

辣椒的营养价值及其加工品的研发进展

刘易伟, 胡文忠*, 姜爱丽, 刘程惠, 白露露
(大连民族学院生命科学学院, 辽宁大连 116600)

摘要:辣椒是一种营养丰富, 利用价值非常高的蔬菜, 有很高的开发和加工潜力。我国的辣椒加工品种类繁多, 新型健康的辣椒食品逐渐受到人们的关注, 同时辣椒深加工方面在我国发展时间较短, 技术比较落后, 但近年来得到了进一步的重视, 正在逐步发展。本文主要介绍辣椒的营养保健成分、辣椒加工品的特点和生产流程以及辣椒深加工产品的研究进展, 并对辣椒加工品的研发和发展做出展望。

关键词:辣椒, 营养成分, 辣椒加工品

Research progress in the nutrition value and processing products of Chili

LIU Yi-wei, HU Wen-zhong*, JIANG Ai-li, LIU Cheng-hui, BAI Lu-lu

(College of Life Science, Dalian Nationalities University, Dalian 116600, China)

Abstract: Chili as a vegetable is not only good for nutrition, but good for an excellent value in use, so the chili has great potential of development and value in use. There are many kinds of chili products in our country, in recent year more and more people pay much attention to new health chili food. Although the development of chili's deep processing is in short time and the technology is in a relatively undevelopment situation, in recent years the new health chili food get much attention and gradually developing. In this paper, the research progress in component of nutrition and healthy in chili, the characters and production flow of chili products, as the same time we prospect the research and development of chili products.

Key words: chili; nutrition value; chili products

中图分类号: TS255.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2014)15-0377-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2014.15.075

辣椒 (*Capsicum frutescence* L.) 属茄科 (*Solanaceae*) 辣椒属, 是能结辣椒浆果的一年生或多年生草本植物, 又名番椒、海椒、秦椒、辣茄。辣椒原产中南美洲热带地区, 1493 年传到欧洲, 1583-1598 年传入日本。明朝末期传入中国, 至今已有 300 多年的栽培历史, 目前其品种有几十种, 在我国各地具有广泛种植, 产量居世界第一^[1]。由安徽省临泉县李湖蔬菜研究所最新育成的一个杂交新组合宝椒三号辣椒, 抗逆性强, 果实肥厚, 能在我国大面积种植, 同时也适合进行辣椒产品的加工。中椒 106 号是 2010 年由中国农业科学院蔬菜花卉研究所最新育成的中早熟辣椒一代杂种, 植株生长势强, 果实粗牛角形, 果面光滑, 果色绿, 生理成熟后鲜红色, 单果重 50~60 克, 大果可达 100g 以上。

辣椒是一种常见蔬菜, 其可食部位为果实, 果实成熟后为红色或橙黄色, 味辛香, 性温热, 是重要的调味佳品之一^[2], 具有很高的营养价值和保健功能, 其果实、根、茎皆可入药, 有健胃消食、活血消肿之功

效^[3]。成熟的辣椒广泛的作为蔬菜被食用, 并且由于其含有丰富的胡萝卜素和辣椒红色素而被当作一种日常的食用色素^[4]。辣椒在我国的食用历史已有上百年, 辣椒的食用方式更是多种多样, 但辣椒其价值不仅仅只在其风味上。国际上, 已经将辣椒中有价值的成分提取作为研究重点, 我国也将开始研制和开发辣椒红素等辣椒活性成分, 但由于生产工艺仍然比较落后, 并且生产规模较小, 往往导致成本高而收益低。技术的滞后导致我国辣椒深加工产业发展相对于发达国家来说一直比较低迷。

1 辣椒的主要营养成分及其保健功能

辣椒果实营养丰富, 其果实中含有辣椒素、辣椒碱、维生素、辣椒色素、有机酸、蛋白质、糖和矿物质等多种功能性成分。这些化学成分分别有着不同的功能特性, 在许多方面有着不同的用途^[5]。辣椒具有很好的保健功效。中医认为, 辣椒有温中散寒、开胃除湿、疏通血脉、抗病提神、抗炎及抗氧化等功效^[6], 常食用辣椒可治疗胃寒^[7]、风湿等症。

1.1 辣椒碱

辣椒中的辣味成分最早由 Thres 于 1876 年从辣椒果实中分离出来, 并命名为辣椒碱。辣椒碱类物质是辣椒的主要辣味成分, 是辣椒辛辣味和具有药物功能的主要来源, 主要由辣椒素, 二氢辣椒素, 降二氢辣椒素等物质组成^[8]。其中辣椒碱约占 46% ~

收稿日期: 2013-11-27 * 通讯联系人

作者简介: 刘易伟 (1990-), 女, 在读硕士, 研究方向: 食品科学与质量安全。

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31172009); 国家科技支撑计划项目 (2012BAD38B05); 大连科技计划项目 (2012E13SF106)。

77%,二氢辣椒碱约占21%~40%,二者占90%以上,此外还含有少量的降二氢辣椒碱、高辣椒碱、高二氢辣椒碱等^[9]。研究表明辣椒碱具有镇痛、保护心血管、抗癌、健胃、止瘙痒、抗菌、神经保护、减肥等功效^[10]。同时有助于治疗炎症和降低血液胆固醇,同时增加身体的能力溶解血栓的能力,从而减少心脏病和中风发作的风险^[11-12]。

1.2 辣椒红色素

辣椒红色素是从辣椒果皮中提取的一种天然红色素^[13],为暗红膏状物质,产品呈粘稠的液状,也可烘干呈粉末状。其主要成分是一叶黄素类的辣椒红色素和辣椒玉红素的混合物,这两种物质占辣椒红色素总质量的50%~60%^[14]。另一类是极性较小的物质,主要成分是 β -胡萝卜素和玉米黄质,它们具有维生素A的活性^[16]。辣椒红色素的着色力强,安全无毒,可作为食品的一种天然着色剂,具有很高的抗氧化性^[15],并被现代科学证明有抗癌功效^[16]。

1.3 其他营养物质

辣椒中具有很高的营养价值,还含有丰富的维生素、矿物质、可溶性糖等。每100g鲜辣椒中含蛋白质1.6g、脂肪0.2g、碳水化合物4.5g、粗纤维0.7g、钙12mg、磷40mg、铁0.8mg、胡萝卜素0.73mg、硫胺素0.04mg、核黄素0.03mg、尼克酸0.3mg、维生素C185mg、热量109kJ^[17]。糖和有机酸含量是决定辣椒味道的关键因素,而抗坏血酸、酚类化合物和类胡萝卜素构成它的营养价值和促进健康的性质^[18]。辣椒中的抗坏血酸含量丰富,在蔬菜中高居首位。 V_c 、 V_A 以及矿物元素钙、铁等能有效防止坏血病,对牙龈出血、贫血、血管脆弱等有辅助治疗的作用^[19]。

2 辣椒食品加工

辣椒自明朝末年传入中国后,就开始在我国广袤的土地上种植,随着时代的发展,借由交通和种植技术的发展,食辣人群也在不断上升。对于辣椒的开发,如今基本分为两个部分:一是食用型的辣椒,提供给喜爱辣椒独特风味的人们食用;二是辣椒的深加工产业,为食品、医药、化工等产业提供了原料,如辣椒碱的提取和辣椒红色素在仿真食品中的应用^[20]。

2.1 辣椒食品

辣椒食品是中华民族传统食品,拥有上百年的历史和丰富的人文背景。我国传统的辣椒食品多数是以干制辣椒或者辣椒酱制品为主。随着人们需求的变化和食品行业的发展,辣椒产品的开发越来越多种多样,本文举出一些人们日常膳食中常见的辣椒食品。

2.1.1 干制辣椒 干制的辣椒是传统的辣椒产品,一般采用自然风干或者有热风干燥^[21]、电热干燥、真空冷冻干燥、微波干燥、远红外线干燥等^[22]。工艺流程为:新鲜辣椒→清洗→干燥→分装→检验→成品。自然风干受到气候和天气的影响较大,所以,现在常采用先进的现代化设备进行生产加工。丁筑红^[23]等人的研究表明,用微波干制和远红外干制能更好的保持辣椒中 V_c 、辣椒碱、辣椒红色素、蛋白质的含量及口

感,得到高品质的干辣椒。

2.1.2 油辣椒 油辣椒制品以其美味可口、携带方便等特点一直受到广大消费者的青睐,该辣椒制品通常采用油炸的方式生产,生产工艺如下^[24]:干辣椒→破碎→植物油加热→配合各种调味料及香料熬制→冷却→灌装→检验→成品。但由于其含有一定量的水分,且含油量比较高,导致其在生产和运输过程中容易受到微生物的污染和油脂的酸败等问题^[25]。王修俊^[26]等人的研究表明,油辣椒制品与油炸时间、油炸温度、水分、油炸原辅料等密切相关,在生产过程中,只要将各种原辅料的油炸时间有效控制在40min之内,油炸温度控制在150℃以下,油炸其他辅料的油使用不超过3次,就能获得感官和风味俱佳的油辣椒产品。同时,微波处理样品或添加山梨酸钾均能有效抑制微生物的生长^[25]。

2.1.3 剁辣椒 剁辣椒产品是一种传统的辣椒调味品,工艺简单,一般家庭就可制作。剁辣椒生产过程的加工步骤大致为^[27]:新鲜辣椒→去把、蒂→清洗→消毒→晾干表面水分、剁碎→添加配料拌匀→密封发酵→发酵成熟→灌装→灭菌→检验→包装出厂。该辣椒加工产品制作方法主要集中在干制、高盐腌制、高油泡制等,基本还是沿袭传统加工工艺,剁辣椒的盐含量超过10%,并且在产品保脆、护色、保鲜等方面还有较大的技术难题^[28]。

2.1.4 低糖辣椒果脯 果脯一贯是我国人民所喜爱的传统食品。随着人们生活水平的不断提高,低糖的果脯相比于传统工艺生产的含糖量很高的果脯而言,更受到人们的喜爱。工艺流程如下:选料→清洗→去瓢、籽→切片→护色硬化→真空浸糖→沥糖→烘干→上胶衣→整形→真空包装→检验→成品。低糖果脯采用真空浸渍技术,产品具有低糖、原味和营养成分高等特点,是果脯行业发展的必然趋势。

2.1.5 辣酱油 辣酱油并不是传统的酱油,它是由许多植物性的原料加工配制而成的,具有酸、辣、鲜、辛、香等独特而复杂风味复合调味品^[29]。制作工艺:辣椒、大蒜、生姜、陈皮、蔬菜汁、香辛料液→煮沸→过滤→混合→(甜味料、咸味料、鲜味料)调味→(焦糖)调色→(加酸)后熟→包装→检验→成品。辣酱油的加工工艺和配料相对复杂,原料的配比和配料的加热时间、温度等要求比较精确,并没有其他辣椒产品食用广泛,但其独特风味同样受到很多消费者的喜爱。

2.1.6 发酵型鲜食辣椒 发酵型鲜食辣椒产品现因其更营养、更安全,如今也越来越成为人们日益关注的辣椒产品。辣椒经乳酸发酵后,其味酸辣、可口、开胃^[30-31]。工艺流程为:新鲜辣椒→清洗沥干→切块→加入乳酸菌发酵→加配料炒制→装瓶→检验→成品。

传统发酵方法容易受到霉菌和致病细菌的污染,而只利用乳酸菌在相对无菌的环境下进行发酵,能有效避免发酵辣椒受到污染而导致原料的浪费^[32-33]。发酵辣椒味道独特^[34],能比较有效的保持辣椒的风味物质、颜色和营养物质,并且发酵辣椒加工工艺并不比传统油辣椒、干辣椒面等加工工艺复杂,但却能有效的保持了辣椒的鲜度和颜色,同时,

避免了传统辣椒产品以高盐、高油作为保藏剂的缺点,既不健康,又增加了加工成本。如今,发酵型鲜食辣椒产品因其营养丰富、口味独特、感官俱佳等优点,逐渐被大众所接受和喜爱,必将会成为今后辣椒产品开发的一大热点。

2.2 辣椒深加工产品

辣椒中含有丰富的辣椒碱、辣椒红色素等功能性物质,营养和利用价值都很高,因此很多国家对辣椒展开深加工、精加工,以发挥辣椒在食品、医药、保健、化工、军工等行业中的作用^[35]。在辣椒的深加工中,主要是对辣椒中的辣椒碱和辣椒红色素进行的分离和提取。

2.2.1 辣椒红色素 辣椒红色素已被美国、英国、日本和中国等国家审定为无限制性使用的天然食品添加剂。辣椒红色素除了可用于食品、药物、化妆品的着色外,其 β -胡萝卜素活性,可在着色过程中同时起到添加营养剂的作用^[36],市场潜力巨大。辣椒红色素具有不溶于植物油和乙醇,在碱性溶液中溶解性大,耐酸碱,耐氧化等性质,在分离提取时可利用这些性质使辣椒红色素与其它成分分离,而得到纯度较高的提取物。Mitrowska K 等人^[37]采用反相高效液相色谱法分离和测定包括辣椒红素在内 15 种的类胡萝卜素。目前常见的提取辣椒红色素的方法为:油溶法、溶剂法^[38]、超声波提取法和超临界流体萃取法。日本、美国、加拿大等国家在辣椒红色素的提取方面处于国际领先地位,常采用超临界流体萃取法^[39],提取效率高,对环境污染较小。而我国主要采用溶剂法和超声波法提取,田艳等人^[40]采用超声波和微波辅助溶剂法提取辣椒红色素,得率为 4.78%。国内生产辣椒红色素的厂家还比较少,只有几十家,且大部分规模较小,技术力量也较薄弱,但我国现已经加大力度研究和开发辣椒红色素的有效提取方法,力求节约成本,提高产量。

2.2.2 辣椒碱 辣椒碱的含量一般占辣椒干果果实的 0.1%~0.4%,因品种、成熟程度、气候条件、栽培条件等的不同而有所差异。一般说来,辣椒碱的量是随着辣椒成熟程度的增加而积累,其含量是评定辣椒品质和辣味的重要指标^[41]。同时,辣椒碱还是一种广谱抑菌作用的活性物质。杨海燕^[42]等人的研究表明辣椒碱对细菌、酵母菌有很好的抑制作用,可以作为一种天然、安全的防腐剂。Chinn M S 等^[43]研究发现,乙醇和乙腈对于在新鲜辣椒提取辣椒碱最有效。张郁松^[44]的研究表明,75% 的乙醇对于提取辣椒碱效果最好。胡震等人^[44]运用酸碱法提取,优化后从 15.0g 辣椒里仅能提出 12.9422mg 的辣椒碱。目前国际上对辣椒碱的需求日益增加,但相对于国外发达的提取工艺和设备相比,我国对辣椒碱的研究与开发还存在一定的差距^[45]。我国提取辣椒碱的方法基本采用溶剂萃取法,杂质难以去除,精制难度大。国外则常用超临界 CO₂ 萃取法^[46],方法已经比较成熟,并且其萃取率高、含杂质少,但设备投资大,且仅限于 CO₂ 作溶剂,在我国该方法仅停留在实验室提取上,并没有运用到实际的生产加工中。在今

后,更需要利用现代分离方法研究出更适应产业化生产、操作性强的生产工艺,分离提取出高纯度辣椒碱。

3 展望

辣椒居世界五大辛辣调味品之首,食辣范围涉及世界 60% 的国家,食辣人员约 30 亿。国际市场的不断开放,饮食文化必然互相渗透,食辣人群将呈大幅度上升趋势。因此,研究辣椒特色营养及深加工技术,以辣椒开发新产品具有十分广阔的消费前景和需求市场。

新鲜辣椒营养价值很高,人们在饮食上越来越注重新鲜和营养,所以,鲜食辣椒或鲜辣椒加工品将是时代发展的必然趋势,就在辣椒向鲜食营养加工蔬菜演变的同时,它的调味功能也得到了强化,随着人们对现代食品营养与保健的概念的认识逐步深入,人们需要的是突破传统口味和形态,满足人们味觉需要的辣椒食品。发酵型鲜食辣椒产品相比较于传统辣椒产品,能更好的保持辣椒原有的风味和感官,同时能更好的保持辣椒中原有的功能性营养物质。而采用单一菌种乳酸菌发酵的辣椒,不仅能有效的避免杂菌的污染,同时还能提高辣椒产品的风味,会成为今后辣椒产品生产的主要方向。

虽然我国是一个辣椒种植大国,但我国的辣椒深加工产品仍需要靠从国外进口,因为与国外先进国家相比,我国的辣椒深加工发展仍比较缓慢,技术相对落后,很多技术仍停留在实验室研究阶段,不能运用到实际的生产中,但随着对辣椒深加工产品的应用价值和实用性能的了解,辣椒的深加工必定会越来越受到人们的重视。

总之,我国是辣椒种植和食用大国,辣椒在我国食用历史悠久,辣椒食品食用广泛,现如今不论是国际市场还是国内市场,辣椒制品都以不破坏辣椒营养、口味等为主要发展方向,因此能最大限度的保留辣椒营养和风味的产品必将受到人们追崇,带来更多的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 高翔,辣椒的保健功能及其产品的开发研究[J].食品研究与开发,2004,5(3):115-116.
- [2] 黄科,李宾.辣椒功能保健成分研究进展[J].辣椒杂志(季刊),2006(3):6-8.
- [3] 彭书练,丁芳林.辣椒中的几种功能成分及其应用[J].辣椒杂志(季刊),2008(1):26-29.
- [4] Suna Kima, Jaebok Parka, In Kyeong Hwang. Changes in FA Composition and Antioxidative Activity of Pigment Extracts from Korean Red Pepper Powder (*Capsicum annuum* L.) Due to Processing Conditions [J]. Journal AOCS press, 2002, 79 (12): 1267-1270.
- [5] 徐秋兰,庞杰.辣椒化学成分的开发利用[J].中国辣椒(季刊),2003(1):32-35.
- [6] Materska M, Perucka I. Antioxidant activity of the main phenolic compounds isolated from hot pepper fruit (*Capsicum annuum* L.) [J]. J Agric Food Chem, 2005, 53: 1750-1756.

- [7] 盛平,陈锦雄,王晖,等.辣椒提取物的健胃和消食作用研究[J].中国现代药物应用,2009,3(15):16-18.
- [8] 邓传波,夏延斌,罗凤莲,等.乙醇-超声波处理提取食品级辣椒碱的工艺研究[J].食品科技,2012,(4):265-268.
- [9] Zewdie Y, Bosland P W. Capsaicinoid profiles are not good chemotaxonomic indicators for Capsicum species[J]. Biochemical Systematics and Ecology, 2001, (29): 161-169.
- [10] Whiting S, Derbyshire E, Tiwari B K. Capsaicinoids and capsinoids. A potential role for weight management? A systematic review of the evidence[J]. Appetite, 2012, 59(2): 341-348.
- [11] Raji Abdul Ganiy O, Falade Kolawole O, Abimbolu Fadeke W. 123 ORIGINAL ARTICLE Effect of sucrose and binary solution on osmotic dehydration of bell pepper (chilli) (Capsicum spp.) varieties[J]. Food Science Technol, 2010, 47(3): 305-309.
- [12] Janssens P L H R, Hursel R, Martens E A P, et al. Acute effects of capsaicin on energy expenditure and fat oxidation in negative energy balance[J]. PloS one, 2013, 8(7): 1-7.
- [13] González-Zamora A, Sierra-Campos E, Luna-Ortega J G, et al. Characterization of Different Capsicum Varieties by Evaluation of Their Capsaicinoids Content by High Performance Liquid Chromatography, Determination of Pungency and Effect of High Temperature[J]. Molecules, 2013, 18(11): 13471-13486.
- [14] 丁春瑞,远辉,李静.辣椒红色素提取方法的研究进展[J].食品工程,2012(3):10-12.
- [15] Zhang J, Hou X, Ahmad H, et al. Assessment of free radicals scavenging activity of seven natural pigments and protective effects in AAPH-challenged chicken erythrocytes [J]. Food chemistry, 2014, 145: 57-65.
- [16] Zhang X, Zhao W, Hu L, et al. Carotenoids inhibit proliferation and regulate expression of peroxisome proliferators-activated receptor gamma (PPAR γ) in K562 cancer cells [J]. Archives of Biochemistry and Biophysics, 2011, 512(1): 96-106.
- [17] 李巧玲.辣椒中有效成分的提取及利用[J].山西食品工业,2003,3(3):1-32.
- [18] Antonio Raffo, Irene Baiamonte, Nicoletta Nardo. Internal quality and antioxidants content of cold-stored red sweet peppers as affected by polyethylene bag packaging and hot water treatment [J]. Eur Food Res Technol, 2007, 225: 395-405.
- [19] 萨仁高娃,胡文忠,姜爱丽.辣椒营养保健功能及辣椒食品的研究进展[J].食品工业科技,2012,33(15):371-375.
- [20] 张甫生,庞杰,李文东.辣椒红色素在仿真食品中的应用[J].食品与机械,2002(5):34-35.
- [21] Vega-Gálvez A, Di Scala K, Rodríguez K, et al. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (Capsicum annum, L. var. Hungarian) [J]. Food Chemistry, 2009, 117(4): 647-653.
- [22] Topuz A, Dincer C, Özdemir K S, et al. Influence of different drying methods on carotenoids and capsaicinoids of paprika (Cv., Jalapeno) [J]. Food Chemistry, 2011, 129(3): 860-865.
- [23] 丁筑红,杨咏鹃,刘坤,等.不同干燥方法对辣椒品质的影响[J].食品科技,2008(4):57-60.
- [24] 王修俊.“食不上火”油辣椒系列产品的研制[J].食品工业,1995(5):25-27.
- [25] 张伟,杨瑞,杨蓉,等.油辣椒制品保鲜及菜籽油氧化因素的研究[J].食品科学,2007,28(2):219-222.
- [26] 王修俊,刘颖.油炸辣椒品质影响因素的研究[J].粮食食品科技,2007,15(2):31-33.
- [27] 张晓,余燕珊,龚炳德,等.剁辣椒无硫护色工艺的研究[J].现代食品科技,2013,29(4):780-783.
- [28] 罗凤莲,夏延斌,欧阳建勋,等.辣椒发酵过程中滋味物质的变化[J].食品科学,2013,34(3):21-24.
- [29] 高翔.辣椒的保健功能及其产品的开发研究[J].食品研究与开发,2004,25(3):115-116.
- [30] 罗凤莲,欧阳建勋,夏延斌,等.发酵辣椒中主要风味物质的研究进展[J].食品工业科技,2009(6):346-351.
- [31] 赵玲艳,邓放明,杨抚林,等.自然发酵辣椒中乳酸菌的分离及其发酵性能研究[J].食品科学,2005,26(10):82-86.
- [32] 赵玲艳,邓放明,杨抚林.乳酸菌 Lact.1、Lact.2 和 Lact.3 在发酵碎鲜辣椒中的应用研究[J].食品科学,2008,29(2):257-260.
- [33] 欧阳晶,苏悟,陶湘林,等.辣椒发酵过程中挥发性成分变化研究[J].食品与机械,2012,28(6):55-58.
- [34] 周晓媛,邓靖,李福枝,等.发酵辣椒的挥发性风味成分分析[J].食品生物技术学报,2007,26(1):54-59.
- [35] 张西露,毛亦卉,向拉蛟.国内外辣椒产业研究开发的现状分析[J].辣椒杂志(季刊),2008(1):1-5.
- [36] Shim Y S, Kim K J, Seo D, et al. Simultaneous Determination of Free Capsorubin and Capsanthin in Red Pepper Powder Using u-HPLC [J]. Journal of AOAC International, 2013, 96(2): 341-345.
- [37] Mitrowska K, Vincent U, von Holst C. Separation and quantification of 15 carotenoids by reversed phase high performance liquid chromatography coupled to diode array detection with isosbestic wavelength approach [J]. Journal of Chromatography A, 2012, 1233: 44-53.
- [38] Yue L, Zhang F, Wang Z. Ultrasound-Assisted Extraction of Capsaicin from Red Peppers and Mathematical Modeling [J]. Separation Science and Technology, 2012, 47(1): 124-130.
- [39] Araus K A, del Valle J M, Robert P S, et al. Effect of triolein addition on the solubility of capsanthin in supercritical carbon dioxide [J]. The Journal of Chemical Thermodynamics, 2012, 51: 190-194.
- [40] 田艳,廖泉,赵玲艳,等.正交实验优化超声波和微波辅助溶剂提取辣椒色素的工艺[J].食品科学,2013,34(16):38-41.
- [41] 李沿飞,罗庆红,屠大伟,等.干辣椒及制品中辣椒碱含量分析与辣度分级[J].分析实验室,2013,1:010.
- [42] 杨海燕,郭丽,傅力,等.辣椒碱的抗菌研究[J].新疆农业大学学报,2002,25(4):63-66.
- [43] Chinn M S, Sharma-Shivappa R R, Cotter J L, et al. Solvent extraction and quantification of capsaicinoids from Capsicum chinense [J]. Food and Bioproducts Processing, 2011, 89(4): 340-345.
- [44] 张郁松.辣椒碱不同提取方法的比较研究[J].中国调味品,2009,34(3):88-90.

α -淀粉酶的基因改造与菌种选育研究进展

封 棣¹, 孟青青¹, 王玉海¹, 杨慧敏¹, 杨建国², 王凤寰¹

(1. 北京工商大学食品学院, 北京 100048;

2. 北京化工大学生命科学与技术学院, 北京 100029)

摘 要: α -淀粉酶是重要的工业用酶制剂之一, 能在高温、低 pH 范围内稳定发挥作用的 α -淀粉酶则具有更加广阔的应用前景。本文主要从基因改造与菌种选育两方面阐述了高温 α -淀粉酶、酸性 α -淀粉酶以及高温酸性 α -淀粉酶的研究与开发进展。

关键词: α -淀粉酶, 基因改造, 菌种选育

Research advance in the strain breeding and gene modification of α -Amylase

FENG Di¹, MENG Qing-qing¹, WANG Yu-hai¹, YANG Hui-min¹, YANG Jian-guo², WANG Feng-huan¹

(1. School of Food and Chemical Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China;

2. College of Life Science and Technology, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: α -amylase is a kind of the most important enzymes utilized in industry. Moreover, the α -amylases which can keep stable and active under acid and hyperthermal conditions are used more widely. In terms of gene modification and strain screening, the research and development progress of thermostable α -amylase, acid stable α -amylase and thermostable, acidophilic α -amylase were reviewed.

Key words: α -amylase; gene modification; strain breeding

中图分类号: TS201.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2014)15-0381-05

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2014.15.076

α -淀粉酶是指催化淀粉和糖原水解为低聚糖的一类酶的总称, 广泛应用于食品、医药、纺织和环境治理等领域。它存在于动物、植物以及微生物体内, 但工业上常以微生物作为其主要来源^[1]。 α -淀粉酶属于糖苷水解酶家族 GH-13 亚家族, 可根据其作用的最适 pH 分为酸性 α -淀粉酶、中性 α -淀粉酶以及碱性 α -淀粉酶; 根据其最适温度分为低温 α -淀粉酶、中温 α -淀粉酶以及高温 α -淀粉酶^[2]。

工业上对于淀粉质原料的处理分液化和糖化两个步骤, 通常采用双酶法。液化过程采用的喷射液化技术需在 105~110℃ 的高温下进行, 因而高温 α -淀粉酶的应用就保证了液化的高效进行^[3]。液化之后进行糖化, 但由于糖化酶与液化酶的最适 pH 不同, 通常需在加工过程中将淀粉质原料的 pH 由自然

的 5.0 调到 5.8~6.2 来进行液化, 随后再将 pH 降至 4.2~4.5 进行糖化。但若液化使用的 α -淀粉酶具有较低的最适 pH, 则无需进行酸碱度的调节^[4]。因此应用高温酸性 α -淀粉酶对淀粉质原料进行处理, 不仅高效, 还可以省去加入酸、碱类物质进行 pH 调节的步骤, 简化工艺, 降低成本, 又能减少副产物, 提高产品质量与转化率, 具有极高的工业应用价值。

为了使 α -淀粉酶更符合实际生产的需要, 研究主要分为菌种选育与基因改造两个方面, 目前已取得了一定进展^[5]。

1 高温 α -淀粉酶的研究进展

微生物中有数百种真菌以及上千种细菌可以产生淀粉酶, 但是产生高温 α -淀粉酶的菌种则较少, 目前已知的有凝结芽孢杆菌 (*Bacillus coagulans*)、枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*)、嗜热芽孢杆菌 (*Bacillus thermophilus*)、地衣芽孢杆菌 (*Bacillus licheniformis*) 等^[6], 其中以地衣芽孢杆菌所产高温 α -淀粉酶的性质最优。据报道^[7-8], 在 90℃, pH6.5, 1mmol/L Ca^{2+} 存在的条件下, 解淀粉芽孢杆菌 α -淀粉酶与嗜热脂肪酶芽孢杆菌 α -淀粉酶的半衰期分

收稿日期: 2013-12-03

作者简介: 封棣 (1980-), 女, 博士, 讲师, 研究方向: 生物分离技术, 食品安全。

基金项目: 北京市青年英才计划项目 (YETP1450); 北京工商大学研究生科研创新基金。

[45] 胡震, 张利, 于海莲. 辣椒碱的提取工艺 [J]. 食品研究与开发, 2010, 31(6): 87-90.

[46] Ana C Aguiar, Luiz P Sales, Janclei P Coutinho, et al.

Supercritical carbon dioxide extraction of Capsicum peppers: Global yield and Capsaicinoid content [J]. Supercritical Fluids, 2013, 81: 210-216.