

木瓜蛋白酶与菠萝蛋白酶的产业开发

刘凤瑶¹, 廖劲松^{1,*}, 齐军茹², 唐鹏飞³

(1. 华南师范大学生命科学学院, 广东广州 510631;

2. 华南理工大学轻工食品学院, 广东广州 510640; 3. 福建味博食品有限公司, 福建泉州 362000)

摘要:介绍了各种提取木瓜蛋白酶和菠萝蛋白酶的生产工艺及其优缺点,并讨论了其市场前景,以及建立提取木瓜酶与菠萝酶工厂的可行性。

关键词:木瓜蛋白酶, 菠萝蛋白酶, 提取工艺

The industry development of papain and bromelain

LIU Feng-yao¹, LIAO Jin-song^{1,*}, QI Jun-ru², TANG Peng-fei³

(1. College of Life Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, China;

2. Light Industry and Food College, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

3. Weibo Food Co., LTD, Quanzhou 362000, China)

Abstract: Some kinds of extracting technologies of papain and bromelain and their advantages and disadvantages were introduced. Besides, the prospect of the two enzymes and the feasibility to build such a plant producing them were discussed.

Key words: papain; bromelain; extraction technology

中图分类号: TS201.2*5

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2008)07-0289-05

木瓜蛋白酶和菠萝蛋白酶是目前国内能够大规模生产的仅有的两种植物蛋白酶,广泛应用于医药行业及食品工业的啤酒澄清、肉类嫩化和水解蛋白的生产等。木瓜蛋白酶取自新鲜的木瓜浆,割浆后的木瓜可用于制作果脯或者木瓜粉;菠萝蛋白酶则通常从废弃的菠萝皮、菠萝茎以及菠萝芯中提取。生产这两种蛋白酶可以有效提高木瓜和菠萝的资源利用率,增加产品的附加值。木瓜和菠萝的生长环境相似,两者在收割季节上又有一定的互补作用,而且两种酶的提取方法以及应用领域也比较接近,其生产设备可以通用,在一定程度上可以避免生产中由于原料供应中断造成的生产中断,从而可以更有效地利用劳动力和设备资源。目前国内提取植物蛋白酶的产业仍然处于起步阶段。工业化生产的木瓜蛋白酶活力可达到 350 万 U/g,菠萝蛋白酶可达到 3000GDU/g(明胶消化单位,大约相当于 125 万 U/g)。但是目前国内生产的产品主要应用于食品以及化妆品等产业,较少应用于对酶纯度要求较高的医药业。因此,开发高纯度酶的大规模生产技术可以大大提高产品价值,增加收益,市场前景广阔。另外,企业可以对提取的粗酶进行进一步的深加工,开发啤酒澄清剂以及嫩肉粉等更具有针对性的蛋白酶成品,更容易获得消费者的青睐。

1 菠萝酶的特性及各种提取方法的比较

收稿日期: 2007-11-30 * 通讯联系人

作者简介: 刘凤瑶(1985-),女,本科,研究方向:生物工程。

1.1 菠萝及其蛋白酶的种类和选材

通常菠萝的栽培品种分 4 类,即卡因类、皇后类、西班牙类和杂交种类。在菠萝蛋白酶提取实验中,通常选用 70%~80% 成熟度的无刺卡因品种。

菠萝蛋白酶(bromelain)是从菠萝的果实和茎中分离出的蛋白水解酶的总称,根据制取分离部位的不同,分为果菠萝蛋白酶(fruit bromelain)和茎菠萝蛋白酶(stem bromelain)。

1.2 相关的研究项目

国内对于菠萝蛋白酶的研究通常是从酶的理化性质、分离纯化方法、酶活的测定、提取条件以及酶活的稳定性等方面进行的。林韶湘等研究了菠萝各器官的蛋白酶含量、活性和提取过程中各种活性保护剂对酶活性的保护作用^[1]。中华全国供销合作总社济南果品研究院等机构和企业合作研究了利用纳米氧化锌吸附、陶瓷膜超滤浓缩和冷冻干燥技术工艺进行高活性蛋白酶提取的方法,酶活力达 600 万单位/g^[2]。

1.3 提取工艺

提取菠萝蛋白酶的传统工艺是高岭土吸附法和单宁沉淀法^[3],酶产品质量不高,得率低,且对环境造成污染。目前常用的方法是超滤法,该法应用于生物化工生产中,具有无相变、低温、能耗少、活力损失小、操作简单等特点,应用于生物活性物质(如酶)的浓缩和分离,不仅能保护其活性,而且能降低生产成本,减少对环境的污染,并可以实现清洁生产^[4]。王平诸等通过实验对这三种工艺提取酶的酶活和产量

等方面进行了比较^[5];李乃成等比较了白陶土吸附法和鞣酸吸附法两种生产工艺^[6];张桂香等对盐法提取菠萝蛋白酶进行了研究^[7]。另外,层析法也是精品酶提取中常用的提取手段,是很多博硕士论文中常用的研究方法。

各种提取方法之间不是相互独立的,为了最大限度地达到酶活、产量与成本的平衡,需要同时使用几种提取方法,并寻求各种方法的最优组合。在实际生产中,通常是采用几种物理分离方法,如离心和过滤等方法相结合的工艺,这样可以减少提取过程所加入的化学原料,既能降低生产成本,又能减少因废物排放所造成的环境污染。另外,在提取过程中,要非常注意酶活的保持,生产中通常都会使用添加焦亚硫酸钠等活性保护剂,并且尽量采用低温技术的方法,如酶的干燥从原来的热风烘干发展为如今普遍采用的冷冻干燥,有条件的还可以采用冷冻离心。

1.3.1 高岭土吸附法

菠萝下脚料 $\xrightarrow{\text{压榨}}$ 汁液 $\xrightarrow{\text{高岭土吸附}}$ 吸附物 $\xrightarrow{\text{洗脱、压滤}}$ 洗脱液 $\xrightarrow{\text{盐析}}$ 盐析物 $\xrightarrow{\text{离心}}$ 湿粗酶饼 $\xrightarrow{\text{溶解、过滤}}$ 澄清液 $\xrightarrow{\text{沉淀}}$ 湿酶 $\xrightarrow{\text{干燥}}$ 精品

王平诸等的实验表明^[5]:高岭土吸附法生产工艺和操作都比较复杂,原材料消耗多,所需设备也多,酶活总回收率低,但产品质量较好,纯度较高,产品酶活力在 $4.0 \times 10^6 \text{ U/g}$ 以上,可达到医药级。由于加入了高岭土,并使用盐析工艺,对环境造成污染,环保投资较大。

1.3.2 单宁沉淀法

菠萝下脚料 $\xrightarrow{\text{压榨}}$ 汁液 $\xrightarrow{\text{去杂质}}$ 澄清液 $\xrightarrow{\text{加稳定剂}}$ 稳定液 $\xrightarrow{\text{加单宁}}$ 单宁沉淀物 $\xrightarrow{\text{洗脱}}$ 滤液 $\xrightarrow{\text{干燥}}$ 酶制品

菠萝酶是一种蛋白质,单宁用量的多少会直接影响酶产量,一般浓度范围为 $0.15\% \sim 0.25\%$ 。王平诸等的实验表明^[5]:单宁沉淀法工艺和操作比高岭土法简单,原材料消耗少,所需设备少,但酶活回收率较低,产品酶活力在 $3.5 \times 10^6 \sim 4.0 \times 10^6 \text{ U/g}$ 之间,部分产品可达到食品级。由于在生产中加入单宁,对环境造成污染,环保投资较大。

1.3.3 超滤法 中空纤维膜超滤技术是近年来出现并迅速发展起来的一种新技术,在酶的分离纯化中被广泛应用。这种技术是利用多孔材料的拦截能力,以物理截留的方式去除溶液中一定大小的杂质颗粒。在压力驱动下,溶液中的小分子可通过纤维壁上的微孔到达膜的另一侧,而溶液中的大分子则不能透过纤维壁而被截留,从而达到筛分溶液中不同组分的目的。该过程为常温操作,无相态变化,不产生二次污染。

超滤膜的评价参数包括透过通量、酶活浓缩倍数、酶活截留率和酶活回收率等。超滤法提取菠萝酶的工艺流程如下:

菠萝下脚料 $\xrightarrow{\text{压榨}}$ 汁液 $\xrightarrow{\text{去杂质}}$ 澄清液 $\xrightarrow{\text{超滤浓缩}}$ 浓缩液 $\xrightarrow{\text{降温、加有机溶剂、沉淀}}$ 湿酶 $\xrightarrow{\text{减压干燥}}$ 酶制品

王平诸等的实验表明^[5]:用超滤浓缩有机溶剂提取所得到的菠萝蛋白酶产品质量好,对环境污染最小,酶活力可达 $5.62 \times 10^6 \text{ U/g}$,酶粉得率比高岭土工艺高出 47% ,可以实现清洁生产。并提出以下建议:若超滤浓缩液不用有机溶剂提取,而采用高岭土法或单宁法提取,由于菠萝汁浓缩液仅是菠萝原汁的 $1/5$,可大大节约其他辅助原料的用量,总生产成本减少,且产品酶活力提高,酶活总回收率也有所提高;对环境造成污染的程度减小,环保投资减小,经济效益明显比传统工艺好。

1.3.4 盐析法 盐析法是利用不同蛋白质在高浓度盐溶液中溶解度不同而将其进行分离的方法。常用的盐溶液包括:硫酸铵、丙酮、乙醇、氯化钠等。下面是盐析法提取菠萝蛋白酶的一种工艺流程^[7]:

菠萝皮洗净 \rightarrow 去杂 \rightarrow 捣碎过滤 \rightarrow 滤液 \rightarrow 滤渣 \rightarrow 乙醇 \rightarrow 浸提液 \rightarrow 过滤 \rightarrow 滤液 \rightarrow 加苯甲酸钠 \rightarrow 压出液 $\rightarrow 10^\circ\text{C}$ 加白陶土 \rightarrow 吸附物 \rightarrow 加 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 调 pH6.5~7 \rightarrow 洗脱液 \rightarrow 正交实验 \rightarrow 粗制品 \rightarrow 溶解 \rightarrow NaOH 调 pH \rightarrow 待测液

上面这个提取过程除了使用盐析法以外,还使用了白陶土吸附法。事实上盐析法虽然可以沉淀蛋白质,但不具有特殊性,用盐析法提取的蛋白酶杂质较多,所以该法在蛋白酶的提取实验或者生产中很少单独使用,通常是做为其它方法的附加步骤。

1.3.5 层析分离 层析分离是科学研究中较常采用的方法,包括离子交换层析分离、疏水介质分离、共价层析等方法,这是一种精细提取的方法,经常用于各种生物活性物质,如蛋白质等生物大分子的分离纯化,是一种较为温和的分离方法,可以减少其生物活性的损失;但是设备投资大,原料成本高,在实际生产中较少采用。

在研究中,利用层析分离提取蛋白酶所使用的分离介质较为常见的是羧甲基纤维素离子交换层析。羧甲基纤维素离子交换剂是弱阳离子交换剂,是应用最广的阳离子交换剂,而且价格适中,便于应用。虽然它的总交换量比较小,实际交换量比离子交换树脂大得多。同时纤维素的洗脱条件温和,回收率高。所以,羧甲基纤维素离子交换层析是生产中较为理想的层析分离方法,也适用于菠萝蛋白酶和木瓜蛋白酶的分离纯化。

但是相对于其它提取方法而言,层析分离方法存在设备投资和原料成本高、容量小、操作复杂的问题,如何改善这些问题,使其能够更好地为实际生产服务,还是个有待研究的课题。

2 木瓜酶的特性和提取工艺

2.1 原料

木瓜蛋白酶是从木瓜乳汁中提取的蛋白酶,通常采用 2.5~3 个月龄、已经充分长大的番木瓜青绿果实为原料。

2.2 木瓜酶相关的研究项目

木瓜蛋白酶的相关研究包括木瓜蛋白酶及其相关产品的制备和使用、化学成分、特性、活性检测以及固定化研究等。另外,李朝生介绍了木瓜蛋白酶

的产业化开发,简要介绍了木瓜的生产、乳汁采制、蛋白酶提取以及木瓜果实的利用等一系列与产业开发相关的内容^[8]。较为先进的技术包括木瓜蛋白酶的超声法提取工艺^[9]等。

2.3 木瓜酶的性质

木瓜蛋白酶溶于水和甘油,水溶液无色或淡黄色,有时呈乳白色;几乎不溶于乙醇、氯仿和乙醚等有机溶剂。最适合 pH 为 5.7(一般 3~9.5 皆可),在中性或偏酸性时亦有作用,分子量约 21000,等电点 pI 8.75;最适合温度 55~60℃(一般 10~85℃皆可),耐热性强,在 90℃ 时也不会完全失活;受氧化剂抑制,还原性物质激活。

2.4 提取方法

2.4.1 过去的提取方法 最原始提取木瓜蛋白酶的方法是晒干法或者烘干法,这两种方法不利于酶活的保持,而且产品的纯度较低;后来出现的喷雾干燥法,是在酶液中加入焦亚硫酸钠或者焦亚硫酸钾等稳定剂,过滤、精滤,然后通过真空条件下低温蒸发使其浓缩,最后用喷雾干燥器将其干燥的提取方法,产品在加工过程中受热时间短、温度低,活性较大,新鲜乳汁的成品率可达 1/12(重量/容量)^[8];另外,木瓜蛋白酶的生产也曾经广泛采用单宁沉淀法,但是这种方法存在环境污染和酶活回收率低等问题。

2.4.2 现在较为常见的提取方法 现在生产中多采用离心、中空纤维膜超滤,然后再对其进行真空冷冻干燥的方法。刘叶青等^[10]用絮凝技术和超滤技术纯化木瓜蛋白酶,实验结果表明,用絮凝法预处理后,再对酶液进行过滤,既可以解决膜易污染的问题,又使木瓜酶得到了有效的纯化,实验截留率可达 93% 以上。

另一种较为常见和有效的提取方法是层析分离法。例如,王丽彬等采用初步采集处理,20%、40% 硫酸铵分级沉淀,SP-sephadex C50 柱色谱、羟基磷灰石柱色谱,从番木瓜乳汁中分离纯化木瓜蛋白酶,结果获得比活为 1184U/mg 的纯酶,活力回收率为 55.79%^[11]。这些方法与菠萝酶的提取都是大同小异的。

2.4.3 提取工艺总结 木瓜蛋白酶的提取方法不像菠萝蛋白酶那样具有典型性,通常都是盐析、过滤、离心、浓缩、结晶、干燥等各种方法的排列组合。可以根据酶的理化性质,对提取工艺进行优化,力求最大限度地利用资源,以及实现经济效益的最大化。

另外,无论采用何种方法,在提取的过程中容易造成酶活的损失,通常要加入活性稳定剂。以下是一些可供参考的提取流程:

木瓜乳液收集 → 高速离心过滤(取液体) → 高真空、低温浓缩 → 喷雾干燥法 → 木瓜蛋白酶精品

原料选择 → 乳汁采割 → 盐析(饱和食盐水) → 离心(4000r/min) → 85% 乙醇沉淀 → 真空冷冻干燥 → 球磨机粉碎 → 过 40 目筛 → 调整酶活 → 真空充惰性气体包装

木瓜乳的的采集 → 高速碟片分离 → 微滤 → 超滤 → 低温真空冷冻干燥

3 各种添加剂

酶提取过程中,添加的试剂包括金属螯合剂、抗氧化剂以及疏水剂等。潘江球^[12]研究了影响菠萝蛋白酶活力的主要因素,其中包括各种添加剂对菠萝蛋白酶稳定性的影响,例如维生素 C、半胱氨酸、苯甲酸钠、EDTA 等。

3.1 维生素 C 和半胱氨酸

维生素 C 和半胱氨酸均可以作为稳定剂和抗氧化剂,潘江球的实验^[12]表明,半胱氨酸加入量仅 0.005% 便可明显提高酶的活力,相比之下,维生素 C 对酶活力的提高幅度少得多,但从经济上考虑,维生素 C 价格较低,可以大量使用。

3.2 苯甲酸钠和 EDTA

苯甲酸钠能有效地抑制氧化脱氢酶,从而减少氧化作用的发生,提高酶活力,浓度以 0.05% 为宜;EDTA 作为金属螯合剂,添加后使酶活力相对于纯酶提高 54.4%,无避光常温贮存 10d 后,酶活力提高为 52.0%,避光贮存 10d 后,活力提高为 63%^[12]。

3.3 β-环糊精

β-环糊精可作为疏水剂,在菠萝蛋白酶干燥前加入 0.1%,干燥后于湿度为 25% 的密闭干燥器中保存,常温贮存 15d 后测得其酶活力相对于纯酶平均提高 14.8%;B-1 作为稳定剂,在湿度为 25% 的密封干燥器中常温贮存 55d 后,酶活保留率相对于纯酶提高了 12.7%^[12]。

3.4 激活剂和抑制剂

肖贵平等^[8]的实验表明:EDTA、Cys 和维生素 C 对酶具有激活作用,Cys 的激活效果可达 1.33 倍;CuSO₄ 和 ZnCl₂ 对酶具有抑制作用,使酶严重失活;而 KCl、NaCl、CaCl₂、MgSO₄ 对酶活力的影响不大。

3.5 各种活性保护剂组合的效果

林韶湘等的实验^[1]表明:几种还原物质组合对菠萝蛋白酶和果蛋白酶的活性都有保护作用。在茎酶中,半胱氨酸 + 抗坏血酸组合使酶活性比对照提高 29.54%,而硫代硫酸钠 + 半胱氨酸组合效果更佳,酶活性比对照提高 69.06%。在 70% 成熟度的全果酶中,硫代硫酸钠处理的酶活性比对照提高 11.73%,而硫代硫酸钠 + 半胱氨酸组合则比对照提高 35.51%,效果也相当明显。说明作为菠萝蛋白酶活性保护剂,硫代硫酸钠与半胱氨酸混合使用,可获较好的效果。

4 菠萝酶和木瓜酶的市场现状和前景

随着人们对木瓜酶和菠萝酶的不断认识,其应用的领域也越来越广泛。目前这两种酶已经被广泛应用于食品加工工业、纺织工业、皮革工业、饲料工业、美容保健及医药工业等领域。

据不完全统计,国内 2002 年木瓜酶的年产量已经超过 100t,精制酶年产量已经超过 4t。而菠萝酶的产量则不是很高,国内年产量不足 100t,精制菠萝酶的全球总年产也仅为 100t 左右。

在价格方面,目前我国精制木瓜酶的出口价在 180 美元/kg 以上,国内销售价在 600~1200 元/kg 之间,粗制木瓜酶的国内销售价在 300 元/kg 之间。精制菠萝蛋白酶目前的市场价约为 1200 元左右。

总的来说,木瓜蛋白酶的生产与销售相对来说有较长的历史和较多的经验,而菠萝蛋白酶的生产则起步较晚,两者都有很大的发展空间。

4.1 国内市场潜力有待发掘

木瓜和菠萝蛋白酶作为天然植物提取物,在国外早就得到广泛的应用,但在国内长期以来没有得到很好的发展,尤其是高活力精制酶的生产很少。这除了与我国的生活和饮食习惯有关外,主要是因为国内相关产品的应用面太窄和企业的推广力度不够。据业内相关人士称,我国北方市场对该类产品的认识程度非常低,南方市场虽然好一些,但其市场开发也仍然处于初级阶段。因此只要加强宣传,让更多的公众更好地了解这类天然提取物的价值,国内市场将具有很大潜力。

4.2 出口趋势良好

由于在我国酶的应用水平较低,在国内销售的大部分为粗酶,精制酶大部分销往国外,这主要得益于我国南方的地理和资源优势。国外客户的采购量往往很大,所以国外市场具有很大的潜力。据了解,我国某些该类生产企业正大力打造网络信息平台,以此来开拓国际市场,这将起到非常有效的作用。

4.3 存在问题和障碍

首先,我国该类企业规模普遍较小,资金有限,在开发国外市场方面显得比较乏力。

第二,在国际市场上存在很多的竞争对手,尤其是临近的东南亚地区,如印度和泰国由于地理优势,分别盛产优质木瓜和菠萝,他们的蛋白酶产量大、品质好,而且产品开发的历史较长,具有品牌效应,是我国强劲的竞争对手。有关资料显示,印度的木瓜酶产量居世界的首位,并有进军我国市场的迹象。而泰国 HM 的菠萝蛋白酶产品据称在世界市场份额占有率高达 70%,但泰国产的菠萝酶多采用盐析法,产品含有硫酸铵成分,这种提取工艺有待改进。

第三,在经营上,我国生产企业趋向于“薄利多销”,缺乏打造精品的意识,粗制酶产量比精制酶多得多。若要提高与国外厂家竞争的能力,就要往精制酶的方向发展,提高生产力水平,形成核心竞争力。

5 工厂选址的考虑因素

植物蛋白酶作为一种植物提取酶,其工厂应靠近原料产地,以利于酶活的保持;作为工厂,需要充足的水电供应和便利的交通;另外,最好靠近产品市场,以利于产品的销售。

5.1 木瓜和菠萝的生长环境及其分布

番木瓜最适于在年均温度 22~25℃、年降雨量 1500~2000mm 的温暖地区种植,适宜生长的温度是 25~32℃;土壤适应性较强,但以酸性至中性为宜。菠萝耐旱,但仍需一定水分,以 1000~1500mm 的年雨量且分布均匀为宜;较耐阴,但在阳光充足条件下生长良好、糖含量高、品质佳;对土壤适应性好,喜疏松、排水良好、富含有机质,pH5~5.5 的砂质壤土或山地红壤较好;喜温暖,以年均温度 24~27℃ 生长最适。

木瓜和菠萝在我国主要分布于广东、海南、广西、云南与福建等热省区,而木瓜蛋白酶和菠萝蛋白

酶的工厂主要集中于广东和广西两省。

5.2 各地企业的发展情况和特点

广西木瓜蛋白酶的生产有数十年的历史,主要集中于南宁地区,生产经验较为丰富,销售渠道较为成熟。资源优势决定了其木瓜酶生产发展潜力巨大,广西是全国种植木瓜和生产木瓜酶最多的地区,分别均占约 60% 的份额。随着木瓜酶应用领域的不断拓展、升级,市场需求量将越来越大,而产品供应却相对紧缺,预示着近几年将是发展木瓜酶生产的大好机遇,而将工厂设在广西是个不错的选择。

广东的气候适合菠萝和木瓜的生长,可以大量发展菠萝和木瓜的生产;经济发达、地处沿海,便于拓展销售渠道。虽然广东的蛋白酶工厂起步较晚,发展却比较迅速,主要集中在徐闻和广州。

徐闻的菠萝产量很大,约占全国菠萝总产量的一半,适合发展菠萝酶的生产。限制因素是该地的经济较不发达,不利于精密设备和人才的引进,所以徐闻的工厂主要从事的是粗酶的生产。

广州一方面靠近原料产地,另一方面经济发达、交通便利、信息畅通,便于设备、人才和技术的引进,也便于开拓市场,也是个较为理想的选择,但是由于广州市区是个繁华的商贸城市,不适于建立大型的种植基地和生产基地,工厂可以设立于其郊区。

6 工厂的发展方向

目前,在植物提取酶方面,工厂在现有的基础上可以往以下几个方面发展:

一是提高酶的纯度和活力,并从提取的混合酶中将各种酶进一步分离出来,这种方式技术含量较大,可能会大大增加技术投资和设备投资,好处是更有利于占领市场先机。

二是针对不同的企业对产品不同的要求,将酶按不同的配方配制制成不同的产品,以迎合消费者的需求,这样既能更好地推广产品,又有利于节省成本。

最后,也可以尝试开发从其它植物中提取蛋白酶的技术,如广西亚热带作物研究所开发了提取桉榔植物蛋白酶的技术^[13]。各种植物蛋白酶的性能和提取条件大部分是大同小异的,所以在提取的技术上可以仿照木瓜和菠萝的提取技术。一方面可以更好地利用更多的植物资源;另一方面也可以在木瓜和菠萝收割淡季的时候弥补原料的不足,但不一定能够达到预期的效果,有一定的风险。

参考文献:

- [1] 林韶湘,黄卓烈,等. 菠萝各器官蛋白酶的提取与保活[J]. 植物资源与环境, 1999,3(2):22~26.
- [2] 曲延平. 高活性菠萝蛋白酶提取技术取得新突破[J]. 果蔬加工, 2006(4):46.
- [3] 王平诺,孙君社,刘天正. 提取菠萝蛋白酶工艺[J]. 食品与机械, 1997,13(2):31~32.
- [4] 高以恒,等. 膜分离技术基础(第1版)[M]. 北京:科学出版社, 1989. 340~356.
- [5] 王平诺,孙君社,李魁. 菠萝酶三种生产工艺的比较[J]. 河南化工, 2002(7):1~3.

超声波在食品工业上的应用

梁 华^{1,2}, 钮琰星¹, 黄凤洪^{1,*}, 夏伏建¹

(1. 中国农科院油料作物研究所, 湖北武汉 430062;

2. 河南科技大学食品与生物工程学院, 河南洛阳 471003)

摘 要: 超声技术在现代军事、工业、医学、服务业都有广泛应用。由于它的声波传递特性和产生空化等一系列物化效应, 使得它在容器及果蔬表面清洗、化学成分提取、杀菌灭酶、改善质地、食品检测、改善酶活性等方面得到日益广泛深入的研究。本文就超声技术在食品工业及相关领域的应用研究进行了综述。

关键词: 超声波, 空化效应, 食品工业, 应用

Application of ultrasonics on food industry

LIANG Hua^{1,2}, NIU Yan-xing¹, HUANG Feng-hong^{1,*}, XIA Fu-jian¹

(1. Oil Crops Institute, The Chinese Academy of Agricultural Sciences, Wuhan 430062, China;

2. College of Food and Bioengineer, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, China)

Abstract: Ultrasonic technology was applied on modern military affairs, industry, iatrology and service. The study of ultrasonics was deepen increasingly in cleaning of container and vegetable, extraction of chemical component, sterilizing, improving quality, food detecting and improving activity of enzyme due to its transferring characteristic and a series of effects in physics and chemistry such as cavitate effect. The application of ultrasonics on food industry and relevant fields was summarized.

Key words: ultrasonic; cavitate effect; food industry; application

中图分类号: TS201.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2008)07-0293-04

超声波是频率高于 20000Hz, 人耳不可闻的声波, 其频率可高达 10^{11} Hz。高强度超声波可以在液体媒质中产生激烈而短暂的瞬态空化效应。空化泡崩溃的瞬间, 在空化泡周围产生局部高温高压, 并伴有强烈的冲击波和冲击流, 从而产生一系列(诸如机械搅拌、相互扩散、均匀化、凝聚、机械切削和机械粉碎等)物理化学效应^[1]。超声的这些物理化学效应受到不同行业研究人员的广泛关注, 超声波在现代军事、工业、医学等领域的应用有着举足轻重的地位。超声技术是通过超声波产生、传播及接收的物理过程而完成的, 它的应用研究正是基于此特性而展开。在军事上应用声纳和超声雷达进行探测; 在工业上

主要用于检测和测厚; 在医学上 A、B 型超声诊断仪已被用于许多脏器的检查。目前, 超声波在食品领域得到了广泛的应用, 几乎涵盖各个方面。

1 超声波洗涤去污消毒

用超声波进行清洗, 速度快、无损伤, 不仅清洗效果好, 还具有杀灭病毒的作用。超声波清洗属物理清洗, 把清洗液放入槽内, 在槽内作用超声波, 利用空化效应的强烈冲击和搅拌, 将附着物从被清洗物体表面剥离。金属零件、玻璃和陶瓷制品的除垢一般较为困难, 如果在放有这些物品的清洗液中通入超声波, 清洗液的剧烈振动冲击物品上的污垢, 能够很快清洗干净。对于瓶类的清洗, 是用超声波清洗技术代替原有的毛刷机, 经过翻转注水、超声清洗、内外冲洗、空气吹干、翻转等流程而实现的。食品企业清洗回收的容器时, 利用超声清洗消毒可大

收稿日期: 2007-11-12 * 通讯联系人

作者简介: 梁华(1977-), 女, 讲师, 硕士, 主要从事食品科学方面的研究工作。

[6] 李乃成, 贺艳丽, 凌沛学, 等. 菠萝蛋白酶[J]. 食品与药品, 2007, 9(1A): 26~28.

[7] 张桂香, 王元秀, 矫强, 等. 盐法提取菠萝蛋白酶的研究[J]. 食品添加剂, 2004, 25(6): 103~104.

[8] 李湖生. 木瓜蛋白酶产业之开发[J]. 福建热作科技, 1988(4): 30~33.

[9] 肖贵平. 木瓜蛋白酶超声法提取工艺及其酶学性质[J]. 福建农林大学学报(自然科学版), 2005, 34(3): .

[10] 刘叶青, 周勤, 崔玉敏, 等. 用絮凝和超滤技术纯化木瓜蛋白酶[J]. 华东理工大学学报, 1996, 22(1): 43~46.

[11] 王丽彬, 张骏, 王昱. 高纯度木瓜蛋白酶的分离纯化和性质研究[J]. 中国生化药物杂志, 2006, 27(3): 159~162.

[12] 潘江球. 影响菠萝蛋白酶活力主要因素的研究[D]. 海南: 华南热带农业大学, 2003.

[13] 广西亚热带作物研究所. 桉柳植物蛋白酶[P]. 中国专利: 1066468. 1992-11-25.