

阙小峰, 缪建芹, 司文会, 等. 聚丙烯酰胺澄清苹果汁工艺及其机理分析[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(11): 310-312.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2014.11.110

聚丙烯酰胺澄清苹果汁工艺及其机理分析

阙小峰¹, 缪建芹², 司文会¹, 徐良¹, 黄超群¹

(1. 苏州农业职业技术学院, 江苏苏州 215008; 2. 江南大学食品学院, 江苏无锡 214226)

摘要: 研究用聚丙烯酰胺澄清苹果汁的工艺因素, 初步探讨了聚丙烯酰胺澄清作用的机理, 并对澄清过程中果汁成分的变化进行了分析。结果表明: 聚丙烯酰胺澄清果汁的机理是利用极性基团破坏果汁中微粒的 ζ 电位, 对其吸附并利用长链结构“桥联”形成絮凝共聚物; 聚丙烯酰胺澄清苹果汁的最佳条件为: 聚丙烯酰胺用量 $20 \mu\text{g/mL}$ 果汁, 温度 $40 \sim 50^\circ\text{C}$, pH 值 4.0, 澄清后果汁还原糖和总酸保留率在 95% 以上。

关键词: 聚丙烯酰胺; 果汁澄清; 机理; 影响因素

中图分类号: TS275.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)11-0310-02

果汁澄清是果汁加工中的重要工序, 当果汁从水果中压榨出来后, 常常带有悬浮的细胞碎块, 和果胶、淀粉等亲水性胶体悬浮物的保护因子, 以及蛋白质、多酚类形成的不溶性混浊或沉淀等三类成分^[1]。在果汁加工或贮藏期间, 它们与其他成分作用, 会引起果汁的混浊现象, 果汁的澄清处理就是要将上述三类混浊因子尽可能完全除去, 以保障果汁在贮藏期间的质量稳定。

在苹果汁生产过程中, 澄清工序是决定苹果汁外观的关键工序, 不仅影响产品外观, 而且直接对果汁的品质和稳定性起决定作用^[2]。常见的苹果汁澄清方法有自然澄清、热处理、超滤法、酶法和添加澄清剂等, 本试验主要利用一种高分子表面活性物质——聚丙烯酰胺^[3]来澄清苹果汁, 并研究影响聚丙烯酰胺澄清果汁的因素, 分析聚丙烯酰胺澄清果汁的最佳工艺条件及聚丙烯酰胺澄清作用对果汁成分的影响, 从而初步探讨聚丙烯酰胺澄清果汁的机理。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

试验材料为富士苹果, 市售, 于试验前贮藏在 4°C 冰箱中。

聚丙烯酰胺, 购自上海化学药品制剂公司。

1.2 果汁制备

取富士苹果, 经清洗、去皮去核、切块后用家用榨汁机(上海海菱电器有限公司)榨汁。

1.3 澄清剂的制备

将聚丙烯酰胺用蒸馏水浸泡至透明状后加水溶解, 用纯净水将其稀释成质量分数 0.1% 的聚丙烯酰胺溶液。

收稿日期: 2014-04-11

资助项目: 江苏省高校“青蓝工程”中青年学术带头人项目(编号: QLP20083014); 江苏省食品安全快速检测工程技术研究开发中心(编号: 20106938)。

作者简介: 阙小峰(1980—), 男, 江苏泰州人, 硕士, 讲师, 研究方向为食品生物技术及应用。E-mail: amiao2006@163.com。

通信作者: 司文会, 教授, 研究方向为食品安全与分析。E-mail: sw8614@163.com。

1.4 成分的测定

可溶性固形物的测定采用阿贝折光仪折光法; 还原糖的测定采用 Lane-Eynon 法; 总酸的测定采用滴定法, 以苹果酸计; 维生素 C 的测定采用 2,6-二氯酚酚滴定法; 透光率 $T_{625\text{nm}}$ 采用 722 型分光光度计测定。

2 结果与分析

2.1 聚丙烯酰胺用量对澄清效果的影响

在 250 mL 苹果汁中添加不同量的聚丙烯酰胺进行澄清试验, 结果见图 1。

由图 1 可知, 果汁中聚丙烯酰胺用量在 $20 \mu\text{g/mL}$ 时, 澄清效果最好, 透光率达到 98.67%; 当用量超过 $30 \mu\text{g/mL}$ 时, 透光率逐渐下降^[4]。因此采用 $20 \mu\text{g/mL}$ 聚丙烯酰胺澄清果汁效果最佳。

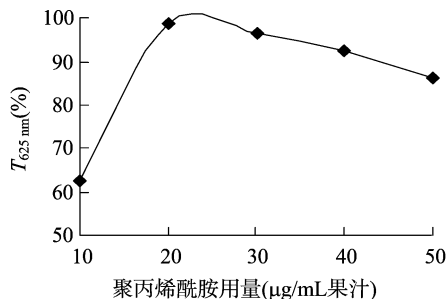


图1 聚丙烯酰胺用量对果汁澄清的影响

2.2 pH 值对聚丙烯酰胺澄清效果的影响

在不同 pH 值条件下进行果汁澄清(聚丙烯酰胺用量 $20 \mu\text{g/mL}$), 澄清后果汁的透光率见图 2。

从图 2 可以看出, pH 值在 3~5 之间时, 聚丙烯酰胺澄清果汁的透光率均在 95% 以上; 当 pH 值 < 3 或 pH 值 > 5 时, 澄清效果变差。可见 pH 值对苹果汁的澄清效果与壳聚糖相似^[5-6]。考虑到果汁溶液的酸碱性和澄清效果, 采用 pH 值为 4.0 的聚丙烯酰胺溶液澄清果汁。

2.3 温度对聚丙烯酰胺澄清效果的影响

在果汁中添加 $20 \mu\text{g/mL}$ 聚丙烯酰胺, 自然 pH 值条件, 在不同温度下进行澄清, 结果见图 3。

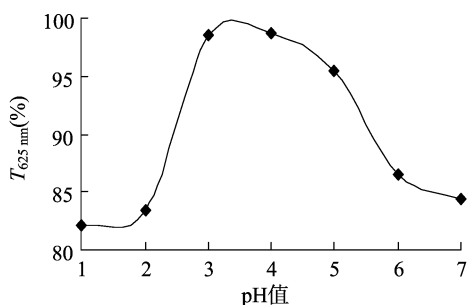


图2 pH 值对聚丙烯酰胺澄清果汁的影响

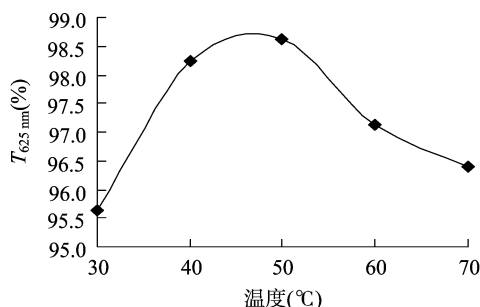


图3 温度对聚丙烯酰胺澄清果汁的影响

从图3可见,温度在30~70℃之间时,聚丙烯酰胺澄清果汁的透光率均在95%以上,其中以40~50℃温度区域透光率最大,达到98%以上。考虑到高温下苹果汁风味物质的变化,澄清温度应在40~45℃之间为最佳。

2.4 果汁褐变对聚丙烯酰胺澄清效果的影响

在果汁中添加足量的抗坏血酸可以防止褐变的发生,用聚丙烯酰胺(20 μg/mL)澄清时,絮凝物完全沉淀用时5.42 h,而不添加抗褐变剂的果汁澄清时间为4.65 h,比添加抗坏血酸时节约14.21%,这一点与Wakayama等的试验结果^[7]一致。

2.5 澄清前后果汁主要成分的变化

苹果汁在澄清前后的总可溶性固形物、还原糖、维生素C和总酸含量的变化如表1所示。从表1可以看出,苹果汁经聚丙烯酰胺处理后,总可溶性固形物、还原糖、总酸的含量几乎没有变化,保留率均在95%以上,只有维生素C含量的保留率略低,为92.72%。研究中发现果胶物质难以检出,因而可以认为聚丙烯酰胺对苹果汁中的主要营养成分没有影响^[8-9]。

表1 果汁澄清前后主要成分的变化

时间	总可溶性固形物含量(g/L)	还原糖含量(g/L)	维生素C含量(mg/L)	总酸含量(g/L)
澄清前	14.9	80.3	26.1	2.2
澄清后	14.7	79.7	24.2	2.1
保留率	98.66%	99.25%	92.72%	95.45%

3 讨论与结论

3.1 聚丙烯酰胺澄清果汁的机理分析

压榨果汁是一种含果胶、蛋白质、丹宁和微细果质纤维素的悬浊液,其中大部分是胶体颗粒。这些胶体在果汁中之所以能保持稳定的分散状态,有2种原因:一是可溶性大分子有

机物质受pH值的影响,某些基团(如羟基、羰基、氨基)发生部分电离,致使胶粒表面存在极性基团,且这些极性基团相互排斥,不易聚集;二是胶粒表面的极性基团对水分子具有亲和力,这样就在胶粒的表面形成了1层水膜,继而产生胶体聚集的“位阻”。

聚丙烯酰胺是一种具有极性基团及长链结构的高分子物质,其澄清果汁的过程是与结构特性相关的,其具体结构式见图4。

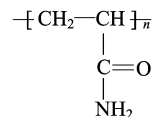


图4 聚丙烯酰胺的结构式

当聚丙烯酰胺加入果汁中后,由于其分子中含有极性基团及长链结构,根据DLVO理论解释,将对果汁体系的胶体稳定性产生很大的影响:(1)降低胶粒表面的ζ电位。ζ电位与胶粒之间的排斥能成正比,聚丙烯酰胺分子含有的极性基团(—NH_3^+)与果汁中胶粒表面的基团(—OH^- 、 —COOH^-)电荷相反,从而降低了胶粒的ζ电位,胶粒间排斥能下降。(2)降低界面张力。聚丙烯酰胺为高分子表面活性物质,溶入果汁后,降低了胶粒-汁液界面的张力,而界面张力又与排斥能成正比。(3)絮凝“桥联”作用。聚丙烯酰胺为长链结构,果汁中存在的胶粒依据静电引力和范德华力吸附在其上,形成了一种以聚丙烯酰胺为基本骨架的“螯体”絮凝物,从而增大了共聚物的厚度,易于沉降。

综上,聚丙烯酰胺澄清果汁的机理为:利用极性基团降低果汁中胶粒表面的μ电位,使之吸附于聚丙烯酰胺上或相互附聚,并借助聚丙烯酰胺的长链“桥联”作用形成共聚体,从而加速沉降过程^[10-11]。

3.2 各因素对聚丙烯酰胺澄清果汁效果的影响

3.2.1 聚丙烯酰胺用量 研究表明,果汁中聚丙烯酰胺用量在20 μg/mL时效果最好。聚丙烯酰胺用量低时,对果汁中胶粒的作用程度不完全,不能完全消除所有胶粒的ζ电位,同时在胶粒之间也不能形成完整的共聚体;当聚丙烯酰胺用量超过20 μg/mL时,较多的聚丙烯酰胺会缠绕在胶粒的表面形成胶束状态,从而对胶粒产生“屏蔽保护”作用,不易于与其他胶粒附聚。

3.2.2 pH值 结果表明,聚丙烯酰胺澄清果汁的最适pH值在3~5之间,该pH值范围正是果汁的自然pH值范围,这一结论与壳聚糖澄清果汁的结果相同。pH值的影响也许是对胶粒表面基团及聚丙烯酰胺电离程度的影响。

3.2.3 温度 结果还表明,聚丙烯酰胺澄清果汁的最适温度范围为40~50℃,透光率达98%以上。在一定的温度范围内(<60℃),增加了分子的热扩散运动速度和频率;因而促进了胶粒与胶粒、胶粒与聚丙烯酰胺之间的结合;但当温度过大时(>60℃),热力作用弱化了胶粒和聚丙烯酰胺之间的作用力,反而不利于澄清过程。

3.2.4 褐变程度 与添加足量抗坏血酸相比,未添加抗坏血酸的褐变果汁澄清时间减少了0.77 h,减少了14.21%,这是因为果汁发生褐变后,其中的酚类物质氧化成醌。比较酚类中的羟基(—OH^-)和醌分子中的羰基(—C=O)可见,后者

付 英. 原料花生贮藏技术研究综述[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(11): 312-314.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2014.11.111

原料花生贮藏技术研究综述

付 英

(江西省农业科学院农业经济与信息研究所, 江西南昌 330200)

摘要:通过对原料花生贮藏技术研究进行综述, 指出我国原料花生贮藏技术中存在的技术难题与解决方法, 并对我国原料花生贮藏新兴技术的发展前景进行了展望。

关键词:原料花生; 贮藏技术; 研究现状

中图分类号: S565.209.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)11-0312-03

我国是世界花生生产第一大国, 花生是我国最重要的油料和经济作物之一, 其产量和出口量均居世界首位^[1]。原料花生指带壳和去壳花生, 在世界原料花生贸易中, 我国一直是原料花生净出口国。花生含有丰富的营养物质, 种皮易变色、发热生霉、脂肪氧化酸败和黄曲霉毒素污染等。花生油脂含量高, 易氧化走油, 同时蛋白质含量也较高, 易吸水返潮, 我国每年因花生品质变化带来的经济损失巨大。目前, 国外对出口花生原料要求相当严格, 2001 年欧盟制定了新的花生黄曲霉毒素限量标准, 规定黄曲霉毒素 B₁ 为 2 μg/kg, 黄曲霉毒素总量为 4 μg/kg, 且游离脂肪酸和酸价及过氧化值都要求相当严格, 这些严重束缚了花生出口贸易。因此, 大力提高原料花生的贮藏技术有利于增强花生国际竞争力, 增加农产品收入; 有利于花生产业可持续性发展; 有利于解决花生出口贸易中存在的黄曲霉毒素、游离脂肪酸和酸价及过氧化值等指标超标问题; 有利于保障花生原料的品质, 实现产销异地, 周年供应、反季节销售, 对增加经济效益和降低因氧化酸败变质所造成的浪费、增加出口贸易等都具有十分重要的战略和现实意义。

收稿日期: 2014-01-14

作者简介: 付 英(1971—), 女, 江西南丰人, 实验师, 从事农业信息研究。Tel: (0791) 87090763; E-mail: 35860469@qq.com。

的负电性更大, 更容易与聚丙烯酰胺中的氨基(—NH₃⁺)结合; 另外, 醌类聚合后, 分子量增大, 因此与聚丙烯酰胺之间的范德华力也增大, 有利于其与聚丙烯酰胺的结合。

综上所述, 利用聚丙烯酰胺来澄清苹果汁的最佳条件为: 聚丙烯酰胺用量 20 μg/mL, 温度 40~50 ℃, pH 值 4.0。

参考文献:

- [1] 夏文水. 食品工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2007.
- [2] 祝战斌, 马兆瑞. 苹果酒澄清工艺的研究[J]. 食品工业, 2008(4): 35-37.
- [3] 张学佳, 纪 巍, 康志军, 等. 聚丙烯酰胺的特性及应用[J]. 化学工业与工程技术, 2008, 29(5): 45-49.
- [4] 夏文水, 王 璋. 壳聚糖澄清果汁作用的研究[J]. 无锡轻工业学院学报, 1993, 12(2): 111-117.

1 原料花生贮藏中技术难题及解决方法

1.1 技术难题

新收获的花生含水量一般为 45%~50%, 秕果含水量更高, 可达 60%, 如不及时晾晒, 易发生霉烂或遭受冻害。花生贮藏前荚果状况的好坏是影响贮藏品质的关键, 荚果中的幼果、秕果、虫咬果、荚壳破损果及杂质等带菌且含水多, 易吸湿霉烂, 是贮藏过程中霉变发热的重要根源。危害花生贮藏的菌类主要是曲霉菌属、青霉菌属和镰孢菌属真菌, 这些真菌在花生上生长并分泌水解酶, 造成干质量损失、含油量降低和游离脂肪酸增加^[2]; 对污染了黄曲霉毒素的花生原料至今还未发现绿色无污染去毒的好方法等, 其贮藏过程中主要存在以下技术难题。

1.1.1 易吸潮 在贮藏过程中, 影响花生原料寿命的环境条件通常包括湿度、温度、空气、微生物和仓虫等, 其中起主导作用的是温度和湿度。花生含有大量的脂肪和蛋白质, 易吸湿返潮。夏季高温多雨, 室内湿度大, 通风不畅, 且花生果富含油脂和蛋白质, 水分含量高, 微生物新陈代谢较强, 活动旺盛, 很容易变性, 并使变性蛋白质中的核糖核酸和核糖核酸酶活性降低或丧失, 导致种子丧失发芽率^[3], 因此贮藏期间的库房要通风干燥, 库温常年保持在 18 ℃ 以下, 最高不超过 20 ℃^[4]。

- [5] 王鸿飞, 李元瑞, 师俊玲. 壳聚糖在猕猴桃果汁澄清中的应用研究[J]. 食品工业科技, 1997, 18(4): 20-22.
- [6] Rao M A, Acree T E, Cooley H J, et al. Clarification of apple juice by hollow fiber ultrafiltration: fluxes and retention of odor-active volatiles[J]. Journal of Food Science, 1987, 52(2): 375-377.
- [7] Wakayama T, Lee C Y. Factors influencing the clarification of apple juice with honey[J]. Food Chemistry, 1987, 25(2): 111-116.
- [8] 秦卫东. 表面活性剂法澄清果汁工艺的探讨[J]. 食品科学, 1992, 13(11): 40-42.
- [9] 张建军, 蔡同一, 生吉平. 苹果澄清汁加工过程主要营养变化的研究[J]. 食品工业科技, 1992, 13(2): 20-25.
- [10] 秦卫东, 全 莉, 孙向荣. 聚丙烯酰胺澄清果汁工艺研究——澄清过程主要成分的变化[J]. 彭城职业大学学报, 1998, 13(4): 104-105.
- [11] 张 雪, 王雪涛. 用于苹果汁吸附实验的不溶性壳聚糖制备工艺的研究[J]. 食品工业科技, 2008, 29(7): 110-113.