

酸浆法沉降淀粉机理研究现状

李文浩, 沈 群*

(中国农业大学食品科学与营养工程学院, 农业部果蔬加工重点开放实验室,
果蔬加工教育部工程研究中心, 北京 100083)

摘要:酸浆法沉降淀粉是我国生产淀粉的传统工艺, 而对于其机理的研究比较缺乏。目前研究表明: 酸浆中乳酸乳球菌细胞壁上的凝集素具有沉淀淀粉的能力, 酸浆的酸度、部分金属离子、有机酸也影响淀粉的沉淀及性质, 利用酸浆法沉降的淀粉和利用此淀粉生产的粉丝结构和性质也发生不同程度的变化。

关键词:酸浆, 淀粉, 粉丝, 金属离子, 有机酸

Study status of mechanism of starch isolation with the acidic steeping liquor

LI Wen-hao, SHEN Qun*

(Food Science and Nutritional Engineering College, China Agricultural University,
Key Laboratory of Fruits and Vegetables Processing, Ministry of Agriculture,
Engineering Research Centre for Fruits and Vegetables Processing, Ministry of Education, Beijing 100083, China)

Abstract: Isolating starch by acid steeping liquor was a traditional technique in China, which lacked of deep research. The current study showed that agglutinin existed in cell wall of *Lactococcus lactis* in sour liquid had the ability of precipitating starch. In addition, acidity, some metallic ions and organic acids in steeping liquor affected the isolation effect and starch properties as well. Besides, the quality and structure of vermicelli produced with starch which was isolated by steeping liquor also had different degree of change.

Key words: steeping liquor; starch; vermicelli; metallic ion; organic acid

中图分类号: TS231

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2010)05-0382-03

淀粉是一种资源丰富、价格低廉、易于取得、无污染的可再生资源^[1], 广泛应用于食品、化工、医药、皮革、造纸等领域。它通过植物体利用二氧化碳与水进行光合作用代谢合成, 一般由直链淀粉和支链淀粉组成, 分子量较大, 产量仅次于纤维素, 是地球上第二大天然高分子物质^[2-3]。通常淀粉在原料中都是和不同数量的纤维素、蛋白质、脂肪、糖类等其它物质共存, 提取淀粉时需要将原料破碎, 使淀粉与各种非淀粉物质分开。提取淀粉的方法有干法和湿法两种, 而干法成本高, 通常都用湿法。湿法提取淀粉的原理是由于淀粉不溶于冷水, 且密度较大, 在悬浮液中的沉降速度不同, 进行提取。目前, 湿法生产工艺的淀粉主要可分为五种, 即酸浆分离法、流槽分离法、离心分离法、离心机旋流器配套分离法和全旋流器分离法^[4]。酸浆法沉淀淀粉是我国粉丝加工企业获得淀粉的常用方法, 酸浆是豆浆自然发酵形成的含有大量微生物、有机酸的液体, 将其加入新磨好

的豆浆中可使淀粉与其它物质迅速分离。并且, 用酸浆法生产的粉丝条细均匀、富有韧性、色泽洁白、光亮透明, 甚至有人认为只有用酸浆法才能生产出质量高的粉丝。而这种方法受原料和气候等的影响很大, 产品的质量难保证^[5], 因此, 多年来研究者一直致力于对酸浆法生产粉丝机理的研究, 期望在此基础上研究开发新的粉丝生产工艺, 并且在保持粉丝品质不变的基础上, 克服传统酸浆法生产淀粉时经验性强、不易操作, 且生产用水量大都不足。本文就酸浆法沉降淀粉机理已取得的研究结果进行了总结和讨论。

1 乳酸乳球菌对淀粉的凝集作用

酸浆法沉淀淀粉机理的研究集中在我国。1959 年轻工业部科学研究设计院认为酸浆的主要作用是增加酸度, 且酸浆中的浑浊成分对淀粉有絮凝作用。1974 年, 北京市粉丝厂和北京大学生物系^[6]提出在整个淀粉沉淀过程中, 起主要作用的乳酸乳球菌 (*Streptococcus Lactis*)。1980 年徐浩^[7]等确认了乳酸乳球菌具有凝集沉降淀粉的能力, 且发现凝集淀粉的活性物质是存在于细胞壁上的一种具有辨识和特异结合能力的功能蛋白。

1980 年曹宗巽^[8]等提出酸浆凝集淀粉粒是由于微生物菌体的作用, 起作用的菌经鉴定为乳酸乳球

收稿日期: 2009-05-22 * 通讯联系人

作者简介: 李文浩 (1982-), 男, 在读博士, 研究方向: 淀粉加工理论与技术。

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划 (2006BAD02B01)。

菌的某一变种,它能使分散着的淀粉粒形成十几粒乃至几百粒凝集而成的大小不等的团块,这种凝集作用只有在 pH5.5~8.5 的范围内才出现,以 pH6.0~6.2 最合适;凝集速度也在一定范围内随着温度的升高而增加;对淀粉粒的凝集起作用的是菌体表面上的某种蛋白质类物质,很可能是某种凝集素,并且菌体、淀粉粒和阳离子三者凝集作用中可能是以某种方式结合在一起。

1987 年魏凤鸣^[9]等分离鉴定了酸浆中乳酸链球菌(*Streptococcus thermophilus*),研究了淀粉的提取与金属阳离子的关系,指出乳酸链球菌对淀粉沉淀起重要作用,但条件是存在某些金属阳离子。由于不同菌株的乳酸链球菌之间的生理和营养需求差别较大,1988 年卢光莹^[10]等对酸浆中分离出来的淀粉粒凝集菌的生长条件和营养要求进行了研究,指出在凝集淀粉中起主要作用的是乳酸链球菌中的一个菌株,并称之为淀粉粒凝集菌。对酸浆中酶系的种类,发现酸浆在培养过程中蛋白酶的活性持续上升,淀粉酶活性变化不大^[11]。

2 金属离子与有机酸对淀粉的沉降作用

在证实乳酸链球菌对淀粉具有凝集作用的基础上,1988 年张聚茂研究指出^[12]在菌量足够并固定不变的条件下,阳离子需要量随沉淀淀粉的数量增加而增加。由于酸浆形成过程中采用的水通常为当地不经过任何处理的河水或井水,矿质离子含量丰富,对于金属离子是否对淀粉的沉降起作用。吴江燕等分析了酸浆中金属离子的种类,探讨了 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 淀粉沉降速度、得率、表观性质及颗粒结构的影响,表明一定浓度的 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 能够促进绿豆淀粉的沉降^[13]。然而,酸浆中金属离子种类丰富,远不止上述四种,需要在鉴定其中全部金属离子种类及浓度的基础上,进一步研究金属离子的作用以及对淀粉性质的影响。

酸浆是豆浆经自然发酵所形成,存在一定种类和数量的有机酸,并且由于酸浆中具有大量的乳酸菌,豆浆经其发酵必然存在乳酸。成珊等研究发现乳酸能够沉淀淀粉,但硫酸不能沉淀淀粉^[14]。目前,尚未关于酸浆中准确的有机酸种类及浓度的报道,有机酸对淀粉的沉降作用需要在此基础上深入进行。

3 酸浆法生产的淀粉及粉丝的性质

对水磨法和酸浆法提取的淀粉性质研究发现,水磨法所得淀粉的灰分、脂肪、直链淀粉含量、淀粉得率都比酸浆法的低,而透光率较高,导致酸浆淀粉的凝胶强度大,凝沉快,另外,酸浆法淀粉在水中的溶解度和膨胀度较小,其淀粉糊稳定性显著好于水磨法淀粉,制成的粉丝耐煮性、柔韧性随着温度的上升而提高,在煮沸过程中内部键力变强,耐煮,不易糊汤和断条^[15-17]。我国台湾学者研究发现,酸浆法分离的淀粉直链淀粉含量、颗粒形态、X-衍射图谱均无明显变化,而其 B 链和 B₁ 的比例增加,而 A 链比例减少,并且淀粉粘度较低,起始糊化温度也较低,淀粉的物理化学性质也无明显的变化,同时将其原因归结为酸浆法提取淀粉时淀粉粒受到降解,其完整

性下降。 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 处理得到的淀粉白度增大,膨胀度降低,糊化峰值粘度降低,崩溃值增大,胶凝值增大,淀粉的起始糊化温度提高 Mg^{2+} 作用效果强于 Ca^{2+} ,峰值糊化温度和终点糊化温度变化不明显,糊化温度范围和糊化焓明显降低。而 Al^{3+} 可使淀粉崩溃值显著下降^[13]。

4 展望

目前,对酸浆法淀粉理论尚缺乏深入细致的研究少,很多地区生产还停留在沿袭传统工艺作坊式的生产水平,即使有一些好的方法和经验,也未能上升到理论水平。酸浆法生产的淀粉的性质有其优越性,但是传统的酸浆法主要是依靠经验来生产淀粉,常受到诸如加工车间的温度、空气中的菌群种类和菌数、酸浆 pH、加工用水的硬度和含金属种类、人为因素等的制约。而且,不同批次的产品质量也不同,产品质量不稳定,工艺也不尽合理,设备不配套,缺乏对淀粉生产关键性工艺的研究。对酸浆淀粉的作用机理和发酵菌种中起决定作用的菌株以及发酵产物的酸和酶作用机理都不明确。对纯种发酵的作用机理和工艺没有深入的研究,不能适应淀粉业生产发展的需求,与进行工业化生产还有很大距离。

随着我国改革开放,越来越多的农副产品进入国际市场。目前粉丝已供不应求,从国内市场看,随着人民生活水平的迅速提高,优质粉丝有着非常广阔的消费市场;但由于粉丝生产原料的淀粉提取率低,蛋白和纤维素等其他成分得不到充分利用,造成资源浪费,从而导致淀粉生产成本过高。因此,对酸浆法生产淀粉的机理需进一步深入研究,并在其基础上开发新的淀粉生产工艺,实现酸浆法生产淀粉的工业化,对于节约加工原料,能源等都具有十分重要的意义。

参考文献

- [1] Liu P, Su Z X. Surface - initiated atom transfer radical polymerization (SI - ATRP) of n - butyl acrylate from starch granules [J]. Carbohydrate Polymers 2005, 62: 159-163.
- [2] Ronan M K, Lubbert D, Hans L. Starch and α -glucan acting enzymes, modulating their properties by directed evolution [J]. Journal of Biotechnology, 2009, 140: 184-193.
- [3] Richard F T, John X Q. Starch composition, fine structure and architecture [J]. Journal of Cereal Science, 2004, 39: 151-165.
- [4] 刘文菊. 酸浆法沉淀淀粉机理的初步分析[D]. 中国农业大学硕士学位论文, 2006, 6.
- [5] 张聚茂, 迟献. 龙口粉丝. 北京: 轻工业出版社[M]. 1988: 10.
- [6] 北京市粉丝厂, 北京大学生物系酸浆研究小组. 酸浆为什么能沉淀淀粉[J]. 北京大学学报: 自然科学版, 1974: 57-66.
- [7] 徐浩. 一株乳酸菌细胞壁上的凝集淀粉因子的研究 I [J]. 微生物学报, 1980, 20(3): 276-279.
- [8] 曹宗巽, 卢光莹, 宋云. 乳酸链球菌凝集淀粉粒机理的进一步研究[J]. 食品科学, 1980, 20(3): 71-75.
- [9] 魏凤鸣, 迟玉森, 赵福江. 提高龙口粉丝生产中淀粉收率

(下转第 386 页)

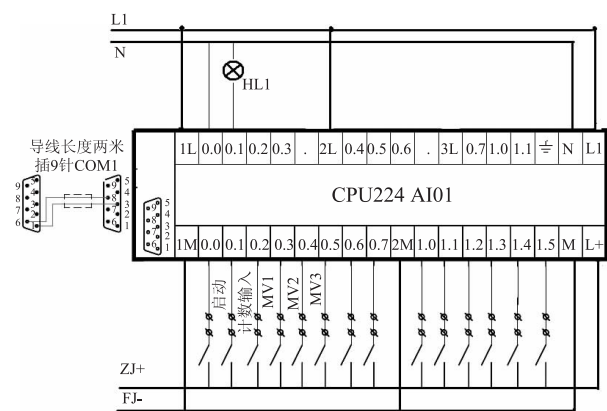


图5 系统控制器的设计图

这里没有考虑瓶子上方的相机,如果有要求可以增加一个IO.6输入点,Q0.0为系统输出,即剔除装置,Q0.1为系统指示灯。剔除装置的参数为输出力:100kg,伸出速度:190mm/s,回程速度:250mm/s,尺寸:600×600×600(mm)。

在灌装生产线上用不同的光源以及不同的光圈拍摄的图片,见图6~图8。

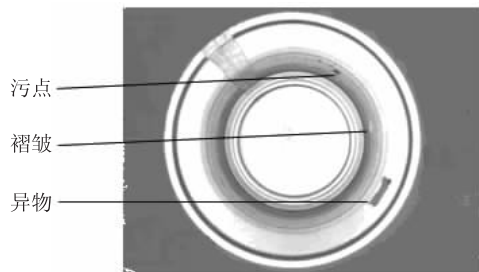


图6 强色白光下的瓶底检测

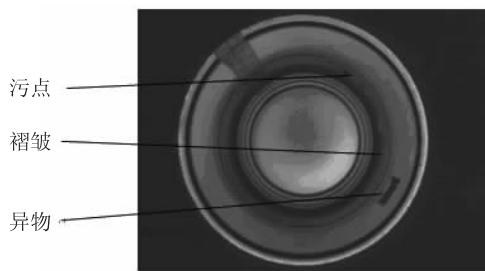


图7 较暗的白光瓶底检测

(上接第383页)

的研究[J].食品科学,1987,08:34-38.
 [10] 卢光莹,甘忠如,曹宗巽.粉丝生产中引起淀粉粒凝集的乳酸乳球菌纯培养的研究[J].食品科学,1988,97(1):1-4.
 [11] 刘文菊,沈群,刘杰.酸浆法沉淀淀粉机理研究初探[J].食品科学.2006,27(1):79-82.
 [12] 张聚茂,迟献.龙口粉丝.北京:轻工业出版社[M].1988:31-34.
 [13] 吴江燕.金属离子及品种差异对绿豆淀粉性质影响[D].中国农业大学硕士学位论文,2008,6.
 [14] Cheng S, Liu C, Li S F, Shen Q, et al. Effect of chemical, physical and enzymatic treatments on lactococcus lactis' surface agglutinin and its precipitating ability [J]. Journal of Food

Processing Engineering, Accepted.
 [15] 刘文菊,沈群,刘杰.两种绿豆淀粉理化特性比较[J].食品科技,2005,9:39-42.
 [16] Liu W J, Shen Q. Studied on the physicochemical properties of mung bean starch from sour liquid processing and centrifugation [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 79(1):358-363.
 [17] Liu W J, Shen Q. Structure analysis of mung bean starch from sour liquid processing and centrifugation [J]. Journal of Food Engineering, 2007, 79(4):1310-1314.
 [18] Chang Y H, Lin C L, Chen J C. Characteristics of mung bean starch isolated by using lactic acid fermentation solution as the steeping liquor [J]. Food Chemistry, 2006, 99:794-802.

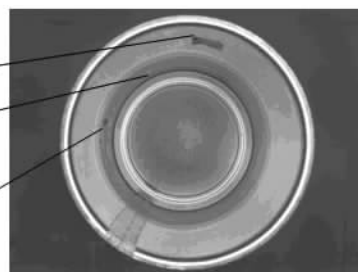


图8 有色光的瓶底检测

3 结论

本文所研究的内容是解决饮料行业产品质量检测的一种可行方案,使产品出现的无码、漏码、无盖、偏盖、漏标、缺陷等问题不再出现。使企业达到更高的生产率,最终实现如下技术指标:能够满足对瓶子主要缺陷的检测,如瓶盖的高低检测,瓶内液体的检测以及喷码的检测;在线检测速度800瓶/min(速度可能更高要根据系统的匹配来定);通过剔除装置将不合格产品剔除出去;显示不合格产品及合格产品的数量,还有相关工艺流程。

本文所提供的设计方案涉及的问题及所提到的工艺要求,通过机器视觉是完全可以实现的。机器视觉的未来是非常乐观的,相信在不断提高自己的前提下,随着国内自动化程度的提高,整个社会对产品质量要求的提升,不仅仅在食品饮料行业中,还有如电子与电气制造,机械工程,汽车,制造业等行业中对生产效率要求的提升,机器视觉这个新产品,新概念也会深入人心。

参考文献

[1] 赵颖全,杨军.西门子机器视觉系统在PET饮料瓶缺陷检测中的应用[J].可编程控制器与工厂自动化,2006(4).
 [2] 范祥,卢道华.机器视觉在工业领域中的研究应用[J].现代制造工程,2007(6):129-132.
 [3] 孙涛.基于图像匹配的PET饮料瓶封装缺陷检测研究[D].广东工业大学,2008,5.
 [4] 叶青松.基于机器视觉的工业检测研究-实时药丸检测系统[D].江南大学,2008,3.
 [5] 刘继胜,钟良.机器视觉技术在质量检测中的应用[J].现代制造工程,2004(2):99-101.