

大蒜深加工技术研究进展及产业化现状

刘元,王玥玮*,郝惠阳

(天津市食品研究所有限公司,天津 301609)

摘要:我国大蒜产业发展进入瓶颈期,国内外市场形势越来越严峻,如何促进国内大蒜产业健康发展,提高大蒜产业的国际竞争力成为亟待解决的难题。该文重点论述我国大蒜产品产业化现状、深加工技术研究进展,并对我国大蒜产业发展和深加工产品开发进行了展望。

关键词:大蒜;瓶颈;深加工;产业化;市场

Research Progress and Industrialization Status of Garlic Deep Processing Technology

LIU Yuan, WANG Yue-wei*, HAO Hui-yang

(Tianjin Food Research Institute Co., Ltd., Tianjin 301609, China)

Abstract: Currently, the development of the garlic industry in China has entered a bottleneck period in which the market situation locally and abroad is becoming increasingly severe. In this paper, the status quo of garlic product industrialization and the research progress on deep processing technology were discussed. Further, the development of the garlic industry and deep processing products was prospected.

Key words: garlic; bottleneck; deep processing; industrialization; market

引文格式:

刘元,王玥玮,郝惠阳.大蒜深加工技术研究进展及产业化现状[J].食品研究与开发,2021,42(19):214-218.

LIU Yuan, WANG Yuewei, HAO Huiyang. Research Progress and Industrialization Status of Garlic Deep Processing Technology[J]. Food Research and Development, 2021, 42(19): 214-218.

大蒜又名蒜头、大蒜头、胡蒜、葫、独蒜、独头蒜,是蒜类植物的统称。大蒜的主要食用部位为大蒜鳞茎,其中含有丰富的蛋白质、低聚糖、多糖、脂肪及矿物质等。我国是世界上最大的大蒜种植和出口国,2019年中国大蒜产量为2330万吨,占全球大蒜总产量的72.8%。

我国大多以新鲜大蒜销售为主,海外销售渠道主要依赖新鲜蒜头冷冻出口,国内大蒜总产量的70%通过冷藏出口到海外超市销售。随着农产品加工技术的日益发展与人们生活水平的日益提升,人们对具有营养价值和保健功能的大蒜产品的关注度也越来越高,需求量也随之增加。大蒜初级加工产品已经无法满足市场需求,对大蒜进行深加工,延长其保质期,增加其产品类型,进而提高其经济附加值,具有广阔的市场及经济效益。本文重点论述我国大蒜产品产业化现

状、深加工技术研究进展,并对我国大蒜产业发展和深加工产品开发进行了展望。

1 大蒜的营养价值及功效

1.1 大蒜中的营养成分

大蒜营养成分丰富,不仅含有蛋白质、低聚糖、多糖及脂肪等营养物质,还含有硫胺素、核黄素、尼克酸、蒜素、柠檬醛、硒、锗等微量元素。每100g新鲜大蒜中可溶性糖含量为153mg~248mg,粗脂肪含量为8mg~12mg,蛋白质含量为3mg~4mg,维生素C含量为46mg~58mg,锗含量为0.182mg~0.317mg,大蒜素含量为176mg~211mg^[1]。

1.2 大蒜素的功效

大蒜素是大蒜中最主要的功效成分,是大蒜中含

基金项目:天津市科技计划项目(20YFFCYS00070)

作者简介:刘元(1979—),女(汉),高级工程师,硕士研究生,研究方向:食品科学。

*通信作者:王玥玮(1985—),女,高级工程师,硕士研究生,研究方向:营养与食品卫生学。

硫化合物的总称,分子式为 $C_6H_{10}S_3$,即三硫化二丙烯。但新鲜的大蒜中却不含有大蒜素,而是以大蒜素的前体物质蒜氨酸的形式稳定存在。当大蒜破碎后,大蒜中的蒜氨酸酶催化蒜氨酸分解为大蒜素^[2-3]。

大蒜素有效摄入可抑制多种肿瘤,如肺癌、肝癌及胰腺癌。徐丹等^[4]研究表明,大蒜素通过调节核因子 κB (nuclear factor kappa-B, NF- κB)信号通路,抑制白介素-6(interleukin-6, IL-6)诱导的胃癌细胞上皮细胞-间充质转化(epithelial-mesenchymal transition, EMT)效应,可能在有IL-6过表达的晚期肿瘤组织侵袭转移过程中发挥重要作用,起到抑制胃癌细胞的增殖、迁移和侵袭的效果。

大蒜素是具有抗氧化性能的活性硫物质, Horev-Azaria等^[5]用大蒜素处理血管内皮细胞, 10 $\mu\text{mol/L}$ ~20 $\mu\text{mol/L}$ 大蒜素干预血管内皮细胞28 h, 细胞中谷胱甘肽含量与干预前比较增加了8倍, 并且浓度和时间呈正相关。这可能是由于大蒜素与谷胱甘肽转移酶和谷胱甘肽过氧化物酶中含巯基的分子反应, 与其形成二硫键, 改变酶的空间结构, 进而导致酶活性增强, 促进谷胱甘肽含量增加^[6]。此外, 大蒜素对一氧化氮的形成具有抑制作用, 这是由于大蒜素能降低诱导型一氧化氮合酶的表达, 显著减少谷氨酸诱导的乳酸脱氢酶的释放和活性氧自由基的产生, 同时减少脂质过氧化和抗氧化酶活性^[7]。

大蒜素对革兰氏阳性和阴性细菌, 如大肠杆菌、痢疾杆菌、伤寒杆菌等均能起到明显的抑制作用, 这可能是由于大蒜素中的含硫活性基团与细菌生长所必需的半胱氨酸中的巯基结合, 竞争性地抑制了细菌生长繁殖^[8]。Fujisawa等^[9]通过试验表明, 大蒜素的抗菌能力与其释放的氧原子或烯丙基巯基与细菌中的巯基酶相互作用有关。

2 我国大蒜产业现状

2.1 大蒜资源分布

中国有多个大蒜产区, 其中山东、河南、江苏三地的大蒜产量占比最多, 占全国总产量的80%。这些地区不仅出现了许多大蒜储藏、加工和出口的企业, 而且已经形成了产业集聚区, 以大蒜为主要经营对象的产业链条已经形成^[10]。大蒜的种类可以从蒜头和蒜瓣外皮颜色来区分, 分为紫皮蒜和白皮蒜; 由蒜瓣的大小区分, 分为大瓣蒜和小瓣蒜, 但是目前国内外对大蒜的类型并没有统一的划分方法。我国各省市审定和认定的大蒜品种13种, 例如天津六瓣红、山东嘉祥大蒜及内蒙古白皮蒜等。2020年全国大蒜种植面积同

比增加了33%, 主要的大蒜产区已经接近70个^[11]。

2.2 我国大蒜资源加工产业现状

中国大蒜的种植面积和产量位居全球首位, 是世界最大的大蒜生产与出口国。虽然中国的大蒜产量占据全球大蒜产量的半数以上, 但国内的大蒜产业发展却相对迟缓。大蒜加工产品仍以初级加工产品为主, 精深加工产品过少, 经济效益低且国际市场竞争力不足^[12]。

新鲜大蒜、脱水大蒜、腌制大蒜、大蒜片、大蒜粉、大蒜泥、大蒜汁等是我国大蒜资源的主要产品形式。2015年, 中国保鲜大蒜出口量为1734.6千吨, 同比增长0.1%; 腌制大蒜出口量为11.7千吨, 同比增加8.8%; 干燥大蒜出口量为185.5千吨, 同比增长8.0%, 占据出口总量的98%以上^[10]。

目前, 中国大蒜产业发展受国际市场竞争影响较为明显。一部分国家利用技术壁垒为我国大蒜及其它农副产品出口设置了障碍, 因为我国很大一部分大蒜常用农药在国际限用农药之列, 这使得在大蒜进出口贸易中, 进口国对于我国大蒜品质的要求和选择也更加严格, 在一定程度上限制了我国大蒜出口产业的发展。此外, 其它国家和地区也积极引入我国优质的大蒜品种, 扩大种植规模, 利用运输条件、国际关系等增加大蒜出口量, 与我国竞争大蒜出口份额^[13]。

因此, 急需通过结合现代食品加工技术、生物发酵和提取技术来开发新的大蒜深加工制品, 如大蒜精油、大蒜多糖、脱臭蒜素保健饮料及黑蒜等产品, 进而提高大蒜加工产业的经济效益及国际竞争力, 促进大蒜产业良性发展^[12]。

3 大蒜资源深加工产品及前景

3.1 大蒜精油

大蒜精油是大蒜中一种特殊呈明亮琥珀色的天然液体提取物, 其中大蒜素为主要功效成分, 对不同类型的病原菌均有良好的抑菌效果。大蒜精油具有辛辣的气味, 会对人体黏膜产生较强刺激, 不适合直接食用。软胶囊技术可以很好地掩盖大蒜精油强烈的辛辣刺激味, 延长保质期且便于存储, 较好地保持生物活性^[14]。

蔡锦玲等^[15]研究表明, 大蒜精油对粉红单端孢菌、链格孢菌和灰葡萄孢菌的抑菌效果突出, 尤其对粉红单端孢菌具有显著的抑菌效果, 最小抑菌浓度为0.2 $\mu\text{L/mL}$, 抑制率可达100%。

目前, 大蒜精油可通过水蒸气蒸馏法、有机溶剂浸萃法、超临界流体萃取法、分子蒸馏法等方法提取。其中, 水蒸气蒸馏法的仪器设备需求简单、操作要求

简便,而且具有出油率高和试验成本低等优点,应用最为广泛。李辉等^[16]优化水蒸气蒸馏法提取大蒜精油的工艺,得到最优工艺条件为物料比1:4(质量比),在60℃下发酵4h,蒸馏1.5h,得到的精油提取率可达0.298%,且试验证明发酵温度对大蒜精油提取率的影响最大。刘静等^[17]研究微波辅助酶法提取大蒜油,得到最佳工艺参数为微波温度35℃,pH6.5,微波时间60min,外加酶激活剂磷酸吡哆醛(pyridoxal phosphate, PLP)浓度2mmol/L,此条件下大蒜油提取率高达0.40%。

3.2 大蒜多糖

大蒜多糖为杂果聚糖,主要含有果糖(85%)、葡萄糖(14%)等,具有增强免疫、抗病毒、抗氧化、促进矿物质吸收、预防肝损伤、防止心肌纤维化等多种重要的生物活性和功能^[18]。GAO等^[19]通过对巨噬细胞功能变化和一氧化氮分泌试验中发现,大蒜多糖硝化修饰后可以进一步增强免疫活性。朱蕤等^[20]发现大蒜多糖可能通过抑制与呼吸道合胞病毒(respiratory syncytial virus, RSV)复制晚期相关的L、P基因表达而有效抑制RSV复制,并且能显著下调病毒诱导的炎症因子表达,缓解炎症反应。

大蒜多糖的传统提取方法主要有水提取、酸碱提取、酶解提取。热水提取因对仪器设备及操作要求简单,成本低廉,得到最广泛的应用^[21]。玛依拉·吐尔地别克等^[22]优化水提取大蒜多糖工艺,结果表明:在料液比为1:7(g/mL),提取温度80℃,提取时间3h,提取2次的工艺条件下,大蒜多糖提取率为11.93%。董玉玮等^[23]研究双酶法提取大蒜多糖,结果表明,在纤维素酶2.0%(质量分数)、果胶酶2.0%、温度50℃、酶解时间160min,大蒜多糖得率高达34.76%。席椿凯等^[24]通过响应曲面试验得到超声波辅助提取大蒜多糖最佳工艺参数为料液比1:30(g/mL)、超声功率150W、超声时间8min、大蒜多糖得率为31.48%。

3.3 黑蒜产品

黑蒜是近几年流行的一种大蒜深加工产品,是由新鲜大蒜在高温高湿条件下发酵一段时间得到的新兴产品。与大蒜相比,黑蒜的化学成分发生了较大变化,通过非酶褐变反应,蒜瓣变黑,形似果脯,软糯甜香。大蒜素转变为水溶性化合物,有效去除了刺激性气味。黑蒜中糖、维生素、蛋白质的含量是大蒜的2倍以上,多酚含量大增,为大蒜的11倍^[25-27]。

黑蒜的主要功效成分为大蒜素,能够影响脂质代谢和降低血脂。有研究表明,黑蒜可以改善轻度高胆固醇血症患者血脂谱,有预防动脉粥样硬化、保护心血管功能的作用^[28]。此外,黑蒜还具有抗炎、抗肿瘤、润

肠通便等作用。

黑蒜加工方法有液态发酵、固态发酵以及高温高压非发酵法。大量研究结果表明采用液态发酵的黑蒜产品色泽适宜,超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性和总酚水平均有所增强,发酵时间大大缩短。丘苑新等^[29]研究黑蒜快速发酵工艺,结果表明:大蒜70℃恒温预处理10h后,表面喷洒多酚氧化酶,恒温发酵期缩短至35d。非发酵高温高压方法研制的非发酵黑蒜,抗氧化能力强,蛋白质种类多样,营养丰富。此方法有效地节约了时间、减少了资源消耗,优化了食用蒜的加工技术,具有广阔的市场前景。

4 展望

目前,我国大蒜制品仍然主要集中在保鲜大蒜和干燥大蒜,深加工产品比例较小,无法满足多样化市场需求。因此,大力发展大蒜深加工产业,提高大蒜加工技术,是我国大蒜产业进一步发展的必然要求。此外,为了增强我国大蒜产业在国际上的竞争力,要增强大蒜品牌建设,充分发挥国内龙头企业资源雄厚,专业性强的优势,努力推进品牌建设进程,尽快形成国际上的品牌认知度;制定与国际接轨的大蒜安全生产标准,让农产品安全标准进一步向国际靠拢。建立合理的市场服务体系,建立健全行业规则,为我国大蒜产业的健康发展保驾护航。

参考文献:

- [1] 杨永成.大蒜的营养价值及高产高效的技术[J].农业与技术, 2016, 36(12): 36.
YANG Yongcheng. Nutrition value and high yield and high efficiency technique of garlic[J]. Agriculture and Technology, 2016, 36(12): 36.
- [2] 麦榆桦,包娟,邱雪梅,等.大蒜素对糖尿病发生发展的抑制作用及其机制[J].食品工业科技, 2020, 41(22): 335-341.
MAI Yuhua, BAO Juan, QIU Xuemei, et al. Research on inhibition and the mechanism of allicin at the development of diabetes[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(22): 335-341.
- [3] 周宇,王文军,李茜,等.3种金乡大蒜中营养活性成分的含量比较[J].安徽农业科学, 2016, 44(32): 126-128, 169.
ZHOU Yu, WANG Wenjun, LI Qian, et al. Comparison of the nutrient and active ingredients in three kinds of Jinxiang *Allium sativum* L. [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2016, 44(32): 126-128, 169.
- [4] 徐丹,李瑞阳,李晶,等.大蒜素抑制胃癌细胞上皮-间质转化作用及其机制[J].医药导报, 2021, 40(3): 301-305.
XU Dan, LI Ruiyang, LI Jing, et al. Inhibitory effect and mechanism of allicin on epithelial-mesenchymal transition in gastric cancer

- cells[J]. Herald of Medicine, 2021, 40(3): 301–305.
- [5] HOREV-AZARIA L, ELIAV S, IZIGOV N, et al. Allicin up-regulates cellular glutathione level in vascular endothelial cells[J]. European Journal of Nutrition, 2009, 48(2): 67–74.
- [6] 杨融辉, 吴晗, 张宁. 大蒜素抗氧化活性及其生物效应的研究进展[J]. 东南大学学报(医学版), 2015, 34(6): 1037–1040.
- YANG Ronghui, WU Han, ZHANG Ning. Research progress on antioxidant activity and biological effects of allicin[J]. Journal of Southeast University (Medical Science Edition), 2015, 34(6): 1037–1040.
- [7] 代安华. 大蒜中大蒜素及其它活性成分的生物学功能及健康效应[J]. 中国饲料, 2020(16): 5–8.
- DAI Anhua. Biological functions and health effects of allicin and other active ingredients in garlic[J]. China Feed, 2020(16): 5–8.
- [8] 刘丽珍, 甄莉娜, 崔乃忠, 等. 大蒜素的提取及抑菌效果研究[J]. 中国调味品, 2021, 46(2): 79–82.
- LIU Lizhen, ZHEN Lina, CUI Naizhong, et al. Study on the extraction and bacteriostatic effect of allicin[J]. China Condiment, 2021, 46(2): 79–82.
- [9] FUJISAWA H, WATANABE K, SUMA K R, et al. Antibacterial potential of garlic-derived allicin and its cancellation by sulfhydryl compounds[J]. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 2009, 73(9): 1948–1955.
- [10] 马招弟, 丁天娇. 中国大蒜出口贸易现状研究[J]. 农村经济与科技, 2017, 28(2): 64, 266.
- MA Zhaodi, DING Tianjiao. Study on the current situation of garlic export trade in China[J]. Rural Economy and Science-Technology, 2017, 28(2): 64, 266.
- [11] 杨学美. 我国大蒜产业现状及发展对策[J]. 中国果菜, 2020, 40(2): 57–59.
- YANG Xuemei. Industrial status and development countermeasures of garlic industry in China[J]. China Fruit & Vegetable, 2020, 40(2): 57–59.
- [12] 侯进慧, 刘春雷. 我国大蒜资源深加工与产业化研究进展[J]. 生物资源, 2020, 42(1): 36–42.
- HOU Jinhui, LIU Chunlei. Research progress on deep processing and industrialization of garlic resources[J]. Biotic Resources, 2020, 42(1): 36–42.
- [13] 杨宾宾, 宗义湘, 赵邦宏. 中国大蒜产业国际竞争力测算及影响因素分析[J]. 农业展望, 2019, 15(10): 113–117, 126.
- YANG Binbin, ZONG Yixiang, ZHAO Banghong. Measurement of the international competitiveness of China's garlic industry and its influencing factors[J]. Agricultural Outlook, 2019, 15(10): 113–117, 126.
- [14] 邵啸, 艾琳, 卢爽, 等. 大蒜油软胶囊的制备工艺探究[J]. 广东蚕业, 2019, 53(9): 74–75.
- SHAO Xiao, AI Lin, LU Shuang, et al. Study on preparation process of garlic oil soft capsule[J]. Guangdong Sericulture, 2019, 53(9): 74–75.
- [15] 蔡锦玲, 陈品品, 蓝波妙, 等. 大蒜精油提取、成分分析及其抑菌效果[J]. 江苏农业科学, 2020, 48(23): 186–190.
- CAI Jinling, CHEN Pinpin, LAN Bomiao, et al. Study on extraction, component analysis and bacteriostasis effect of garlic essential oil[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2020, 48(23): 186–190.
- [16] 李辉, 苏罡. 大蒜精油提取工艺的研究[J]. 农业机械, 2011(20): 48–51.
- LI Hui, SU Gang. Study on extraction technology of garlic essential oil [J]. Farm Machinery, 2011(20): 48–51.
- [17] 刘静, 徐莉莉. 微波辅助酶法大蒜油提取工艺研究[J]. 现代食品, 2019(18): 76–78, 92.
- LIU Jing, XU Lili. Study on extraction process of garlic oil by microwave-assisted enzymatic method[J]. Modern Food, 2019(18): 76–78, 92.
- [18] 叶迎, 许京, 王瑞海, 等. 大蒜多糖近 10 年在化学、工艺质量、药理及应用方面的总结[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(10): 227–234.
- YE Ying, XU Jing, WANG Ruihai, et al. Research progress of garlic polysaccharide in chemical, process quality, pharmacology and application in past decade[J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2017, 23(10): 227–234.
- [19] GAO Z Z, LIU K H, TIAN W J, et al. Effects of selenizing *Angelica* polysaccharide and selenizing garlic polysaccharide on immune function of murine peritoneal macrophage[J]. International Immunopharmacology, 2015, 27(1): 104–109.
- [20] 朱巍, 孙剑刚, 邓毛子, 等. 大蒜多糖体外抑制呼吸道合胞病毒作用及其机制[J]. 湖北科技学院学报(医学版), 2018, 32(5): 376–379.
- ZHU Ni, SUN Jiangang, DENG Maozi, et al. Inhibitory effect of garlic polysaccharide on respiratory syncytial virus *in vitro* and its mechanism[J]. Journal of Hubei University of Science and Technology (Medical Sciences), 2018, 32(5): 376–379.
- [21] 宋莎莎, 吕佳煜, 冯叙桥. 大蒜多糖研究进展[J]. 食品工业科技, 2017, 38(1): 364–368, 374.
- SONG Shasha, LV Jiayu, FENG Xuqiao. Advances on research and application of garlic polysaccharide[J]. Science and Technology of Food Industry, 2017, 38(1): 364–368, 374.
- [22] 玛依拉·吐尔地别克, 尚天翠. 新疆白皮大蒜中多糖提取工艺的优化研究[J]. 广东化工, 2019, 46(21): 13–14, 27.
- TUerdibieke Mayila, SHANG Tiancui. Study on the extraction of polysaccharide of Xinjiang white garlic[J]. Guangdong Chemical Industry, 2019, 46(21): 13–14, 27.
- [23] 董玉玮, 苗敬芝, 李勇. 双酶法提取大蒜多糖工艺优化及其体外抗氧化活性研究[J]. 中国调味品, 2020, 45(10): 30–35, 48.
- DONG Yuwei, MIAO Jingzhi, LI Yong. Study on the optimization of extraction technology of polysaccharides from garlic by double-enzymatic method and their antioxidant activity *in vitro*[J]. China Condiment, 2020, 45(10): 30–35, 48.
- [24] 席椿凯, 苗敬芝, 董玉玮, 等. 超声波辅助提取大蒜多糖工艺的研究[J]. 农产品加工, 2020(20): 37–39, 42.
- XI Chunkai, MIAO Jingzhi, DONG Yuwei, et al. The study of ultrasonic extraction technology of garlic polysaccharide[J]. Farm Products

- Processing, 2020(20): 37–39, 42.
- [25] 肖剑桥, 李善姬, 金玉姬. 大蒜及黑蒜功能的研究进展[J]. 吉林医药学院学报, 2018, 39(2): 138–141.
- XIAO Jianqiao, LI Shanji, JIN Yuji. Research progress on functions of garlic and black garlic[J]. Journal of Jilin Medical University, 2018, 39(2): 138–141.
- [26] 王丽丽, 杨柳, 李善姬. 黑蒜保肝作用的研究进展[J]. 吉林医药学院学报, 2021, 42(1): 51–53.
- WANG Lili, YANG Liu, LI Shanji. Research progress on hepatoprotective effect of black garlic[J]. Journal of Jilin Medical University, 2021, 42(1): 51–53.
- [27] 王燕, 何贵山, 王赛元. 黑蒜的活性成分和生理功能研究进展[J]. 现代食品, 2021(2): 30–34, 38.
- WANG Yan, HE Guishan, WANG Saiyuan. Research progress on active ingredients and physiological functions of black garlic[J]. Modern Food, 2021(2): 30–34, 38.
- [28] JUNG E S, PARK S H, CHOI E K, et al. Reduction of blood lipid parameters by a 12-wk supplementation of aged black garlic: a randomized controlled trial[J]. Nutrition, 2014, 30(9): 1034–1039.
- [29] 丘苑新, 杨静娴, 何娣, 等. 黑蒜快速发酵工艺研究[J]. 中国调味品, 2021, 46(3): 114–117.
- QIU Yuanxin, YANG Jingxian, HE Di, et al. Study on the rapid fermentation technology of black garlic[J]. China Condiment, 2021, 46(3): 114–117.

加工编辑: 姚骏
收稿日期: 2021–03–23