

文章编号:1009-038X(2004)06-0081-04

甘蓝复合汁工艺参数的确定

顾小璐¹, 张 慤¹, 孙金才²

(1. 江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214036; 2. 海通食品集团股份有限公司, 浙江 慈溪 315300)

摘要: 利用脱水蔬菜厂的甘蓝下脚料, 经超滤澄清与苹果汁复合, 开发出一种甘蓝、苹果复合汁饮料。通过研究不同热烫时间、温度对还原 VC 和不同酶解条件(酶用量、酶配比、pH 值、时间和酶解温度)对出汁率与粘度的影响, 采用正交试验确定了最佳酶解工艺为: 质量分数 0.06% 的纤维素酶用量, 物料: 酶质量比 30:1, pH 值 5.5, 酶解时间 40 min, 温度 45 ℃。

关键词: 甘蓝; 复合汁; 热烫; 酶解

中图分类号: TS 275.5

文献标识码: A

The Technology of *Brassica oleracea* Compounded Juice

GU Xiao-lu¹, ZHANG Min¹, SUN Jin-cai²

(1. School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China; 2. Haitong Food Group Company, Cixi 315300, China)

Abstract: For making full use of *Brassica oleracea* waste from dehydrated vegetable factory, a new technology for processing *Brassica oleracea*-apple compounded juice, which was clarified by UF and then compounded with apple juice, was introduced. The effect of blanching time, temperature on the reduced VC and enzymatic hydrolysis condition on yield of juice and viscosity were studied in this paper. Through orthogonal experiments, the optimum technical conditions of enzymatic hydrolysis were summarized as followings: cellulase amount of 0.06%, with cellulase to pectinase ratio 30:1, pH 5.5, and enzymatic hydrolysis at 45 ℃ for 40 min.

Key words: *Brassica oleracea*; compounded juice; blanching; enzymatic hydrolysis

近年来,我国软饮料行业发展迅猛,特别是果蔬汁复合型饮料受到市场的欢迎。随着消费者的消费心理、消费行为日趋成熟,人们要求饮品口感美味、健康、营养、科学。本研究正是适应了这种市场的需求和饮料发展的趋势。

甘蓝(*Brassica oleracea*)为十字花科植物,全国各地均有栽培,资源丰富,现代医学、营养学表

明,甘蓝中除蛋白质、脂肪、矿物质钙、磷、铁外还含有丰富的维生素,其中维生素 C 和维生素 P 含量尤为突出,在蔬菜中名列前茅。研究表明,甘蓝中含有多酚类的吲哚类物质,而吲哚对癌细胞有很强的抑制作用,因此甘蓝具有一定抗癌作用^[1]。在国外,关于甘蓝饮料的研制早有相关报道,我国甘蓝多用于腌渍类和脱水蔬菜。在脱水蔬菜厂中只利用甘蓝叶

收稿日期:2003-08-12; 修回日期:2004-04-05.

作者简介:顾小璐(1977-),女,江苏无锡人,食品科学硕士研究生。

片部分,近 2/3 的茎及菜心部分被丢弃,造成大量原料浪费及环境污染。研究发现,该茎及菜心部分营养成分丰富。为充分利用资源和保护环境,本试验以甘蓝的茎、菜心为原料进行了复合汁加工工艺的研究。

1 材料与方 法

1.1 材 料

甘蓝(品种为“和尚头”)购于无锡菜市场;复配所用苹果汁由浙江海通公司提供;纤维素酶 Viscozyme L 和果胶酶 Pectinex Ultra SP-L,均购自 NOVO Nordisk Ferment, Ltd 公司;试验所用其它分析试剂均为分析纯。

1.2 仪器和设备

阿贝折光仪:上海精密科学仪器有限公司制造;平氏粘度计:浙江椒江玻璃仪器厂制造;752 型紫外分光光度计:上海科学精密仪器有限公司制造;TDL-60B 离心机:上海安亭科学仪器厂制造;DS-1 高速组织捣碎机:上海标本模型厂制造;超滤装置:上海亚东核级树脂有限公司制造。

1.3 方 法

总糖的测定:蒽酮比色法^[2];纤维素的测定:酸性洗涤法^[2];还原 VC 测定:2,6-二氯酚酚滴定法^[2],测定 100 g 甘蓝中还原性 VC 含量;澄清度:室温下 752 型紫外分光光度计于 650 nm 处测 T% 值;酒精实验:测定果汁中果胶含量及其水解程度。将 5 mL 果汁加入一放有 10 mL 酒精的试管中,经 3 h 后观察其絮凝量。

相对粘度测定:指与纯水粘度的比值,40 ℃ 条件下测定。

$$\text{出汁率} = [(m - m_0) / m_1] \times 100\%$$

式中: m 为酶解后所得蔬菜汁质量; m_0 为加入水的质量; m_1 为投入原料的质量。

1.4 工 艺 流 程

甘蓝→挑选(茎,菜心)→清洗→切片→热烫→破碎→酶解→灭酶→过筛→离心→超滤→调配→高温瞬时灭菌→PET 热灌装→二次灭菌→成品

↑
纯苹果汁

2 结果与讨论

2.1 原料成分分析

表 1 分别列出叶片及茎、菜心的几种成分。可以看出,两者的纤维素含量有明显差异,还原性 VC 在茎、菜心中的含量远比叶片中丰富。

表 1 原料成分测试结果
Tab. 1 The determined material component

测定项目	水分质量分数/%	总糖质量分数/%	纤维素质量分数/%	还原性 VC 质量/mg
叶片	82.12	4.71	9.97	41.72
茎、菜心	84.56	3.24	11.89	62.35

2.2 不同热烫温度和时间对甘蓝还原 VC 含量的影响

热烫不仅破坏原料中酶活性,还可以杀死微生物及虫卵,热烫后的原料膨压下降,还有利于以后加工工序的进行。理论上讲温度越高热烫所需时间越短,还原 VC 损失越少。在热水漂烫时,以采用短时高温少接触空气为好,而热烫温度最好在 82 ℃ 以上,足以快速钝化酶的活性,热烫后要迅速冷却^[3]。

在 90,95,100 ℃ 的水中进行热烫,一定时间间隔取出测还原 VC 含量,当组织透明,用愈创木酚检验无颜色变化时(体积分数 1.5% 愈创木酚酒精液及 3% 的 H₂O₂ 等量混合)表明过氧化物酶已失活,迅速在冷水中冷却,结果见图 1。

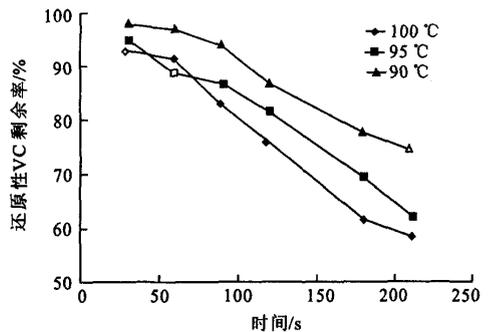


图 1 不同温度下时间对还原 VC 的影响

Fig. 1 The effect of time on the reduced Vitamin C under different heating temperature

不同温度条件下需不同时间的热烫,当用愈创木酚检验没有颜色变化时,甘蓝中还原 VC 含量有明显差异。图 1 中实心点所成线为在 90,95,100 ℃ 下还原 VC 的剩余率,空心点表示在该温度下愈创木酚检验无颜色变化即过氧化物酶完全失活。从图中可知,甘蓝的热烫温度越低则达到目的时所需热烫时间就越长,VC 溶于水中的量也越多,保存率低,而时间短,不易使酶彻底失活。90 ℃ 的热烫曲线在 90 s 之前 VC 的损失量下降缓慢平稳,30 s 和 60 s VC 剩余率基本持平,90 s 之后下降幅度较大。有报道甘蓝中的 VC 比较特别,在加热情况下其所含 VC 不会遭破坏的情况减少,反而还会增加,这是由于 VC 络合物可转化为 VC 的关系^[8]。90 ℃ 热烫

曲线的特异性可能正是此原因。另外,95℃及100℃对VC的破坏随时间下降幅度相近,有可能是温度太高,VC被破坏的速度大于其络合物转化速度。从过氧化物酶失活的情况分析,在90℃时需210s才使酶彻底失活,VC保存率仅为73%;95℃需60s,保存率为88.5%;100℃需30s,保存率为92.8%。在95℃和100℃时VC保存率相差并不大,但是热烫温度过高时不仅能耗大,而且其它营养物质的流失也大^[4]。因此确定最佳热烫温度、热烫时间分别为95℃和60s。

2.3 不同酶解条件对出汁率和粘度的影响

高等植物细胞壁和细胞膜是由果胶物质、纤维素、蛋白质等物质构成,通常情况下难以破碎,汁液不易流出。纤维素酶可以催化纤维素水解,使其增溶及糖化,再在果胶酶、半纤维素酶等共同作用下使细胞内液体易于释放,可提高果蔬的出汁率,增加产量,并使产品具有一定的澄清度,使其后的加工变得容易^[5]。本试验采用NOVO公司生产的两种复合酶[Scozyme L(纤维素酶)和Pectinex Ultra SP-L(果胶酶)],利用它们的协同配合作用降解细胞壁中网状结构,使大分子长链的原果胶分解为低分子的果胶、低聚半乳糖醛酸和半乳糖醛酸。

2.3.1 最适反应温度及纤维素酶量的确定 两种酶的最适反应温度在40~55℃之间,且暂定纤维素酶质量分数为0.01%,酶质量比30:1,pH值5.0,时间30min,确定反应温度见图2。

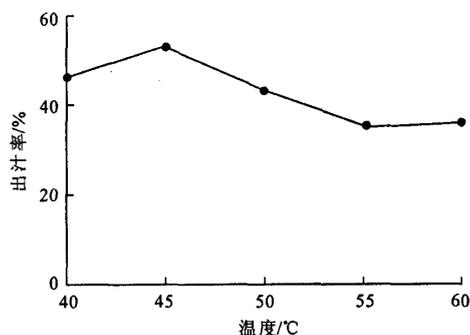


图 2 酶解温度对出汁率的影响

Fig. 2 The Effect of reaction temperature of enzyme on yield of juice

由图2可以看出,随温度的升高出汁率先升高,在45℃之后开始下降,说明45℃是两种酶联合反应时的最适温度。图3为纤维素酶的用量对出汁率及粘度的影响。Scozyme L酶为一种复合纤维素酶,所含少量的果胶酯酶对出汁率及将不溶或难溶物质降解为可溶大分子都有贡献,此时不论是出汁率还是粘度都会上升。当再增加酶量就会催化大

分子物质转化为小分子物质,使粘度下降。由于相对粘度高的产品贮藏性能稳定,由图3可知,纤维素酶量在质量分数0.04%~0.06%之间较为理想。纤维素酶和果胶酶的最适反应温度均在40~60℃之间。温度对出汁率的影响见图3。

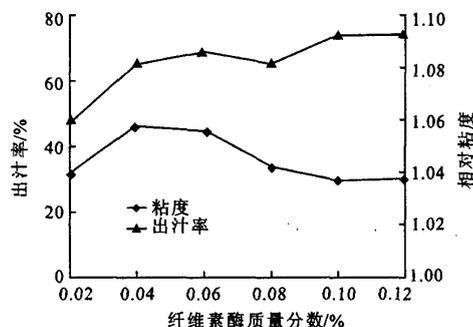


图 3 纤维素酶量对出汁率及粘度的影响

Fig. 3 The Effect of the amount of cellulase on yield of juice and viscosity

2.3.2 正交试验确定酶解最佳反应参数 由以上单因素实验比较确定在温度45℃下以纤维素酶量、两种酶的配比、pH值及时间为四因素进行L₉(3⁴)正交试验,结果见表2。酶法工艺制得的甘蓝汁出汁率平均为77.23%,比未用酶时提高了30%,甘蓝的利用率大大提高。试验结果经表3极差分析可知,对于出汁率、粘度,纤维素酶的用量相关性最大,酶配比影响其次。选择工艺参数为:质量分数为0.06%纤维素酶用量,物料:酶质量配比为30:1,pH值为5.5,酶解时间为40min。酶解后汁液加热至90℃保持3min灭酶,在冷水中冷却,3000r/min离心10min超滤。

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 质量分数/%	B 两种酶 质量比	C pH 值	D 时间/ min	出汁 率/%	相对 粘度
1	0.04	20:1	5.5	50	76.25	1.012
2	0.04	30:1	6.0	30	73.92	1.014
3	0.04	40:1	5.0	40	75.48	1.010
4	0.05	20:1	5.0	30	79.37	1.013
5	0.05	30:1	5.5	40	78.16	1.021
6	0.05	40:1	6.0	50	80.01	1.011
7	0.06	20:1	6.0	40	81.35	1.014
8	0.06	30:1	5.0	50	79.80	1.025
9	0.06	40:1	5.5	30	78.64	1.021

表2所示,酶法工艺制得的甘蓝汁出汁率平均

为 77.23%，比未用酶时提高了 30%，甘蓝的利用率大大提高。试验结果经表 3 极差分析可知，对于出汁率、粘度，纤维素酶的用量相关性最大，酶配比影响其次。选择工艺参数为：质量分数 0.06% 纤维素

酶用量，物料：酶质量比为 30 : 1，pH 值为 5.5，酶解时间为 40 min。酶解后汁液加热至 90 °C 保持 3 min 灭酶。

表 3 正交试验极差分析
Tab. 3 Orthogonal design and results

K 值	出汁率/%				相对粘度			
	A	B	C	D	A	B	C	D
K1	225.65	236.97	234.65	231.93	3.036	3.039	3.048	3.048
K2	237.54	231.88	233.05	234.99	3.045	3.060	3.054	3.045
K3	239.80	234.13	235.28	237.06	3.060	3.042	3.039	3.048
k1	75.22	78.99	78.22	77.31	1.012	1.013	1.016	1.016
k2	79.18	77.29	77.68	78.33	1.015	1.020	1.018	1.015
k3	79.93	78.04	78.43	78.69	1.020	1.014	1.013	1.016
R	4.71	1.70	0.75	1.38	0.008	0.006	0.005	0.001

2.4 超滤制取甘蓝清汁

超滤系统可以将形成浊度的成分如蛋白质、果胶碎块、单宁、纤维素等截留住，并在滤汁中保留原汁中的主要营养成分及风味，还可省去加入过滤剂、助滤剂等物质，避免将杂质带入汁中；同时超滤还能起到除菌作用^[6]。甘蓝中的单宁等多酚类物质较多，有青菜所特有的青涩味，难以接受，而且在今后的贮藏过程中容易褐变。本试验采用超滤膜截留相对分子质量为 10 000。经超滤后的甘蓝汁不仅澄清度明显提高，且具有相对持久稳定的色泽和透明度，风味也大大改善，结果见表 4。由表可知，超滤前后总糖、总酸、还原性 VC 都能较好的通过超滤膜，透过率皆在 90% 以上。酒精试验证明，果胶分子已基本被截留住，风味色泽的明显改变说明超滤膜能有效吸附色素物质及多酚类物质等。另外在灭酶中可能有部分酶并未完全失活，在超滤中可有效去除^[7]。

2.5 甘蓝汁与苹果汁复配结果

苹果性甘凉，营养丰富，甘蓝味甘、清淡，经超滤后更是透明无色。经超滤的甘蓝汁仍有少许青涩味难以除去，苹果汁可很好的加以掩盖。其配方（质量分数）为：甘蓝汁 30%，苹果汁 15%，异 VC-钠 0.15%，蜂蜜 1%，蔗糖 7%，柠檬酸 0.2%，调至酸度 pH 值 3.4，糖度为 8 °Bx。复配后即可得到较好的颜色、香气及口感。复合汁经高温瞬时灭菌（115 °C，3 s），使出口温度 80 °C，PET 瓶罐装，于

80 °C 进行二次杀菌，包装后即成成品。

表 4 甘蓝汁超滤前后理化指标变化

Tab. 4 The parameter change of Brassica oleracea juice after UF

指标	超滤前	超滤后
澄清度/O. D _{650nm}	72.6	99.7
总糖质量分数/%	5.12	4.99
总酸质量分数/%	0.187	0.182
还原 VC 质量/mg	21.36	20.01
pH 值	4.29	4.31
酒精实验(絮凝量)	+	-
可溶性固形物/°Bx	4.0	3.8
风味	“青”味重，涩口	无明显不良风味

注：酒精实验：+表示有少量沉淀；-表示无沉淀。

3 结论

本试验原料采用甘蓝菜心、茎等部位。为保证热烫充分，切片厚度为 3~5 mm，热烫条件为 95 °C，60 s。以纤维素酶、果胶酶进行酶解，经正交试验得其最佳反应条件为：质量分数 0.06% 纤维素酶用量，物料：酶质量比 30 : 1，pH 值 5.5，酶解时间 40 min，温度 45 °C。酶解后甘蓝汁经超滤与苹果汁复配，PET 瓶罐装。

(下转第 95 页)

酶活再生比较大,而热烫 4 min 以后的酶活再生量才显著减小;热烫 4 min 时,蒲菜的剪切强度与原料蒲菜没有明显差异,热烫 2, 3, 4 min 的蒲菜剪切功之间没有明显区别,而热烫超过 4 min 后,蒲菜色泽开始劣变(见图 4)。综合以上因素,作者初步确定热烫时间为 4 min。

据报道^[6],加工果蔬只有在其中的过氧化物酶

的残留酶活降低到 5% 以下时才能获得良好的品质。实验表明(见图 4),即使热烫 10 min 的蒲菜,在 20 ℃ 下贮藏 2 d 后其过氧化物酶的残留酶活仍然达到了 9.08%,在 37 ℃ 时贮藏 2 d 后其过氧化物酶的残留酶活达到了 9.88%。因此要保持加工后蒲菜良好的色泽和气味,后续的加工处理和贮藏条件仍然非常重要。

参考文献:

- [1] 柯卫东. 蒲菜资源及分类研究[J]. 长江蔬菜, 1998, (5): 26-27.
- [2] 韩涛. 果实和蔬菜中的过氧化物酶[J]. 食品与发酵工艺, 1999, 26(1): 69-73.
- [3] 王璋. 食品酶学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1988.
- [4] B. 施特马赫. 酶的测定方法[M]. 钱嘉源译. 北京: 中国轻工业出版社, 1990.
- [5] 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.
- [6] Derek R Haisman. The interracial factor in the heat-induced conversion of chlorophyll to pheophytin in green leaves [J]. J Sci Fd Agric. 1975, 26: 1111-1126.

(责任编辑: 杨勇)

(上接第 84 页)

参考文献:

- [1] 杨桂馥, 罗瑜. 现代饮料生产技术[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1998.
- [2] 罗平. 饮料分析与检测[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1993.
- [3] 陈锦屏. 果品蔬菜加工学[M]. 西安: 陕西科教书出版社, 1990. 79-81.
- [4] 吴彩娥, 刘亚. 热烫对蔬菜中 VC 保存率的影响[J]. 山西农业大学学报, 1997, 17(1): 33-36.
- [5] 杨玉玲. 酶技术在果蔬汁饮料中的应用[J]. 江苏食品与发酵, 1998, (2): 25-29.
- [6] Isabella Montenegro Brasil, Geraldo Arraes Maia. Physical-chemical change during extraction and clarification of guava juice[J]. Food Chemistry, 1995, 54(4): 383-386.
- [7] Vural Gokmen, Zandtie Rorneman, Herry H Nijhuis. Improved ultrafiltration for color reduction and stabilization of apple juice[J]. Journal of Food Science, 1998, 63(3): 504-507.

(责任编辑: 杨勇)