

莲藕爽汁饮料护色方法及品味调配试验研究

潘思轶 王可兴 李言郡

华中农业大学食品科技系 430070

摘要 本文就莲藕爽汁饮料加工中的褐变现象及品味调配问题研究了成熟度的影响,试验了热处理、护色剂处理、脱气处理的护色效果,以及藕粒藕汁用量、糖酸组成配比对品味调配效果。结果表明采用多种护色方法或多种护色剂护色能取得良好的护色效果,采用 15%藕粒 5%藕汁组合及与糖酸调配相结合能得到滋风味浓郁的饮料。

关键词 莲藕 褐变与护色 品味调配

Abstract the browning and flavor mixing during processing of the lotus root drink was described. The effect such as mature degree, heat treatment, discoloration prevention agent, degas treatment on color, juice and particulation of lotus root, formulation on flavor was studied.

Key words Lotus root Browning and prevention of discoloration Flavor mixing

莲藕 (*Nelumbo nucifera gaertn*) 是睡莲科莲属多年生水生宿根植物,在我国湖北、浙江、江苏等地多有栽培。莲藕营养丰富,含有蛋白质、脂肪、糖类、粗纤维、钙、磷、铁及多种维生素,尤以 V_c 含量特别多,还含有天门冬素、鞣质、酚酸、绿原酸、过氧化物酶等^[1]。

莲藕具有良好的食疗功效,其味甘,有健脾开胃、养血生肌、怯冷护肝等功效^[1]。

莲藕肉脆味甜,色白汁多,是饮料加工良好的原材料。但是,以莲藕为原料加工生产莲藕爽汁饮料时,存在易褐变及滋风味不突出等问题,严重影响产品质量。本试验对莲藕爽汁饮料加工中的护色措施及滋风味的调配优化进行了研究,旨在优选出适宜的护色方法和最佳的配料组成,以提高莲藕爽汁饮料色泽的稳定性和滋风味的适口性。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 莲藕:要求处于乳熟期(终止叶出现后的 11~15 天),肉质鲜嫩白脆,皮薄味甜,粗壮肥大,无病虫害及机械伤。品种是雪湖藕。

1.1.2 甜味料:白砂糖、蜂蜜、冰糖、蛋白糖,

均为食用级。

1.1.3 酸味料:柠檬酸、苹果酸,食用级。

1.1.4 其它辅料:环状糊精(CD)、CaCl₂、NaCl、Vc、EDTA-2Na、焦亚硫酸钠,均为食用级。

1.2 试验器材

1.2.1 榨汁机:LZ 型,靖江食机厂。

1.2.2 离心机:LD-2A,北京医用离心机厂。

1.2.3 打浆机:DS-1 型,上海标本模型厂。

1.2.4 高压蒸汽消毒器:上海医用核子仪器厂。

1.2.5 真空脱气机:ZK-82A 型,上海实验仪器厂。

1.2.6 721 分光光度计:上海第三分析仪器厂。

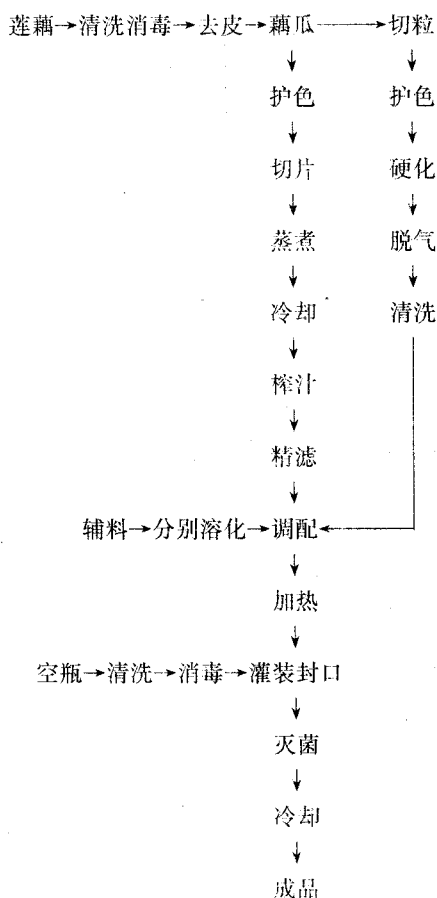
1.3 试验方法

1.3.1 莲藕爽汁饮料加工工艺流程 见下页。

1.3.2 试验内容及试验方法

1.3.2.1 探讨原料成熟度与产品色香味的关系

莲藕的成熟期即莲藕从终止叶出现到成熟约需 20 天时间。本试验将莲藕成熟期分成 4 个阶段,即从终止叶出现后的 1~5 天为第 I 阶段(初熟期),6~10 天为第 II 阶段(渐熟期),



11~15 天为第Ⅲ阶段(乳熟期), 16~20 天为第Ⅳ阶段(完熟期)。取不同成熟期的莲藕, 测定其单宁含量、多酚氧化酶活性及经打浆并放置 24 h 后过滤所得汁的褐变指数, 研究其相关性。将莲藕切成片厚 0.5 cm 的藕片, 加 1:3 的水蒸煮 15 min 后冷却, 经打浆、粗滤及精滤处理后得澄清汁, 检测不同成熟度的莲藕清汁中可溶性固形物含量, 探讨成熟度对产品滋风味的影响。

1.3.2.2 研究藕片蒸煮时间与藕汁色香味的关系

取一定量莲藕, 经清洗、去皮后切片, 片厚 0.5 cm, 然后加 3 倍水蒸煮, 蒸煮温度 100℃, 比较藕片经不同时间蒸煮 (0、5、10、15、20、25 min) 后, 其多酚氧化酶活性的变化, 测定原汁放置 3 月后的褐变指数, 探讨原汁固形物含量及品味的区别。

1.3.2.3 比较不同护色方法的护色效果

要保持莲藕爽汁饮料色泽的稳定, 须对藕

粒及调配汁进行护色处理, 以防止褐变现象产生。本试验采用两种护色方法, 即添加护色剂护色和脱气处理。经不同护色处理 3 个月后, 检测藕粒清汁及调配汁的褐变指数, 以选择适宜的护色措施。

本试验选用 7 种护色剂, 即柠檬酸、环糊精 (CD)、CaCl₂、NaCl、Vc、EDTA-2Na 及 SO₂ 等, 脱气真空度 0.05 MPa, 研究不同护色剂及不同脱气时间对护色防褐变的效果。

(1) 藕粒的护色试验

莲藕颗粒为 3×3×3 mm 正方体颗粒。首先进行护色剂及脱气处理使用效果的单因子试验, 在此基础上进行护色剂及脱气处理的正交试验, 正交试验设计见表 1。

表 1 藕粒护色处理正交试验因子水平表

水平	因素			
	CaCl ₂ (%)	EDTA-2Na (%)	Vc (%)	脱气时间 (min)
1	2	0	0	0
2	3	10 ⁻⁴	2.5	30
3	4	2×10 ⁻⁴	5	60

(2) 调配工序添加护色剂的护色试验

调配汁是含有藕粒的藕汁混合体系, 试验研究 7 种护色剂单一使用及复合使用对藕粒及藕汁的护色效果。正交试验设计见表 2。

表 2 调配工序护色处理正交试验因子水平表

水平	因子		
	Vc (%)	β-CD (%)	柠檬酸 (%)
1	0	0	0
2	5	1	1.1
3	10	2	1.5

1.3.2.4 试验灭菌条件对产品色香味的影响

选择不同的灭菌温度 (90、100、110、121℃) 及灭菌时间 (0、15、30、45 min) 进行灭菌处理, 比较不同灭菌处理时饮料品味的差异及对多酚氧化酶活性的影响, 检测放置 3 个月后的处理样调配汁及藕粒清汁的褐变指数, 以选择适宜的灭菌条件。

1.3.2.5 藕汁藕粒用量对产品品味的影响

试验比较藕汁用量 (0、2.5、5、7.5、10%) 及藕粒用量 (0、5、10、15、20%) 不同时莲

藕爽汁饮料品味的区别。

1.3.2.6 糖酸配比及组成对饮料品味的影响

试验选用4种甜味料(白砂糖、蜂蜜、冰糖及蛋白糖)、2种酸味料(柠檬酸及苹果酸),研究在其不同配比及组成时对饮料成品滋风味的影响。

表3 糖酸调配正交试验因子水平表 $L_{16}(4^5)$

水平	因 子				
	白砂糖(%)	蜂蜜(%)	冰糖(%)	苹果酸(%)	柠檬酸(%)
1	6	0.25	1.5	0.01	0.07
2	7	0.35	1.7	0.02	0.08
3	8	0.45	1.9	0.03	0.09
4	9	0.55	2.1	0.04	0.10

1.4 测定方法

1.4.1 单宁:高锰酸钾滴定法^[2]。

1.4.2 可溶性固形物:手持测糖仪测定。

1.4.3 pH值:Backman pH计。

1.4.4 多酚氧化酶活性:称10g藕样为1份,共若干份,用沸水杀死酶活,自来水强制冷却,然后将此样品加0.04 mol/L磷酸缓冲液(pH6.8)50 ml,研磨提取,以5000 r/min离心10 min,过滤,吸取滤液1 ml于试管中加4 ml 0.2%邻苯二酚,振荡,混合,于30℃保温10 min,然后于410 nm处比色,以光密度A表示多酚氧化酶的活性^[3]。

1.4.5 褐变指数:用721分光光度计,1cm比色皿,以蒸馏水为空白,在波长420 nm测定藕

样清汁的吸光度值,以吸光度值表示褐变程度。随着褐变程度增大,吸光度值增加。

1.5 品味评分方法

对产品的滋风味按3分制进行综合评分,评分标准如下:

风味浓郁,酸甜适口,味质佳,计3分;

风味不突出,酸甜较为不适,味质一般:计2分;

风味差,甜酸不适,味质差:计1分

2 结果与分析

2.1 原料成熟度与产品色泽及品味的关系

莲藕的成熟度不同时,理化组成及工艺特性均不同,产品的色泽和品味也有差异,试验结果见表4。

单宁含量及多酚氧化酶活性与莲藕褐变程度呈正相关,由表4可知:随着莲藕成熟度的增加,单宁含量逐渐降低,多酚氧化酶活性在渐熟期最高,其后不断减低,相关分析结果表明:单宁含量——褐变指数的相关系数 $r_1=0.61$,相关不显著($P_{0.05}=0.95$);多酚氧化酶活性——褐变指数的相关系数 $r_2=0.994$,极显著相关($P_{0.01}=0.99$)。这说明莲藕的褐变程度主要取决于多酚氧化酶活性的高低。

随着莲藕成熟度的提高,可溶性固形物含量逐渐上升,原汁滋风味也更加突出,综合考虑原汁特性及色泽,生产中以选择乳熟期莲藕较为适宜。

表4 莲藕成熟度与褐变的相关性及对滋风味的影响

项目	初熟	渐熟	乳熟	完熟
单宁含量(%)	0.030	0.023	0.014	0.012
多酚氧化酶活性	0.37	0.67	0.28	0.15
褐变指数	0.26	0.45	0.17	0.12
可溶性固形物含量(%)	6.9	7.7	8.7	8.6
原汁特性	风味淡,汁清,滋味差	风味较浓,汁液略淡,滋味不爽口	风味浓,汁乳白,滋味爽口突出	风味浓,汁粘稠,滋味不爽口
品味评分	1.8	2.5	3	3

2.2 藕片蒸煮时间与产品色香味的关系

蒸煮能破坏酶活,软化组织,改善风味。试验结果如表 5 所示。

表 5 蒸煮时间与褐变的相关性及对品味的影响

项目	蒸煮时间 min					
	0	5	10	15	20	25
多酚氧化酶活性	0.29	0.18	0.13	0.1	0.05	0.05
褐变指数	0.54	0.36	0.20	0.08	0.07	0.07
可溶性固形物含量 (%)	3.7	4.9	7.0	8.7	8.8	8.9
原汁特性	风味逐渐变浓; 汁液粘度逐渐增大; 滋味逐渐突出					
品味评分	1	1.5	2	3	3	3

由表 5 可知:随着蒸煮时间的增加,多酚氧化酶活性逐渐降低,褐变指数亦随之降低。相关分析结果表明:蒸煮时间——多酚氧化酶活性的相关系数 $r_3 = -0.95$,呈极显著相关 ($P_{0.01} = 0.92$);蒸煮时间——褐变指数的相关系数 $r_4 = -0.93$,亦呈极显著相关。综合考虑色、香味等因素,蒸煮时间以选择 15 min 较为适宜。

2.3 护色处理的护色效果试验

2.3.1 藕粒的护色方法试验

莲藕破碎成颗粒以后,比表面积增大,与空气的接触面积增大,短时间内即产生褐变现象。因此,要防止莲藕颗粒在灌装前及成品贮存期间产生变色现象,破碎成的藕粒需进行护色处理。本试验采用 7 种护色剂。首先试验护色剂单一使用的护色效果。结果表明:单一使用柠檬酸、NaCl、SO₂ 时,护色效果差,成品经 5~7 天贮存,藕粒即有变色现象,而且藕粒带有异味,脆度亦差;单一使用环糊精,藕粒经 3~5 h 贮放即有轻微褐变现象;单一使用 CaCl₂ 时,护色效果不明显,但藕粒脆度好,结构紧凑,不易煮烂,咀嚼性好;单一使用 Vc、EDTA-2Na 及进行脱气处理均有良好的护色效果,但亦只能维持藕粒 5~7 个月色泽的稳定。因

此,在以上试验基础上进行了 Vc、EDTA-2Na、CaCl₂ 及脱气处理的正交试验,试验结果见表 6。

由极差分析结果可知:对护色效果影响较大的是 Vc 用量,其次是脱气处理时间。EDTA-2Na 及 CaCl₂ 用量影响最小。主成分分析结果揭示了 4 个因素对护色效果的贡献率分别为 Vc 40%、CaCl₂ 10%、EDTA-2Na 20%、脱气时间 30%。

方差分析结果表明:Vc 用量及脱气处理时间对护色效果有极显著影响,EDTA-2Na 及 CaCl₂ 用量影响不显著。进一步的新复极差检验表明:藕粒最适宜的护色处理是 A₂B₂C₃D₂ 即 Vc 2.5‰、EDTA-2Na 10⁻⁶、CaCl₂ 4‰、脱气时间 30 min。

表 6 藕粒护色处理的护色效果 L₉ (3⁴)

实验号	因素				褐变指数
	护色剂		硬化剂		
	(A) Vc	(B) EDTA-2Na	(C) CaCl ₂	(D) 脱气处理时间	
1	1	1	1	1	0.536
2	1	2	2	2	0.396
3	1	3	3	3	0.334
4	2	1	2	3	0.265
5	2	2	3	1	0.359
6	2	3	1	2	0.246
7	3	1	3	2	0.247
8	3	2	1	3	0.191
9	3	3	2	1	0.300
$\overline{K_1}$	0.422	0.349	0.324	0.398	
$\overline{K_2}$	0.29	0.315	0.320	0.296	
$\overline{K_3}$	0.246	0.293	0.313	0.263	
R	0.176	0.056	0.011	0.135	

2.3.2 调配工序的护色试验

莲藕爽汁饮料调配时以采用无色无异味的护色剂进行护色较为简便可行。对 7 种护色剂进行试验,使用效果较好的护色剂是 Vc、β-CD 及柠檬酸。对 3 种护色剂进行进一步试验,结果见表 7。

表 7 调配汁护色处理正交试验

组合	因素			褐变指数
	A Vc	B β -CD	C 柠檬酸	
1	1	1	1	0.372
2	1	2	2	0.300
3	1	3	3	0.266
4	2	1	2	0.198
5	2	2	3	0.155
6	2	3	1	0.240
7	3	1	3	0.122
8	3	2	1	0.198
9	3	3	2	0.136
R	0.161	0.017	0.089	

由表 7 可知:对调配汁护色效果影响最大的是 Vc 用量,其次是柠檬酸用量及 β -CD 用量,贡献率分别为 57%、34%、和 9%。方差分析和多重比较得出调配汁的最佳护色处理组合是 $A_2B_3C_2$,即 Vc 5‰、 β -CD 2‰、柠檬酸 1.1‰。

2.4 灭菌条件对产品色香味影响试验

灭菌条件影响到产品的色香味及保质期,在保证产品实现 1 年的保质期的前提下,选择适宜的灭菌温度及灭菌时间,从而使产品滋味风味突出且色泽稳定。试验结果见表 8。

表 8 灭菌条件与产品滋味风味色泽的关系

试验号	灭菌条件		多酚氧化酶活性	褐变指数	品味评分
	温度(℃)	时间(min)			
1	CK		0.14	0.167	2
2	90	30	0.071	0.075	2.5
3	90	45	0.061	0.073	2.6
4	100	15	0.059	0.073	2.6
5	100	30	0.052	0.071	3
6	100	45	0.051	0.070	3
7	110	15	0.053	0.071	3
8	110	30	0.051	0.070	2.8
9	121	15	0.051	0.070	2.5

由表 8 可知:试验“5、6、7”3 个处理样品,酶活低,褐变指数小,品味好。从操作方便性而言,以选择 100℃、30 min 为宜。

2.5 藕汁藕粒用量与产品口味的关系

藕汁及藕粒的添加量对莲藕爽汁饮料滋味风味体现程度有直接影响。添加量过少,品味淡,单调味差;添加量过多,组织状态差,原料消耗多。因此,确定适宜的藕汁及藕粒用量对提高质量、降低消耗至为重要。试验结果见表 9 所示。

表 9 藕汁藕粒添加量对产品口味的影响

试验号	藕汁量(%)	藕粒量(%)	品味评分
1	0	0	0
2	10	0	0.5
3	0	5	1
4	5	5	1.3
5	10	5	1.5
6	0	10	2.0
7	5	10	2.3
8	10	10	2.5
9	0	15	2.7
10	2.5	15	2.9
11	5	15	3
12	10	15	3
13	0	20	3
14	10	20	3

随着藕汁藕粒添加量的增加,莲藕滋味风味渐趋明显。对表 9 数据进行相关性分析,藕汁—品味评分的相关系数 $r_1=0.8694$,相关不显著($P_{0.05}=0.9969$);藕粒—品味评分的相关系数 $r_2=0.9986$,呈极显著相关($P_{0.01}=0.9900$)。由此可知,产品品味主要取决于藕粒添加量的多少。本试验中,取藕粒量 15%、藕汁量 5%较为适宜。

2.6 糖酸配比及组成与产品口味的关系

本试验选用 4 种甜味料,即白砂糖、蜂蜜、蛋白糖和冰糖,研究在其不同配比组成时莲藕爽汁饮料口味的区别。结果表明莲藕爽汁饮料中采用白砂糖、蜂蜜及冰糖混用时甜味醇厚丰美,味爽汁凉。

柠檬酸和苹果酸配合使用时,酸感协调互补,柔和怡人。

采用 $L_{16}(4^5)$ 的正交试验对 3 种甜味料和 2 种酸味料的调配比进行探讨,以筛选味质最佳

的糖酸组成,试验结果如表 10 所示。

表 10 糖酸配比正交试验结果

处 理 号	A 白砂糖	B 蜂蜜	C 冰糖	D 柠檬酸	E 苹果酸	品味评价	品味 评分
1	1	1	1	1	1	味感过淡	2.42
2	1	2	2	2	2	味感偏淡	2.92
3	1	3	3	3	3	回味偏酸	2.49
4	1	4	4	4	4	回味过酸	2.19
5	2	1	2	3	4	味感酸涩	2.46
6	2	2	1	4	3	回味偏酸	2.46
7	2	3	4	1	2	味甜凉爽	2.17
8	2	4	3	2	1	蜜味过浓	2.14
9	3	1	3	4	2	味浓偏酸	2.90
10	3	2	4	3	1	回味过甜	2.12
11	3	3	1	2	4	甜酸适度	2.93
12	3	4	2	1	3	味浓过甜	2.36
13	4	1	4	2	3	味凉过甜	2.29
14	4	2	3	1	4	回味偏甜	2.39
15	4	3	2	4	1	回味过甜	2.24
16	4	4	1	3	2	味浓不爽	2.35
R	0.27	0.2575	0.415	0.235	0.355	T=38.83	

表 10 说明:冰糖用量对品味影响最大,其次是苹果酸用量,白砂糖、蜂蜜及柠檬酸用量的影响相对较小。对表 10 数据进行正交分析,得出品味调配最佳组合是 $A_2B_2C_2D_3E_2$,即白砂糖 7%、蜂蜜 0.35%、冰糖 1.7%、柠檬酸 0.09%、苹果酸 0.02%,饮料 pH 值为 4.3。按此组合调配的饮料酸甜适口,藕味丰厚,圆润滋美,味质怡人。

3 讨论

3.1 饮料的褐变与护色

褐变是莲藕爽汁饮料研制中需解决的问题之一。莲藕产生褐变的主要原因是莲藕组织中多酚氧化酶作用而引起的^[4,5]。

加热处理及应用抗氧化剂是钝化多酚氧化酶最常用的方法。据胡军报道:莲藕多酚氧化酶活力最适温度为 35℃,纯酶提取液 100℃水浴加热,只需 15 s,酶活力几乎完全钝化^[4]。本试验结果表明:0.5 cm 厚藕片需经 15 min 蒸煮才能达到钝化酶的目的,一方面是由于莲藕

组织致密,传热速度慢;另一方面是由于有些成分对酶蛋白的保护作用所致。

使用抗氧化剂护色在我国已有很久的历史,有关报道资料中多采用 SO_2 或 Vc,并在糖水梨罐头及苹果片等的护色上取得显著效果^[7]。但对于莲藕爽汁饮料,采用单一的抗氧化剂难以达到满意的效果,而且 SO_2 残留严重影响到饮料风味。因此,本试验采用 Vc、EDTA- $2Na$ 、CD 等复合使用,护色效果良好。

总之,对于莲藕爽汁饮料,采用单一的护色方法并不能完全抑制褐变现象的产生,只有将多种护色方法如隔氧、热处理、加抗氧化剂、调整 pH 值等同时应用于工艺处理中,并尽量缩短工艺流程、简化工艺操作、缩短工艺时间,才能保证饮料在保质期内不产生褐变现象。

3.2 关于饮料的品味

良好的莲藕爽汁饮料应藕味浓郁、酸甜适口、凉爽清纯。其品味决定于工艺措施及配方组成,即莲藕成熟度、藕片蒸煮时间、藕汁及藕粒添加量、糖酸组成与配比以及灭菌处理时间等因素。因此,要提高饮料品味,应注意以下几点:

3.2.1 选用成熟度适宜的原料。应采用适宜成熟度的莲藕,从而得到滋味浓郁的饮料。

3.2.2 热处理是提高莲藕爽汁饮料滋风味的必要措施之一。对于绝大多数果蔬,如苹果、猕猴桃、蕃茄、西瓜、黄瓜等,热处理会导致蒸煮味的产生,使产品风味劣变,因此,要减轻蒸煮味的产生,生产中需尽可能缩短加热时间。但对于莲藕爽汁饮料,适当的热处理反而会促进可溶性物质、滋味风味物质的溶出,并形成莲藕爽汁饮料的特色滋味风味。

3.2.3 调整饮料的糖酸配比及组成有助于饮料特色品味的形成。其一,当饮料的糖酸比与莲藕相近时,才能充分体现出饮料的特色风味;其二,当饮料与莲藕的糖酸组成相近时,才能充分体现出饮料的特色滋味。

4 结论

4.1 选用乳熟期莲藕生产饮料时,风味浓且褐

变轻。

4.2 藕粒的预处理以采用 2.5‰Vc、 10^{-6} EDTA-2Na、4‰CaCl₂，并进行 30 min 脱气护色为宜。

4.3 藕片经 15 min 蒸煮后取汁，调配时加入 5‰Vc 和 2‰β-CD 以进行护色处理，调配后再进行 100℃、30 min 灭菌处理。

4.4 调配时藕粒添加量 15%、藕汁量 5%、白砂糖 7%、蜂蜜 0.35%、冰糖 1.7%、柠檬酸 0.09%、苹果酸 0.02%，此时品味最佳。

参考文献

1 敏涛等. 水果蔬菜的保健价值与食用禁忌. 江西科

学技术出版社. 1992, 7~10.

2 罗平. 饮料分析与检验. 轻工业出版社. 1992, 143~145.

3 冯志哲等. 几种速冻蔬菜的酶活性和质地的分析研究. 食品科学. 1991, (1); 7~10.

4 胡军. 莲藕中多酚氧化酶的特性及莲藕的护色. 食品与发酵工业. 1989, (3); 47~51.

5 董绍华等. 农产品原料学. 1990, 190~197.

6 O. R. Fennema 著. 王璋译. 食品化学. 轻工业出版社. 1991, 360~362.

7 谢顺才等. 糖水梨罐头的褐变原因及防止. 食品与发酵工业. 1989, (1); 71.

膨化米粉在固体饮料中的应用

徐训均 南通市乳品厂 226008

摘要 介绍了膨化米粉替代部份蔗糖生产固体饮料的工艺和配方。并同全糖生产的产品在质量、营养、成本等方面作了比较。得出膨化米粉替代部分蔗糖生产固体饮料不仅提高了成品营养价值而且降低了生产成本的结论。

关键词 膨化米粉 固体饮料

一般来讲固体饮料的主要成份是蔗糖，含量为 45%~50%。随着人民生活水平的提高，膳食营养结构的调整，高糖固体饮料的生产和销售越来越受到限制。我们运用膨化米粉替代部分蔗糖生产固体饮料试制取得成功。现报告如下：

1 简介膨化米粉^[1]

当大米从膨化机内挤出时，由高压瞬间变成常压，大米膨化，从而改变了大米物理性状，同时也发生了一些化学变化，使大米中原本一些与淀粉糖成结合状态的蛋白质及维生素因爆裂而释放出来，使得膨化后的大米蛋白质及大多数维生素含量有所增加，同时膨化爆裂使长链淀粉被切割成短链糊精和还原糖，使得膨化

大米中糊精和还原糖增加。

膨化过程中部分淀粉和蛋白质成份发生了可视同“消化过程”的变化，故膨化米粉的消化吸收性有所提高。

2 工艺流程及操作要点

2.1 流程：

大米验收→膨化→粉碎→混合→造粒
→烘干→成型→检验→包装→入库

2.2 操作要点：

2.2.1 大米经验收无霉变蛀虫和机械杂质，经园球型膨化机膨化成中空园形长条，稍冷却后人工压碎，经提蓝式粉碎机粗粉碎后，入磨粉机磨成粉状。用塑料桶或袋密封存放待用。

2.2.2 混合：较干燥的白糖经粉碎机磨成粉待