双酶法澄清莲子饮料的研制

潘思轶 吴西梅 李 健
华中农业大学食品科技系 武汉 430070

摘 要 本文研究了α-淀粉酶、糖化酶处理莲子浆，制造澄清莲子饮料的工艺，并对各工艺参数对淀粉转化率和饮料稳定性的影响进行了探讨，较好地解决了利用高淀粉含量原料制作澄清饮料的稳定性问题。实验结果表明：预煮时间 5～8 min；料水比 1∶22；糊化温度 90℃，时间 30 min；α-淀粉酶用量为 100 U/g 淀粉，处理时间 30 min；糖化酶用量为 4000 U/g 淀粉，处理时间 19 h，最佳 pH 值为 3.6，可得到澄清透明的莲子原液。

关键词 莲子 澄清饮料 α-淀粉酶 糖化酶

Abstract This paper studies the processing technology of properties clarified lotus seed juice beverage by using α-amylase and glucoamylase treating lotus seed pulp, discusses the affecting of amylolytic rate and beverage stability by technological parameter, solves a problem of properties clarified lotus juice beveage stability by using high amylum content. From the results, the conclusion can be made out that the pre—boil time is 5～8 minutes, the dextrinizing ratio of the matter to water is 1∶22, dextrinizing temperature is 90℃, dextrinizing time is 30 minutes. α-Amylase amount is 100U/g amylum, treating time is 30 minutes. Glucoamylase amount is 4000U/g amylum, treating time is 19 hours, optimum pH is 3.6.

Key words Lotus seed Properties clarified beverage α-amylase Glucoamylase

莲子自古以来就是一种高级保健食品，因含有丰富的营养成分及某些生理活性物质[6]，所以，其加工深受人们的重视。但目前，莲子的开发利用仅限于罐头、蜜饯类产品，尚未见到莲子澄清饮料的研究报道。本试验研究通过α-淀粉酶、糖化酶处理莲子浆，使莲子中淀粉尽可能转化为葡萄糖和小分子糖类，避免淀粉颗粒互相结合生成沉淀，通过淀粉转化率的计算及沉淀效应的观察，找出最佳工艺参数及酶处理的最佳作用条件，并对莲子处理前后的部分营养成分进行了测定，从而探索将高淀粉含量的原料用于澄清饮料生产的可能性。

1 材料和方法

1.1 实验材料

（1）莲子：江西产通心白莲，要求色白、无病虫害及霉变。

（2）α-淀粉酶：无锡酶制剂厂，活力单位为 2600U/g。

（3）糖化酶：连云港酶制剂厂，活力单位为 50000U/g。

（4）柠檬酸三钠：分析纯，上海试剂一厂。

1.2 实验器材

（1）打浆机：DS—1 型高速组织捣碎机，上海标本模型厂制。

（2）抽滤机：南京真空泵厂。

（3）电热恒温水浴锅：江苏国华仪器厂。

（4）紫外—可见分光光度计：UV—120—02，simadzu，Kyoto，Japan.

（5）氨基酸自动分析仪：日立 835—50 型氨基酸自动分析仪。

（6）原子吸收分光光度计：岛津 AA—630 型。

1.3 实验方法

1.3.1 工艺流程

原料清洗→浸泡→预煮→打浆→糊化→α-淀粉酶处理→糖化酶处理→杀酶→过滤→调配→装瓶封口→杀菌→冷却→成品

1.3.2 操作要点

（1）原料前处理：选择适宜的莲子按料水比 1∶4 浸泡 10～12 h，浸泡后的莲子于 95～98℃水中预煮，使莲子软化，再行打浆，最后加水糊化。研究预煮时间、糊化料水比及糊化时间对淀粉转化率的影响。

（2）液化处理：用柠檬酸、柠檬酸钠配成 pH6 的缓冲液，按莲子浆体积 1/4 加入，将 α-淀粉酶用少量缓冲液溶解后，加入莲子浆中，于 70℃进行液化。探索液化时间及 α-淀粉酶的最适宜用量。

（3）糖化处理：加入莲子浆体积 1/4 的 pH3.6 缓冲液，并将糖化酶用少量缓冲液溶解后加入，于 55～60℃糖化。找出最佳的糖化酶用量、作用时间及作用 pH 值。

（4）调配：取处理后的莲子浆滤液 500 ml，加入经过滤的含 40 g 白砂糖的糖水液 200 ml，最后加入 1g 菊花浸提液 150 ml，最后用莲子液定容至 1000 ml。

1.4 测定方法

（1）淀粉转化率：DNS 比色法。在 520 nm 处比色，通过测定酶解液中还原糖的含量，计算淀粉转化率[5]。

（2）可溶性固形物：手持测糖仪。

（3）总糖：铁氰化钾滴定法[4]。

（4）蛋白质：凯氏定氮法[4]。

（5）氨基酸：氨基酸自动分析仪。

（6）微量元素及无机盐：原子吸收分光光度法。

2 结果与分析

2.1 淀粉转化率与澄清莲子饮料稳定性关系

酶处理后的莲子浆液经过滤后，仍有一些微小的淀粉颗粒存在于滤液中，放置一段时间后，淀粉中的直链淀粉以氢键相互键合在一起，形成较大的颗粒。当颗粒体积增大到一定程度，就沉淀下来，产生凝沉现象。凝沉淀粉为晶格结构，不溶于水，从而使饮料变浑浊。因此，只有提高淀粉转化率，减少滤液中淀粉量，才能避免浑浊现象的产生[2]。实验结果见表 1。

表 1 淀粉转化率与饮料稳定性的关系

淀粉转化率(%)	40	50	60	70	80	90	C.K
稳定时间(天)	2	4	8	11	20	360	1

由表 1 可知：当淀粉转化率达到 90%时，莲子饮料在保质期内呈澄清透明，稳定性良好。

2.2 原料前处理条件对淀粉转化率的影响

原料前处理条件影响到酶处理时淀粉转化率，本试验对预煮时间、糊化料水比及糊化时间对淀粉转化率的影响进行了研究，试验结果如表 2、表 3、表 4 所示。

表 2 预煮时间对淀粉转化率的影响

预煮时间(分)	5	10	20	30	40	50	C.K
淀粉转化率(%)	60.93	60.88	60.80	59.34	53.19	52.91	53.05

注：α-淀粉酶用量为 60U/g 淀粉，作用时间为 1h；糖化酶用量为 3000U/g 淀粉，作用时间为 17h。

从表 2 可以看出，预煮时间越短，淀粉转化率越高。但是，预煮时间过短，又达不到软化莲子的目的，造成打浆困难。因此，综合考虑各种因素，预煮时间选择 5～8 min 为宜。

表 3 糊化料水比对淀粉转化率的影响

料水比	1∶55	1∶36	1∶27	1∶22	1∶18	1∶16
淀粉含量(%)	2	3	4	5	6	6.5
淀粉转率(%)	60.75	63.44	70.67	85.86	84.67	83.85

注：α-淀粉酶用量为 100U/g 淀粉，作用时间为 1h；糖化酶用量为 3000U/g 淀粉，作用时间为 13h。

由表 3 可知：随着料水比的逐渐增大，淀粉转化率逐渐升高，但超过 1∶22 时，淀粉转化率反而下降。因此，料水比 1∶22 是较为适宜的。

表 4 糊化时间对淀粉转化率的影响

糊化时间（分）	15	30	45	60
淀粉转化率（%）	70.89	81.56	80.86	80.34

注：糊化温度 90℃，α-淀粉酶用量为 80U/g 淀粉，作用时间为 1h；糖化酶用量为 3000U/g 淀粉，作用时间为 16h。

由表 4 可知：糊化时间以 30 min 为宜。

2.3 液化条件试验

本试验采用的淀粉酶最适作用温度 70℃，最适 pH 值 6.0。在此条件下，对莲子浆液化过程中 α-淀粉酶用量及处理时间进行了正交试验，其试验结果及方差分析如表 5、表 6 所示。

表 5 液化条件正交试验结果 L9 (3^4)

列号	A 酶处理时间 (min)	B 酶用量 (U/g 淀粉)	淀粉转化率(%)	(y−6P)修正值
1	10	50	71.74	11.74
2	10	100	81.41	21.41
3	10	150	65.62	5.62
4	20	50	75.75	15.75
5	20	100	73.52	13.52
6	20	150	69.31	9.31
7	30	50	69.05	9.05
8	30	100	79.51	19.51
9	30	150	72.72	12.72
$\bar{k}_1$	12.93	12.18		
$\bar{k}_2$	12.86	18.15	T=118.63	
$\bar{k}_3$	13.76	9.22		
R	0.9	8.93		

表 6 方差分析表

因子	s	f	$\bar{s}$	F	显著性	F 临界
B	24.12	2	12.06	24.71	*	$F_{0.05}(2,2)=19.00$
e	2.93	2	0.488			$F_{0.01}(2.2)=99.00$

极差分析结果表明，对淀粉转化率影响最大的是 B 因素，其次是 A 因素，最佳组合为 A_3B_2。方差分析结果表明，B 因素影响显著 ($p<0.05$)，A 因素影响不显著，最佳组合为 A_3B_2，即 α-淀粉酶用量为 100 U/g 淀粉，处理时间为 30 min，这和极差分析结果相一致。

2.4 糖化条件试验

实验采用的糖化酶最适温度为 55～60℃，在此温度条件下，对糖化酶用量及处理时间进行了试验研究，并对糖化酶用量、pH 值和处理时间进行正交试验，以寻求最佳作用条件，试验结果见图 1、图 2 及表 7、表 8 所示。

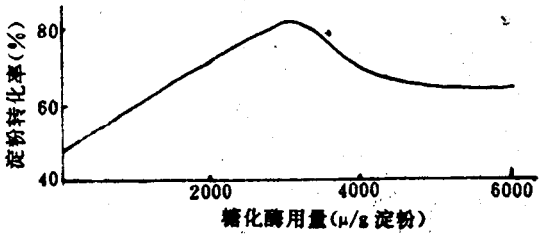

图 1 糖化酶用量对淀粉转化率的影响

由图 1 可知：在一定范围内，提高糖化酶用量，淀粉转化率提高。但糖化酶用量过大，淀粉转化率反而降低。糖化酶以选用 3000 U/g 淀粉为宜。

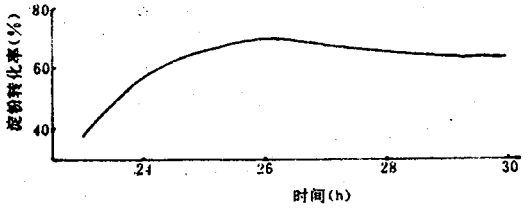

图 2 糖化时间对淀粉转化率的影响

由图 2 可知：糖化酶作用时间为 26 h 时，淀粉转化率最高。

极差分析结果表明：3 因素中对淀粉转化率影响最大的是糖化酶作用时间，其次糖化酶用量，pH 值影响不大，最佳组合是 $A_6B_8C_3$。

方差分析结果表明：糖化酶作用时间影响显著 ($p<0.05$)，其余两个因素影响均不显著，最佳组合为 $A_6B_8C_3$，这和极差分析结果相一致。综合考虑成品色泽及风味，C 因素以选择 C_1 为宜。因此，糖化酶作用条件以酶用量 400 U/g 淀粉、pH3.6、作用时间 19 h 为宜。

2.5 加工过程中主要营养成分的变化

对加工中蛋白质、氨基酸及部分矿质元素的保存率以及在成品中的含量进行了检测分析，其结果见表 9。

由表 9 可知：蛋白质平均得率为 66.01%，氨基酸的平均得率为 62.72%，矿物质平均得率为 93.45%。

莲子饮料中含有 8 种人体必需氨基酸（其中组氨酸为婴儿必需氨基酸，色氨酸未检测），

表 7 糖化条件正交试验结果

列号 NO.	A 时间 (h)	B 酶量 (U/g 淀粉)	C pH	D 空列	淀粉转化率 (%)	(y−6p) 修正值
1	9	500	3.6	2	69.25	0.25
2	9	2500	4.2	3	73.70	4.70
3	9	4500	5.0	1	77.78	8.78
4	11	500	3.6	3	69.62	0.62
5	11	2500	4.2	1	74.07	5.07
6	11	4500	5.0	2	87.44	18.44
7	13	1000	4.2	1	79.64	10.64
8	13	3000	5.0	2	88.92	19.92
9	13	3500	3.6	3	75.19	6.19
10	15	1500	5.0	2	75.56	6.56
11	15	2000	3.6	3	69.99	0.99
12	15	4000	4.2	1	78.53	9.53
13	17	1000	4.2	3	88.18	19.18
14	17	3000	5.0	1	89.64	20.64
15	17	3500	3.6	2	94.90	35.90
16	19	1500	5.0	2	94.45	35.45
17	19	2000	3.6	3	93.27	34.27
18	19	4000	4.2	1	94.70	35.70
$\overline{k_1}$	4.58	0.44	25.74			
$\overline{k_2}$	8.04	14.91	28.27			
$\overline{k_3}$	11.92	20.51	36.26			
$\overline{k_4}$	5.36	17.63				
$\overline{k_5}$	25.24	4.89			T=270.83	
$\overline{k_6}$	35.14	20.28			CT=4074.94	
$\overline{k_7}$		20.55				
$\overline{k_8}$		22.62				
$\overline{k_9}$		13.61				
R	30.56	22.18	10.52			

表 8 方差分析表

因子	S	f	s	F	显著性	F 临界
A	2309.82	5	461.80	6.55	*	$F_{0.05}(5.2)=5.79$
B	940.42	8	117.55	1.67		$F_{0.05}(8.2)=4.46$
e(inclase c)	282.19	2	70.55			

而且含有较多的 Ca、Mg 等矿质元素，是一种营养价值较高的健康饮料。

2.6 调配试验：杀酶后的酶解液经精滤后直接用于调配，对各种配料配比进行 $L_{16}(4^5)$ 正交试验。试验结果表明：酶处理液 650 ml、白砂糖 40 g、菊花 1g、pH3.6 时，配制的 1000 ml 成品风味最好。

3 讨论

3.1 酶促反应速度与反应条件

酶促反应速度与反应条件有着密切的关系，如底物浓度、酶用量、温度、时间及 pH 值等[1,8]。在最适宜的条件上，酶促反应能获得最大的反应速度。在本试验中，通过控制料水比、温度、酶添加量及 pH 值等条件，从而创造出适宜的酶活动条件。但在饮料生产中，通常是采用常温及常规 pH 条件，在此条件下，如何合理运用双酶法以获得良好的澄清液，值得作更深入的研究[3,4]。

膨化技术是一门新型食品加工技术，通过膨化使 β-淀粉转变为 α-淀粉[9]，并使淀粉体积增大，淀粉分子部分裂解。组织呈多孔性，从而使酶接触面积增大，有利于酶促反应的进行，比较一般的加热糊化更为有效。关于膨化处理的具体工艺参数有待进一步探讨。

3.2 关于成品的感官特性

澄清型软饮料要求有良好的感官特性，即色泽纯正，香味浓郁，滋味优美，组织澄清透明。莲子酶解液经精过滤后，滤液透明度好，这亦是本试验研究的一个主要试验内容。但莲子酶解液的色泽及滋气味均较特殊。莲子在酶解过程中，少量还原糖和氨基酸产生 Maillard 反应，赋予酶解滤液以浅黄色，给人以愉快的感觉。然而，莲子酶解液风味不突出，未体现出莲子特色。在整个加工过程中，如何更大程度地保存莲子的风味成分，有待进一步研究。

参考文献

1 黄文涛. 酶应用手册. 上海科学技术出版社，1989，1～16.

2 张力田. 淀粉糖. 轻工业出版社，1981，152～176.

3 周明印. 连续喷射液化双酶法水解米粉制取味精生产用葡萄糖的工艺探讨. 中国酿造，1993，(6)：30～35.

4 刘福岭. 食品物理与化学分析方法. 轻工业出版社，1987，20～23，51～54.

5 北大生物系. 生物化学实验指导. 高教出版社，

1979，9～11.
6 潘林娜. 莲子的营养价值与加工工艺. 食品工业科技，1993，(1)：29～32.
7 [英] G. G. 伯奇主编，郑寿亭、郑士民译. 酶与食品加工. 轻工业出版社，1991，95～97.
8 张树政. 酶制剂工业. 科学出版社，1984，456～484.
9 董仁威. 食品加工新技术. 四川科学技术出版社，1987，170～178.

表 9 部分营养成分在加工中的变化

营养成分	原料含量 (mg)	产品含量 (mg/100ml)	保存率 (%)	营养成分	原料含量 (mg)	成品含量 (mg/100ml)	保存率 (%)
蛋白质	0.153	0.101	66.01	甘氨酸 Gly	8.98	4.90	54.5
苏氨酸 Thr	7.06	4.13	62.5	丝氨酸 Ser	11.88	7.27	61.20
异亮氨酸 Ile	7.15	5.73	80.3	天冬氨酸 Asp	19.12	11.95	62.5
蛋氨酸 Met	5.49	3.29	59.9	丙氨酸 Ala	8.84	4.88	55.2
缬氨酸 Val	9.02	6.62	73.4	脯氨酸 Pro	6.78	3.95	58.3
苯丙氨酸 Phe	7.95	6.58	82.8	谷氨酸 Glu	40.20	25.75	64.1
亮氨酸 Leu	18.21	7.20	39.5	Fe	0.0612	0.0556	90.85
赖氨酸 Lys	9.64	6.67	69.2	Ca	4.021	3.936	97.89
组氨酸 His	4.10	2.14	52.2	Mg	8.712	8.012	92.0
精氨酸 Arg	16.08	9.29	57.8	Cu	0.0876	0.0856	97.7
酪氨酸 Tyr	5.45	3.00	55.0	Mn	0.1027	0.0912	88.8
胱氨酸 Cys	3.31	2.57	77.6				

注：原料中含量以每生产 100ml 成品所需原料中含量计。

山梨酸钾对草莓酸奶中霉菌酵母的抑制作用观察

王 翎 刘 奎 卫生部食品卫生监督检验所 100020
陈晓慰 王盛良 南京市卫生防疫站 210037

摘 要 山梨酸钾对草莓酸奶中霉菌酵母的抑制作用非常明显；相同浓度的山梨酸钾对乳酸菌有轻微影响，但在冷藏条件下能缓解乳酸菌的衰减。

关键词 山梨酸钾 草莓酸奶 霉菌和酵母

Abstract The effects of Sorbate on moulds, yeasts and lactic bacteria in strawberry yoghurts were studied. The results indicated that the sorbate could significantly inhibit the grouth of moulds and yeasts in strawberry yoghurts. The same concentration of sorbate, howerer, could affect lactic bacteria lightly. But the effect could be relaxed the decline of lactic bacteria in refrigerated condition.

Keywords Sorbate Strawberry yoghurt Moulds and yeasts