

不同贮藏条件下油茶籽品质及生理活性

周 杨¹, 徐 俐^{1,*}, 王凯燕², 杨 辉²

(1. 贵州大学生命科学学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州省粮油产品质量监督检验站, 贵州 贵阳 550003)

摘 要: 为了延长油茶籽的加工期限, 将含水量为 6%、13% 的油茶籽分别贮藏于 25℃、室温、4℃, 相对湿度(RH)50%~65% 条件下, 观察贮藏期间品质及生理生化变化。结果表明: 所有实验贮藏方法, 油茶籽贮藏 90d 后均出现一定程度的劣变现象, 贮藏品质下降。对不同处理贮藏效果的综合评价, 最好的贮藏条件为温度 4℃、油茶籽含水量 6%, 能明显抑制呼吸强度和脂肪酶活性, 保持较高蛋白质、脂肪、糖等内含物质的含量, 阻止油茶籽品质的劣变; 其次为温度 4℃、含水量 13%, 最差的为温度 25℃、含水量 13%。低温和低水分含量可有效提高油茶籽的贮藏品质。

关键词: 油茶籽; 贮藏条件; 品质; 生理活性

Quality and Physiological Changes of *Camellia oleifera* Seed under Different Storage Conditions

ZHOU Yang¹, XU Li^{1,*}, WANG Kai-yan², YANG Hui²

(1. College of Life Science, Guizhou University, Guiyang 550025, China;

2. Guizhou Grain and Oils Products Quality Supervision and Inspection Station, Guiyang 550003, China)

Abstract: In order to extend the storage period of *Camellia oleifera* seeds, we observed the quality as well as physiological and biochemical changes of *Camellia oleifera* seeds with moisture content of 6% and 13% during storage at three temperatures, 25 °C, room temperature and 4 °C, respectively and a relative humidity kept between 50% and 65%. The result shows that quality deterioration was observed for *Camellia oleifera* seeds as the storage period was prolonged up to 90 days. A comprehensive assessment of the effects of different storage conditions indicated that the best storage condition was 4 °C and 6% moisture content, significantly inhibiting the respiration intensity and lipase activity, maintaining a high content of protein, fat and sugar and preventing *Camellia oleifera* seeds from deteriorating. The next best was 4 °C and 13% moisture content. The worst results were observed for *Camellia oleifera* seeds with a moisture content of 13% stored at 25 °C. Base on these results, we conclude that low temperature storage and low moisture content can effectively improve the quality of *Camellia oleifera* seeds.

Key words: *Camellia oleifera* seed; storage conditions; quality; physiological activity

中图分类号: TS222.1

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2011)24-0291-05

油茶(*Camellia oleifera* Abel)是山茶科山茶属的多年生木本植物, 是我国江南低丘陵区最重要的食用油料树种, 具有适应性强, 生长快, 寿命长, 优质高产等特点, 是我国最重要的油料作物之一, 其种子为多年生多次收获。油茶籽中含有多种生物活性物质, 如茶籽多肽、茶籽多糖、山茶甙、山茶皂甙、茶多酚等, 有抗缺氧、抗疲劳、提高人体免疫力、强心、溶血栓、降低胆固醇、预防肿瘤等多种功能^[1]。前人对油茶种子的主要成分^[2]、活性物质及提取^[3]、加工工艺^[4]等

做了大量的研究, 对油茶的栽培造林^[5]等也有大量报道。但对于生产上急需解决的油茶籽贮藏问题, 则少见报道。本实验以不同温度与不同含水量处理, 对油茶籽进行贮藏, 研究不同条件下油茶籽的劣变情况, 找出适宜的贮藏条件, 为延长油茶籽的贮藏期限提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

收稿日期: 2011-06-30

基金项目: 贵州省重大专项(黔科合重大专项字[2009]6004-7)

作者简介: 周杨(1985—), 男, 硕士研究生, 研究方向为食品加工与贮运保鲜技术。E-mail: zy19851126@126.com

* 通信作者: 徐俐(1963—), 女, 教授, 学士, 研究方向为食品贮藏与加工。E-mail: xuli63@tom.com

油茶籽：多品种混合的商品籽，2010年12月19日，购自贵州省天柱县。初始含水量13%，百粒质量84.48g，实验前预先剔除霉变粒、虫害粒及杂质。

TGL-16M高速冷冻离心机 湘仪离心机仪器有限公司；LRH-250-GS人工气候箱 广东省医疗器械厂；UV-7502PC紫外可见分光光度计 上海欣茂仪器有限公司；旋转蒸发仪 上海亚荣生化仪器厂；STQT-600冷藏试验箱 北京双杰保鲜设备公司。

1.2 实验设计

实验油茶籽含水量分别为13%、6%（初始含水量基础上35℃烘干处理获得）。将不同含水量的油茶籽装入塑料编织袋中，分别在3种条件下贮藏，见表1，贮藏时间90d。每处理20kg，重复3次，每隔30d取油茶籽籽仁测定其品质及生理生化指标变化。

表1 油茶籽贮藏组合

Table 1 Storage condition combinations for *Camellia oleifera* seeds

处理号	贮藏条件	含水量/%
1	人工气候箱贮藏：温度25℃±1℃，RH 50%~65%	13
2	人工气候箱贮藏：温度25℃±1℃，RH 50%~65%	6
3	储藏室贮藏，除湿机除湿：0~30d平均温度6℃，30~60d平均温度10℃，RH 50%~65%，60~90d平均温度13℃，0~90d RH 50%~65%	13
4	储藏室贮藏，除湿机除湿：0~30d平均温度6℃，30~60d平均温度10℃，60~90d平均温度13℃，0~90d RH 50%~65%	6
5	冷藏试验箱贮藏：温度4℃±1℃，RH 50%~65%	13
6	冷藏试验箱贮藏：温度4℃±1℃，RH 50%~65%	6

1.3 油茶籽仁品质及生理指标测定

蛋白质含量测定：采用Bradford法（考马斯亮蓝法）进行测定^[6]；含油量测定：参考GB/T 14488.1—2008《植物油料含油量测定》进行^[7]；总酚含量测定：参考GB/T 8313—2008《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》进行^[8]；还原糖与可溶性糖的测定：采用菲林试剂滴定法进行测定^[9]；脂肪酸值测定：参考GB/T 15689—2008《植物油料、油的酸度测定》进行测定^[10]；油过氧化物值测定：参考GB/T 5538—2005《动植物油脂过氧化物值测定》进行测定^[11]；呼吸强度的测定：采用碱液吸收法进行测定；脂肪酶活力测定：参考Kwon等^[12]的方法进行；过氧化氢酶活力测定：参考Bailey等^[13]的方法进行。

1.4 数据统计与分析

采用Excel2010、DPS3.01数据处理系统进行。

2 结果与分析

2.1 不同贮藏条件对贮藏物质变化的影响

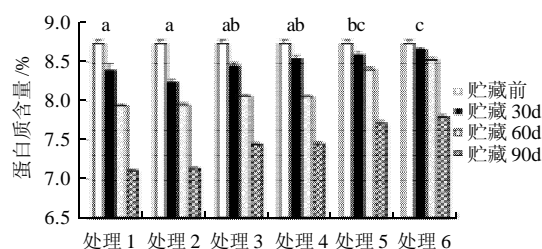


图1 不同贮藏条件下油茶籽蛋白质含量的变化

Fig.1 Protein content changes of *Camellia oleifera* seeds under different storage conditions

蛋白质是种子的重要营养物质，与种子本身的生命活动密切相关^[14]。从图1可知，各处理的油茶籽蛋白质含量随贮藏时间的延长呈下降趋势，低温且含水量较低的6号处理蛋白质含量降低最慢，高温且含水量较高的1号处理降低最快，贮藏90d后蛋白质含量比6号处理低8.84%。方差分析表明，贮藏时间对油茶籽蛋白质含量有极显著影响（ $P < 0.01$ ），各贮藏处理之间差异显著（ $P < 0.05$ ）。进一步分析表明，贮藏温度对油茶籽蛋白质含量影响显著（ $P > 0.05$ ），含水量对其影响不显著（ $P > 0.05$ ）。

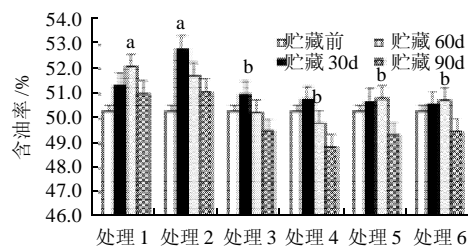


图2 不同贮藏条件下油茶籽含油率的变化

Fig.2 Oil content changes of *Camellia oleifera* seeds under different storage conditions

油茶籽的主要用途是制油，因此含油量的高低直接显示了其经济价值。由图2可知，贮藏期内油茶籽含油率先呈现上升趋势，这可能是种子的后熟作用造成的。温度高的处理组上升较快，低温处理组上升较慢。而随着贮藏时间的延长，其含油率又逐渐下降。方差分析表明，贮藏时间对油茶籽含油量有极显著影响（ $P < 0.01$ ），各贮藏处理之间差异极显著（ $P < 0.01$ ）。进一步分析显示贮藏温度对油茶籽含油率影响极显著（ $P < 0.01$ ），含水量对其影响不显著（ $P > 0.05$ ）。

油料的脂肪酸值与过氧化物值是评价油料品质好坏和贮藏方法是否得当的重要指标，也能为油脂的加工提供数据参考。由图3可见，贮藏期内，各处理酸值均有所升高。贮藏90d酸值上升最低的是25℃水分较低的2号处理，酸值提高了0.27mg KOH/g，这可能是由于温度较高的条件下脂肪酸分解较快。各处理的对比也证

明,在控制酸值方面低水分储藏可以起到与低温储藏一样有效的作用,这与 Genkawa 等^[15]的报道一致。由图 4 可知,不同温度处理组贮藏 90d 后过氧化值差异明显,高温组过氧化值明显高于低温组。4℃条件贮藏的 5、6 号处理,过氧化值在贮藏初期还出现了下降,这可能是由于茶籽内过氧化物分解造成的。方差分析显示,贮藏时间对酸值变化影响极显著($P < 0.01$),各贮藏处理之间差异不显著($P > 0.05$)。贮藏时间对过氧化值变化影响极显著($P < 0.01$),各贮藏处理之间差异显著($P < 0.05$)。进一步分析表明,贮藏温度和含水量对油茶籽过氧化值影响极显著($P < 0.01$)。

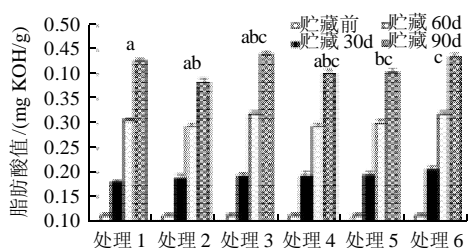


图 3 不同贮藏条件下油茶籽酸值的变化

Fig.3 Acid value changes of *Camellia oleifera* seeds under different storage conditions

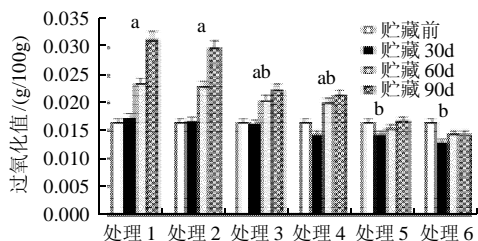


图 4 不同贮藏条件下油茶籽过氧化值的变化

Fig.4 Peroxide value changes of *Camellia oleifera* seeds under different storage conditions

糖类是最主要的呼吸基质,是油茶籽生长和代谢的养料和能量来源。通常在良好的贮藏条件下,可溶性糖含量变化不大,但受逆境胁迫时可溶性糖含量升高^[16],还原糖含量先升高后下降^[17]。从图 5 可知,各处理还原糖含量均有所增加。低温处理还原糖含量增加速度明显较其他处理慢。方差分析显示,5、6 号处理与其他处理组差异显著,还原糖含量 0~60d 内变化显著,60~90d 变化不显著。常温组在 30~90d 内还原糖含量快速升高,可能是由于气温升高所致。从图 6 可见,贮藏期间油茶籽可溶性糖含量快速升高,可能是种子内部的淀粉逐渐分解成可溶性糖,以供种子呼吸作用。贮藏 90d 内,可溶性糖在 25℃和 4℃条件下较高,而在常温条件下较低。25℃条件下可溶性糖含量高应是

由于温度高淀粉分解快;而 4℃条件下可溶性糖的增加,则可能是逆境环境所致,因为低温条件下种子可溶性糖含量增加可增强抗冻能力,维持细胞膜在低温下的正常功能^[16]。方差分析表明,各贮藏处理之间差异显著($P < 0.05$),贮藏时间影响极显著($P < 0.01$)。进一步分析表明,贮藏温度对油茶籽可溶性糖含量影响显著($P < 0.05$),含水量对其影响不显著($P > 0.05$)。

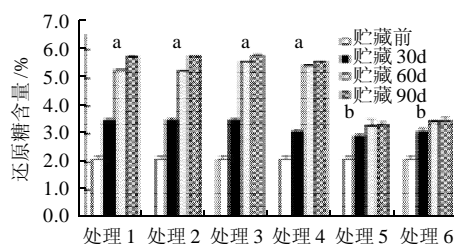


图 5 不同贮藏条件下油茶籽还原糖含量的变化

Fig.5 Reducing sugar content changes of *Camellia oleifera* seeds under different storage conditions

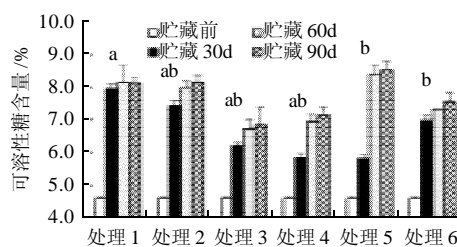


图 6 不同贮藏条件下油茶籽可溶性糖含量的变化

Fig.6 Soluble sugar content changes of *Camellia oleifera* seeds under different storage conditions

2.2 不同贮藏条件对总酚含量的影响

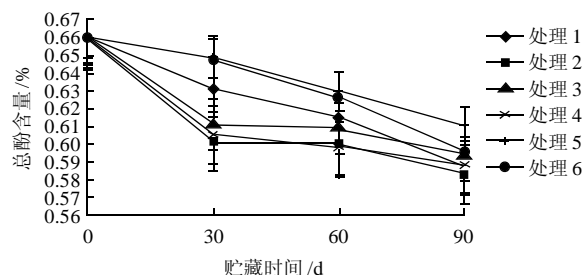


图 7 不同贮藏条件下油茶籽总酚含量的变化

Fig.7 Total phenol content changes of *Camellia oleifera* seeds under different storage conditions

油茶籽中存在着大量的多酚类物质,是油茶籽主要的活性物质之一。由图 7 可知,随着贮藏时间的延长,油茶籽总酚含量不断下降。贮藏 90d 后总酚含量最高的是 5 号处理,贮后仅下降 7.47%,2 号处理下降最多,

达 11.66%。由于茶籽代谢, 酚类物质不断氧化消耗, 高温加快了氧化反应的速度, 故高温处理总酚含量要低于低温处理。方差分析显示, 各处理组之间差异极显著($P < 0.01$), 贮藏时间对总酚含量影响极显著($P < 0.01$)。进一步分析表明, 温度对油茶籽总酚含量影响极显著($P < 0.01$), 水分对其影响显著($P < 0.05$)。对比图 7 和图 4 发现, 随贮藏时间延长, 总酚含量与过氧化值的变化趋势相反, 进一步对贮藏一定时间后油茶籽的平均过氧化值和总酚含量做相关性分析, 两者之间存在一定的关系, 相关系数为 -0.77299 , 说明酚类物质对氧化有一定的抑制作用, 这与刘雳等的结论是一致的^[18]。

2.3 不贮藏条件下生理活性的变化

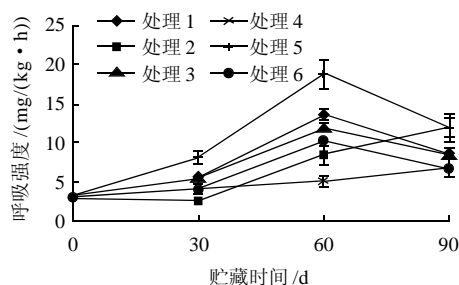


图 8 不同贮藏条件下油茶籽呼吸强度的变化

Fig.8 Respiration intensity changes of *Camellia oleifera* seeds under different storage conditions

由图 8 可见, 第 1、3、5、6 号处理在 60d 时形成呼吸高峰, 第 2、4 号处理则为逐渐上升, 并未达到呼吸高峰。方差分析显示 4 号、5 号处理与其他处理组差异极显著($P < 0.01$), 低温高水分的 5 号处理呼吸强度最大, 这与该处理组可溶性糖含量迅速增加相对应, 可能与低温环境下种子的抗逆作用有关^[17]; 低水分 4 号处理保持较低的呼吸强度, 且一直没有出现呼吸高峰, 同样水分的 2 号、6 号处理呼吸强度也较弱, 说明低水分使油料种子处于休眠状态有效地抑制种子的呼吸作用, 降低贮藏物质的消耗。

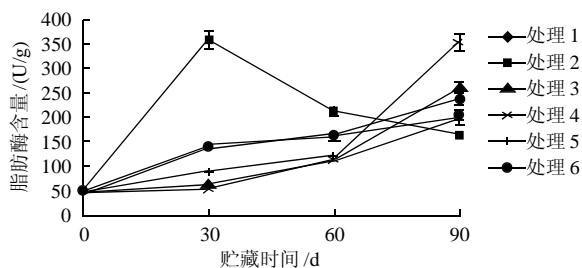


图 9 不同贮藏条件下油茶籽脂肪酶含量的变化

Fig.9 Lipase activity changes of *Camellia oleifera* seeds under different storage conditions

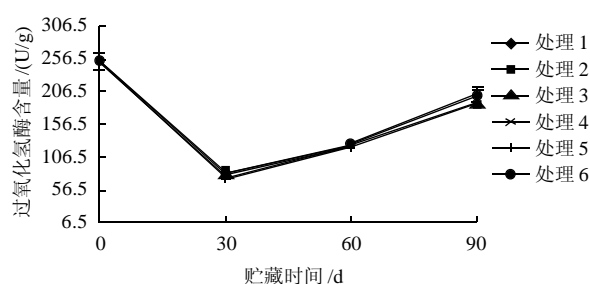


图 10 不同贮藏条件下油茶籽过氧化氢酶含量的变化

Fig.10 Catalase activity changes of *Camellia oleifera* seeds under different storage conditions

脂肪酶是脂肪代谢中第一个参与反应的酶, 一般认为其对脂肪的转化速度起调控作用, 从酶化学方面来讲, 脂肪酶活力越高, 游离脂肪酸含量越高, 也越容易产生脂肪过氧化物与氧自由基^[19], 而这些物质都会导致贮藏品质的劣变。由图 9 可见, 2 号处理脂肪酶在 30d 时达到高峰后开始下降, 其余处理脂肪酶含量在贮藏期内则不断升高。方差分析显示, 各处理间无显著差异($P > 0.05$)。对比图 9 和图 2, 发现茶籽脂肪酶活力与脂肪含量并没有呈现直接的相关关系, 说明实验所采用的水分条件下, 脂类物质的分解以氧化为主, 而不是在脂肪酶的催化下进行水解, 这与其他一些贮藏实验的结果一致^[20]。对比各处理脂肪酶含量与酸值, 发现除处理 2 外各处理变化趋势相似, 贮藏 90d 后, 25℃ 条件下脂肪酶含量和酸值均最低, 室温下脂肪酶含量最高, 但酸值和 4℃ 条件差距不大, 因为脂肪酶水解产生的脂肪酸会被氧化, 而 4℃ 氧化比室温下慢, 这与过氧化值的测定结果相符, 对贮藏一定时间后油茶籽平均酸值和脂肪酶含量做相关性分析, 发现油茶籽脂肪酶含量与酸值呈现相关关系, 相关系数达到 0.9491, 说明油茶籽贮藏过程中酸值的增加, 主要是由于脂肪酶水解脂肪产生脂肪酸。

过氧化氢酶(CAT)是一种还原酶, 作为一种内源性的活性氧清除剂, 能对油茶籽起到一定的保护作用, 协助其忍耐、减缓或抵抗逆境的胁迫, 并延缓其衰老过程。由图 10 可以看出, 各处理过 CAT 含量在最初的 30d 内均出现大幅下降, 其后又逐渐上升。方差分析显示, 贮藏时间对 CAT 含量影响极显著($P < 0.01$), 各处理组之间差异显著($P < 0.05$)。对比图 10 与图 4 发现, 贮藏 30d 内各处理过氧化值变化不大甚至还略有下降, 而 CAT 含量大幅下降; 30d 后过氧化值不断升高, 而 CAT 含量也不断升高。说明种子体内物质的不断氧化, 氧自由基的含量的增加诱导了 CAT 活性的不断升高, 这与夏杏洲等^[21]的观点是一致的。

2.4 不同贮藏条件油茶籽贮藏效果的综合评价

采用 Topsis (technique for order preference by similar-

表2 不同条件下油茶籽贮藏90d Topsis评价

Table 2 Results of Topsis assessment of *Camellia oleifera* seeds after 90 days of storage under different conditions

处理号	变换矩阵结果										D+	D-	指标CI	名次
	蛋白质含量	含油率	总酚含量	还原糖含量	可溶性糖含量	脂肪酸值	脂肪过氧化值	呼吸强度	脂肪酶活力	过氧化氢酶活力				
1	0.391	0.417	0.406	0.320	0.384	0.392	0.263	0.403	0.440	0.400	0.425	0.224	0.344	6
2	0.391	0.418	0.399	0.318	0.380	0.444	0.276	0.288	0.535	0.399	0.447	0.293	0.396	3
3	0.407	0.405	0.406	0.318	0.458	0.383	0.368	0.403	0.339	0.426	0.389	0.204	0.345	5
4	0.407	0.400	0.406	0.329	0.438	0.422	0.386	0.504	0.250	0.403	0.411	0.263	0.390	4
5	0.424	0.404	0.420	0.552	0.366	0.422	0.491	0.288	0.452	0.400	0.265	0.388	0.594	2
6	0.429	0.405	0.413	0.531	0.415	0.383	0.574	0.504	0.372	0.421	0.181	0.457	0.716	1

ity to an ideal solution)逼近理想解排序法,综合各项指标的测定结果,对6个处理的贮藏效果进行综合评价,结果如表2所示,6号处理综合排名最高,其次是5号处理,1号、3号处理效果最差。初步的实验证明,低温冷藏有利于油茶籽的贮藏,低水分贮藏效果好于高水分。

3 结论与讨论

无论哪种贮藏温度与油茶籽水分组合,油茶籽贮藏90d后均出现一定程度的劣变现象,表现为蛋白质、脂肪含量减少,酸值和过氧化值升高,可溶性糖含量增加,总酚被消耗,呼吸增强、脂肪酶活性和过氧化氢酶活力上升。最终导致油茶籽贮藏品质的下降。贮藏效果的综合评价为最好的贮温4℃、含水量6%,90d后仍能保持较好品质,其次为温度4℃、含水量13%,最差的条件是温度25℃、含水量13%。

本实验所用材料为多品种混合的商品籽,品种间的差异也在一定程度上构成了误差,因此还应对生产上大量使用的品种进行单一品种试验,才能为油茶籽的贮藏技术提供更准确的依据。此外发现油茶籽贮藏过程中各成分的变化及对加工特性的影响有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 周薇,吴雪辉.油茶综合利用开发前景[J].中国农村科技,2006,12(10):21-23.
- [2] 龙正海,王道平.油茶籽油与橄榄油化学成分研究[J].中国粮油学报,2008,23(2):121-123.
- [3] 唐玲,陈跃龙,史丽颖,等.油茶籽提取物的体外抗癌活性[J].华西药杂志,2008,23(6):658-660.
- [4] 夏伏建,黄凤洪,钮琰星,等.油茶籽脱壳制油工艺的研究与实践[J].中国油脂,2004,29(1):34-35.
- [5] 潘建勇,张子敬.油茶栽培技术[J].现代农业科技,2011,39(1):92-94.
- [6] KRUGER N J. The bradford method for protein quantitation[J]. Methods in Molecular Biology, 1994, 32(1): 9-15.
- [7] GB/T 14488.1—2008 植物油料:含油量测定[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [8] GB/T 8313—2008 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [9] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007:62-64.
- [10] GB/T 15689—2008 植物油料 油的酸度测定[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [11] GB/T 5538—2005 动植物油脂 过氧化值测定[S].北京:中国标准出版社,2006.
- [12] KWON M A, KIM H, HAHM D H, et al. Synthesis activity-based zymography for detection of lipases and esterases[J]. Biotechnology Letters, 2011, 33(4): 741-746.
- [13] BAILLY C, LEYMARIE J, LEHNER A, et al. Catalase activity and expression in developing sunflower seeds as related to drying[J]. Journal of Experimental Botany, 2004, 55(396): 475-483.
- [14] 董新红.贮藏条件对芥菜(*Brassica juncea* coss)种子寿命的影响及其机理研究[D].重庆:西南农业大学,2003.
- [15] GENKAWA T, UCHINO T, INOUE A, et al. Development of a low-moisture-content storage system for brown rice: Storability at decreased moisture contents[J]. Biosystems Engineering, 2008, 99(4): 515-522.
- [16] 刘祖祺,张石城.植物抗性生理学[M].北京:中国农业出版社,1994:8-29.
- [17] 王肇慈.粮油食品品质分析[M].2版.北京:中国轻工业出版社,2000:81.
- [18] 刘雳,赵正惠.茶籽毛油中极性抗氧化物质的研究[J].中国粮油学报,2002,17(3):4-9.
- [19] MONSOOR M A, PROCTOR A. Relative free fatty acid formation and lipid oxidation of commercially milled unseparated, head, and broken rice[J]. Arkansas Agricultural Experiment Station: Research Series, 2005, 517(1): 385-390.
- [20] 霍雨露,李喜宏,张兴亮,等.不同气调储存条件对大米脂类变化的影响[J].粮油加工,2009,39(10):97-100.
- [21] 夏杏洲,曾衡,彭球生,等.两种温度下斯里兰卡橄榄贮藏特性的比较研究[J].广州食品工业科技,2004,20(2):68-70.