

我国大蒜产业发展现状与展望

王子天^{1,2}, 范硕^{1,2}, 林榕珊², 谢亚铭^{1,2}, 魏海雷¹, 高淼^{1*}, 林敏^{3*}

1.北方干旱半干旱耕地高效利用全国重点实验室, 农业农村部农业植物营养与肥料重点实验室, 农业农村部农业微生物资源收集与保藏重点实验室, 中国农业科学院农业资源与农业区划研究所, 北京 100081;

2.山东农业大学生命科学学院, 山东 泰安 271000;

3.中国农业科学院生物技术研究所, 北京 100081

摘要: 中国是世界上大蒜种植面积最广和产量最高的国家, 拥有丰富的大蒜资源。根据 2023 年的数据, 中国的大蒜种植面积达到 84.56 万 hm^2 , 年产量为 2 079.85 万 t, 为大蒜产业的发展奠定了坚实的基础。大蒜不仅是日常饮食中的重要调味品, 还在医药、保健品及食品加工领域具有广泛应用。然而, 尽管我国大蒜产业规模庞大, 但在产业化过程中, 收入和利润主要集中在原材料及初加工环节, 深加工产品和高附加值产品的开发仍显不足, 导致产业链条存在“量大而质弱”的问题。分析了大蒜的价值、种类、空间分布及产业化现状, 探讨了当前产业化面临的主要问题, 提出了提升大蒜产品附加值、推动产业链一体化发展的策略。通过构建大蒜深加工和一体化发展的产业模式, 旨在为我国大蒜产业的可持续发展提供理论依据和实践指导, 从而促进产业升级和市场竞争力的提升。

关键词: 大蒜; 价值; 种类; 分布; 产业化

DOI: 10.19586/j.2095-2341.2024.0173

中图分类号: Q949.9, S633.4

文献标志码: A

Current Situation and Prospect of Garlic Industry Development in China

WANG Zitian^{1,2}, FAN Shuo^{1,2}, LIN Rongshan², XIE Yaming^{1,2}, WEI Hailei¹, GAO Miao^{1*}, LIN Min^{3*}

1. State Key Laboratory of Efficient Utilization of Arid and Semi-arid Arable Land in Northern China/ Key Laboratory of Plant Nutrition and Fertilizer, Key Laboratory of Microbial Resources Collection and Preservation, Ministry of Agriculture and Rural Affairs/Institute of Agricultural Resources and Regional Planning, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China;

2. College of Life Sciences, Shandong Agricultural University, Shandong Taian 271000, China;

3. Biotechnology Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China

Abstract: As the world's largest garlic producer, China dominates global cultivation area and output while possessing abundant garlic resources. By 2023, the country's garlic cultivation had reached 845 600 hm^2 with an annual production of 20.798 5 million tonnes, establishing a robust foundation for industrial development. Garlic serves not only as an essential culinary seasoning, but also finds extensive applications across pharmaceutical, healthcare, and food processing sectors. Despite its substantial industrial scale, economic returns remain concentrated in raw material supply and primary processing stages. The development of deep-processing technologies and value-added products lags significantly, creating a "high quantity, low value-added" paradox within the industrial chain. This paper systematically analyzed garlic's economic value, varietal distribution, spatial cultivation patterns, and industrialization status, identifying key challenges in industrial upgrading. It proposed strategic pathways for enhancing product value addition and promoting cross-chain integration. Through constructing a deep-processing and industrial integration model, this research provided both theoretical guidance and practical strategies for sustainable development of China's garlic industry, ultimately aiming to drive industrial upgrading and strengthen global market competitiveness.

收稿日期: 2024-11-06; 接受日期: 2025-02-27

基金项目: 国家十四五重点研发计划项目(2022YFD1901300)。

联系方式: 王子天 E-mail: 2637596892@qq.com

*通信作者 高淼 E-mail: gaomiao@caas.cn; 林敏 E-mail: linmin@caas.cn

Key words: garlic; value; variety; distribution; industrialization

大蒜属于天门冬目(Asparagales),葱科(Alliaceae),葱属(*Allium*),蒜种(*Allium sativum* L.),是我国重要的农业经济作物,凭借其独特的风味、营养价值和药用功能,在国内外市场上享有广泛的需求。中国是世界上大蒜种植面积和产量最高的国家,其大蒜产业在全球农业产业中占据着举足轻重的地位。根据世界粮农组织(Food and Agriculture Organization, FAO)的统计数据,2023年中国的大蒜种植面积为84.56万 hm^2 ,年产量2 079.85万t,约占全球大蒜总产量的72%以上,牢牢占据全球大蒜生产的主导地位。大蒜的生产和加工不仅满足了国内庞大的市场需求,也成为我国农业出口的重要组成部分。随着消费者对健康、功能性食品需求的日益增长,大蒜在保健品、医药和功能性食品等领域的应用前景逐步显现,推动了大蒜产业的不断发展。

尽管我国的大蒜产业在全球范围内规模庞大,但其产业化水平仍较为低下,尤其在产业链的深度加工和产品附加值提升方面,存在较大短板^[1]。当前,大蒜产业依赖于原材料的生产和初级加工,深加工产品和高附加值产品的开发尚未得到充分重视,产业链条的延伸和整合不够,技术创新和品牌建设不足。在此背景下,本文旨在深入分析大蒜产业的现状,特别是产业化过程中面临的瓶颈与挑战,探讨如何通过提升产品附加值、推进产业链的深度拓展及技术创新来增强大蒜产业的综合竞争力,为推动我国大蒜产业从“大”到“强”的转型提供理论支持,并为产业的可持续发展和全球市场的竞争力提升提供一定指导。

1 大蒜的价值

大蒜(*Allium sativum* L.)作为药食两用植物,具有杀菌、抑菌、抗毒等医疗作用^[2]。已有报道指出,大蒜具有广谱抗菌性^[3],对真菌^[4]、细菌^[5]、病毒、寄生虫^[6]等有抑制作用,在肝脏损伤^[7]、维持血糖稳定^[8]、肾脏异常^[9]、预防代谢综合征和肠道菌群紊乱等方面有调控作用,同时大蒜还能防治癌症^[10]等疾病。可见大蒜具有极其重要的药用价值,其药用价值主要来自大蒜中含有的多糖、有机硫化物等活性物质^[11],如大蒜多糖^[12-13]、蒜氨酸^[14-15]、大蒜辣素、大蒜素等^[16]。

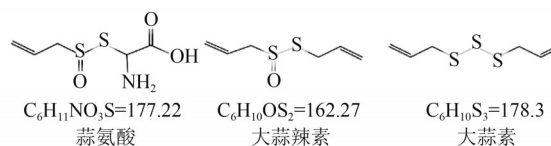


图1 大蒜中活性物质的化学结构

Fig. 1 Chemical structures of bioactive compounds in gralic

1.1 大蒜多糖

大蒜多糖具有抗菌消炎^[17]、降血脂、保护肝功能、抗氧化^[18]、抗肿瘤^[19]、调节免疫等作用。通过对多糖进行分子修饰,还能提高多糖的生物活性,获得新的药用价值。多糖加工主要是通过羧甲基化、硫酸化、磷酸化等方式制备多糖衍生物^[20]。目前大蒜多糖提取工艺主要包括热水提取、超声波辅助提取、微波辅助提取、酶促提取等,对粗多糖进行提纯的方法有盐酸法、三氯乙酸法、氯化钠法、 CaCl_2 法^[21]、Sevage法^[22]、酶解法、分级沉淀、膜分离、柱色谱等多种提纯方法。多糖的测定有多种方法,如高效液相色谱法^[23]、蒽酮-硫酸法^[24]、苯酚硫酸法^[25]等。大蒜多糖作为潜在的益生元来源^[26],是天然药物和功能食品,其在体内外均表现出一定的降血脂作用,可改善肠道菌群、缓解糖尿病引起的脂代谢紊乱、减轻肝脏负担^[27]。大蒜多糖还可以通过改善黏膜屏障、阻断促炎细胞因子和调节肠道微生物菌群来缓解结肠炎^[28]。同时大蒜多糖的衍生物也有着巨大的发展潜力^[29],如大蒜多糖-锌合物可为功能性食品和药理领域的锌补充提供新途径^[30]。但如何利用新型提取方法在保证活性前提下进一步提高得率、探索新型组合测定方法等方面还需要进一步加强^[31]。

1.2 蒜氨酸

蒜氨酸(alliin)具有消炎抗菌^[32]、抗氧化、抗肿瘤、免疫调节、抗辐射、合成风味物质、抑制血液中乙醇浓度升高等作用。蒜氨酸性质稳定、无刺激性气味、生物活性高、在体内安全无毒、代谢快,目前对蒜氨酸的提取分离工艺、生物合成、代谢途径^[33]、理化性质、活性及其机理研究较为全面,如蒜氨酸的提取分离工艺有双水相萃取与阳离子交换色谱联用^[34]、醇沉法、超滤法、层析色谱柱法、RE-HPLC制备法和结晶与重结晶法^[35]等多种方法。蒜氨酸的化学合成法有过氧化氢进行硫氧化法和利用原钛酸四异丙酯或加氧酶进行不对称硫

氧化的方法^[36]。蒜氨酸的研究较为深入,比如 Zhao等^[37]结合前人对蒜氨酸可以降低异丙肾上腺素对大鼠的心脏毒性的研究,证明蒜氨酸可减轻心肌损伤,并通过高通量测序和生物实验研究了蒜氨酸在心肌 I/R 损伤中的作用机制^[38];Shehwaz等^[39]确定蒜氨酸对葡萄糖和甲基乙二醛(methylglyoxal, MG)诱导重要抗氧化酶——超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)糖基化的抑制作用,同时还具有抗糖化作用,结合蒜氨酸的抗糖尿病作用^[40],可作为特效药用于治疗糖尿病及其并发症;Wang等^[41]研究分析了蒜氨酸对脂多糖(lipopolysaccharide, LPS)诱导的急性肺损伤(acute lung injury, ALI)的保护作用及分子机制。Liu等^[42]发现蒜氨酸促进了 PINK 1/Parkin 介导的线粒体自噬减少细胞内 ROS 的产生,从而减轻 LPS 诱导的巨噬细胞焦亡。尽管蒜氨酸的各项研究仍处于实验阶段,且相关应用产品尚不多,但其潜力巨大,仍有许多领域值得进一步深入开发和研究。

1.3 大蒜辣素

大蒜辣素^[43](allicin)具有抗菌^[44]消炎、抗肿瘤^[45]、抗氧化、提高机体免疫力及预防和治疗心血管疾病等多种生理功能。同时大蒜辣素还被作为饲料添加剂使用,可增强动物免疫力,提高肉质水平^[46]等。大蒜辣素在大蒜细胞遭到破坏时,能够激活蒜氨酸酶,分解蒜氨酸生成,分子式为 $C_6H_{10}OS_2$ ^[47],大蒜辣素的制备分为天然产物提取法和化学合成法两种。天然产物提取法包括水蒸气蒸馏法、溶剂浸提萃取法、超临界 CO_2 萃取法^[48]和纳滤提取法等;化学合成法一般是先合成二烯丙基二硫醚,再通过氧化反应合成大蒜辣素。

目前对大蒜辣素的最新研究主要集中在应用领域。畜禽健康方面,Wang等^[49]发现,大蒜辣素可通过下调鸡中 P-gp 和 BCRP 的表达和活性,从而改变它们各自底物的药代动力学行为的研究,可为家禽业中大蒜素和抗菌药物(磺胺嘧啶和氟苯尼考)的联合使用提供参考依据,提高生物利用率并避免副作用;大蒜辣素能提高暴露于脂多糖(LPS)的猪卵母细胞的质量和发育能力,保护卵母细胞免受 LPS 诱导的损伤^[50]。人类疾病治疗方面,大蒜辣素具有抗炎、抗纤维化、抗氧化、抗高血脂和抗凋亡的能力,能够避免曲妥珠单抗(trastuzumab, TZB)诱导的心脏毒性,可作为一种新型的心脏保护补充疗法^[51];羟基磷灰石在用于骨组织工程应用中,通过负载大蒜辣素

可增强其细胞相容性和抗菌性^[52];大蒜辣素通过使 MALAT1-miR-376a-Wnt/ β -catenin 轴失活,从而促进氧化应激和自噬以抑制 OS 生长,可作为治疗骨肉瘤特效药^[53];大蒜辣素通过抑制细胞凋亡、抑制炎症反应和减少肝脏氧化应激,通过调节 PPAR γ -IRAK-M-TLR4 信号通路来防止肝脏 I/R 损伤^[54]。开发应用领域, Ma等^[55]通过利用大豆分离蛋白(soybean protein isolate, SPI)和阿拉伯树胶(gum arabic, GA),以及进行超声处理和转谷氨酰胺酶(transglutaminase, TG)诱导构建了负载大蒜辣素的乳液凝胶,减少了大蒜辣素的不稳定性以及刺激性气味,为开发大蒜辣素功能性食品提供了新的思路。对于如何制备无毒添加剂的大蒜辣素制剂,提高其临床应用效果,仍是大蒜辣素开发研究的重中之重^[56]。

1.4 大蒜素

大蒜素,化学名为二烯丙基三硫醚(diallyl trisulfide, DATS),分子式为 $C_6H_{10}S_3$,具有抗炎、抗氧化、抗肿瘤、免疫调节等作用。目前在一些报道中常与大蒜辣素混淆,大蒜素是大蒜辣素降解后的产物之一^[57],《中国药典》(1部)将大蒜药材中的大蒜素(DATS)作为大蒜的质控标准的主要有效成分^[58]。研究发现,DATS可以在细胞周期的多个阶段阻止癌细胞生长^[59],比如通过诱导细胞 G2/M 期停滞并破坏微管,从而导致细胞死亡^[60]。DATS 还可以形成 HSP27 同型二聚体,Hsp27 是 U937 白血病细胞中 DATS 的分子靶点之一,可作为治疗白血病的一种手段^[61]。Marni等^[62]发现 DATS 可用于提高耐药性乳腺癌的敏感性,逆转乳腺癌干细胞化疗耐药性。DATS除了在癌症领域使用以外,在心血管疾病中也具有非常重要的价值。Selvaraj等^[63]的研究证明 DATS 可保护大鼠免受动脉粥样硬化(atherosclerosis, As)诱导的血脂异常。Hosono等^[64]首次证明了 DATS 的抗血小板机制,对抗血栓治疗或预防动脉硬化具有有益作用。由于大蒜素(DATS)具有刺激性气味,同时稳定性与生物利用度较差^[65],可针对上述不足对 DATS 进行结构修饰或剂型改良,以提高其稳定性与生物利用度,减少刺激性和掩盖不良气味,从而有利于大蒜素更好的开发与利用^[66]。

2 全球大蒜的种植情况

从全球大蒜种植面积和产量情况看,世界大蒜

区位空间分布相对稳定,亚洲占91%,美洲、非洲、欧洲各占3%。根据FAO的数据,截至2023年,全球大蒜种植面积为169.52万hm²,产量2 872.68万t。2023年大蒜产量排名前十的国家和地区有:中国、印度、孟加拉国、埃及、韩国、乌兹别克斯坦、阿尔及利亚、缅甸、西班牙、埃塞俄比亚。中国是大蒜第一生产国,其次是印度,其余产区产量均低于60万t,种植面积低于10万hm²(表1)。其中乌兹别克斯坦的大蒜种植面积仅0.73万hm²,但其产量达到22.60万t,在大蒜产量前20的国家中单产值最高,达到30 867.7 kg·hm⁻²。乌兹别克斯坦通过农业领域改革,在政策上完善土地产权制度,保护农民合法权益;在技术上不断提高节水灌溉技术,提高种植效率,以市场机制为中心,提供配套的生产服务,极大地提高了农民积极性和农业生产效率,从而实现了农业的增产增收^[67]。

表1 2023年全球大蒜种植情况
Table 1 Global garlic cultivation status in 2023

产地	产量/万 t	种植面积/万 hm ²	单产/(kg·hm ⁻²)
中国	2079.85	84.56	245 961.4
印度	326.60	40.86	7 993.1
孟加拉国	54.89	7.17	7 655.5
埃及	49.04	2.04	23 996.7
韩国	31.82	2.47	12 883.4
乌兹别克斯坦	22.60	0.73	30 867.7
阿尔及利亚	21.23	1.13	18 710.2
缅甸	20.72	0.75	7 490.7
西班牙	19.43	2.56	7 579.6
埃塞俄比亚	19.06	2.37	8 040.6

注:数据来自FAO。

表2 中国国家地理标志保护大蒜品种名录

Table 2 List of Garlic Varieties under National Geographical Indication Protection in China

大蒜品种	来源地	大蒜品种	来源地	大蒜品种	来源地	大蒜品种	来源地
六枝毛坡大蒜	贵州	太仓白蒜	江苏	湟源青蒜苗	青海	黑水大蒜	四川
兴义红皮大蒜	贵州	邳州白蒜	江苏	安丘两河大蒜	山东	新都大蒜	四川
涿鹿紫皮大蒜	河北	临湖大蒜	江西	苍山大蒜	山东	宝坻大蒜	天津
徽县紫皮大蒜	甘肃	上高紫皮大蒜	江西	嘉祥红皮大蒜	山东	昭苏大蒜	新疆
临颍大蒜	河南	耿庄大蒜	辽宁	金乡大蒜	山东	吉木萨尔白皮大蒜	新疆
三乡大蒜	河南	海岱蒜	内蒙古	商河大蒜	山东	大理独头大蒜	云南
杞县大蒜	河南	溪柳紫皮蒜	内蒙古	北董大蒜	山西	阿城大蒜	黑龙江
七星台蒜薹	湖北	仁兆蒜薹	青岛	长凝大蒜	山西		
叶路大蒜	湖北	湍湾紫蒜	青岛	原平紫皮大蒜	山西		
裕华大蒜	江苏	乐都柴皮大蒜	青海	兴平大蒜	陕西		

注:信息来自中国绿色食品发展中心。

3 我国大蒜产业发展现状

3.1 我国大蒜种植情况

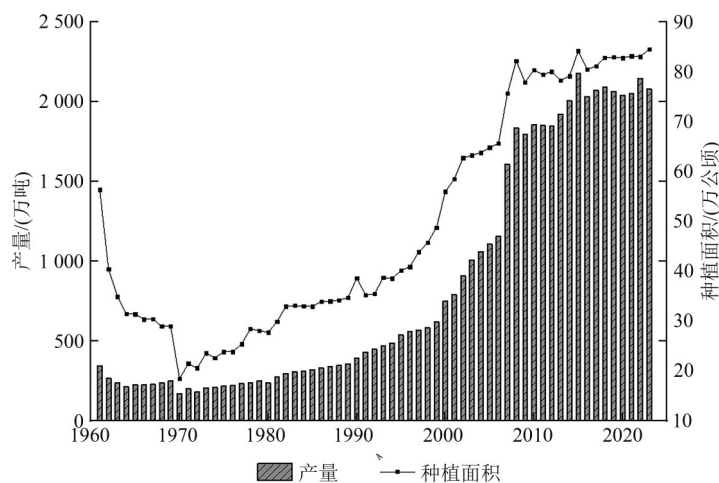
3.1.1 我国大蒜品种区域特色明显 大蒜是一种长日照、喜凉的植物,适宜的生长温度范围为-10~25℃。其发芽期适宜温度为3~5℃,幼苗期为12~16℃,发芽和鳞芽分化期适宜温度为15~20℃,大蒜抽薹期的适宜温度为17~22℃,鳞茎膨大期则需要20~25℃的温暖气候。大蒜耐寒能力较强,可耐受-10℃低温。为了促进鳞茎膨大,长日照(每天12 h以上)是必不可少的条件^[68]。

我国拥有较为丰富的大蒜种质资源,据调查,目前在我国各地种植的大蒜品种有80个以上,主要分布在20多个大蒜大规模种植的省/自治区。从拥有的品种数量看,山东(13个)、四川(10个)、湖北(10个)、新疆(8个)、陕西(8个)、河南(6个)等省/自治区拥有的大蒜品种比较多。这些品种多的省份基本也都是大蒜种植和产出大省。常见大蒜品种有:金乡大蒜、蒲棵大蒜、莱芜大蒜等^[69-70],也主要分布在种植和产出大省。其中截至2023年10月河北的永年大蒜、涿鹿紫皮大蒜,江苏的邳州白蒜、裕华大蒜、太仓白蒜,山东的金乡大蒜、苍山大蒜、安丘两河大蒜、嘉祥红皮大蒜等共37种大蒜被评为国家地理标志保护产品(表2)。

3.1.2 大蒜种植面积和产量空间分布 从中国大蒜种植情况看,我国大蒜种植面积和产量经历了

先升高再降低,然后趋于稳定的过程。我国大蒜产业从1961—1970年到达最低值后,自1970年以来大蒜种植面积逐年增加,产量也逐年上升,至2008年后大蒜种植面积趋于平缓,产量稳定,种植面积在80万 hm^2 左右,产量在2 050万t左右(图2)。自秦汉时期大蒜从国外引进种植后,在我国广泛种植并适应了不同的自然条件和社会选

择。如今,黑龙江、广东、江苏、山东、河北、河南、湖北、西藏、新疆、贵州、四川等约20个省/自治区都进行了大规模的大蒜种植。山东、河北、河南、江苏省区是我国大蒜的主要产区,占据了全国大蒜种植面积的50%以上,其中以山东金乡、江苏邳州、河南杞县等地最为著名,形成了具有一定规模的大蒜生产基地^[71](图3)。



注:数据来自FAO。

图2 中国1961—2023年大蒜种植面积与产量

Fig. 2 Garlic planting area and output in China from 1961 to 2023

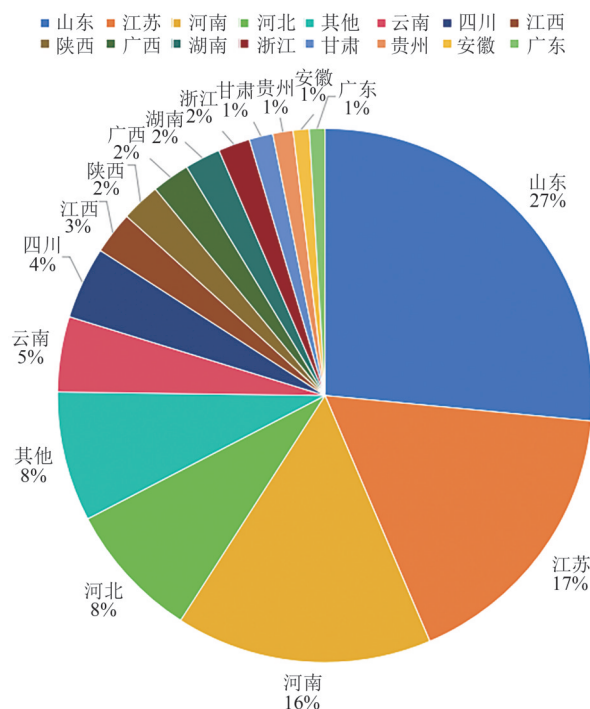


图3 中国2023年大蒜各省种植面积占比分布图

Fig. 3 Distribution of garlic planting area in China in 2023

3.2 我国大蒜销售市场化情况

自2003年加入世贸组织以来,我国大蒜产业一直朝着规模化、产业化、标准化的方向发展。目前全国有多个大蒜集中生产基地,包括山东金乡、山东兰陵、河南中牟、河南杞县等,都形成了自己的特色品牌,其中“金乡大蒜”“苍山大蒜”“中牟大蒜”“杞县大蒜”都是国家地理标志产品。金乡蔬菜批发市场已成为全国大蒜的集散中心和价格形成中心,形成了大蒜及其制品批发、加工、保鲜于一体的综合流通模式。但金乡县并不具备为大蒜制定价格的能力,主要是由于商品附加值低。刘莲莲^[72]对大蒜价格波动情况进行分析,得出大蒜价格形态为密集波动型,具有较高的市场敏感度,因此金乡县于2009年6月成立了大蒜电子交易中心,通过该平台交易商可及时获悉供求状况,预测大蒜价格走势,掌握市场规律,有效规避大蒜价格波动的风险。山东金乡通过建立大蒜市场监督管理和管理制度,加强了大蒜产业的市场竞争力,加深了大蒜企业的市场化程度,使大蒜产业向着资本高度密集、生产加工技术先进、现代经营管理一

体化、一条龙企业经营等模式发展^[69]。

我国是大蒜最大的出口国,其出口量逐年增加,但面临着来自阿根廷等竞争国的挑战,国际贸易竞争力仍需提高^[70]。根据中华人民共和国商

务部对外贸易司的统计数据,2023年我国大蒜出口数量为226.01万t,出口金额为30.4亿美元,与2022年相比,出口数量同比增长1.01%,平均单价为1 345.5美元·t⁻¹,同比增长26.3%(图4)。

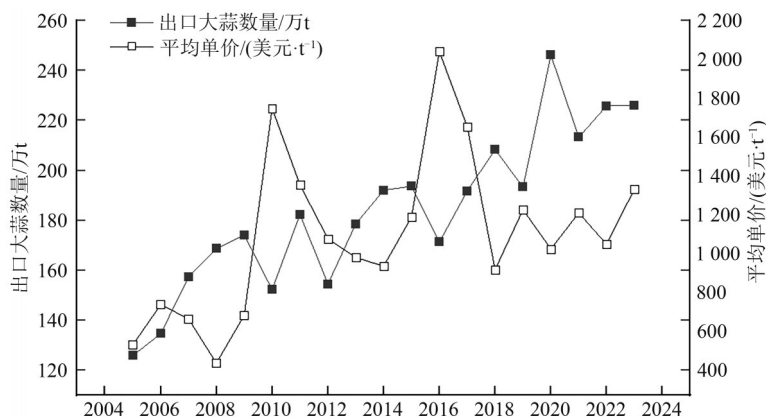


图4 中国2005—2023年出口大蒜数量和平均单价

Fig. 4 Quantity and average unit price of garlic exported from China from 2005 to 2023

2023年中国对亚洲出口大蒜数量和金额最高,分别为175.0万t和22.0亿美元,对北美洲的平均单价最高,为3 055.0美元·t⁻¹。在自中国进口大蒜的国家和地区中,按金额排名第一位的是印度尼西亚,数量为56.28万t,金额为6.02亿美元,平均单价为1 070.5美元·t⁻¹;第二位是美国,数量为18.6万t,金额为2.5亿美元,平均单价为1 345.5美元·t⁻¹;第三位是越南,数量为22.66万t,金额为2.41亿美元,平均单价为1 070.5美元·t⁻¹。

3.3 我国大蒜加工产业情况

我国是最大的大蒜种植国,拥有丰富的大蒜加工原料资源,为发展大蒜加工产业奠定了基础。大蒜加工产业分为粗加工和精深加工,目前我国的大蒜加工产业以粗加工为主,精深加工产业较少,经济效益相对较低^[73]。山东金乡县是我国大蒜生产加工的重要基地,坐拥恒温库2 500座,能贮藏大蒜约270万t,拥有大蒜加工企业1 300多家,每年出口的大蒜产品约为80万t,其中大蒜精深加工企业仅40余家,每年可深加工大蒜40万t。制约大蒜加工产业发展的因素主要有:粗加工产业经济效益不稳定;生产规模偏小,生产力不集中;制度不完善,市场竞争混乱;产品技术研发落后,与国外标准不接轨;企业创新能力不足等^[74]。应积极学习和借鉴西方国家大蒜产业的生产技术,提升大蒜加工工艺,提高我国大蒜产

业的整体效益。

我国出口大蒜的种类有保鲜大蒜、醋腌大蒜、干燥大蒜、冷冻大蒜、盐水大蒜,其中保鲜大蒜的出口量和出口金额排名第一,远超其他大蒜出口国家,其平均单价为869.80美元·t⁻¹(表3)。

表3 中国2022年大蒜分品种出口情况

Table 3 China's export of garlic by variety in 2022

出口大蒜 种类	出口量/ 万t	出口金额/ 亿美元	平均单价/ (美元·t ⁻¹)
保鲜大蒜	201.40	17.50	869.80
醋腌大蒜	0.74	0.15	2 080.30
干燥大蒜	21.90	6.00	2 720.20
冷冻大蒜	0.05	0.01	2 807.60
盐水大蒜	0.98	0.15	1 578.30

注:数据来源中华人民共和国商务部对外贸易司。

目前,我国大蒜出口多以原料和腌制、切片、烘干等初级加工产品的形式,价格低廉,附加值低,深加工产品比重很小,整体效益低下。大蒜素、大蒜油生产尚未形成规模,科研投入少,新产品开发乏力^[1]。同时缺乏组织性,市场秩序混乱,严重制约了我国大蒜产业发展。应构建健康的市场服务体系,建立健全产业市场规则,从而促进大蒜产业发展。

4 我国大蒜产业存在的问题与解决对策

4.1 种植环节的问题与对策

我国大蒜种植区普遍采用连作方式,导致土壤肥力下降,氮、磷、钾、有机质等指标变化显著,影响大蒜的产量和品质。为解决这一问题,应推行轮作种植模式,减少连作对土壤的破坏,同时加强土壤改良技术的推广,应用有机肥料和微生物肥料,提升土壤质量。此外,还需建立土壤监测体系,定期检测并优化土壤营养结构。

蒜种退化老化问题同样严重,导致产量下降和抗病能力降低。对此,应加快大蒜优质新品种的选育,提升抗病虫害能力和产量。建立种质资源保护和创新机制,建设大蒜种质资源库,同时推广绿色防控措施,减少化学农药使用,提升种植过程的生态性。

目前,大蒜种植和收获环节机械化程度较低,依赖人工,成本较高。应推广适合大蒜种植特点的机械设备,降低人工依赖,提高生产效率。政府也需提供资金和技术支持,鼓励企业研发适应性强的机械化设备,建立种植、收获一体化的机械化模式,并完善种植管理标准体系。

4.2 销售环节的问题与对策

我国虽然有多多个大蒜地理标志产品,但整体品牌效应较弱,品牌溢价能力不足。对此,应加强地理标志产品的知识产权保护,提升品牌核心竞争力。通过宣传和推广讲好中国大蒜故事,增强品牌的国际知名度,并鼓励企业参与国际市场竞争,创建具有全球影响力的大蒜品牌。

此外,大蒜价格受国际市场需求波动影响较大,产业链上下游缺乏协调。应建立完善的市场监测和预警机制,优化大蒜供应链管理。鼓励发展订单农业模式,稳定种植端和销售端的对接,提高电商渗透率,拓展国内外线上销售渠道,从而缓解市场波动风险。

4.3 加工环节的问题与对策

目前,我国大蒜出口以初级加工产品为主,附加值低,产品结构单一。应加强科技创新,开发高附加值的大蒜功能性产品,如大蒜油、大蒜素等,提高深加工产品比例,拓展食品、保健品、医药品等多元化市场。政府需提供政策和资金支持,引导企业向高附加值产业链延伸。

同时,大蒜加工企业分散,缺乏统一的行业标准,生产效率和品质有待提升。应制定大蒜加工行业标准,推动规范化、规模化生产。构建节能、低碳、智能化的冷链物流体系,提升加工和储存效率。推动科研机构与企业合作,研发适应市场需求的精深加工技术,助力产业高效发展。

4.4 综合对策

完善政策支持是推进大蒜产业升级的重要保障。需加强基础设施建设,为种植、加工、销售提供全面支持。利用数字化技术赋能,通过大数据、物联网等手段,实现种植数字化、经营智慧化和市场全球化,提升全产业链效率。同时,加强对国际市场的分析和研究,推动大蒜精加工产品占据国际市场高端地位。我国大蒜产业要在种植、销售、加工等环节全面升级,最终实现从生产大国向产业强国的转型。

5 展望

未来,我国大蒜产业发展需注重产业升级、绿色发展和品牌建设。通过提高种植区肥力、改善种质资源、推进机械化种植,提升大蒜种植效率和品质。依托数字化技术和品牌效应,扩大中国大蒜在国际市场的影响力。深化精深加工与一体化发展,全面提升大蒜产品附加值。借助政策支持和科技创新,我国大蒜产业将朝着高质量、高效益、国际化方向稳步迈进,为乡村振兴和农业现代化作出更大贡献。

参 考 文 献

- [1] 刘建军,宋建农,陆建伟,等.大蒜收获工艺的分析与探讨[J]. 农机化研究,2008,30(1):32-34+39.
LIU J J, SONG J N, LU J W, et al.. Analysis and discussion of garlic harvesting machine[J]. J. Agric. Mech. Res., 2008, 30(1): 32-34+39.
- [2] 柳琪,滕藏,王磊.食用大蒜及其制品的医疗保健作用探讨[J]. 食品研究与开发,2005,26(6):172-174.
LIU Q, TENG W, WANG L. The medical treatment of the edibility garlic and its ware cares of the function to study[J]. Food Res. Dev., 2005, 26(6): 172-174.
- [3] CHEN C, LIU C H, CAI J, et al.. Broad-spectrum antimicrobial activity, chemical composition and mechanism of action of garlic (*Allium sativum*) extracts[J]. Food Contr., 2018, 86: 117-125.
- [4] 徐岩岩,柴薇,孙思若,等.大蒜浸出液对平菇细菌性褐斑病病原菌托拉斯假单胞杆菌的抑菌作用[J]. 微生物学通报, 2022,49(5):1619-1628.

- XU Y Y, CHAI W, SUN S R, *et al.* Antibacterial effect of *Allium sativum* leachate on *Pseudomonas tolaasii*, the pathogen of brown blotch disease infecting *Pleurotus ostreatus*[J]. Microbiol. China, 2022, 49(5): 1619-1628.
- [5] REITER J, HÜBBERS A M, ALBRECHT F, *et al.* Allicin, a natural antimicrobial defence substance from garlic, inhibits DNA gyrase activity in bacteria[J/OL]. Int. J. Med. Microbiol., 2020, 310(1): 151359[2024-11-25]. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2019.151359>.
- [6] 蒲川, 胡海波, 匡海学, 等. 大蒜及其活性成分抗病原微生物作用的研究进展[J]. 中草药, 2022, 53(7): 2174-2183.
- PU C, HU H B, KUANG H X, *et al.* Research progress on antiviral effects of *Allium sativum* and its active ingredients[J]. Chin. Tradit. Herb. Drugs, 2022, 53(7): 2174-2183.
- [7] 曾涛. 大蒜油拮抗酒精性肝损伤及相关机制的研究[D]. 济南: 山东大学, 2010.
- [8] 宁月宝, 陈丽娟. 发酵固态黑蒜大蒜素提取及小鼠降血糖研究[J]. 食品科技, 2016, 41(1): 185-189.
- NING Y B, CHEN L J. Extraction and hypoglycemic of black garlic allicin[J]. Food Sci. Technol., 2016, 41(1): 185-189.
- [9] YUVASHREE M, GOKULAKANNAN R, GANESH R N, *et al.* Enhanced therapeutic potency of nanoemulsified garlic oil blend towards renal abnormalities in pre-diabetic rats[J]. Appl. Biochem. Biotechnol., 2019, 188(2): 338-356.
- [10] 万慧芳, 梁笑倾, 刘卓琦, 等. 大蒜素对卵巢癌细胞侵袭转移的抑制作用及机制[J]. 南昌大学学报(理科版), 2020, 44(5): 463-469.
- WAN H F, LIANG X Q, LIU Z Q, *et al.* Inhibitory effect and mechanism of diallyl trisulfide on invasion and metastasis of ovarian cancer cells[J]. J. Nanchang Univ. Nat. Sci., 2020, 44(5): 463-469.
- [11] JIANG X Y, LIANG J Y, JIANG S Y, *et al.* Garlic polysaccharides: a review on their extraction, isolation, structural characteristics, and bioactivities[J/OL]. Carbohydr. Res., 2022, 518: 108599 [2024-11-25]. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2022.108599>.
- [12] 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 S S, LYU J Y, FENG X Q. Advances on research and application of garlic polysaccharide[J]. Sci. Technol. Food Ind., 2017, 38(1): 364-368+374.
- [13] QIU S, CHEN J, QIN T, *et al.* Effects of selenylation modification on immune-enhancing activity of garlic polysaccharide[J/OL]. PLoS One, 2014, 9(1): e86377[2024-11-25]. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0086377>.
- [14] LI N, CHEN K, DONG H, *et al.* Alliin inhibits adipocyte differentiation by downregulating Akt expression: Implications for metabolic disease[J/OL]. Exp. Ther. Med., 2021, 21(6): 563 [2024-11-25]. <https://doi.org/10.3892/etm.2021.9995>.
- [15] 蒋茂婷, 黄雪松. 蒜氨酸生物活性的研究现状[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(16): 264-269.
- JIANG M T, HUANG X S. Research progress on alliin bioactivity[J]. Food Ferment. Ind., 2020, 46(16): 264-269.
- [16] 李瑞瑞. 大蒜化学成分对小鼠化学性肝损伤的保护作用研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2018.
- [17] 邵鑫. 一种新型小分子大蒜多糖的分离纯化和结构解析及其抗炎活性研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2021.
- [18] 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 Y W, MIAO J Z, LI Y. 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.
- [19] 查文良, 彭彦, 余薇, 等. 大蒜多糖对人体肝癌 BEL-7402 的体外抑制作用[J]. 时珍国医国药, 2010, 21(4): 851-852.
- [20] CHENG H, HUANG G. The antioxidant activities of carboxymethylated garlic polysaccharide and its derivatives[J]. Int. J. Biol. Macromol., 2019, 140: 1054-1063.
- [21] HUANG G, SHU S, CAI T, *et al.* Preparation and deproteinization of garlic polysaccharide[J]. Int. J. Food Sci. Nutr., 2012, 63(6): 739-741.
- [22] HUANG G L. Extraction of two active polysaccharides from the yeast cell wall[J]. Z. Naturforsch. C. J. Biosci., 2008, 63(11-12): 919-921.
- [23] XU S, BI J, JIN W, *et al.* Determination of polysaccharides composition in *Polygonatum sibiricum* and *Polygonatum odoratum* by HPLC-FLD with pre-column derivatization[J/OL]. Heliyon, 2022, 8(5): e09363[2024-11-25]. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09363>.
- [24] LU J, QIN J Z, CHEN P, *et al.* Quality difference study of six varieties of *Ganoderma lucidum* with different origins[J/OL]. Front. Pharmacol., 2012, 3: 57[2024-11-25]. <https://doi.org/10.3389/fphar.2012.00057>.
- [25] CHEN F, HUANG G. Antioxidant activity of polysaccharides from different sources of ginseng[J]. Int. J. Biol. Macromol., 2019, 125: 906-908.
- [26] LU X, LI N, ZHAO R, *et al.* *In vitro* prebiotic properties of garlic polysaccharides and its oligosaccharide mixtures obtained by acid hydrolysis[J/OL]. Front. Nutr., 2021, 8: 798450 [2024-11-25]. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.798450>.
- [27] XIE C, GAO W, LI X, *et al.* Study on the hypolipidemic properties of garlic polysaccharide *in vitro* and in normal mice as well as its dyslipidemia amelioration in type2 diabetes mice[J/OL]. Food Biosci., 2022, 47: 101683[2024-11-25]. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101683>.
- [28] SHAO X, SUN C, TANG X, *et al.* Anti-inflammatory and intestinal microbiota modulation properties of Jinxiang garlic (*Allium sativum* L.) polysaccharides toward dextran sodium sulfate-induced colitis[J]. J. Agric. Food Chem., 2020, 68(44): 12295-12309.
- [29] BAI X, QIU Z, ZHENG Z, *et al.* Preparation and characterization of garlic polysaccharide-Zn (II) complexes and their bioactivities as a zinc supplement in Zn-deficient mice[J/OL]. Food Chem. X, 2022, 15: 100361[2024-11-25]. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100361>.
- [30] CHEN X, HUANG G. Preparation, characterization and antioxidant activity of acetylated garlic polysaccharide, and garlic polysaccharide-Zn (II) complex[J/OL]. J. Appl. Polym. Sci., 2021, 138(44): 51303[2024-11-25]. <https://doi.org/10.1002/app.51303>.
- [31] 王晓政. 大蒜多糖的研究综述[J]. 食品安全导刊, 2016(33): 102.
- [32] 陈宁. 蒜氨酸降解产物的成分分析和抑菌机理研究[D]. 天

- 津:天津科技大学,2016.
- [33] 唐辉,陈坚. 蒜氨酸及其相关活性组分的研究进展[J]. 国际药学研究杂志,2008,35(6):441-446.
TANG H, CHEN J. Alliin and related active components: research advances[J]. J. Int. Pharm. Res., 2008, 35(6): 441-446.
 - [34] JIANG X M, LU Y M, TAN C P, *et al.* Combination of aqueous two-phase extraction and cation-exchange chromatography: new strategies for separation and purification of alliin from garlic powder[J]. J. Chromatogr. B Analyt. Technol. Biomed. Life Sci., 2014, 957: 60-67.
 - [35] 詹盛文. 大蒜中蒜氨酸的提取分离工艺及重结晶研究[D]. 沈阳:沈阳化工大学,2018.
 - [36] LASANTHI J, SHALINI G, HUANG J S, *et al.* Synthesis of diastereomers of alliin, selenoalliin, and isoalliin[J]. Curr. Organic Chem., 2015, 19(14): 1428-1435.
 - [37] SANGEETHA T, DARLIN QUINE S. Preventive effect of S-allyl cysteine sulfoxide (alliin) on cardiac marker enzymes and lipids in isoproterenol-induced myocardial injury[J]. J. Pharm. Pharmacol., 2006, 58(5): 617-623.
 - [38] ZHAO R, XIE E, YANG X, *et al.* Alliin alleviates myocardial ischemia-reperfusion injury by promoting autophagy[J]. Biochem. Biophys. Res. Commun., 2019, 512(2): 236-243.
 - [39] ANWAR S, YOUNUS H. Inhibitory effect of alliin from *Allium sativum* on the glycation of superoxide dismutase[J]. Int. J. Biol. Macromol., 2017, 103: 182-193.
 - [40] SHEELA C G, AUGUSTI K T. Antidiabetic effects of S-allyl cysteine sulfoxide isolated from garlic *Allium sativum* Linn[J]. Indian J. Exp. Biol., 1992, 30(6): 523-526.
 - [41] WANG Y L, GUO X Y, HE W, *et al.* Effects of alliin on LPS-induced acute lung injury by activating PPAR γ [J]. Microb. Pathog., 2017, 110: 375-379.
 - [42] LIU M, LU J, YANG S, *et al.* Alliin alleviates LPS-induced pyroptosis *via* promoting mitophagy in THP-1 macrophages and mice[J/OL]. Food Chem. Toxicol., 2022, 160: 112811[2024-11-25]. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2022.112811>.
 - [43] 赵铭洋,王知斌,孙延平等. 大蒜中的有机硫化物及其生物活性研究进展[J]. 食品与药品,2021,23(6):565-571.
 - [44] 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 L Z, ZHEN L N, CUI N Z, *et al.* Study on the extraction and bacteriostatic effect of allicin[J]. China Cond., 2021, 46(2): 79-82.
 - [45] 夏鹏,吴发印,龙琴. 大蒜素及其化合物抗肿瘤作用研究进展[J]. 医学综述,2021,27(19):3833-3839.
XIA P, WU F Y, LONG Q. Research progress in anti-tumor effect of allicin and its compounds[J]. Med. Recapitul., 2021, 27(19): 3833-3839.
 - [46] 王玥. 大蒜辣素对肉鸡P-gp和BCRP mRNA表达及其底物药物的体内药动学过程的影响[D]. 南京:南京农业大学,2020.
 - [47] 李文清. 大蒜素的合成、转化及其稳定性研究[D]. 广州:暨南大学,2015.
 - [48] AFFENDI N M N, MANSOR N, MATHIALAGAN R. Development and characterization of allicin using palm stearin as a binder on urea granules[J]. J. Plant Nutr., 2020, 43(5): 621-628.
 - [49] WANG X, WANG Y, FANG C, *et al.* Allicin affects the pharmacokinetics of sulfadiazine and florfenicol by downregulating the expression of jejunum P-gp and BCRP in broilers[J/OL]. Poult. Sci., 2022, 101(7): 101947[2024-11-25]. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101947>.
 - [50] LI Q, ZHANG Y, LI W, *et al.* Allicin protects porcine oocytes against LPS-induced defects during maturation *in vitro*[J]. Theriogenology, 2022, 182: 138-147.
 - [51] MOUSA A M, SOLIMAN K E A, ALHUMAYDHI F A, *et al.* Could allicin alleviate trastuzumab-induced cardiotoxicity in a rat model through antioxidant, anti-inflammatory, and antihyperlipidemic properties? [J/OL]. Life Sci., 2022, 302: 120656 [2024-11-25]. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2022.120656>.
 - [52] BOSE S, BHATTACHARJEE A, HUYNH C, *et al.* Allicin-loaded hydroxyapatite: enhanced release, cytocompatibility, and antibacterial properties for bone tissue engineering applications[J]. JOM, 2022, 74(9): 3349-3356.
 - [53] XIE W, CHANG W, WANG X, *et al.* Allicin inhibits osteosarcoma growth by promoting oxidative stress and autophagy *via* the inactivation of the lncRNA MALAT1-miR-376a-wnt/ β -catenin signaling pathway[J/OL]. Oxid. Med. Cell. Longev., 2022, 2022: 4857814[2024-11-25]. <https://doi.org/10.1155/2022/4857814>.
 - [54] LI W, HUANG R, GONG X, *et al.* Allicin attenuated hepatic ischemia/reperfusion injury in mice by regulating PPAR γ -IRAK-M-TLR4 signal pathway[J]. Food Funct., 2022, 13(13): 7361-7376.
 - [55] MA C, LI S, YIN Y, *et al.* Preparation, characterization, formation mechanism and stability of allicin-loaded emulsion gel[J/OL]. LWT, 2022, 161: 113389[2024-11-25]. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113389>.
 - [56] 胡铭,李明强. 大蒜素药理作用及药用制剂研究进展[J]. 现代医药卫生,2017,33(18):2799-2802.
HU M, LI M Q. Research progress on pharmacological effects and medicinal preparations of allicin[J]. J. Mod. Med. Health, 2017, 33(18): 2799-2802.
 - [57] 王益友,张士伟. 大蒜含硫化物统一命名的探讨[J]. 香料香精化妆品,2022(2):88-92.
WANG Y Y, ZHANG S W. Discussion on the unified nomenclature of sulfur compounds in garlic[J]. Flavour Fragr. Cosmet., 2022(2): 88-92.
 - [58] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典—一部:2020年版[M]. 北京:中国医药科技出版社,2020.
 - [59] PUCCINELLI M T, STAN S D. Dietary bioactive diallyl trisulfide in cancer prevention and treatment[J/OL]. Int. J. Mol. Sci., 2017, 18(8): E1645[2024-11-25]. <https://doi.org/10.3390/ijms18081645>.
 - [60] HOSONO T, HOSONO-FUKAO T, INADA K, *et al.* Alkenyl group is responsible for the disruption of microtubule network formation in human colon cancer cell line HT-29 cells[J]. Carcinogenesis, 2008, 29(7): 1400-1406.
 - [61] SHUN S, WATANABE K, TANAKA Y, *et al.* Identification of molecular target of diallyl trisulfide in leukemic cells[J]. Biosci. Biotechnol. Biochem., 2014, 78(8): 1415-1417.
 - [62] MARNI R, KUNDRAPU D B, CHAKRABORTI A, *et al.* Insight into drug sensitizing effect of diallyl disulfide and diallyl trisulfide from *Allium sativum* L. on paclitaxel-resistant triple-

- negative breast cancer cells[J/OL]. *J. Ethnopharmacol.*, 2022, 296: 115452[2024-11-25]. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115452>.
- [63] MILTONPRABU S, SUMEDHA N C. Diallyl trisulfide ameliorates arsenic induced dyslipidemia in rats[J]. *Food Sci. Biotechnol.*, 2015,24(2):725-733.
- [64] HOSONO T, SATO A, NAKAGUCHI N, *et al.*. Diallyl trisulfide inhibits platelet aggregation through the modification of sulfhydryl groups[J]. *J. Agric. Food Chem.*, 2020, 68(6): 1571-1578.
- [65] LAWSON L D, HUNSAKER S M. Allicin bioavailability and bioequivalence from garlic supplements and garlic foods[J/OL]. *Nutrients*, 2018, 10(7): 812[2024-11-25]. <https://doi.org/10.3390/nu10070812>.
- [66] 肖玲,戴岳.二烯丙基三硫醚的药理作用研究进展[J].*中国民族民间医药*,2021,30(21):84-86.
- XIAO L, DAI Y. Research progress on pharmacological effects of diallyl trisulfide[J]. *Chin. J. Ethnom. Ethnopharm.*, 2021, 30(21): 84-86.
- [67] 肖金波,曲昊月.乌兹别克斯坦农业经济改革及发展成效[J].*安徽工业大学学报(社会科学版)*,2018,35(4):30-33+35.
- XIAO J B, QU H Y. Agricultural economy reform and development effectiveness in Uzbekistan[J]. *J. Anhui Univ. Technol. Soc. Sci.*, 2018, 35(4): 30-33+35.
- [68] 陈坚.药用大蒜近代研究进展[C]//2013年中国药学会暨第十三届中国药师周论文集.2013:1237-1252.
- [69] 于卿.金乡大蒜产业发展研究[D].泰安:山东农业大学,2011.
- [70] 潘月红.我国大蒜产业发展分析与展望[J].*中国食物与营养*,2012,18(11):22-26.
- PAN Y H. Analysis and prospects of Chinese garlic industry development[J]. *Food Nutr. China*, 2012, 18(11): 22-26.
- [71] 丁超.我国大蒜出口现状及对策[J].*中国蔬菜*,2005(4):1-3.
- [72] 刘莲莲.大蒜价格波动特征分析及价格预测研究[D].泰安:山东农业大学,2022.
- [73] 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 X M. Industrial status and development countermeasures of garlic industry in China[J]. *China Fruit Veg.*, 2020, 40(2): 57-59.
- [74] 马龙传,宁宁,于许敬.金乡县大蒜加工产业存在问题及发展建议[J].*农业科技通讯*,2018(8):36-38.