

文章编号 :1673-1689(2007)01-0037-06

芦笋复合汁的加工工艺和配方的优化

宋贤聚, 张 愍, 许智慧

(江南大学 食品科学与安全教育部重点实验室, 江苏 无锡 214036)

摘 要:研究了芦笋复合汁的加工工艺和配方。在热烫加工中,选用了 100 ℃、30 s 的工艺条件。通过正交试验确定纤维素酶酶解最佳工艺:纤维素酶质量分数 0.08%, pH 值为 5,温度 40 ℃,酶解时间 30 min。利用果胶酶提高芦笋汁的澄清度,果胶酶质量分数为 0.06%。用橙汁与芦笋汁复配,最佳配方为:果蔬汁体积分数为 30%,其中 9 份为芦笋原汁,1 份为甜橙原汁;糖用量(质量分数)为 9%,酸用量(质量分数)为 0.2%,香精用量(质量分数)为 0.3‰。

关键词:芦笋;复合汁;热烫;酶法水解;配方

中图分类号 S 37

文献标识码:A

Optimization of Processing Technology and Ingredients of *Asparagus* Compounded Juice

SONG Xian-ju, ZHANG Min, XU Zhi-hui

(Key Laboratory of Food Science and Safety, Ministry of Education, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China)

Abstract: In this paper, a new technology for processing asparagus-orange compounded Juice was introduced and a new healthy beverage was developed. The optimum blanching temperature and time was 100 ℃ and 30 s, respectively. Through orthogonal design, the optimum technical conditions of enzymatic hydrolysis were summarized as follows: Cellulase amount of 0.08%, at pH 5 and temperature 40 ℃ for 30 min. And 0.06% pectinase was used to clarify asparagus juice. Asparagus juice was mixed with orange juice; the ingredient was 30% juice, in which asparagus juice and orange juice were used at ratios of 9 to 1, 9% sucrose, 0.2% citric acid, and 0.3‰ essence.

Key words: *Asparagus*; compounded Juice; blanching; enzymatic hydrolysis; ingredients

芦笋(*Asparagus officinalis*)又名石刁柏、龙须菜,是百合科天门冬属多年生的宿根性草本植物^[1]。芦笋含丰富的蛋白质、脂肪、碳水化合物、多种维生素、多种氨基酸,作为高级蔬菜深受人们推崇^[2]。据报道,芦笋能提高免疫功能,抑制肿瘤细胞的生长^[3],对癌症有一定的辅助疗效^[4]。

目前,我国在芦笋加工方面以生产罐头为主,只有少量的芦笋汁生产,但还没有芦笋复合汁生产。在有关芦笋饮料加工工艺的研究文献中,没有热烫和酶解工艺参数优化的研究报道。在芦笋复合汁的研究文献中,选用了苹果汁、芦荟汁、菠萝汁、桃汁与芦笋进行复配^[1,5-7],未见有关芦笋汁与

收稿日期 2006-03-21.

基金项目 江苏省农业攻关项目(BE2004353).

作者简介:宋贤聚(1973-),男,浙江兰溪人,食品科学与工程博士研究生。

通讯作者:张愍(1962-),男,浙江平湖人,教授,博导,主要从事农产品贮藏加工研究. Email: Min@sytu.edu.cn

在热烫过程中,VC 的损失主要是由于氧化和液相浸出造成的,而高温是第 2 个影响因素^[12]。从图 2 可看出,在试验的 3 个温度条件下,随着热烫时间延长,芦笋中 VC 因氧化和汁液浸出而造成的损失越多,残留量就越少;在相同的热烫时间下,热烫温度越高,VC 的破坏越多,残留量越少。

2.1.3 热烫工艺参数的确定 在不同温度条件下,过氧化物酶完全失活所需的时间以及 VC 的残留量如表 1 所示。由表 1 可知,随着热烫温度的降低,过氧化物酶完全失活所需的时间明显增加,VC 的残留量明显降低。这主要是因为热烫时间越长造成芦笋汁的流失也越多。在过氧化物酶完全失活的工艺条件中,选择短的热烫时间,有利于营养成分的保留。因此,确定最佳的热烫温度、时间分别是 100 ℃ 和 30 s。

表 1 不同热烫温度条件下过氧化物酶完全失活所需的时间和 VC 的残留量

Tab. 1 Peroxidase inactivation time and residual Vc at different blanching temperature		
热烫温度/℃	过氧化物酶完全失活所需的时间/min	100 g 芦笋 VC 残留量/mg
100	0.5	17.2
95	3	10.7
90	13	2.49

2.2 酶解工艺参数的确定

2.2.1 纤维素酶用量的确定 由于芦笋的纤维素含量较高,而且存放一段时间后的芦笋纤维素化特别严重,因此可以采用纤维素酶降解细胞壁中的纤维素,提高出汁率。实验采用纤维素酶液,用量以占芦笋匀浆的质量分数表示,选取 0.02%、0.04%、0.06%、0.08%、0.1%、0.12% 6 个水平,不加酶液作为对照。将纤维素酶液加入芦笋匀浆中混合均匀,然后在 45℃ 水浴中恒温保持 45 min,最后将酶解后的芦笋浆用 200 目筛网过滤,得到混浊的芦笋汁。纤维素酶用量对芦笋出汁率的影响见图 3。

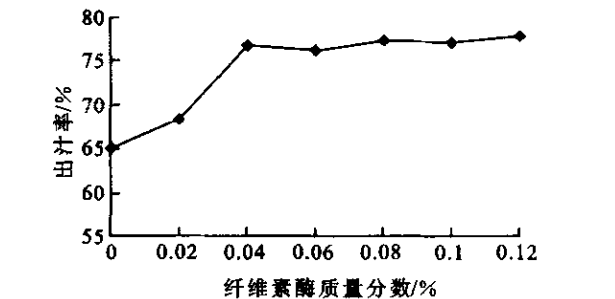


图 3 纤维素酶质量分数对出汁率的影响

Figure 3 Effect of cellulase amount on the juice yield

由图 3 可知,不加纤维素酶时,出汁率为 65%;纤维素酶用量为 0~0.04% 时,随纤维素酶用量的增加,出汁率有较大提高,当纤维素酶用量为质量分数 0.04% 时,出汁率超过 75%;而酶用量高于 0.04% 时,出汁率提高幅度不大。综合考虑出汁率和酶用量的成本因素,纤维素酶用量应控制在质量分数 0.04%~0.08% 之间。

2.2.2 正交试验确定最佳酶解工艺参数 在确定纤维素酶用量范围的基础上,对纤维素酶用量、pH 值、温度、时间进行四因素三水平正交试验,结果见表 2。

根据表 2 中 9 次试验的结果,得到芦笋的平均出汁率为 81.2%,比未用纤维素酶时的出汁率(65%)提高了 16.2%,芦笋的利用率明显提高。由级差分析可知,对出汁率影响最大的因素为 pH 值,其次为纤维素酶用量和温度,时间对出汁率的影响最小。最优的水平组合为:酶用量(质量分数)为 0.08%、pH 值为 5、温度为 40 ℃、时间为 60 min。由于时间对出汁率的影响最小,酶解时间延长将影响生产速度,故酶解时间选择 30 min。因此,最合理的酶解工艺参数为:酶用量(质量分数)为 0.08%、pH 值为 5、温度为 40 ℃、时间为 30 min。

表 2 酶解正交试验 L₉(3⁴)

Tab. 2 The results of the enzyme orthogonal test

试验号	A 纤维素酶 用量/%	B pH	C 温度/ ℃	D 时间/ min	出汁 率/%
1	0.04	4	50	45	77.94
2	0.06	4	40	60	84.2
3	0.08	4	45	30	86.47
4	0.04	5	45	60	85.2
5	0.06	5	50	30	78.26
6	0.08	5	40	45	89.45
7	0.04	6	40	30	75.2
8	0.06	6	45	45	76.46
9	0.08	6	50	60	77.89
K1	238.34	248.61	248.85	247.29	
K2	238.92	252.91	248.13	243.85	
K3	253.81	229.55	234.09	239.93	
R	16.47	23.36	14.76	7.36	

2.3 果胶酶用量的确定

为了能够得到更澄清的芦笋汁,以利于饮料的稳定性,纤维素酶酶解后得到芦笋的混浊汁还需用果胶酶进行处理。果胶酶用量选取 8 个水平,不加酶液作为对照,其他条件分别选为 pH 4.2,酶解温度 40 ℃,酶解时间 2 h。果胶酶酶解后取上层清液,用紫外分光光度计在 620 nm 处测透光度。果胶酶用量对透光度的影响见图 4。

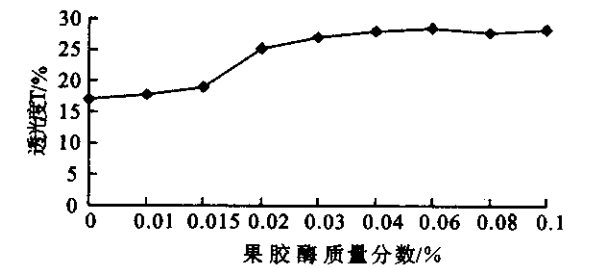


图 4 果胶酶质量分数对芦笋汁透光度的影响
Fig.4 The effect of the pectinase amount on the percent transmission

从图 4 可看出,果胶酶用量加大到质量分数 0.06% 之后,透光度就没有明显的变化,表明果胶酶用量加大到质量分数 0.06% 时,酶的作用底物已经接近充分降解,再增加酶的用量也不能明显提高芦笋汁的澄清度。因此,可以确定果胶酶的用量为质量分数 0.06%。

2.4 实际配方的确定

先通过单因素分析确定糖用量、酸用量和芦笋汁与果汁的配比,再进行正交试验,通过感官评定的方法确定最佳的配方。正交试验的感官评定从酸甜度、芦笋味、气味和总体评价 4 个指标进行评定,每个指标分好、一般和差 3 个等级,分别计 6~5、4~3 和 2~1 分,以 4 个指标的得分总和作为评比芦笋复合汁配方优劣的指标。请 10 个具有良好专业知识的人员参加感官评定,对以上 4 个指标进行评分。试验发现,芦笋原汁用量少,芦笋的风味很淡,而芦笋原汁用量高,则成本过高,综合考虑口感和成本,芦笋原汁和橙汁的总用量控制在质量分数 30%。

2.4.1 糖对芦笋汁饮料口感的影响 甜味是影响芦笋汁口感的重要因素之一。为了确定合适的蔗糖用量范围,蔗糖用量(质量分数)选择 8%、9%、10%、11%、12% 5 个水平。其他因素分别选:芦笋原汁的用量 30%,柠檬酸的用量(质量分数)为 0.2%。通过感官评定,选出合适的蔗糖添加范围。结果见表 3。

糖用量(质量分数)为 8% 时,口感偏酸,体现不

出芦笋汁清淡柔和的口感;蔗糖用量(质量分数)为 12% 时,口感偏甜;蔗糖用量(质量分数)为 9%~11% 时,酸甜适宜,口感柔和。因此,蔗糖用量(质量分数)在 9%~11% 之间比较合适。

表 3 糖用量对口感的影响

Tab.3 The effect of sucrose dosage on the taste				
试验号	芦笋汁质量分数/%	柠檬酸质量分数/%	蔗糖质量分数/%	口感
1	30	0.3	8	偏酸
2	30	0.3	9	适合
3	30	0.3	10	适合
4	30	0.3	11	适合
5	30	0.3	12	偏甜

2.4.2 酸对芦笋汁饮料口感的影响 有机酸对芦笋汁饮料口感的影响也非常大。为了确定合适的柠檬酸用量范围,柠檬酸的用量(质量分数)选择 0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5% 5 个水平。其他因素分别选:芦笋原汁的用量(质量分数)30%,蔗糖的用量(质量分数)10%。通过感官评定,选出合适的柠檬酸添加范围。结果见表 4。

表 4 酸用量对口感的影响

Tab.4 The effect of citric acid dosage on the taste				
试验号	芦笋汁质量分数/%	蔗糖质量分数/%	柠檬酸质量分数/%	口感
1	30	10	0.1	偏甜
2	30	10	0.2	适合
3	30	10	0.3	适合
4	30	10	0.4	适合
5	30	10	0.5	偏酸

柠檬酸用量(质量分数)在 0.1% 时,口感偏甜;柠檬酸用量(质量分数)在 0.5% 时,口感偏酸;柠檬酸用量(质量分数)在 0.2%~0.4% 时,酸甜可口。因此,比较合适的柠檬酸用量(质量分数)在 0.2%~0.4% 之间。

2.4.3 芦笋汁与橙汁用量配比的确定 芦笋汁与果汁的用量配比也是影响芦笋复合汁口感的重要因素,合适的配比能使芦笋复合汁饮料既有比较好的口感,又能保持有芦笋的风味。实验添加蔗糖、柠檬酸和果蔬汁的量分别为质量分数 10%、0.3% 和 30%,其中芦笋原汁与甜橙原汁分别以体积比 9:1、8:2、7:3、6:4、5:5 配合。用感官评定法,

选出有芦笋清香味的配比范围。结果见表 5。

由表 5 可以看出 ,芦笋汁与甜橙汁的体积比 6 : 4 和 5 : 5 时 ,甜橙味浓 ,芦笋味淡 ,体现不出芦笋汁特有的风味 ;两者体积比为 9 : 1、8 : 2 和 7 : 3 时 ,芦笋风味浓 ,又带有甜橙的香味。因此 ,两者比较合适的体积比为 9 : 1、8 : 2、7 : 3。

表 5 芦笋汁与橙汁配比对口味的影响
Tab. 5 The effect of the ratio of two juice on the taste of compounded juice

试验号	柠檬酸 质量 分数/%	蔗糖 质量 分数/%	芦笋汁 与橙汁 体积比	口感
1	0.3	10	9: 1	浓郁
2	0.3	10	8: 2	较浓
3	0.3	10	7: 3	一般
4	0.3	10	6: 4	较淡
5	0.3	10	5: 5	无

2.4.4 复合果蔬汁的配方确定 为了得到最佳配方 ,在以上单因素实验的基础上 ,对蔗糖用量、柠檬酸用量、芦笋汁与橙汁体积比以及香精用量进行四因素三水平的正交试验 ,结果见表 6。

由表 6 结果可以看出 ,各因素对口感的影响程度依次为 :芦笋汁与橙汁体积比 > 蔗糖用量 > 柠檬酸用量 > 香精用量。感官评定人员对此饮料最关注是否有芦笋风味 ,其次是糖和酸 ,糖和酸对口感的影响程度十分接近。最优水平组合为 :芦笋原汁和橙汁体积比为 9 : 1 ,糖用量(质量分数)为 9% ,酸用量(质量分数)为 0.2% ,甜橙香精用量(质量分数)为 0.3‰。由于芦笋原汁和橙汁的总用量控制在质量分数 30% ,配比为体积比 9 : 1 ,所以芦笋原汁的添加量为质量分数 27% ,甜橙原汁的添加量为质量分数 3%。按此组合生产的芦笋复合汁色泽淡黄 ,有浓郁的芦笋清香 ,酸甜可口 ,口感柔和 ,其可溶性固形物质量分数为 10.5% ,酸度(质量分数)为 0.25% ,pH 为 3.3 左右。

参考文献(References) :

[1] 顾振新 ,张建惠. 芦笋弃料的营养价值和开发利用研究 [J]. 南京农业大学学报 ,1994 ,17(2) :111 - 117.
Gu Zheng-xin , Zhang Jian-hui. Nutritional value and development study of asparagus waste materials[J]. **Journal of Nanjing agricultural University** ,1994 ,17(2) :111 - 117.(in Chinese)
[2] 闫雪冰. 谈芦笋的营养价值及功效 [J]. 山西食品工业 ,1994(3) 34 - 36.

表 6 复合果蔬汁配方的正交试验 L₉(3⁴)
Tab. 6 The results of the orthogonal test of compounded juice formula

试验号	蔗糖 质量 分数/%	柠檬酸 质量 分数/%	芦笋汁 与橙汁 体积比	香精 质量 分数/‰	口感
1	9	0.2	9 : 1	0.3	22.6
2	10	0.2	7 : 3	0.2	15.2
3	11	0.2	8 : 2	0.4	13.3
4	9	0.3	8 : 2	0.2	11.4
5	10	0.3	9 : 1	0.4	14
6	11	0.3	7 : 3	0.3	15
7	9	0.4	7 : 3	0.4	15.8
8	10	0.4	8 : 2	0.3	9.8
9	11	0.4	9 : 1	0.2	17.7
K1	49.8	51.1	46	44.3	
K2	39	40.4	34.5	47.4	
K3	46	43.3	54.3	43.1	
R	10.8	10.7	19.8	4.3	

3 结 论

为提高产品品质 ,热烫是很重要的一步 ,热烫的最佳工艺参数为 100 ℃ 下热烫 30 s。通过单因素分析和正交试验 ,确定纤维素酶处理的最佳工艺参数 :纤维素酶用量(质量分数)为 0.08% ,pH 值为 5 ,温度为 40 ℃ ,时间为 30 min。利用果胶酶提高芦笋汁的澄清度和稳定性 ,果胶酶最佳用量(质量分数)为 0.06%。通过单因素分析和正交试验 ,确定芦笋复合汁的最佳配方为 :果蔬汁质量分数 30% (其中 9 份为芦笋原汁 ,1 份为甜橙原汁) ,糖用量(质量分数)为 9% ,酸用量(质量分数)为 0.2% ,香精用量(质量分数)为 0.3‰。最终的产品是一种既有良好口味又有丰富营养的果蔬复合饮料。

Yan Xue-bing. Talking about the nutritional value and function of asparagus[J]. **Shanxi Food Industry** ,1994 (3) 34 – 36.(in Chinese)

[3] Shao Y ,Chin C K ,Ho C H ,et al. Anti-tumor activity of the crude saponins obtained from asparagus[J]. **Cancer Letters** ,1996 , 104 (1) 31 – 36.

[4] 叶木荣 ,李锐 ,廖惠芳 ,等. 芦笋汁的药理研究[J]. 中国中药杂志 ,1994 ,19(4) :240 – 242.
Ye Mu-rong , Li Rui , Miao Hui-fang. Drug use study of asparagus juices[J]. **Journal of Chinese Medicine** ,1994 ,19(4) 240 – 242.(in Chinese)

[5] 顾振新 ,吕凤霞 ,陈元民 ,等. 复合芦笋汁加工工艺研究[J]. 食品工业科技 2001 22(1) 55 – 57.
Gu Zheng-xin , Liu Feng-xia , Chen Yuan-min , et al. Study of processing technology of asparagus compounded juice[J]. **Science and Technology of Food Industry** ,2001 ,22(1) 55 – 57.(in Chinese)

[6] 姚晓敏 ,顾文祥 ,顾蓉芳. 芦笋芦荟复合饮料的研制[J]. 食品与发酵工业 2001 27(4) 43 – 46.
Yao Xiao-min , Gu Wen-xiang , Gu Rong-fang. The study on mixed drink production from *Asparagus officinalis* linu juice and aloe juice[J]. **Food and Fermentation Industries** ,2001 ,27(4) 43 – 46.(in Chinese)

[7] 张素华 ,夏艳秋 ,朱强. 芦笋营养成分分析与加工品质改善的研究[J]. 食品工业科技 2002 23(6) :16 – 18.
Zhang Su-hua , Xia Yan-qiu , Zhu Qiang. Study on analyzing of *Asparagus nutrient contents and improving of processed quality* [J] **Science and Technology of Food Industry** ,2002 ,23(6) :16 – 18.(in Chinese)

[8] 黄伟坤. 食品检验与分析[M]. 北京 :轻工业出版社 ,1989.

[9] 程宏. 几种蔬菜漂烫后过氧化物酶活性的测定[J]. 冷饮与速冻食品工业 ,1997 (2) :15 – 16.
Cheng Hong. Mensuration of peroxide activity of a few blanched vegetables[J]. **Beverage and Fast Frozen Food Industry** , 1997(2) :15 – 16.(in Chinese)

[10] Lopez M A A ,Rojas R M ,Cosano G I ,et al. Nutritional changes in the essential trace elements content of asparagus during industrial processing[J]. **Food Research International** ,1999 32 (7) 479 – 486.

[11] 王璋. 食品酶学[M]. 北京 :轻工业出版社 ,1990.

[12] Fennema O R. Food Chemistry[M]. New York :Marcel Dekker ,Inc. ,1996.

(责任编辑 :杨 萌)