

文章编号:1673-1689(2006)04-0037-06

高含水率脱水菜心降水分活度技术 及贮藏稳定性研究

曹 晖, 张 懋, 杨 晔

(江南大学 食品学院,江苏 无锡 214036)

摘 要: 探讨了葡萄糖、乳糖、氯化钠、麦芽糊精复合使用对高含水率脱水菜心水分活度的降低作用,研究了不同包装条件、不同贮藏温度对高含水率脱水菜心贮藏稳定性的影响。结果表明,较佳的水分活度降低剂组合为:葡萄糖质量浓度 8 g/dL,乳糖质量浓度 4 g/dL,氯化钠质量浓度 2 g/dL,麦芽糊精质量浓度 7.5 g/dL。真空包装和避光包装可减小高含水率脱水菜心贮藏中叶绿素和抗坏血酸的损失,减缓褐变的产生;4 ℃贮藏可以较好地保持高含水率脱水菜心的品质。微生物实验表明,水分活度为 0.69~0.70 的高含水率脱水菜心可以安全贮藏。

关键词: 菜心; 高含水率; 脱水; 水分活度降低剂; 贮藏稳定性

中图分类号:S 662

文献标识码:A

Preservation of Semi-dehydration Tsai-tai by Aw-lowering Method

CHAO Hui, ZHANG Min, YANG Ye

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

Abstract: Selection of water activity lowering agents for dehydration Tsai-tai with high moisture content was studied. The solution of 8 g/dL glucose, 4 g/dL lactose, 2 g/dL sodium chloride and 8% maltodextrin was determined to reduce the water activity of dehydration Tsai tai with high moisture content. The result of preservation experiments showed vacuum package and light avoiding storage could reduce the loss of ascorbic acid and chlorophyll and delay the browning. The quality of dehydration Tsai tai with high moisture content stored at 4 ℃ was better than 20 ℃ and 37 ℃. The dehydration Tsai - tai with 0.69-0.70 Aw and 20%~25% moisture content exhibited good stability with microorganism test.

Key words: *Brassica chinensis* var. Tsai-tai; semi-dehydration; water activity; water activity lowering agents; storage stability

菜心是一种以花薹为主食部分的叶菜,品质柔嫩,清新可口,风味独特,是我国著名的特产蔬菜。新鲜蔬菜含水量丰富,极易因微生物和酶的作用而

发生各种不良的物理、化学和生化变化,造成腐烂变质;因而蔬菜采收后,需及时进行加工,以减小产后损失,增加农产品的附加值。脱水蔬菜具有良好

收稿日期:2005-06-24; 修回日期:2005-12-25.

基金项目:国家农业转化基金项目(04EFN213310125).

作者简介:曹 晖(1968-),女,江苏姜堰人,食品科学与工程博士研究生.

的保藏性,能较好地保持蔬菜原有的风味,是蔬菜加工的主要方式之一。目前我国脱水蔬菜的加工主要采用常压热风干燥,操作简单,产量大,成本较低,但脱水时间长,耗能大。高含水率脱水蔬菜,又称中间水分高含水率脱水蔬菜、调水活型脱水蔬菜,是通过水分活度降低剂来调控产品的最终水分活度。从化学角度看,由于物料中部分自由水通过与水分活度降低剂结合成弱结合水,从而使其在安全水分上远高于普通脱水蔬菜。干燥时间明显缩短,能耗和成本也随之下降^[1]。

水分活度对微生物生长繁殖的影响是高含水率脱水蔬菜的一个重要问题。目前作为水分活度降低剂的主要有糖类、盐类、酸类、多元醇等。对高含水率脱水蔬菜而言,需要探讨的是不产生过度甜味、不影响产品风味的降水活剂及其合适的浓度。此外,高含水率脱水蔬菜在水分吸着等温线上属于某一可变的区域,它与水分活度较高或较低的蔬菜一样还受到非微生物性的变化,有关高含水率脱水菜心的贮藏实验尚未见报道。

本实验以菜心为原料,对不同降水活剂降低水分活度的能力进行比较,确定适合菜心的降水活剂;并对高含水率脱水菜心的贮藏稳定性进行了研究。

1 材料与方法

1.1 材料

菜心:浙江宁波海通食品有限公司提供;麦芽糊精:山东西王生物有限公司产品;葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、丙三醇、氯化钠、乳糖,均为分析纯。

1.2 仪器

干燥箱:上海跃进医疗器械厂生产;HH-2 数显恒温水浴锅:常州国华电器有限公司生产;WSCS 色差仪:上海精密科学仪器有限公司生产;水分活度仪:瑞士 novasina 公司产品。

1.3 试验方法

1.3.1 高含水率脱水菜心加工工艺流程 原料调理、切断(3~5 cm)、清洗 → 烫漂(pH 8~10,90~95 ℃,70 s) → 冷却 → 静置沥水 → 降水活渗透脱水液渗透脱水 45 min → 75 ℃ 热风干燥至不同含水率

1.3.2 高含水率脱水菜心安全贮藏水分活度的确定 取不同水分活度的高含水率脱水菜心,置于密闭聚乙烯薄膜袋中,37 ℃ 贮藏 15 d,计算坏袋率^[2]。

1.3.3 水分活度降低剂的筛选 将葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、丙三醇、氯化钠、乳糖、麦芽糊精分别配成 0

~25 g/dL 质量浓度范围内不同浓度的溶液,测定其在 25 ℃ 的水分活度^[3-4]。

1.3.4 水分活度降低剂的优化组合 将葡萄糖、乳糖、氯化钠、麦芽糊精按表 1 配成渗透脱水液,根据 1.4.1 高含水率脱水菜心加工工艺热风干燥 3 h,选择确定合适的水分活度降低剂组合。

1.3.5 高含水率脱水菜心贮藏稳定性实验

1) 包装条件对高含水率脱水菜心贮藏稳定性的影响

采用无毒聚乙烯包装袋,将水分活度为 0.698 的高含水率脱水菜心,分别进行常压、真空和避光包装,测定 20 ℃ 贮藏一个月后抗坏血酸、叶绿素、总糖及色差的变化^[5-8]。

2) 贮藏温度对高含水率脱水菜心贮藏稳定性的影响

将无毒聚乙烯包装袋常压包装的高含水率脱水菜心($A_w = 0.698$)分别在于 4 ℃、20 ℃、37 ℃ 下贮藏一个月,定期对样品进行成分分析,分别测定抗坏血酸、叶绿素、总糖、色差等随贮藏时间的变化规律。

3) 高含水率脱水菜心的微生物稳定性试验

将无毒聚乙烯包装袋常压包装的高含水率脱水菜心放置于 37 ℃ 贮藏一个月,测定细菌总数和霉菌孢子总数。

1.4 测试方法

抗坏血酸:2,6-二氯酚滴定法^[9];水分含量:常压干燥法^[9];总糖:蒽酮法^[9] 色差:WSC-S 色差仪,取一定量的样品置于色差计所配量具中,通过白板校准,直接将样品放置于光源下,读取色差计显示的数值 L^* 、 a^* 、 b^* ,其中 L^* 值表示亮度, L^* 值越大亮度越大; a^* 值表示有色物质的红绿偏向, a^* 值越大越偏向红色; b^* 值表示有色物质的黄蓝偏向, b^* 值越大越偏向黄色。水分活度:取样品 2~3 g,放入水分活度测定仪的测量盒内,置于 25 ℃ 检测腔 30 min 后读取水分活值数^[1]。细菌总数、霉菌孢子总数的测定:按 GB/T4789 2 2003 用稀释平板法测定^[9]。

2 结果与讨论

2.1 高含水率脱水菜心安全贮藏水分活度的确定 不同水分活度的高含水率脱水菜心 37 ℃ 贮藏 15 d 后的坏袋率见图 1。当水分活度大于 0.70 时,开始出现腐败现象,坏袋率逐渐上升,当水分活度大于 0.80 时,坏袋率显著增加。因此,高含水率脱水菜心的安全贮藏水分活度确定为 0.69~0.70。

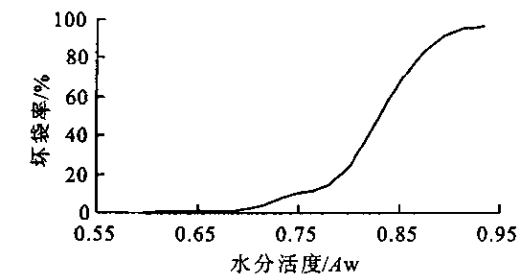


图 1 不同水分活度高含水率脱水菜心的坏袋率
Fig. 1 The rot rate of dehydration Tsai - tai with high moisture content at different A_w

2.2 水分活度降低剂降水活能力的比较

图 2 为不同浓度降水活剂的水分活度(丙三醇和氯化钠的水分活度为次坐标轴所示数值)。由图可知,随着浓度的增加,氯化钠溶液的 A_w 迅速降低,远低于相同浓度的其他溶液。这是由于氯化钠在水中离解为 Na^+ 和 Cl^- ,阴、阳离子具有极强的亲水性,因而氯化钠的降水活能力较强。葡萄糖溶液的 A_w 低于相同浓度的蔗糖、麦芽糖、乳糖溶液的 A_w ,表明葡萄糖的降水活能力高于蔗糖、麦芽糖、乳糖。蔗糖、麦芽糖、乳糖、麦芽糊精的降水活能力相当,而当丙三醇的浓度高于 20% 时,其水分活度迅速低于其他多羟基化合物。

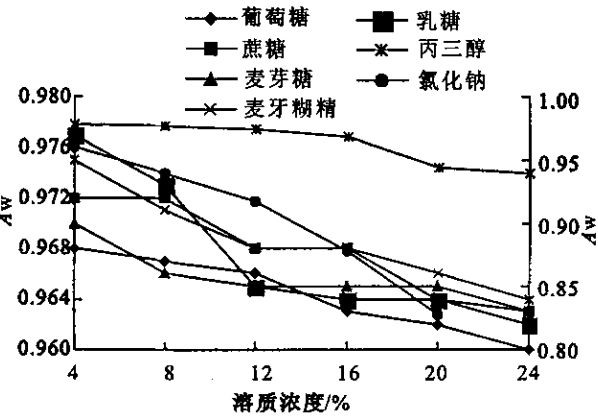


图 2 不同浓度降水活剂的水分活度
Fig. 2 The A_w of water activity lowering agents with different concentration

2.3 水分活度降低剂的优化组合

葡萄糖、氯化钠具有较强的降水活能力且前者甜味较弱,后者可调节产品风味;乳糖、麦芽糊精具有一定的降水活能力且可减缓产品的返砂^[10],综合降水活能力及最终产品的风味,本实验选择葡萄糖、乳糖、氯化钠、麦芽糊精作为高含水率脱水菜心的渗透脱水剂。

为进一步探讨适合高含水率脱水菜心的降水活剂的用量及复合使用效果,对葡萄糖、乳糖、氯化钠、麦芽糊精浓度设计了三水平的正交试验,其结果见表 1。由数据极差可以看出,葡萄糖、乳糖、氯

化钠、麦芽糊精对高含水率脱水菜心水分活度的影响次序为葡萄糖>麦芽糊精>氯化钠>乳糖;以 k 值最小为依据可知,较佳的水分活度降低剂组合为葡萄糖质量浓度 8 g/dL,乳糖质量浓度 4 g/dL,氯化钠质量浓度 2 g/dL,麦芽糊精质量浓度 7.5 g/dL。

表 1 水分活度降低剂优化组合正交试验设计与结果^[11]
Tab. 1 Design and results of combinational of experiments water activity lowering agents (orthogonal design $L_9(3^4)$)

序号	葡萄糖/ %	乳糖/ %	氯化钠/ %	麦芽 糊精/%	高含水率 脱水菜心 水分活度
1	4	4	1	0	0.730
2	4	2	2	7.5	0.661
3	4	0	3	15	0.727
4	8	4	2	15	0.552
5	8	2	3	0	0.664
6	8	0	1	7.5	0.617
7	12	4	3	7.5	0.603
8	12	2	1	15	0.651
9	12	0	2	0	0.662
k_1	0.706	0.668	0.666	0.685	
k_2	0.611	0.659	0.625	0.627	
k_3	0.639	0.628	0.665	0.643	
R	0.095	0.040	0.041	0.058	

2.4 高含水率脱水菜心贮藏稳定性

2.4.1 不同包装条件对高含水率脱水菜心贮藏稳定性的影响 高含水率脱水菜心($A_w = 0.698$)采用常压、避光和真空包装,20℃贮藏一个月后,其抗坏血酸、叶绿素、总糖及色差值见表 2。统计分析表明,真空包装可以很好地保存高含水率脱水菜心的叶绿素,在 20℃贮藏 30 d 后其叶绿素含量与原样相比没有显著性差异;避光包装高含水率脱水菜心的叶绿素损失低于常压包装($P < 0.1$)。真空包装、避光包装和常压包装的高含水率脱水菜心在 20℃贮藏 30 d 后,其抗坏血酸的损失均很显著($P < 0.01$);相比较而言,真空包装高含水率脱水菜心的抗坏血酸保存率高于避光包装、常压包装($P < 0.05$),避光包装和常压包装对高含水率脱水菜心抗坏血酸含量变化的影响没有显著性差异。不同包装的高含水率脱水菜心在 20℃贮藏 30 d,只有避光包装菜心的 b^* 值没有发生显著性变化,其余色差值 L^* 、 a^* 、 b^* 均有较大增加($P \leq 0.01$);常压包

装高含水率脱水菜心 L^* 、 a^* 、 b^* 的增加高于真空包装和避光包装(真空包装 $b^* P<0.1$, 其余 $P<0.01$), 这表明真空包装和避光包装对减缓高含水率脱水菜心色泽的变化具有一定的作用。不同包

表 2 不同包装条件对高含水率脱水菜心贮藏稳定性的影响(20 ℃)

包装条件	抗坏血酸	叶绿素	总糖	L^*	a^*	b^*
原样	23.59±0.55a	5.34±0.33a	6.31±0.32a	19.54±0.74a	-0.05±0.79a	6.03±0.85a
真空包装	4.57±0.38b	4.92±0.36a	5.21±0.13b	30.24±0.54b	2.60±0.63b	8.17±1.17b
避光包装	3.21±0.19c	2.84±0.34b	5.18±0.08b	30.26±0.70b	2.60±0.49b	6.79±0.80a
常压包装	3.24±0.14c	2.30±0.31c	5.24±0.53b	35.54±0.45c	5.95±0.64c	9.79±0.77c

注:同一列内相同的字母表示没有显著性差异($P<0.05$)。

2.4.2 不同贮藏温度对高含水率脱水菜心抗坏血酸的影响 图 3 为高含水率脱水菜心在 4 ℃、20 ℃、37 ℃贮藏,其抗坏血酸含量随时间的变化情况。由图可知,高含水率脱水菜心在 37 ℃贮藏的最初 5 d,其抗坏血酸含量迅速降低,随后平缓下降;在 20 ℃贮藏的 10~20 d 内,高含水率脱水菜心抗坏血酸含量的降低最为显著;高含水率脱水菜心在 4 ℃贮藏,其抗坏血酸含量的下降较为平缓。贮藏 30 d 后,20 ℃和 37 ℃的高含水率脱水菜心抗坏血酸含量没有显著性差异($P<0.05$),抗坏血酸损失率分别为 86.67%和 94.66%;4 ℃的高含水率脱水菜心抗坏血酸损失率为 51.95%,其抗坏血酸含量与 20 ℃、37 ℃的有显著性差异($P<0.05$)。在 20 ℃、37 ℃贮藏,高含水率脱水菜心抗坏血酸的损失很大。

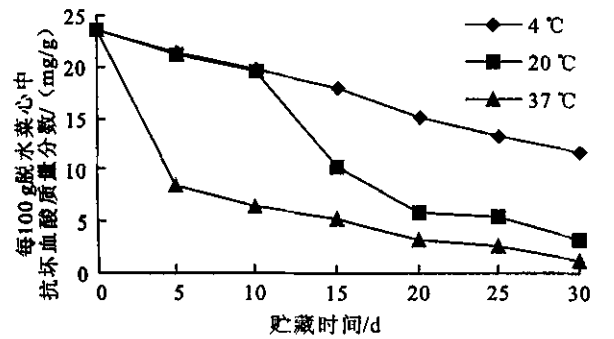


图 3 不同贮藏温度对高含水率脱水菜心抗坏血酸含量的影响

Fig. 3 The influence of different storage temperature on the content of ascorbic acid of dehydration Tsai - tai with high moisture content

2.4.3 不同贮藏温度对高含水率脱水菜心叶绿素的影响 图 4 表明高含水率脱水菜心在 4 ℃、20 ℃、37 ℃贮藏,其叶绿素含量随时间的变化。由图可知,高含水率脱水菜心在 4 ℃贮藏,其叶绿素含量的变化较小,贮藏 30 d 后未发生显著性变化(P

装的高含水率脱水菜心在 20 ℃贮藏 30 d,总糖含量显著降低($P<0.01$),但不同包装条件对总糖含量变化的影响没有显著性差异。

<0.05);在 20 ℃和 37 ℃贮藏,叶绿素含量的变化较为相似,在贮藏的最初 5 d 和贮藏 15 d 后,叶绿素含量的降低较明显,贮藏 30 d 后,两者的叶绿素含量无显著性差异,均发生显著性变化($P<0.05$),叶绿素损失率分别为 57.14%和 58.91%。

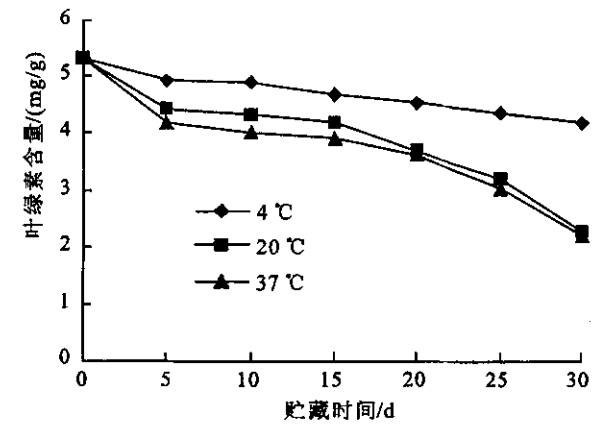


图 4 不同贮藏温度对高含水率脱水菜心叶绿素含量的影响

Fig. 4 The influence of different storage temperature on the content of chlorophyll of dehydration Tsai - tai with high moisture content

2.4.4 不同贮藏温度对高含水率脱水菜心总糖的影响 不同贮藏温度下高含水率脱水菜心的总糖含量随时间的变化见图 5。贮藏 30 d 后,4 ℃和 20 ℃菜心的总糖含量未发生显著性变化,37 ℃菜心的总糖含量降低 43.29%,变化显著($P<0.05$)。

2.4.5 不同贮藏温度对高含水率脱水菜心色泽的影响 图 6 为高含水率脱水菜心在 4 ℃、20 ℃、37 ℃贮藏,其色泽随时间变化的情况。可以看出在 20 ℃、37 ℃贮藏,高含水率脱水菜心的 a^* 和 b^* 值逐渐升高,表明菜心的褐变逐渐加深;4 ℃贮藏的高含水率脱水菜心, a^* 和 b^* 值随贮藏时间略有降低。与 20 ℃和 37 ℃相比,4 ℃贮藏的菜心 a^* 和 b^* 值

未发生显著性变化($P<0.05$),4℃可以较好地延缓菜心褐变的产生。

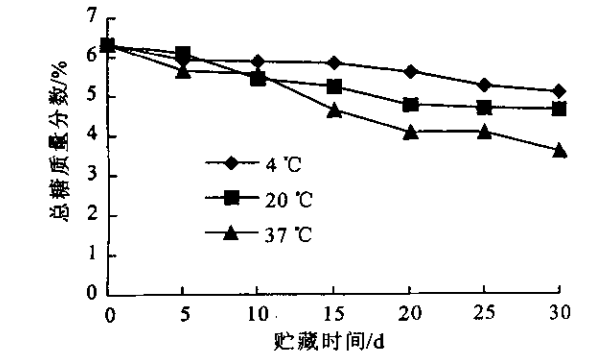


图 5 不同贮藏温度对高含水率脱水菜心总糖含量的影响

Fig. 5 The influence of different storage temperature on the content of total sugar of dehydration Tsai - tai with high moisture content

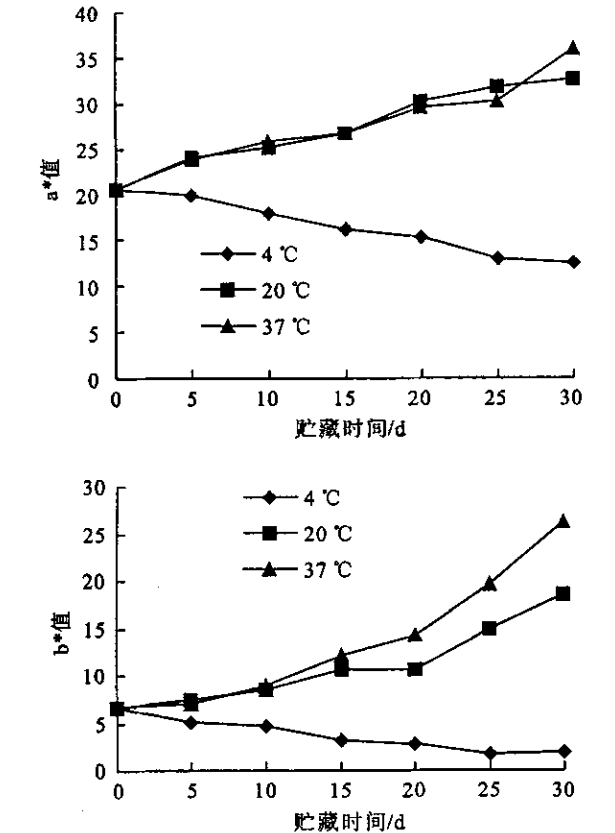


图 6 不同贮藏温度对高含水率脱水菜心色泽的影响

Fig. 6 The influence of different storage temperature on the color of dehydration Tsai - tai with high moisture content (a) L* 值 (b) a* 值 (c) b* 值

参考文献:

[1] 张 魁. 特种脱水蔬菜加工贮藏和复水学专论[M]. 北京:科学出版社,1997. 4—6.
[2] 乔旭光,陈兴泰. 低糖果脯降水分活性保藏研究[J]. 山东农业大学学报,1995 (3):316—322.
[3] 杨春,卢健鸣. 亲水性物质降低低糖果脯水分活性的研究[J]. 食品科学,2002(2):33—35.
[4] 黄泽元,汪芳安. 果蔬脯水分活度降低剂选择研究[J]. 食品工业科技,2000(2):16—17.
[5] 刘冬,李世敏,张家年. 柿饼贮藏工艺研究[J]. 果树学报,2000(3):168—171.

2.4.6 高含水率脱水菜心的微生物稳定性 高含水率脱水菜心在 4℃、20℃、37℃贮藏 30 d,检测细菌总数和霉菌菌落数,结果见表 3。高含水率脱水菜心放置于 37℃贮藏一个月,未检出细菌和霉菌,表明高含水率脱水菜心具有良好的微生物稳定性。

表 3 微生物实验结果		
Tab. 3 The results of microorganism experiment		
贮藏温度/℃	细菌总数/(个/g)	霉菌菌落数/(个/g)
4	— *	—
20	—	—
37	—	—

注: * 表示结果为阴性,未检出

3 结 论

1) 用 8 g/dL 葡萄糖、4 g/dL 乳糖、2 g/dL 氯化钠和 7.5 g/dL 麦芽糊精组成的溶液对新鲜菜心进行渗透脱水处理,经热风干燥可获得安全水分活度为 0.69~0.70、水分含量为 20%~25%的高含水率脱水菜心。葡萄糖、乳糖、氯化钠、麦芽糊精对高含水率脱水菜心水分活度的影响次序为葡萄糖>麦芽糊精>氯化钠>乳糖。

2) 高含水率脱水菜心贮藏中,抗坏血酸、叶绿素有一定的损失,会产生一定程度的褐变。真空包装和避光包装可减小高含水率脱水菜心贮藏中叶绿素和抗坏血酸的损失,减缓褐变的产生;4℃贮藏较之 20℃、37℃可以更好地保持高含水率脱水菜心的品质;因而,高含水率脱水菜心采用真空和避光包装,在 4℃贮藏可以较好地保持其营养和感官品质。

3) 微生物实验表明,水分活度为 0.69~0.70 的高含水率脱水菜心(水分质量分数为 20%~25%)可以安全贮藏。

[6] 杨春,卢健鸣. 低糖果脯水分活性对保质期影响的研究[J]. 食品工业科技,2002(12):23—24.

[7] Gabriella G, Angela Paradiso. Stability of dried and intermediate moisture tomato pulp during storage [J]. **Agricultural and Food Chemistry**,2002(50):7277—7281.

[8] Zanoni B,Pagliarini B, Foschino R. Study of the stability of dried tomato halves during shelf-life to minimize oxidative damage [J]. **Journal of the Science of Food and Agriculture**,2000(80):2203—2208.

[9] 黄伟坤. 食品检验与分析[M]. 北京:轻工业出版社,1989.

[10] 张春华. 不同预处理的脱水甘蓝品质[D]. 无锡:江南大学,2005.

[11] 吴有炜. 试验设计与数据处理[M]. 苏州:苏州大学出版社,2002.

[12] Moreno J, Chiralt A. Dehydration combined methods on quality and stability of minimally processed strawberries[J]. **Food Research International**, 2002,(33):151—168.

(责任编辑:杨 萌)

(上接第 19 页)

参考文献:

[1] 强莉. 苜蓿叶蛋白的加工及开发利用[J]. 饲料博览,2002,(4):43—45.

[2] 宋成. 开发叶蛋白生产[J]. 饲料与畜牧,1990,(3):8—11.

[3] Fasakin FA. Nutrient quality of leaf protein concentrates ptoduce from water fern(*Azolla Africaana* Desv)and duckweed (*Spirodela polyrrhiza* L. Schleiden) [J]. **Bioresource Technology**,1999,69(2):185—187.

[4] Aletor O, Oshodi K. Chemical common leafy vegetables and functional properties of their leaf protein concentrates[J]. **Food Chemistry**,2002,78:63—68.

[5] F H Shah. Feeding trials of village children in Pakistan[J]. **Protein research**,1984,50:317—322.

[6] Dev D V,Usha R B,Joshi R N. The yields of extracted leaf protein from lucerne[J]. **Journal Science Food Agriculture**, 1974,25:725—733.

[7] Eldean D Gerloff,Iracema H Lima,Mark A Stahman. Amino acid composition of leaf protein[J]. **Agriculture and Food Chemistry**,1965,13(2):139—142.

[8] 邓勇. 叶蛋白的提取工艺[J]. 中国农业大学学报,1997,2960:88—91.

[9] 陆恒. 苜蓿叶蛋白生产工艺及其利用[J]. 农产品加工,2003,(5):14—15.

[10] 张秀平. 苜蓿叶蛋白最佳提取方法筛选[J]. 草业科学,1992,9(1)68—70.

[11]蔡素雯,杨军,张力伟,等. 食用叶蛋白的制备及其有效成分分析[J]. 西北大学学报,1997,(3):231—234.

[12] 张秀分. 利用苜蓿、沙打旺提取叶蛋白饲料的研究[J]. 中国草地,1990,(5):39—41.

[13] 许曼驯. 叶蛋白浓缩物的提取及饲鱼效果[J]. 饲料研究,1991,(3):10—12.

[14] 成明华,关东胜,吴卫华. 苜蓿叶蛋白粉叶绿素的提取工艺[J]. 中国农业大学学报,19983,(4):93—97.

[15] 郑建仙. 植物蛋白应用与研究[J]. 中国粮油学报,1992(1):2.

[16] 郑建仙. 苜蓿叶蛋白在食品中的应用[J]. 食品与发酵工业,1996,(5):26—30.

(责任编辑:朱 明)