

# 六株霉菌对维生素功能饮料理化性质的影响

徐红<sup>1</sup>, 刘小波<sup>1</sup>, 郭伟鹏<sup>2,3,4</sup>, 吴秀华<sup>4</sup>, 刘婷婷<sup>4</sup>, 莫树平<sup>2,3</sup>

(1. 乐百氏(广东)食品饮料有限公司 广东广州 510000)(2. 省部共建华南应用微生物国家重点实验室, 广东广州 510070)(3. 广东省微生物研究所, 广东广州 510070)(4. 广东省微生物分析检测中心, 广东广州 510070)

**摘要:**近年来,随着人们消费水平的不断提高,维生素功能饮料作为一种新型、健康、安全饮料而备受消费者青睐。然而,由于防腐剂的限量以及生产杀菌工艺局限,该类饮料易受微生物污染,尤其是霉菌。为了解常见污染菌,本文通过搜集典型维生素功能饮料 A 的市场投诉样并从中分离出六株常见霉菌,分别为拟青霉、新萨托菌属、青霉、雪白丝衣霉、棘孢青霉和费希新萨托菌。为了进一步研究此六株霉菌对饮料 A 的危害,本实验将其分别接种至饮料 A 中,28℃长期恒温培养后,定期监测饮料 A 理化指标。结果发现,此六株霉菌对饮料 A 的维生素 B3 含量有明显影响,可在短时间(14 d)内将其消耗殆尽且青霉属霉菌对维生素 B3 的消耗速率最快,对饮料 A 的 pH、糖度、酸度、维生素 C、维生素 B6 无明显影响。

**关键词:** 维生素功能饮料; 霉菌; 理化指标; 影响; 维生素 B3

文章编号: 1673-9078(2015)10-263-268

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.10.043

## Effects of Six Mold Strains on The Physicochemical Properties of Functional Vitamin Drinks

XU Hong<sup>1</sup>, LIU Xiao-bo<sup>1</sup>, GUO Wei-peng<sup>2,3,4</sup>, WU Xiu-hua<sup>4</sup>, LIU Ting-ting<sup>4</sup>, MO Shu-ping<sup>2,3</sup>

(1. The Robust (Guangdong) food and beverage CO., LTD, Guangzhou 510000, China) (2. State Key Laboratory of Applied Microbiology, South China (The Ministry-Province Joint Development), Guangzhou 510070, China) (3. Guangdong Institute of Microbiology, Guangzhou 510070, China) (4. Guangdong Detection Center of Microbiology, Guangzhou 510070, China)

**Abstract:** Recently, since the consumption level continuously increases, functional vitamin drinks become increasingly popular as new, healthy, and safe beverages. However, due to the restrained preservative use and limitations of the sterilization process in production, these drinks are vulnerable to microbial contamination, especially from mold. To understand the common contaminating bacteria in vitamin drinks, a sample of the typical functional vitamin beverage A with market complaints was collected in this study, and six common mold strains were isolated and identified as *Paecilomyces*, *Neosartorya hiratsukae*, *Penicillium*, *Byssosclamyces nivea*, *Penicillium aculeatum*, and *Aspergillus fischerianus*. In order to further investigate the hazards of six mold strains on beverage A, all strains were inoculated into beverage A, respectively, a long-term incubation was carried out at 28℃ for 28 days, and the main physicochemical factors of beverage A were determined regularly. These six mold strains showed significant impact on the vitamin B3 content in beverage A and could deplete this vitamin within a short period of time (14 days). Moreover, the fastest vitamin B3 depletion rate was found in the case of *Penicillium*, which had no effects on the pH, brix value, total acidity, and content of vitamin C and vitamin B6 in beverage A.

**Key words:** functional vitamin drinks; mold; physicochemical factors; effect; vitamin B3

饮料作为一种快速消费品,近年来已成为人们日常生活中不可缺少的一部分。经过三十年多年的发展,我国饮料尤其是软饮料得到了迅猛发展(改革开放以来保持着平均 21.2% 的增长速度),已经从最初的汽水“一枝独秀”发展到如今的碳酸饮料、矿泉水、果蔬汁、含乳饮料、茶饮料以及维生素功能饮料等百花争艳的局面<sup>[1]</sup>。

收稿日期: 2015-03-31

作者简介: 徐红(1966-),女,微生物学工程师,从事食品微生物检测研究

通讯作者: 郭伟鹏高级工程师

随着消费水平的不断提高,人们对健康、安全、功能饮料的需求日益剧增。功能饮料可通过调整饮料中营养素(营养成分为各种维生素组成)的成分和含量比例,在一定程度上调节人体功能,消费者也称为维生素饮料,如脉动、红牛、力保健、英菲动力、宝矿力水特、动力快车等<sup>[2-3]</sup>。维生素功能饮料的市场消费人群主要集中在喜欢运动并且注重健康的青少年一族<sup>[3-6]</sup>。然而,该饮料国内品牌力量薄弱,国外品牌价格居高不下,造成消费者爱喝却喝不起的现象<sup>[4]</sup>。自 2009 年以来,维生素功能饮料国内品牌成长迅速<sup>[7]</sup>。

但综合来看, 国外运动饮料较为成熟, 国内维生素功能饮料正努力赶超<sup>[8]</sup>。将来, 国内维生素功能饮料与国外维生素功能饮料能一比高低<sup>[9-10]</sup>。

基于健康、食品安全的考虑, 对于维生素功能饮料而言, 既要富含各种维生素等营养成分又要求食品防腐剂低添加甚至零添加<sup>[4]</sup>。因此, 维生素功能饮料的生产要求极为规范, 甚至是无菌生产线生产<sup>[11]</sup>。但在庞大的生产车间, 很难保证生产原料、生产环境绝对无菌。这就不可避免会造成部分产品中有微生物污染风险, 尤其是霉菌、酵母等嗜酸性、最适生长在常温(25℃)左右微生物<sup>[12-13]</sup>。如果这些被霉菌、酵母污染的产品流入消费市场, 轻则影响品牌名誉, 重则造成企业停产倒闭。因此, 本文通过搜集市场上被霉菌污染的某种维生素功能饮料 A, 并从中分离、鉴定常见的污染菌, 纯化后将其接种至该产品中进行长期恒温培养, 定期监测该产品主要理化指标, 以探究霉菌污染对维生素功能饮料的危害。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

#### 1.1.1 菌种

本实验中所采用霉菌均由维生素饮料 A 的霉菌污染品中分离获得。经广东省微生物分析检测中心鉴定, 此六株霉菌分别为: 拟青霉(*Paecilomyces*)、新萨托菌属(*Neosartoryahiratsukae*)、青霉(*Penicillium*)、雪白丝衣霉(*Byssosclamyssnivea*)、棘孢青霉(*Penicilliummaculeatum*)、费希新萨托菌(*Aspergillusfischerianus*)。

#### 1.1.2 培养基

分离与纯化培养基: 麦芽汁琼脂培养基(广东环凯微生物科技有限公司, HKM, 货号: 021110), 配方(每升): 麦芽膏粉 130 g, 琼脂 15 g, 氯霉素 0.1 g, 最终 pH 6.0±0.2。

增菌培养基: 马铃薯葡萄糖琼脂(广东环凯微生物科技有限公司, HKM, 货号: 021050), 配方(每

升): 马铃薯 300 g (从中提取浸出粉), 葡萄糖 20 g, 琼脂 15 g, 氯霉素 0.1 g, 最终 pH 6.0±0.2。

菌落计数培养基: 孟加拉红培养基(广东环凯微生物科技有限公司, HKM, 货号: 021010), 配方(每升): 蛋白胨 5 g, 葡萄糖 10 g, 磷酸二氢钾 1 g, 硫酸镁 0.5 g, 琼脂 15 g, 孟加拉红 0.03 g, 氯霉素 0.1 g, 最终 pH 7.2±0.2。

#### 1.1.3 维生素功能饮料

本实验中所采用的维生素功能饮料 A 的主要理化指标, 见表 1。由于生产工艺的影响, 各瓶饮料 A 样品的初始理化指标无法达到完全一致, 初始理化指标落在此表范围内视为正常值。

表 1 维生素功能饮料 A 的主要理化指标

Table 1 Physicochemical parameters of functional vitamin beverage A

pH	糖度 /Brix	总酸 /%	Vc /(mg/L)	VB3 /(mg/L)	VB6 /(mg/L)
2.90~3.10	4.85~5.15	0.09~0.11	432~500	7.2~8.8	0.8~1.2

## 1.2 方法

### 1.2.1 菌种的分离与纯化

将样品均质后, 在无菌条件下, 分别取 1mL 仅被霉菌污染的 A 产品(细菌、酵母检测结果为<1 CFU/250 mL)于无菌平皿中, 采用平板倾注法分离样品中的霉菌, 待培养基冷却凝固后, 将平板放倒置于 28℃ 恒温恒湿培养箱中培养 5 d。取出培养物, 根据菌落特征(颜色、形态等), 将不同种类霉菌分纯于麦芽汁琼脂平板, 28℃ 恒温恒湿培养 3 d 后, 进行菌种鉴定。

### 1.2.2 菌种的鉴定

霉菌菌种鉴定委托第三方检测机构-广东省微生物分析检测中心。广东省微生物分析检测中心同时采用美国 BIOLOG 全自动微生物鉴定系统和分子鉴定技术对 6 株霉菌进行鉴定, 并将霉菌确定到种或者属。

### 1.2.3 扩大培养与接种

表 2 各霉菌在 28 天内生长情况 (CFU/mL)

Table 2 Growth of six molds during the 28-day incubation

霉菌	Day 0	Day 7	Day 14	Day 21	Day 28
<i>Paecilomyces</i>	2.4×10 <sup>3</sup>	8.6×10 <sup>3</sup>	4.6×10 <sup>4</sup>	3.8×10 <sup>6</sup>	6.3×10 <sup>6</sup>
<i>Penicillium</i>	2.8×10 <sup>3</sup>	6.5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>4</sup>	5.8×10 <sup>6</sup>	4.5×10 <sup>6</sup>
<i>Neosartoryahiratsukae</i>	4.4×10 <sup>3</sup>	7.6×10 <sup>3</sup>	6.7×10 <sup>4</sup>	7.3×10 <sup>6</sup>	6.7×10 <sup>6</sup>
<i>Penicilliummaculeatum</i>	2.2×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.1×10 <sup>4</sup>	6.0×10 <sup>6</sup>	8.9×10 <sup>6</sup>
<i>Aspergillusfischerianus</i>	4.7×10 <sup>3</sup>	8.0×10 <sup>3</sup>	8.2×10 <sup>4</sup>	9.3×10 <sup>6</sup>	7.5×10 <sup>6</sup>

将分离获得的 6 株霉菌分别接种至马铃薯葡萄糖琼脂培养基, 并于 28℃ 恒温恒湿培养箱中进行扩大

培养, 培养至 5 d 后, 分别于无菌生理盐水中制成一定浓度(10<sup>3</sup>)的菌悬液。然后, 各取 1 mL 菌悬液分

别接种至 500 mL 无菌维生素饮料 A, 密封、摇匀后, 于 28 °C (参考 GB 4789 霉菌检测培养温度) 恒温恒湿培养箱进行培养, 每组实验同时各设三个平行组。随后每天至少摇匀接种物一次, 并以 7 d 为一周期, 于无菌环境下, 定期取样检测饮料 A 各项理化指标 (pH、糖度、总酸、维生素 C、维生素 B<sub>3</sub>、维生素 B<sub>6</sub>)。28 d 培养过程中, 霉菌的生长情况, 如表 1 所示。

#### 1.2.4 理化指标的测定

**pH 值测定:** 采用梅特勒-托利多 pH 测试仪测定, 仪器型号为 SCVENASY-S20K, 测量范围为 0~14, 分辨力为 0.01。

**总酸测定:** 称取 25.000 g~50.000 g 样液, 于 250 mL 三角瓶中。加 40~60 mL 水及 0.2 mL 1% 酚酞指示剂, 用 0.1 mol/L 氢氧化钠标准滴定溶液 (如样品酸度较低, 可用 0.01 mol/L 或 0.05 mol/L 氢氧化钠标准滴定溶液) 滴定至微红色 30 s 不褪色。记录消耗 0.1 mol/L 氢氧化钠标准滴定溶液的毫升数 ( $V_1$ )。同一被测样品须测定两次, 空白试验用水代替试液。记录消耗 0.1 mol/L 氢氧化钠标准滴定溶液的毫升数 ( $V_2$ )。食品中总酸的含量以质量分数  $X$  计 (%), 按下式计算:

$$X = \frac{C(V_1 - V_2) \times K \times F}{m} \times 100$$

式中:  $c$ -氢氧化钠标准滴定溶液的准确的数值, 单位为摩尔每升 (mol/L);  $V_1$ -滴定试液时消耗氢氧化钠标准滴定溶液的体积的数值, 单位为毫升 (mL);  $V_2$ -空白试验时消耗氢氧化钠标准滴定溶液的体积的数值, 单位为毫升 (mL);  $K$ -酸的换算系数: 柠檬酸, 0.070 (含一分子结晶水);  $F$ -试液的稀释倍数;  $m$ -试样的质量的数值, 单位为克 (g)。

**糖度测定:** 采用糖度测定仪检测, 仪器型号为 RX-9000a, 测量范围为 0.00 至 100.00%。

**维生素 C 测定:** 参考《高效液相色谱法测定猕猴桃中维生素 C 的含量》<sup>[10]</sup>。采用 0.45 μm 滤膜过滤样液后, 进行色谱测定。记录各组分色谱峰面积或峰高, 根据标准曲线计算出试样待测液中维生素 C 的浓度。

**色谱条件:** 仪器: 高效液相色谱仪, 带紫外检测器 (型号 Agilent 1200); 色谱柱: ODS C18 柱 (250 mm×4.6 mm 5 μm); 流动相: 0.1% 草酸溶液, 称取 1.000 g 草酸于 1000 mL 容量瓶中, 用水溶解并定容; 流速: 1.0 mL/min; 柱温: 35 °C; 检测器条件: 254 nm; 进样量: 5 μL。

**维生素 B<sub>3</sub> 测定:** 样品经 0.45 μm 针头滤膜过滤后, 进行色谱测定。记录各组分色谱峰面积或峰高, 根据标准曲线自动计算出试样待测液中烟酰胺的浓度。参考标准: 《GB 5413.15-2010 婴幼儿食品和乳品中烟酸

和烟酰胺的测定》第一法高效液相色谱法测定。

**色谱条件:** 仪器: 高效液相色谱仪, 带紫外检测器 (型号 Agilent 1200); 色谱柱: XDB-C<sub>18</sub> 柱 (4.6×150 mm 5 μm); 流动相: 甲醇 70 mL, 异丙醇 20 mL, 辛烷磺酸钠 1 g, 用 910 mL 水溶解并混匀后, 用高氯酸调 pH 至 2.1±0.1, 经 0.45 μm 滤膜过滤; 流速: 1.0 mL/min; 柱温: 35 °C; 检测器条件: 261 nm; 进样量: 20 μL。

**维生素 B<sub>6</sub> (盐酸吡哆醇) 测定:** 使用 0.45 μm 微孔滤膜加压过滤样液后, 进行色谱测定。记录组分色谱峰面积, 根据标准曲线自动读出试样待测液中维生素 B<sub>6</sub> (盐酸吡哆醇) 的浓度。参考标准: GB 5413.13-2010 食品安全国家标准婴幼儿食品和乳品中维生素 B<sub>6</sub> 的测定。

**色谱条件:** 仪器: 高效液相色谱仪 (型号 Agilent 1200, 带荧光检测器); 色谱柱: XDB-C<sub>18</sub> 柱 (4.6×100 mm 5 μm); 流动相: 甲醇 50 mL, 辛烷磺酸钠 2.0 g, 三乙胺 2.5 mL, 用水溶解并定容到 1000 mL 后, 用冰乙酸调 pH 至 3.0±0.1, 再经 0.45 μm 微孔滤膜加压过滤; 流速: 1.0 mL/min; 检测波长: 激发波长  $E_x$ : 293 nm, 发射波长  $E_m$ : 395 nm; 柱温: 40 °C; 进样量: 20 μL。

**数据的处理:** 本文中所有数据均由三组平行实验平均值表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 霉菌对维生素饮料 A pH 的影响

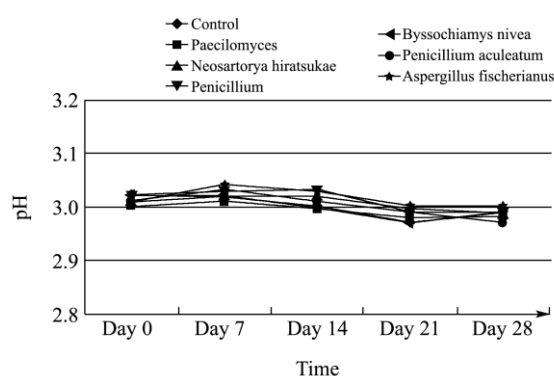


图 1 霉菌对维生素饮料 A pH 的影响

Fig.1 Effects of mold on the pH of beverage A

为探究霉菌生长对维生素饮料 A pH 的影响, 本实验将六株霉菌分别接种至饮料 A 中, 28 °C 下恒温培养 28 d, 其结果如图 1 所示。饮料 A 的初始 pH 值约为 3.0, 在整个实验过程中, 六株霉菌均未对该饮料 pH 造成明显影响。由此可见, 即使此六株霉菌能在饮料 A 中良好生长, 也不会改变饮料 A pH 值, 原因可



能是这些霉菌在代谢过程中未产生酸性或碱性代谢产物。

## 2.2 霉菌对维生素饮料 A 糖度的影响

将六株霉菌分别接种至饮料 A 中，恒温培养 28 天，每 7 d 定期监测饮料 A 中糖度变化，结果如图 2 所示。饮料 A 的正常糖度范围为 4.85~5.15，接种物培养 28 d 后，饮料 A 的糖度无明显变化，各霉菌对饮料 A 糖度基本无影响。不同的是，即使青霉菌的生长会导致饮料 A 糖度轻微下降，但在整个实验过程中其糖度仍在正常范围内。另一方面，也说明这些霉菌在生长过程中对糖或非多糖的利用和消耗并不显著。

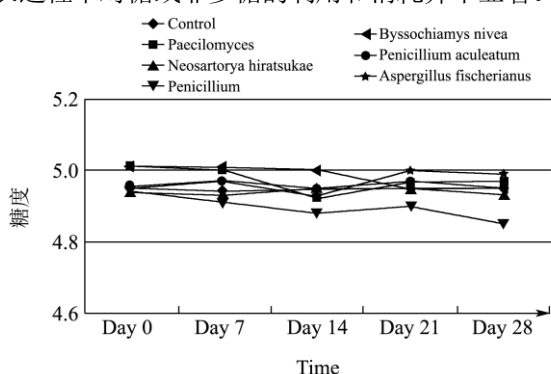


图 2 霉菌对维生素饮料 A 糖度的影响

Fig.2 Effects of mold on the brix value of beverage A

## 2.3 霉菌对维生素饮料 A 总酸的影响

为研究此六株霉菌对饮料 A 总酸的影响，本实验同时定期监控了接种物中总酸的变化，如图 3 所示。结果表明，通过 28 °C 恒温培养 28 d，各培养物总酸均在正常范围 0.09%~0.11% 内。可见该结果与 pH 的研究结果相一致，说明此六株霉菌污染将不会造成饮料 A 总酸的变化。

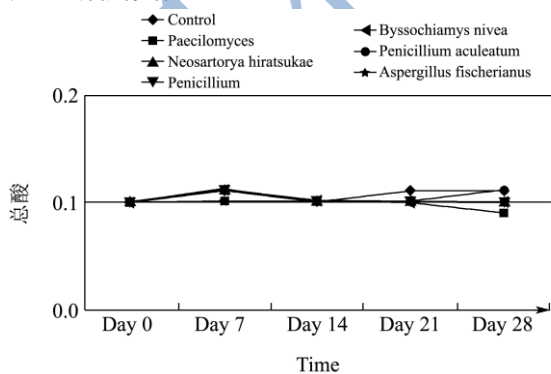


图 3 霉菌对维生素饮料 A 总酸的影响

Fig.3 Effects of mold on the total acid content of beverage A

## 2.4 霉菌对维生素饮料 A 维生素 C 的影响

为研究六株霉菌对饮料 A 维生素 C 的影响，本实

验过程中对维生素 C 的含量进行监控，结果如图 4 所示。根据图 4 可以看出，28 °C 恒温保存下，实验组和对照组维生素 C 的含量变化趋势基本一致。从实验开始至第 14 d，实验组和对照组维生素 C 的含量缓慢降低，但第 14 d 后，各组维生素 C 的含量均呈现加速下降趋势。可见，该六株霉菌对饮料 A 维生素 C 的影响并不明显。导致其降低的原因可能是因为加热、光照或者长时间储存造成维生素 C 的流失和分解<sup>[9]</sup>。可见功能维生素饮料 A 在此条件下保存，即使没有这六株霉菌污染，其维生素 C 的含量也会下降，这说明功能维生素饮料 A 在保存时需要注意光照、加热等因素对维生素 C 的影响。

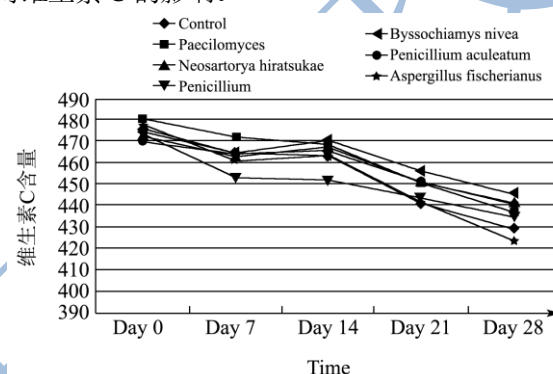


图 4 霉菌对维生素饮料 A 维生素 C 的影响

Fig.4 Effects of mold on the vitamin C content of beverage A

## 2.5 霉菌对维生素饮料 A 维生素 B6 的影响

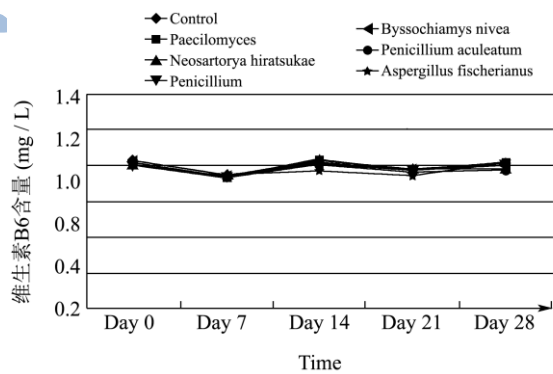


图 5 霉菌对维生素饮料 A 维生素 B6 的影响

Fig.5 Effects of mold on the vitamin B6 content of beverage A

为进一步了解六株霉菌对维生素饮料 A 维生素 B6 的影响，本实验同时对各实验组的维生素 B6 进行了定期监控，结果如图 5 所示。根据图 5 的结果可以看出，在整个实验过程中，各实验组维生素 B6 与空白对照组保持一致，且均在正常范围 0.8~1.2 mg/L 内波动。由此可见，此六株霉菌污染可能在短期内（28 天）不会导致饮料 A 维生素 B6 的变化。但另一方面，也表明这六株霉菌在此生长条件下可能无法利用较低浓度（0.8~1.2 mg/L）的维生素 B6。

## 2.6 霉菌对维生素饮料 A 维生素 B3 的影响

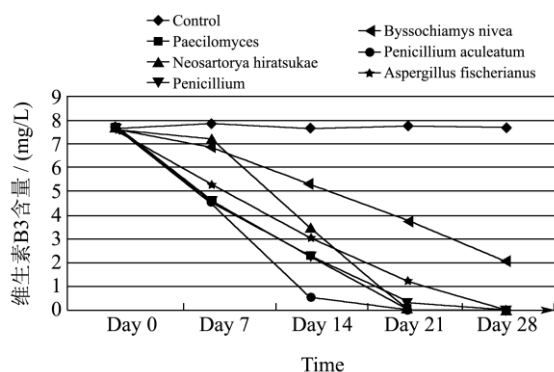


图 6 霉菌对维生素饮料 A 维生素 B3 的影响

Fig.6 Effects of mold on the vitamin B3 content of beverage A

为探究维生素 B3 的变化情况,本实验同时取样监测整个过程中饮料 A 维生素 B3 含量的变化情况,结果如图 6 所示。与其他各项指标不同的是,接种后,各实验组维生素 B3 含量分别以不同的速度迅速降低,直至 21 d 后基本消耗殆尽。六株霉菌对维生素 B3 的消耗速率大小分别为棘孢青霉(*Penicillium aculeatum*)>青霉(*Penicillium*)>拟青霉(*Paecilomyces*)>费希新萨托菌(*Aspergillus fischerianus*)>新萨托菌属(*Neosartorya hiratsukae*)>雪白丝衣霉(*Byssoschlamys nivea*)。同时,也说明了青霉属霉菌对饮料 A 中维生素 B3 的消耗速率明显大于其他霉菌。由此可见,该六株霉菌污染将导致维生素饮料 A 中维生素 B3 迅速被消耗,尤其是青霉属霉菌其消耗速率可达到平均 0.3 mg/L/Day。

## 3 结论

3.1 近年来,我国饮料行业迅速发展,饮料的种类越来越多,产品的质量也越来越高。随着人们消费水平的不断提高,消费者对食品安全、健康、营养提出了更高的要求。作为快速消费品,饮料行业必须朝着安全、更健康、更营养的方向发展<sup>[2]</sup>。因此,对维生素功能饮料而言,如何采取有效措施防止生产过程中微生物污染将是一大挑战<sup>[6,8,10]</sup>。

3.2 大多数饮料生产工艺过程中,一般先是采取 UHT 对调配物料或者半成品进行高温杀菌,然后利用热灌装技术对原料中的微生物进行控制<sup>[13,14]</sup>。但对于维生素饮料来说,UHT 杀菌时间不宜过长,物料中的维生素在高温条件容易分解而造成维生素含量的丧失<sup>[14]</sup>。因此,在保证营养成分完整的前提下,或多或少会有部分耐热性较强的微生物(如霉菌孢子、产芽孢菌等)会存活于成品中,待产品上架后很容易造成消费者投诉或者食品质量安全等影响企业名誉的事件。

3.3 为进一步了解微生物污染对维生素饮料的影响,

本文通过搜集某一典型的维生素功能饮料 A 的市场投诉样,从中分离出六种常见的污染霉菌,并将分离得到六株霉菌分别接种至饮料 A 中进行实验。经过长时间恒温培养后,对接种不同霉菌的饮料 A 的主要理化指标进行监控。结果发现,此六株霉菌对饮料 A 维生素 B3 的含量有明显影响,可在短时间(14 d)内将饮料 A 中的维生素 B3 消耗殆尽,但这些霉菌似乎对饮料 A 的 pH、糖度、酸度、维生素 C、维生素 B6 均无明显影响。由此可见,对于维生素饮料而言,霉菌污染将导致饮料中维生素 B3 迅速消耗。因此,在维生素饮料生产过程中必须严格控制霉菌污染,尤其是青霉属霉菌。

## 参考文献

- [1] 莫树平,司徒穗嫫.影响果汁饮料质量的关键技术[J].饮料工业,2007,6:1-4  
MO Shu-ping, SITU Sui-yan. Key techniques affecting quality of fruit juice drinks [J]. The Beverage Industry, 2007, 6: 1-4
- [2] 罗魏,刘学文,王永欢,等.功能性饮料的发展现状及展望[J].食品工业科技,2011,2:418-421  
LUO Wei, LIU Xue-wen, WANG Yong-huan, et al. Science and Technology of Food Industry, 2011, 2: 418-421
- [3] 刘玉芳,田志利,刘淑萍.影响维生素饮料褐变的因素与解决措施[J].食品科技,2008,10: 96-98  
LIU Yu-fang, TIAN Zhi-li, LIU Shu-ping. Study on browning of vitamins drink and resolving solutions [J]. Food Science and Technology, 2008, 10: 96-98
- [4] Loïc Durand, Stella Planchon, Marie-Hélène Guinebreteire, et al. Contamination pathways of spore-forming bacteria in a vegetable cannery [J]. International Journal of Food Microbiology, 2015, 2: 10-19
- [5] 刘慧燕,赵广才.抗疲劳功能成分在运动饮料中的作用[J].饮料工业,2006,5:8-10  
LIU Hui-yan, ZHAO Guang-cai. Effects of anti-fatigue functional components in sports drinks [J]. The Beverage Industry, 2006, 5: 8-10
- [6] 黄卉,赵力超,游曼洁.影响荔枝汁非酶褐变的因素及其控制方法[J].食品科技,2006,9:196-198  
HUANG Hui, ZHAO Li-chao, YOU Man-jie. Study on nonenzymatic browning of litchi juice and its inhibition methods [J]. Food Science and Technology, 2006, 9: 196-198
- [7] Andréa T, Daniel A L, Beatriz de C M S, et al. Modeling the growth of *Byssoschlamys fulva* and *Neosartorya fischeri* on solidified apple juice by measuring colony diameter and

- ergosterol content [J]. International Journal of Food Microbiology, 2015, 1: 23-28
- [8] Panagou E Z, Chelonas S, Chatzipavlidis I, et al. Modelling the effect of temperature and water activity on the growth rate and growth/no growth interface of *Byssochlamys fulva* and *Byssochlamys nivea* [J]. Food Microbiology, 2010, 2: 618-627
- [9] Saxena J, Munimbazi C, Bullerman L B. Relationship of mould count ergosterol and ochratoxin a production [J]. International Journal of Food Microbiology, 2001,6, 29-34
- [10] 冯德明,周晓霞.高效液相色谱(HPLC)法测定饮料中维生素C的含量[J].饮料工业,2003,1:43-46  
FENG De-ming, ZHOU Xiao-xia. Detection of content of Vc in drinks by HPLC [J]. The Beverage Industry, 2003, 1: 43-46
- [11] 周婧琦,赵光远,张培旗,等.热协同超高压加工的鲜榨桃汁在贮藏过程中的稳定性变化[J].现代食品科技,2008,6: 548-551  
ZHOU Jing-qi, ZHAO Guang-yuan, ZHANG Pei-qi, et al. Color stability of fresh peach juice prepared by heating at high pressure during storage [J]. Modern Food Science and Technology, 2008, 6: 548-551
- [12] 刘金豹,翟衡,张静.果汁褐变及其影响因素研究进展[J].饮料工业,2004,3:1-3  
LIU Jin-bao, ZHAI Heng, ZHANG Jing. Progress in research on juice browning and factors influencing it [J]. The Beverage Industry,2004,3:1-3
- [13] 黄国平,杨晓泉,霍琳琳.饮料加工中Vc的稳定性研究[J].食品科技,2003,3:64-66  
HUANG Guo-ping, YANG Xiao-quan, HUO Lin-lin, et al. Study on stability of Vitamin C in beverage processing [J]. Food Science and Technology, 2003, 3: 64-66
- [14] 马乃良,许思昭,陈美洪,等.食品中糖类的测定方法探讨[J].现代食品科技,2006,1: 139-141  
Ma Nai-liang, Xu Si-zhao, Chen Mei-hong, et al. The Determination of saccharide in food [J]. Modern Food Science and Technology, 2006, 1: 139-141