

不同防腐处理对果脯蜜饯（台湾乌梅）微生物控制的影响

曾晓房^{1,2}, 刘嘉玲¹, 白卫东^{1,2}, 梁云飞¹, 张鹰¹

(1. 仲恺农业工程学院轻工食品学院, 广东广州 510225)

(2. 广东省岭南特色食品工程技术研究中心, 广东广州 510225)

摘要: 考察了蜜饯(台湾乌梅)贮藏过程中微生物的变化规律, 研究了不同防腐处理(0.05%苯甲酸钠、0.03%脱氢醋酸钠、0.05%壳聚糖、0.10%壳聚糖、0.15%壳聚糖、0.20%壳聚糖、紫外线、紫外线+0.025%苯甲酸钠、紫外线+0.038%苯甲酸钠)对微生物控制的影响。研究表明: 在贮藏期内(5个月), 台湾乌梅蜜饯中细菌、霉菌和酵母菌随着时间的延长而不断增加, 但增长比较缓慢; 脱氢醋酸钠和壳聚糖均可明显抑制台湾乌梅蜜饯中微生物的生长, 其中脱氢醋酸钠的抑菌效果甚至优于苯甲酸钠, 因此有必要扩大脱氢醋酸钠的使用范围; 紫外线处理也可抑制台湾乌梅蜜饯中微生物的生长, 建议实际生产过程中增加紫外线照射处理步骤, 以达到既控制微生物, 又降低苯甲酸钠使用量的双重效果。

关键词: 果脯; 细菌; 霉菌; 酵母菌; 防腐剂

文章编号: 1673-9078(2016)6-207-212

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2016.6.033

Effect of Different Preservative Treatments on Microbial Control in Preserved Fruit (Taiwan Wumei)

ZENG Xiao-fang^{1,2}, LIU Jia-ling¹, BAI Wei-dong^{1,2}, LIANG Yun-fei¹, ZHANG Ying¹

(1.College of Light Industry and Food Science, Zhongkai University of Agricultural and Technology, Guangzhou 510225, China) (2.Guangdong Engineering Technology Research Center for Lingnan Specialty Food, Guangzhou 510225, China)

Abstract: Changes in microorganisms during fruit preservation and the effect of different preservative treatments (0.05% sodium benzoate; 0.03% sodium dehydroacetate; 0.05, 0.10, 0.15, and 0.20% chitosan; ultraviolet light; ultraviolet light + 0.025% sodium benzoate; ultraviolet light + 0.038% sodium benzoate) on microbial control of preserved fruit (Taiwan Wumei) were examined. The results indicated that the microbial counts (bacteria, mold, and yeast) increased over time during the storage period (five months); however, the growth rate was relatively slow. Sodium dehydroacetate and chitosan could obviously inhibit microbial growth in preserved fruit (Taiwan Wumei), and the antibacterial effect of sodium dehydroacetate was even better than that of sodium benzoate. Therefore, the use of sodium dehydroacetate in preserving fruits will be beneficial. Additionally, ultraviolet treatment inhibited microbial growth in preserved fruit (Taiwan Wumei). Hence, it is recommended to introduce ultraviolet irradiation treatment into commercial production processes, to achieve the dual effects of microbial control and a reduction in sodium benzoate requirement for preserving fruit.

Key words: preserved fruit; bacteria; mold; yeast; food preservative

我国传统果脯蜜饯生产经高盐脱水、高糖蜜制, 一般微生物难以生长, 但由于生产条件、原辅料以及人员卫生控制不严, 因此微生物超标以及食品防腐剂超量使用问题时有发生^[1], 也给消费者带来潜在的健康危害^[2]。调查发现, 果脯蜜饯超标微生物中主要为

细菌(以芽孢杆菌为主), 其次为霉菌和酵母菌^[3-4], 在这些微生物中甚至还包括对人体健康威胁较大的浅绿气球菌^[4]、腊样芽孢杆菌和炭疽芽孢杆菌^[3], 因此必须采取有效措施控制果脯蜜饯中的微生物, 以保证产品的食用安全性。

在果脯蜜饯生产中, 常采用添加食品防腐剂、水分控制和包装等技术进行防腐处理^[1], 其中苯甲酸及其钠盐的使用最为普遍^[1]。但过量摄入苯甲酸及其钠盐可能引起胃肠道反应并增加肝脏负担, 引起动物及人中毒, 导致人体脏器损害和染色体畸变等^[5], 因此,

收稿日期: 2014-05-20

基金项目: 广州市科技攻关项目(2012J5100055); 广东省科技厅省部产学研项目(2009B090300411); 广东省科技厅项目(2015A090905012)

作者简介: 曾晓房(1979-), 男, 博士, 副教授, 研究方向为农产品加工及食品添加剂研发

如何降低或替代苯甲酸及其钠盐也是提升我国传统果脯蜜饯品质所亟待解决的关键问题之一。台湾乌梅为凉果类蜜饯的代表性产品之一,其风味深受消费者欢迎,它以福建芙蓉李为原料通过传统凉果制作工艺加工而成^[6]。本文以其作为研究对象,考察其在贮藏过程中微生物的变化规律,并采用多种防腐处理方法(脱氢醋酸钠、壳聚糖、苯甲酸钠与紫外线协同处理)进行微生物控制,比较它们与苯甲酸钠处理的防腐效果,以期降低或替代苯甲酸钠、提高果脯蜜饯食用安全性提供科学指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试的台湾乌梅盐坯由紫金华丰国际食品企业有限公司提供。壳聚糖(脱乙酰度 $\geq 90\%$)购买于国药集团化学试剂有限公司;苯甲酸钠(食品级)购买于武汉有机实业股份有限公司;脱氢醋酸钠(食品级)购买于广州市安心生物制品有限公司;平板计数琼脂培养基、马铃薯葡萄糖琼脂培养基购买于广东环凯微生物科技有限公司;柠檬酸、酒石酸、苹果酸等其他试剂均为市售分析纯。

手持式糖度计(WZ113/ATC型):北京阳光亿事达有限公司;超净工作台(SW-CJ-1F型):苏州安泰空气技术有限公司;数显鼓风干燥箱(GZX-9070ME型):上海博迅实业有限公司;生化培养箱(LRH-250A型):广东省医疗器械厂;移液枪:上海艾晟科技有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 台湾乌梅蜜饯制作工艺流程

本试验台湾乌梅蜜饯制作工艺流程如下:

台湾乌梅盐坯→水洗脱盐→沥干→糖腌→一次糖煮→降温,浸泡48h→二次糖煮→降温,浸泡48h→三次糖煮→添加防腐剂→降温,浸泡48h→捞出果坯,15%糖水冲洗,沥干→干燥→分选及包装

1.2.2 台湾乌梅蜜饯制作工艺要点

盐坯水洗脱盐:水洗脱盐在流水池内进行,水洗6h。然后捞出沥水,适当晾晒使表面干燥。

糖制方法:采用常压多次煮制法,脱盐后果坯先用糖度为40%的糖浆常温腌制24h。第一次糖煮前先将果坯捞出,将糖浆浓度提高到50%,当糖浆煮沸后加入果坯热煮5min,降温,浸泡48h;第二次糖煮前捞出果坯,将糖度调至60%,当糖浆煮沸后加入果坯热煮5min,降温,浸泡48h;第三次糖煮前捞出

果坯,将糖度调至70%,在煮糖过程中加入0.4%的酸(酒石酸:柠檬酸=1:1),加入防腐剂,然后加入果坯热煮5min,降温,浸泡48h。

沥糖:将果坯捞出,然后用糖度15%的糖水冲洗,沥干果坯。

干燥:采用鼓风干燥箱,先用50℃烘2h,翻动果坯,再用65℃烘3h直至果坯水分降到20%。

分选及包装:采用透明塑料硬盒包装,先经紫外线照射30min处理。将乌梅果坯装入盒内后,用透明胶布封严封口,防止空气进入。

1.2.3 微生物指标测定

细菌总数测定:采用平板计数法,根据GB4789.2-2010执行。

霉菌、酵母菌测定:根据GB4789.15-2010执行。

1.2.4 数据统计分析方法

每次测定至少重复3次,采用Excel 2007进行数据处理,结果用平均值表示。

2 结果与讨论

2.1 台湾乌梅蜜饯储藏过程中微生物的变化规律

将台湾乌梅蜜饯(未经任何防腐处理)在室温下贮藏,每月取样进行细菌总数、霉菌及酵母菌的检测,贮藏过程中微生物的生长变化情况如表1所示。从表1中可看出,在储藏过程中台湾乌梅蜜饯微生物数量均随着时间的延长而逐步增加。储藏5个月后,台湾乌梅蜜饯细菌总数达950cfu/g,没有超过国家标准(《GB 14884-2003 蜜饯卫生标准》要求菌落总数 ≤ 1000 cfu/g);而霉菌在储藏4个月后代达65cfu/g,已经超过国家标准(《GB 14884-2003 蜜饯卫生标准》要求霉菌总数 ≤ 50 cfu/g);酵母菌在贮藏后期增加明显,第5个月达65cfu/g。

微生物生长繁殖,除需要营养物质外还必须有足够的水分。在 A_w 值低的基质中微生物生长不良,当 A_w 值低于一定界限,微生物的生长即停止。例如,当 A_w 接近0.9时,细菌几乎不能生长;当 A_w 值下降至0.88时,绝大多数酵母生长受到严重影响,仅有少数耐渗透压酵母能在 A_w 值为0.6时生长;而多数霉菌生长的最低 A_w 值为0.8。由于台湾乌梅蜜饯中水分含量较低($\leq 20\%$),因此细菌总数、霉菌和酵母菌在贮藏过程中增长较缓慢,结果也与Li等^[7]的试验类似。由此可见,水分控制是台湾乌梅蜜饯防腐的有效手段之一。

表 1 台湾乌梅蜜饯贮藏过程中微生物的变化情况 (单位: cfu/g)

月份	0	1	2	3	4	5
细菌总数	25 ± 6	170 ± 17	230 ± 27	480 ± 30	790 ± 44	950 ± 60
霉菌	10 ± 1	20 ± 1	30 ± 2	45 ± 2	65 ± 4	90 ± 5
酵母菌	2 ± 2	15 ± 2	25 ± 2	35 ± 2	50 ± 3	65 ± 4

2.2 脱氢醋酸钠处理对台湾乌梅蜜饯中微生物生长的影响

由于苯甲酸及其钠盐存在安全隐患^[5], 因此寻找一种能降低或替代苯甲酸及其钠盐的防腐剂是当前我国果脯蜜饯产业中的现实需求。国内有研究发现, 脱氢醋酸钠在话李中应用效果明显好于苯甲酸钠^[8]。本文使用脱氢醋酸钠 (脱氢醋酸钠添加量 0.03%, 苯甲酸钠添加量为 0.05%) 进行替代试验, 结果如下图 1、图 2 和图 3 所示。

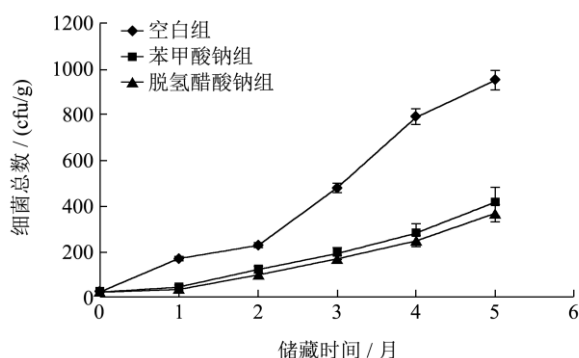


图 1 脱氢醋酸钠处理对台湾乌梅蜜饯中细菌生长的影响
Fig.1 The effect of sodium dehydroacetate on bacterial growth in preserved fruit (Taiwan Wumei) during storage

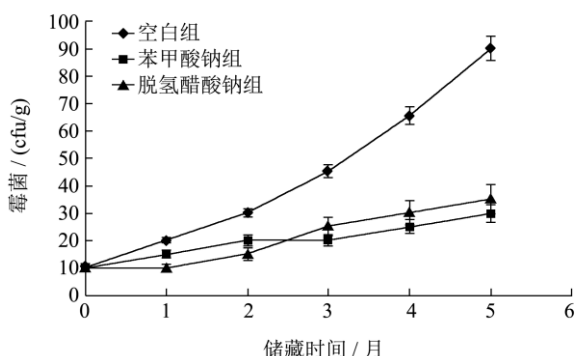


图 2 脱氢醋酸钠处理对台湾乌梅蜜饯中霉菌生长的影响
Fig.2 Effect of sodium dehydroacetate on mold growth in preserved fruit (Taiwan Wumei) during storage

从图 1 中可看出, 脱氢醋酸钠处理可显著 ($p < 0.05$) 抑制台湾乌梅蜜饯中细菌的生长, 而且脱氢醋酸钠抑制细菌生长的效果与苯甲酸钠的处理效果差异不显著 ($p > 0.05$)。贮藏 5 个月, 苯甲酸钠处理组

中细菌总数为 420 cfu/g, 而脱氢醋酸钠处理组中细菌总数仅为 370 cfu/g, 两者均远低于空白组的 950 cfu/g。

从图 2 中可看出, 脱氢醋酸钠处理可显著 ($p < 0.05$) 抑制台湾乌梅蜜饯中霉菌的生长, 而且脱氢醋酸钠抑制霉菌生长的效果与苯甲酸钠的处理效果差异不显著 ($p > 0.05$)。贮藏 5 个月, 苯甲酸钠处理组中霉菌数为 30 cfu/g, 而脱氢醋酸钠处理组中霉菌数则为 35 cfu/g, 处理组霉菌总数没有超过国家标准。

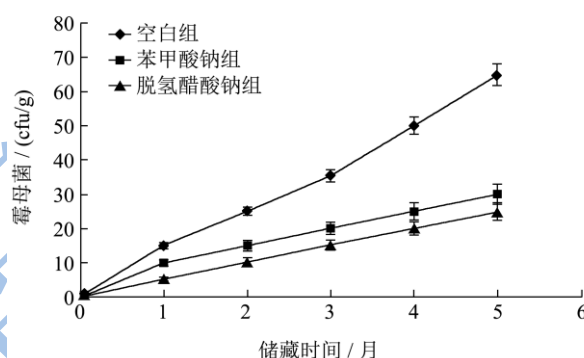


图 3 脱氢醋酸钠处理对台湾乌梅蜜饯中酵母菌生长的影响
Fig.3 Effect of sodium dehydroacetate on yeast growth in preserved fruit (Taiwan Wumei) during storage

从图 3 中可看出, 脱氢醋酸钠处理可显著 ($p < 0.05$) 抑制台湾乌梅蜜饯中酵母菌的生长, 而且脱氢醋酸钠抑制酵母菌生长的效果与苯甲酸钠的处理效果差异不显著 ($p > 0.05$)。贮藏 5 个月, 苯甲酸钠处理组中酵母菌数为 30 cfu/g, 而脱氢醋酸钠处理组中酵母菌数仅为 25 cfu/g, 两者均远低于空白组的 65 cfu/g。

由此可见, 脱氢醋酸钠处理可显著 ($p < 0.05$) 抑制台湾乌梅蜜饯中细菌、霉菌和酵母菌的生长, 抑制效果与苯甲酸钠的处理效果差异不显著 ($p > 0.05$), 结果与应苗苗等^[8]的试验效果类似。但由于国家标准 (《GB 2760-2011 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》) 中并未准许将脱氢醋酸钠应用于果脯蜜饯类食品防腐, 因此有必要建议根据脱氢醋酸钠在国内外有关安全性资料及其它国家、国际组织允许使用的范围而扩大脱氢醋酸钠的使用范围。

2.3 壳聚糖处理对台湾乌梅蜜饯中微生物生

长的影响

壳聚糖作为一种天然防腐剂,具有广谱的抗菌效果^[9]。本文使用壳聚糖代替苯甲酸钠处理台湾乌梅蜜饯,并考察了不同浓度对其贮藏期间细菌、霉菌及其酵母生长的影响,结果如下图4、图5和图6所示。

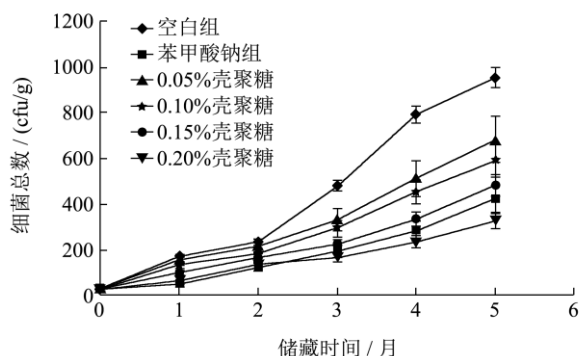


图4 壳聚糖处理对台湾乌梅蜜饯中细菌生长的影响

Fig.4 Effect of chitosan on bacterial growth in preserved fruit (Taiwan Wumei) during storage

从图4中可看出,壳聚糖处理可显著($p < 0.05$)抑制台湾乌梅蜜饯中细菌的生长,而且随着壳聚糖浓度的增加,这种抑制效果逐渐增强,0.20%壳聚糖处理组贮藏后期的抑菌效果甚至显著($p < 0.05$)优于苯甲酸钠处理组。贮藏5个月后,0.05%、0.10%、0.15%、0.20%壳聚糖处理组的细菌总数分别为680 cfu/g、590 cfu/g、480 cfu/g、320 cfu/g,均明显低于空白对照组(950 cfu/g);其中0.20%壳聚糖处理组的细菌总数远低于苯甲酸钠对照组(0.05%, 420 cfu/g)。

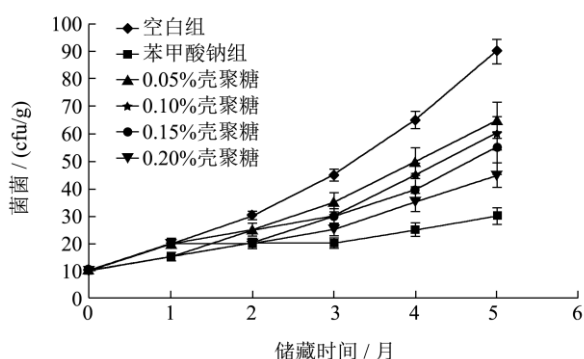


图5 壳聚糖处理对台湾乌梅蜜饯中霉菌生长的影响

Fig.5 Effect of chitosan on mold growth in preserved fruit (Taiwan Wumei) during storage

从图5中可看出,壳聚糖处理可显著($p < 0.05$)抑制台湾乌梅蜜饯中霉菌的生长,而且随着壳聚糖浓度的增加,这种抑制效果逐渐增强,但是其抑制霉菌的效果不如苯甲酸钠处理组。贮藏5个月后,0.05%、0.10%、0.15%、0.20%壳聚糖处理组的霉菌数分别为65 cfu/g、60 cfu/g、55 cfu/g、45 cfu/g,均明显低于空

白对照组(90 cfu/g)。

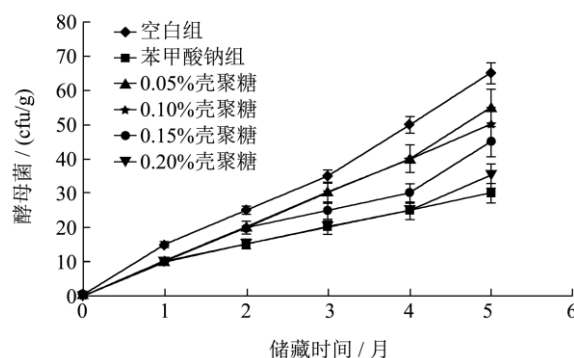


图6 壳聚糖处理对台湾乌梅蜜饯中酵母菌生长的影响

Fig.6 Effect of chitosan on yeast growth in preserved fruit (Taiwan Wumei) during storage

从图6中可以看出,壳聚糖处理可显著($p < 0.05$)抑制台湾乌梅蜜饯中酵母菌的生长,而且随着壳聚糖浓度的增加,这种抑制效果逐渐增强,但其抑制酵母菌的效果不如苯甲酸钠处理组($p > 0.05$)。贮藏5个月后,0.05%、0.10%、0.15%、0.20%壳聚糖处理组的酵母菌数分别为55 cfu/g、50 cfu/g、45 cfu/g、35 cfu/g,均低于空白对照组(65 cfu/g)。

由此可见,壳聚糖处理可显著($p < 0.05$)抑制台湾乌梅蜜饯中细菌、霉菌和酵母菌的生长,而且随着壳聚糖浓度的增加,这种抑制效果逐渐增强;但壳聚糖处理组抑制霉菌、酵母菌的效果不如苯甲酸钠处理组($p > 0.05$)。

2.4 紫外线处理对台湾乌梅蜜饯中微生物生

长的影响

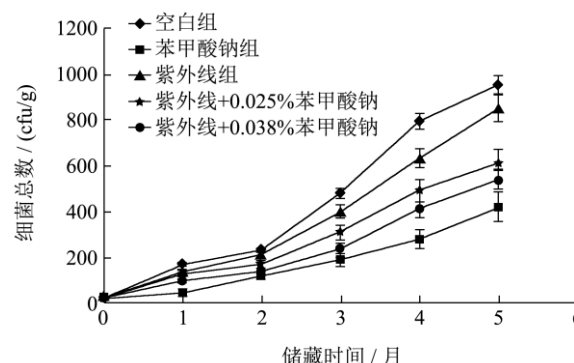


图7 紫外线处理对台湾乌梅蜜饯中细菌生长的影响

Fig.7 Effect of ultraviolet treatment on bacterial growth in preserved fruit (Taiwan Wumei) during storage

紫外线常用于室内空气、物体表面和水及其它液体的消毒,而且低剂量的紫外辐照也可作为果蔬防腐保鲜的一种预处理手段^[10]。本文考察了紫外线照射以及与苯甲酸钠协同处理对台湾乌梅蜜饯中微生物生长的

影响,结果如下图7、图8和图9所示。

从图7中可看出,紫外线照射可显著($p<0.05$)抑制台湾乌梅蜜饯中细菌的生长,但处理效果明显不如苯甲酸钠($p<0.05$),不过苯甲酸钠与紫外线协同处理能降低苯甲酸钠添加量。贮藏5个月,紫外线处理组中细菌总数为850 cfu/g,低于空白组的950 cfu/g;而紫外线+0.025%苯甲酸钠组细菌总数为610 cfu/g,紫外线+0.038%苯甲酸钠组细菌总数则更低,仅为540 cfu/g,接近苯甲酸钠处理组的抑制效果(420 cfu/g)。

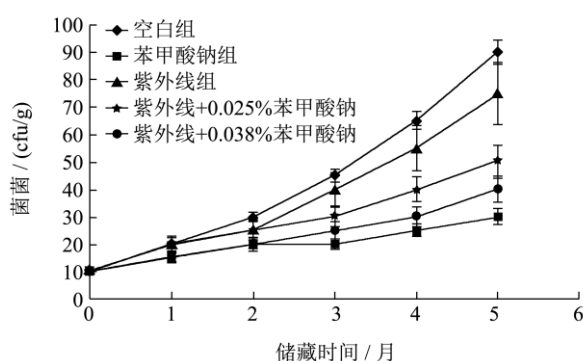


图8 紫外线处理对台湾乌梅蜜饯中霉菌生长的影响

Fig.8 Effect of ultraviolet treatment on mold growth in preserved fruit (Taiwan Wumei) during storage

从图8中可看出,紫外线照射可显著($p<0.05$)抑制台湾乌梅蜜饯中霉菌的生长,但处理效果明显不如苯甲酸钠($p<0.05$),不过苯甲酸钠与紫外线协同处理能降低苯甲酸钠添加量。贮藏5个月,紫外线处理组中霉菌数为75 cfu/g,低于空白组的90 cfu/g;而紫外线+0.025%苯甲酸钠组细菌总数为50 cfu/g,紫外线+0.038%苯甲酸钠组细菌总数则更低,仅为40 cfu/g。

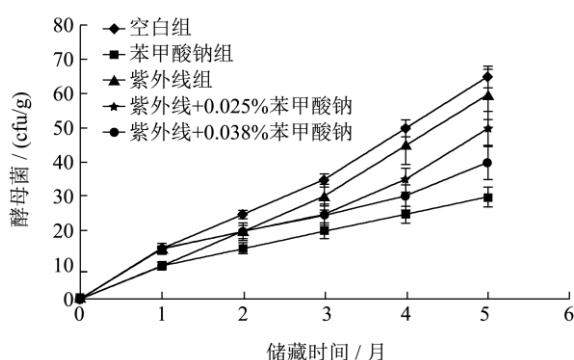


图9 紫外线处理对台湾乌梅蜜饯中酵母菌生长的影响

Fig.9 Effect of ultraviolet treatment on yeast growth in preserved fruit (Taiwan Wumei) during storage

从图9中可看出,紫外线照射可显著($p<0.05$)抑制台湾乌梅蜜饯中酵母菌的生长,但处理效果明显不如苯甲酸钠($p<0.05$),不过苯甲酸钠与紫外线协同处理能降低苯甲酸钠添加量。贮藏5个月,紫外线处理组中酵母菌数为60 cfu/g,低于空白组的65 cfu/g;

而紫外线+0.025%苯甲酸钠组酵母菌数为50 cfu/g,紫外线+0.038%苯甲酸钠组酵母菌数则更低,仅为40 cfu/g。

由此可见,紫外线处理可显著($p<0.05$)抑制台湾乌梅蜜饯中细菌、霉菌和酵母菌的生长,但处理效果明显不如苯甲酸钠处理效果($p>0.05$),不过与紫外线协同处理能降低苯甲酸钠添加量,因此可建议实际生产中增加紫外线照射步骤,可达到降低苯甲酸钠添加量的效果。

3 结论

通过考察台湾乌梅蜜饯5个月内微生物的变化规律,以及不同防腐处理方式(0.05%苯甲酸钠、0.03%脱氢醋酸钠、0.05%壳聚糖、0.10%壳聚糖、0.15%壳聚糖、0.20%壳聚糖、紫外线、紫外线+0.025%苯甲酸钠、紫外线+0.038%苯甲酸钠)对微生物生长的影响,结果表明:

3.1 在实验条件下,台湾乌梅蜜饯在储藏期间细菌总数、霉菌和酵母菌均随着时间的延长而逐渐增加,但增长比较缓慢;贮藏5个月,细菌总数并没有超标,霉菌也只有在第4个月才超标。由此可见,水分控制是台湾乌梅蜜饯防腐的有效手段之一。

3.2 脱氢醋酸钠可显著($p<0.05$)抑制台湾乌梅蜜饯中细菌、霉菌和酵母菌的生长,其抑菌效果甚至优于苯甲酸钠。因此,有必要扩大脱氢醋酸钠的使用范围,将其应用到果脯蜜饯的防腐处理中。壳聚糖处理可显著($p<0.05$)抑制台湾乌梅蜜饯中细菌、霉菌和酵母菌的生长,而且随着壳聚糖浓度的增加,这种抑制效果逐渐增强;但壳聚糖处理组抑制霉菌、酵母菌的效果不如苯甲酸钠处理组($p>0.05$)。

3.3 紫外线处理也可显著($p<0.05$)抑制台湾乌梅蜜饯中细菌、霉菌和酵母菌的生长;与紫外线协同处理能降低苯甲酸钠添加量,因此可建议实际生产中增加紫外线照射步骤,可达到降低苯甲酸钠添加量的效果。

参考文献

- [1] 刘学铭,肖更生,陈卫东.当前我国果脯蜜饯行业存在的问题与对策[J].现代食品科技,2006,22(2):199-201
LIU Xue-ming, XIAO Geng-sheng, CHEN Wei-dong. Main problems in preserved fruit industry and measures for improvement [J]. Modern Food Science and Technology, 2006, 22(2): 199-201
- [2] 柳春红,谢艳云,孙远明,等.女大学生人群凉果添加剂暴露的风险评估[J].现代预防医学,2012,39(16):4102-4104
LIU Chun-hong, XIE Yan-yun, SUN Yuan-ming, et al. Risk

- assessment for exposure to food additives in preserved fruits among female college students [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2012, 39(16): 4102-4104.
- [3] 余元善,张友胜,肖更生,等.广式凉果成品中的微生物种群调查[J].*广东农业科学*,2008,2:68-70
YU Yuan-shan, ZHANG You-sheng, XIAO Geng-sheng, et al. Investigation on the microbial species in the preserved fruits [J]. *Guangdong Agricultural Sciences*, 2008, 2: 68-70
- [4] 徐芳,肖更生,唐道邦,等.传统凉果盐胚中有害和有益微生物的分离与鉴定[J].*江西农业大学学报*,2011,33(2):369-374
XU Fang, XIAO Geng-sheng, TANG Dao-bang, et al. The separation and identification of harmful and beneficial microorganisms from traditional preserved fruit [J]. *Acta Agriculturae Universitatis Jiangxiensis*, 2011, 33(2): 369-374
- [5] Zengin N, Yuzbasioglu D, Unal F, et al. The evaluation of the genotoxicity of two food preservatives: sodium benzoate and potassium benzoate [J]. *Food and Chemical Toxicology*, 2011, 49(4): 763-769
- [6] 于新,黄雪莲,胡林子,等.果脯蜜饯加工技术[M].北京:化学工业出版社,2013
YU Xin, HUANG Xue-lian, HU Lin-zi, et al. Preserved fruit processing technology [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2013
- [7] Li Z M, Zhong H, Tang R S, et al. Experimental investigation on solar drying of salted greengages [J]. *Renewable Energy*, 2006, 31(6): 837-847
- [8] 应苗苗,应铁进,罗自生,等.脱氢醋酸钠在李子蜜饯糖渍过程中的防腐效果[J].*食品与发酵工业*,2005,31(12):61-63
YING Miao-miao, YING Tie-jin, LUO Zi-sheng, et al. Study on the inhibitory effect of disodium dehydroacetate on plum preserved [J]. *Food and Fermentation Industries*, 2005, 31(12): 61-63
- [9] Sweetie R K, Ramesh C, Arun S. Chitosan glucose complex -a novel food preservative [J]. *Food Chemistry*, 2007, 106(2): 521-528
- [10] Artes-Hernandez F, Robles P A, Gomez P A, et al. Low UV-C illumination for keeping overall quality of fresh-cut watermelon [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2010, 55(2): 114-120