

简便,重现性、稳定性、精密度良好。各地虎杖药材的峰形及峰数相似度良好。虎杖药材 HPLC 法指纹图谱的建立,使虎杖药材的质量标准更加全面、直观。

3.2 流动相考察:曾试验了乙腈-水(18:82);乙腈-0.4%冰醋酸(18:82);0~60 min:乙腈0%~100%,0.4%冰醋酸100%~0%等流动相条件,最终从液相图谱可以看出本实验所选的梯度条件分离效果最佳。

3.3 白藜芦醇和白藜芦醇苷经紫外全波长扫描(溶

剂:乙醇)确定最大吸收波长为 303 nm。

3.4 白藜芦醇和虎杖苷为虎杖中的有效成分,但不是仅有的有效成分,无法用 HPLC 法测定其中每一个有效成分来控制其质量,指纹图谱弥补了这个不足,有力补充了虎杖药材的质量标准。

References:

[1] Yin J. *Modern Research and Clinical Practice of Chinese Materia Medica* (中药现代研究与临床应用) [M]. Beijing: Academy Press, 1994.
[2] *Ch P* (中国药典) [S]. Vol. I 2005.

三七果实发育中生理生化的动态研究

安 娜^{1,2}, 崔秀明³, 萧凤回^{1,2}, 陈中坚³, 段承俐^{1,2*}

(1. 云南农业大学中药材研究所 云南省中药材规范化种植技术指导中心, 云南 昆明 650201; 2. 云南农业大学农学与生物技术学院, 云南 昆明 650201; 3. 云南文山三七科学技术研究所, 云南 文山 663000)

摘要:目的 对三七果实发育过程中的生理生化变化进行研究。方法 对三七果实发育过程中的生长情况、干鲜质量变化、含水量变化及可溶性糖、淀粉和蛋白质的量进行动态测定。结果 在三七果实的发育过程中含水量先升后降,于成熟时达到 73.37%;果实的鲜、干质量随果实发育逐渐增加,发育前期质量增加明显;淀粉和蛋白质的量同样随果实发育而逐渐增加,但发育后期质量增加较快;而可溶性糖的量则先升后降,到后期又略有上升。结论 三七果实于盛花期后 80 d 达到成熟;在发育过程中,含水量的下降伴随着果实鲜、干质量的不断增加,而果实内营养物质的贮存及利用与果实的发育程度密切相关。

关键词:三七;果实发育;生理生化变化

中图分类号:R282.7 文献标识码:A 文章编号:0253-2670(2006)07-1086-03

Dynamic studies on physiological and biochemical changes during fruit development of *Panax notoginseng*

AN Na^{1,2}, CUI Xiu-ming³, XIAO Feng-hui^{1,2}, CHEN Zhong-jian³, DUAN Cheng-li^{1,2}

(1. Institute of Chinese Medicinal Materials, Yunnan Agricultural University; Yunnan Provincial GAP Center of Chinese Medicinal Materials, Kunming 650201, China; 2. Faculty of Agronomy and Biotechnology, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 3. Wenshan Institute of Notoginseng Science and Technology, Wenshan 663000, China)

Abstract; Objective The physiological and biochemical changes were studied during the *Panax notoginseng's* fruit development. **Methods** Dynamic changes of fruits size, fresh and dry weight, moisture content and soluble sugar, starch and protein contents were investigated. **Results** The moisture content was increased first and then dropped to 73.37% at maturity. The fresh and dry weight, starch and protein contents of *P. notoginseng's* fruits were increased with the fruit development. The soluble sugar content was raised first, then decreased, and increased slightly at the lateral stage of fruit development. **Conclusion** The *P. notoginseng's* fruits are mature at 80 d after peak anthesis; the decrease of moisture content is accompanied with the gradual increasing of fruit fresh and dry weight during the fruit development. The storage and utilization of nutrients in *P. notoginseng's* fruits are closely related with the fruit development.

收稿日期:2005-10-17

基金项目:国家自然科学基金资助项目[30260057]

作者简介:安娜(1979-),女,山西阳曲人,在读研究生,主要从事三七种子生理研究。

* 通讯作者 段承俐 Tel:(0871)5227160 E-mail:chengli_duan@hotmail.com

Key words: *Panax notoginseng* (Burk.) F. H. Chen; fruit development; physiological and biochemical changes

三七 *Panax notoginseng* (Burk.) F. H. Chen 系五加科人参属多年生草本植物,是我国主产于云南、广西等省的名贵中药材,享有“南国神草”、“金不换”等美誉,距今已有 400 多年的栽培历史^[1]。云南文山是药材三七的道地产区,种植面积和产量均占全国的 98% 以上^[2]。目前对三七的研究主要集中在栽培、利用、药理、药效等方面,而基础研究尚处于起步阶段,尤其对果实和种子生理方面更是少有研究。为此,本实验对三七果实在发育过程中的含水量、干鲜质量及内含物质的动态变化规律进行研究,为三七果实发育生理及优质高产种子的生产提供基础数据和理论依据,也为三七种植业的可持续发展提供可靠的科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料:为云南省文山县马塘镇苗乡三七种植园中的三年生三七。成熟的三七果实为浆果状核果,球状肾形或肾形,每个果实内有 2 粒种子,极少数有 1 粒或 3 粒。本研究主要选取含有 2 粒种子的肾形果实进行试验。

1.2 方法:2004 年 9 月从三七盛花期开始,在种植园内标记当日开花植株,以后每 10 d 进行一次随机采样并测定各项指标,直至果实完全成熟为止。

从每次所取样品中任选 30 粒,用游标卡尺对生长发育期间果实的长度、宽度和厚度进行测量。然后称其鲜质量,重复 3 次,在 105 °C 烘箱中烘 5 h,取出

在干燥器中冷却,称质量,并计算含水量。

分别采用蒽酮法^[3]、蒽酮比色快速测定法^[4]、考马斯亮蓝 G250 法^[3]对可溶性糖、淀粉及蛋白质的量进行测定,各项测定均重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 果实生长情况变化:三七果实的发育过程可分为两个阶段,第一阶段为旺盛生长期(盛花期后 10~40 d),见图 1,图 2-A、B,果实的长度、宽度和厚度分别达到 1.270、0.859、0.697 cm。第二阶段为平稳生长期(盛花期 40 d 后到果实成熟),果实的长度、宽度和厚度的平均日增长量仅为 60.20、66.08、37.26 μm;此阶段也是三七果实变色的时期,从盛花期后 50 d 开始,果实由绿色变为朱红色(图 2-C),直至盛花期后 80 d 达到成熟时变为有光泽的鲜红色(图 2-D)。

2.2 果实含水量变化:从图 3 可看出,三七果实在

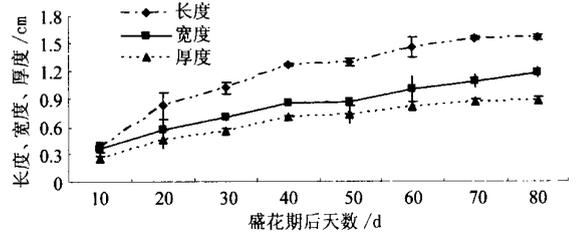
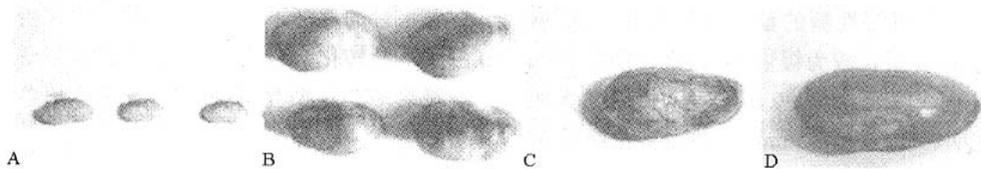


图 1 三七果实发育期间形态变化

Fig. 1 Morphological changes during fruit development of *P. notoginseng*



A-盛花期后 10 d B-盛花期后 40 d C-盛花期后 50 d D-盛花期后 80 d
A-day 10 in anthesis B-day 40 in anthesis C-day 50 in anthesis D-day 80 in anthesis

图 2 三七果实发育期间外部形态比较

Fig. 2 Comparison of exterior morphology during fruit development of *P. notoginseng*

发育过程中,含水量的变化表现为先升后降,且不同时期的变化速率不同。在盛花期后 10~30 d 内含水量以日平均 0.231% 的速率从 79.50% 迅速上升至 86.42%;从盛花期后 40 d 开始含水量以日平均 0.267% 的速率缓慢下降,于盛花期后 80 d 时降至最低 73.37%。

2.3 果实鲜质量变化:三七果实在发育过程中,鲜

质量的生长表现出两个高峰(图 4),在盛花期后 10~40 d 鲜质量的生长呈直线上升,以日增 8.365 mg/粒的速率从 16.1 mg/粒迅速升至第 1 个峰值 350.7 mg/粒;紧接着在盛花期后 60 d 达到第 2 个峰值 508.1 mg/粒,此后鲜质量的增加较为缓慢,直至盛花期后 80 d 达到最大 515.3 mg/粒。

2.4 果实干质量变化:如图 4 所示,三七果实内干、

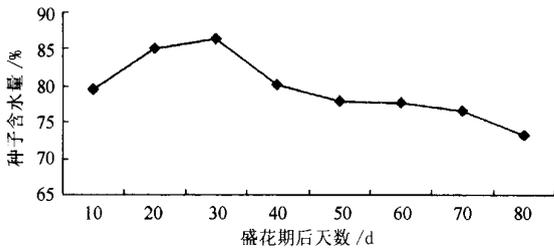


图 3 三七果实发育过程含水量的变化

Fig. 3 Changes of moisture content during fruit development of *P. notoginseng*

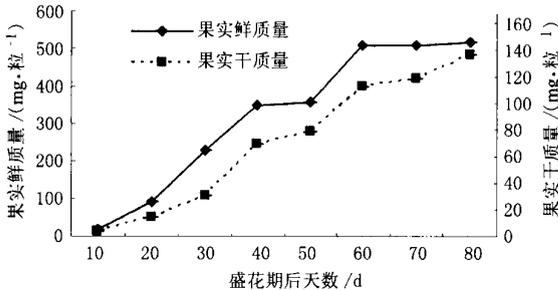


图 4 三七果实发育过程中鲜质量和干质量的变化

Fig. 4 Changes of fresh and dry weight during fruit development of *P. notoginseng*

鲜质量呈现出一致的变化趋势,干物质质量随着果实的生长发育而逐渐增加,但幅度低于鲜质量。果实发育前期干质量增加较快,盛花期后 40 d 达到第一个峰值 69.4 mg/粒;紧接着在盛花期后 60 d 达到第二个峰值 113.6 mg/粒,此后增加较为缓慢,直至盛花期后 80 d 果实干质量达 137.2 mg/粒,随后果实质量基本保持稳定,变幅较小。由此可见,三七果实盛花期后 80 d 达到成熟。

2.5 果实中可溶性糖的变化:从图 5 可看出,三七果实发育过程中可溶性糖的量表现为先升后降,盛花期后的前 20 d 增长较为缓慢,但在盛花期后 30 d 可溶性糖量直线升至峰值 90 mg/g,紧接着又大幅下降至盛花期后 40 d 的 33 mg/g,并在盛花期后 60 d 降至最低点 28 mg/g,这段时间也正是代谢过程中果实内营养物质被大量利用和果实鲜、干质量增加最快的时期。

2.6 果实中淀粉的量的变化:三七果实中淀粉的量随着果实的发育而增加,且在发育后期增加较快,以盛花期后 50~60 d 内淀粉的量增加最快,日增达到 1.25 mg/g;以后则以平均每天 0.412 5 mg/g 的速率增至盛花期后 80 d 的最大值 34.25 mg/g(图 5)。

2.7 果实中蛋白质的量的变化:由图 5 可看出,蛋白质的量在三七果实发育的前 30 d 变化不大,增加很少;在果实发育的中后期增加的幅度较大,以日平

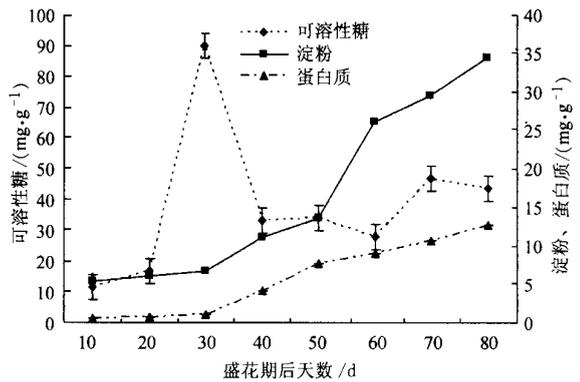


图 5 三七果实发育过程中可溶性糖、淀粉和蛋白质的量的变化

Fig. 5 Changes of soluble sugar, starch, and protein during fruit development of *P. notoginseng*

均 0.232 6 mg/g 的速率由盛花期后 30 d 的 0.95 mg/g 迅速增至盛花期后 80 d 的 12.58 mg/g。

3 结论

三七果实的体积在盛花期后 10~40 d 增长迅速,随后增长缓慢,盛花期后 60 d 果实进入成熟期,于盛花期后 80 达到成熟。三七果实发育过程中含水量的变化表现为先升后降,盛花期后 30 d 含水量就开始缓慢下降,于成熟时达到 73.37%;而果实鲜、干质量则呈逐渐增加的趋势,且果实发育前期增加较快。三七果实中内含物质的测定表明,可溶性糖的量先升后降,在盛花期后 30 d 达到最大值;而淀粉和蛋白质的量随果实的发育而逐渐增加,发育后期增加较快。

果实成熟是一个有机物质合成与积累的过程,也是一个脱水过程。在三七的果实发育过程中,伴随着含水量的逐渐下降,果实中的可溶性糖、淀粉及蛋白质不断转化与合成,其干物质的积累逐渐增加,基本符合双“S”型生长曲线,与其他植物并无明显差异。

References:

- [1] Zhu J J, Liu L. *Panax notoginseng* and general situation of *Panax notoginseng's* industry [J]. *J Contemp Eco-Agric Cult* (当代生态农业), 2001, 3: 116-121.
- [2] Chen Z J, Zeng J. Investigation on the current situation of *Panax notoginseng's* planting industry [J]. *J Chin Med Mater* (中药材), 2002, 25(6): 387-389.
- [3] Shanghai Institute for Plant Physiology, Chinese Academy of Sciences, Shanghai Society for Plant Physiology. *Modern Experiment Protocol in Plant Physiology* (现代植物生理学实验指南) [M]. Beijing: Science Press, 1999.
- [4] He Z F, Zhang D Q. *The Chemistry of Healthy Food and Detecting Techniques* (保健食品化学及其检测技术) [M]. Beijing: China Light Industry Press, 1993.