

超氧化物歧化酶益生菌发酵酸奶的研究

余保宁

(广东燕塘乳业有限公司, 广东 广州 510507)

摘要: 本文研究了在不同的益生菌发酵剂配比条件下酸奶的品质和口感。双歧杆菌:嗜酸乳杆菌:保加利亚乳杆菌:嗜热链球菌比例为(10:4:2:2)用于酸奶的混合发酵生产,可以使双歧杆菌活菌数达到 1.5×10^8 cfu/ml、嗜酸乳杆菌活菌数达到 3.1×10^8 cfu/ml;采用添加低聚木糖等益生元,可以促进双歧杆菌的活菌数目提高;发酵后在 LABS 酸奶中添加 SOD,可保持其在酸奶中较高的酶活力。SOD-LABS 益生菌酸奶在 4 °C 保存 21 d, SOD 酶活性能保持 75% 以上。

关键词: 益生菌;益生元;酸奶;超氧化物歧化酶

中图分类号: TS252.5; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2007)04-0042-05

Study on the SOD Yoghurt Fermented by Probiotics

Yu Bao-ning

(Guangdong Yantang Dairy Co., Ltd., Guangzhou 510507, China)

Abstract: This paper studied the quality and taste of the yoghurt fermented with different proportion of some probiotics. The perfect proportions of the mixed probiotics for yoghurt production were 10% *bifidobacteria*, 4% *L.acidophilus*, 2% *L.bulgaricus* and 2% *S.thermophilus*, with which the quantity of living *bifidobacteria* and *L.acidophilus* were up to 1.5×10^8 cfu/ml and 3.1×10^8 cfu/ml, respectively. Adding xylo-oligosaccharide as prebiotics could increase the quantity of living *bifidobacteria* and adding SOD into the yoghurt after fermentation could maintain a high enzyme activity. The activity of SOD enzyme remained more than 75% when the SOD yoghurt was conserved at 4 °C for 21 days.

Keywords: Probiotic; Prebiotic; Yoghurt; Superoxide dismutase.

大量研究证明,双歧杆菌(*Bifidobacterium*)和嗜酸乳杆菌(*L. acidophilus*)的生理保健作用远远超过普通乳酸菌。双歧杆菌主要生理功能有维持人体肠道菌群平衡,治疗肠道功能紊乱;抗肿瘤作用;激活免疫系统,提高免疫机能;控制内毒素的产生;延缓机体衰老;降低血清中胆固醇含量;提高宿主对放射线的耐受性等。嗜酸乳杆菌主要生理功能有改善人体肾脏功能;降低血清胆固醇;预防结肠肿瘤;预防泌尿道感染疾病;抑制肠道病原菌生长繁殖;缓解乳糖不耐症状等。超氧化物歧化酶(Superoxide dismutase, SOD)自从被美国生化学者 McCord 和 Fridovich 发现后,受到学术界的广泛重视, SOD 主要生理功能有延缓机体衰老的作用;抗电离辐射作用;增强耐缺氧和抗疲劳能力;促进婴幼儿生长发育;调节机体免疫功能;提高对炎症和肿瘤等疾病抵抗力;通过防止脂质过氧化达到美容和增白作用等。笔者将 SOD 添加到由双歧杆菌、嗜酸乳杆菌、保加利亚乳杆菌、嗜热链球菌(简称 LABS 菌群)四种益生菌发酵的酸奶中,研制了具有生物保健活性的 SOD-LABS 益生菌酸奶。

收稿日期: 2006-11-19

普通市售酸奶主要采用嗜热链球菌和保加利亚乳杆菌发酵生产,其生产周期短,产酸能力强,但这两种菌不能耐受胃酸及胆汁酸的作用,也不能在肠道内定植,其存活率只有 0.65%~0.01%,而双歧杆菌和嗜酸乳杆菌是来自肠道的微生物,可以顺利通过胃肠高酸、高胆汁盐环境而到达肠内, Ibrahim 等报道婴儿双歧杆菌对胆汁有最强的耐受性,它作为食补因子在人体肠道内正常繁殖,形成优势菌,充分发挥其健康促进作用。益生菌酸奶的生产较普遍地碰到的问题有:(1)生产中采用的菌种容易退化致使酸奶产品品质下降,失去香、滑、稠的特点。(2)作为益生菌中具有重要作用的双歧杆菌和嗜酸乳杆菌等在酸奶制品中活菌数目较少。这主要是因为在生产中通常采用混合发酵剂,由于几种细菌各自的生长特性不一致,造成混合发酵剂在使用一定时间后原有比例失去平衡,从而造成产品品质下降。其次,由于双歧杆菌和嗜酸乳杆菌是厌氧或是兼性厌氧的细菌,在有氧发酵中其本性决定了它生长的劣势,因此必须采取一定的措施保证双歧杆菌和嗜酸乳杆菌的活菌数目,以确保产品的保健功效。

1 材料和方法

1.1 材料

菌种：丹尼斯克（中国）有限公司提供的保加利亚乳杆菌、嗜热链球菌、耐氧婴儿双歧杆菌及嗜酸乳杆菌作为酸奶发酵的菌种。

原料与试剂：新鲜不含抗生素的牛奶、菊粉、大豆低聚糖、低聚果糖、低聚木糖、白砂糖、葡萄糖、维生素 C、L-半胱氨酸、酵母浸粉、月桂酸修饰超氧化物歧化酶（LA-SOD，天津生命科学应用研究所）。

培养基：酸化 MRS 培养基（pH 5.5）、M17 培养基、选择 NPNL 培养基。

1.2 方法

1.2.1 搅拌型酸奶加工工艺

新鲜牛奶经检验合格后过滤净化，再经过预热均质（18~20 MPa）和杀菌保温（95 ℃，5 min），待冷却（38~41 ℃）后按照一定比例接入发酵菌种，在 4 种菌的最适生长温度折中值 39 ℃培养发酵，待牛奶凝固后进行适度机械搅拌，再将酸奶冷却到 18~20 ℃进行灌装，放置于 4 ℃冷藏 12 h 左右即成产品。

1.2.2 酸奶品质品尝品价

以 8 人为一个评价小组就产品的酸度、细腻度、醇香度、综合口感等各项指标进行评分，满分为 10 分，设 3 个小组，将各组评分取平均值作为该项最终得分；质量指标：按 GB2746-1999 酸牛乳标准中的规定检测。

1.2.3 产品活菌数目检测

保加利亚乳杆菌：酸化 MRS 培养基（pH 5.5）稀释平板计数法、革蓝氏染色；

嗜热链球菌：M17 培养基稀释平板计数法、革蓝氏染色；

婴儿双歧杆菌：选择 NPNL 培养基稀释平板计数方法；

嗜酸乳杆菌：添加了氯洁霉素的 MRS 培养基。

1.2.4 酸奶中 SOD 酶活力的测定方法

发酵乳经离心（3000 RPM，15 min）后取乳清液，用 0.5 mol/L 的 NaOH 调节 pH=6.0，再用连苯三酚白氧化法测定酶活力。

2 实验结果

2.1 LABS 菌群酸奶混合发酵工艺的研究

2.1.1 发酵温度的确定

嗜热链球菌最适合生长温度为 40~45 ℃，保加利亚乳杆菌最适生长温度为 40~43 ℃，嗜酸乳杆菌最适生长温度为 35~40 ℃，双歧杆菌最适生长温度为 37~40 ℃。可以确定 4 种菌最适生长温度的折中值为 38~40 ℃，选择 39 ℃为发酵温度。

2.1.2 生长介质要求

LABS 菌群发酵酸奶中嗜酸乳杆菌和双歧杆菌的生长对营养成分要求较高，而且要减少牛乳中的溶氧量来保持发酵基质的低氧化还原态，抗坏血酸和半胱氨酸是两种可以降低基质氧化还原电位的物质，故可促进嗜酸乳杆菌的生长，在牛乳中培养时需添加酵母浸粉、葡萄糖、半胱氨酸、V_C 等促进生长因子。文中选择母发酵剂的成分是纯牛乳中加入 0.2% 的酵母浸粉，2% 的葡萄糖，0.05% 的 L-半胱氨酸，以促进益生菌的生长。为了不影响发酵乳的正常风味，工作发酵剂和酸奶配料选择在纯牛乳中添加 2% 的葡萄糖和 0.03% V_C，以促进其生长，并添加 7% 的白砂糖以缓和酸奶的酸味。

2.1.3 不同菌种各自对酸奶产品的品质影响

在牛乳中加 2% 的葡萄糖，经预热均质和 95 ℃ 杀菌保温 300 s，冷却后分别单独接种嗜热链球菌、保加利亚乳杆菌、嗜酸乳杆菌和双歧杆菌菌种（双歧杆菌中加 0.03% 的 V_C），放入 39 ℃ 恒温培养箱中发酵至凝乳，结果如表 1 所示。

表 1 不同菌种对酸奶品质的影响

菌种	接种量/%	凝乳时间/h	组织状态	综合品尝评分
嗜热链球菌	3	7.5	凝乳质地好，粘稠、光滑、细腻	味酸，有乳香，6 分
保加利亚乳杆菌	3	6.5	凝乳质地良好，光滑，但细腻性差	味酸，醇香，风味较好，7 分
嗜酸乳杆菌	3	6.5	凝乳质地软，粗糙，有乳清分离现象	酸味重，单调，风味差，5 分
婴儿双歧杆菌	10	10	凝乳质地软，有微量乳清析出现象	酸度尚可，带有醋酸苦味，4 分

由表 1 可知，降低了发酵温度后，嗜热链球菌和保加利亚乳杆菌的凝乳时间比通常的 42℃ 发酵延长了。不同菌种对酸奶品质产生的作用不同，嗜热链球菌能快速产酸，是牛奶凝固的重要因素，并可以改善发酵乳的质地，对酸奶组织起粘稠、细滑的作用；保

加利亚乳杆菌主要是产酸和产生发酵乳的香味物质，对酸奶的风味及粘滑和凝固起重要的作用，与嗜热链球菌的最佳配比是形成酸奶质地组织和风味的主要因素；嗜酸乳杆菌和双歧杆菌虽然会影响酸奶的凝乳效果，但因二者具有特殊生理活性功能而被应用到酸奶

发酵中。因此恰当使用 4 种菌株的配比, 是保证酸奶优良品质及高生理活性功能的关键。

2.1.4 LABS 菌群混合发酵方式的优点研究

毫无疑问, 多菌种混合发酵方式比单一菌种发酵再混合的方式在生产工艺方面简单得多, 而且更为重要的是, 混合发酵能充分利用某些菌种间的共生作用而在酸奶中建立起了平衡的生态关系。例如, 若用单一嗜酸乳杆菌生产嗜酸菌乳, 由于它在乳中生长慢(产酸速度低) 而发酵时间长, 产品酸涩, 风味差, 活菌保存期短, 因而限制了这种酸奶的发展, 因此利用嗜酸乳杆菌和其他乳酸菌的微生态关系可以克服这种缺陷。嗜酸乳杆菌和嗜热链球菌配合生产的酸奶, 不仅改善了产品风味, 而且使发酵时间缩短, 发生这种现象可以认为嗜热链球菌代谢产生的甲酸类化合物以及产生一定量的二氧化碳, 能够促进嗜酸乳杆菌的生长; 而嗜酸乳杆菌代谢产生某些氨基酸, 如亮氨酸、赖氨酸、半胱氨酸、缬氨酸等, 反过来又能促进嗜热链球菌的生长; 嗜酸乳杆菌在生长中需要醋酸盐、维生素 B₂ 和叶酸等作为营养物质, 而双歧杆菌在发酵中除能

生成醋酸外, 还能合成维生素 B₁、B₂、B₁₂ 和叶酸等多种维生素, 刚好供给嗜酸乳杆菌的需要, 促进嗜酸乳杆菌的生长繁殖; 嗜酸乳杆菌在微含氧的乳基质中生长快, 可以逐步降低乳基质中的氧化还原电位, 并提供各种已分解的容易利用的物质, 促进双歧杆菌的生长。

2.1.5 最佳菌种配比的研究

根据国家质量标准要求: 保健酸奶中双歧杆菌和嗜酸乳杆菌的活菌数必需达到 10⁶ cfu/ml 以上。混合发酵时为了获得高数量级的益生菌, 需采用较大接种量来实现。普通酸奶中嗜热链球菌和保加利亚乳杆菌的接种量为 2%~3%, 多年的生产实践证明: 菌种比例为 1: 1 时发酵乳的品质和风味最佳。因此本文选取了 2 种菌种配比进行实验: I 组, 按嗜热链球菌 2.0%、保加利亚乳杆菌 2.0%、嗜酸乳杆菌 4.0%、双歧杆菌 6.0% 的菌种配比接种; II 组, 按嗜热链球菌 2.0%、保加利亚乳杆菌 2.0%、嗜酸乳杆菌 4.0%、双歧杆菌 10.0% 的菌种配比接种, 每组按比例接种 4 次, 测定结果见表 2。

表 2 不同菌种配比 LABS 菌群酸奶品质及生理活性的影响 菌数单位: cfu/mL

组别	滴定酸度/°T	嗜热链球菌菌数	保加利亚乳杆菌数	嗜酸乳杆菌数	双歧杆菌菌数	感官评定
I 组	97.5	2.0 × 10 ⁸	3.0 × 10 ⁸	4.5 × 10 ⁸	6.8 × 10 ⁷	凝乳良好 酸甜适中 醇香细腻 9 分
	99.3	2.3 × 10 ⁸	2.5 × 10 ⁸	5.0 × 10 ⁸	6.0 × 10 ⁷	凝乳良好 酸甜适中 醇香细腻 9 分
	104.7	1.8 × 10 ⁸	2.0 × 10 ⁸	3.7 × 10 ⁸	4.2 × 10 ⁷	凝乳良好 酸甜适中 醇香细腻 9 分
	101.1	2.5 × 10 ⁸	3.5 × 10 ⁸	4.0 × 10 ⁸	4.0 × 10 ⁷	凝乳良好 酸甜适中 醇香细腻 9 分
II 组	96.8	2.0 × 10 ⁸	2.0 × 10 ⁸	2.9 × 10 ⁸	1.5 × 10 ⁸	凝乳良好 酸甜适中 醇香细腻 9 分
	101.0	4.3 × 10 ⁸	3.0 × 10 ⁸	3.3 × 10 ⁸	1.5 × 10 ⁸	凝乳良好 酸甜适中 醇香细腻 9 分
	97.5	4.5 × 10 ⁸	2.5 × 10 ⁸	5.0 × 10 ⁸	1.2 × 10 ⁸	凝乳良好 酸甜适中 醇香细腻 9 分
	99.7	3.5 × 10 ⁸	2.3 × 10 ⁸	3.8 × 10 ⁸	1.1 × 10 ⁸	凝乳良好 酸甜适中 醇香细腻 9 分

由表 2 可看出, 在具有相同的良好组织状态和口感风味的 LABS 菌群发酵酸奶中, 按 II 组菌种配比生产的酸奶比 I 组具有更高的生理活性。

2.1.6 发酵终点的确定

发酵终点的确定对 LABS 菌群酸奶的品质和生理

活性有很大的影响, 且对其冷藏过程中益生菌的存活率有较大的影响。文中按以上实验确定的最佳菌种配比及最适发酵温度和生长介质, 确定发酵终点, 以每种益生菌活菌数、滴定酸度(°T) 和感官评定为指标, 测定结果见表 3。

表 3 终点发酵时间对 LABS 菌群酸奶品质及生理活性的影响 菌数单位: cfu/mL

培养时间/h	滴定酸度/°T	嗜热链球菌菌数	保加利亚乳杆菌数	嗜酸乳杆菌数	双歧杆菌菌数	感官评定
8	83.1	4.5 × 10 ⁸	1.8 × 10 ⁸	7.0 × 10 ⁹	3.1 × 10 ⁷	凝乳稍软 酸甜不足 6 分
10	84.9	4.5 × 10 ⁸	2.1 × 10 ⁸	6.0 × 10 ⁹	4.2 × 10 ⁷	凝乳良好 酸甜稍淡 7.5 分
11	90.3	3.8 × 10 ⁸	2.4 × 10 ⁸	4.5 × 10 ⁹	1.0 × 10 ⁸	凝乳良好 细腻光滑 口味好 8.5 分
12	97.5	3.0 × 10 ⁸	2.6 × 10 ⁸	3.2 × 10 ⁹	1.6 × 10 ⁸	酸甜适中 醇香 细腻光滑 9 分
13	101.1	2.9 × 10 ⁸	2.5 × 10 ⁸	3.1 × 10 ⁸	1.5 × 10 ⁸	酸甜适中 醇香 细腻光滑 9 分
14	104.5	2.4 × 10 ⁸	2.8 × 10 ⁸	2.9 × 10 ⁸	1.0 × 10 ⁸	凝乳良好 有少量乳清析出 8 分
16	108.4	2.3 × 10 ⁸	2.9 × 10 ⁸	2.6 × 10 ⁸	5.2 × 10 ⁷	少量乳清析出 味微苦 7 分

通过表 3 的结果,可确定发酵时间为 12~13 h,酸度可达 90~100°T (0.8%~0.9%),由此得到的产品组织质地均匀,细腻,风味较好,双歧杆菌活菌数是 1.5×10^8 cfu/ml,嗜酸乳杆菌活菌数为 3.1×10^8 cfu/ml。

2.2 添加益生元对益生菌群增殖的影响

2.2.1 添加不同益生元对益生菌增殖的影响

为了提高双歧杆菌数目,本实验选取了菊粉、大豆低聚糖、低聚果糖、低聚木糖等四种低聚糖分别加入酸奶中。添加了这些益生元后,按以上条件发酵酸奶,对产品进行微生物学分析。如表 4 所示。

表 4 添加不同益生元对 LABS 益生菌群增殖的影响

单位: 10^8 cfu/ml					
添加品种	添加量	嗜热链球菌	保加利亚乳杆菌	嗜酸乳杆菌	双歧杆菌
不添加	0	2.91	2.50	3.11	1.50
菊粉	2%	2.12	1.78	2.84	1.92
大豆低聚糖	2%	2.58	2.55	2.92	3.02
低聚果糖	2%	2.97	2.61	3.05	1.49
低聚木糖	1%	2.74	2.53	3.19	8.00

从表 4 可知,添加了益生元后对于双歧杆菌的有效增殖有显著影响,其中添加低聚木糖对双歧杆菌的增殖最有效。双歧杆菌的活菌数目从 1.50×10^8 cfu/ml 有效增殖到 8.0×10^8 cfu/ml。添加上述益生元,对于保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌及嗜酸乳杆菌的生长没有明显的影响。

2.2.2 添加益生元前后不同保藏时间 LABS 益生菌群存活的情况

酸奶的保质期是在密封状态,4 °C 冷藏,21 d。在这里跟踪检测添加益生元和不添加益生元制作的酸奶的益生菌生长情况。如表 5 所示。

表 5 不同保藏时间下益生元对益生菌存活的影响 单位: 10^8 cfu/ml

菌种	0 d		5 d		10 d	
	添加	不加	添加	不加	添加	不加
嗜热链球菌	2.74	2.91	2.35	2.50	2.10	2.15
保加利亚菌	2.53	2.50	2.50	2.33	2.01	2.01
双歧杆菌	8.00	1.50	6.80	1.10	4.70	0.67
嗜酸乳杆菌	3.19	3.11	2.60	2.60	2.08	2.10
菌种	15 d		20 d		25 d	
	添加	不加	添加	不加	添加	不加
嗜热链球菌	1.70	1.70	1.35	1.36	1.03	1.03
保加利亚菌	1.60	1.59	1.10	1.08	0.85	0.86
双歧杆菌	1.75	0.24	0.65	0.08	0.15	0.02
嗜酸乳杆菌	1.75	1.80	1.45	1.50	0.95	0.90

由表 5 知,添加了益生元后在酸奶的保藏期内,双歧杆菌活菌数目可以维持在 $10^7 \sim 10^8$ cfu/ml 间,不添

加益生元的对照组双歧杆菌的活菌数是 10^6 cfu/ml。添加益生元对双歧杆菌在保藏期内活菌数目维持起到有益的作用。添不添加益生元对保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌及嗜酸乳杆菌的活菌数目维持没有明显影响,它们的活菌数目均能保持 $10^7 \sim 10^8$ cfu/ml 以上。

2.3 SOD-LABS 菌群发酵酸奶的研究

2.3.1 不同 SOD 添加方式产品 SOD 剩余活性

SOD 添加方式有发酵前加入和发酵后加入两种方式。混合发酵时,发酵前接种时和发酵后分别加入月桂酸修饰 SOD 冻干粉,加入量 20 u/ml。两种添加方式产品 SOD 剩余活性见表 6。

表 6 不同添加方式产品 SOD 剩余活性

测活时间	发酵前接种时添加 SOD	发酵后添加 SOD
发酵前	100	
发酵后	92.5	100
冷藏 12h(4°C)	91.7	98.9

由表 6 可看出,发酵前添加 SOD,发酵过程中 SOD 活性有一定损失,这是由于发酵过程中, pH 下降到 5 以下,在发酵温度 39 °C 下,对 SOD 稳定性不利,SOD 有部分失活现象。在酸奶冷藏条件下(4 °C),SOD 比较稳定,活性损失较小。因此,在发酵后添加 SOD,对保存 SOD 活性有利。

2.3.2 产品保存期益生菌活菌残存和 SOD 剩余活性

对于 LABS 菌群发酵酸奶保存期的研究表明,在 4 °C 下存放,双歧杆菌和嗜酸乳杆菌有较高的存活率。我们对 LABS 菌群混合发酵后,再添加 SOD 的酸奶进行检测,4 °C 冷藏条件下益生菌活菌残存和 SOD 剩余活性结果见表 7。

表 7 保存期间益生菌数和 SOD 剩余活性 (4 °C)

	时间/d					
	0	5	10	15	20	25
pH	4.50	4.43	4.38	4.33	4.29	4.28
双歧杆菌活菌数	8.00	6.80	4.81	1.95	0.81	0.25
嗜酸乳杆菌数	3.19	2.66	2.35	2.00	1.60	1.21
SOD 剩余活性%	100	93.5	87.6	83.0	78.6	75.5

注:菌数单位为: 10^8 cfu/ml

由表 7 看出,加入月桂酸修饰 SOD 到酸奶中之后,随着 4 °C 低温保存时间的增加,双歧杆菌和嗜酸乳杆菌的活菌数量的减少速率得到减缓。近年来,科学家们正在尝试通过生物技术手段选育耐氧菌株,即把外源的 SOD 基因和过氧化氢酶基因转入厌氧菌基因中,从而提高厌氧菌菌株对氧的抵抗力,这些变异的菌株所获得的耐氧性与在培养和储存过程中加入的抗氧化剂相结合,可以使生产工艺和保藏方法得到大

大简化;采用混合发酵的工艺,在 4℃下存放过程中,随着存放天数的增加,pH 缓慢下降,在酸奶的储存过程中 SOD 活力在缓慢降低,这是由于乳酸菌在低温下仍不断产酸,造成 pH 下降对 SOD 保存活性不利。SOD-LABS 菌群酸奶在 4℃条件下可存放 21 d,双歧杆菌数仍在 10^7 cfu/ml 以上,嗜酸乳杆菌数在 10^8 cfu/ml 以上,SOD 剩余活性仍在 75%以上。

3 结论

3.1 通过实验研究,确定了 LABS 菌群四种活菌的最佳接种比例为:嗜热链球菌 2.0%、保加利亚乳杆菌 2.0%、嗜酸乳杆菌 4.0%、婴儿双歧杆菌 10.0%;

3.2 实验证明,添加低聚木糖等益生元能促进双歧杆菌活菌数目的增长。

3.3 发酵结束后添加 SOD 到酸奶中,可使 SOD 保持较高的活性。

3.4 本实验研制的 SOD-LABS 菌群酸奶经 4℃冷藏 21 d 后,产品双歧杆菌活菌数仍在 10^7 cfu/ml 以上,嗜酸乳杆菌活菌数仍在 10^8 cfu/ml 以上,SOD 剩余活性仍在 75%以上。

参考文献

- [1] 黄良昌.酸奶发酵剂的研究进展.广州食品工业科技[J] 2001, 3(17):43-47
- [2] 谢继志.酸奶中乳酸菌及酸度的检测与评价[J].中国乳品工业,2002,5(25): 22-25。
- [3] 田金河,曾庆孝.益生菌酸乳开发中的关键问题[J]广州食品工业科技,2003, 19 (增刊): 63-66
- [4] 袁勤生.SOD 在医药、食品和日用化学工业上的应用[J].中国生化药物杂志,1994,15(4)
- [5] 赵瑞香,孙俊良.发酵乳制品[J]中国乳品工业,1999,27(6): 26-28
- [6] 赵瑞香,李元瑞,罗磊等.嗜酸乳杆菌生产特性的研究[J]西北农林科技大学学报,2002,30(3):73-77
- [7] 郭本恒.益生菌[M].北京:化学工业出版社,2004,213-215, 238-254
- [8] 王福源.现代食品发酵技术[M].北京:中国轻工业出版社, 2004,3-6,12-13
- [9] Joint FAO/WHO Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food, London, Ontario, Canada, 2002, April 30 and May 1.
- [10] M.N.Oliveira, et al, 2002. Manufacture of Fermented Lactic Beverages Containing Probiotic Cultures. Journal of Food Science.67:2336-2341

(上接第 41 页)

1.0 m/s 时,采用变温干燥技术,即先在 70~80℃下干燥 0.5 h,然后再将温度降到 60℃下干燥至最终含水量。这样不仅得到的成品外观质量好,而且也节省了能源。

2.6 胡萝卜胡萝卜纸维生素 C 的测定

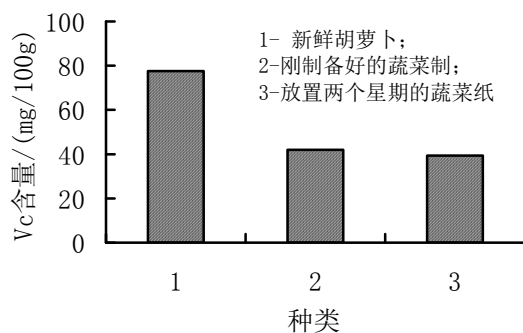


图 10 胡萝卜蔬菜纸的 Vc 保持趋势

分别测定了新鲜胡萝卜,刚制备好的胡萝卜纸以及放置两个星期的胡萝卜纸中维生素 C 的含量,结果如图 10 所示,从图可发现,在加工制作过程中维生素 C 的损失较大,由 70 mg/100 g 下降到 45 mg/100 g;

而制成的胡萝卜纸放置一段时间后,维生素 C 的损失很小,几乎没有什么下降。在胡萝卜纸的加工过程中,如在切分、漂烫、打浆、干燥等过程中,胡萝卜细胞受到破坏,同时增加了与空气的接触面积,从而加速维生素 C 的氧化,当然同时也氧化其他物质;另外,漂烫时加水越多,溶于水中的水溶性维生素就越多,进一步降解速度就加快。另外,干燥过程中的高温也会加速氧化作用。所以在加工过程中应当选用适当的工艺条件,从而最大程度的减小维生素的损失,如要求切分时不宜太细小,漂烫时间不宜太长,加水量也不宜太多,烘烤温度不宜太高和烘烤时间不宜太长等,另外也可以强化维生素 C。

参考文献

- [1] 陆宁,高恒景,段道富等.蔬菜纸加工技术参数研究[J].食品科技与开发,2004,2(25):43-45
- [2] GB/T 6195-86,水果、蔬菜维生素 C 含量测定法(2,6-二氯酚滴定法)[S].
- [3] GB13022-91,塑料薄膜拉伸性能试验方法[S].