



不同淀粉复配参数的优选 及应用性质变化研究

李新华, 宋利艳*, 卢春晓

(沈阳农业大学食品学院, 辽宁沈阳 110161)

摘要:以绿豆淀粉、马铃薯淀粉、木薯淀粉和玉米淀粉为原料,按一定比例复配来提高玉米淀粉的粘度,再利用峰值黏度建立多元线性回归方程,利用方程推测提高玉米淀粉峰值黏度的几种淀粉的复配比例,再利用 RVA 快速黏度仪进行验证和生产成本两方面因素来确定几种淀粉的最佳复配参数。本实验所选择的复配比例得到的复配淀粉的峰值黏度比玉米淀粉粘度高,糊的透明度比玉米淀粉高,冻融稳定性好,抗老化性程度增强,不易凝沉,但淀粉糊热稳定性下降。

关键词:复配淀粉,多元线性回归方程,应用性质

Study on optimization of starch mixtures of different parameters and the change of application properties

LI Xin-hua, SONG Li-yan*, LU Chun-xiao

(Food Science Department of Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The mung bean starch, potato starch, cassava starch and corn starch were used as raw materials, according to a certain percentage of compound to increase the viscosity of corn starch, then used the peak of viscosity to establish multiple linear regression equation, with the equation, deduced the mixtures of several starch ratio to improve the peak viscosity of corn starch, at last according the two factors of RVA viscometer rapid validation and production costs to determine the optimal compound parameters of starch. In this study, the starch peak viscosity get from the proportion of the selected compound were higher than corn starch, the transparency of the paste were higher than corn starch, freeze-thaw stability, enhanced level of anti-aging properties, difficult to condensation and precipitation, but thermal stability of starch paste decreased.

Key words: complex starch; multiplied linear regression; application properties

中图分类号: TS235

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2010)07-0125-04

玉米淀粉占淀粉工业总产量的 78% 左右,但是玉米淀粉的粘度较低,在食品生产和工业应用过程中往往达不到产品的需求,目前主要是通过物理法、化学法或酶法来制备变性淀粉,改变玉米淀粉的性质,这种淀粉生产成本高,特别是化学法制备的变性淀粉有的还存在食用安全问题。本研究利用淀粉复配的方法来改善玉米淀粉的应用性质,这样不但降低了生产成本,还保证了食品安全性,应该能成为一种生产变性淀粉并降低成本的有效方法。本实验主要通过绿豆淀粉、马铃薯淀粉、木薯淀粉与玉米淀粉复配来改善玉米淀粉的应用性质,并以淀粉粘度为主要指标,研究其应用性质的变化规律。

1 材料与方法

收稿日期: 2009-09-22 * 通讯联系人

作者简介: 李新华(1955-),男,教授,从事粮油深加工与转化方面的教学和科研工作。

1.1 材料与设备

玉米淀粉、马铃薯淀粉、木薯淀粉、绿豆淀粉均为市售。

Super III 快速黏度测试仪(RVA) 澳大利亚新港科学仪器有限公司提供;数显式恒温水浴锅 常州国华电器有限公司;TDL-5-A 型离心机 上海安亭科学仪器厂;JD200-2 型电子天平 北京塞多利斯仪器有限公司提供;UV1600 型紫外分光光度计 北京瑞丽分析仪器公司;HG101-1A 型电热鼓风干燥箱 南京实验仪器厂。

1.2 实验方法

1.2.1 淀粉复配 以玉米淀粉为基数,所占比例分别为 40%、50% 和 60%,在此基础上,分别添加不同比例的绿豆淀粉、马铃薯淀粉和木薯淀粉,混合均匀,以淀粉峰值粘度为指标,利用 Excel 数据分析法,建立多元线性回归方程。

1.2.2 溶解度和膨胀力的测定方法 在一定温度下,

加热搅拌 50mL 2% 的淀粉乳 30min 后,以 3000r/min 的速度离心 20min,取上层清液离心蒸干,于 105℃ 下继续烘干至恒重后称重,得到被溶解淀粉量,计算其溶解度;由离心管中膨胀淀粉重量计算其膨胀度,计算公式如下:

$$S\% = \frac{A}{W} \times 100\%$$

$$B = \frac{p \times 100}{W \times (100 - S)}$$

其中:A-清液烘干至恒重后的残留物重量,g;
W-样品干基重量,g;p-沉淀物重量,g。

1.2.3 淀粉糊化特性的测定

1.2.3.1 淀粉糊 RVA 黏度特征曲线的测定 采用澳大利亚 Newport scientific 仪器公司生产的快速黏析仪(RVA)进行测定,用 TCW(Thermal cline for windows)配套软件记录和分析数据。准确称取 3g 的绝干复配淀粉,加入 25mL 的蒸馏水充分混匀,放置于 RVA 专用盒内,配制成一定浓度的淀粉乳,采用升温-降温循环程序,测得淀粉糊黏度曲线,记录数据及绘制黏度曲线图。

1.2.3.2 复配淀粉糊的抗剪切稳定性的测定 通过改变 RVA 黏度仪的转速,绘制复配淀粉糊黏度随转速变化的曲线,考察剪切力对淀粉糊黏度的影响。

1.2.3.3 淀粉糊透明度的测定 称取一定量的样品,配制成 1% 的淀粉乳,取 50mL 于 100mL 烧杯中,置沸水浴中加热,搅拌 15min,冷却至室温,用蒸馏水调整糊体积至原浓度,用可见分光光度计进行测定,以蒸馏水作参比,用 1cm 比色皿在 620nm 波长下测定糊的透光率。

1.2.3.4 淀粉糊凝沉性的测定 将 100mL 质量分数为 1% 的淀粉乳放置于烧杯中,在沸水浴中加热,搅拌 15min,降至室温,用蒸馏水调整体积到原浓度,将淀粉糊放入具塞的 100mL 量筒中,在室温下静置,每隔一段时间记录上层清液或下方沉淀物的体积。用清液体积占糊总体积的百分比随时间的变化情况来表示糊的凝沉性质。

1.2.3.5 淀粉糊的冻融稳定性的测定 将样品加水配成 6% 的乳液,在沸水浴中加热 20min,冷却至室温,倒入塑料离心管中,置于冰箱中在 -18℃ 冷冻,24h 后取出,自然解冻,在 3000r/min 离心 20min,弃去上清液,称取沉淀物重量,计算析水率。

$$\text{析水率} = (\text{糊重} - \text{沉淀物重}) / \text{糊重} \times 100\%$$

2 结果与分析

2.1 不同种类的淀粉与玉米淀粉复配的峰值黏度变化

不同种类的淀粉与玉米淀粉复配的峰值黏度如表 1。

由表 1 可见,在玉米淀粉中添加绿豆淀粉、马铃薯淀粉和木薯淀粉都能提高淀粉糊的粘度,按照添加的比例不同,峰值粘度最高达到 7055cP。从表中各复配比例的结果来看,复配淀粉的峰值粘度并不是各种类淀粉粘度的算术平均值,而是高于平均值,并且是按照一定的比例变化。说明在玉米淀粉中添

加少量的高粘度淀粉,就可以较大幅度地提高淀粉糊的粘度。

表 1 不同种类的淀粉与玉米淀粉复配的峰值黏度

玉米淀粉 (%)	绿豆淀粉 (%)	马铃薯淀粉 (%)	木薯淀粉 (%)	峰值黏度 (cP)
40	50	10	0	7055
40	40	10	10	6751
40	30	20	10	6409
50	30	10	10	6190
50	20	20	10	5700
50	20	10	20	5806
50	10	20	10	5186
50	20	30	0	5746
60	10	10	20	5155
60	20	0	20	5258
60	10	20	10	5091
60	20	20	0	5537
100	0	0	0	3220
0	100	0	0	9072
0	0	100	0	8299
0	0	0	100	5545

2.2 淀粉复配对淀粉糊粘度变化的作用规律

根据以上峰值黏度,利用 Excel 数据分析法,建立复配淀粉峰值黏度多元线性回归方程 $Y_c = 4170.95 - 689.91x_1 + 5834.88x_2 + 2691.37x_3 + 2382.47x_4$

$$\text{即 } Y_c = 4170.95 + (-0.21 \times 3229)x_1 + (0.64 \times 9072)x_2 + (0.32 \times 8299)x_3 + (0.43 \times 5545)x_4$$

式中: Y_c -淀粉的峰值黏度; x_1 -玉米淀粉的百分数; x_2 -绿豆淀粉的百分数; x_3 -马铃薯淀粉的百分数; x_4 -木薯淀粉的百分数。

通过方程可以看出,玉米淀粉的作用系数为 0.21;绿豆淀粉的作用系数为 0.64;马铃薯淀粉的作用系数为 0.32;木薯淀粉的作用系数为 0.43,说明绿豆淀粉对峰值黏度影响最大,但是绿豆淀粉的价格要远远高于木薯淀粉和马铃薯淀粉的价格,所以既要让玉米淀粉的黏度达到预测要求,又要保持较低的成本,就要考虑多种淀粉配合,本文选择比玉米淀粉黏度高很多的绿豆淀粉、马铃薯淀粉和木薯淀粉来进行复配,如预提高玉米淀粉峰值黏度在 6000cP 左右,利用我们建立的多元线性回归方程,理论上可以推出 3 种复配比例,利用 RVA 快速黏度仪对这三种比例进行检测,玉米淀粉占 40%,绿豆淀粉占 20%,马铃薯淀粉占 10%,木薯淀粉占 30% 这个复配比例,峰值黏度为 6111cP,在理论上这个粘度相对允许误差最小,同时生产成本最低,经综合考虑最终本实验选择这个复配比例。

2.3 复配淀粉的理化性质研究

2.3.1 复配淀粉的溶解度和膨胀力的测定 测定复配淀粉(玉米淀粉占 40%,绿豆淀粉占 20%,马铃薯淀粉占 10%,木薯淀粉占 30%,峰值黏度为 6111cP,下同)的溶解度和膨胀力,同时与玉米淀粉的溶解度和膨胀力作以比较,所得结果见图 1 和图 2。

由结果可见,复配淀粉的溶解度随温度的升高先增加后降低,膨胀力随着温度的上升而增大,复配淀粉的溶解度和膨胀力均高于玉米淀粉,说明复配

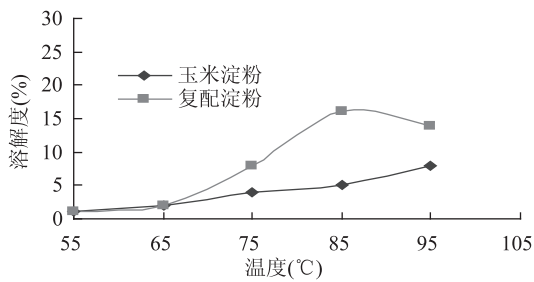


图1 不同温度下淀粉的溶解度曲线

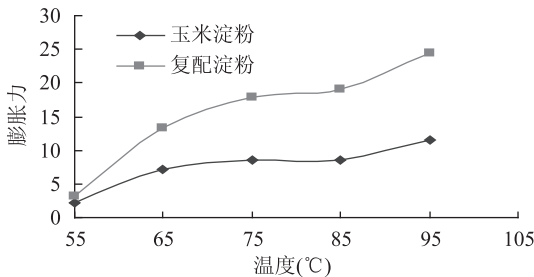


图2 不同温度下淀粉的膨胀力曲线

淀粉易溶解吸水膨胀,糊化起始温度低。

2.3.2 复配淀粉糊特性的研究

2.3.2.1 复配淀粉糊 RVA 黏度特征曲线 从表 2 和图 3 中得出,复配淀粉的峰值黏度比玉米淀粉高很多,但是破损值也比玉米淀粉高很多,说明复配淀粉的热稳定性比玉米淀粉差,回生值低于玉米淀粉,说明抗老化能力比玉米淀粉强。

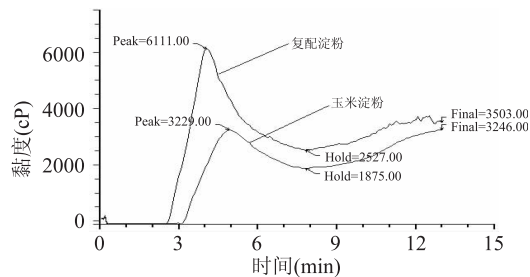


图3 不同淀粉的 RVA 黏度曲线

2.3.2.2 复配淀粉糊的抗剪切稳定性 从表 3 中可知,随着转速的增加,复配淀粉糊的峰值黏度和终值黏度均呈下降的趋势,但热稳定性和抗老化性能逐渐增强,起始糊化时间缩短,起始糊化温度降低。

2.3.2.3 复配淀粉糊的透明度 分别称取一定量的复配淀粉、玉米淀粉,配成一定浓度的淀粉乳,用分

光光度计测定糊的透明度,所得结果见表 4。

表 4 淀粉糊的透明度

淀粉种类	透光率(%)
复配淀粉	15.3
玉米淀粉	4.0

从表 4 中可以看出,复配淀粉糊比玉米淀粉糊的透光率高,说明复配淀粉糊的透明度就比玉米淀粉糊好,也就是说复配淀粉糊与水结合能力强,不易老化。

2.3.2.4 复配淀粉糊的冻融稳定性 将复配淀粉、玉米淀粉配制成一定浓度的淀粉乳,放在冰箱中进行冷冻,然后解冻,计算其析水率,所得结果见表 5。

表 5 淀粉糊的冻融稳定性

淀粉种类	析水率(%)
玉米淀粉	66
复配淀粉	58

从表 5 得知,复配淀粉糊的析水率比玉米淀粉的低,说明复配淀粉的冻融稳定性好。

2.3.2.5 复配淀粉糊的凝沉性 凝沉性越强的淀粉越易回生,从图 4 可知,复配淀粉糊的凝沉性较弱,所以较不易回生,静置时间大于 24h 时,复配淀粉糊的凝沉性趋于稳定。

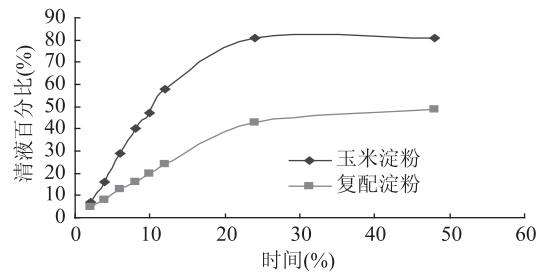


图4 淀粉糊的凝沉性

3 讨论

天然淀粉种类很多,各自的理化性质也有较大差异,按一定比例复配可使复配后的淀粉具有新的理化性质,淀粉糊粘度是淀粉性质的重要指标,通过本研究说明,两种不同粘度的淀粉相混合,复配后的淀粉粘度并不是介于二者之间,而是偏高于二者的平均粘度,即高粘度淀粉具有较高的权重,也就是说可以用少量的高粘度淀粉提高低粘度淀粉的粘度。通过建立多元线性回归方程可以得到多种已知性质

表 2 不同淀粉的 RVA 黏度曲线特征

淀粉种类	峰值黏度 (cP)	谷值黏度 (cP)	破损值 (cP)	终值黏度 (cP)	回生值 (cP)	起始糊化时间 (min)	起始糊化温度 (°C)
复配淀粉	6111	2527	3584	3503	976	4.07	67.9
玉米淀粉	3229	1875	1354	3246	1371	4.93	73.35

表 3 不同的剪切力条件下复配淀粉糊 RVA 黏度曲线特征值

转速 (r/min)	峰值黏度 (cP)	谷值黏度 (cP)	破损值 (cP)	终值黏度 (cP)	回生值 (cP)	起始糊化时间 (min)	起始糊化温度 (°C)
160	6111	2527	3584	3503	976	4.07	67.9
320	3458	1625	1833	1938	313	3.73	67.2
480	2384	1085	1299	1399	314	3.47	66.25
640	1809	779	1030	1140	361	3.4	65.35
800	1332	596	736	1116	520	3.2	65.25

(下转第 131 页)

才能对乳化作用做出贡献,蛋白质的乳化能力与溶解度呈正相关^[9];另一方面,蛋白质具有较大的体积和折叠性,分子相对是僵硬的,在油水界面上吸附时,疏水性残基和亲水性残基具有固定的分布模式,因而蛋白质在界面吸附时有必然取向^[5]。蛋白质经蛋白酶水解后,分子量变小,在油水界面吸附时应更有利于取向。其实,一般来说,低分子量的表面活性剂,例如卵磷脂,由于它们的亲水和疏水部分在末端,且各占一半,这样的构象使它们在界面吸附时,取向已不是主要问题。与蛋白质相比,蛋白质水解液的乳化性更接近小分子量的表面活性剂,因而其乳化性比未水解的蛋白要好。

蛋白质或其水解物在界面的稳定作用决定于它在界面形成膜的机械强度。由表6可知,不同加酶量条件下水解液的乳化稳定性都较未水解的玉米浸泡水蛋白溶液的乳化稳定性差,且水解液的乳化稳定性随水解时间的变化较小。乳化稳定性变差可能是由于蛋白质经蛋白酶水解后,肽链长度变短,亲水基团增加,吸附到油水界面上的总体蛋白质数量稍有减少,界面膜厚度减少,界面膜强度下降,从而导致乳化稳定性降低。李秀凉^[10]在研究酶水解对芝麻蛋白功能性质的影响时也发现,芝麻蛋白的水解液的乳化稳定性低于未水解的芝麻蛋白,且在5%、8%、10%和20%的不同水解度范围内,随水解度的增加,水解液的乳化稳定性呈下降的趋势^[7]。

3 结论

玉米浸泡水蛋白水解液的溶解性和粘度受水解条件的影响不大。不同加酶量条件下水解液的起泡性和泡沫稳定性随水解时间增加呈总体增加的趋势,加酶量0.54% (w/w 底物)时,水解液的起泡性和泡沫稳定性都明显高于其它加酶量,两物性最好的水解条件为:加酶量0.54% (w/w 底物),水解90min。不同加酶量下水解液的乳化性随水解时间的增加呈总体增加的趋势,加酶量高的水解液总是高于加酶量低的水解液的乳化性,乳化性最好的水解条件为:

(上接第127页)

淀粉复配的配合比例,这为变性淀粉的制备找到了便捷、经济、安全的新途径。

除淀粉糊粘度指标外,复配淀粉的其他性质也发生相应改变,这些变化的规律受很多因素的影响,用数学模型很难预测,所以,在掌握复配淀粉粘度变化的基础上,还应根据应用需要适当调整复配比例。

4 结论

4.1 本项研究建立的复配淀粉峰值粘度多元线性回归方程经过验证是可行的,可以利用多种已知粘度的淀粉配制出预测粘度的复配淀粉,这为变性淀粉的制备找到了便捷、经济、安全的新途径。

4.2 选择玉米淀粉占40%,绿豆淀粉占20%,马铃薯淀粉占10%,木薯淀粉占30%这个复配比例,得到的复配淀粉的峰值黏度为6111cP,复配淀粉的溶解度和膨胀力都比纯玉米淀粉好。

4.3 复配淀粉的峰值黏度比玉米淀粉粘度高,糊的透明度比玉米淀粉的高,冻融稳定性好,抗老化性程度增强,不易凝沉;但淀粉糊热稳定下降。

加酶量0.81% (w/w 底物),水解60min。研究还发现,玉米浸泡水蛋白水解后还会产生具有抗氧化活性的多肽类物质。在食品加工领域,玉米浸泡水蛋白水解液可以作为食品的添加剂或者加工玉米蛋白饮料,不仅可以满足人们对蛋白营养消费的需求,还可以将玉米浸泡水蛋白变废为宝,充分利用玉米浸泡水蛋白资源,其开发利用前景十分可观^[11]。

参考文献

- [1] 秦先魁,刘启觉.浅谈玉米的综合利用与开发[J].粮食与饲料工业,2000(10):46-47.
- [2] Surówka K, Zmudziński D. Functional properties modification of extruded soy protein concentrates using neutrase [J]. Czech J Food Sci, 2004, 22(5): 163-174.
- [3] Morr CV. Composition, physicochemical and functional properties of reference whey protein concentrates [J]. J Food Sci, 1985, 50: 1406-1412.
- [4] Pearce KN, Kinsella JE. Emulsifying properties of proteins: evaluation of a turbidimetric technique [J]. J Adric Food Chem, 1978, 26(3): 716-723.
- [5] Kalil SJ, Maugeri F, Rodrigues MI. Response surface analysis and simulation as a tool for bioprocess design [M]. Kang JH, Lee MK, Process, 2000, 35: 539-550.
- [6] 江波,杨瑞金,卢蓉蓉.食品化学[M].北京:化学工业出版社,2005:170.
- [7] 阚建全.食品化学[M].北京:中国农业大学出版社,2002:176-181.
- [8] 王璋,许时婴,汤坚.食品化学[M].北京:中国轻工业出版社,1999:158.
- [9] 刁静静,刁新平,孔保华,等.骨蛋白水解物功能性质的研究[J].肉类研究,2008,109(3):21-24.
- [10] 李秀凉,王璋.酶解对芝麻蛋白功能性质的影响[J].黑龙江大学自然科学学报,2005,22(1):130-133,137.
- [11] 李迪,刘晓兰,郑喜群,等.pH对膨化玉米蛋白酶解产物功能性质的影响[J].食品工业科技,2007,28(8):123-125.

参考文献

- [1] 安维默.用Excel管理和分析数据[M].北京:人民邮电出版社,2003:254-256.
- [2] 孙文生,吕杰.统计学[M].北京:中国农业大学出版社,2004:324-327.
- [3] 二国二郎编.王徽青,高寿清等译.淀粉科学手册[M].北京:轻工业出版社,1990:306-315.
- [4] 凌家利.快速黏度分析仪及其应用[J].粮油食品科技,2002:35-38.
- [5] 卞希良,邹应龙.淀粉糊凝沉特性的研究[J].粮油食品科技,2005,13(6):46-48.
- [6] 洪雁,顾正彪,兆丰.蜡质玉米淀粉的性质及其在食品加工中的应用[J].中国粮油学报,2005,20(3):30-34.
- [7] 杜先锋,许时婴,王璋.淀粉糊的透明度及其影响因素的研究[J].农业工程学报,2002,18(1):129-131.
- [8] 高群玉,吴磊,刘垚.甘薯淀粉糊性质的研究[J].食品工业科技,2008,29(8):153-155.