

银杏良种江苏大佛手种实生长 及内含物研究

傅秀红 李 锋 许成琼 韦 霄

(广西壮族自治区广西植物研究所, 桂林 541006)
中国科学院

摘 要 本文报道从江苏引种的4个银杏优良品种的种实生长发育特性、种实与种核性状的比较及种仁内含物测定的结果, 为提高江苏大佛手的产量和品质以及鉴定其在本地生长是否能保持优良性状提供科学依据。

关键词 银杏; 种实; 生长; 内含物

STUDIES ON GROWTH OF FRUITS AND COMPONENTS OF ENDOSPERM IN SEEDS OF GINKGO BILOBA CV. JIANGSUDAFOSHOU

Fu Xiuhong Li Feng Xu Chengqiong Wei Xiao

(Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and Academia Sinica, Guilin 541006)

Abstract The results on the growth and development of fruit and seed, and the components of the endosperm in seed of four varieties of *Ginkgo biloba* from Jiangsu province are reported. It may provide the scientific basis for raising the yield and selecting the excellent variety with high grade in quality of seed for cultivating in this location.

Key words *Ginkgo biloba*; seed; growth; components

银杏 (*Ginkgo biloba* L.) 在果树栽培分类上属于坚果类^[1], 种实由肉质外种皮、骨质化中种皮、膜质化内种皮、肥厚胚乳及胚构成^[2]。胚乳可供食用。种核作为商品, 其形状、大小、出籽率、出仁率及种仁内含物成分等决定商品的价格。银杏是我国传统出口创汇商品, 经济价值高, 在国际市场上, 以核大、核形美观及品质香糯为上品, 价格上乘^[3]。江苏大佛手为全国银杏主要良种, 在东南亚具有较高声誉^[4]。为了在我区建立高产、稳产、粒大、优质的银杏良种商品基地, 加速我区银杏栽培良种化, 我们在开展区内良种选择的同时, 从江苏引进了江苏大佛手的4个优良品种。为鉴定江苏大佛手在桂北地区是否能保持优良性状, 我们进行了种实生长发育观测、种实与种核性状测定及种仁内含物测定研究、种实与种核性状测定及种仁内含物测定研究, 为在我区银杏良种化栽培推广提供生物学依据。

1996-07-02 收稿

第一作者简介: 傅秀红, 女, 1966年出生, 助理研究员, 从事银杏栽培研究。

1 材料与方法

试验材料为我所从江苏引种的 I 号、II 号、III 号及 IV 号品种, 均为佛手类, 8~9 a 生, 已正常开花结实 4~5 a。观测种实生长发育以 II 号品种为材料, 定株定时采样, 从幼果开始出现的 4 月 25 日起, 每 10 d 采样测定一次, 直到种实成熟, 每次测定 10 个果^[5]。种实于 9 月 5 日采收, 采收后 2 d 内进行种实与种核性状测定。种实采收后沤 7 d, 并冲洗和去掉外种皮, 取出种仁进行内含物分析测定。

种实水分及维生素 C 含量用鲜样测定, 其它项目全部用干样测定, 并以干样为基础计算结果。样品处理: 首先将白果脱壳、去掉种皮, 并用不锈钢刀将食用部分切成碎块, 放在蒸发器中置于烘箱经 105 °C 烘 20 min 后降温至 60~70 °C 烘干, 边烘边用研钵磨碎过尼龙筛, 并贮于贴好标签的广口瓶中。水分及干物质测定采用恒温干燥法, 即先在 50~60 °C 烘箱约 3~4 h, 然后再在 100~105 °C 烘约 3~4 h, 冷却, 称重, 再同法烘约 2 h, 再称重, 至恒重为止。维生素 C 测定采用滴定法, 淀粉测定采用 Ba(OH)₂ 法, 蔗糖测定采用旋光法, 还原糖测定采用索姆吉法, 粗纤维测定采用酸碱洗涤法, 粗蛋白测定采用开氏法, 粗脂肪测定采用索氏抽提法, 灰分测定采用干灰分法, 氮测定采用半微量开氏法, 磷测定采用钒钼黄比色法, 钾测定采用火焰光度法, 钙测定采用 EDTA 容量法, 镁测定采用铬合滴定法, 铁测定采用邻啡 琳比色法^[6]。

2 结果与讨论

2.1 种实生长特性

2.1.1 种柄的生长

在开花前后的 40 d 为种柄生长期, 柄长从花前 10 d 开始迅速生长, 至花后 20 d 生长最快, 花后 20~30 d 生长缓慢, 30 d 后种柄停止生长。

2.1.2 种实的生长

江苏大佛手在桂林种植, 于 4 月中旬开花, 4 月底出现幼果, 9 月初成熟, 种实生育期为 140 d。在生育期对种实进行定期测定其纵横径, 结果(图 1)表明, 种实纵径生长期为 100 d, 以 5 月 5 日至 6 月 15 日的 40 d 生长最快, 平均日增长 0.58 mm, 此后生长缓慢, 至 7 月 25 日生长停止。到 6 月 15 日, 种实纵径已达 3.20 cm, 占总生长量的 94.12%。横径的生长与纵径基本相似, 以 5 月 5 日至 6 月 15 日的 40 d 生长最快, 日生长量达 0.36 mm, 此后生长缓慢, 到 6 月 15 日, 种实横径已达 2.33 cm, 占总生长量的 94.72%。种实的横径较纵径早 20 d 停止生长, 生长期为 80 d。

2.1.3 种核的生长

江苏大佛手幼果形成时, 已能分辨出种核的形状, 肉质米白色, 随着种核的生长, 颜色加深成米色、棕黄, 到 6 月 15 日种核基部开始骨质化, 6 月 25 日呈半骨质化, 7 月 5 日已完成骨质化, 为棕黄色, 干后为白色。

为了探讨江苏大佛手种核生长发育规律, 从 4 月 25 日起每隔 10 d 解剖种核, 每次观测 10 粒, 结果(图 2)表明, 种核纵径生长期为 80 d, 即从 4 月 25 日至 7 月 15 日止, 尤以 5 月 5 日至 6 月 15 日的 40 d 生长最快, 平均日增长 0.37 mm, 6 月 15 日后生长很缓慢, 此时纵径已达 2.82 cm, 占总生长量的 91.86%。而横径的生长期较纵径生长期短, 为 50 d, 即从 4 月 25 日至 6 月 15 日, 前期生长较慢, 5 月 15 日至 6 月 15 日的 30 d 生长迅速, 平均日增长 0.34 mm。厚径的生长与横径一致, 生长期为 50 d, 生长高峰期为 5 月 5 日至 6 月 15 日的 40 d, 日生长量达 0.38 mm。

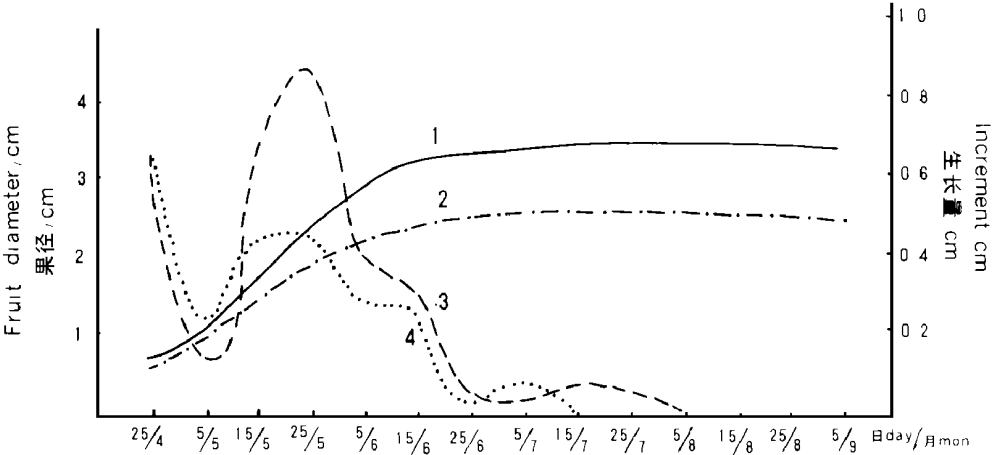


图 1 种实生长与生长量曲线图

Fig. 1 Growth and increment curve of fruits

1. 纵径生长 2. 横径生长 3. 纵径生长量 4. 横径生长量

1. Longitudinal growth 2. Transverse growth 3. Longitudinal increment 4. Transverse increment

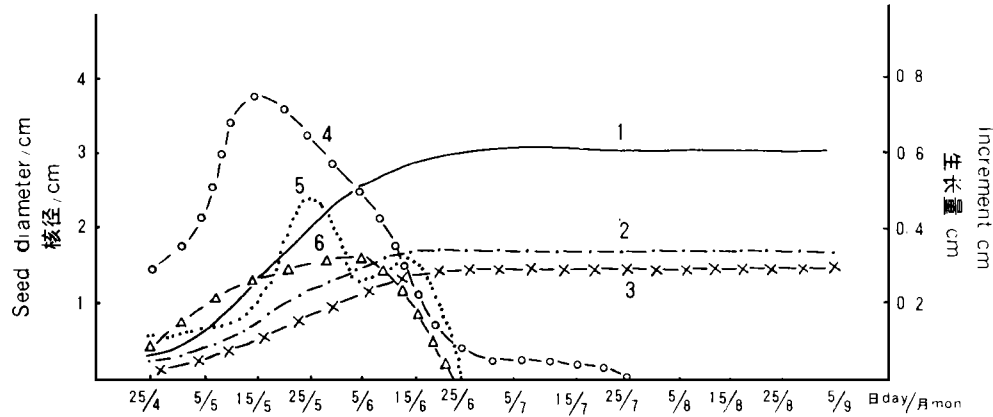


图 2 种核生长与生长量曲线图

Fig. 2 Growth and increment curve of seeds

1. 纵径生长 2. 横径生长 3. 厚径生长 4. 纵径生长量 5. 横径生长量 6. 厚径生长量

1. Longitudinal growth 2. Transverse growth 3. Thickness diameter growth 4. Longitudinal increment

5. Transverse increment 6. Thickness diameter increment

2. 1. 4 种仁的生长

江苏大佛手种实形成的同时，种仁也开始分化，初为液泡状，有汁液，6月15日起逐渐变硬，随着种仁的发育，含水量逐渐减少，直至成熟。种核的内种皮开始为肉质、白色，随着种仁的发育，内种皮的水分及养分被吸收而逐渐变薄，7月15日已开始膜质化，8月15日已完全膜质化，8月5日内种皮开始变褐色，8月25日已完全呈褐色。

为了探讨种仁生长发育规律，从4月25日起每隔10 d解剖种仁观测，结果（图3）表明，种仁的纵、横、厚径的生长不同步，纵、横径生长期较长，约为90 d，而厚径生长期较短，仅70 d；纵径生长表现二个快速生长期，即为5月5日至5月15日及5月25日至6月

5 日，而横径及厚径有一个快速生长期，即在 5 月 5 日至 6 月 15 日的 40 d 中，前期及后期生长缓慢，至横径生长已达 1.26 cm，占总生长量的 87.50%，厚径为 1.13 cm，占总生长量的 86.26%。

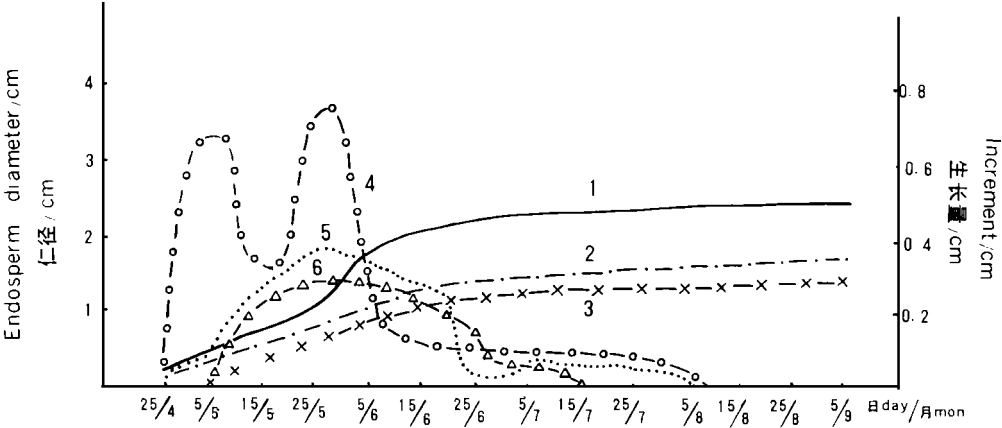


图 3 种仁生长与生长量曲线图

Fig. 3 Growth and increment curve of endosperms

- 1. 纵径生长 2 横径生长 3. 厚径生长 4. 纵径生长量 5. 横径生长量 6 厚径生长量
- 1. Longitudinal growth 2. Transverse growth 3. Thickness diameter growth 4. Longitudinal increment
- 5. Transverse increment 6 Thickness diameter increment

2. 2 种实鲜重与干重增长

种实在整个生长发育过程中，鲜重和干重不断增大，且种皮和胚乳的鲜重和干重也随着增加，但鲜重和干重的增长不同步（表 1），种实鲜重于 5 月 5 日至 6 月 15 日增重速度最快，平均日增重 0.228 g，6 月 15 日至 7 月 5 日仍有较高的增长速度，日增重 0.088 g，7 月 15 日至 7 月 25 日及 8 月 5 日至 8 月 15 日期间有二次较小增重期，8 月 25 日种实鲜重达最大，此时种实已充分成熟。8 月 25 日以后由于种实成熟，种皮萎蔫，由于散发水分，种实鲜重有所下降。种实的干重增长比鲜重的增长晚 10 d，但快速增重期较长，从 5 月 15 日至 7 月 15 日，长达 60 d，平均日增重 0.044 g。胚乳鲜重的增长落后种实 20 d，以 5 月 25 日至 6 月 15 日增重最大，平均日增重 0.078 g，6 月 15 日至 7 月 25 日期间仍维持较高的增长速度，日均增重 0.023 g，以后增重缓慢，8 月 25 日鲜重增长停止。胚乳干重快速增长期出现晚，但持续时间长，从 6 月 5 日至 8 月 5 日，达 60 d，尤以 6 月 15 日至 7 月 25 日的 40 d 增长最快，日均干增重 0.016 g。胚乳占果重的比例也是随着生育期推移而增加，前期较快，尤以 5 月 25 日至 6 月 15 日最快，以后增加速度变缓。种皮鲜重快速增长期出现在 5 月 15 日至 6 月 15 日期间，日均增重 0.021 g，以后仍保持较高的增长速度。7 月 5 日以后，由于中种皮骨质化，内种皮变薄呈膜质，种皮鲜重下降，直到 8 月 15 日才见较明显上升，到种实成熟时又趋下降。种皮干重前期增重快，且持续时间较长，从 5 月 15 日至 7 月 15 日的 60 d 内均保持较高的增长速度，以后开始下降。种皮占果实比例与胚乳相反，随着发育期变化而降低。

2. 3 种实与种核性状比较

2. 3. 1 种实性状

江苏大佛手品种间的种实性状有一定差异，观测结果（表 2）表明，种实性状除 I 号为倒卵圆形外，其余均为长倒卵圆形，果顶圆钝或渐尖，果基微凹，外种皮绿黄或橙黄或浅棕

黄，油胞少到中，果粉较多，容易去皮；种柄粗，偏向一侧，长约 3.7~4.2 cm；种实大，种实重，达 10.0~13.2 g；外种皮薄，出籽率高，以 I 号为最高，达 29.80%，II 号、III 号、IV 号分别为 26.54%、25.00%、24.47%。

表 1 不同发育期种实重量变化

Table 1 Change of fruit weight in defferent developmental period

测定项目 Determining items	测定时间(日/月) Determining times (day/mon)													
	25/4	5/5	15/5	25/5	5/6	15/6	25/6	5/7	15/7	25/7	5/8	15/8	25/8	5/9
种实鲜重(g)	0.372	0.638	1.875	4.698	7.078	9.750	10.628	11.519	11.672	12.230	12.243	13.040	13.340	11.500
Fruit fresh weight (g)														
种实干重(g)	0.053	0.102	0.276	0.612	0.914	1.243	1.658	2.251	2.923	2.850	2.867	3.097	3.191	3.122
Fruit dry weight (g)														
胚乳鲜重(g)			0.080	0.255	0.656	1.312	1.530	1.805	1.984	2.245	2.337	2.419	2.426	2.424
Endosperm fresh weight (g)														
胚乳干重(g)			0.005	0.016	0.056	0.141	0.274	0.461	0.640	0.793	0.887	0.920	0.934	0.940
Endosperm dry weight(g)														
胚乳占果重(%)			4.27	5.43	9.27	13.45	14.39	15.67	17.00	18.36	19.09	18.55	18.19	21.08
Endosperm - fruit weight (%)														
种皮鲜重(g)			1.795	4.443	6.422	8.438	9.098	9.714	9.688	9.985	9.906	10.625	10.914	9.076
Coat fresh weight (g)														
种皮干重(g)			0.271	0.596	0.858	1.102	1.384	1.790	2.283	2.057	1.976	2.177	2.557	2.182
Coat dry weight (g)														
种皮占果重(%)			95.73	94.57	90.73	86.55	85.61	84.33	83.00	81.64	80.91	81.45	81.81	78.92
Coat - fruit weight (%)														

表 2 品种间种实性状比较

Table 2 A comparison of fruit characters bewteen varieties

品种 Varieties	形状 Shape	颜色 Color	果顶 Top	果基 Bottom	油胞 Ocellus	果粉 Fruit powder	去皮 Coat-off	柄长 Handle (cm)	种实大小 Size (cm)	种实重 Weight (g)	外种皮厚度 Coat (cm)	出籽率 Rate of seed (%)
I 号	倒卵圆形	绿黄或橙黄	圆钝	微凹	少	少	容易	3.7	3.15×2.30×2.28	10.0	0.24—0.31—0.44	29.30
II 号	长倒卵圆形	橙黄	圆钝	微凹	少	多	容易	4.0	3.46×2.68×2.65	13.0	0.20—0.47—0.58	26.54
III 号	长倒卵圆形	橙黄	渐尖	微凹	少	多	极容易	4.2	3.51×2.51×2.54	12.8	0.26—0.42—0.56	25.00
IV 号	长倒卵圆形	浅棕黄	渐尖	微凹	中	多	容易	4.2	3.52×2.66×2.60	13.2	0.34—0.46—0.56	24.47

2.3.2 种核性状

江苏大佛手品种间的种核性状有一定差异，观测结果（表 3）表明，除 I 号种核为卵圆形外，其余均为长卵圆形；洁净，光滑均匀；有棱线；核尖除 I 号不明显外，其余都较明显；维管束痕迹较明显，且较光滑。核大，核重，达 2.93~3.45 g。种仁为黄绿色，椭圆或长卵圆形，种仁饱满，出仁率高，达 78.95%~81.25%。

2.4 种仁内含物测定

江苏大佛手品种间种仁内含物含量见表 4。

2.4.1 水分与干物质

江苏大佛手的种仁无论鲜样或风干样，水分含量较低，而干物质含量较高，但品种间水分与干物质含量有差异。鲜样中，以 I 号含水量最低，干物质含量最高，其次为 IV 号，而 II 号、III 号含水百分率差异不大。风干样中，II 号含水百分率最低，干物质含量最高，其次为 I 号、IV 号、III 号。

2.4.2 维生素 C

江苏大佛手种仁维生素 C 含量丰富，每 100 g 鲜样中高达 25.52~33.44 mg，高于核桃、板栗等其它坚果类。品种间维生素 C 含量差异较大，III 号含量最高，达 33.44 mg，而 IV 号仅 25.52 mg，前者比后者增多 31.03%。

表 3 品种间种核性状比较

Table 3 A comparison of seed character bewteen varieties

品种 Varieties	形状 Shape	颜色 Color	棱线 Arris fillet	核尖 Seed tip	维管束 痕迹 Bundle scar	核大小 Seed size (cm)	核重 Seed weighr (g)	仁形状 Endosperm shape	仁大小 Endosperm size (cm)	仁重 Endosperm wight (g)	出仁率 Rate of endosperm (%)
I 号	近卵圆形	洁净	明显	不明显	较光滑	2.67×1.67×1.14	2.93	随圆形	2.20×1.44×1.20	2.36	80.54
II号	长卵圆形	洁净	明显	明显	较光滑	3.07×1.74×1.48	3.45	长卵圆形	2.52×1.45×1.30	2.75	79.71
III号	长卵圆形	洁净	明显	明显	较光滑	3.0×1.67×1.41	3.20	长卵圆形	2.40×1.42×1.30	2.60	81.25
IV号	长卵圆形	洁净	明显	明显	较光滑	2.85×1.73×1.47	3.23	长卵圆形	2.36×1.39×1.23	2.55	78.95

表 4 品种间种仁营养成分

Table 4 Nutrient of endosperm hewteen vaieties

品 种 Varieties	鲜 种 (%) Fresh		风干样 (%) Dry		维生素 Vite. (mg/100 g)	粗蛋白 Protein (%)	粗脂肪 Fat (%)	淀 粉 Starch (%)	蔗 糖 Sugar (%)	还原糖 Reducing sugar (%)
	水分 Water	干物质 Dry matter	水分 Water	干物质 Dry matter						
I 号	54.57	55.43	9.25	90.75	30.80	11.977	8.348	61.111	2.885	1.24
II号	57.17	52.83	9.19	90.81	31.68	14.563	8.247	58.717	3.174	0.40
III号	57.15	52.85	9.96	90.04	33.44	15.786	6.066	56.236	4.328	0.96
IV号	55.26	54.74	9.36	90.64	25.52	14.464	7.041	56.650	4.039	0.76
品 种 Varieties	粗纤维(%) Fiber	碳水化合物(%) Carbohy drate	氮(%) N	磷(%) P	钾(%) K	钙(%) Ca	镁(%) Mg	铁(%) Fe	灰分(%) Ash content	
I 号	0.786	66.021	1.916	0.264	0.809	0.083	0.088	0.0129	3.158	
II号	1.505	63.796	2.337	0.321	1.013	0.179	0.080	0.0100	2.535	
III号	1.545	63.069	2.526	0.393	1.229	0.160	0.086	0.0100	3.456	
IV号	1.020	62.469	2.314	0.354	0.862	0.173	0.071	0.0127	3.702	

2. 4. 3 粗蛋白

江苏大佛手种仁蛋白质含量高，达 11.977%~15.786%，但品种间蛋白质含量差异明显，最高的II号比最低的I号多31.80%。

2. 4. 4 粗脂肪

银杏种仁脂肪含量一般都较低，为 1.18%~2.6%，而江苏大佛手种仁的脂肪含量较高，为 6.066%~8.348%，但品种间种仁脂肪含量有明显差异，最高的I号比最低的III号高37.62%。

2. 4. 5 碳水化合物

江苏大佛手种仁碳水化合物含量丰富，占干样中的 62.469%~66.021%。尤以淀粉含量最高，为 56.236%~59.959%，占碳水化合物的 89.17%~92.56%；其次为蔗糖，含量为 2.885%~4.328%，占 4.37%~6.86%；还原糖含量较低，仅 0.40%~1.26%，占 0.63%~1.88%；粗纤维少，为 0.785%~1.545%，占 1.19%~2.45%。

品种间各种碳水化合物含量差异很显著。淀粉以I号品种含量最高，II号最低，前者比后者高8.67%；蔗糖以III号含量最丰富，最低为I号，前者比后者多50.02%；还原糖含量差异更明显，最高的I号比最低的II号高2.1倍；粗纤维品种间差异也较大，最高的III号比最低的I号多0.97倍。

品种间各种碳水化合物含量比例不同，I号以淀粉及还原糖含量高，粗纤维、蔗糖含量低；II号除还原糖含量低外，其余碳水化合物含量较丰富；III号仅蔗糖含量高，而淀粉含量低，粗纤维多，IV号各种碳水化合物含量均较丰富。

2. 4. 6 矿质元素及灰分

江苏大佛手种仁含有丰富的矿质元素，如氮、磷、钾、钙、镁、铁等，其中以氮、磷、钾含量较高，钙、镁、铁含量较低。

品种间各种矿质元素含量差别较明显。氮、磷、钾含量最高的 II 号比最低的 I 号分别高 31.84%、48.86%、51.92%；钙含量以 II 号最高，比最低的 I 号高 1.08 倍，镁含量最高的 I 号比最低的 III 号高 23.94%，铁含量最高的比最低的高 29.00%。

品种间各种矿质元素含量比例不同，I 号氮、磷、钾、钙含量低，但镁、铁含量最丰富；II 号钙含量丰富，其余元素含量中等；III 号氮、磷、钾含量高，其它元素含量中等；IV 号除镁含量较低外，其余元素含量较丰富。

灰分含量是除氮以外的所有矿质元素的基本含量总和，灰分愈高，则所含矿质元素愈高。江苏大佛手种仁灰分含量较高，尤以 IV 号为最高，达 3.703%，其次为 III 号、I 号、II 号，分别为 3.456%、3.158%、2.535%。

3 小 结

(1) 江苏大佛手的种实、种核及种仁的生长期虽不一致，但快速生长期基本一致，以 5 月初至 6 月中旬生长最快。种实、种皮及种仁的鲜重增长也是以 5 月初至 6 月中旬最快；干重快速增长期出现较迟，但持续时间长，种实、种皮干重以 5 月中旬至 7 月中旬增长最快，种仁干重则于 6 月初至 8 月初增长较快，尤以 6 月 15 日至 7 月 25 日增长最快。种仁占种实的比例的增长也是以 5 月底至 6 月中最大，因此，在生产栽培上，应在 5 月初至 7 月底这个时期内加强肥水管理，以提高产量和品质。

(2) 银杏优良品种需具有粒大、质优、早实及丰产性强等综合优良性状，主要指标为核重大于 3.0 g，出籽率大于 26%，出仁率大于 78%，Vite 超过 25 mg，干物质中蛋白质含量大于 12%，脂肪大于 6%，碳水化合物大于 60%，嫁接后 4~6 年 80% 开始挂果。根据这些指标进行综合评论，江苏大佛手 II 号为较优的优良品种，具有大粒性，达 3.45 g；出籽率高，为 26.54%；出仁率高，达 79.71%；Vite 含量丰富，达 31.68 mg；干物质中营养物质丰富，蛋白质 14.563%，脂肪 8.247%，碳水化合物 63.796%；且还具有早实丰产性，嫁接后 3 年开始挂果，7 年亩产达 328.0 kg。江苏大佛手 I 号除种核比 II 号稍小外，其它经济性状较为优良，仍属银杏优良品种。广西在挖掘地方种质资源的同时宜大力引种和推广江苏大佛手 II 号及 I 号，对加快我区银杏良种化十分有利。

参加部分试验工作的还有黄陈光、甘赞琼、金代钧、黄正福，种仁内含物含量由李瑞棠、梁发英二同志分析测定，在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 河北农业大学主编. 果树栽培总论. 北京: 农业出版社, 1983
- 2 严天华主编. 银杏栽培. 贵阳: 贵州民族出版社, 1993. 31
- 3 傅秀红, 李 锋, 韦 霄等. 银杏良种——江苏大佛手引种栽培研究. 广西科学院学报, 1995, 11 (3, 4)
- 4 梁立兴编著. 中国银杏. 济南: 山东科学技术出版社, 1988
- 5 华中农学院主编. 果树研究法. 北京: 农业出版社, 1980
- 6 南京农学院主编. 土壤农业分析. 北京: 农业出版社, 1980