

# 响应曲面法优化草莓汁花色苷促溶技术的研究

祁岩龙,冯怀章,任向荣,宋芳芳,徐艳文,张亿洁,王立鹏  
(新疆农业科学院 综合试验场,新疆 乌鲁木齐 830012)

**摘要:**为了加速溶出草莓汁中的花青素,以哈尼草莓为试验材料,原花青素含量为检测指标,依据中心组合响应面设计,研究果胶酶处理对草莓中色素物质溶出的影响。结果表明:果胶酶处理的最佳工艺条件为果胶酶添加浓度为(质量比)1.70‰,45℃处理 2.87 h;方差分析结果表明模型高度显著( $P=0.0002$ ),失拟性不显著( $P>0.1$ )。该模型可进行草莓汁加工中花青素溶出的分析及预测。通过该技术处理,可以得到花青素含量高、颜色较好的草莓汁。

**关键词:**草莓汁;响应曲面法;花色苷;促溶

**中图分类号:**TS245.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-2767(2015)05-0112-03 DOI:10.11942/j.issn1002-2767.2015.05.0112

草莓是世界七大保健水果之一<sup>[1]</sup>,2012 年,中国草莓栽培面积已达 8 万  $\text{hm}^2$ ,年产量达 188 万 t,居世界第 1 位<sup>[2]</sup>。草莓富含花色苷、酚酸、黄酮类物质等酚类活性成分<sup>[3]</sup>,花色苷是植物体内的一大类次生代谢产物,主要以糖苷的形式存在于植物的液泡中<sup>[4]</sup>,作为一种天然的水溶性可食色素,具有非常重要的营养和药理作用,除可赋予果实色泽、香气和营养价值<sup>[5]</sup>外,还能抗氧化<sup>[6]</sup>、消除自由基、预防心血管疾病、抗突变、提高视力等<sup>[7]</sup>。

草莓中花青素受细胞及其组织的阻碍,当前传统的草莓榨汁方法不易将其有效溶出并进入草莓汁中,形成资源浪费。本试验将利用果胶酶处理来探讨针对这一问题的解决方法及工艺优化,通过果胶酶处理分解草莓中的果胶物质,将细胞壁透性增大,使草莓中的花青素等物质有效溶出,得到色素含量高,颜色较好的草莓汁产品。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

供试草莓品种哈尼。仪器设备有高速冷冻离心机、电热恒温水浴锅、分光光度计、分析天平。试剂有果胶酶、冰乙酸、盐酸、氢氧化钠、氯化钾。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 新鲜的哈尼草莓分拣、清洗、压榨,在压榨液中依试验设计(见表 1)加入果胶酶进行处理,过滤,并进行原花青素含量检测。

1.2.3 测定项目与方法 原花青素含量检测采

用 pH 示差法<sup>[8-10]</sup>。取 2.0 mL 草莓汁,分别用 pH1.0 和 pH4.5 的缓冲溶液定容至 25.0 mL,在室温下平衡 2 h,用蒸馏水作对照,在波长为 520 nm 处检测其吸光度,根据 Fuleki 公式<sup>[11]</sup>求出原花青素的含量。

$$C(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}) = \frac{(B_{1.0} - B_{4.5}) \times n \times M}{\mu \times V1} \times 1\,000$$

式中: C 为每升草莓汁中花色苷的含量( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ); $B_{1.0}$ 、 $B_{4.5}$  分别为 pH1.0、pH4.5 时原花青素在 520 nm 波长处的吸光度; n 为稀释倍数; M 为相对分子质量  $449 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; V1 为样品体积(mL);  $\mu$  为消光系数 29 600。

表 1 果胶酶处理中心组合响应面设计因素水平表

Table 1 Factors and levels in thebox-behnen design for pectinase treatment

水平 Level	因素 Factors		
	X <sub>1</sub> 酶添加量/% Additive amount	X <sub>2</sub> 时间/h Time	X <sub>3</sub> 温度/℃ Temperature
-1	0.5	2.0	35
0	1.0	3.0	40
+1	1.5	4.0	45

## 2 结果与分析

### 2.1 果胶酶处理的回归方程建立

根据响应曲面法的要求,开展 17 组试验,结果见表 2。

采用设计专家软件进行回归分析,得到二次多项方程及其模型: $W = 373.75 - 15.05X_1 - 3.71X_2 - 17.83X_3 - 21.66X_1X_2 - 0.75X_1X_3 -$

收稿日期:2014-05-19  
第一作者简介:祁岩龙(1986-),男,新疆维吾尔自治区乌鲁木齐人,硕士,助理研究员,从事农产品加工与贮藏研究。