

脱水芹菜干前预处理工艺的实验研究

王辰,张媛

(长江大学生命科学学院,湖北荆州 434025)

摘要:为了提高脱水芹菜的感官品质与复水比,对烫漂液的组成与芹菜脱水干燥前的浸泡工艺进行了研究。正交实验显示,芹菜在 1% Na_2CO_3 + 500mg/L $\text{Zn}(\text{CHCOO})_2$ 混合护色溶液中于 95~100℃ 烫漂 1min,然后在 8% NaCl + 8% $\beta\text{-CD}$ + 0.15% CaCl_2 混合液中浸泡处理 16min。预处理后的芹菜经过热风干燥具有较好的感官品质与复水特性。

关键词:芹菜,护色,脱水处理,复水性

Experimental study on the pretreatment technology for the dehydration of celery

WANG Chen,ZHANG Yuan

(College of Life Science,Yangtze University,Jingzhou 434025,China)

Abstract:In the hope of finding a good method of improving the sensory quality and the rehydration ratio of dehydrated celery,composition of blanching solution and pre-dehydrating treatment technology of celery was studied.The orthogonal experiment showed that the optimal technological condition was to blanch celery in the color retention solution of 1% Na_2CO_3 + 500mg/L $\text{Zn}(\text{CHCOO})_2$ at 95~100℃ for 1.0minute,and then to soak in the solution of 8% NaCl + 8% $\beta\text{-CD}$ + 0.15% CaCl_2 for 16minutes.The fresh celery,after pre-dehydrating treatment,was finally dried using hot air to produce dehydrating celery with better sensory quality and the rehydration characteristic.

Key words:celery;color retention;dehydrating treatment;rehydration characteristic.

中图分类号:TS255.36

文献标识码:B

文章编号:1002-0306(2010)02-0286-04

芹菜(*Apium graveolens L.*)属伞形花科的二年生蔬菜^[1],含有丰富类黄酮、酚酸、花色苷化合物,具有抗衰老、预防心血管疾病和防癌抗癌的功效^[2]。芹菜含水量高,不耐贮藏,脱水处理芹菜对保持芹菜的品质与延长存放期有重要意义。蔬菜加工过程中,叶绿素降解是由于加工条件造成组织破坏引起的,如加热、降低 pH 等导致蛋白-脂质膜的崩溃及叶绿素-蛋白复合体的释放,造成叶绿素分解。目前,关于芹菜榨汁过程中的叶绿素保护主要有沸水烫漂^[3]、碱液烫漂^[4]、碱液浸泡与金属离子护色烫漂^[5]、碱液与 EDTA 溶液联合浸泡等技术^[6],不同的护色技术在芹菜干燥过程中表现的效果不同,对脱水芹菜的品质也有不同的影响。实验比较了几种芹菜护色方法对脱水芹菜品质的影响,通过正交实验对提高脱水芹菜品质与复水性能的预处理条件进行了研究。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

旱芹 产于荆州市太湖农场; CaCl_2 、 ZnAc_2 、 NaHSO_3 、 NaCl 、抗坏血酸、草酸、2,6-二氯靛酚钠盐、丙酮、愈创木酚等 均为分析纯。

收稿日期:2009-04-10

作者简介:王辰(1965-),男,副教授,研究方向:农产品加工与保藏技术。

基金项目:湖北省教育厅(A类)重点项目(D200712007)。

722 型分光光度计 上海精密科学仪器有限公司产品;101A-1 型干燥箱 上海市实验仪器总厂产品。

1.2 实验方法

1.2.1 工艺流程 原料→挑选和清理→洗涤→切分→护绿→烫漂→漂洗→浸泡→清洗→干燥

1.2.2 操作要点

1.2.2.1 原料清理 选择无虫害、无损伤的新鲜芹菜。去除芹菜的枯叶、烂叶、虫蛀叶等,切段为 8~10cm。

1.2.2.2 烫漂 在不同温度烫漂对芹菜灭酶处理,确定热烫时间。

1.2.2.3 护绿处理 比较 4 种护色方法即 1% NaCl 、500mg/L $\text{Zn}(\text{CHCOO})_2$ 溶液烫漂,0.5% NaHCO_3 溶液烫漂,2.0% Na_2CO_3 浸泡 5min,200mg/L EDTA 浸泡 10min 后烫漂与热水烫漂对脱水芹菜品质的影响。

1.2.2.4 浸泡 在一定的 $\beta\text{-CD}$ 、 CaCl_2 、 NaCl 混合溶液中浸泡处理。

1.2.2.5 干燥 先于 85℃ 烘 2h,使芹菜水分含量降至 30% 以下,再于 50℃ 烘至水分含量 8%。

1.3 测定方法

1.3.1 过氧化物酶(POD)活性的测定 采用愈创木酚比色法^[7]。

1.3.2 叶绿素含量测定 采用比色法^[7]。芹菜的鲜样含水量为 92.4%,干样含水 8.0%,相当质量鲜样的叶绿素保存量为芹菜干样测得的叶绿素含量乘以折

表3 不同护色处理对脱水芹菜叶绿素与感官品质的影响

护色方法	指标	烫漂条件		
		95~100℃, 1min	90~95℃, 2min	80~90℃, 3min
1% Na ₂ CO ₃ , 500mg/L Zn(CHCOO) ₂ 溶液烫漂	叶绿素保存率(%)	84.4	80.3	76.1
	感官品质	25	22	17
0.5% NaHCO ₃ 溶液烫漂	叶绿素保存率(%)	80.2	73.6	70.3
	感官品质	21	18	14
2.0% Na ₂ CO ₃ 浸泡 5min, 200mg/L EDTA 浸泡 10min 后烫漂	叶绿素保存率(%)	86.9	87.2	66.5
	感官品质	25	23	16
热水烫漂	叶绿素保存率(%)	70.2	62.7	54.5
	感官品质	15	9	9

减系数 K, $K = (1 - 92.4\%) / (1 - 8.0\%) = 0.083$ 。20g 鲜样干燥后的叶绿素含量 (mg/100g) 转化为相当质量鲜样的叶绿素保存量, 与 20g 鲜样叶绿素含量 (mg/100g) 的比值, 定为叶绿素保存率。

1.3.3 感官品质测定 感官品质包括颜色、外观的同一性和褶皱情况^[8]。评价方法见表 1。

表 1 感官评价的评价值(Y)

品质	评价标准值(分)
颜色(λ_1)	绿色(4), 绿黄(3), 微绿黄(2), 褐色(1)
外观的同一性(λ_2)	基本同一(3), 轻微同一(2), 不具同一性(1)
褶皱状况(λ_3)	基本无(3), 很少(2), 多(1)

注: 总值 = 31(分) $Y = 4\lambda_1 + 3\lambda_2 + 2\lambda_3$ 。

1.3.4 复水率 把干燥后的样品放入 20℃ 适量的蒸馏水中浸泡 30min, 然后取出样品, 让其达到平衡后, 记录恒重时的值为复水后的重量, 计算复水率^[8]。

综合评价: 以感官品质和复水率为质量指标进行综合评价, 权重 α 分别取 0.6、0.4, 采用综合评价^[9]。

2 结果与分析

2.1 不同温度烫漂处理对芹菜过氧化物酶(POD)活性的影响

绿色蔬菜受热时, 由于脂蛋白凝固而使叶绿素失去保护作用, 叶绿素与植物释放出的有机酸作用, 除去四吡咯结构中的镁离子成为褐绿色的脱镁叶绿素失去绿色, 烫漂时, 细胞间释放酶与叶绿素-蛋白复合物发生接触, 也引起叶绿素降解。POD 是一种高耐热性酶, POD 活性变化可作为蔬菜烫漂灭酶的重要指标^[10]。

表 2 芹菜过氧化物酶的活性与烫漂温度的关系

温度(℃)	80~90			90~95			95~100		
时间(min)	1.00	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	0.50	0.75	1.00
酶活性	+	+	-	+	-	-	+	-	-

注: + POD 有活性, - POD 无活性。

在 80~90℃ 的热水中烫漂, 3min 可使 POD 失活, 95~100℃ 的热水中烫漂, 1min 可使 POD 失活, 提高烫漂温度, 可缩短酶灭活时间。

2.2 不同护色处理对芹菜叶绿素与感官品质的影响

EDTA 对多数金属离子均有很强的螯合作用, 能很好地控制酚类化合物的氧化变色及酚类化合物与金属离子的络合显色反应; 蔬菜加工时中性或微碱

性条件下能延迟脱镁叶绿素形成, 在干燥过程中, 脱镁叶绿素分解成无色物质, 使被掩盖的黄色慢慢呈现出来。而较高的 pH 会导致纤维素水解和植物组织快速腐败^[11-12]。

从表 3 可以看出, 芹菜在沸水中的烫漂, 干燥后芹菜的叶绿素的损失较大, 在碱液与 EDTA 溶液浸泡后沸水烫漂处理, 脱水芹菜的叶绿素保存率较高, 烫漂前的浸泡处理没有对脱水芹菜产生不利影响; 在 1% Na₂CO₃ 与 500mg/L Zn(CHCOO)₂ 的溶液中热烫处理对脱水芹菜的叶绿素也有较好的保护作用。烫漂时间对脱水芹菜的感官品质影响较大, 烫漂 3min 的脱水芹菜品质明显降低, 高温短时间烫漂对提高叶绿素的保存率与感官品质有利。

2.3 浸泡处理对脱水芹菜品质的影响

2.3.1 NaCl 浓度对脱水芹菜品质的影响 采用混合浸泡液对热烫后的芹菜进行浸泡处理, 改善芹菜的感官品质与复水性能。按质量比添加 6% 的 β -CD、0.1% 的 CaCl₂ 后分别与不同浓度的 NaCl 配成浸泡溶液, 于 10℃ 将烫漂后的芹菜浸泡 12、16、20min, 对干燥后的产品进行感官评价与复水率检测。

从图 1 中可以看出, 在 4%~8% 的 NaCl 浓度范围浸泡处理对脱水芹菜的感官评价影响不大, 8%~10% 的 NaCl 浓度处理感官评价增加, 继续增加 NaCl 浓度感官评价下降。NaCl 浓度的变化影响浸泡液的渗透压, 适当的渗透压有利于 β -CD 与 CaCl₂ 向组织内部扩散, NaCl 浓度大于 10% 后芹菜组织脱水严重, 引起组分间的相互作用增强, 芹菜发生组织软烂; 采用 6%~12% NaCl 浓度浸泡处理, 脱水芹菜的复水率提高。从浸泡处理的时间看, 在大于 10% 的 NaCl 浓度中处理 12min 以上感官品质与复水率下降, 10% 的 NaCl 浓度处理 16min, 脱水芹菜有较好的感官评价与复水率。

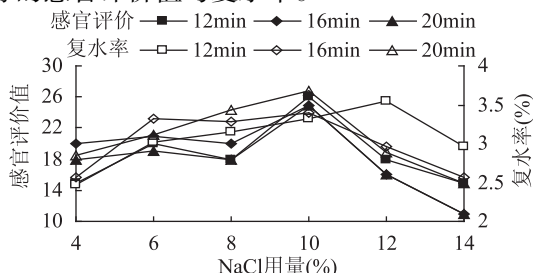


图 1 NaCl 溶液浸泡对脱水芹菜品质的影响

2.3.2 β -CD 浓度对脱水芹菜品质的影响 按质量比添加 10% 的 NaCl、0.1% 的 CaCl₂ 后分别与 6%、

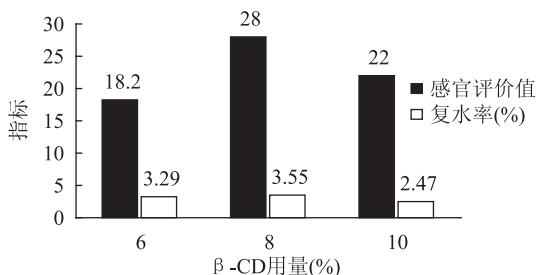
表4 脱水芹菜品质优化正交设计与实验结果

实验号	因素				评价指标		$X_1(u)$	$X_2(u)$	$\Sigma(u)\alpha$
	A β -CD (%)	B CaCl_2 (%)	C NaCl (%)	D 时间 (min)	感官品质	复水比			
1	1(6)	1(0.1)	1(6)	1(12)	24	2.44	0.00	0.000	0.000
2	1	2(0.15)	2(8)	2(14)	29	3.29	1.00	0.787	0.915
3	1	3(0.20)	3(10)	3(16)	26	3.02	0.40	0.537	0.455
4	2(8)	1	2	3	29	3.52	1.00	1.000	1.000
5	2	2	3	1	28	3.09	0.80	0.602	0.721
6	2	3	1	2	27	3.49	0.60	0.972	0.749
7	3(10)	1	3	2	24	2.52	0.00	0.074	0.030
8	3	2	1	3	26	2.51	0.40	0.065	0.266
9	3	3	2	1	28	3.13	0.80	0.639	0.736
K_1	1.37	1.03	1.02	1.46					
K_2	2.47	1.90	2.65	1.69					
K_3	1.03	1.49	1.21	1.72					
k_1	0.457	0.34	0.34	0.49					
k_2	0.82	0.63	0.88	0.56					
k_3	0.34	0.50	0.40	0.57					
R	0.48	0.29	0.54	0.08					

注: $X_1(u)$:感官品质隶属函数值; $X_2(u)$:复水比隶属函数值; $\Sigma(u)\alpha$:累加加权隶属度。

8%、10%的 β -CD配成浸泡溶液,于10℃浸泡烫漂后的芹菜16min,对干燥后的产品进行感官评价与复水率检测。

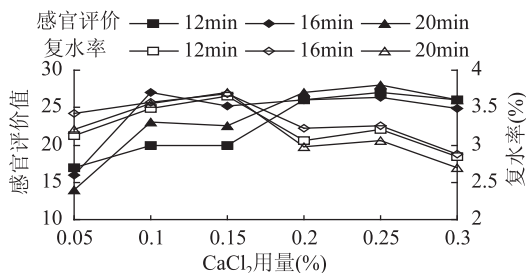
由图2可以看出,混合液中采用8%的 β -CD浓度脱水芹菜有较高的感官评价与复水率。 β -CD渗入芹菜组织可缓解芹菜组分脱水后的相互作用,减轻干燥过程蛋白质的热变性,在复水时有较好的吸收水分的能力。 β -CD浓度提高到10%后,由于浸泡液粘度增大, β -CD在芹菜表面沉积过多,影响了芹菜的干燥脱水与复水时水分向芹菜内部的扩散。

图2 β -CD浸泡对脱水芹菜品质的影响

2.3.3 CaCl_2 浓度对脱水芹菜品质的影响 按质量比添加10%的NaCl,8%的 β -CD后分别与不同量的 CaCl_2 配成浸泡溶液,于10℃浸泡烫漂后的芹菜12、16、20min,对干燥后的产品进行感官评价与复水率检测。

图3显示,在0.05%~0.2%的 CaCl_2 浓度范围浸泡处理脱水芹菜的感官评价随浓度增加而增大,在 CaCl_2 浓度大于0.2%的条件下处理对感官评价影响不大。当 CaCl_2 浓度大于0.15%后,脱水芹菜的复水率出现下降,可能是 Ca^{2+} 与芹菜中胶体物质的作用减少了亲水基团,导致复水处理时结合水分的能力减弱。从浸泡处理的时间看,在低于0.2%的 CaCl_2 浓度的混合液中浸泡处理16min,脱水芹菜的感官评价最大,在大于0.2%的 CaCl_2 浓度中处理,

感官评价变化不大。芹菜在混合液中的浸泡时间对复水率的影响不明显。

图3 CaCl_2 浸泡浓度对脱水芹菜品质的影响

2.3.4 混合浸泡液的正交实验 添加少量钙盐阻止半纤维素降解, Ca^{2+} 在果胶酸间或果胶酸与其它带羧基的多糖间形成交叉链桥,可防止组织软烂。浸泡处理时, β -CD渗透到蔬菜组织结构中,可缓解干燥时蔬菜的脱水收缩现象,复水时, β -CD有较强的吸水能力,有利于提高脱水蔬菜的复水性^[13],与NaCl溶液共同浸泡处理,可加强 β -CD向组织中的扩散能力。采用正交实验方法对混合浸泡液的各项因素与浸泡时间进行优化。

从表4可以看出,第2组与第4组实验处理得到的脱水芹菜的感官品质最好,第4组与第6组实验处理的脱水芹菜复水率较高,其中 β -CD与 CaCl_2 浓度对评价品质有显著影响($P < 0.05$)。对感官品质与复水率进行加权处理后的极差分析显示,影响脱水芹菜评价品质的因素排列顺序为 $C > A > B > D$, $A_2B_2C_2D_3$ 为最优处理组合,即按质量比添加8%的NaCl,8%的 β -CD,0.15%的 CaCl_2 配成浸泡溶液,在10℃条件下浸泡烫漂后的芹菜16min,脱水处理的芹菜品质较好。

3 结论

在芹菜的烫漂灭酶处理时,提高烫漂温度,可缩短酶灭活时间,95~100℃的热水中烫漂,1min可使

(下转第291页)

米汁饮料中,高温杀菌后于 37℃ 保存,定期进行微生物检测,见图 2。

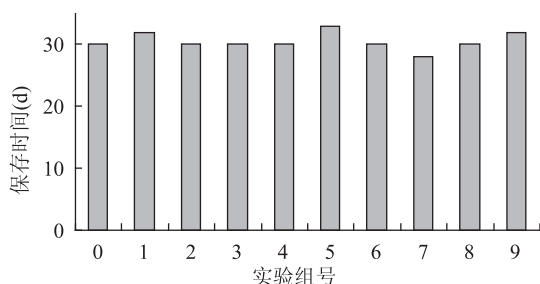


图 2 稳定剂防腐效果比较

注:0 组代表仅加 ε-聚赖氨酸 30ppm 的玉米汁;
1~9 组相对于正交设计实验组。

由图 2 可知,添加稳定剂的实验组与未添加稳定剂的实验组有相同的保存时间,表明所添加的稳定剂对 ε-聚赖氨酸在玉米汁饮料中的防腐效果没有影响。

3 结论

高温 110℃、40min 杀菌后,添加 ε-聚赖氨酸 30ppm 的玉米汁饮料在 37℃ 下可以保存 30d 以上,货架期上可以保存更长的时间。添加复合稳定剂对 ε-聚赖氨酸的防腐效果无影响,同时可使饮料保持均匀稳定,最佳稳定剂组合为:蔗糖脂肪酸酯 0.1%、卡拉胶 0.1%、羧甲基纤维素 0.2%。

参考文献

[1] 沈佳佳,张晓军,周晓云.ε-聚赖氨酸的生产及其在食品工业中的应用[J].食品工业科技,2006,27(5):158-160.
 [2] 施庆珊,陈仪本,欧阳友生.ε-聚赖氨酸的抑菌特性及应用前景[J].食品与发酵工业,2005,31(6):76-79.
 [3] Hiraki J.ε-Polylysine, its development and Utilization [J]. Fine Chem,2000,29(1):18-25.
 [4] 张黎斌,李新华,闫永丽.聚赖氨酸对鲜榨玉米汁保鲜效果的研究[J].饮料工业,2008,11(7):30-35.
 [5] 陈智毅,吴继军,李升峰,等.玉米汁饮料加工工艺研究进展[J].粮食与油脂,2003(9):13-14.
 [6] 岳春,宋兴华,李津,等.焙烤型玉米汁饮料的研究[J].饮料工业,2005,8(5):20-24.
 [7] 岳春,李畅,魏晓.玉米饮料的研制[J].食品工业科技,2003,24(1):67-68.
 [8] 吴文龙,杨志娟.玉米汁饮料的加工工艺[J].食品工业科技,2001,22(4):72.
 [9] 李艳,牟德华,侯建革,等.带肉果汁中稳定剂的研究与应用[J].河北省科学院学报,1997(1):41-48.
 [10] 陈清香,黄苇,温升南,等.番木瓜粉喷雾干燥工艺研究[J].现代食品科技,2009,25(1):68-72.
 [11] 陈荔莉,刘珊珊,张秀玲.蓝莓果汁乳饮料稳定性的研究[J].东北农业大学学报,2006,37(6):779-782.
 [12] 刘忆冬,颜海燕,杨松峰.复合果汁饮料的生产工艺研究[J].现代食品科技,2008,24(4):366-368.
 [13] 陈正宏,郑博强,陈敢.果汁乳饮料稳定性研究[J].食品科技,2000(5):40-41.

(上接第 288 页)

POD 失活。在 1% Na₂CO₃ 与 500mg/L Zn(CHCOO)₂ 的溶液中热烫处理对脱水芹菜的叶绿素有较好的保护作用,高温短时间烫漂对提高叶绿素的保存率与感官品质有利。

按 8% 的 NaCl、8% 的 β-CD、0.15% 的 CaCl₂ 配成浸泡溶液,在 10℃ 条件下浸泡烫漂后的芹菜 16min,脱水芹菜有较好的感官品质和复水性。

参考文献

[1] 浙江农业大学主编.蔬菜栽培学各论:南方本[M].北京:农业出版社,1980:144-147.
 [2] 李广茹,王春霞.复合绿色蔬菜汁的工艺研究[J].食品研究与开发,1995,16(2):37-39.
 [3] 李琰,申晓琳,王斌,等.芹菜梨甘草果蔬复合饮料的研究[J].食品与机械,2002,88(2):35-36.
 [4] 顾蓁平,张卫明,史劲松,等.即食型脱水蔬菜杀青、漂烫工艺初步研究[J].中国野生植物资源,2003(4):26-30.
 [5] 陈健初,董绍华,苏平,等.芹菜汁生产工艺研究[J].浙江农业大学学报,1999,10(2):104-106.

[6] 王朝瑾,李云锋,王依春,等.芹菜汁生产工艺的研究[J].食品科学,2004,25(增刊):86-88.
 [7] 韩雅珊主编.食品化学实验指导[M].北京:中国农业出版社,1991:117-119,165-166.
 [8] Wang Jum, Zhang Jinping, Wang Jinping.Modeling simultaneous heat and mass transfer for microwave drying on apple [J].Drying Technology,1999,19(9):1241-1245.
 [9] 刘魁英.食品研究与数据分析[M].北京:中国轻工业出版社,1998:41-43.
 [10] 张敏,丁霄霖,李春丽,等.几种富硒蔬菜在多种脱水方式下硒保存规律研究[J].农业机械学报,1997,28(增刊):60-65.
 [11] 陈健初,董绍华,叶兴乾,等.芹菜汁叶绿素及色泽稳定性的研究[J].浙江农业大学学报,1997,23(3):301-304.
 [12] 张学杰,蔡同一,倪元颖,等.绿色蔬菜在贮存、加工过程中绿色损失的机制、途径及其控制[J].食品工业科技,1999,20(5):19-21.
 [13] 蒋彩虹,王利,梁智慧,等.β-环糊精在脱水蔬菜中的应用研究[J].食品科学,2000,21(4):35-37.