

苦瓜果实发育过程中的主要营养成分变化及种子生活力演进

张曼¹, 黄如葵¹, 孙德利², 罗海玲¹

(1. 广西农科院 蔬菜研究中心, 南宁 530007; 2. 广西大学 农学院, 南宁 530005)

摘要: 为明确苦瓜的果实和种子的适宜采收时期, 采用“翠中翠”苦瓜为研究对象, 对苦瓜果实发育过程中的可溶性蛋白、总可溶性糖、维生素 C 的含量及种子生活力的变化进行动态监测。结果显示: (1) 花后第 14 天至第 26 天, 随着果实的迅速膨大, 可溶性蛋白、总可溶性糖及维生素 C 含量也迅速增长; (2) 种子干物质迅速积累, 含水量迅速下降, 种子生活力迅速提高, 至花后第 22 天至第 26 天, 种子生活力基本稳定。

关键词: 苦瓜; 营养成分; 种子生活力

中图分类号: Q945 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2009)02-0250-04

Changes in content of nutritional components and vigor of seed during fruit development of bitter melon

ZHANG Man¹, HUANG Ru-Kui¹, SUN De-Li², LUO Hai-Ling¹

(1. Vegetable Research Center, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning 530007, China;

2. College of Agriculture, Guangxi University, Nanning 530005, China)

Abstract: In order to determine the proper harvesting stage for fruit and seed of bitter melon, the study was conducted to monitor the changes in the content of total soluble protein, total soluble sugar, vitamin C and the seed germinability during fruit development. The results showed that: (1) the fruit enlarged rapidly from 14 to 26 days after anthesis (DAA) in coincide with the increase of total soluble protein, total soluble sugar and vitamin C contents; (2) from 14 to 22 DAA, seeds dry matter accumulated in a fast rate associated with the decline of seed moisture content. Seed showed germinability since 14 DAA, and enhanced thereafter, the highest germination percentage was obtained in 22 to 26 DAA.

Key words: bitter melon; nutrition; seed germinability

苦瓜 (*Momordica charantia*) 富含多种生物活性成分, 具有降血糖、抗病毒、抗肿瘤、抗生育、抗氧化、抑菌等作用(张炳桢等, 2006)。目前对苦瓜的成分、药理、遗传等报道较多(许红心等, 2001; 刘政国等, 2005)。孙海燕等(2006)对苦瓜种子发育过程中水溶性蛋白的变化进行了研究。对苦瓜果实膨大与干物质的分配规律也有所探讨(张玉灿等, 2005)。而对苦瓜营养成分动态变化的研究极少, 种子生活力演进的研究尚未见报道。本研究着重分析了苦瓜果实发育过程中可溶性蛋白、总可溶性糖及维生素 C 含量; 同时研究了不同发育时期的种子发芽率、干

重及发芽速度, 旨在更好地了解苦瓜果实发育过程中营养成分及种子生活力的变化, 找出适宜的商品瓜采收时期及种子收获时期, 为苦瓜商品及种子生产提供理论参考。

1 材料及方法

1.1 试验材料

供试苦瓜品种为广西农科院蔬菜研究中心培育的早熟苦瓜“翠中翠”, 商品瓜皮油绿色, 圆棒形, 直

收稿日期: 2007-05-21 修回日期: 2008-09-20

基金项目: 广西科技攻关项目(桂科攻 0537007-1-8)[Supported by Key Technologies Research and Development Program of Guangxi(0537007-1-8)]

作者简介: 张曼(1970-), 女, 广西平南人, 助理研究员, 研究方向为蔬菜育种与栽培。

瘤,瓜长 25~30 cm,粗约 8.0 cm,瓜肉厚 1.2 cm,单瓜重 400~500 g。味甘,口感脆。

1.2 材料种植方法

选择肥力中等的偏壤沙壤土,采用银灰双色膜膜下滴灌露地栽培,栽培面积 120 m²,株距 50 cm,行距 100 cm,苗高 60 cm 搭“人”字架引蔓,摘除 50 cm 以下侧枝。每 667 m² 施 100 kg 含 N:P₂O₅:K₂O=15:15:15 硫酸钾复合肥作基肥,结果初期及中期各追施 1 次水肥,每 667 m² 施 3.5 kg 含 N 46% 的尿素及 3 kg 含 K₂O 60% 的氯化钾。栽培时间为 2006 年 8~12 月。

1.3 果实发育期的温度

果实发育的时间为 10 月 18 日~11 月 14 日,10 月 22 日的温度最高,达到 34 °C,11 月 4~7 日迅速降温,为寒露风天气(图 1)。

1.4 果实发育期的标记及数据测定

挂牌标记雌花开放时间,采收花后第 14 天至第 26 天的果实,隔天取样,设 2 次重复,每重复 5 个果实,分别测定果实鲜重、果长、果径、肉厚。参照(ISTA,2003)种子检测规则测定种子质量,采用烘箱法测定种子干重及水分含量,2 次重复,每重复取发育较好的 25 粒种子,在 103 °C 恒温下烘(16±1) h。发芽试验采用沙培法,4 次重复,每重复 25 粒种子(含水量≤8%),在光照培养箱内进行,连续 8 h 的 20 °C 恒温后,进入 16 h 30 °C 的恒温,同时此阶段光照为 108 μmol·m⁻²·s⁻¹,以上环境循环进行;试验第 5 天开始统计出苗数,第 14 天结束;具有继续生长发育成为正常植株的幼苗为正常苗,而不能继续生长发育成为正常植株的幼苗为畸形苗,畸形苗及第 14 天仍然不出苗的种子为不发芽种子。

发芽率(%)=发育成为正常苗的种子数×100/供试种子数。种子萌发指数 $GI = \sum(Gt/Dt)$, Gt 为不同发芽时间(t)的出苗率, Dt 为不同的发芽试验天数(d)。苦瓜果实总可溶性糖含量测定采用蒽酮法(皱琦,2004)。维生素 C 含量测定采用二氯靛酚比色法(GB6195-86)。可溶性蛋白含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 法(李建武等,1994)。

2 结果与分析

2.1 果实膨大

翠中翠苦瓜从开花到花后第 14 天,果实发育缓慢,鲜重达(68.5±3.5)g,果长达(13.43±0.31)

cm,横径达(3.12±0.20)cm,肉厚达(0.80±0.08)cm。花后第 14 天至第 26 天,果实的鲜重、长、横径、肉厚迅速增长;果实的鲜重及横径随着果实发育增长加快,果长在花后第 14 天至第 18 天迅速增长,达(18.66±0.12)cm,果实肉厚在花后第 14 天至第 22 天迅速增长,达(1.32±0.04)cm,此后,果长及肉厚增长速率下降,但仍缓慢增长(图 2、3)。花后第 24 天果实硬度下降,花后第 26 天至第 27 天,果皮开始转色。

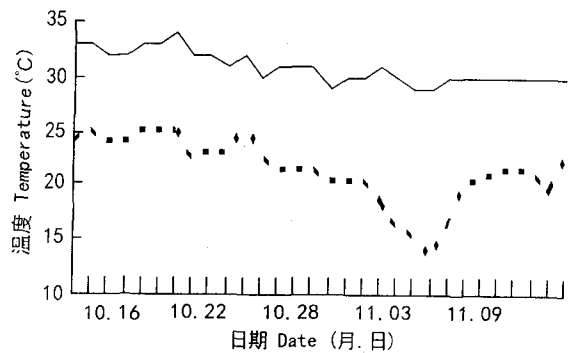


图 1 果实发育期每天气温变化
Fig. 1 Changes of temperature during the development of fruit

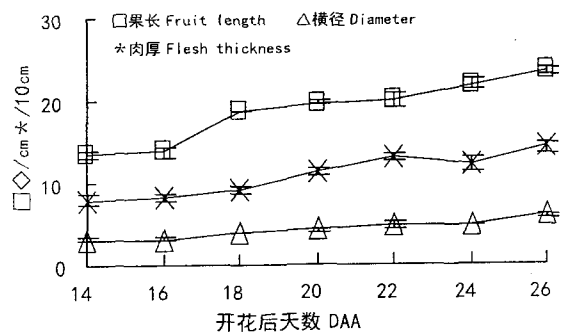


图 2 果实长、横径及肉厚的变化
Fig. 2 Changes of length, diameter and thickness of fruit

2.2 主要营养成分的变化

翠中翠苦瓜从开花到花后第 14 天,可溶性蛋白、总可溶性糖及维生素 C 含量缓慢增加,可溶性蛋白含量达(122.08±11.12)mg·g⁻¹、总可溶性糖含量达(14.29±1.25)mg·g⁻¹、维生素 C 含量达(39.50±0.02)mg·(100g)⁻¹。花后第 14 天至第 26 天,可溶性蛋白、总可溶性糖、维生素 C 含量迅速增长;可溶性蛋白含量在后期增长速率加快,即花后第 22 天达(192.37±13.01)mg·g⁻¹,花后第 26 天

达(295.19 ± 12.16) $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$,总可溶性糖含量及维生素C含量在后期增长速率下降,但仍缓慢增长,总可溶性糖含量在花后第20天达(40.66 ± 1.58) $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$,花后第26天达(53.74 ± 1.29) $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$,维生素C含量在花后第22天达(76.21 ± 0.11) $\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$,花后第26天达(92.33 ± 0.08) $\text{mg} \cdot (100\text{g})^{-1}$ (图3)。

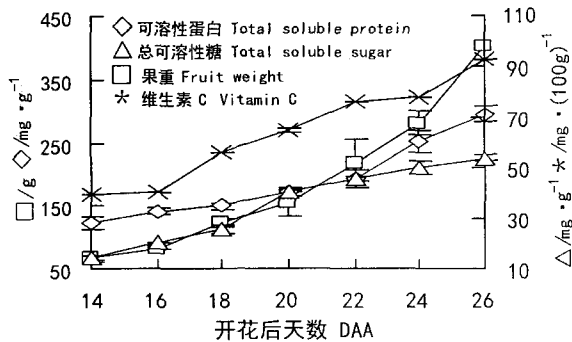


图3 果实鲜重、可溶性蛋白、总可溶性糖和维生素C的变化

Fig. 3 Changes of weight, total soluble protein, total soluble sugar and vitamin C of fruit

2.3 种子发育

翠中翠苦瓜从开花到花后第14天,种子迅速吸收养分及水分,体积迅速膨大,鲜重迅速增长,干物质缓慢积累,千粒干重达(10.08 ± 0.28)g,水分含量达(92.00 ± 0.21)%;花后第14天至第26天,种子干重迅速上升,水分含量迅速下降,花后第20天后种子干重及水分含量变化的速率加快(图4)。花后第17天种子种皮开始转色,并随着种子发育时间的增加,转色的种子数增加;花后第23天假种衣开始转色;花后第26天至第27天,假种衣转为鲜红色,种子易清洗。

2.4 种子生活力

翠中翠苦瓜从开花到花后第14天种子的生活力低,种子发芽试验的第6天开始出苗,试验结束时发芽率达(1 ± 1.5)%,畸形苗率达(11 ± 5)%,萌发指数达 1.32 ± 0.73 ;花后第14天以后种子的生活力迅速提高,花后第18天畸形苗率达到最高后迅速降低,同时开始出苗时间也提前,花后第18天至第26天种子在第5天开始出苗,至发芽试验第7天,发芽率随着种子发育而迅速上升,花后第18天发芽率达(55 ± 11)%,花后第22天至第26天种子的发芽率达96%以上,发芽试验结束,花后第22天种子的发芽率达(99 ± 1.5)%,种子萌发指数达 $16.72 \pm$

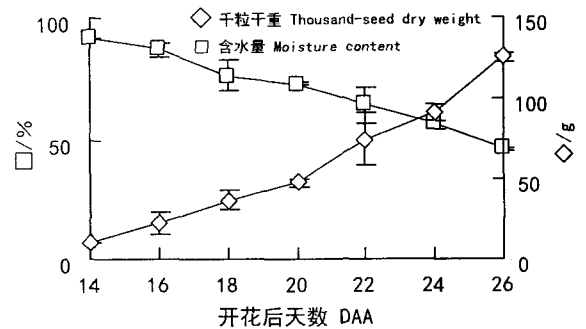


图4 种子发育过程中干重及含水量的变化
Fig. 4 Changes of dry weight and moisture content of seed

0.23,畸形苗率降至(0 ± 0)%,以后发芽率、畸形苗率及萌发指数基本稳定(图5)。

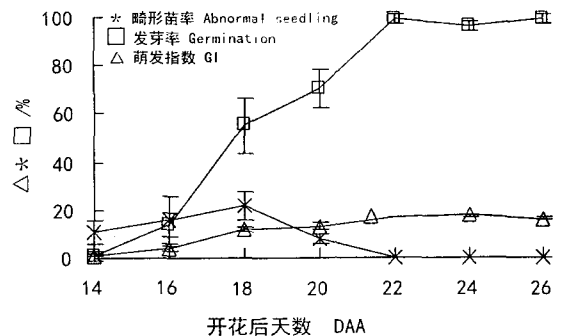


图5 苦瓜种子发育过程中生活力的变化
Fig. 5 Changes of seed vigor during fruit development of bitter gourd

3 结论及讨论

翠中翠苦瓜果实从开花到花后第14天,果实发育缓慢;花后第14天至第20天,果实迅速膨大,果肉的可溶性蛋白、总可溶性糖及维生素C含量迅速积累;花后第20天至第26天,为果实发育后期,果实的果长、肉厚及果肉的总可溶性糖、维生素C含量继续缓慢增长,果实的鲜重、横径及果肉的可溶性蛋白含量增长速率加快。花后第26天,即果实成熟时,果重、体积、可溶性蛋白、总可溶性糖、维生素C含量均达到最大值,与此同时,果实硬度下降,假种皮转红变软,外皮转色甚至于裂瓜,常温环境极易腐烂,失去食用价值,花后第22天至第24天,果重、体积、可溶性蛋白、总可溶性糖、维生素C含量均达较好的状态,且果实具有较好的硬度。

种子的发育从合子到成熟期根据其质量及水分含量可划分为 3 个阶段: 第一阶段为快速膨大阶段, 伴随着养分和水分的快速吸收, 种子体积快速增大, 水分含量迅速增加, 其干质量和鲜质量也同时增加; 第二阶段为干物质积累阶段, 种子水分含量开始下降, 但其干物质含量继续增加直至最大值; 第三阶段为脱水阶段, 种子干物质含量不再增加, 其水分含量由于组织脱水而逐渐下降(Probert & Hay, 2000)。翠中翠苦瓜种子发育过程中, 按其质量及水分含量只可划分为 2 个阶段, 且基本与以上的第 1 及第 2 阶段相符, 并没有出现第 3 阶段的种子干物质含量不再增加的情况, 其原因估计是与种子发育的温度有关, 低温使成熟种子未达到饱满状态, 此方面仍需进一步研究。花后第 14 天至第 26 天, 翠中翠苦瓜种子生活力迅速提高, 花后第 22 天至第 26 天种子生活力基本稳定。

综上所述, 对于本试验的参试品种翠中翠苦瓜, 花后第 22 天至第 24 天为适宜的商品瓜采收期, 同时其种子具有较好的生活力, 但此种子未成熟, 干物质含量较低, 且假种衣未完全转色变软, 种子不易清洗干净, 花后第 26 天, 即果实充分成熟时为适宜的种子收获期。当然, 不同的栽培环境、不同的贮藏要求及不同的苦瓜品种, 商品瓜及种子的适宜采收期不尽相同; 本试验从苦瓜果实开花后第 14 天开始取样, 因此对开花到花后第 14 天过程中的果实发育变化缺乏研究。

参考文献:

- 中华人民共和国国家标准. 1986. 水果、蔬菜维生素 C 含量测定法: 543. GB6195-86 附录 A
- 田纪春, 赵世杰. 2004. 蒽酮法测定总可溶性糖[M]//邹琦. 植物生理学实验指导. 北京: 中国农业出版社, 111-112
- 李建武. 1994. 生物化学实验原理和方法[M]. 北京: 北京大学出版社, 174-176
- Liu ZG(刘政国), Long MH(龙明华), Qin RY(秦荣耀), et al. 2005. Studies on genetic variation, correlation and path analysis in bitter gourd(*Momordica charantia*) (苦瓜主要品质性状的遗传变异、相关和通径分析)[J]. *Guihaia*(广西植物), 25(5): 426-430
- Probert RJ, Hay FR. 2000. Keeping seeds alive[C]//Black M, Bewley JD(eds). Seed Technology and Its Biological Basis. Boca raton: CRC Press, 375-410
- The International Seed Testing Association (ISTA). 2003. International Rules for Seed Testing[M]. CH-Switzerland; Bassersdorf
- Sun HY(孙海燕), Tong FD(童富淡), Hu JS(胡家恕), et al. 2006. Studies on the water-soluble protein composition in seeds of *Momordica charantia* at different developmental stages (苦瓜种子发育过程中水溶性蛋白组分的研究)[J]. *J Zhejiang Univ*(浙江大学学报), 32(2): 134-138
- Xu HX(许红心), Ni JJ(倪坚军). 2001. Reviews of pharmaceutical research in bittermelon(苦瓜的药用研究概况)[J]. *J Zhejiang Coll TCM*(浙江中医学院学报), 25(4): 73-75
- Zhang BZ(张炳桢), Peng YL(彭艳丽), Li L(李亮). 2006. Modern research progress of bitter melon(苦瓜的现代研究进展)[J]. *Food and Drug*(食品与药品), 8(04): 26-30
- Zhang YC(张玉灿), Zhang WG(张伟光), Huang XG(黄贤贵), et al. 2005. The regulars of expanding and dry materials distribution of balsam pears(苦瓜果实膨大与干物质的分配规律)[J]. *Fujian J Agric Sci*(福建农业学报) 20(增刊): 109-112

(上接第 211 页 Continue from page 211)

坝、关岭、普定)以外, 本研究还发现在贵州麻江(标本采集号: MJ01609)和雷公坪(标本采集号: L060188)两个地区亦有分布。

泥炭藓湿地面临着人口增长和经济快速发展带来的许多问题, 如外贸部门对泥炭藓的收购, 引起当地农民大量采集, 以及环境污染、农田开垦和生物入侵等因素的影响, 致使泥炭藓湿地受到严重的破坏。为实现湿地资源的可持续发展, 必须要完善湿地保护管理体系和监测体系的建设。保护好泥炭藓湿地不仅对维护泥炭藓属植物多样性极为重要, 而且对维护全国乃至全球湿地多样性都具有十分重要的意义。

参考文献:

- 高谦. 1994. 泥炭藓科. 中国苔藓志(第 1 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2-54
- 黎兴江, 张大成. 2002. 泥炭藓科. 云南植物志(第 18 卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1-33
- 熊源新. 1999. 贵州藓类植物研究回顾[J]. *山地农业生物学报*, 18(6): 431-440
- Cao T, et al. 2006. China Red List Categories and criteria[J]. *J Hattori Bot Lab*, 99(1): 275-295
- Gao C, Li XJ, Cao T, et al. 2001. Sphagnaceae[M]//Li XJ, Shi He. Moss Flora of China. Vol. 1. Beijing: Science. Press, 3-49