

糖醋白萝卜配方工艺及其保藏过程中品质变化的研究

白 建

(吕梁学院 生命科学系,山西 吕梁 033001)

摘要:以白萝卜、白醋、白砂糖为主要原料腌制糖醋白萝卜,探讨最佳成品在保藏过程中的品质变化情况。在单因素试验基础上采用正交试验法优化,获得最佳工艺配方为:白萝卜 150 g、白砂糖 35 g、白醋 60 mL、食盐 15 g、4 ℃冷藏 5 d,在此工艺配方下制成的糖醋白萝卜口味酸爽、质地脆嫩。经过品质相关性分析可知,感官评分、硬度、咀嚼性、脆性之间均呈正相关关系。最佳成品随着保藏时间延长,其水分含量和 pH 值下降,氨基酸态氮含量上升,总酸度先上升再缓慢下降最后趋于稳定,亚硝酸盐含量上升至“亚硝峰”后下降。

关键词:白萝卜;腌制;正交试验;保藏

中图分类号:TS201.1

文献标志码:A

doi:10.3969/j.issn.1000-9973.2022.06.026

文章编号:1000-9973(2022)06-0139-06

Study on Formula Technology of Sweet and Sour White Radish and Its Quality Changes During Storage

BAI Jian

(College of Life Science, Lyuliang University, Lyuliang 033001, China)

Abstract: The sweet and sour white radish is pickled with white radish, white vinegar and white granulated sugar as the main raw materials to explore the quality changes of the optimal finished product during the storage process. On the basis of single factor test, orthogonal test method is used to optimize, and the optimal process formula is as follows: white radish 150 g, white granulated sugar 35 g, white vinegar 60 mL, salt 15 g, and being refrigerated at 4 ℃ for 5 days. The sweet and sour white radish prepared by this process formula tastes sour, with crispy texture. According to the quality correlation analysis, there is a positive correlation among sensory score, hardness, chewiness and brittleness. With the extension of storage time, the moisture content and pH value of the optimal finished product decrease, the amino acid nitrogen content increases, the total acidity increases firstly and then decreases slowly and finally stabilizes, and the nitrite content increases to the “nitrite peak” and then decreases.

Key words: white radish; pickling; orthogonal test; preservation

白萝卜,又叫芦菔,是十字花科萝卜属植物。作为我国重要的蔬菜之一,常被人们用来制成各种美味佳肴。因为白萝卜有很强的适应性,并且具有高产价廉的特点,所以在全国各地广泛种植^[1]。白萝卜的味道微甜,吃起来脆嫩,在民间被称为“小人参”,并且白萝卜富含碳水化合物^[2]。白萝卜已经被人们种植了数千年,在饮食和中医调理方面都得到了广泛的应用。白萝卜富含维生素 C 和微量元素锌^[3]。腌制而成的萝卜用的是古老的发酵方式^[4],被公认为世界三大健康发酵蔬菜之一^[5]。

泡菜是用一定浓度的盐浸泡蔬菜,再加入辅料,在适当的温度下密封储存而制成的^[6],前期主要靠微生

物的发酵,后期则是以调味为主。泡菜作为一种以乳酸菌发酵为主的中国传统发酵食品^[7],因具有独特风味、丰富营养和鲜丽色泽,并且有着维持消化道健康、帮助减肥以及抑制肿瘤和病毒的作用^[8],而受到国内外的广泛欢迎^[9]。

本研究探讨以白萝卜、白砂糖、白醋、秦椒为主要原料的糖醋白萝卜的最优工艺配方,以综合指标为评价标准,在单因素试验的基础上,采用正交化试验、验证试验进行分析,从而选出最适合大众口味的配方,再通过试验研究糖醋白萝卜在 4 ℃下随着保藏时间改变,其水分含量、总酸度、pH、亚硝酸盐含量、氨基酸态氮含量^[10]的变化,通过试验得出结论和最佳保藏条

收稿日期:2022-01-04

基金项目:吕梁市农业重点研发项目(2021NYGG-16)

作者简介:白建(1976—),男,教授,硕士,主要从事功能性食品方面的研究。

引文格式:白建.糖醋白萝卜配方工艺及其保藏过程中品质变化的研究[J].中国调味品,2022,47(6):139-144.

件,为生产实践提供了有价值的参考。

1 材料与方 法

1.1 主要材料与试剂

白萝卜、白砂糖、紫林白醋、晋盐、泰椒、葱、姜、蒜;均购于吕梁市离石区星玛克超市;盐酸、氢氧化钠、酚酞、对氨基苯磺酸、盐酸萘乙二胺;以上试剂均为分析纯。

1.2 主要试验设备

FA2104S 电子天平 上海舜宇恒平科学仪器有限公司;TMS-Pilot 食品物性分析仪 北京盈盛恒泰科技有限责任公司;SIN-PH100/17 pH 计 杭州联测自动化技术有限公司;KLG-9205A 烘箱 上海齐欣科学仪器有限公司;UV-5200PC 紫外可见分光光度计 上海元析仪器有限公司。

1.3 工艺流程及操作要点

1.3.1 工艺流程

白萝卜→清洗→切片→倒入调配好的盐水→静置→加入配料(白砂糖、白醋、泰椒、葱、姜、蒜)→装罐→密封→静置发酵→成品。

1.3.2 操作要点

将新鲜的白萝卜洗净,等表皮无水分后切成约 5 mm 厚的片状,放入容器内备用。同时切适量的葱、姜、蒜和泰椒备用^[11]。

将提前称量好的食盐加入适量温水使之溶解。

将食盐水倒入放有萝卜的容器中,静置 15 min 后倒掉盐水。

将白醋、白砂糖加入到准备好的配料中搅拌均匀,倒入盐水腌制过的萝卜片中。

用保鲜膜密封,在 4 ℃ 下冷藏发酵。

1.4 试验方法

1.4.1 感官评定

感官评定由 10 位接受过正规培训的感官评定师进行评定,评分标准见表 1^[12]。

表 1 糖醋白萝卜感官评分标准

Table 1 The sensory scoring criteria of sweet and sour white radish

项目	评分标准	分值/分
色泽(20分)	颜色正常,有光泽,无霉膜	16~20
	颜色正常,无光泽	11~15
	颜色不正常,无光泽,有霉膜	1~10
香气(20分)	有萝卜固定香气,无不良气味	16~20
	香气差,无不良气味	11~15
	香气差,有不良气味	1~10
口感(30分)	口感爽脆,脆嫩度高	26~30
	口感适中,脆嫩度低	21~25
	口感较差,脆嫩度低	1~20
滋味(30分)	酸甜可口,无过酸、过咸、过甜,无苦味及涩味	26~30
	口味过酸、过咸、过甜或过辣 有苦味及涩味或其他不良气味	21~25 1~20

1.4.2 质构测定

采用北京盈盛恒泰有限责任公司的 TMS-Pilot 食品物性分析仪和 P2 平底圆柱形探头分别对不

同的白萝卜泡菜样品进行质构性能测定,测试模型为 TPA,测试前速率为 1 mm/s,测试中速率为 0.5 mm/s,测试后速率为 1 mm/s^[13],压缩比为 50%,间隔时间为 2 s,测定糖醋白萝卜的硬度、咀嚼性、脆性质构参数^[14]。

1.4.3 保藏过程中品质变化指标测定

分别测定最佳成品在 4 ℃ 条件下保藏 0,3,6,9,12 d 的下列理化指标,分析保藏过程中品质的变化,以便于得出最佳保藏条件。

1.4.3.1 水分含量

参照 GB 5009.3-2016《食品中水分的测定》,采用直接干燥法。

1.4.3.2 总酸度

参照 GB 5009.239-2016《食品酸度的测定》,采用酸碱滴定法。

1.4.3.3 pH 值

取 10 mL 发酵液,用 pH 计测定其 pH 值^[15-16]。

1.4.3.4 亚硝酸盐含量

参照 GB 5009.33-2016《食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定》,采用盐酸萘乙二胺法。

1.4.3.5 氨基酸态氮含量

采用甲醛滴定法^[17]。

1.5 单因素试验

基础配方:白萝卜 150 g、白砂糖 35 g、白醋 60 mL、食盐 15 g、冷藏 5 d。

在基础配方不变的情况下,将影响糖醋白萝卜泡菜最显著的 4 个因素:白砂糖(15,25,35,45,55 g)、白醋(20,40,60,80,100 mL)、食盐(5,10,15,20,25 g)、腌制时间(1,3,5,7,9 d)做单因素试验。

1.6 正交试验

以单因素试验为基础,选用白砂糖添加量、白醋添加量、食盐添加量、腌制时间 4 个关键因素进行正交试验,正交试验因素水平表见表 2。

表 2 正交试验因素水平表

Table 2 The factors and levels of orthogonal test

水平	因素			
	A 白砂糖添加量/g	B 白醋添加量/mL	C 食盐添加量/g	D 腌制时间/d
1	25	40	10	3
2	35	60	15	5
3	45	80	20	7

1.7 数据处理

使用 Microsoft Excel 2010 对初始数据进行分析,使用 GraphPad Prism 8.0 映射单因素试验和保藏过程各指标的变化,使用 SPSS 22.0 进行品质与影响因素的相关性分析,并运用正交试验助手 II V3.1 进行正交试验设计及结果分析。

2 结果和分析

2.1 单因素试验的结果与分析

2.1.1 白砂糖添加量对白萝卜品质的影响

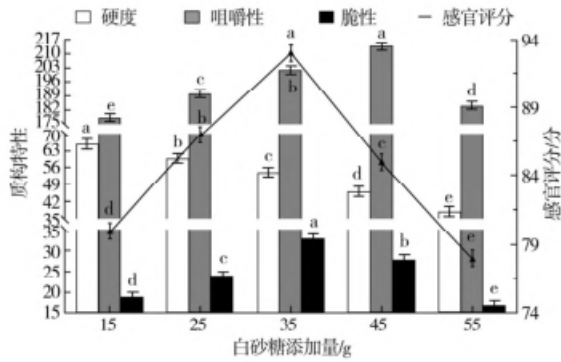


图 1 白砂糖添加量对白萝卜品质的影响

Fig. 1 Effect of sugar additive amount on the quality of white radish

注:不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$),下图同。

由图 1 可知,白砂糖添加量对白萝卜的感官评分影响显著($P < 0.05$)。在 25~45 g 范围内,感官评分先升高后降低,当增加到 35 g 时,感官评分最大。这可能是因为白砂糖味甜,添加量过多会导致白萝卜味道偏甜。另外,白砂糖添加量对白萝卜的硬度、咀嚼性、脆性影响均显著($P < 0.05$),添加 35 g 时除了硬度和咀嚼性外,脆性达到最优。综合考虑,白砂糖 35 g 为最适添加量。

2.1.2 白醋添加量对白萝卜品质的影响

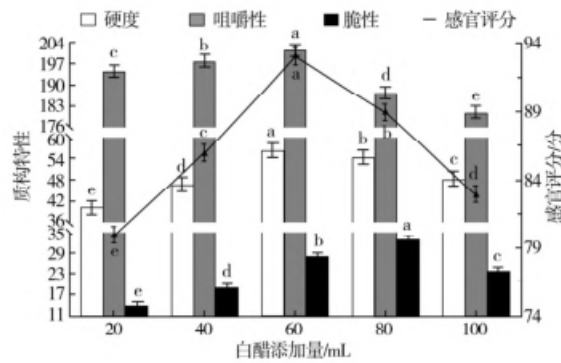


图 2 白醋添加量对白萝卜品质的影响

Fig. 2 Effect of white vinegar additive amount on the quality of white radish

由图 2 可知,白醋添加量对白萝卜的感官评分影响显著($P < 0.05$)。在 40~80 mL 范围内,感官评分先升高后降低,当增加到 60 mL 时,感官评分最大。这可能是因为白醋味酸,添加量过多会导致白萝卜味道偏酸。另外,白醋添加量对白萝卜的硬度、咀嚼性、脆性影响均显著($P < 0.05$),添加 60 mL 时除了脆性外,硬度和咀嚼性达到最优。综合考虑,白醋 60 mL 为最适添加量。

2.1.3 食盐添加量对白萝卜品质的影响

由图 3 可知,食盐添加量对白萝卜的感官评分影响显著($P < 0.05$)。在 10~20 g 范围内,感官评分先升高后降低,当增加到 15 g 时,感官评分最大。这可能是因为食盐添加量过多会导致口感偏苦。另外,食盐添加量对白萝卜的硬度、咀嚼性、脆性影响均显著

($P < 0.05$),添加 15 g 时除了硬度外,脆性和咀嚼性最佳。经上述综合分析,食盐 15 g 为最佳添加量。

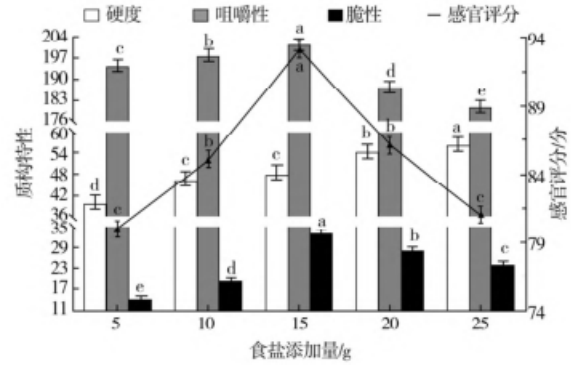


图 3 食盐添加量对白萝卜品质的影响

Fig. 3 Effect of salt additive amount on the quality of white radish

2.1.4 腌制时间对白萝卜品质的影响

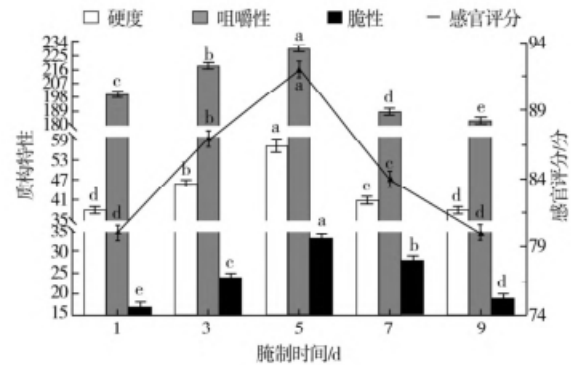


图 4 腌制时间对白萝卜品质的影响

Fig. 4 Effect of pickling time on the quality of white radish

由图 4 可知,腌制时间对白萝卜的感官评分影响显著($P < 0.05$)。在 3~7 d 范围内,感官评分先升高后降低,在第 5 天时,感官评分最大。这可能是因为腌制时间过长会导致脆嫩度差,感官评分较低。另外,腌制时间对白萝卜的硬度、咀嚼性、脆性影响均显著($P < 0.05$),腌制 5 d 时硬度、咀嚼性、脆性均达到最优。综合考虑,腌制 5 d 为最适腌制时间。

2.2 正交试验结果与分析

正交试验结果见表 3,方差分析见表 4。

表 3 正交试验方案及结果

Table 3 Orthogonal test scheme and results

试验号	因素				质构特性			感官评分/分
	A	B	C	D	硬度/N	咀嚼性/mJ	脆性/N	
1	1	1	1	1	46.2	183.4	20	85.4
2	1	2	2	2	54.9	199.7	38	86.5
3	1	3	3	3	47.6	187.5	26	77.3
4	2	1	2	3	57.8	189.9	28	86.1
5	2	2	3	1	55.6	203.6	36	89.3
6	2	3	1	2	52.7	187.8	26	83.6
7	3	1	3	2	47.8	185.6	24	82.4
8	3	2	1	3	44.1	193.3	32	79.6
9	3	3	2	1	46.5	192.2	28	77.5

续 表

试验号	因素				质构特性			感官评分/分	
	A	B	C	D	硬度/N	咀嚼性/mJ	脆性/N		
硬度	k ₁	49.57	50.60	47.67	49.43				
	k ₂	55.37	51.53	53.06	51.80				
	k ₃	46.13	48.93	50.33	49.83				
	R	9.23	2.60	5.40	2.37				
优水平	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂					
	k ₁	190.20	186.30	188.17	193.07				
	k ₂	193.77	198.87	193.93	191.03				
	k ₃	190.37	189.17	192.23	190.23				
咀嚼性	R	3.57	12.57	5.77	2.83				
	优水平	A ₂	B ₂	C ₂	D ₁				
		k ₁	28.00	24.00	26.00	28.00			
		k ₂	30.00	35.33	31.33	29.33			
k ₃		28.00	26.67	28.67	28.67				
脆性	R	2.00	11.33	5.33	1.33				
	优水平	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂				
		k ₁	83.07	84.63	82.87	84.07			
		k ₂	86.33	85.13	83.37	84.17			
k ₃		79.83	79.47	83.00	81.00				
感官评分	R	6.50	5.67	0.50	3.17				
	综合优水平	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂				

表 4 正交试验方差分析

Table 4 Analysis of variance of orthogonal test

指标	方差来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
硬度	A	130.68	2	65.34	13.57	
	B	10.41	2	5.20	1.08	
	C	43.74	2	21.87	4.54	
	D	9.63	2	4.81	1.00	
	误差 e	9.63	2	4.82		
咀嚼性	A	24.31	2	12.15	1.90	
	B	260.23	2	130.11	20.33	*
	C	52.68	2	26.34	4.12	
	D	12.80	2	6.40	1.00	
	误差 e	12.80	2	6.40		
脆性	A	8.00	2	4.00	3.00	
	B	210.67	2	105.33	78.99	*
	C	42.67	2	21.33	16.00	
	D	2.67	2	1.33	1.00	
	误差 e	2.67	2	1.34		
感官评分	A	63.38	2	31.69	157.65	**
	B	59.06	2	29.53	146.91	**
	C	0.40	2	0.20	1.00	
	D	19.44	2	9.72	48.36	*
	误差 e	0.40	2	0.20		

注：“*”为显著，F 值 > F_{0.05}(2, 2) = 19；“**”为极显著，F 值 > F_{0.01}(2, 2) = 99。

由表 3 可知，影响白萝卜硬度的优组合为 A₂C₂B₂D₂，影响白萝卜咀嚼性的优组合为 A₂B₂C₂D₁，影响白萝卜脆性的优组合为 A₂B₂C₂D₂，影响白萝卜感官评分的优组合为 A₂B₂C₂D₂。为了进一步得出综合优组合，对以上 4 组最优组合进行方差分析，见表 4。以硬度为考察指标时，各因素均不存在显著影响。以咀嚼性

为考察指标时，B 因素显著。以脆性为考察指标时，B 因素显著。以感官评分为考察指标时，A、B 因素存在极显著影响，D 因素存在显著影响。因此，综合表 3 和表 4，以感官评分为主导得出 A>B>D>C，即白砂糖添加量>白醋添加量>腌制时间>食盐添加量。综合优组合为 A₂B₂C₂D₂。而表 3 结果显示，第 5 组 A₂B₂C₃D₁ 的感官评分最高，为 89.3 分，其与正交组合的结果不重合。因此，需进行验证试验。

2.3 品质相关性分析

品质相关性分析结果见表 5。

表 5 品质相关性分析

Table 5 Quality correlation analysis

指标	感官评分	脆性	咀嚼性	硬度
感官评分	1			
脆性	0.972**	1		
咀嚼性	0.924**	0.881**	1	
硬度	0.721*	0.730*	0.602*	1

注：“*”为在 0.05 水平上显著；“**”为在 0.01 水平上极显著。

由表 5 可知，硬度与感官评分、脆性、咀嚼性均呈显著正相关，相关系数分别为 0.721, 0.730, 0.602；感官评分与脆性、咀嚼性呈极显著正相关，相关系数分别为 0.972, 0.924；脆性与咀嚼性呈极显著正相关，相关系数为 0.881。由此可知感官评分、硬度、咀嚼性、脆性之间均有相关性。

2.4 验证试验结果与分析

验证试验结果见表 6。

表 6 验证试验结果表

Table 6 The results of verification test

水平组合	综合评分/分
A ₂ B ₂ C ₂ D ₂	90.4
A ₂ B ₂ C ₃ D ₁	89.3

由表 6 可知，A₂B₂C₃D₁ 的综合评分比 A₂B₂C₂D₂ 的综合评分低，由此可得最佳工艺配方组合为 A₂B₂C₂D₂，即白砂糖添加量 35 g，白醋添加量 60 mL，食盐添加量 15 g，腌制时间 5 d。

2.5 保藏过程品质分析

2.5.1 水分含量测定结果

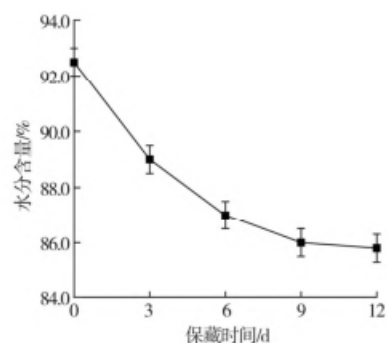


图 5 保藏过程中水分含量的变化

Fig. 5 Changes of moisture content during storage

由图 5 可知,在糖醋白萝卜的保藏过程中,刚腌制好的萝卜水分含量较高,随着保藏时间的延长,萝卜中的水分含量呈下降趋势。这是因为刚开始保藏时由于外界的盐溶液浓度比白萝卜中的细胞液浓度高,所以细胞液中的水分会渗透到外界溶液,使得水分含量下降。随着保藏时间延长,两者溶液浓度差值逐渐减小,所以水分含量在 1~6 d 变化较快,在 6~12 d 变化较慢且水分含量在 87% 左右。

2.5.2 总酸度测定结果

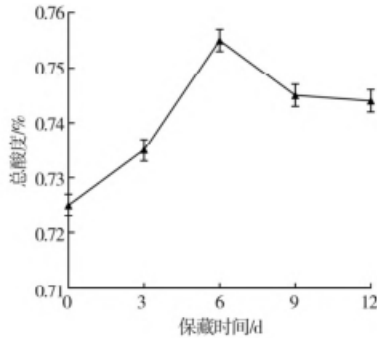


图 6 保藏过程中总酸度的变化

Fig. 6 Changes of total acidity during storage

由图 6 可知,在糖醋白萝卜的腌制过程中,总酸度随着保藏时间的延长而增加。但是在保藏前 6 d 迅速升高,在 6~9 d 内总酸度呈下降趋势,在第 9~12 d 总酸度曲线走势逐渐平缓。这是因为泡菜中的乳酸菌使其发酵速度加快,生成许多有机酸,例如乳酸,大大增加了总酸的含量,酸度也就越高。随着后期酸度的不断增大,此时的环境不利于乳酸菌的生长繁殖,所以酸度逐渐趋于稳定。

2.5.3 pH 值测定结果

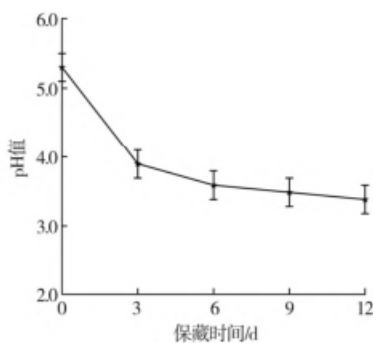


图 7 保藏过程中 pH 值的变化

Fig. 7 Changes of pH values during storage

由图 7 可知,随着保藏时间的延长,pH 值呈现先快速下降而后平缓的趋势,这是由于糖醋白萝卜的发酵过程主要是乳酸发酵,在 0~3 d 内,发酵会产生大量有机酸,使 pH 值快速下降,此后,乳酸生成量较少,从而 pH 值趋于稳定。

2.5.4 亚硝酸盐含量测定结果

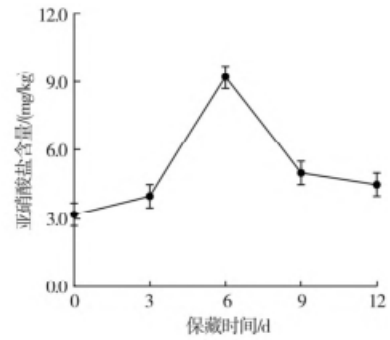


图 8 保藏过程中亚硝酸盐含量的变化

Fig. 8 Changes of nitrite content during storage

由图 8 可知,糖醋白萝卜的“亚硝峰”在保藏第 6 天出现,峰值为 10.46 mg/kg,在保藏 9 d 后,亚硝酸盐含量趋于稳定,在 4.7 mg/kg 左右上下波动。这是由于萝卜本身含有一部分亚硝酸盐,再加上保藏初期有些杂菌如大肠杆菌可以繁殖,能将萝卜中的硝酸盐转化为亚硝酸盐,从而导致亚硝酸盐含量增加。但是随着时间的延长,微生物持续代谢,导致氧气被消耗,并且泡菜罐中的环境不利于杂菌的生长。因此,亚硝酸盐的含量逐渐下降并趋于稳定。

2.5.5 氨基酸态氮含量测定结果

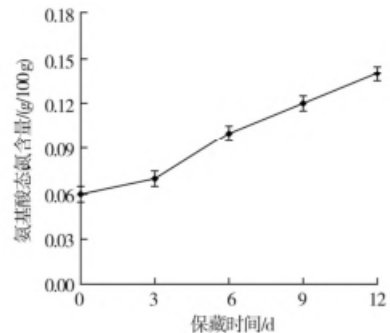


图 9 保藏过程中氨基酸态氮含量的变化

Fig. 9 Changes of amino acid nitrogen content during storage

氨基酸态氮含量为确定发酵产物的发酵水平特征标准。由图 9 可知,在糖醋白萝卜保藏过程中,氨基酸态氮含量呈现上升趋势,这是因为泡菜中的蛋白质分解酶分解蛋白质生成氨基酸,从而曲线上升。

3 结论

在腌制糖醋白萝卜的预试验中,选出 4 个影响因素:白砂糖添加量、白醋添加量、腌制时间、食盐添加量。

通过单因素试验和正交试验分析得到:腌制糖醋白萝卜泡菜的过程中,各因素对糖醋白萝卜品质的综合评分影响大小为白砂糖添加量>白醋添加量>腌制时间>食盐添加量。

结果表明,糖醋白萝卜的最佳工艺配方为:白萝卜 150 g、白砂糖 35 g、白醋 60 mL、食盐 15 g、4℃ 冷藏 5 d,在此工艺配方下制成的糖醋白萝卜口味酸爽、质地脆嫩。

通过研究糖醋白萝卜在保藏过程中的品质变化可以得出:随着保藏时间延长,水分含量和 pH 呈下降趋势,氨基酸态氮含量呈稳定上升趋势。总酸度在 0~6 d 升高,在 6~12 d 先下降再趋于稳定。“亚硝峰”在第 6 天出现,峰值为 10.46 mg/kg,保藏 9 d 后,亚硝酸盐含量趋于稳定,在 4.7 mg/kg 左右上下波动。

参考文献:

[1]余洋洋,卜智斌,温靖.风味萝卜加工研究进展[J].农产品加工,2019(3):77-79.
[2]王芮东,赵燕飞,邢颖.萝卜泡菜自然发酵过程中挥发性香气成分变化分析[J].中国酿造,2019,38(9):124-129.
[3]罗来庆,林海明.安东萝卜干标准制作工艺与工业化生产分析研究[J].现代食品,2020(2):107-109.
[4]RAO Y. The characteristics and correlation of the microbial communities and flavors in traditionally pickled radishes[J]. LWT-Food Science and Technology,2020,118(2):186-219.
[5]ZHANG Y, TIAN Z Y, LIU X, et al. Study on nutrients and texture of pickled Huangzhou radish[J]. Agricultural Biotechnology,2020,9(5):107-109,112.
[6]郑洋,毛月东,金青.小茴香籽油包合物对泡菜发酵过程的影响[J].中国食品添加剂,2020,31(5):31-36.
[7]TANG Y Y. Microbial community analysis of different qualities of pickled radishes by Illumina MiSeq sequencing[J]. Journal of Food Safety,2019,39(2):113-121.

[8]黄润秋,陈功,贺云川.原料和工艺对泡菜亚硝酸盐含量的影响[J].食品与发酵科技,2020,56(4):1-5,49.
[9]LIN D Y, HUANG Y, LIN C H, et al. Novel strategy for food safety risk management and communication; risk identification for benzoic acid residues in pickled vegetables[J]. Food Science & Nutrition,2020,8(10):98-105.
[10]盛怀宇.低盐芜根腌制品腌制工艺及保藏期间品质变化研究[D].重庆:西南大学,2020.
[11]张同建.泡菜工业生产研究进展[J].现代食品,2020(5):73-75.
[12]周强,刘蒙佳,戴美丽,等.发酵条件对西芹功能性泡菜的品质影响及工艺优化[J].中国调味品,2019,44(4):6-10.
[13]TAHIR H E, ZOU X B, MAHUNU G K, et al. Recent developments in gum edible coating applications for fruits and vegetables preservation: a review [J]. Carbohydrate Polymers,2019,224:115141.
[14]吴海清,何新益,甄润英.卫青萝卜泡菜加工过程研究[J].食品研究与开发,2019,40(16):42-45.
[15]麦馨允,刁云春.不同发酵方式对木瓜泡菜品质的影响[J].食品研究与开发,2020,41(14):117-123.
[16]李小欣,陈柏忠,谭佩琪,等.新会陈皮保健泡菜的试制及评价[J].食品安全质量检测学报,2020,11(24):9516-9521.
[17]李慧,张子燕.泡菜中亚硝酸盐的研究[J].现代食品,2020(20):88-90.

(上接第 118 页)风味物质,其中,十三烷醇、正癸醇、1-戊烯-3-醇、十二醛、2-庚酮等具有令人愉快的风味物质在大煮干丝中被检出。

参考文献:

[1]刘文.加料干丝堆细缕,绵软鲜醇惊高座——浅谈扬州“大煮干丝”[J].黑龙江科技信息,2014(34):76,94.
[2]陈健强.大煮干丝的烹法及要领[J].四川烹饪,2002(8):30.
[3]ZHANG X, WEI J, ZHAO S, et al. Flavor differences between commercial and traditional soybean paste[J]. LWT-Food Science and Technology,2021,142(6):111052.
[4]CHENG A, RAAI M N, ZAIN N, et al. In search of alternative proteins: unlocking the potential of underutilized tropical legumes[J]. Food Security: The Science, Sociology and Economics of Food Production and Access to Food,2019,11:1205-1215.
[5]YU X, MEENU M, XU B, et al. Impact of processing technologies on isoflavones, phenolic acids, and antioxidant capacities of soymilk prepared from 15 soybean varieties[J]. Food Chemistry,2020,345(1):128612.
[6]ZHOU J, JIE L, DAI L, et al. Boiling-induced nanoparticles and their constitutive proteins from *Isatis indigotica* Fort. root decoction: purification and identification[J]. Journal of Traditional and Complementary Medicine,2017,7(2):178-187.
[7]杨育才,王雪峰,王桂瑛,等.鸡汤的研究现状及展望[J].食品工业科技,2019,40(7):285-289,295.
[8]韩翠萍,历卓,葛子榜,等.加工工艺对传统豆干质构特性的影响[J].中国食品学报,2019,19(4):203-208.
[9]张雪,陈复生,郝修振,等.真空烘制工艺改善卤豆干的品质[J].现代食品科技,2018,34(7):213-217,223.

[10]余佳熹,茅瀛丹,邓莎,等.四川泸州 6 种香椿质构特性和氨基酸组成分析[J].中国调味品,2021,46(2):46-49,60.
[11]毛佳怡,秦礼康,曾海英,等.传统卤豆干工艺优化及其对风味物质的影响[J].食品工业科技,2019,40(23):137-142,150.
[12]国家食品药品监督管理总局,国家卫生和计划生育委员会.食品安全国家标准 食品中蛋白质的测定:GB 5009.5-2016[S].北京:中国标准出版社,2016.
[13]王燕,胡强,王延云,等.传统食品豆腐泡加工前后挥发性风味物质成分分析及比较[J].中国调味品,2021,46(7):64-69.
[14]杜超.反复炖煮对鸡肉和鸡汤风味品质的影响[D].锦州:渤海大学,2020.
[15]ZOU J, XU M J, ZOU Y F, et al. Chemical compositions and sensory characteristics of pork rib and Silkie chicken soups prepared by various cooking techniques[J]. Food Chemistry,2021,345:128755.
[16]毕静,叶荷生.响应面法优化超临界 CO₂ 萃取迷迭香精油工艺[J].中国调味品,2021,46(6):132-135.
[17]张莉,卢嘉迪,姜新杰,等.响应面法优化五香即食芋头的工艺[J].中国调味品,2021,46(6):87-91.
[18]耿吉,陈方鹏,苏夏青,等.响应面优化猴头菇牛肉酱加工工艺[J].中国调味品,2021,46(7):91-95.
[19]LEE S, CHO H, LEE K G. Volatile compounds as markers of tofu (soybean curd) freshness during storage[J]. Journal of Agricultural & Food Chemistry,2014,62(3):772.
[20]YANG Y, WANG B, FU Y, et al. HS-GC-IMS with PCA to analyze volatile flavor compounds across different production stages of fermented soybean whey tofu[J]. Food Chemistry,2020,346(4):128880.