羟丙基二淀粉磷酸酯在珍珠粒中的应用研究

田颖，徐海娟
（苏州高峰淀粉科技有限公司，江苏苏州 215168）

摘要：本文研究了羟丙基二淀粉磷酸酯的糊化温度、粘度、灰分及取代度等理化指标对珍珠粒的弹性、透明度、咀嚼性、储存稳定性及复水性的影响，为其在珍珠粒中的应用提供了一定的参考依据。

关键词：羟丙基二淀粉磷酸酯；珍珠粒；应用；质构

文章篇号：1673-9078(2013)2-372-375

Application of Hydroxy Propyl Distarch Phosphate in Pearl Ball

TIAN Ying, XU Hai-Juan
(Suzhou GaoFeng Starch Technology Co., Ltd, Suzhou 215168, China)

Abstract: The relationship between gelatinization temperature, viscosity, D.S., ash content of hydroxyl propyl distarch phosphate with elastic, transparency, texture, storage stability and water retention of pearl ball were researched.

Key words: hydroxyl propyl distarch phosphate; peal ball; application; texture

珍珠粒起源于台湾，是奶茶中的一种新型食品配料，由于其主要以淀粉为主并辅以麦芽糖浆及少量的稳定剂等成分，经蒸煮熟化后外观如玛瑙般圆润透明，入口咀嚼弹性十足，而深受广大青少年消费者的喜爱。

该珍珠粒中使用的淀粉系以普通淀粉为原料经环氧丙烷醚化，再经三偏磷酸钠交联而获得的一类变性淀粉，其化学名称为羟丙基二淀粉磷酸酯。根据GB2760-2011《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》中规定，羟丙基二淀粉磷酸酯可作为食品添加剂中的增稠剂，广泛应用于各类加工食品中，并可根据食品的加工要求按生产适量添加。羟丙基二淀粉磷酸酯具有耐机械加工、耐高温、透明度高、抗老化稳定性好等特点，应用于珍珠粒中具有如下几方面的功能：首先是使珍珠粒具有良好的粘韧性和透明度，赋予珍珠粒十足的弹性和咀嚼口感，外观光泽透明；其次是提升珍珠粒的复水性，满足冲泡即食的要求；再者是防止珍珠粒在储存过程中的老化回升，延长保质期。

羟丙基二淀粉磷酸酯；苏州高峰淀粉科技有限公司；稳定剂，北京佳天汇生物科技发展有限公司；麦

1 材料与方法

1.1 原料

芽糖浆苏州高峰糖业有限公司；焦糖色素。

1.2 主要仪器设备

收稿日期：2012-09-27

作者简介：田颖，女，硕士，高级工程师，研究方向为淀粉及淀粉衍生物的开发及食品应用

BRABENDER 粘度计、TA.XT plus 质构仪、UV765 分光光度计、WP70 捏合机、B5 混合器、恒温水浴锅、天平、温度计

1.3 试验方法

1.3.1 羟丙基二淀粉磷酸酯粘度的测定

配制一定浓度的淀粉乳 500 g，放入 Brabender 粘度计中，设定测试程序为温度以 1.5 ℃/min 的速度从 35 ℃升温至 95 ℃，并于 95 ℃保持 30 min，记录粘度随温度变化曲线。

1.3.2 羟丙基二淀粉磷酸酯取代度的测定

称取一定量羟丙基二淀粉磷酸酯加入一定量的 0.5 mol/L 硫酸，沸水浴中加热至完全溶解，冷至室温后定容。吸取 1.0 mL 此溶液于 25 mL 具塞比色管中，加入浓硫酸、3%茚三酮于 25 ℃水浴中 100 min 显色反应，然后用浓硫酸稀释至刻度。静置 5 min，用分光光度计 1 cm 比色皿于 595 nm 处测定吸光度，对比标准曲线计算取代度。

1.3.3 羟丙基二淀粉磷酸酯灰分的测定

将一定量的样品在电炉上碳化至无烟，然后转移至灰化炉中，于 900 ℃±25 ℃下灼烧 90 min，降温至 200 ℃后转移至干燥器中冷却至室温后再次称重，计算灰分。

1.3.4 珍珠粒的制作方法

将一定量的麦芽糖浆、焦糖色素、稳定剂与一定温度的热水混合均匀后加入定量的羟丙基二淀粉磷酸酯中，启动捏合机将全部物料混合均匀；将混合好的物料装入造粒机中造粒；然后将珍珠粒放入沸水中煮

20 秒后捞出放入蒸锅中蒸熟；冷却后包装；包装后放入灭菌锅中灭菌；灭菌后的珍珠粒即为成品备用。

1.3.5 质构仪测定方法

取制作好的珍珠粒，选择质构仪测试模式，采用 NoP/25 探头，测试速度 2 mm/s，压缩形变程度 50%，触发力 5 g，停留时间 5 s，测试温度 25 ℃，对珍珠粒的硬度、粘性、弹性、咀嚼性和恢复性五方面进行综合的质构检测。

1.3.6 珍珠粒透明度的测定

按珍珠粒制作方法中各组分的配比将羟丙基二淀粉磷酸酯、焦糖色素、稳定剂及麦芽糖浆混合均匀，称取一定量的混合配料加水配制成 2%的乳液，加热糊化后，沸水裕中保温 15 min，保持糊液体积不变，冷却至 25℃，用分光光度计 1 cm 比色皿在 625 nm 波长下，以蒸馏水为空白，测定糊液的透光率。

1.3.7 珍珠粒储存实验

取若干经过一定时间储存的珍珠粒，加入 200 mL 85 ℃热水，计时 3 min，取出珍珠粒，冷却至室温，选择质构仪测试模式，采用 NoP/25 探头，测试速度 2 mm/s，压缩形变程度 50%，触发力 5 g，停留时间 5 s，测试温度 25 ℃，对珍珠粒的硬度、粘性、弹性、咀嚼性和恢复性五方面进行综合的质构检测。

2 结果与讨论

2.1 羟丙基二淀粉磷酸酯粘度及糊化温度对珍珠粒制作中用水量的影响

考虑到食品加工的剪切泵送、酸性条件及高温蒸煮或杀菌以及食品安全的法规规范，以木薯淀粉为原料的羟丙基二淀粉磷酸酯在作为增稠剂使用时，通常选择粘度适中，糊化温度不超过 62 ℃，取代度低于 0.2%，灰分小于 1%的产品。

本文将以上述规格范围的羟丙基二淀粉磷酸酯为主要实验对象，结合珍珠粒生产工艺的特点，在满足珍珠粒制作过程中的工艺要求前提下，探讨其对珍珠粒工艺及品质的影响。

在珍珠粒的制作过程中和团是重要工序，所谓和团就是将全部配料与一定温度的热水在捏合机中混合均匀。和团时的水温、加水量及搅拌时间直接影响珍珠粒的外观品质及口感，尤以用水量为重要。因此我们首先探讨并确定和团的工艺参数。

在珍珠粒的和团工序中，需将配料预熟化成型，以确保后续工艺中的造粒和蒸煮得以顺利进行。而在珍珠粒的配料中 90%以上是淀粉，因此，淀粉的糊化温度直接影响混料用水的温度。一般来讲水温应略高于淀粉的糊化温度,这样既保证粉团有一定的粘结力，同时又不会过度糊化而影响造粒；其次，合适的水量亦能确保粉团表面光滑并具有良好的形状，水量过多粉团偏软，水量过少则粉团发散成型不佳，均无法造出圆润光滑的珍珠粒。

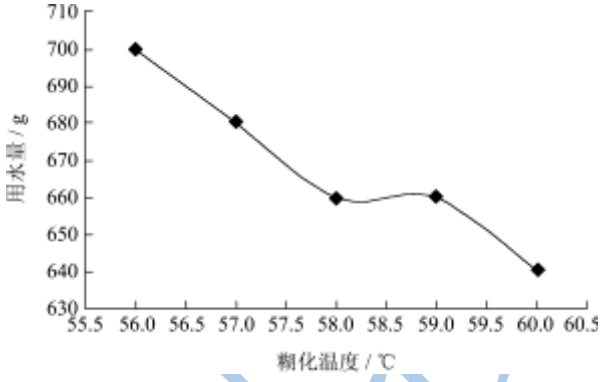


图 1 羟丙基二淀粉磷酸酯糊化温度与用水量关系曲线图

Fig.1 Relation between gelatinization temperature of hydroxyl propyl distarch phosphate and amount of water used in peal ball

图 1 显示了羟丙基二淀粉磷酸酯的糊化温度与用水量的关系，由图中的变化可知，羟丙基二淀粉磷酸酯的糊化温度升高，珍珠粒和团时的用水量应适当减少，用水量减少势必会影响珍珠粒的出品率，间接导致生产成本增加。同时，如前所述，珍珠粒和团水温应略高于淀粉的糊化温度，羟丙基二淀粉磷酸酯糊化温度升高，亦会使和团时的水温升高，能耗增加。此外，实验发现若糊化温度过低，用水量虽高于高糊化温度的淀粉，但制作的粉团达到最佳成型效果时表面略显毛躁。因此，用于珍珠粒生产的最适羟丙基二淀粉磷酸酯的糊化温度应控制在一定范围内。

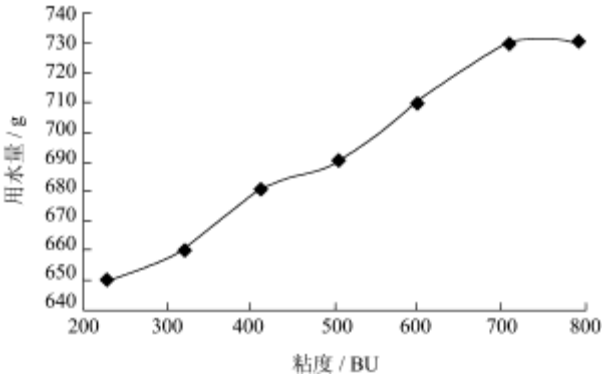


图 2 羟丙基二淀粉磷酸酯粘度与用水量关系曲线图

Fig.2 Relation between viscosity of hydroxyl propyl distarch phosphate and amount of water used in peal ball

图 2 显示了羟丙基二淀粉磷酸酯的粘度与用水量的关系，由图中的变化可知，羟丙基二淀粉磷酸酯粘度升高，珍珠粒和团的用水量需增加，这是因为羟丙基二淀粉磷酸酯在高于其糊化温度的水温作用下开始糊化，并充分吸水膨胀，淀粉粘度高则吸水量大，

若水量不足则淀粉吸水不够，粉团松散成型不佳，增加水量随可成型，但粉团偏软表面毛躁。因此用于珍珠粒生产的羟丙基二淀粉磷酸酯粘度应适中。反之，羟丙基二淀粉磷酸酯粘度过低，粉团成型后会偏硬。此外，不同粘度的羟丙基二淀粉磷酸酯还会影响到成品珍珠粒的口感及复水性，将在文章后面阐述。

2.2 羟丙基二淀粉磷酸酯取代度对珍珠粒透明度的影响

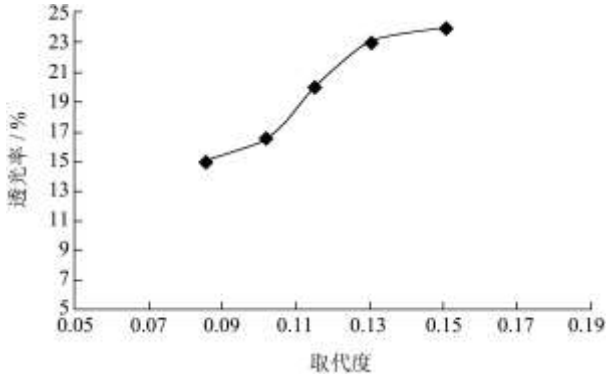


图 3 羟丙基二淀粉磷酸酯取代度与珍珠粒透明度的关系图

Fig.3 D.S. of hydroxyl propyl distarch phosphate effect on transparency of pearl ball in milk tea

图 3 显示了羟丙基二淀粉磷酸酯取代度与成品珍珠粒透明度的关系，由此可知，粘度与糊化温度相近的条件下高取代度的羟丙基二淀粉磷酸酯生产的珍珠粒具有较高的透明度。

2.3 羟丙基二淀粉磷酸酯粘度对珍珠粒的影响

表 1 羟丙基二淀粉磷酸酯粘度对珍珠粒质构的影响

Table 1 Effect of viscosity of hydroxyl propyl distarch phosphate on texture of pearl ball in milk tea

粘度/BU	硬度/g	粘性/g	弹性	咀嚼性/g	恢复性
200	296.187	0.937	0.992	235.336	0.668
300	266.000	0.964	1.081	278.797	0.686
400	240.359	0.970	1.001	232.540	0.672
500	221.356	0.952	1.056	212.478	0.675
600	204.284	0.958	0.998	195.716	0.603
700	186.432	0.981	0.991	181.273	0.592
800	168.621	0.985	0.993	168.934	0.591

表 1 显示了不同粘度的羟丙基二淀粉磷酸酯制作的珍珠粒质构分析数据，从中可以看出随着淀粉粘度的升高，珍珠粒弹性呈先升后降的趋势，而咀嚼性呈下降趋势。由此可以得知淀粉粘度升高，珍珠粒口感偏粘，咀嚼性差。因此制作珍珠粒的淀粉粘度应控制在 300-500BU 为佳。

2.4 羟丙基二淀粉磷酸酯取代度对珍珠粒的影响

表 2 显示了不同取代度的羟丙基二淀粉磷酸酯制作的珍珠粒质构分析数据，从中可以看出随着淀粉取代度的提高，珍珠粒弹性经历了先升后降的变化，而咀嚼性依然呈下降趋势。说明淀粉取代度提高，珍珠粒口感偏软，咀嚼性差。因此制作珍珠粒所选用的淀粉的取代度不能过高，否则影响珍珠粒的口感。推荐适宜的取代度为 0.1~0.13。

表 2 羟丙基二淀粉磷酸酯取代度对珍珠粒质构的影响

Table 2 Effect of D.S. of hydroxyl propyl distarch phosphate on texture of pearl ball in milk tea

取代度	硬度/g	粘性/g	弹性	咀嚼性/g	恢复性
0.085	269.968	0.958	1.006	268.673	0.712
0.102	257.316	0.956	1.021	258.350	0.721
0.115	248.219	0.965	1.036	241.537	0.687
0.130	241.581	0.952	1.033	228.950	0.679
0.151	236.673	0.961	1.008	231.815	0.666

2.5 羟丙基二淀粉磷酸酯灰分对珍珠粒的影响

表 3 羟丙基二淀粉磷酸酯灰分对珍珠粒质构的影响

Table 3 Effect of ash content of hydroxyl propyl distarch phosphate on texture of pearl ball in milk tea

灰分/%	硬度/g	粘性/g	弹性	咀嚼性/g	恢复性
0.2	275.713	0.969	1.011	270.633	0.683
0.3	260.012	0.963	1.009	252.721	0.678
0.5	259.336	0.974	0.946	244.236	0.684
0.8	251.051	0.962	1	241.981	0.697
1	247.532	0.966	0.931	238.585	0.692

表 3 显示了不同灰分的羟丙基二淀粉磷酸酯制作的珍珠粒质构分析数据，从中可以看出淀粉洗涤不充分，淀粉灰分偏高，主要影响珍珠粒的咀嚼性，对淀粉弹性影响不明显。

2.6 羟丙基二淀粉磷酸酯粘度、取代度和灰分对珍珠粒储存稳定性的影响

表 4 羟丙基二淀粉磷酸酯粘度对珍珠粒储存过程中质构的影响

Table 4 Effect of viscosity of hydroxyl propyl distarch phosphate on texture of pearl ball in milk tea during storage

粘度/BU	硬度/g	粘性/g	弹性	咀嚼性/g	恢复性
200	299.018	0.935	0.981	230.326	0.662
300	272.212	0.960	1.076	268.434	0.676
400	251.578	0.968	1.004	229.179	0.669
500	228.314	0.949	1.038	201.806	0.668
600	209.907	0.956	0.995	186.628	0.592
700	191.085	0.975	0.997	172.257	0.589
800	173.624	0.979	0.988	161.732	0.587

表 4 显示了不同粘度的羟丙基二淀粉磷酸酯制作的珍珠粒经一定时间储存再次冲泡复水后质构分析数据，从中可以看出储存后的珍珠粒弹性和咀嚼性变化

规律与储存前基本相似。即弹性和咀嚼性好的珍珠粒经储存后再次冲泡，仍能保持优良的性能。

表 5 羟丙基二淀粉磷酸酯取代度对珍珠粒储存过程中质构的影响

Table 5 Effect of D.S. of hydroxyl propyl distarch phosphate on texture of pearl ball in milk tea during storage

取代度	硬度/g	粘性/g	弹性	咀嚼性/g	恢复性
0.085	276.322	0.951	1.016	260.114	0.701
0.102	262.911	0.962	1.025	250.563	0.718
0.115	250.276	0.958	1.028	236.733	0.695
0.130	242.088	0.950	1.030	226.278	0.680
0.151	238.152	0.956	1.012	225.307	0.671

表 5 显示了不同取代度的羟丙基二淀粉磷酸酯制作的珍珠粒经一定时间储存再次冲泡复水后质构分析数据，从中可以看出，淀粉取代度对储存前后珍珠粒口感的影响与淀粉粘度对储存前后珍珠粒口感的影响结论相同。

表 6 羟丙基二淀粉磷酸酯灰分对珍珠粒储存过程中质构的影响

Table 6 Effect of ash content of hydroxyl propyl distarch phosphate on texture of pearl ball in milk tea during storage

灰分/%	硬度/g	粘性/g	弹性	咀嚼性/g	恢复性
0.2	280.632	0.952	1.010	265.016	0.680
0.3	262.465	0.958	0.998	250.162	0.676
0.5	268.139	0.961	0.940	238.958	0.679
0.8	262.878	0.955	0.952	233.466	0.691
1.0	250.306	0.962	0.919	227.339	0.690

表 6 显示了不同灰分的羟丙基二淀粉磷酸酯制作的珍珠粒经一定时间储存再次冲泡复水后质构分析数据，从中可以看出较低灰分的淀粉制作的珍珠粒经储存复水后弹性和咀嚼性较高灰分的淀粉制作的珍珠粒好。说明低灰分的淀粉不易老化，从而使珍珠粒仍能保持良好的性能。

3 结论

通过上述羟丙基二淀粉磷酸酯粘度、糊化温度、取代度及灰分对珍珠粒和团质量的影响及不同条件下珍珠粒质构数据的分析比对可知，较低的糊化温度及中等粘度的羟丙基二淀粉磷酸酯较适合于珍珠粒的生产。在食品安全允许的条件下，高取代度低灰分的羟丙基二淀粉磷酸酯更利于珍珠粒的生产，尤其适于珍珠粒的长时间保存，具有防止珍珠粒老化，提高复水性的作用。

参考文献

[1] 张友松.变性淀粉生产与应用手册[M].中国轻工业出版社, 1999

[2] 张燕萍.变性淀粉制造与应用[M].化学工业出版社, 2001

[3] 李学红.小麦羟丙基淀粉的制备及性质研究[J].郑州粮食学院学报,2000,3:6-11

[4] 张燕萍.食用羟丙基二淀粉磷酸酯的制备及应用[J].粮食与饲料工业,1998,12:40-42

[5] 田颖.食用羟丙基二淀粉磷酸酯的特性研究[J].粮油食品科技,2005,4:23-24

[6] 李丹丹.凝胶软糖质构特性的感官评定与仪器分析研究[J].食品工业,2011,7:47-49

[7] 孙彩玲.TPA 质构分析模式在食品研究中的应用[J].实验科学与技术,2007,2:1-4