

## 适用于黄酒生物酸化浸米的乳酸菌筛选

程斐<sup>1,2</sup>, 周高峰<sup>2</sup>, 谢广发<sup>3</sup>, 陆健<sup>4</sup>, 曹钰<sup>\*1,2</sup>

(1. 江南大学 工业生物技术教育部重点实验室, 江苏 无锡 214122; 2. 江南大学 生物工程学院, 江苏 无锡 214122; 3. 浙江古越龙山绍兴酒股份有限公司, 浙江 绍兴 312000; 4. 江南大学 粮食发酵工艺及技术国家工程实验室, 江苏 无锡 214122)

**摘要:** 浸米是黄酒生产中的重要环节。使用高锰酸钾-溴化钾平板透明圈法, 快速从黄酒酿造环节的样品中分离筛选出 160 株产乳酸细菌; 通过生理特性试验、浸米水产酸情况、抑菌情况和生物胺试验, 得到 1 株乳酸菌适合用于生物酸化浸米, 经 16S rRNA 寡核苷酸碱基序列分析鉴定菌株为植物乳杆菌。将其应用于生物酸化浸米过程中可以快速提高米浆水的酸度, 缩短浸米时间, 并抑制杂菌的生长, 提高浸米过程的稳定性, 且有效地降低浸米水中生物胺质量浓度。

**关键词:** 乳酸菌; 筛选; 生物酸化; 生物胺

**中图分类号:** TS 261.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2013)10—1079—06

## Screening of Lactic Acid Bacteria Suitable for Biological Acidification of Rice Soaking in Chinese Rice Wine

CHENG Fei<sup>1,2</sup>, ZHOU Gao-feng<sup>2</sup>, XIE Guang-fa<sup>3</sup>, LU Jian<sup>4</sup>, CAO Yu<sup>\*1,2</sup>

(1. The Key Laboratory of Industrial Biotechnology, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 2. School of Biotechnology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; 3. Zhejiang Guyuelongshan Shaoxing Wine Co., Shaoxing 312000, China; 4. National Engineering Laboratory for Cereal Fermentation Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** Rice soaking is an important step of the Chinese rice wine production. 160 strains of lactic acid bacteria were separated from the samples of rice wine brewing process and quickly screened according to the transparent circle on the potassium permanganate-potassium bromide agar plate. According to the results of physiological characteristics, acid yield of seriffux, antibacterial activity and produce of biogenic amine, one lactic acid bacteria suitable for biological acidification of rice soaking process was obtained. Strain B101 was identified to be *Lactobacillus plantarum* by 16S rRNA sequencing. After inoculating *L. plantarum* B101, it can quickly improve the acidity of seriffux, shorten the time of soaking, and inhibit bacterial growth, improve the stability of the process of soaking, and effectively reduce the biogenic amine content of seriffux.

**Keywords:** LAB (lactic acid bacteria), screening, biological acidification, biogenic amine

收稿日期: 2013-05-30

基金项目: 江苏省高校优势学科建设工程资助项目; 绍兴市科技计划项目(2012A21042)。

\* 通信作者: 曹钰(1971—), 女, 江苏泰兴人, 工学硕士, 副教授, 硕士研究生导师, 主要从事传统酿造的机理及相关微生物和酶类研究。

E-mail: tsaoy5@jiangnan.edu.cn

黄酒具有 6 000 多年的酿造历史,它含有 21 种氨基酸和多种维生素成份以及许多种人体必需的微量元素,是一种具有很高营养价值的低酒精度饮料酒<sup>[1]</sup>。在黄酒酿造中,浸米是一个重要环节,它不仅能使原料大米充分吸水膨胀便于蒸煮,更可以使米酸化,以调节发酵醪液的酸度,保障发酵的安全进行。传统黄酒酿造,浸米时间长,如传统摊饭法酿酒,浸米时间长达 16~20 d。在机械化黄酒生产工艺中采用较高温度条件保温浸渍,浸米时间缩短,但仍然需要 4~5 d<sup>[2]</sup>。浸米过程不当是引起黄酒发酵酸败的主要原因之一。而浸米的质量随米质、浸米环境等波动较大,这就导致了浸米环节的稳定性较差<sup>[3]</sup>。目前对于黄酒生产中浸米环节的研究远远少于其他酿造环节,主要集中于浸米水中微生物的认识,浸米控制经验的总结以及不同品种米浸米特性的研究<sup>[4-7]</sup>。

生物胺是生物体内产生的一类低相对分子质量含氮有机化合物的总称。过量外源生物胺的摄入会引起血管、动脉和微血管的扩大,导致生物体的不良反应。酒生产过程中,乳酸菌分泌的氨基酸脱羧酶作用于氨基酸会产生生物胺<sup>[8]</sup>。而使用既无氨基酸脱羧酶活性,又能产生抑菌物质的生产菌株,能达到控制生物胺含量的目的<sup>[9-10]</sup>。

作者采用乳酸菌的快速筛选方法,从黄酒酿造环节的样品中分离筛选出能在浸米水中快速产酸,具有较广的抑菌作用,且生物胺反应阴性的菌株,来实现生物酸化浸米,快速提高米浆水的酸度,缩短浸米时间,并抑制杂菌的生长,提高浸米过程的稳定性,且有效的降低米浆水中生物胺含量。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

**1.1.1 样品** 糯米:购于无锡小三里桥粮油市场;浸米水:绍兴古越龙山酒厂机械化酿造工艺和传统酿造工艺不同浸米时间的浸米水样品;酒药和酒曲:古越龙山酒厂提供。

**1.1.2 培养基** MRS 培养基, LB 培养基<sup>[11]</sup>,高锰酸钾-溴化钾平板<sup>[12]</sup>,生物胺菌株活化培养基,液体脱羧酶培养基<sup>[13]</sup>。

### 1.2 方法

**1.2.1 乳酸菌的分离** 取不同来源的糯米,以料液比 1 kg:1.5 L 于 30 °C 浸渍 24、48、72 h。通过稀释分

离培养的方法,涂布于 MRS 平板上,30 °C 恒温厌氧培养 36 h,覆盖上 KMnO<sub>4</sub>-KBr 琼脂,30 °C 放置 6 h,选取透明圈直径与菌落直径比较大的菌落<sup>[12]</sup>,进行革兰氏染色、接触酶反应和葡萄糖产气实验<sup>[11]</sup>,选取革兰氏阳性,接触酶反应阴性,葡萄糖产气阴性的菌株进行保藏,进行下步实验。

古越龙山酒厂取样浸米水,按上述步骤分离。

取酒药和酒曲于添加有 20 mg/L 制霉菌素的 MRS 液体培养基中富集培养后,按上述步骤分离。

**1.2.2 生长和产酸实验** 菌株以 5% 的接种量接入液体 MRS 培养基中,30 °C 培养,测培养 24 h 时的 pH 值、总酸和 A<sub>600 nm</sub>,每株菌 3 个平行。

**1.2.3 浸米水产酸实验** 种子液的制备:将活化的乳酸菌以 5% 的接种量接入 MRS 培养基中,30 °C 静置培养 16 h,8 000 r/min 离心 10 min,弃上清,加入无菌水重悬菌种;浸米:取糯米于 250 mL 锥形瓶中,以料液比 1 kg:1.5 L 加入水,以体积分数 1% 的接种量接入乳酸菌种子液,28 °C 培养 48 h,过滤后测量浸米水的 pH 值和总酸,每株菌 3 个平行。

**1.2.4 乳酸菌的抑菌实验**<sup>[14-15]</sup> 乳酸菌发酵液的制备:将活化的乳酸菌接入加有质量分数 1% CaCO<sub>3</sub> 的 MRS 培养基中,30 °C 静置培养 48 h。发酵液以 10 000 r/min 离心 10 min,取上清。

指示菌悬液制备:接种大肠杆菌、枯草芽孢杆菌和金黄色葡萄球菌于 LB 液体培养基,37 °C 过夜培养。用无菌水稀释成 10<sup>5</sup> 个/mL 菌悬液,4 °C 保存待用。

抑菌试验:取指示菌悬液涂布于 LB 平板上,放置牛津杯于平板上,在牛津杯里加入 200 μL 菌株发酵液,置于 4 °C 冰箱中 12 h,37 °C 静置培养 16 h,观察抑菌圈的大小。

**1.2.5 乳酸菌产生物胺能力实验** 将菌株在菌株活化培养基中活化 4 次。然后接种于液体脱羧酶培养基,30 °C 培养 4 d 后,观察颜色变化。做 3 组平行,以空白培养基对照。

**1.2.6 16S rRNA 分子生物学鉴定** 提取 DNA 后,进行 16S rRNA 扩增<sup>[16]</sup>,PCR 产物经琼脂糖凝胶电泳分析。由上海生物工程有限公司进行序列测定。根据测序所得的 16S rRNA 全序列在 NCBI 网站上进行 Blast 比对后,选取 GenBank 中同源乳酸菌菌株序列,构建系统发育进化树。

**1.2.7 菌株生理特性研究** 活化后的菌种以体积

分数 5%的接种量接入液体 MRS 培养基中,30 ℃培养,每隔 3 h 取样,测定 pH 值、总酸和  $A_{600\text{nm}}$ ,绘制产酸曲线和生长曲线,每组 3 个平行。

**1.2.8 生物酸化浸米** 取糯米于锥形瓶中,以料液比 1 kg:1.5 L 加入水,以体积分数 1%的接种量接入乳酸菌种子液(与不接种的进行对照),28 ℃培养 48 h,观察浸米的品质和浸米水的状态。过滤,取浸米水,测 pH 值和总酸以及生物胺含量<sup>[17-18]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 乳酸菌的分离

MRS 平板上覆盖  $\text{KMnO}_4\text{-KBr}$  琼脂后,选取( $D$ 透明圈/ $D$ 菌落)数值大的菌株,纯化后得到 160 株乳酸菌疑似菌株。其中革兰氏阳性,接触酶反应阴性,葡萄糖产气阴性的菌株 78 株。

### 2.2 生长和产酸实验

测上述 78 株菌 30 ℃培养 24 h 后的 pH 值、总酸以及  $A_{600\text{nm}}$  值,选取酸度在 18 g/L 以上, $A_{600\text{nm}}$  值 5.0 以上,pH 值低于 3.5 的菌株,共得到 10 株菌。

### 2.3 浸米水产酸实验

将 10 株菌进行生物酸化浸米实验,测浸米 48 h 的 pH 和总酸,结果见图 1。

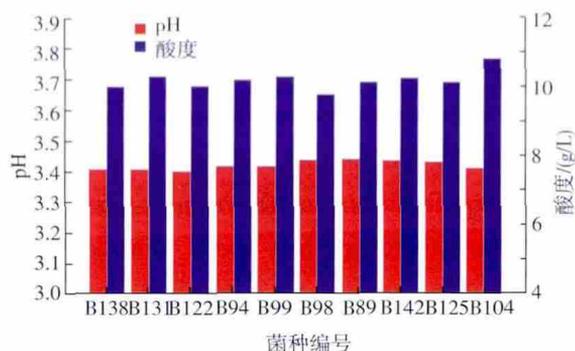


图 1 接种浸米 48 h 的浸米水 pH 值和酸度

Fig. 1 pH and acidity of seriflux after soaking 48 h with inoculating LAB

比较接种 10 株菌浸米 48 h 后浸米水的 pH 值和酸度,pH 值均在 3.4 左右,差异性很小。酸度达到 10 g/L 的有 B131、B94、B99、B142、B125、B101。

### 2.4 抑菌试验

采用牛津杯琼脂扩散法做抑菌试验,测量不同受试菌上抑菌圈的直径(结果为 3 次平行实验的平均值),结果如表 1。

表 1 乳酸菌发酵产物的抑菌效果

Table 1 Inhibitory effect of lactic acid bacteria fermentation product

编号	抑菌圈直径/mm			发酵液 pH 值
	枯草芽孢杆菌	大肠杆菌	金黄色葡萄球菌	
B94	20±3	16±1	10±2	5.02±0.02
B99	-	12±2	-	5.08±0.07
B101	23±2	15±3	12±3	5.16±0.08
B125	-	-	-	5.17±0.1
B131	12±2	-	8±1	5.12±0.04
B142	16±2	-	-	5.18±0.05

注:“-”表示无抑菌圈。

由于发酵培养基中加入质量分数 1%  $\text{CaCO}_3$ ,能充分中和乳酸,测离心后发酵液上清的 pH 值,均在 5.0 以上,可以排除乳酸对受试菌株的抑制作用,抑菌圈大小能较好的反映出菌体产生抑菌物质的能力。B94 和 B101 的发酵液对枯草芽孢杆菌、大肠杆菌、金黄色葡萄球菌的生长均有较好的抑制作用,B125 对 3 种受试菌株都没有抑制作用,B99、B131 和 B142 对部分受试菌株有一定的抑制作用。

### 2.5 乳酸菌产生物胺能力试验

观察液体脱羧酶培养基颜色变化:菌株不产生生物胺,则培养基呈现黄色,为阴性结果。菌株产生生物胺,培养基呈现紫色或者紫红色,为阳性结果。从表 2 中可以看出,B101 在加入组氨酸、鸟氨酸、赖氨酸、苯丙氨酸、酪氨酸的液体脱羧酶培养基中不产生生物胺,其他几株菌均有生物胺产生。

表 2 测试菌产生物胺情况

Table 2 Strains activity of producing BA

菌株	组胺	腐胺	尸胺	苯乙胺	酪胺
B94	-	+	-	-	+
B99	+	+	-	+	+
B101	-	-	-	-	-
B125	-	+	+	-	-
B131	+	+	-	+	+
B142	-	-	+	-	+

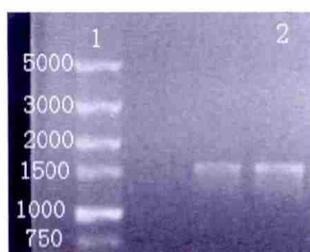
注:“-”表示阴性,“+”表示阳性。

综合浸米水产酸、抑菌试验和生物胺产生试验,B101 是一株适合生物酸化浸米菌株。

### 2.6 序列分析和系统发育树的构建

以通用引物进行 PCR 扩增,经体积分数 1%琼

脂糖凝胶电泳,得到约 1 500 bp 的扩增产物(图 2)。将 B101 菌株的 16S rRNA 序列结果输入 GenBank 用 Blast 软件进行序列同源性比较,用 MEGA5 软件对测序结果与同源种属代表菌株的 16S rRNA 采用 Neighbour-Joining 法构建系统发育树(图 3), B101 与 *Lactobacillus plantarum* subsp.*plantarum* strain ST- 亲缘关系最近,可初步确定 B101 号菌株为 *Lactobacillus plantarum*。



Lane 1:DNA maker;Lane 2:PCR products

图 2 B101 的 16S rRNA 的 PCR 产物电泳图

Fig. 2 Electrophoresis of PCR products of 16S rRNA of B101

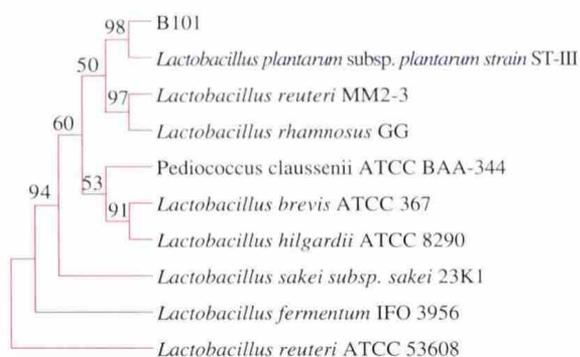


图 3 B101 的系统发育进化树

Fig. 3 Phylogenetic tree based on the complete 16S rRNA sequence of strain B101

### 2.7 菌株生理特性研究

将 B101 以体积分数 5% 的接种量接入 MRS 培养基中,每隔 3 h 取样,测其 pH 值、 $A_{600\text{nm}}$  和总酸,绘制产酸曲线和生长曲线,结果见图 4。

从图 4 中可以看出 pH 值在 0~12 h 迅速下降,12~21 h 下降速度缓慢,21 h 后保持稳定在 3.6 左右;0~12 h 产酸速度较快,之后酸度增加较慢,到 33 h 后基本保持不变。B101 的菌体量在培养了 12 h 后达到最大值,12~18 h 菌体量基本不变,18 h 后略微降低。

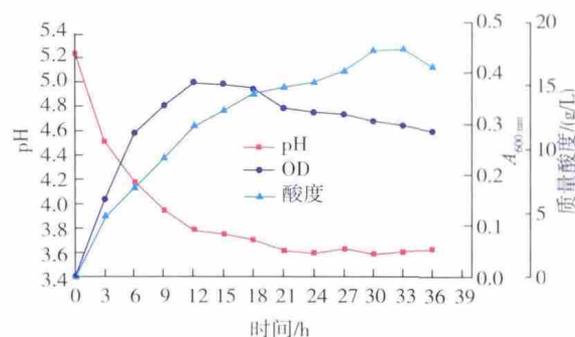


图 4 *L.plantarum* B101 的 pH 变化、生长、产酸曲线

Fig. 4 Growth curves,ability of producing acid and pH changes of *L. plantarum* B101

生长初期,培养基中营养成分丰富,生长条件适宜,菌体迅速生长,产酸速度也较快。随着菌体的生长,营养物质被消耗,乳酸的产生,降低了生长环境的 pH 值,菌体的生长受到抑制,产酸速度也减缓。18 h 时发酵液中的 pH 降低到 3.7 左右,受 pH 的影响,乳酸菌出现菌体的自溶,菌浓降低,产酸速度缓慢。

### 2.8 生物酸化浸米

使用 B101 进行生物酸化浸米。如图 5 所示,左为自然浸米,右为接种的生物酸化浸米。自然浸米的浸米水气味不宜,表面出现了较多的泡沫,而且出现了“白花”状物质,显微镜下观察“白花”为丝状真菌;生物酸化浸米的浸米水品质比较均一,无泡沫和“白花”出现,而且气味比较宜人。



图 5 自然浸米与生物酸化浸米的比较

Fig. 5 Comparison of natural soaking and biological acidification soaking with LAB

由表 3 可以看出,生物酸化浸米浸米水 pH 值明显低于自然浸米,酸度明显高于自然浸米;通过平行样品中的误差分析可以看出,生物酸化浸米,各个平行间波动小,稳定性良好,而自然发酵浸米过程控制相同的发酵条件,稳定性较差。添加乳酸菌进行生物酸化浸米可以加快米浆水升酸速度,且

在一定程度上解决自然发酵浸米过程中稳定性差的问题。

由表 4 可以看出,使用生物酸化浸米,浸米水中腐胺和尸胺的质量浓度明显降低,总的生物胺质量浓度降低了 52.7%。

表 3 浸米水总酸质量浓度和 pH 值

Table 3 pH and acidity of seriflux

	pH 值	总酸质量浓度/(g/L)
自然浸米	3.67±0.4	7.61±1.75
生物酸化浸米	3.40±0.02	10.79±0.29

表 4 浸米水中生物胺质量浓度

Table 4 Mass concentration AB in seriflux

(mg/L)

浸米方式	色胺	苯乙胺	腐胺	尸胺	组胺	酪胺	亚精胺	精胺	总量
自然浸米	0.61	0.86	7.14	2.05	0.83	0.66	1.01	2.23	15.39
生物酸化浸米	0.51	0.83	2.63	0.26	0.74	0.60	0.55	1.16	7.28

### 3 结 语

从黄酒酿造环节的样品中分离筛选得到优良乳酸菌 B101,经 16S rRNA 寡核苷酸碱基序列分析鉴定菌株为植物乳酸菌。此菌具有较广的抑菌作

用,且生物胺反应阴性,其在生物酸化浸米过程中可以快速提高米浆水的酸度,缩短浸米时间,并抑制杂菌的生长,提高浸米过程的稳定性,且有效的降低米浆水中生物胺质量浓度,是一株极具工业生产应用价值的生物酸化菌株。

### 参考文献:

- [1] 方心芳. 中国酒文化和中国名酒[M]. 北京:中国食品出版社,1989.
- [2] 谢广发. 黄酒酿造技术[M]. 北京:中国轻工业出版社,2010.
- [3] 毛青钟,俞关松. 黄酒生产中不同品种米浸米特性的研究[J]. 酿酒,2010,37(4):70-73.  
MAO Qing-zhong, YU Guang-song. Different varieties of Chinese rice wine production characteristics of rice-dip-meter[J]. **Liquor Making**, 2010, 37(4):70-73. (in Chinese)
- [4] 汪建国,汪陆翔. 大米品种和品质与黄酒酿造关系的探讨[J]. 中国酿造,2006,9:60-63.  
WANG Jian-guo, WANG Lu-xiang. Discussion on the relationship between rice and rice wine brewing [J]. **China Brewing**, 2006, 9:60-63. (in Chinese)
- [5] 毛青钟. 黄酒浸米浆水及其微生物变化和作用[J]. 酿酒科技,2004,3:73-76.  
MAO Qing-zhong. Seriflux of yellow rice wine and its microbe change and functions [J]. **Liquor-making Science and Technology**, 2004, 3:73-76. (in Chinese)
- [6] 杨百荣. 绍兴黄酒生产中米浆酸的控制[J]. 酿酒科技,2001,6:110-113.  
YANG Bai-rong. Control of serous acid in the production of Shaoxing yellow rice wine [J]. **Liquor-making Science and Technology**, 2001, 6:110-113. (in Chinese)
- [7] 毛青钟,陈细丹. 黄酒浸米浆水表面微生物的研究[J]. 江苏调味副食品,2009,26(3):19-21.  
MAO Qing-zhong, HEN Xi-dan. Research on the surfacemicroorganism in the seriflux of yellow rice wine [J]. **Jiangsu Condiment and Subsidiary Food**, 2009, 26(3):19-21. (in Chinese)
- [8] SIMT A Y, DU TOIT W J, DU TOIT M. Biogenic amines in wine; understanding the headache [J]. **South African Journal for Enology and Viticulture**, 2008, 29(2):109-127.
- [9] JOOSTEN H, NUNEZ M. Prevention of histamine formation in cheese by bacteriocin-producing lactic acid bacteria [J]. **Applied and Environmental Microbiology**, 1996, 62(4):1178-1181.
- [10] HERRERO-FRESNO A, MATINEZ N, SANCHEZ-LLANA E, et al. Lactobacillus casei strains isolated from cheese reduce biogenic amine accumulation in an experimental model[J]. **International Journal of Food Microbiology**, 2012, 157(2):297-304.
- [11] 张刚. 乳酸细菌:基础、技术和应用[M]. 北京:化学工业出版社,2007:450-451.

- [12] 蒋雪薇,盛灿梅,周倩,等. 琼脂块法快速平板初筛米根霉 L-乳酸高产菌[J]. 食品与机械,2010,26(3):8-10.  
JIANG Xue-wei, SHENG Can-mei, ZHOU Qian et al. A rapid plate selection method for L-lactic acid producing strain of *Rhizopus oryzae* with agar block[J]. **Food and Machinery**, 2010, 26(3):8-10. (in Chinese)
- [13] 孟甜. 乳酸菌产生物胺的鉴定及食品中生物胺的检测[D]. 无锡:江南大学,2009.
- [14] CASLA D, REQUENA T, GOMEZ R. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from goats, milk and artisanal cheeses: characteristics of a bacteriocin produced by *Lactobacillus curvatus* IFPL105 [J]. **Journal of Applied Microbiology**, 1996, 81(1):35-41.
- [15] GAO Y, JIA S, GAO Q, et al. Novel bacteriocin with a broad inhibitory spectrum produced by *Lactobacillus sake* C2, isolated from traditional Chinese fermented cabbage[J]. **Food Control**, 2010, 21(1):76-81.
- [16] 张中华,管政兵,梁小刚,等. PCR-DGGE 分析绍兴黄酒麦曲中细菌群落方法的建立[J]. 食品工业科技,2012,33(14):206-213.  
ZHANG Zhong-hua, GUAN Zheng-bing, LIANG Xiao-gang, et al. Establishment of PCR-DGGE for analysing the bacterial community of Shaoxing rice wine wheat Qu [J]. **Science and Technology of Food Industry**, 2012, 33(14):206-213. (in Chinese)
- [17] PINEDA A, CARRASCO J, PENA-FARFAL C, et al. Preliminary evaluation of biogenic amines content in Chilean young varietal wines by HPLC[J]. **Food Control**, 2012, 23(1):251-257.
- [18] 赵庆喜,薛长湖,徐杰,等. 反相高效液相色谱-柱后衍生法分析检测鱿鱼中的生物胺[J]. 食品与生物技术学报,2007,26(3):14-19.  
ZHAO Qing-xi, XUE Chang-hu, XU Jie, et al. Determination of biogenic amines in squid by reversed phase high-performance liquid chromatography and post-column derivatization[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2007, 26(3):14-19. (in Chinese)

## 科技信息

蔬菜水果经过光照后更美味 或引领新的农业方向

近日,美国佛罗里达大学的研究人员发现了一种新的方法,可以在不改变植物基因构成的前提下极大地改进蔬菜与水果的味道,有专家称,这或许将引领新的农业发展方向。

在美国佛罗里达大学的一个温室里,园艺学专家凯文·福尔塔展示了他的最新研究成果——通过改变照射光线的波长,进而改变蔬菜和水果的味道。福尔塔表示光照不仅仅只会影响植物的光合作用,同时不同波长的光可以极大的改变植物的特性。“我们可以通过改变蔬菜水果周围的光照环境来使它们的味道变得更好。同时我们也能通过改变光线类型来提高它们的抗氧化性、改善它们的外观以及增添抗癌成分。”

福尔塔和他的团队使用 LED 灯生成不同波长的光线,然后经过大量实验测试光线对植物生长所造成的影响。结果他们发现,在红外线与远红外线的照射下,植物会大量释放一种名为“2-苯乙醇”的挥发性物质,而这种物质恰好是改善蔬菜、水果味道的关键。研究人员还发现,即使是在蔬菜与水果被采摘后,通过光线照射来改善味道的方法依然有效。这就意味着,未来如果把这种技术应用于日常生活当中,我们就可以随时享用到味道鲜美且营养丰富的蔬菜、水果了。

凯文·福尔塔:“蔬菜水果具有特定的‘作息规律’。夜间,它们释放香味的能力会受到抑制,从而使代谢物不断淤积和聚集。因此在天亮时门窗被打开后果蔬的香气就会一下子全部释放出来,就如同我们在清晨打开冰箱时或储物间时那样。在了解了这个特性后,我们就可以巧妙地控制刚被采摘后的果蔬,何时让它们香气芬芳了。”

此外,福尔塔的同事托马斯表示,“植物光照技术”与转基因工程具有本质上的区别,研究小组致力于在没有经过基因改造的植物身上创造出更美味、更营养的食品。“我们所做的只是操控照射到植物上的光线而已。植物受到光照后所发生的代谢作用会与未受光照时完全不同。我们只要把光照控制在合适的范围内就可以在改善这些果蔬口味的同时,还使其营养成分不受到任何影响了。”

[信息来源] 国际在线. 蔬菜水果经过光照后更美味 或引领新的农业方向 [EB/OL]. (2013-9-7). <http://news.foodmate.net/2013/09/242772.html>.