

不同预处理对黑蒜品质的影响

赵雪晴¹, 李嗣生¹, 侯文博¹, 李宁阳^{1,*}, 乔旭光¹, 毕艳红², 迟雪文², 张文静²

(1. 山东农业大学食品科学与工程学院, 山东泰安 271018;

2. 淮阴工学院生命科学与食品工程学院, 江苏淮安 223003)

摘要: 本文研究了低温冷冻预处理和高温水煮预处理对黑蒜品质的影响, 分析不同预处理过程中黑蒜成熟时间、还原糖含量、氨基态氮含量、总酚含量、5-羟甲基糠醛(5-HMF)含量的变化。结果表明, 低温冷冻预处理使黑蒜成熟时间较高温水煮预处理及对照组均缩短4 d; 低温冷冻及高温水煮预处理加工的黑蒜还原糖含量较对照提高43.3%和23.3%, 总酚含量较对照提高14.7%、9.3%, 氨基态氮含量较对照均提高5.8%左右, 5-HMF含量比对照组分别降低45.6%和18.4%。因此, 经低温冷冻预处理后发酵得到的黑蒜品质更好。

关键词: 黑蒜, 预处理, 品质

Effects of different pretreatments on the quality of black garlic

ZHAO Xue-qing¹, LI Si-sheng¹, HOU Wen-bo¹, LI Ning-yang^{1,*},
QIAO Xu-guang¹, BI Yan-hong², CHI Xue-wen², ZHANG Wen-jing²

(1. College of Food Science and Engineering, Shandong Agriculture University, Tai'an 271018, China;

2. School of Life Science and Food Engineering, Huaiyin Institute of Technology, Huai'an 223003, China)

Abstract: In this paper the effects of frozen pretreatment and water boiling pretreatment on the quality of black garlic were studied, and then the mature time, reducing sugar content, amino nitrogen content, total phenolic content and 5-HMF content of black garlic in different pretreatment processes were analyzed. The results showed that the black garlic mature time by frozen pretreatment was 4 days shorter than those by water boiling pretreatment and the control group (the untreated garlic). In these two treatments, compared with those of the untreated black garlic, the reducing sugar content increased by 43.3% and 23.3%, total phenolic content increased by 14.7% and 9.3%, amino nitrogen content of the processed garlic increased by about 5.8% respectively, and the content of 5-HMF was 45.6% and 18.4% lower than that of the control group. Therefore, the effect of frozen pretreatment was better than water boiling pretreatment and the control group.

Key words: black garlic; pretreatment; quality

中图分类号: TS255.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2017)23-0001-04

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2017.23.001

大蒜为多年生草本百合科葱属植物^[1], 具有杀菌、抗癌、预防多种疾病等功效^[2-6], 药用价值及食用价值较高。但食用大蒜后产生的部分有机含硫化合物^[7]会产生令人不愉快的气味, 且易引起肠胃消化功能紊乱、肠道菌群失调等问题, 导致很多人不适合直接食用大蒜。

黑蒜是由普通大蒜经过控制温度、湿度后在高温条件下加工所得的大蒜深加工产品。加工后的黑蒜中含有大量的功能性成分, 如多酚、含硫化合物、 β -carboline 类生物碱、类黑素以及一些微量元素如硒、锗等, 它们的共同作用赋予了黑蒜比鲜大蒜更强大的功效作用。此外, 大蒜经过特殊技术加工成黑蒜后, 辣味及不愉快的气味明显降低, 更容易被人体吸收, 其药理效果也得到增强^[8-9]。张中义^[10]等人的

研究表明, 黑蒜在制作过程中会产生多种对人体有益的硫化物, 可有效抑制亚硝胺类物质的生成, 对于预防癌症、心脑血管疾病, 调节人体免疫具有十分重要的作用。

然而, 由于目前黑蒜加工方式多种多样, 标准化程度较低, 加工工艺不完善、加工时间过长、成本高、产品损耗大、营养成分流失等问题, 这直接导致了黑蒜生产效率低下, 产品质量控制缺失, 十分不利于该产业的健康发展^[11-13]。因此, 本文通过研究低温冷冻预处理和高温水煮预处理对于黑蒜品质的影响, 分析不同预处理过程中黑蒜成熟时间、还原糖含量、氨基态氮含量、总酚含量、5-羟甲基糠醛(5-HMF)等含量的变化情况, 以期对黑蒜生产工艺改进、产业发展提供一定理论依据。

收稿日期: 2017-05-27

作者简介: 赵雪晴(1996-), 女, 大学本科, 主要从事果蔬加工方面的研究, E-mail: 1005826890@qq.com。

* 通讯作者: 李宁阳(1979-), 男, 博士, 讲师, 主要从事果蔬加工方面的研究, E-mail: ningyangli@126.com。

基金项目: 山东省重点研发计划项目(2016GNC113014); 国家自然科学基金(31371816)。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

白皮蒜(品种为大白皮) 山东省莱芜市,采购后冷库中($-1.5\sim-2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$)保藏;甲醛 莱阳市康德化工有限公司;苯酚,冰醋酸,邻苯二甲酸氢钾,二氧化硅,无水碳酸钠,亚铁氰化钾,乙酸锌,异丙醇 天津市凯通化学试剂有限公司;氢氧化钠 天津市百世化工有限公司;酒石酸钾钠 天津市永大化学试剂有限公司;3,5-二硝基水杨酸 上海蓝季科技发展有限公司;亚硫酸氢钠 天津欧博凯化工有限公司;Folin-酚试剂,茚三酮 上海研拓生物科技有限公司;巴比妥酸 天津市大茂化学试剂厂;对甲基苯胺 上海金山亭新化工试剂厂;没食子酸 天津市百世化工有限公司;以上试剂均为分析纯;60 g/mL 对甲基苯胺溶液 异丙醇为溶剂。

RF-12II 热泵干燥机 广州科宇能源科技有限公司;HH-2 型恒温水浴锅 常州国华电器有限公司;Adventurer 电子天平 上海奥豪斯国际贸易有限公司;Orion868 型 pH 测试仪 梅特勒-托利多仪器有限公司;79-2 双向磁力加热搅拌器 江苏中大仪器厂;202-2 型电热干燥箱 上海精密仪器厂;CR-400 型色差仪 日本 Minolta 公司;KQ3200DE 数控超声波清洗器 昆山市超声仪器有限公司;UV-5000 型紫外可见分光光度计 北京普析通用仪器有限责任公司。

1.2 实验方法

1.2.1 黑蒜加工工艺流程 原料挑选→去皮剪杆→预处理→装盘→发酵→成品→检测→干燥→成品

操作要点:

原料挑选:选择直径 5.5~6.0 cm 的同一品种,色泽一致,性状规则,无外皮损伤的整头大蒜作为原料。

去皮剪杆:将选好的大蒜人工去除外面 1~2 层表皮,并剪去杆。

预处理:低温冷冻预处理:将新鲜的大蒜去皮在 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下冷冻处理 24 h;高温水煮预处理:将新鲜的大蒜去皮在水温 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下水煮 3 min;对照:将新鲜的大蒜去皮,不进行任何处理。

装盘:将预处理好的大蒜装进专用盘内,每盘约 5 kg,平行放置,多层放置。

发酵:将装好盘的大蒜用专用架送入发酵室,调整发酵室温为 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 85%。

检测:根据生产工艺要求,达到发酵要求时间后,取样检测。

干燥:将发酵好的黑蒜置于电热干燥箱中进行干燥,至水分含量 $\leq 40.0\%$ 。

1.2.2 发酵终点的判断 结合黑蒜的企业标准 Q/STY 0001S-2013、Q/WTH 0001S-2013、Q/LYY 0001S-2010、Q/GNKJ 0001S-2013、Q/SHD 0001S-2011、Q/SJC 0001S-2010,根据实验室的大量研究,确定黑蒜最终产品的品质指标如表 1 所示。

1.2.3 黑蒜感官评定 运用感官评定的方法,选取 10 名经过专业培训人员进行感官评定,对加工过程

表 1 黑蒜成品品质标准

Table 1 Product indice of black garlic

品质指标	含量范围
水分(g/100 g)	≤ 40.0
还原糖(g/100 g)	≥ 25.0
总酚(mg/g)	≥ 8.0
5-HMF(mg/g)	≤ 13.0
氨基态氮(g/100 g)	≥ 5.0

中的黑蒜从色泽、质构、口感、风味、可接受度等 5 个方面进行评分,统计各样品获得总分值。

表 2 黑蒜评定因子及评分方法

Table 2 Assessment factors and scoring methods of black garlic

因子	等级	感官标准	分值(分)
色泽	差	黄色、浅黄色、白色	0~2
	中	黄褐色、褐色,色泽不均匀	2~4
	良	黑褐色,色泽基本一致	4~6
	优	黑褐色,色泽均一	6~9
	差	非常硬,粘牙严重	0~2
质构	中	较硬,中度粘牙	2~4
	良	较柔软,基本不粘牙	4~6
	优	柔软,不粘牙	6~9
口感	差	几乎无甜酸感,苦味明显	0~2
	中	有甜酸感,苦味明显	2~4
	良	甜酸适中,微苦	4~6
	优	甜酸适中,不苦	6~9
	差	很强蒜臭味,无香味	0~2
风味	中	轻度蒜臭味,无香味	2~4
	良	微有蒜臭味,有香味	4~6
	优	无蒜臭味,有香味	6~9
可接受程度	差	很差	0~2
	中	差	2~4
	良	好	4~6
	优	很好	6~9

1.2.4 水分含量测定 参照国家标准 GB 5009.3-2010 直接干燥法,干燥温度为 $60\sim 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

1.2.5 还原糖含量测定 采用 3,5-二硝基水杨酸显色法^[14]进行测定。

1.2.6 总酚含量测定 采用 Folin-Ciocalteu 法^[15]测定,结果以干物质计。

1.2.7 氨基态氮含量测定 采用电位滴定法^[16]测定黑蒜中氨基态氮的含量。

1.2.8 5-HMF 含量的测定 将待测溶液移取 2.00 mL 两份,分别加入两只试管中,后各加入 5.00 mL 60 g/mL 对甲基苯胺溶液。准确移取 1.00 mL 水并加入任一试管中,该试管中的溶液作为空白对照。在非空白对照试管中加入 1.00 mL 5 mg/mL 巴比妥酸溶液后立即将溶液摇荡,快速混匀。将此溶液加入比色皿中,在 550 nm 波长处测量最大吸光度值,计算 5-HMF 含量(以干物质计)^[17]。

1.3 数据处理方法

实验数据用平均值 ± 标准差的形式表示,采用 OriginPro 8.5 进行作图。

2 结果与讨论

2.1 熟化(发酵)时间对黑蒜感官评分的影响

由图 1 可以看出,对大蒜采取不同的预处理措施,黑蒜成熟时间有一定差异。达到黑蒜产品品质要求时,低温冷冻预处理成熟时间为 12 d,而高温水煮预处理及对照组样品的成熟时间为 16 d。低温冷冻预处理的大蒜,其口感从发酵第 6 d 开始与高温水煮预处理和对照组的样品产生了显著性差异($p < 0.05$),而整个发酵过程中高温水煮预处理样品与对照组样品在口感上不存在显著性差异($p > 0.05$)。大蒜经低温冷冻预处理后瞬间处于高温环境中,大蒜的细胞组织、结构被有效破坏,加速了其中多糖的降解,促进了还原糖的生成^[18-19]。由于还原糖的生成速度不同,对美拉德反应的促进效果不同^[20],进而在口感上促使差异产生。

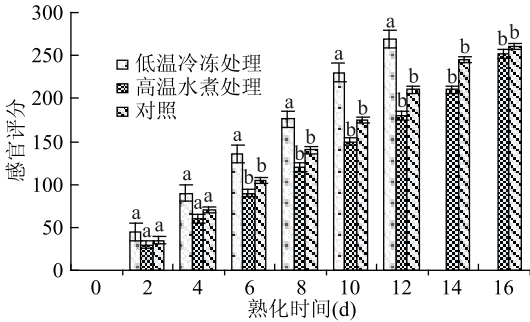


图 1 熟化时间对黑蒜感官评分的影响

Fig.1 Effect of maturing time on the sensory score of black garlic

注:图中不同字母代表相同发酵时间下不同预处理后发酵黑蒜的感官评价差异显著($p < 0.05$)。

2.2 不同预处理对黑蒜还原糖含量的影响

由图 2 可以看出,在适宜的发酵时间内(冷冻预处理 12 d,高温水煮预处理及对照组样品 16 d),黑蒜中还原糖含量变化大致相同,都呈现出先增加后减少的趋势。前期还原糖含量升高是由于低温冷冻预处理与高温水煮预处理两种方式均可使得大蒜组织细胞结构迅速瓦解,促进了大蒜中多糖的分解和还原糖的产生、积累,有利于美拉德反应的进行^[21-23]。后期还原糖含量降低主要是由于美拉德反应的不断进行使得还原糖被逐渐消耗^[24]。在高温条件下,为有效积累还原糖,还原糖在反应过程中聚合为低聚糖。但两种预处理方式使得还原糖含量出现最大值的时间不同,高温水煮预处理使得还原糖含量最高的时间约为 8 d,而低温冷冻预处理使得还原糖含量最大值出现的时间约为 10 d。两种预处理方式中还原糖含量分别高于对照组约 23.3% 和 43.3%。

2.3 不同预处理对黑蒜氨基态氮含量的影响

由图 3 可以看出,在适宜的发酵时间内(冷冻预处理 12 d,高温水煮预处理及对照组样品 16 d),不同预处理方式均使得黑蒜氨基态氮的含量较对照

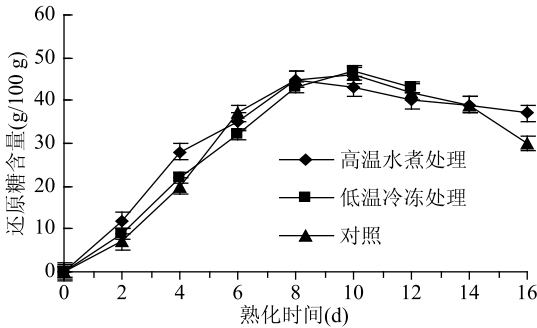


图 2 预处理对黑蒜还原糖的影响

Fig.2 Effect of different pretreatments on the reducing sugar in black garlic

组有所提高且含量持续增加趋势大致相同。前期处理过程中,氨基态氮含量持续增加主要是由于随着时间延长,黑蒜中的蛋白质逐渐分解为小分子氨基酸,在美拉德反应中,虽有部分氨基酸参与,但氨基酸生成、累积速率远大于其消耗量^[25]。当发酵结束后,两种预处理方式得到的黑蒜中氨基态氮含量均高于对照组。因此,不同的预处理有利于黑蒜形成优良特质。

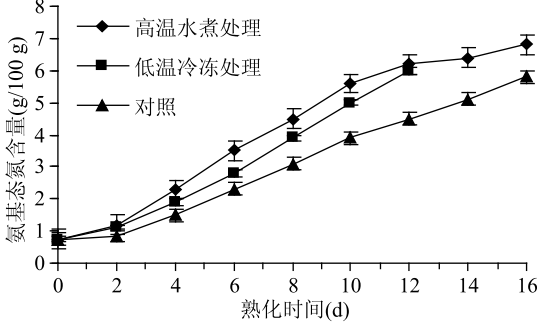


图 3 预处理对黑蒜氨基态氮的影响

Fig.3 Effect of different pretreatments on the amino-N of black garlic

2.4 不同预处理对黑蒜总酚含量的影响

由图 4 可以看出,在不同预处理过程下,黑蒜中总酚含量均逐渐升高,但总酚起始值、含量增加幅度、含量最大值均不相同。高温水煮预处理过程中,总酚含量起始值为 3.2 mg/g,低温冷冻预处理总酚含量起始值为 2.1 mg/g,当达到发酵终点时(冷冻预处理 12 d,高温水煮预处理及对照组样品 16 d),两种预处理得到的黑蒜中总酚含量分别为 8.6、8.2 mg/g,分别高于对照组 14.7%、9.3%。在高温水煮、低温冷冻两种预处理方式中,大蒜均因发生了酶促褐变从而提高了酚类物质含量^[26]。

2.5 不同预处理对黑蒜 5-HMF 含量的影响

从图 5 可以看出,不同预处理的大蒜在黑蒜发酵过程中 5-HMF 出现的时间及含量存在差异。高温水煮预处理及对照组样品发酵过程中 5-HMF 在 2 d 左右开始出现,而低温冷冻预处理样品 5-HMF 的出现时间约为第 4 d。随着发酵时间的延长,三组不同处理的样品中 5-HMF 的含量逐渐增加,当黑蒜发酵结束(低温冷冻预处理组发酵时间为 12 d,高温水煮预处理组及对照组发酵时间为 16 d)时,对照组中 5-HMF 含量最高,而高温水煮预处理组及低温冷

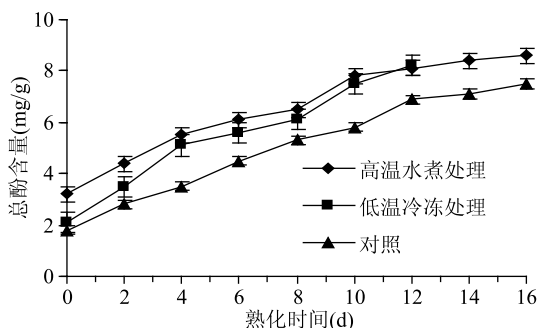


图4 预处理对黑蒜总酚含量的影响

Fig.4 Effect of different pretreatments on the total phenolic in black garlic

冻预处理组的 5-HMF 含量比对照组分别降低了 18.4% 和 45.6%。因此,高温水煮预处理及低温冷冻预处理都能有效减少黑蒜发酵过程中 5-HMF 的含量。

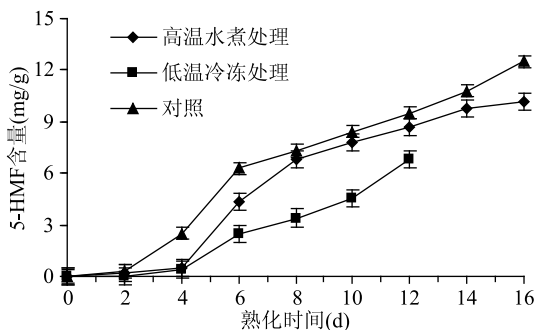


图5 预处理对黑蒜 5-HMF 含量的影响

Fig.5 Effect of different pretreatments on 5-HMF in black garlic

3 结论

低温冷冻预处理较高温水煮预处理更易促进还原糖生成,加速大蒜多糖的降解,使黑蒜成熟时间约为 12 d,而高温水煮预处理及对照组的发酵时间为 16 d,较低温冷冻预处理长 4 d 左右;两种预处理方式加工的黑蒜还原糖含量、总酚含量、氨基态氮含量较对照均有提高;而两种预处理方式加工的黑蒜,其 5-HMF 含量均有所降低,分别下降了 45.6% 和 18.4%,其中低温冷冻预处理的黑蒜中 5-HMF 含量降低更加明显;因此,经低温冷冻预处理后发酵得到的黑蒜品质更好。

参考文献

[1]熊新建,卢建新,李丹,等.黑蒜加工工艺及其应用[J].农产品加工·学刊:中,2014(11):74-77.
 [2]雷逢超,郝果,朱黎,等.黑蒜的营养价值及保健作用的研究进展[J].食品工业科技,2012,33(13):429-432.
 [3]Kim S H, Jung E Y, Kang D H, et al. Physical stability, antioxidative properties, and photoprotective effects of a functionalized formulation containing black garlic extract [J]. Journal of Photochemistry & Photobiology B Biology, 2012, 117 (48): 104-110.
 [4]Zhang Z, Lei M, Liu R, et al. Evaluation of Alliin, Saccharide

Contents and Antioxidant Activities of Black Garlic during Thermal Processing [J]. Journal of Food Biochemistry, 2015, 39 (1): 39-47.

[5]王鑫,杨柯.黑蒜对肿瘤防治作用的研究进展[J].实用医药杂志,2011,28(2):176-178.

[6]王瑜,张继琰,景浩.不同品种和加工工艺制得黑蒜的成分分析[J].食品安全质量检测学报,2016,7(8):3085-3091.

[7]黄敏欣,赵文红,白卫东,等.黑蒜保健功能及加工技术的研究进展[J].中国调味品,2015(8):136-140.

[8]刘宇峰,姬妍茹,石杰,等.黑蒜加工过程中主要营养物质的变化规律的研究[J].中国调味品,2014(9):52-56.

[9]Kim J S, Kang O J, Gweon O C. Comparison of phenolic acids and flavonoids in black garlic at different thermal processing step [J]. Journal of Functional Foods, 2013, 5(1): 80-86.

[10]张中义,杨晓娟,张峻松,等.发酵黑蒜中挥发性物质的 GC-MS 分析[J].中国调味品,2012,37(7):74-76.

[11]王育红,汤高奇,郑其良,等.黑蒜的加工、组分及生物活性研究进展[J].中国农学通报,2015,31(35):91-96.

[12]石杰,姬妍茹,刘宇峰,等.黑蒜加工过程中风味物质的变化研究[J].中国调味品,2015(1):48-51.

[13]王海粟,吴昊,杨绍兰,等.不同工艺黑蒜的品质比较分析[J].现代食品科技,2014(7):230-236.

[14]张永勤,王哲平,宋雨梅,等.还原糖测定方法的比较研究[J].食品工业科技,2010,31(6):321-323.

[15]曹炜,索志荣. Folin-Ciocalteu 比色法测定蜂蜜中总酚酸的含量[J].食品与发酵工业,2003,29(12):80-82.

[16]加雪梅.自动电位滴定法测定酱油中总酸和氨基酸态氮[J].中国热带医学,2006,6(10):1862-1862.

[17]李良,孟淑洁,陈晓云.水果蔬菜及其制品中羟甲基糠醛测定的研究[J].辽宁农业科学,2002(4):12-14.

[18]祝炳俏,吴海歌,刘媛媛,等.黑蒜抗氧化活性研究[J].食品研究与开发,2008,29(10):58-60.

[19]Kim J S, Kang O J, Gweon O C. Changes in the content of fat - and water - soluble vitamins in black garlic at the different thermal processing steps [J]. Food Science & Biotechnology, 2013, 22(1): 283-287.

[20]姬妍茹,石杰,刘宇峰,等.黑蒜生产过程中主要营养成分变化分析及工艺优化[J].食品工业科技,2015,36(5):360-364.

[21]Katsuki T, Hirata K, Ishikawa H, et al. Significance of Garlic and Its Constituents in Cancer and Cardiovascular Disease [J]. Journal of the American Academy of Dermatology, 2006, 36(3): S1-S2.

[22]Choi I S, Cha H S, Lee Y S. Physicochemical and antioxidant properties of black garlic. [J]. Molecules, 2014, 19(10): 16811.

[23]卢福芝,李启虔,钱丰,等.黑蒜发酵过程中还原糖和可溶性糖含量变化的研究[J].食品科技,2014(12):91-93.

[24]安东.黑蒜加工工艺的研究[D].泰山:山东农业大学,2011.

[25]吴清梅,潘思轶,徐晓云.不同加工工艺对黑蒜产品品质的影响[J].现代食品科技,2015(2):184-189.

[26]王海粟,吴昊,杨绍兰,等.不同工艺黑蒜的品质比较分析[J].现代食品科技,2014(7):230-236.