

新型红薯饮料的开发

袁秋萍,陈 劼,王燕敏

(浙江科技学院 生物与化学工程学院,杭州 310023)

摘 要: 红薯的生物活性已经被广泛认同,其中最主要的特性为抗氧化和预防肿瘤。针对目前红薯深加工产品较少的状况,以红皮白芯红薯为原料,研究了温度对新型红薯饮料出汁率的影响,红薯汁的榨取应在室温下进行。以正交试验方法研究了复合护色剂护色、 α -淀粉酶酶解澄清、饮料稳定性等工艺,最佳护色条件为0.3% (质量分数,下同)抗坏血酸加0.6%柠檬酸复合,护色15 min。酶解澄清处理最佳条件为pH4.5,温度60℃,处理1 h。稳定剂为0.12%黄原胶,0.20% CMC-Na,0.15%海藻酸钠。开发出一种营养丰富、风味独特的新型红薯饮料。最后,确定了产品质量标准。

关键词: 红薯饮料;加工工艺;产品质量

中图分类号: TS215;S531

文献标识码: A

文章编号: 1671-8798(2010)06-0530-06

Development of novel beverage from sweet potato (*Ipomoea batatas*)

YUAN Qiu-ping, CHEN Jie, WANG Yan-min

(School of Biological and Chemical Engineering, Zhejiang University of Science and Technology,
Hangzhou 310023, China)

Abstract: The biological activity of sweet potato (*Ipomoea batatas*) has been widely recognized. The most important features are anti-oxidation and cancer prevention. Intensive processing of sweet potato has been rarely reported. A nutrient-rich, unique flavored beverage was developed from white-core-red-skin sweet potato. Effect of temperature on juice yield was studied. Room temperature was found to have the best yield. Orthogonal experiment was used to find out compound color fixatives, enzymatic clarification, and beverage stability. Optimum color protection conditions were 0.3% (mass fraction) ascorbic acid plus 0.6% citric acid for 15 min. Optimal conditions for α -amylase treatment were pH4.5 and 60℃ for 1 h. Composite stabilizers were 0.12% xanthan gum, 0.20% CMC-Na and 0.15% sodium alginate. Beverage quality standards were established.

Key words: sweet potato (*Ipomoea batatas*); processing technique; product quality

收稿日期: 2010-03-08

基金项目: 浙江省教育厅重点项目(Z200805427)

作者简介: 袁秋萍(1961—),女,浙江天台人,高级工程师,主要从事食品精深加工及保鲜技术的研究。

红薯是首选的抗癌食品,在 20 种抗癌蔬菜排行榜中名列榜首。红薯中的活性物质去雄酮,能有效地抑制和预防癌症的发生^[1]。红薯含有丰富的淀粉、维生素、纤维素等人体必需的营养成分,还含有丰富的镁、磷、钙等矿物元素和亚油酸等,能保持血管弹性,对防治老年习惯性便秘十分有效。红薯还是一种理想的减肥食品,它的热量只有大米的 1/3,富含纤维素和果胶,能够阻止糖分转化为脂肪^[2-3]。

中国是世界上最大的红薯生产国,近几年红薯年产量都超过 100 Mt,占世界总产量的 80%以上。虽然中国红薯的种植面积和产量均居世界首位,但红薯加工业发展却很缓慢^[4],红薯的工业加工只占 15%,多数仍采用传统的单一加工方法,加工出的产品仅为红薯淀粉,而占红薯重量 75%以上的红薯汁、红薯纤维和蛋白等营养成分和活性物质都被当成废水和废渣排弃,既浪费资源,又污染环境,导致利用率低下,产品单一,附加值不大,效率不高^[5]。采用综合加工利用方法,除生产红薯淀粉外,为了尽可能多地保留红薯中的营养成分和生物活性物质,可制备新型红薯饮料。如何在加工中使红薯物尽其用,获得高利用率、高附加值和高效益,成为必须研究的课题。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

红皮白芯红薯,Na₂SO₃,抗坏血酸,柠檬酸,α-淀粉酶,黄原胶,CMC-Na,海藻酸钠;电子分析天平,B25 型 B. R. T 高剪切分散乳化机,DK-8A 型数显电热恒温水槽,UV-722 型紫外可见分光光度计,SPX-250BS-Ⅱ型生化培养箱,YXQ-LS-18SI 型全自动手提式灭菌锅,CF15R 型离心机,榨汁机,电磁炉等。

1.2 工艺流程

红皮白芯红薯→清洗→去皮→切块→护色→榨汁→分离→红薯汁→酶处理→灭酶→调配→均质→杀菌→冷却→成品^[6-7]

1.3 测试方法

1.3.1 色度测定

采用比色法,以蒸馏水作参比,在 420 nm 下测定红薯汁的吸光度 A。以 A×10 表示褐变度(Degree of Browning,DB)。

1.3.2 稳定性测定

采用离心法,10 cm 高的离心管中加入 10 mL 红薯汁饮料,4 000 r/min 离心 10 min,测量离心沉淀的高度(cm)。

2 结果与分析

2.1 温度对红薯汁饮料出汁率的影响

将红薯块根切碎,按 1:1(W:V)加入冷开水混匀,一定温度下保温 2 min 后榨汁,榨汁温度分别为 20,55,75,95 ℃,按公式(1)计算出汁率,结果见表 1。

$$\text{出汁率}/\% = \frac{\text{红薯汁质量}-\text{加入的水质量}}{\text{红薯质量}} \times 100$$

(1)

表 1 不同温度下红薯出汁率

Table 1 Extraction rate of sweet potato juice under different temperature

| 温度/℃ | 红薯/g | 水/g | 红薯汁/g | 出汁率/% | 汁液状态 |
|------|------|-----|-------|-------|------|
| 20 | 50 | 50 | 75.2 | 50.4 | 混浊 |
| 55 | 50 | 50 | 74.4 | 48.8 | 混浊 |
| 75 | 50 | 50 | 71.1 | 42.2 | 乳状混浊 |
| 95 | 50 | 50 | 65.4 | 30.8 | 乳状混浊 |

表 1 结果说明,以 4 种不同温度处理所得的汁液,在 20℃时榨汁的出汁率最高,随温度升高,出汁率下降。其原因在于,随着温度的升高,淀粉开始糊化,造成汁液黏稠,使得出汁率降低。生产过程中,榨汁

用水无需加热。

2.2 复合护色剂的护色效果

榨汁过程中,红薯组织被破碎,在有氧条件下红薯中的多酚氧化酶(PPO)及过氧化物酶(POD)等催化酚类物质引起变色^[8-9]。护色剂单因素实验的结果为,Na₂SO₃ 质量分数 0.5%,抗坏血酸质量分数 0.2%,柠檬酸质量分数 0.5%。在单因素试验得到的最适浓度附近选取试验点,采用 L₁₆(4⁴)正交试验表,通过正交试验确定最佳护色配比和条件^[10]。DB 值越小,说明护色效果越好。因素水平表见表 2,试验结果见表 3。

表 2 护色试验因素水平表

Table 2 Design of orthogonal experiment for color of sweet potato juice

| 水平 | Na ₂ SO ₃ /% | Vc/% | 柠檬酸/% | 浸泡时间/min |
|----|------------------------------------|------|-------|----------|
| | A | B | C | |
| 1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5 |
| 2 | 0.5 | 0.1 | 0.2 | 10 |
| 3 | 1.0 | 0.2 | 0.4 | 15 |
| 4 | 1.5 | 0.3 | 0.6 | 20 |

表 3 护色 L₁₆(4⁴)正交试验结果

Table 3 Result of orthogonal experiment for color of sweet potato juice

| 试验号 | A | B | C | D | DB |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10.72 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3.15 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1.62 |
| 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2.37 |
| 5 | 2 | 1 | 2 | 3 | 6.49 |
| 6 | 2 | 2 | 1 | 4 | 7.81 |
| 7 | 2 | 3 | 4 | 1 | 3.78 |
| 8 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4.78 |
| 9 | 3 | 1 | 3 | 4 | 6.56 |
| 10 | 3 | 2 | 4 | 3 | 7.72 |
| 11 | 3 | 3 | 1 | 2 | 9.55 |
| 12 | 3 | 4 | 2 | 1 | 6.86 |
| 13 | 4 | 1 | 4 | 2 | 6.82 |
| 14 | 4 | 2 | 3 | 1 | 8.06 |
| 15 | 4 | 3 | 2 | 4 | 8.10 |
| 16 | 4 | 4 | 1 | 3 | 7.31 |
| k ₁ | 4.465 | 7.647 | 8.848 | 7.355 | |
| k ₂ | 5.715 | 6.685 | 6.150 | 6.075 | |
| k ₃ | 7.672 | 5.763 | 5.225 | 5.785 | |
| k ₄ | 7.572 | 5.330 | 5.173 | 6.210 | |
| R | 3.207 | 2.317 | 3.675 | 1.570 | |
| 优水平 | A ₁ | B ₄ | C ₄ | D ₃ | |
| 主次顺序 | C>A>B>D | | | | |

通过正交试验和极差分析,确定护色最佳方案是 A₁B₄C₄D₃,即最佳护色条件为抗坏血酸 0.3%,柠檬酸 0.6%,浸泡时间 15 min,不添加亚硫酸钠。与图 1 的直观分析结果吻合。

该配比不在已进行的试验中,经验证试验,DB 值为 1.55。

2.3 酶解澄清

参考厂家提供的酶使用条件,酶解澄清试验以酶解温度、pH 值和处理时间为因子进行正交试验^[10],以柠檬酸调节体系 pH 值,与 2.2 护色结果无冲突。以透光率为指标,透光率越高则澄清效果越好^[11-12]。因素水平表见表 4,试验结果见表 5。

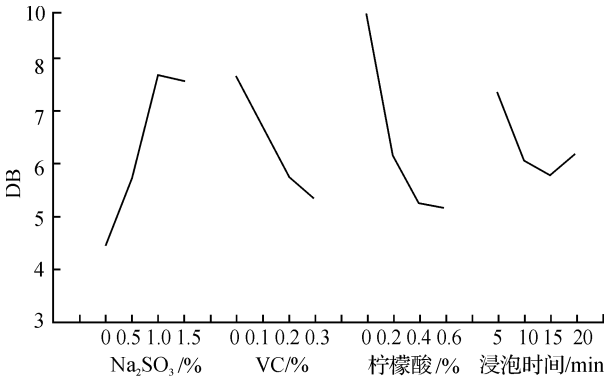


图 1 护色 $L_{16}(4^4)$ 正交试验结果直观分析

Fig.1 Intuitive Analysis of experiment for color of sweet potato juice

表 4 酶解澄清试验因素水平

Table 4 Design of orthogonal experiment for enzymic hydrolysis of sweet potato

| 水平 | pH 值 | 酶解温度/℃ | 处理时间/h |
|----|------|--------|--------|
| | A | B | C |
| 1 | 4.5 | 50 | 1 |
| 2 | 5.5 | 60 | 2 |
| 3 | 6.5 | 70 | 3 |

由表 5 正交试验结果进行极差分析,主次因素顺序为 $A>B>C$,表明对红薯汁生物酶解澄清效果影响最大的是 pH 值,其次是温度,时间影响最小。最佳组合是 $A_1B_2C_1$,即 pH 4.5,温度 60℃,处理时间 1 h。

经 $A_1B_2C_1$ 验证试验,透光率为 99.4%。

表 5 酶解澄清处理 $L_9(3^3)$ 正交试验结果

Table 5 Result of orthogonal experiment for enzymic hydrolysis of sweet potato

| 试验号 | A | B | C | 透光率/% |
|-------|-------|-------|--------|-------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 81.5 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 98.8 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 94.8 |
| 4 | 2 | 1 | 2 | 69.2 |
| 5 | 2 | 2 | 3 | 89.6 |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 86.9 |
| 7 | 3 | 1 | 3 | 38.3 |
| 8 | 3 | 2 | 1 | 78.6 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 65.8 |
| K_1 | 275.1 | 189 | 246.99 | |
| K_2 | 245.7 | 267 | 233.79 | |
| K_3 | 182.7 | 247.5 | 222.69 | |
| k_1 | 91.7 | 63 | 82.33 | |
| k_2 | 81.9 | 89 | 77.93 | |
| k_3 | 60.9 | 82.5 | 74.23 | |
| R | 30.8 | 26 | 8.1 | |

2.4 饮料稳定性试验

采用单一稳定剂很难取得较好的稳定效果,参考相关资料^[13-14],选取黄原胶、CMC-Na 和海藻酸钠做 $L_9(3^3)$ 正交试验。沉淀高度值越小,说明饮料稳定性越好。因素水平表见表 6,试验结果见表 7。

由表 6、表 7 可知,影响饮料稳定性的主次因素顺序为 $A>B>C$,最佳状态组合为 $A_3B_2C_2$ 和 $A_3B_3C_1$,考虑到成本因素,最终选择 $A_3B_2C_2$,即 CMC-Na 0.2%、黄原胶 0.12%、海藻酸钠 0.15%。

经 $A_3B_2C_2$ 验证试验,沉淀高度为 0.2 cm。

表 6 饮料稳定性实验因素水平

Table 6 Design of orthogonal experiment for stability of sweet potato juice

| 水平 | CMC-Na/% | 黄原胶/% | 海藻酸钠/% |
|----|----------|-------|--------|
| | A | B | C |
| 1 | 0.10 | 0.08 | 0.12 |
| 2 | 0.15 | 0.12 | 0.15 |
| 3 | 0.20 | 0.15 | 0.18 |

表 7 饮料稳定性 $L_9(3^3)$ 正交试验结果

Table 7 Result of orthogonal experiment for stability of sweet potato juice

| 试验号 | A | B | C | 沉淀高度/cm |
|-------|------|------|------|---------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0.5 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 0.4 |
| 3 | 1 | 3 | 3 | 2.1 |
| 4 | 2 | 1 | 3 | 2.2 |
| 5 | 2 | 2 | 1 | 0.7 |
| 6 | 2 | 3 | 2 | 0.9 |
| 7 | 3 | 1 | 2 | 0.6 |
| 8 | 3 | 2 | 3 | 1.6 |
| 9 | 3 | 3 | 1 | 0.3 |
| K_1 | 3.00 | 3.30 | 3.00 | |
| K_2 | 3.80 | 2.70 | 2.90 | |
| K_3 | 2.50 | 3.30 | 3.40 | |
| k_1 | 1.00 | 1.10 | 1.00 | |
| k_2 | 1.30 | 0.90 | 0.97 | |
| k_3 | 0.83 | 1.10 | 1.13 | |
| R | 0.47 | 0.20 | 0.16 | |

3 产品质量标准

3.1 感官指标

感官指标应符合表 8 的规定。

3.2 理化指标

参考 GB 19297—2003《果、蔬汁饮料卫生标准》和 GB 2762—2005《食物中污染物限量》制定,理化指标应符合表 9 的规定。

表 8 感官指标

Table 8 Sensory standards

| 项目 | 指标 |
|----|-------------------------------------|
| 色泽 | 红薯功能性饮料呈微黄色,色泽均匀一致。 |
| 外观 | 组织形态细腻,混浊度均一,无杂质,不分层,久置允许有微量沉淀。 |
| 风味 | 具有红薯汁特有的浓郁清香;口感具有红薯汁特有的甜味,酸甜爽口,无异味。 |

表 9 理化指标

Table 9 Physical and chemical standards

| 项目 | 指标 |
|----------------------------------|----------|
| 总糖(以葡萄糖计)/(g·L ⁻¹) | ≥(120±5) |
| 游离氨基酸/(mg·L ⁻¹) | ≥108 |
| 总砷(以 As 计)/(mg·L ⁻¹) | ≤0.2 |
| 铅(Pb)/(mg·L ⁻¹) | ≤0.05 |
| 铜(Cu)/(mg·L ⁻¹) | ≤5 |
| 锌(Zn)/(mg·L ⁻¹) | ≤5 |
| 铁(Fe)/(mg·L ⁻¹) | ≤15 |
| 锡(Sn)/(mg·L ⁻¹) | ≤200 |

3.3 卫生指标

参考 GB 19297—2003《果、蔬汁饮料卫生标准》和 GB 2762—2005《食物中污染物限量》制定,卫生指标应符合表 10 的规定。

4 结 论

1) 红薯汁的榨取应在室温下进行。

表 10 微生物指标

Table 10 Microbiological standards

| 项目 | 指标 |
|---------------------------------|------|
| 细菌总数/(cfu·mL ⁻¹) | ≤50 |
| 大肠菌群/(MPN·100mL ⁻¹) | ≤3 |
| 致病菌(沙门氏菌、志贺氏菌、金黄色葡萄球菌) | 不得检出 |

- 2) 护色的最佳条件为 0.3% Vc 加 0.6% 柠檬酸复合使用,护色 15 min。
- 3) 酶解澄清处理最佳条件为 pH 4.5,温度 60 ℃,处理 1 h。
- 4) 稳定剂用量为 0.12% 黄原胶,0.20% CMC-Na,0.15% 海藻酸钠。

参考文献:

- [1] TIAN C, WANG G. Study on the anti-tumor effect of polysaccharides from sweet potato[J]. J Biotech,2008,136(S): 345-355.
- [2] BOVELL-BENJAMIN A C. Sweet Potato: A Review of its Past, Present, and Future Role in Human Nutrition[J]. Advances in Food and Nutrition Research,2007,52:1-59.
- [3] 伍军. 红薯营养保健价值及综合利用[J]. 粮食与油脂,2004(1):18-19.
- [4] 曹凯光. 红薯综合加工利用研究及其保健食品开发[J]. 食品工业科技,2004(2):110-112.
- [5] 崔德山. 红薯饮料的开发及其特征[J]. 食品文摘,1999(2):9-11.
- [6] 佑稷,杨谷良,顾仁勇. 红薯饮料的工艺研究[J]. 食品工业科技,2002(10):59-61.
- [7] 何胜生. 甘薯饮料加工工艺研究及综合利用[J]. 福建轻纺,2005(10):5-8.
- [8] TEOW C C, TRUONG V D, MCFEETERS R F, et al. Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours[J]. Food Chemistry,2007,103(3):829-838.
- [9] TAMAKIA K, TAMAKIB T, SUZUKIC Y. Deodorisation of off-odour during sweet potato juice production by employing physical and chemical deodorants[J]. Food Chemistry,2007,105(2):454-461.
- [10] BURRIW. Applied Statistical Methods[M]. London: Academic Press, Inc,1979:37-42.
- [11] REKHA M R, PADMAJA G. Alpha-amylase inhibitor changes during processing of sweet potato and taro tubers [J]. Plant Foods for Human Nutrition,2002,57(3/4):285-294.
- [12] 伍军,孙团,朱明丽. 红薯饮料澄清工艺条件及模型的研究[J]. 粮油加工与食品机械,2004(8):58-60.
- [13] 聂幼华. 高淀粉植物饮料的稳定性研究[J]. 食品与机械,1997(2):9-11,20.
- [14] 周丽艳,康维民,刘绍军. 提高甘薯饮料稳定性的研究[J]. 食品工业科技,2003(8):35-37.