

文章编号:1009-038X(2004)06-0090-06

蒲菜热烫的工艺条件

周运华, 张 懋

(江南大学 食品学院, 江苏 无锡 214036)

摘 要: 通过对过氧化物酶的残留酶活、色差、剪切强度和剪切功的分析, 研究了热烫时间和贮藏温度对蒲菜的过氧化物酶、色泽和质构的影响。结果表明, 在 100 ℃ 的热烫温度下随着热烫时间的延长, 过氧化物酶活降低, 而贮藏 2 d 后酶活的再生量先增大后降低, 在热处理时间为 1.0~1.5 min 时达到最大值; 热烫时间为 4 min 时, 可基本破坏蒲菜中的过氧化物酶, 且蒲菜的质构和色泽较好。

关键词: 蒲菜; 过氧化物酶; 质构; 色泽; 热烫

中图分类号: TS 255.36

文献标识码: A

The Study of Heat-Treatment Condition of *Typha latifolia* L.

ZHOU Yun-hua, ZHANG Min

(School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China)

Abstract: By analysis of the retention activity of peroxidase, chromatic aberration, shear intensity and shear power, the effect of different blanching time on the peroxidase, surface color and texture was studied. The result showed that the activity of peroxidase decreased with the increase of blanching time at 100 ℃, while the regeneration amounts of peroxidase after storing for 2 days increased first and then decreased, with the maximum regeneration value occurred when the blanching time was at the range of 1 to 1.5 minutes. When blanching time was 4 minutes, the peroxidase in *Typha latifolia* L. were mostly inactivated, the texture and the surface colour can be well retained.

Key words: *Typha latifolia* L.; peroxidase; texture; surface color; heat-treatment

蒲菜归属于香蒲科的香蒲属(*Typha*), 在我国特别是长江以南的湖、水渠、沟塘中, 其分布比较广泛, 多呈野生状态。它在我国作为蔬菜食用有很强的地域性, 其他国家或地区主要作为水生观赏植物或净化水质或药用^[1]。

在果蔬加工中, 过氧化物酶是一个非常重要的影响因素。过氧化物酶(POD)属氧化还原酶系, 系

统分类为 EC. 1. 11. 1. 7, 在自然界广泛分布。POD 能催化 4 种类型的反应: (1) 过氧化反应; (2) 氧化反应; (3) 过氧化氢反应; (4) 羟基化反应, 但主要催化以过氧化物和氢供体为底物的过氧化反应^[2]。过氧化物酶在果蔬加工中的作用主要包括: (1) 过氧化物酶的活力与果蔬产品, 特别是与那些非酸性蔬菜在保存期间形成的不良风味有关; (2) 过氧化物

收稿日期: 2004-04-02; 修回日期: 2004-06-30.

作者简介: 周运华(1976-), 男, 湖南衡山人, 农产品贮藏与加工硕士研究生。

酶的活力与果蔬中的酶促褐变有关,过氧化物酶能催化果蔬中的酚类物质生成有色的醌类物质而使果蔬变色;(3)过氧化物酶属于最耐热的酶类,它在果蔬加工中常被用作热处理是否充分的指标,这是因为当果蔬中的过氧化物酶在热加工中失活时,其他酶以活性形式存在的可能性很小;(4)过氧化物酶与果蔬的木质化有关。

为了保持加工果蔬的良好品质,就必须将果蔬原料中的过氧化物酶钝化,在果蔬加工中,热处理是一个非常重要而有效的方法。据报道,许多果蔬中的过氧化物酶在80~90℃温度范围的热失活是一个双相和部分可逆的过程^[3]。这是由于过氧化物酶存在不同的耐热部分,其中不耐热部分在热处理时迅速失活,耐热部分则缓慢失活,并且热处理后的酶在贮藏中,已失活的酶活又可部分再生。由于过氧化物酶的耐热部分在热处理中缓慢失活,彻底钝化果蔬中的过氧化物酶所需要的热烫时间将对果蔬的质构和色泽造成较大的破坏,故不能为了破坏过氧化物酶而任意延长果蔬的热烫时间。在有关对果蔬热烫处理工艺的研究文献中,并没有热烫时间和贮藏温度对过氧化物酶活的再生及热烫对果蔬色泽质构的研究报道,蒲菜的热烫工艺报道就更少。在蒲菜软罐头的研究中,为了生产品质良好的产品,作者就热烫对蒲菜的过氧化物酶、色泽和质构进行了研究,以确定合适的热烫工艺条件,为蒲菜的加工生产提供参考。

1 材料与方 法

1.1 原料及药品试剂

蒲菜原料由淮安市天妃宫蒲菜种植专业户提供,运达实验室后,剥去外层老化部分,选择脆嫩的肉质茎保存待用。

磷酸氢二钠,磷酸二氢钠,邻苯二胺,乙醇,过氧化氢均为分析纯。

1.2 仪器与设备

物性质构仪(TA.XT2i);英国PE公司产品;色差计(TC-P II型);上海精密光学仪器公司产品;分光光度计(UV-752型);上海棱光光学仪器厂产品;冷冻离心机(LD-L型);日本日立公司产品;超级恒温水浴锅(501型);上海教学仪器厂产品;恒温箱(型号101-2-BS);上海跃进医疗器械厂产品。

1.3 实验方法

1.3.1 蒲菜过氧化物酶的提取 200 g蒲菜与400 mL预先冷却的缓冲液I(0.05 mol/L磷酸盐缓冲液pH值7.0,含1.0 mol/L NaCl)混合,置于组织

捣碎机中捣碎成均浆,均浆用双层纱布过滤后再置于冷冻离心机中以5 000 r/min的速度离心10 min得到澄清的酶液。制得的酶液保存于冰箱中待用。

1.3.2 过氧化物酶液的热处理 在8支试管中加入一定容量的酶液,先将各试管在温度为60℃的水浴中保温1 min,然后将试管移至温度为100℃的另一水浴锅,随即记录时间,分别在30 s,1,1.5,2,3,5,7 min和10 min时取出一支试管作上相应的时间标签,并立即将试管在冰浴中冷却。

1.3.3 过氧化物酶活力的测定 将待测酶液静置20 min后,在比色皿中加入2.6 mL缓冲液II(0.1 mol/L磷酸盐缓冲液pH值7.0),0.1 mL邻苯二胺-乙醇溶液,0.2 mL过氧化氢溶液。然后加入0.1 mL酶液,混合均匀,在430 nm波长下,用分光光度计测定反应混合物吸光度的变化,而未经热处理的酶液稀释10倍后进行活力测定。以每分钟光密度增加一个单位定义为一个酶活单位,单位为 $\Delta A_{430\text{nm}}/\text{min}$ 。为方便比较并将原料酶液的酶活定为100%,其他热处理后的酶活与其相比较计算其相对酶活^[4]。

1.3.4 剪切强度和剪切功的测定 采用物性测试仪测定,模具为A/LKBF,切割前刀片速度为5.0 mm/s,切割速度为1.0 mm/s,切割后速度为5.0 mm/s,取切断蒲菜的最大力为剪切强度,单位为g。取切断蒲菜所需的总功除以剪切距离为剪切功,单位为g·s/mm。剪切强度和剪切功都是用来衡量热处理对蒲菜质构的破坏程度。剪切强度和剪切功越小,表明热处理对蒲菜质构的破坏程度越大。

1.3.5 色泽的测定 采用TC-P II型全自动色差测定仪测定蒲菜表皮的颜色(L, a, b)。其中值L表示亮度,值L越大亮度越大;值b表示有色物质的黄蓝偏向,正值越大越偏向黄色,而负值越小则越偏向蓝色;值a表示有色物质的红绿偏向,正值越大越偏向红色,而负值越小则越偏向绿色。

1.3.6 过氧化物酶活再生量的测定 将各热处理后的酶液分别置于37℃和20℃的恒温箱中保温,每隔一定时间对酶液的酶活力进行测定。得到的酶活减去热烫后的初始酶活即为酶活的再生量。

2 结果与分析

2.1 热处理时间对新鲜蒲菜中的过氧化物酶相对酶活的影响

有关文献对过氧化物酶热处理失活的研究温度大多集中在60~90℃范围内,但在实际生产中,果蔬的热烫温度常常采用95~100℃,这样过氧化

物酶的失活情况将有所变化. 为了研究在 100 °C 下过氧化物酶的失活情况, 作者测定了新鲜蒲菜中的过氧化物酶在 100 °C 下分别热处理 30 s, 1, 1.5, 2, 3, 5, 7 min 和 10 min 后的残留酶活, 结果见图 1. 从图 1 可以看出, 蒲菜中的过氧化物酶在 100 °C 下热处理时, 从原料的初始酶活到热处理 1 min, 其残留酶活急剧减小, 并且残留酶活与热烫时间之间呈现非常显著的线性关系 (拟合度 $R^2 = 0.9982$), 而热处理时间从 1.5 min 到 10 min 时, 其残留酶活缓慢减小. 从曲线形状可以看出, 过氧化物酶中存在不耐热部分和耐热部分, 而热处理时间 1.0~1.5 min 为这两个部分的过度. 由于在对数坐标轴上, 一级化学反应的反应物浓度与反应时间呈线性关系, 而在普通坐标轴上, 零级化学反应的反应物浓度与反应时间呈线性关系. 对数据的统计分析表明, 蒲菜中过氧化物酶不耐热部分的失活曲线是零级反应, 耐热部分的失活过程既不是一级反应也不是零级反应.

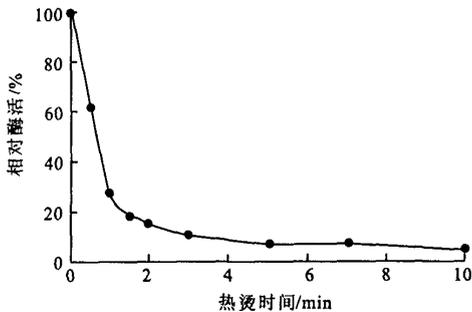


图 1 热烫时间对蒲菜中过氧化物相对酶活的影响
Fig. 1 The effect of blanching time on the activity of peroxidase in *Typha latifolia* L.

从图 1 还可以看出, 蒲菜中过氧化物酶的耐热性是非常强的, 即使在 100 °C 时处理 10 min 也不能将残留酶活降低到 5% 以下. 也就是说, 在热烫处理并不能完全破坏蒲菜中的过氧化物酶, 如果没有进一步的热处理, 那么产品中的过氧化物酶仍将催化褐变反应进行. 如果在较高的贮藏温度下, 又将会产生一定程度的过氧化物酶的再生, 那么褐变反应将会更加明显.

2.2 热烫时间和贮藏温度对过氧化物酶残留相对酶活的影响

经热处理失活的过氧化物酶, 在常温下保藏中, 酶活力部分恢复即酶的再生是过氧化物酶的一个特征. 在果蔬加工中, 过氧化物酶的再生有时是引起果蔬褐变的主要原因. 因为酶的耐热性随果蔬的品种不同而有很大的变化, 部分失活甚至完全失

活的酶在随后的保藏期间有可能部分恢复其活性. 热加工温度在 100 °C 以上时, 为了防止产品中已失活的酶再生所需要的热处理程度远高于使酶失活所需要的热处理程度. 随着热加工温度升高, 使酶失活比起破坏微生物需要更为强烈的热处理过程. 为了研究热处理时间后的蒲菜过氧化物酶在贮藏中发生的酶活再生, 本试验将不同热烫时间处理后的过氧化物酶分别在 20 °C 和 30 °C 下贮藏 2 d, 测定过氧化物酶活的变化, 结果见图 2, 3.

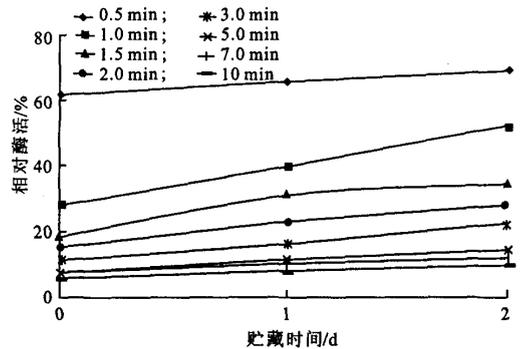


图 2 20 °C 贮藏时过氧化物酶的再生
Fig. 2 The regeneration of peroxidase during storage at 20 °C

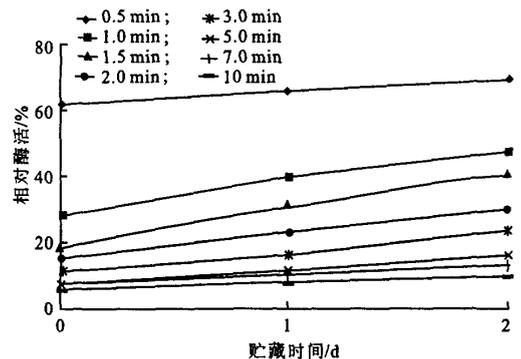


图 3 37 °C 贮藏时过氧化物酶的再生
Fig. 3 The regeneration of peroxidase during storage at 37 °C

将 100 °C 温度下不同时间处理的过氧化物酶分别在 20 °C 和 37 °C 下贮藏 2 d, 测得的酶活减去热处理刚结束时的酶活, 得到不同热处理时间过氧化物酶在不同温度下的酶活再生量, 结果见图 4.

从图 4 可以看出, 热处理时间对酶活再生量有着重要的影响. 100 °C 温度下热处理不同时间的过氧化物酶在低温下贮藏时, 其酶活再生量随着热处理时间的延长先增大后减小, 在热处理时间为 1.0~1.5 min 时达到最大值. 在热处理时间小于 3 min 时, 过氧化物酶在 20 °C 和 37 °C 下的酶活再生量都

很大,在不同贮藏温度对酶活再生量的影响方面,20℃贮藏时酶活再生量的最大值比37℃时大.在酶活再生量达到最大值以前,20℃贮藏时酶活再生量比37℃时大,而在酶活再生量达到最大值后,37℃贮藏时酶活再生量比20℃时大.由于1.0~1.5 min为过氧化物酶的耐热部分和不耐热部分热处理时间的过度部分线,可以认为在加热时间为1.5 min以前的酶活再生主要是由过氧化物酶不耐热部分引起的,而加热时间为1.5 min以后的酶活再生主要是由其耐热部分引起的.所以20℃贮藏有利于过氧化物酶不耐热部分的再生,而37℃贮藏有利于耐热部分的再生.在热处理时间小于3 min时,过氧化物酶在20℃和37℃下的酶活再生量都很大,只有当热处理时间超过4 min时,酶活再生量才显著减小.但是即使蒲菜中的过氧化物酶在100℃下处理10 min,在20℃温度条件下贮藏2 d后,残留酶活仍然达到了初始酶活的9.88%,而热烫3 min在20℃贮藏后的残留酶活达到了初始酶活的21.92%,因此热烫后的过氧化物酶在贮藏中仍会催化各种反应,使蒲菜成品质量降低.

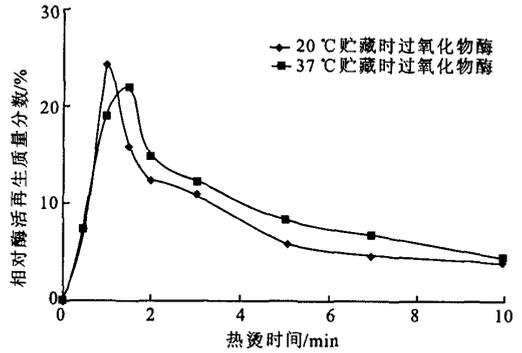


图 4 100℃下贮藏温度和热烫时间对过氧化物酶活再生量的影响

Fig. 4 The effect of blanching time and storage temperature on the regeneration of peroxidase

2.3 热烫对蒲菜质构的影响

热烫处理会破坏新鲜蒲菜脆嫩的口感,组织软烂,食用价值下降.为了既有效钝化蒲菜中的酶类,又使蒲菜保持较佳的质构,将新鲜蒲菜在100℃沸水中烫漂不同时间,彻底冷却后再用物性质构仪检测蒲菜的剪切强度和剪切功,结果见图5.

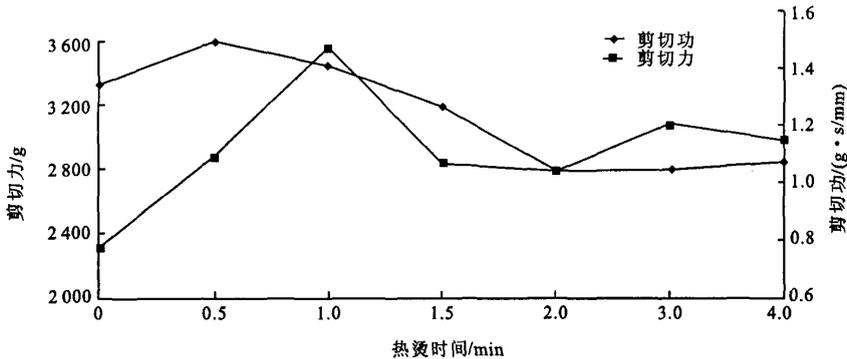


图 5 热烫时间对蒲菜剪切力和剪切功的影响

Fig. 5 The effect of blanching time on the shear intensity and shear power

从图5可以看出,剪切强度随着热烫时间的延长并没有显著变化,而剪切功随热烫时间的延长而变小,热烫时间为2,3,4 min时样品之间的剪切功和剪切强度没有显著差异.在果蔬的热烫中,由于传热原因,果蔬组织外部先被加热而变软,内部组织继续加热才被破坏.剪切强度是切断果蔬的最大力,一般是切断果蔬的中心组织所需的力,而剪切功是反映切断整个果蔬组织平均所需的力.在热烫时间分别为0~4 min时,蒲菜的剪切强度之间没有显著差异,这表明热烫并没有彻底破坏蒲菜的质构,其中心组织仍然保持新鲜蒲菜的质构.剪切功能够反映蒲菜整个组织的质构,从图5可以看出,

蒲菜的剪切功随热烫时间的变化,热烫2 min以上的蒲菜样品与新鲜蒲菜有着显著的差别.将热处理后的蒲菜剪切功除以原料的剪切功定义为热处理后蒲菜质构的保留率,则热烫4 min后的蒲菜质构保留率达到了67%.

图6,7分别是原料蒲菜和热烫2 min后蒲菜的剪切图.从图中可以看出,热烫2 min的蒲菜与新鲜蒲菜有着明显的区别,原料蒲菜的剪切曲线存在明显的“宽肩”部分,而热烫2 min蒲菜的剪切曲线比较尖,表明除中心部分以外的组织已经受到了热烫处理的破坏.这也表明,剪切功要比剪切强度更能反映热烫处理对果蔬质构的破坏程度.

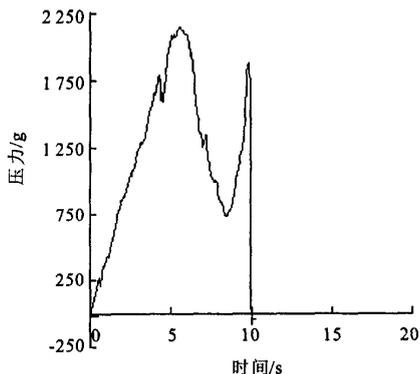


图6 原料蒲菜的剪切图形

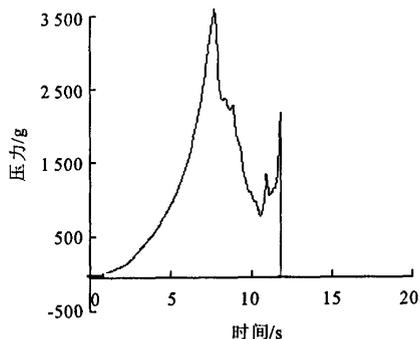
Fig. 6 The shear figure of raw material *Typha latifolia* L.

图7 热烫2 min 蒲菜的剪切图形

Fig. 7 The shear figure of *Typha latifolia* L. blanched for 2 minutes

2.4 热烫对蒲菜色泽的影响

蒲菜中含有多种色素,大部分色素对热不稳定而引起果蔬变色。叶绿素作为果蔬中的主要色素,其结构变化决定了果蔬的色泽,如叶绿素受热生成脱镁叶绿素,呈暗绿色至绿褐色或紫褐色,造成蒲菜褐变。为了研究蒲菜在热烫过程中颜色变化的规律,将新鲜蒲菜热烫一定时间,用色差计测定其 x , y , z , L , a , b 值的变化,结果见表1。从表1可以看出,经过一定时间的热烫处理后,蒲菜的各项色泽值都发生了显著变化。蒲菜从原料到热烫3 min,其 a 值减小,表明绿色程度增加; b 值增大,表明黄色程度增加。这是由于在热处理中,蒲菜组织中的空气被排出,使组织更加透明,果蔬色彩更加鲜艳,光的反射值发生变化。完整的叶绿体组织受热处理破坏释放出叶绿素,叶绿素中有叶绿素a和叶绿素b,其中叶绿素a为蓝绿色,叶绿素b为黄绿色,这两种叶绿素的释放使蒲菜热处理后的 a , b 值增加。果蔬中叶绿素a,b的相对含量和稳定性的不同使热烫后的蒲菜呈浅绿色。热烫时间增加到4 min后,蒲菜的 L , a , b 值都减小,蒲菜表皮颜色由浅绿变为褐

色,这可能是由于叶绿素受热处理作用发生反应,细胞的完整性被破坏,释放出大量的酸性物质,叶绿素分子中的镁离子被氢离子取代,叶绿素脱镁生成脱镁叶绿素,使色泽发生了劣变^[5]。

表1 不同烫漂时间对蒲菜表皮色泽的影响

Tab. 1 The effect of blanching time on the surface colour of *Typha latifolia* L.

蒲菜色泽	x	y	z	L	a	b
原料蒲菜	50.37	54.96	38.71	74.13	-4.88	17.82
烫漂 30 s	38.97	42.86	27.96	65.47	-5.19	17.95
烫漂 1 min	40.39	45.80	27.54	67.67	-8.74	20.81
烫漂 2 min	41.54	47.00	30.09	68.56	-8.65	19.35
烫漂 3 min	42.55	47.88	26.09	69.20	-8.11	23.83
烫漂 4 min	36.89	41.07	25.24	64.09	-6.38	19.16

2.5 蒲菜热烫的愈创木酚溶液实验

在工厂的实际生产中,常常采用愈创木酚溶液检验过氧化物酶活的残留情况。作者也用这个实验研究热烫后的蒲菜在愈创木酚溶液中的反应情况。根据文献报道,将蒲菜在100℃温度条件下分别热烫1,2,3,4,6,8 min后冷却放入愈创木酚的乙醇溶液静置15 min,蒲菜的颜色变化结果见表2。

表2 热烫时间与蒲菜在愈创木酚溶液中的变色关系

Tab. 2 The relationship between heat-treatment time and color change in o-phenyldiamine solution

热烫时间/min	蒲菜在愈创木酚溶液中的变色情况
1	立即变成棕红色
2	缓慢变成棕红色
3	变成浅红色
4	无变红现象
6	无变红现象
8	无变红现象

从表2可知,热烫4 min以后的蒲菜没有变红现象,只有热烫4 min才能基本破坏蒲菜中的过氧化物酶。

3 结论

在果蔬加工中,颜色是一个非常重要的指标,在很多情况下,果蔬的色泽和质构指标要比微生物指标重要。过氧化物酶的再生对加工后的果蔬颜色和风味都有很大的影响。热烫2~3 min的过氧化物

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)