of enzyme was 8 U/g. Spray drying was used for manufacturing the fat substitute which had good rehydration.

Key words : long rice ;fat substitute ;enzymatic hydrolysis

以粳米为原料制备脂肪替代品的工艺流程一般为 粳米粉→调浆→糊化→酶水解→灭酶→中和→过滤→干燥→包装.

淀粉轻度水解是制备粳米为基质的脂肪替代品的关键.淀粉轻度水解有两种方式——酸法和酶法.酸法水解有许多缺点^[1,2],主要缺点是酸法使淀粉中的 α -1,4 糖苷键和 α -1,6 糖苷键被随机切断,无法控制在给定 DE 值条件下的相对分子质量分布,因此不适合制造脂肪替代品.采用 α -淀粉酶水解淀粉时,由于 α -淀粉酶是一种仅水解 α -1,4 糖苷键的内切酶,水解反应比较均匀,故所得产品溶解性能好,高聚合度分子数目较少,不易产生老化现

象.国外以马铃薯淀粉和玉米淀粉为原料制备低 DE 值脂肪替代品时多采用酶水解工艺,因此,作者在制备粳米为基质的脂肪替代品时也采用酶法水解工艺.

1 材料与方法

1.1 材料

粳米:市售; α -淀粉酶:无锡杰能科生物技术有限公司产品;盐酸、氢氧化钠均为分析纯试剂.

1.2 方法

淀粉测定:费林滴定法^[3];脂肪测定:索氏抽提法^[3];蛋白质测定:凯氏定氮法^[3];水分测定:常压

收稿日期 2002-07-09; 修订日期 2002-09-06.

作者简介:杨玉玲(1964-),女,辽宁喀左人,食品科学与工程博士研究生.

万方数据

干燥法^[4];还原糖含量测定:费林滴定法^[4];总糖含量测定:按参考文献[4]进行;固形物含量测定:常温干燥法^[5]。

酶活力测定:按无锡杰能科生物技术有限公司提供的产品测定方法进行。其中,一个淀粉酶活力单位(U)是指在pH 6.0、温度为80℃条件下,1 min内将1 mg可溶性淀粉液化成糊精的酶量。

凝胶强度测定^[5]:样品在90℃下配制成质量分数为25%的溶液,在4℃下放置约2 h形成凝胶后,采用TA.XTZI质构仪进行测定。探头直径:12 mm;下压速度:1 cm/s。凝胶强度定义为单位面积上最大破裂力。

复水性测定:取1.0 g样品+10 mL水→不同温度下保温→搅拌→记录样品形成均匀混浊液的时间。

2 结果与讨论

2.1 酶解条件优化

选择影响粳米粉酶水解的三因素(酶用量、酶解时间和酶解温度),每个因素取三水平,以产品的DE值和得率作为响应指标进行响应面分析^[6],结果见表1。

表 1 不同酶解条件下所得产品的 DE 值与得率
Tab.1 DE value and yield of the product made in different conditions

实验号	酶用量/ (U/g) x_1	时间/ min x_2	温度/ ℃ x_3	DE 值/ % y_1	得率/ % y_2
1	6.1367	75	18	2.91	71.9
2	6.1367	75	30	4.03	69.5
3	6.1367	95	18	0.61	79.5
4	6.1367	95	30	0.69	78.2
5	9.2050	85	18	3.22	76.9
6	9.2050	85	30	3.53	76.2
7	4.6025	85	18	1.43	80.4
8	4.6025	85	30	1.51	78.8
9	9.2050	75	24	4.45	71.5
10	9.2050	95	24	0.78	76.4
11	4.6025	75	24	2.96	74.9
12	4.6025	95	24	0.60	79.5
13	6.1367	85	24	1.95	75.4
14	6.1367	85	24	2.32	74.3
15	9.2050	85	24	2.30	75.4

用 SAS 软件对产品 DE 值进行回归分析,得回归方程如下:

$$\begin{aligned} y_1 = & -16.957215 + 1.588224 x_1 + \\ & 0.352149 x_2 + 0.327493 x_3 - \\ & 0.009183 x_1^2 - 0.014152 x_1 x_2 - \\ & 0.001775 x_2^2 + 0.001631 x_3 x_1 - \\ & 0.004333 x_3 x_2 + 0.001319 x_3^2 \\ R^2 = & 0.9671 \end{aligned}$$

再进一步对影响产品 DE 值的三因素进行方差分析^[6],结果见表2。

表 2 三因素对产品 DE 值影响的方差分析
Tab.2 Derivation analysis of the effect of three factors on DE value

因素	自由度	平方和	均方和	F 比率	显著性
酶用量 (x_1)	4	4.330091	1.082523	7.194	0.0264
时间 (x_2)	4	17.858125	4.464531	29.668	0.0011
温度 (x_3)	4	0.596884	0.149221	0.992	0.4890

从表2可见,影响产品DE值的主要因素依次为酶解温度>酶用量>酶解时间。

由于酶解时间对DE值影响最小,所以作者主要研究酶解温度和酶用量对DE值的影响(见图1)。

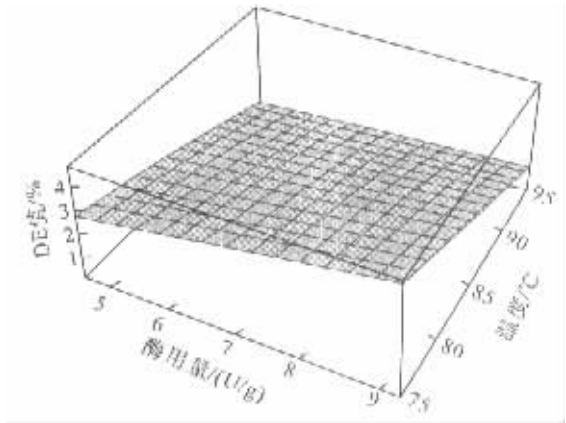


图 1 温度和酶用量对产品 DE 值的影响
Fig.1 Effect of temperature and the amount of enzyme on DE value

从图1可见,随着酶反应温度升高,DE值明显下降,而随着酶用量增加,DE值随之升高,但后者对DE值的影响不如温度明显,这是由于在较高温度下酶的失活占主导地位。制备一定DE值的产品时,可以通过改变温度和酶用量进行控制。

同样用 SAS 软件对产品得率进行分析,得到如下回归方程:

$$y_2 = 5.161343 - 7.683740 x_1 + 2.630739 x_2 - 2.165386 x_3 + 0.524785 x_1^2 - 0.008229 x_1 x_2 - 0.014042 x_2^2 + 0.018868 x_1 x_3 + 0.005417 x_2 x_3 + 0.030440 x_3^2$$
$$R^2 = 0.9555$$

从表 3 可见 ,影响产品得率的主要因素为酶解温度>酶用量>酶解时间.

表 3 三因素对产品得率影响的方差分析

Tab.3 Derivation analysis of the effect of three factors on yield

因素	自由度	平方和	均方和	F 比率	显著性
酶用量 (x_1)	4	34.263016	8.565754	6.865	0.0290
时间 (x_2)	4	89.773969	22.443492	17.987	0.0036
温度 (x_3)	4	9.347957	2.336989	1.873	0.2533

对影响产品得率的显著因素酶解温度和酶用量进行研究 结果见图 2. 随着酶反应温度升高 ,得率明显增高 ,而酶用量对得率影响比较复杂 ,制备较高得率的产品 ,可以通过选择适当的温度和酶用量来实现 .

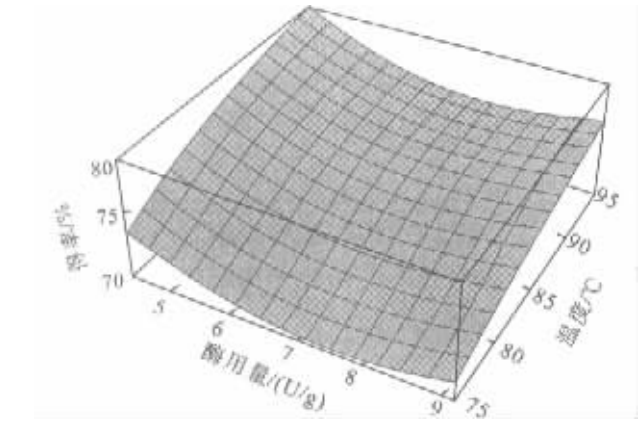


图 2 温度和酶用量对产品得率的影响

Fig.2 Effect of temperature and the amount of enzyme on yield

同时考虑三因素对 DE 值和得率的影响 ,从图 3 可知 ,酶解温度为 85~92 ℃ ,酶用量大于 8 U/g 时 ,产品 DE 值为 2~3 且得率较高.

2.2 干燥方法对产品复水性的影响

采用两种干燥方法(喷雾干燥和热风干燥) ,对上述酶解条件下制得的产品进行干燥.

喷雾干燥条件 :常温 ,固形物质量分数为 10% ,进风温度为 195 ℃ ,出风温度为 95 ℃ .

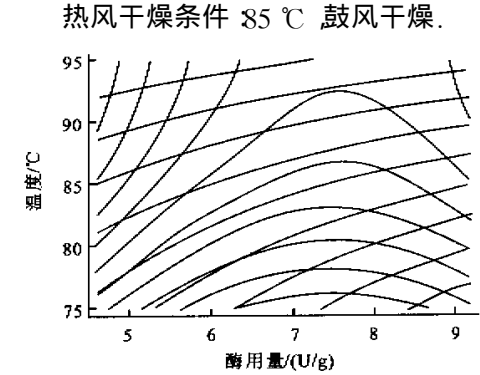


图 3 三因素对产品 DE 值和得率的影响

Fig.3 Effect of temperature and the amount of enzyme on DE value and yield

从表 4 可知 ,由于热风干燥的产品复水性差 ,因此选择喷雾干燥方法制备粳米为基质的脂肪替代品.

表 4 干燥方法对产品复水温度和复水性的影响

Tab.4 Effect of drying ways on temperature and property of rehydration

干燥方式	复水温度/℃	复水时间/min
热风干燥	90	>120
喷雾干燥	90	11
喷雾干燥	60	25
喷雾干燥	17(室温)	>60

2.3 产品凝胶性质的比较

凝胶具有三维网状结构 ,凝胶网孔中可以截留大量水 ,被截留的水具有一定的流动性 ,其口感类似脂肪 .淀粉水解得到的低 DE 值产品能模拟脂肪的质构和口感在于其能形成凝胶的能力^[7 8] ,当淀粉水解度太高时 ,淀粉的长分子链被切断因而不能形成凝胶 ;当产品水解度太低时 ,凝胶强度太强 ,水的流动性较差 ,模仿脂肪的效果较差 .作者在相同酶解温度和时间条件下 ,通过改变酶用量制备不同 DE 值的产品 ,并测定凝胶强度 ,结果见图 4.

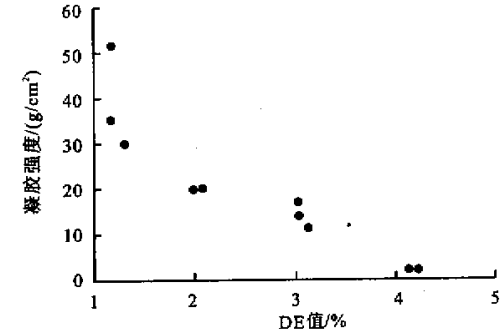


图 4 DE 值与凝胶强度的关系

Fig.4 Relationship of DE value and gel strength

从图 4 可见 ,当 DE 值小于 2 % 时 ,产品形成凝胶的能力随着 DE 值的增加而迅速下降 ;DE 值在 2 % ~ 3 % 时 ,产品形成相对稳定的弱凝胶 ,能够模拟脂肪的性质 ;当 DE 值大于 4 % 时 ,几乎不能形成凝胶.

参考文献：

[1] GRIFFIN V K ,BROOKS J K. Production and size distribution of rice maltodextrins hydrolyzed from milled rice flour using heat-stable alpha-amylase[J]. **Journal of Food Science** ,1989 ,54(1) :190 - 193.

[2] SHETTY J K ,ALLEN W G. An acid-stable , thermostable alpha-amylase for starch liquefaction[J]. **Cereal Foods World** , 1998 , 33(11) 929 - 934.

[3] 无锡轻工业学院 ,天津轻工业学院. 食品分析[M]. 北京 :中国轻工业出版社 ,1992. 120 - 216.

[4] QB/T2320—97 麦芽糊精[S].

[5] JU ,MITTAL G S. Physical properties of various starch based fat-substitutes[J]. **Journal of Food Processing and Preservation** , 1995 ,119 331 - 383.

[6] 费荣昌. 实验设计与数据处理[Z]. 无锡 无锡轻工大学 ,1997. 57 - 65.

[7] ELIASION A C. Starch gelatinization in the presence of emulsifier : amorphological study[J]. **Starch** ,1985 ,37 411 - 415.

[8] HENNING V ,LECHERT H. Examination of swelling mechanism of starch by pulsed NMR method[J]. **Starch** ,1976 ,28 10 - 12.

(责任编辑 朱 明)

(上接第 640 页)

而对数期的比生长速率对应整个发酵过程的最大比生长速率. 因此在数值微分法确定的相对比生长速率曲线基础上 ,可以确定合理的参数初值 ,从而只经过少数几次的参数调整 ,就可获得最终的模型参数 ,缩短了建模时间 ,为模型的在线自适应和在

线应用提供了可能.

对数期可以用菌体的相对比生长速率曲线来确定. 在 0.5 的截集水平上 ,富硒酵母发酵的对数期开始于 0.4 h ,结束于 4.8 h.

参考文献：

[1] VLADIMIR G D ,JURY D T , ANDREI J C , *et al.* Method for producing human leukocyte interferon alpha-2[P]. USP : 4680260 ,1987-07-08.

[2] 李志勇 ,郭祀远 ,李琳. 藻类对微量元素的生物富集及其应用[J]. 微生物学通报 ,1997 (3) :12 - 14.

[3] 苗志奇 ,未作君 ,元英进. 水杨酸在紫杉醇生物合成中诱导作用的研究[J]. 生物工程学报 ,2000 ,16(4) :106 - 110.

[4] YUAN Y J ,MIAO Z Q ,LI S Y. The fuzzy neural network controller in yeast fed-batch fermentation[J]. **Chemical Engineering Ommunication** , 1999 ,174 :163 - 167.

(责任编辑 李春丽)