

# 不同贮藏条件下豆薯种子的脂质过氧化研究

黄胜琴<sup>1</sup> 陈润政<sup>2</sup>

(1. 华南师范大学生命科学学院, 广东省植物发育生物工程重点实验室, 广东 广州 510631;

2. 中山大学生命科学学院, 广东 广州 510275)

**摘要:** 豆薯(*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban)种子分别在4℃、15℃相对湿度(RH)45%及室温开放条件下贮藏,或新鲜种子进行超干处理将其含水量降到6.43%后密封贮存,以探讨种子劣变的生理机制。结果表明,豆薯种子在室温开放贮藏12个月的发芽率降至50%,24个月后发芽力完全丧失。4℃下贮藏豆薯种子最有效,贮藏后种子的电导率和紫外吸收值较低,过氧化氢酶、过氧化物酶和超氧化物歧化酶活性仍保持较高水平,种子萌发时释放出的挥发性醛也较低。适当的超干处理效果与15℃45%RH相似,但不及4℃的。

**关键词:** 豆薯; 种子贮藏; 温度; 脂质过氧化; 挥发性醛

中图分类号: Q945.65

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2004)02-0163-04

## Changes in Lipid Peroxidation in Yambean Seeds Stored under Different Conditions

HUANG Sheng-qin<sup>1</sup> CHEN Run-zheng<sup>2</sup>

(1. College of Life Science, South China Normal University, Guangdong Key Lab of Biotechnology for Plant Development, Guangzhou 510631, China; 2. School of Life Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275, China)

**Abstract:** Yambean (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) seeds were stored in drier in refrigerator at 4°C, in sealed drier containing saturated solution of potassium sulfocyanate at 15°C and at 45% relative humidity, in room temperature, and in ambient temperature after the seeds were dried at 6.43% seed moisture (ultra-dry treatment). The experiments showed that the germination rate of yambean seeds declined to 50% in room temperature after 12 months of storage, and completely lost the germination capacity after 24 months. Best temperature for storage of yambean seeds was 4°C under which the activities of peroxidase, catalase and superoxide dismutase in seeds were still high after storage, and the values of electroconductivity and ultraviolet absorption remained low, the production of volatile aldehydes were also low during seed germination. Storage effect of ultra-dry treatment was nearly the same as treatment at 15°C with relative humidity of 45%.

**Key words:** Yambean (*Pachyrhizus erosus*); Seed storage; Temperature; Lipid peroxidation; Volatile aldehyde

豆薯(*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban)是我国广泛栽培的薯芋类蔬菜之一,别名为沙葛、地瓜或凉薯,其种子不耐贮藏而导致失去播种价值<sup>[1]</sup>。种子寿命的长短取决于种子的遗传特性、休眠特性、籽粒大小、饱满度、生理状态、化学物质结构等内在因素,同时也受水分、温度、气体等外界因素的调控。超干贮藏因其低廉的费用已作为种子贮藏的一种有效手段而受到广泛关注<sup>[2-4]</sup>。豆薯种子超干处理,

是将其含水量降到6.43%,能获得较好的贮存效果,但继续干燥脱水则不利于贮藏<sup>[1]</sup>。本文研究豆薯种子在超干和低温下贮藏,与膜系统有关的酶活性以及挥发性醛含量的变化,旨在探讨豆薯种子发生劣变的内部生理机制。

### 1 材料和方法

**材料** 供试种子为新鲜鹤山豆薯种子,农家

品种,由广东省农业科学院蔬菜所提供,购回后在太阳下晒 1 d,含水量由 12.30%降至 9.44%。

**种子贮藏** (1)开放贮藏:两层纱布包裹种子置于开放式的干燥器中。(2)4℃贮藏:将放有种子的干燥器置于 4℃冰箱中。(3)低温低湿[15℃ 相对湿度 (RH) 45%]贮藏:种子置于盛有 KSCN(硫氰化钾)饱和盐溶液的密封干燥器中并置于 15℃的生化培养箱中贮存。(4)超干处理:种子在干燥器中抽真空脱水 1 h,再用硅胶脱水 1 个月后,种子含水量降到 6.43%后常温密闭贮存。

**种子发芽率和简化活力指数的测定** 选取种子 100 粒,用 1%NaClO 消毒 1 min,水浸泡 4 h 后采用玻板直立发芽法发芽,于 28℃黑暗中萌发 7 d,统计发芽率,测量幼苗长度,并按简化活力指数 = 发芽率(%)×幼苗平均长度(cm)计算简化活力指数。超干处理的种子在萌发前置于盛有饱和 CaCl<sub>2</sub> 溶液的干燥器中 1 d,再放入盛有饱和 NH<sub>4</sub>Cl 溶液的干燥器中 1 d,取得水分平衡后再进行萌发试验。

**电导率及紫外吸收值的测定** 分别称取各贮藏条件下的 10 g 豆薯种子(超干处理的种子需经水分平衡)用无离子水洗净,然后浸泡在 40 ml 无离子水中,在 28℃下浸泡 2, 4, 8 和 12 h,测定浸泡液的电导率及波长为 260 nm 和 280 nm 时的紫外吸收值。

**过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)、过氧化物歧化酶(SOD)活性的测定** 过氧化物酶采用愈创木酚法<sup>[5]</sup>测定;过氧化氢酶活性按罗广华等<sup>[6]</sup>的方法测定;SOD 酶活性按王爱国等<sup>[7]</sup>的方法测定。

**挥发性醛含量的测定** 利用 0.2%的 3- 甲基 - 2- 苯腓唑脞盐酸盐 (MBTH) 溶液作为吸收液,采取被动吸收法<sup>[8]</sup>测定种子萌发后所释放出的挥发性醛的含量。

以上实验均重复 3 次,求出平均数并进行数据统计分析。

## 2 实验结果

### 2.1 豆薯种子发芽率和简化活力指数的变化

豆薯种子在 4℃下贮藏活力保持得最久(图 1),贮藏 30 个月后仍有 83%的发芽率,简化活力指数达 4.53,15℃ 45% RH 的贮藏效果次之,开放贮藏 12 个月后发芽率即下降至 50%,24 个月后发芽力完全丧失。超干处理豆薯种子能适当延长种子的寿命,达到低温低湿的贮藏效果。图 1 表明有些豆薯种子具轻度休眠特性,开放贮藏 4 个月后种子发芽率由采收时的 75%上升至 85%。

### 2.2 豆薯种子电导率和紫外吸收值的变化

贮藏 16 个月的种子浸泡液的电导率和紫外吸收值随浸泡时间延长而增大(图 2)。开放贮藏的豆薯种子在浸泡 12 h 后细胞膜渗漏最大,而 4℃贮藏的种子电导率及紫外吸收值仍保持较低水平。由图 2 还可看出超干处理的种子电导率及紫外吸收值较为接近开放贮藏种子的水平,这可能是超干处理种子水分平衡不够使种子在浸泡过程中吸水过快而造成对膜的损伤。

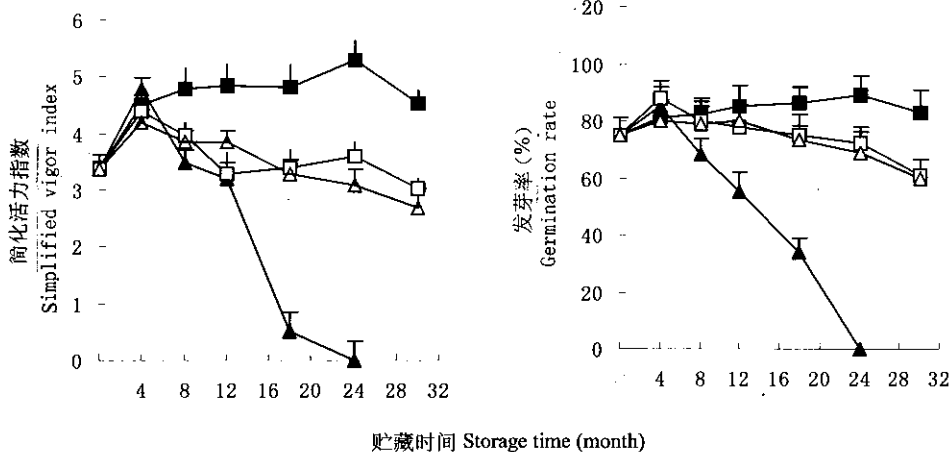


图 1 不同贮藏条件下豆薯种子简化活力指数和发芽率的变化

Fig.1 Changes in germination rate and simplified vigor index of yambean seeds under different storage conditions

▲ 开放贮藏 Room temperature; ■ 4°C; □ 15°C 45% RH; △ 超干处理 Ultra-dry

### 2.3 豆薯种子过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)和超氧化物歧化酶(SOD)活性的变化

表1表明4℃贮藏14个月后种子POD、CAT和SOD3种酶活性仍维持在较高水平,与新鲜种子

的酶活性相近,开放贮藏的豆薯种子的POD活性下降最快,只有新鲜种子酶活性的1/3左右,此酶可能与种子劣变密切相关。

表1 不同贮藏条件贮藏14个月的豆薯种子POD、CAT、SOD活性  
Table 1 The activities of peroxidase (POD), catalase (CAT) and superoxide dismutase (SOD) of yambean seeds stored under different conditions

	POD ( $\Delta OD \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ DW}$ )	CAT ( $\Delta OD \text{ min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ DW}$ )	SOD ( $U \text{ g}^{-1} \text{ DW}$ )
开放贮藏 Room temperature	99.6±3.2c	769.2±15.1 c	240±23.1 c
4℃	242.8±8.6 a	826.9±5.2 ab	1496±8.3 b
15℃ 45%RH	224.8±8.8 ab	802.7±96.94 b	980±24.6 bc
超干处理 Ultra-dry	199.4±1.1 b	776.9±14.26 c	422±29.0 c
新鲜种子 Fresh seeds	256.8±10.3 a	985.5±7.84 a	1866±10.44 a

同一栏中相同字母的表示差异不显著 Values in columns followed by the same letter do not differ significantly at 5% level.

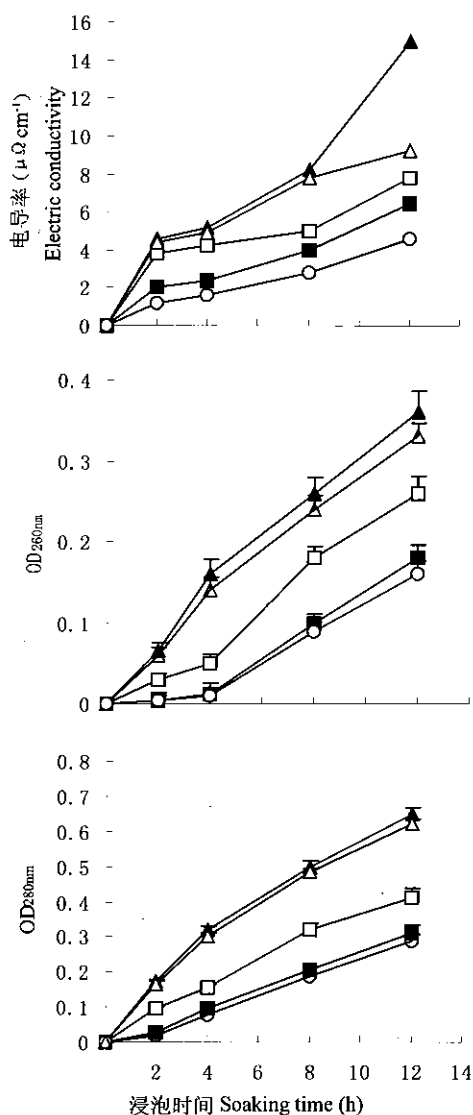


图2 豆薯种子贮藏16个月的电导率、OD<sub>260nm</sub>和OD<sub>280nm</sub>  
Fig. 2 A comparison of electric conductivity and UV absorption of yambean seeds after 16 months of storage under different conditions

▲ 开放贮藏 Room temperature; ■ 4℃; □ 15℃ 45%RH; △ 超干处理 Ultra-dry; ○ 新鲜种子 Fresh seeds

### 2.4 豆薯种子挥发性醛含量的变化

开放贮藏17个月后种子释放出的挥发性醛明显增加(表2),低温(4℃)贮藏的种子释放的挥发性醛含量与新鲜种子相差不大且较低,15℃ 45%RH贮藏的种子萌发时放出的挥发性醛稍高些,而超干种子的挥发性醛释放量只比开放贮藏低14%,这表明挥发性醛含量与种子劣变有关。

表2 不同贮藏条件下贮藏17个月的豆薯种子释放挥发性醛含量  
Table 2 The content of volatile aldehydes in seeds after 17 months of storage under different conditions

	挥发性醛含量 Volatile aldehydes ( $\mu \text{ g g}^{-1} \text{ DW}$ )
开放贮藏 Room temperature	110±11.5 a
4℃	32±2.8 c
15℃ 45%RH	64±5.6 b
超干处理 Ultra-dry	95±5.9 ab
新鲜种子 Fresh seeds	29±1.9 c

同一栏中相同字母的表示差异不显著 Values in columns followed by the same letter do not differ significantly at 5% level.

## 3 讨论

十几年前国际种子贮藏实验室(NSSL)的种子安全贮藏标准是将种子贮藏在5℃ 10% RH(水分降至5%)<sup>[9]</sup>。豆薯种子的贮藏研究表明,将种子预先超干处理使含水量降至6.43%后贮藏,能获得低温低湿(15℃ 45%RH,种子含水量为7.50%)的贮藏效果,这在一定程度上可降低贮藏费用,但含水量继续降低则不利于种子的贮藏<sup>[1]</sup>。低温(4℃)仍是豆薯种子贮藏的最佳条件。

种子高含量的脂肪和低含量的糖是种子延长

寿命的重要因素<sup>[10]</sup>。脂质的过氧化而引起细胞膜降解是种子发生劣变的主要原因。在生物体中因存在非脂性自由基( $\cdot\text{O}_2$ ,  $\cdot\text{OH}$ ), 引发细胞膜系统中类脂不饱和脂肪酸的过氧化产生过氧化物, 继而产生丙二醛和挥发性醛等物质, 导致膜流动性下降, 丧失膜的正常生理功能。而过氧化物酶、过氧化氢酶和超氧化物歧化酶等可有效清除自由基、超氧物自由基和丙二醛等, 从而降低膜脂质的过氧化。本实验表明, 开放贮藏豆薯种子在贮藏过程中 POD、CAT、SOD 酶活性下降(表 1), 造成脂质的过氧化引起膜降解, 从而引起细胞间代谢物渗漏增加, 这是种子发生劣变的重要原因, 同时氨基酸、核酸等的渗漏也为微生物生长提供了丰富的营养条件, 这进一步加剧了劣变的发生。低温和超干处理过程中 POD、CAT、SOD 这类防御系统保持稳定, 降低了脂质的过氧化发生, 从而延长种子的贮藏寿命。

#### 参考文献

- [1] Huang S Q(黄胜琴), Chen R Z(陈润政), Liu W H(刘文华), et al. Effect of ultra-low moisture content on seed viability of yambean [J]. *Acta Sci Natl Univ Sunyatsen* (中山大学学报自然科学版), 1996, 35(suppl. 2): 187-189. (in Chinese)
- [2] Ellis R H, Hong T D, Roberts E H. Logarithmic relationship between moisture content and longevity in sesame seeds [J]. *Ann Bot*, 1986, 57(4): 499-503.
- [3] Liu W H(刘文华), Chen R Z(陈润政), Huang S Q(黄胜琴), et al. Studies on storage physiology of water melon hybrid seeds [J]. *Acta Sci Natl Univ Sunyatsen* (中山大学学报自然科学版), 1996, 35(suppl. 2): 82-86. (in Chinese)
- [4] Zhu C(朱诚), Zeng G W(曾广文), Zheng G H(郑光华). The storage tolerance and lipid peroxidation in ultradried peanut seeds [J]. *Acta Agro Sin* (作物学报), 2000, 26(2): 235-238. (in Chinese)
- [5] Zhang Z L(张志良). *Experiment Guide for Plant Physiology* [M]. 2nd ed. Beijing: High Education Press, 1990. 154-155. (in Chinese)
- [6] Luo G H(罗广华), Wang A G(王爱国), Shao C B(邵从木), et al. The damage to rice seedling under high concentration oxygen and protective enzymes of active oxygen [A]. In: *Acta Botanica Austro Sinica Vol. 4* [M]. Beijing: Science Press, 1989. 169-176. (in Chinese)
- [7] Wang A G(王爱国), Luo G H(罗广华), Shao C B(邵从木), et al. A study on the superoxide dismutase of soybean seeds [J]. *Acta Phytophysiol Sin* (植物生理学报), 1983, 9(1): 77-84. (in Chinese)
- [8] Chen R Z(陈润政), Zhang B Z(张北壮), Xia Q H(夏清华), et al. Determination of volatile aldehydes release during early seed germination [J]. *Plant Physiol Comm* (植物生理学通讯), 1990, (3): 53-54. (in Chinese)
- [9] Walters C. Ultra-dry technology: perspective from the National Seed Storage Laboratory, USA [J]. *Seed Sci Res*, 1998, 8 (suppl. 1): 11-14.
- [10] Vertucci C W, Crane J Vance N C. Physiological aspects of *Taxus brevifolia* seeds in relation to seed storage characteristics [J]. *Physiol Plant*, 1996, 98: 1-12.