

# 芒果种子的发育和贮藏特性\*

王晓峰<sup>1</sup> 傅家瑞<sup>2</sup>

(1 华南农业大学农业生物系, 510642, 广州; 2 中山大学生命科学学院)

**摘要** “夏茅香芒”种子发育至花后 110~120 天, 发芽率及幼苗鲜重显著增加, 表明种子已完全成熟。在此期间, 种子束缚水及可溶性蛋白质含量增加, 似与种子开始萌动有关, 但在整个发育期间, 胚根细胞未发生有丝分裂, 表明萌发仍未完成。脱离果实的种子在没有外加水分的情况下可继续萌发。在“秋芒”种子中直接观察到胎萌现象。经脱落酸处理的种子脱水敏感性降低。推论芒果种子表现顽拗性的原因在于发育成熟后于母株上提前萌发。

**关键词** 芒果种子; 发育; 贮藏

**中图分类号** Q945.65

芒果种子属顽拗性种子(Roberts, 1973), 不耐脱水, 开放贮藏时迅速丧失生活力。一些工作者曾对芒果种子的脱水和贮藏进行了研究(王晓峰等, 1991 a, b; Chacko et al, 1971; Corbineau et al, 1988; Patil et al, 1986), 但仍未能阐明种子对脱水敏感性的机理。已知除贮藏条件外, 种子发育过程中的生理生化变化与种子的寿命也有很大关系(Austin, 1972)。我们(王晓峰等, 1991b)曾初步报道了芒果种子在发育过程中的一些特性, 本文进一步从芒果种子发育和贮藏特性方面探讨其不耐脱水的原因。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

芒果(*Mangifera indica*)所试品种为“秋芒”和“夏茅香芒”, 前者购自市场, 后者采自广州市果树研究所。果实运抵实验室后再从中取出种子供试验用。

### 1.2 种子含水量、发芽率及幼苗鲜重的测定

取 3 粒种子切碎后, 于 105℃ 烘箱中烘干 24 h, 然后以鲜重法计算含水量。将 10 粒种子置两层滤纸之间, 放于塑料盒(15 cm×9 cm×5 cm)中, 加蒸馏水于 28~30℃ 培养箱中萌发, 7 天后统计发芽情况(胚根伸长 2~3 mm 的种子为已萌发), 萌发率统计完后, 将 10 粒种子的子叶除去, 剩余部分用吸水纸吸干表面水分, 立即称重, 即为幼苗鲜重。

### 1.3 束缚水和自由水含量的测定

按华东师范大学生物系植物生理教研组(1980)方法。本文所用蔗糖浓度为 68.4%, 处理时间为 5 h。

### 1.4 $\alpha$ -淀粉酶活性的测定

按陈润政(1990)方法。

### 1.5 胚根细胞有丝分裂的观察

1993-05-26 收稿

\* 国家自然科学基金资助课题

从种子中分离出胚根,进行石蜡切片,采用铁苏木素染色,然后于显微镜下观察胚根细胞发生有丝分裂的情况,分裂相包括有丝分裂各个时期。

### 1.6 可溶性蛋白质含量的测定

按 Bradford(1976)方法。

### 1.7 种子保湿贮藏方法

将带内果皮“夏茅香芒”种子刮干净果肉,用0.1%  $HgCl_2$  消毒 15 min,再于 52 ℃ 热水中处理 15 min,以杀死炭疽病,然后吸干种子表面水分,用风扇吹风约 0.5 h,脱去种子表面水分,再用吸水纸将每粒种子包住,放入塑料袋中,在每袋上开 2 个直径 0.2~0.4 mm 的小孔,于 15 ℃ 贮藏,经一定时间后测定种子发芽率及幼苗鲜重,并记录种子在袋中出现可见萌发的数目。

## 2 实验结果

### 2.1 “秋芒”种子的胎萌

80%“秋芒”种子在成熟果实中已发生肉眼可见的胎萌现象,一些种子的根甚至已突破内果皮,伸入果肉中,但未见芽的伸长。实验过程中未观察到“夏茅香芒”种子有胎萌现象。

### 2.2 种子发育过程中发芽率及含水量的变化

“夏茅香芒”种子的含水量在 110~126 DAA(花后天数)不断下降(表 1)。110~120 DAA 的种子发芽率和萌发后幼苗鲜重有显著变化,表明种子在 120 DAA 时已达完全成熟。126 DAA 的成熟果实已开始从母株上自然落果。

表 1 “夏茅香芒”种子发育过程中含水量、发芽率及萌发后幼苗鲜重的变化

测定项目	花后天数/d			
	100	110	120	126
发芽率/%	90	90	100	100
幼苗鲜重/g	0.54	0.31	5.83	5.90
含水量/%	73.7	61.4	48.8	46.1

### 2.3 种子发育过程中自由水、束缚水含量的变化

“夏茅香芒”种子总含水量和自由水含量在 100~110 DAA 下降速度相差不大,而束缚水含量在此期间变化也不大;110~120 DAA 虽然总含水量继续降低,但束缚水含量却反而增加(图 1)。

### 2.4 种子发育过程中可溶性蛋白质含量的变化

“夏茅香芒”种子在 100~110 DAA 期间,可溶性蛋白质含量变化不大,从 110 DAA 开始至 120 DAA 增加约 0.6 倍(图

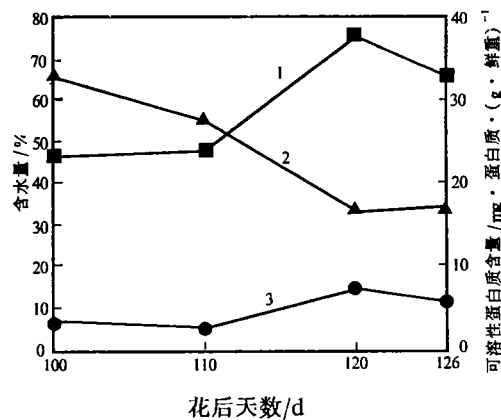


图 1 “夏茅香芒”种子发育过程中自由水(2)束缚水(1)及可溶性蛋白质(3)含量的变化

1). 可见,种子完全成熟时,束缚水含量与可溶性蛋白含量均有所增加。

## 2.5 种子发育过程中 $\alpha$ -淀粉酶活性及胚根细胞中有丝分裂的观察

“夏茅香芒”种子在 100 ~ 126 DAA 期间,未见有 $\alpha$ -淀粉酶活性,胚根细胞中也未有有丝分裂发生。

## 2.6 种子发育过程中对脱水敏感性的变化

将发育至花后不同天数的“夏茅香芒”种子于室温(28 ~ 33 ℃)中晾干,以测定其对脱水的敏感性。在晾干 8 天期间,种子含水量下降很快(表 2),种子发芽率也随含水量的下降而快速降低(表 3)。若以发芽率降至 50% 时的含水量为临界致死含水量,则 100 DAA 的种子临界致死含水量在 40% ~ 53% 之间,110 DAA 的种子为 31%,而 120 DAA 和 126 DAA 的种子相差不大,约为 30%。可见,不同发育时期的种子对脱水敏感性不同,成熟度低的“夏茅香芒”种子对脱水的敏感性较大。

表 2 不同发育时期的“夏茅香芒”种子在空气晾干过程中含水量的变化

花后天数/d	晾干天数/d					
	0	2	3	4	6	8
100	73.7	55.5	53.1	40.4	27.3	31.4
110	61.4	39.1	35.2	31.3	18.5	15.7
120	48.8	34.2	31.1	30.0	28.1	19.2
126	46.1	35.9	30.2	28.9	20.6	18.5

表 3 不同发育时期的“夏茅香芒”种子在空气晾干过程中发芽率的变化

花后天数/d	晾干天数/d					
	0	2	3	4	6	8
100	90	100	70	30	0	0
110	90	90	80	50	0	0
120	100	100	90	50	0	0
126	100	70	50	20	0	0

## 2.7 不同发育时期的种子经脱落酸(ABA)处理后脱水敏感性的变化

将发育至花后不同天数的“夏茅香芒”种子先经 0.005% ABA 处理 24 h 后,用蒸馏水洗净种子表面溶液,用吸水纸吸干,再用风扇吹风约 0.5 h,脱去种子表面水分,然后再按前述方法晾干。对照为不经 ABA 处理的种子。结果表明,ABA 处理的种子脱水敏感性皆有所降低,其中成熟度较低种子降低幅度较大,如经 ABA 处理后再晾干 6 天的 100,110 和 120 DAA 的种子分别仍有 60%, 10% 及 10% 的发芽率,而干燥同样天数的对照种子则完全丧失生活力(表 3,4)。

表 4 不同发育时期的“夏茅香芒”种子经 ABA 处理后于空气晾干过程中发芽率的变化

花后天数/d	晾干天数/d				
	0	2	4	6	8
100	80	70	60	60	0
110	88	63	50	10	0
120	100	100	90	10	0
126	100	100	40	0	0

## 2.8 种子保湿贮藏中的萌发

新鲜“夏茅香芒”种子(含水量为 74.7%) 在塑料袋中保湿贮藏时, 即使在没有外加水分的情况下, 也常在袋中出现可见萌发, 10 天时可见萌发率已达 2.7%, 随贮藏时间延长, 可见萌发率上升。在袋中已萌发的种子重新吸水时, 幼苗可继续生长, 但发育不正常, 幼苗鲜重下降。用本方法贮藏芒果种子 9 个月, 除去可见萌发者外, 还有 20% 种子存活(表 5)。

表 5 新鲜“夏茅香芒”种子在 15℃ 下于塑料袋中贮藏的效果

贮藏天数/d	发芽率/% <sup>(1)</sup>	幼苗鲜重/g <sup>(1)</sup>	可见萌发率/%
0	100	4.78	0
10	100	4.54	2.7
30	100	4.07	12.4
180	94	3.24	27.6
240	80	3.11	39.9
270	75	2.78	54.2

(1) 包括在塑料袋中已萌发者

## 3 讨论

正常性种子在发育的早期已开始贮藏蛋白质的合成, 有的蛋白质的合成也可延迟在脱水干燥的早期发生, 但种子一经脱水干燥完全成熟后, 代谢活动下降(包括蛋白质合成), 发育过程完成, 当种子重新吸水萌发时, 蛋白质合成又增加(Bewley et al, 1985)。Farrant 等(1988)认为随种子萌发的进行, 合成了新的大分子物质, 从而导致种子水分中束缚水的比例增加。与正常性种子不同, “夏茅香芒”种子发育成熟时(120 DAA), 可溶性蛋白质和束缚水含量增加并保持较高水平, 这些变化与种子萌发时的生理生化变化相似, 因此, 推论“夏茅香芒”种子发育成熟时在母株上已开始萌动。但“夏茅香芒”种子在整个发育过程中胚根细胞中无有丝分裂发生, 也测不出 $\alpha$ -淀粉酶活性。而胚根细胞发生有丝分裂是种子前萌发过程结束的标志(Bewley et al, 1985)。因此, 虽然“夏茅香芒”种子在成熟时出现了与萌动有关的生理生化变化, 但在自然成熟落果时, 种子萌发过程仍未完成。但将脱离果实的“夏茅香芒”种子保湿贮藏于塑料袋中, 即使在没有外加水分的情况下, 也可于塑料袋中出现可见萌发, 进一步提示萌发可能已在母株上启动, 且脱离母株后在不脱水的情况下可继续进行。

与“夏茅香芒”种子不同, “秋芒”种子在成熟果实中发生了肉眼可见的胎萌, 清楚地说明种子在母株上发育成熟后就开始了萌发进程, 至成熟落果时萌发过程已全部完成(胚根已突破种皮)。

ABA 可抑制或延缓种子萌发过程。本文结果表明, ABA 处理能降低“夏茅香芒”种子(特别是成熟度较低者)的脱水敏感性, 说明抑制或延缓种子萌发可降低种子对脱水的敏感性。因此, 推论芒果种子对脱水的敏感性似与其在母株上开始了与萌动相关的一些生理生化变化有关。这一结论与 Berjak 等(1984)在顽拗性的海榄雌种子上所得结论相似。

## 参 考 文 献

- 王晓峰,傅家瑞. 1991a. 芒果种子的脱水与贮藏研究. 植物学报, 33: 118 ~ 123
- 王晓峰,傅家瑞. 1991b. 芒果果实及种子的发育和成熟特性. 植物生理学通讯, 27: 112 ~ 113
- 华东师范大学生物系植物生理教研组. 1980. 植物生理学实验指导. 北京: 人民教育出版社, 5 ~ 8
- 陈润政. 1990. 淀粉酶活性测定. 见黄学林, 陈润政等编. 种子生理学实验手册. 北京: 农业出版社, 110 ~ 120
- Austin R B. 1972. Effects of environment before harvesting on viability. In: Roberts E H, ed. Viability of Seeds. London: Chapman and Hall, 114 ~ 149
- Berjak P, Dini M, Pammenter N W. 1984. Possible mechanisms underlying the differing dehydration responses in recalcitrant and orthodox: desiccation-associated subcellular changes in propagules of *Avicennia marina*. Seed Science and Technology, 12: 365 ~ 384
- Bewley J D, Black M. 1985. Seeds—physiology of development and germination. New York and London: Plenum Press, 367
- Bradford M M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biochem, 72: 248 ~ 254
- Chacko E K, Singh R N. 1971. Studies on the longevity of papaya, phalsa, guava and mango seeds. Proceedings of the International Seed Testing Association, 36: 147 ~ 158
- Corbineu F, Come D. 1988. Storage of recalcitrant seeds of four tropical species. Seed Science and Technology, 16: 97 ~ 103
- Farrant J M, Pammenter N W, Berjak P. 1988. Recalcitrance—A current assessment. Seed Science and Technology, 16: 155 ~ 166
- Patil R D, Gunjate R T, Salvi M T. 1986. Effects of storage conditions on viability of mango seedstones. J Maharashtra Agr Univ, 11: 362
- Roberts E H. 1973. Predicating the storage life of seeds. Seed Science and Technology, 1: 499 ~ 514

## CHARACTERISTICS OF DEVELOPMENT AND STORAGE OF MANGO SEEDS

Wang Xiaofeng<sup>1</sup> Fu Jiarui<sup>2</sup>

(1 Dept. of Biology, South China Agr. Univ., 510642, Guangzhou;

2 School of life Science, Zhongshan University)

**Abstract** Germination percentage and fresh weight of seedlings of 'Xiamao mango' seeds increased markedly between 110~120 days after anthesis (DAA) during development. This showed that seeds matured at 120 DAA. During this period, the bound water and soluble protein content of the seeds increased and these changes were related to the start of seed germination. No cell division of radicle cells was observed during development and this showed that the germination process did not finish on the mother plant. However, seeds could continue germinating under conditions of no supplemental water supply after being separated from their endocarps. Vivipary was observed in the seeds of 'Autumn mango'. Desiccation sensitivity of mango seeds decreased after treatment with ABA. It was inferred that the reason of recalcitrance of mango seeds was that seeds began to germinate after maturation during development on the mother plant.

**Key words** Development; Storage; Mango seeds