

芒果种子的脱水与贮藏研究*

王晓峰 傅家瑞

(中山大学生物系, 广州 510275)

摘 要

芒果 (*Mangifera indica* L.) 种子是顽拗型种子 (Recalcitrant seed), 刚采收时含水量高达 69.2—75.5% (其胚轴含水量为 73.8—86.3%), 在室温空气中凉干 8 天后, 含水量下降至 39.1% (胚轴含水量降至 46.5%), 发芽率由 100% 降至 0。胚轴含水量下降比整粒种子慢。芒果种子在室温空气中凉干时, 随脱水程度的增加, 浸种液电导率从 $2.2 \mu\Omega \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ (单位下同) 迅速上升至 56.7, 而胚轴中脱氢酶及酸性磷酸酶活性却迅速下降。用电扇吹风 (快速干燥) 42 小时, 种子含水量由 75.5% 迅速降至 29.9%, 浸种液电导率从 1.8 迅速增加至 36.9, 发芽率由 100% 降至 10%。脱水损害细胞膜完整性及降低酶活性, 快速脱水对膜完整性的损害比慢速脱水轻。芒果种子的离体胚轴经硅胶干燥 8 小时后含水量降至 11.8%, 在 $\text{MS} + 0.2\text{mg/L BA} + 2.0\text{mg/L NAA} + 500\text{mg/L Gln} + 3\% \text{ 蔗糖} + 0.9\% \text{ 琼脂}$ 培养基上还有 80% 发芽率。将种子用电扇吹风 10 小时使含水量达到 51.0%, 将此含水量种子用塑料袋密封, 于 15°C 下贮藏 7 个月还有 65% 发芽率。

关键词 脱水; 贮藏; 顽拗型种子; 芒果种子

STUDIES ON DESICCATION AND STORAGE OF MANGO SEEDS

Wang Xiao-feng and Fu Jia-rui

(Department of Biology, Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Abstract

Mango (*Mangifera indica* L.) seed is recalcitrant which taken from ripened fruits contained as high as 69.2—75.5% moisture content (The moisture content of embryonic axis is 73.8—86.3%). When seeds were naturally dried for 8 days, the moisture content declined to 39.1% (in embryonic axis the moisture content declined to 46.5%) and the viability of seeds completely lost. Embryonic axis lost water slower than whole seed because of the prevention of desiccation by the large cotyledons. During natural desiccation, the conductivity of leachate increased

本文于 1989 年 3 月收到, 同年 8 月收到修改稿。

* 国家自然科学基金资助课题。

rapidly from $2.2 \mu\Omega \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ (the same unit below) to 56.7, whereas the activities of dehydrogenase and acid phosphatase decreased drastically. When seeds were rapidly dried for 42 hours, the moisture content declined from 75.5 to 29.9%, the conductivity of leachate increased from 1.8 to 36.9 and the percentage germination changed from 100% to 10%. Desiccation damaged the cell membrane and decreased the activities of enzymes. Rapid drying was better for maintaining longevity than natural (slow) drying because the former did less damage to the cell membrane than natural (slow) drying as shown in the conductivity changes. The moisture content of excised embryonic axis decreased to 11.8% when they were dried for 8 hours by silicagel. The survival percentage of these embryonic axis was 80% when they were incubated in MS+0.2 mg/L BA+2.0 mg/L NAA+500 mg/L gln+3% sucrose+0.9% agar medium. Seeds with 51.0% moisture content (rapidly dried for 10 hours by electric fan blowing) had 65% viability after 7 months wet storage with the polyethylene bag at 15°C.

Key words Desiccation; Storage; Recalcitrant seed; Mango seed

早在 1973 年 Roberts 便把顽拗型 (recalcitrant) 种子这一特殊类型从正常型 (orthodox) 种子中区分出来^[40]。直至近年由于植物遗传资源保存的要求, 国际上才开始重视顽拗型种子的研究, 但我国在这方面的工作还未开展起来^[3]。当顽拗型种子含水量下降到仍较高的临界值以下时, 生活力迅速丧失。由于种子含水量高, 它们对零上低温亦很敏感, 所以不耐传统的干燥低温贮藏^[41]。很多热带植物的种子属于顽拗型, 具有重要经济价值的世界性热带果树杧果是其中之一。但是杧果种子不耐贮藏, 寿命短, 只能随采随播, 严重影响育苗繁殖。国际上对杧果种子贮藏的研究还不多^[4,6,7], 贮藏期只有 13 周^[6]。为加速杧果的大量生产以及进行遗传资源的保存, 很有必要对包括杧果在内的顽拗型种子贮藏生理进行研究。

材 料 和 方 法

(一) 试验材料及干燥处理和贮藏条件

供试用的杧果 (*Mangifera indica* L.) 种子主要来自两个品种: 海南“本地”杧果和“象牙”杧果。用带内果皮(纤维硬壳)的“本地”杧果种子作贮藏试验, 用去内果皮“本地”杧果种子作快速干燥试验, 而其余试验都采用“象牙”杧果种子。

室温空气干燥法是将种子在 30—35°C 室温进行通风慢速干燥, 每隔 2 天取样测定。快速干燥法是在室温下用电扇吹风, 加速种子干燥。离体胚轴快速干燥是在无菌条件下分离出胚轴放入紫外线消毒过的干燥器中 ($\phi 18\text{cm}$, 内置 500g 变色硅胶, 用垫有两层纱布的铁网盛放胚轴)。由于胚轴甚小, 为了在剥离时防止胚轴受损伤, 离体胚轴带有少量子叶 (2—3mm)。

由于杧果种子不耐干燥贮藏, 我们进行了高湿贮藏试验: 用电扇吹风使三批种子含水量在短期内分别下降至 55.5%, 51.0%, 42.6%, 然后分别装入塑料袋内, 用橡皮筋扎紧袋口, 在每袋的上、下方各开一个 $\phi 0.2-0.4\text{mm}$ 的通气小孔, 然后置 15°C 恒温箱中贮藏。经一定时间后取样测定含水量及发芽率, 并用吸水纸吸干袋内的结露。

(二) 种子含水量及发芽率测定

种子在 105—110℃ 烘箱中烘至恒重,测定含水量(以鲜重为基础)。

将种子置于两层滤纸中间,放入塑料盒中,加蒸馏水,在 30℃ 暗中萌发 10 天。以胚根露出 2—3mm 为萌发。活力指数=发芽指数×(胚根+下胚轴)长度。

(三) 电导率测定

5 粒除去内果皮及外种皮的种子称重后加入 100ml 蒸馏水浸泡 16 小时,用 DDS-11 型直读式电导率仪测定浸种液电导率。

(四) 胚轴中酸性磷酸酶及脱氢酶活性测定

酸性磷酸酶活性测定按陈润政方法(1986)^[2]。脱氢酶活性测定参考宋学之等方法(1981)^[3]。

结果与讨论

(一) 室温空气干燥对种子生活力的影响

1. 杧果种子含水量下降与发芽率及活力指数的关系 杧果种子空气干燥 10 天,含水量由 69.2% 下降至 33.7%,发芽率由 100% 降至 0,种子寿命仅为 8 天(图 1)。从图 1 可知,干燥 2 天时,含水量下降至 44.7%,种子发芽率没变化,而活力指数从一开始就迅速降低,可见在发芽率表现出变化前,种子活力已经降低。当种子含水量下降至 38.7% 时,发芽率已低于 50%,表明种子脱水超过一定数值时,生活力便迅速丧失。

2. 干燥与杧果种子浸种液电导率的关系 干燥 2 天的杧果种子,发芽率尚未下降而活力指数明显降低时,电导率亦已出现上升趋势,由 $2.2 \mu\Omega \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ (单位下同)上升至 8.6, 2—4 天电导率增加缓慢,由 8.6 上升至 10.8, 6 天以后,发芽率快速下降的同时,电导率亦迅速增加,至干燥 10 天时电导率已达 56.7 (图 2)。一些研究者也发现,银槭树^[5]、

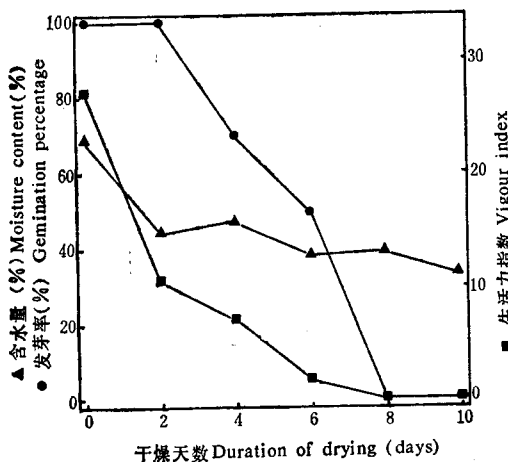


图 1 室温空气干燥对杧果种子含水量、发芽率及活力指数的影响

Fig. 1 Effects of air drying at room temperature on the moisture content, the germination percentage and vigor index of mango seeds

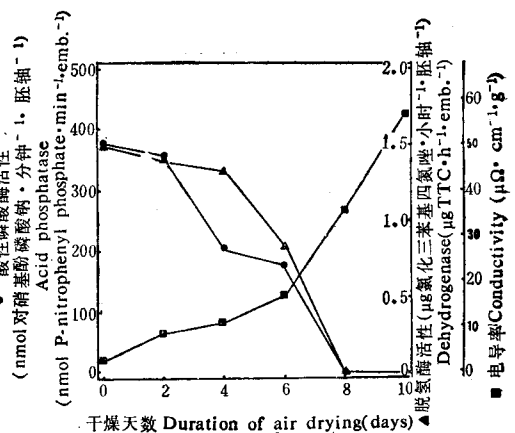


图 2 室温空气干燥对杧果种子连体胚轴中酸性磷酸酶和脱氢酶活性以及浸种液电导率的影响

Fig. 2 Effects of air drying at room temperature on activities of acid phosphatase and dehydrogenase in intact embryonic axis and conductivity in leachate of mango seeds

散尾葵^[6]、罗氏娑罗双^[9]等顽拗型种子脱水时,电导率增加,生活力丧失。电导率增加与膜透性增大有关。因此,杧果种子快速衰老与脱水伤害细胞膜有关。

3. 干燥与杧果种子胚轴的酶活性变化 干燥 2 天的杧果种子,胚轴中酸性磷酸酶活性变化不大,但干燥 4 天便迅速下降。干燥 4 天时脱氢酶活性变化不大,但 6 天后也迅速下降(图 2)。这一变化与种子生活力的变化趋势基本一致。

总的来看,从发芽率、膜透性到酶活性,在干燥 2 天的种子中变化不大,此时种子含水量在 45% 左右。说明杧果种子含水量在短时间内从 69.2% 下降至 45% 的轻度脱水,对生活力的影响不大。

4. 室温空气干燥与杧果种子胚轴含水量的变化 杧果种子的胚轴含水量高于整粒种子的含水量。在海南“本地”杧果中这一差别为 10.8%,在“象牙”杧果中为 4.6% (表 1)。

表 1 新鲜杧果种子及其胚轴的含水量

Table 1 The moisture contents (m.c.) of whole fresh mango seeds and their intact embryonic axis

品 种 Variety	含 水 量 m.c. (%)	
	整粒种子 Whole seed	连体胚轴 Intact embryonic axis
本地杧果 Native mango	75.5	86.3
象牙杧果 Xiangya mango	69.2	73.8

在干燥过程中,连体胚轴与整粒种子的含水量都逐渐降低,其中连体胚轴的脱水过程慢于整粒种子(图 3)。可见杧果种子的连体胚轴由于子叶的存在而延缓了脱水过程。

(二) 快速干燥对种子生活力的影响

用风扇吹风加速种子干燥,使种子干燥过程由 10 天缩短为 2 天。试验结果指出,干燥 10 小时,种子含水量下降到 50% 左右,浸种液电导率从 1.8 上升到 5.5,种子发芽率未出现变化。干燥 22 小时,含水量降至 40%,电导率迅速增加,发芽率亦迅速降低。当种子快速干燥 42 小时,含水量下降至 29.9% 时,发芽率只有 10%,此时电导率急剧上升,从 5.5 升到 36.9 (图 4)。可见杧果种子在快速干燥时,含水量下降同样导致电导率的上升和发芽率的下降。从电导率及生活力的变化幅度可以看出,快速脱水对种子生活力影响较小。

Farrant 等(1988)^[8]发现海榄雌种子脱离母株后萌发过程已经启动,脱水会伤害处在萌发状态的种子,且随萌发过程的进行,需要越来越多的水分,种子临界致死含水量越来越高。因此,在萌发的早期脱水,种子含水量可降低至较低水平而不导致生活力丧失,但在萌发后期(种子萌发过程已进行较长时间),种子轻度脱水(此时含水量仍较高)也会伤害种子生活力。我们在试验过程中发现有些杧果种子已在果实中萌发(根已伸出内果皮或弯曲在内果皮与种子之间)。因此,若杧果种子快速脱水时(约 2 天,图 4),种子还处在萌发早期,萌发进行的时间短,脱水对生活力的影响较小,含水量在约 30% 时仍有 10% 发芽率。但慢速脱水(8 天,图 1)时,种子处于萌发后期,所以当含水量降至 33.7% 时,生活力已完全丧失。但是否所有杧果种子在脱离母株后都开始萌发有待进一步研究。

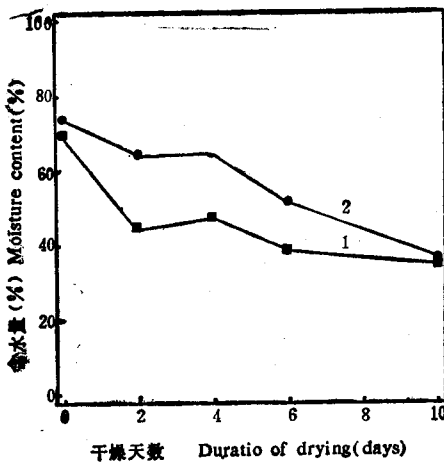


图3 室温空气干燥对杧果整粒种子及其胚轴含水量的影响

1.种子 2.胚轴

Fig. 3 Effects of air drying at room temperature on moisture content of whole mango seeds and their intact embryonic axis

1.Seeds 2.Embryonic axis

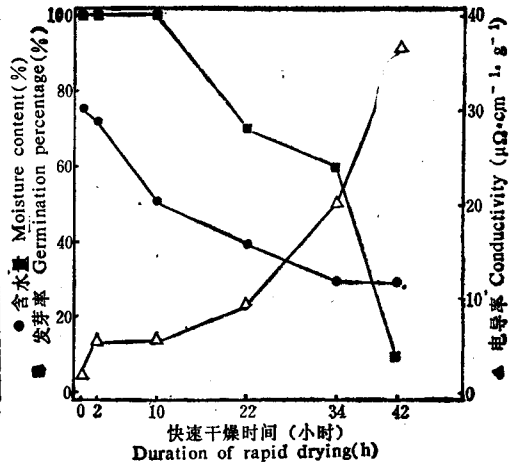


图4 快速干燥对杧果种子含水量、种子浸种液电导率及发芽率的影响

Fig. 4 Effects of rapid drying on the moisture content, conductivity in leakage and germination percentage of mango seeds

(三) 离体胚轴的快速干燥和生活力的关系

离体胚轴快速干燥时含水量下降很快,干燥8小时可使胚轴含水量下降至11.8%,此时发芽率仍保持80%(图5)。在无菌条件下分离出的胚轴经不同时间干燥后,分别接种于如下的培养基上:

MS + 0.2mg · L⁻¹ BA + 2.0mg · L⁻¹ NAA + 500mg · L⁻¹ Gln + 3%蔗糖 + 0.9%琼脂, pH5.8。在25℃,每天光照12小时,光强为1000—2000lx的条件下培养,两天后胚根开始伸长,5—7天胚根弯曲并插入培养基中,子叶变绿,芽开始生长。但当出现两片真叶、茎伸长约1cm后就停止生长,根尖也由白色变褐。萌发是指离体胚轴出现第一片真叶。

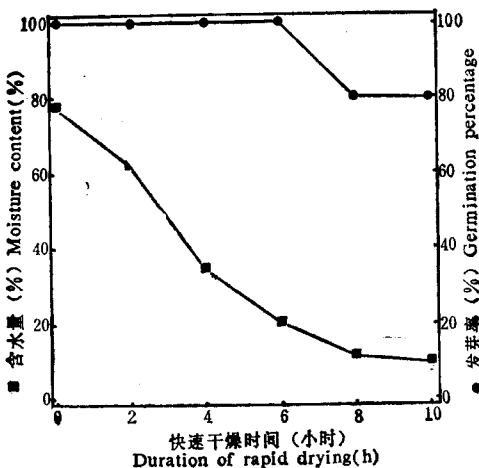


图5 快速干燥对杧果种子的离体胚轴含水量及发芽率的影响

Fig. 5 Effects of rapid drying on the moisture content and germination percentage of excised embryonic axis of mango seeds

(四) 种子含水量与贮藏寿命的关系

用电扇吹风使种子含水量分别下降至55.5%,51.0%及42.6%,然后用塑料袋密封于15℃下贮藏,在贮藏7个月期间内定期测定发芽率与含水量(表2)。

表 2 不同含水量芒果种子在 15℃ 下高温贮藏的寿命
Table 2 The longevity of mango seeds with different moisture contents (m.c.)
during wet storage at 15℃

贮藏时间(月) Duration of storage (month)	55.5% 含水量种子 Seeds with 55.5% m.c.		51.0% 含水量种子 Seeds with 51.0% m.c.		42.6% 含水量种子 Seeds with 42.6% m.c.	
	发芽率 Germination	含水量 m.c.	发芽率 Germination	含水量 m.c.	发芽率 Germination	含水量 m.c.
0	100	55.5	100	51.0	100	42.6
2	80	50.3	80	49.9	60	40.5
3	55	40.5	75	47.7	55	41.4
4	55	41.0	75	47.0	50	43.1
6	55	40.7	65	47.2	42	41.0
7	50	40.1	65	46.7	40	40.0

m.c. moisture content.

从表2可以看出,三批种子中以含水量为 51.0% 的种子贮藏效果最好,7 个月后还有 65% 的发芽率,其含水量在贮藏过程中变化不大,仅由原来的 51.0% 下降至 46.7%。含水量为 55.5% 的种子贮藏效果较差,主要是由于此批种子在贮藏过程中水分丧失较多,而含水量下降主要是由于在贮藏过程中塑料袋内表面有许多结露,每次取种后都经用吸水纸吸干,从而使含水量由 55.5% 降至 40.1%。至于含水量为 42.6% 的种子贮藏效果最差,可能是开始贮藏时的含水量太低,接近劣变的水分阈值。我们认为,入藏时种子含水量太高塑料袋内表面易出现结露对贮藏不利,而含水量太低则伤害种子生活力。根据本次试验结果,可以初步认为 51.0% 左右的含水量较为适宜。

参 考 文 献

- [1] 宋学之、陈青度、王东馥、杨军,1981: 林木种子脱氢酶活性的测定方法。植物生理学通讯,(5): 38—41。
- [2] 陈润政,1986: 种子中酸性磷酸酶活性的测定。种子,(4): 79 转 93。
- [3] 傅家瑞,1988: 顽拗型种子的贮藏及种质保存问题。种子,(2): 51—53。
- [4] Bajpai, P. N. and R. K. Trivedi, 1961: Storage of mango seedstone. *Horticultural Advances*, 5: 228—229.
- [5] Becwar, M. R., P. C. Stanwood and E. E. Roos, 1982: Dehydration effects on imbibitional leakage from desiccation-sensitive seeds. *Plant Physiol.*, 69: 1132—1135.
- [6] Chacko, E. K. and R. N. Singh, 1971: Studies on the longevity of papaya, phalsa, quava and mango seeds. *Proceedings of the ISTA*, 36: 147—158.
- [7] Corbineau, F., M. Kanté and D. Côme, 1986: Seed germination and seedling development in the mango (*Mangifera indica* L.). *Tree Physiol.*, 1: 151—160.
- [8] Farrant, J. M., N. W. Pammenter and P. Berjak, 1988: Recalcitrance—A current assessment. *Seed Sci. Technol.*, 16: 155—166.
- [9] Nautiyal, A. and A. N. Purohit, 1985: Seed viability in sal. III. Membrane disruption in ageing seeds of *Shorea robusta*. *Seed Sci. Technol.*, 13: 77—82.
- [10] Roberts, E. H., 1973: Predicting the storage life of seeds. *Seed Sci. Technol.*, 1: 499—514.
- [11] Roberts, E. H. and M. W. King, 1980: The characteristics of recalcitrant seeds. In "Recalcitrant Crop Seeds" (H. F. Chin and E. H. Roberts, eds). Tropical Press. SDN. Malaysia, pp. 1—5.