

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2019.04.001

四川穗状核桃雌花芽生长发育的研究

陈善波^{1,2}, 杨文渊^{3,4}, 王 莎¹, 金银春^{1,2}, 吴泞孜^{1,4}, 杨柳璐¹,
王丽华¹, 刘 青¹

(1. 四川省林业科学研究院, 四川 成都 610081; 2. 四川省林木良种繁育工程技术中心, 四川 成都 610081;

3. 四川省农业科学院园艺研究所, 四川 成都 610066; 4. 四川农业大学园艺学院, 四川 成都 611130)

摘要:为探索穗状核桃雌花产生多花多果的现象, 发掘四川核桃的特异种质资源, 通过形态比较、石蜡切片和电镜扫描等方法, 比较了穗状核桃优良资源的雌花芽生长发育特点。结果表明: (1) 雌花芽着生方式分为呈聚生或散生, HSLH为串状结果, HSZML、CTYM和SQLG为穗状结果。(2) HSZML雌花芽、顶芽均为最大; SQLG雌花芽、顶芽均为最小。(3) 3月上旬, 雌花芽开始萌动, 生长点顶端凸起, HSZML、CTYM和SQLG分化出不同方向的雌蕊原基; 5月上旬, 生长点向上生长, 分化出多个叶原基, CTYM和SQLG顶端生长点逐渐伸长, 形成雌花原基; 7月下旬, CTYM和SQLG继续伸长生长; 10月上旬, HSLH和SQLG已分化出4个雌花原基, HSZML和CTYM已分化出3个雌花原基。

关键词:穗状核桃; 雌花芽; 生长发育; 外部形态; 解剖结构

中图分类号: S792.13

文献标识码: A

文章编号: 1003-5508(2019)04-0001-06

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



A Study of the Growth and Development of Female Flower Buds of Spikes of Walnuts in Sichuan

CHEN Shan-bo^{1,2} YANG Wen-yuan^{3,4} WANG Sha¹ JIN Yin-chun^{1,2}
WU Ning-zi^{1,4} YANG Liu-lu¹ WANG Li-hua¹ LIU Qing¹

(1. Sichuan Academy of Forestry Science, Chengdu 610081, China;

2. Sichuan forest tree breeding Engineering Technology Center, Chengdu 610081, China;

3. Horticulture Institute, Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Chengdu 610066, China;

4. College of horticulture, Sichuan Agricultural University, Chengdu 6111302, China)

Abstract: In order to further explore the phenomenon that female flowers of spikes of walnuts produced more flowers and fruits and the special germplasm resources of Sichuan walnut were excavated, Studies were made of excellent resources of spikes of walnuts in early stage, the growth and development characteristics of female flower buds of spikes of walnuts by use of morphological comparison, paraffin section and electron microscope scanning. The results showed that: (1) Female flower buds were clustered or scattered, HSLH formed string fruits, HSZML, CTYM and SQLG formed spike-like fruits. (2) HSZML had the largest female flower buds and apical buds, while SQLG had the smallest female flower buds and apical buds. (3) In early March, female flower buds began to germinate and the apex of growth points

收稿日期: 2019-06-18

基金项目: 四川省科技厅基本科研专项“四川穗状核桃花器官变异及杂交授粉试验研究”(2018JBKY06); 四川省省财政专项“穗状核桃优良无性系对比与区域栽培试验”(2019CZZX13)

作者简介: 陈善波(1981-), 男, 四川泸州人, 助理研究员, 硕士, 主要从事经济林研究与技术推广, e-mail: sbochen@163.com。

was raised, HSZML, CTYM and SQLG differentiated into pistil primordia in different directions. In early May, the growth points grew upward and differentiated into multiple leaf primordia. The top growth points of CTYM and SQLG gradually elongated to form the primordium of female inflorescence. In late July, CTYM and SQLG continued to elongate. In early October, four primordia of female inflorescence were differentiated from HSLH and SQLG, and three primordia of female inflorescence were differentiated from HSZML and CTYM.

Key words: Spikes of walnuts, Female flower bud, Growth and development, External Morphology, Anatomical structure

核桃为重要的经济林和油料树种,是世界四大干果之一,营养丰富,经济价值高。四川是我国核桃的重要产区,栽培面积约 106.67 万 hm^2 ,产量约 41.5 万 t,现已成为四川省山区、民族地区乡村振兴及农民脱贫致富的重要支柱产业。四川地处我国南北核桃种群交替地带,种质资源十分丰富,优势突出,主要分布有普通核桃(*Juglans regia* L.)、泡核桃(*Juglans sigillata* Dode)和野核桃(*Juglans cathayensis* Dode)3 个种^[1]。

穗状核桃,又称串核桃,为核桃的优良特异资源之一,具有结实量大、产量高等特点^[1-2]。据报道,1958 年,在山西省灵石县,发现了 17 年生的穗状核桃,结果枝全为穗状结实,后被鉴定为可能是楸子和棉核桃相互自然杂交而成,后来又在山西、新疆等地发现了穗状核桃^[3-4]。近年来,在甘肃、山东、陕西、贵州、四川等地均有穗状核桃的研究,主要集中在资源调查、栽培、遗传鉴定等方面^[5-11]。目前,四川发现的穗状核桃多数为野生或自然杂交后代资源,从形态学上分为两大类,一类为普通核桃(*Juglans regia* L.)性状特征的资源,另一类为泡核桃(*Juglans sigillata* Dode)性状特征的资源,具有较好的发展前景。

为进一步探索穗状核桃雌花产生多花多果的现象,发掘四川核桃的特异种质资源,在前期穗状核桃种质资源调查、评价,优良资源筛选的基础之上,本研究开展穗状核桃开花与结实、雌花芽外部形态特征及内部解剖结构的研究,观察穗状核桃雌花芽生长发育特点,为穗状核桃特异种质资源的开发与利用提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验材料来源于前期穗状核桃调查与收集的种质资源,即阿坝州(样品编号为 HSLH、HSZML)、广

元(样品编号为 CTYM)、南充(样品编号为 SQLG)等地的穗状核桃^[1-2]。对照材料来源于成都、资阳等地的本地普通核桃(样品编号为 CK1)和野核桃(样品编号为 CK2)。

1.2 研究内容与方 法

1.2.1 外部形态观察

(1)开展形态学观察。3 月—8 月,调查树龄、雄花序长、雌花数量、雌花着生方式、结实方式、坐果数量、果序长度等。

(2)开展结果枝、雌花芽、顶芽等观察。3 月上旬、7 月下旬,分别采取带有雌花芽、顶芽的短枝带回实验室,用游标卡尺测量枝条长度、粗度、节间长度,雌花芽和顶芽纵经、横径、侧径等。

1.2.2 内部结构观察

(1)制作石蜡切片。参照李正理^[12]、高英^[13]的方法并加以改进。分别在 3 月上旬、5 月上旬、7 月下旬,共取样 3 次,取新鲜花芽立即放入 FAA 固定液(50%酒精:甲醛:乙酸=90:5:5)中固定,然后将样品经酒精脱水、用二甲苯进行透明、浸蜡、包埋处理后,在 GW15-QP3168 旋转式切片机上切片,后用二甲苯脱蜡,番红-固绿染色,再用树胶封片,最后在 OLYMPUS 光学显微镜下观察、拍照。

(2)电镜扫描。参照谢红江^[14-15]的方法并加以改进。10 月上旬,取新鲜花芽立即放入 5%戊二醛固定液(0.1 mol/L, pH=7.2 磷酸盐缓冲液配制)中,经真空泵抽气使材料下沉,在常温下固定 2 d。用相同的缓冲液洗涂 3 次,每次 15 min,经乙醇 30%、50%、70%、80%、90%、100% 逐级脱水,每次 20 min,然后用 HITACHI HCP-2 临界点干燥仪进行干燥,把干燥好的样品用导电胶带粘在样品台上,用 HITACHI 高新磁控溅射器 MC1000 喷镀铂金,将喷镀好的样品放入 HITACHI 扫描电子显微镜 SU3500 下进行形态观察、拍照。

1.3 数据分析

利用 SPSS 22.0 和 Excel 2007 对所得数据进行

统计与分析。

2 结果与分析

2.1 穗状核桃开花与结实特性比较

据调查,四川不同地区穗状核桃开花与结实差异较大(见表1)。与CK1和CK2相比,穗状核桃雄花序相对较短,其中CTYM雄花序最长,为14.8

cm,且远低于CK2。穗状核桃雌花通常3~8朵,多数为4~6朵聚生或散生,HSLH为串状结果(见图1中A-1和A-2),HSZML、CTYM和SQLG均为穗状结果(见图1中B-1-D-2)。与CK1相比,穗状核桃雌花显著增多,坐果数在4~6个以上(见图1中E-1和E-2);与CK2相比,穗状核桃在生长与结果方面,与野核桃有相似之处(见图1中F-1和F-2)。

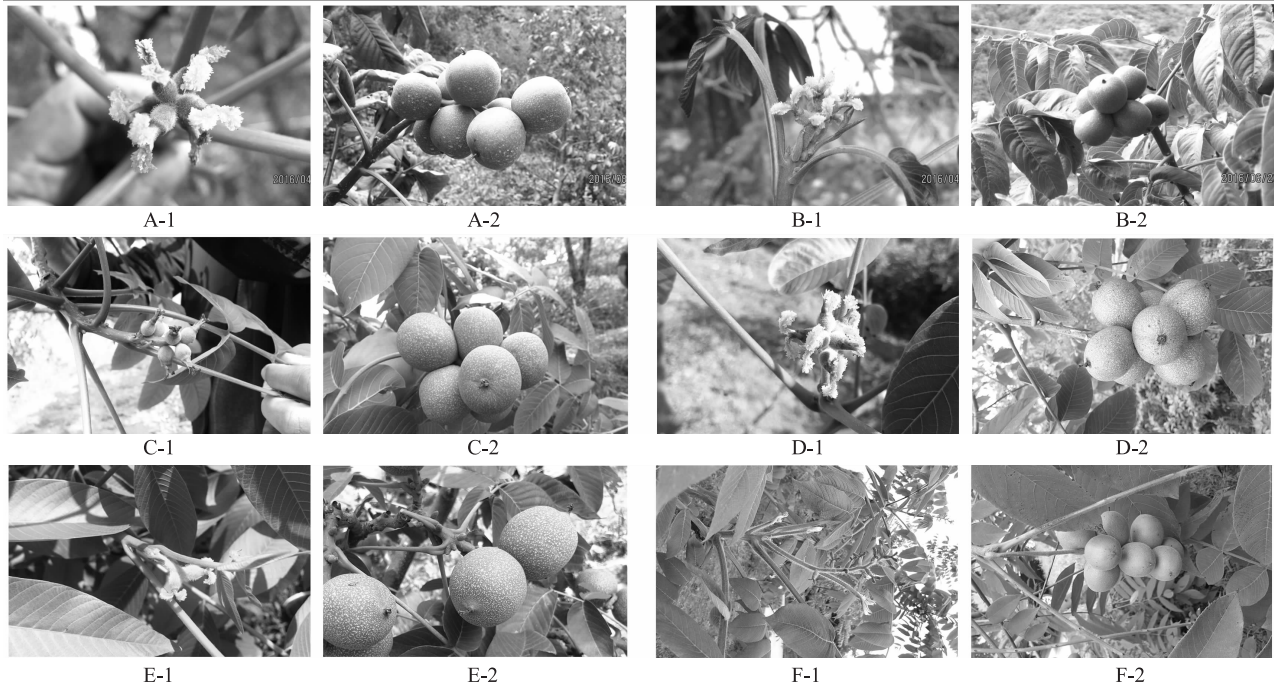
表1

穗状核桃开花与结实特性比较

Tab.1

Comparison of flowering and fruiting characteristics of spikes of walnuts

序号 Number	样品号 Sample number	树龄/a Tree age /a	雄花序长/cm Male flower length/cm	雌花数量/个 Number of female flower/ Number	雌花着生方式 Female flowering patterns	结实方式 Fruit setting patterns	坐果数量/个 Number of fruit setting/ Number	果序长度/cm Inflorescence length/cm
1	HSLH	50	8.83	3~8,4~6居多	聚生或散生	串状结果	4~6	5.00
2	HSZML	27	8.83	3~8,4~6居多	聚生或散生	穗状结果	4~6	3.83
3	CTYM	39	14.80	3~8,4~6居多	聚生或散生	穗状结果	4~6	2.67
4	SQLG	35	12.50	3~6,4~5居多	聚生或散生	穗状结果	4~5	3.33
5	CK1	6	14.20	2~3,2居多	散生	交叉结果	1~2	3.10
6	CK2	6	20.10	3~12,8居多	散生	串状结果	8~12	6.20



图版说明:A1~F2为核桃开花与结实比较。A-1和A-2:HSLH核桃;B-1和B-2:HSZML核桃;C-1和C-2:CTYM核桃;D-1和D-2:SQLG核桃;E-1和E-2:CK1(本地核桃);F-1和F-2:CK2(野核桃)。

Explanation of plates:A1~F2 is the comparison of flowering and fruiting in walnut. A-1 and A-2:HSLH spikes of walnuts;B-1 and B-2:HSZML spikes of walnuts;C-1 and C-2:CTYM spikes of walnuts;D-1 and D-2:SQLG spikes of walnuts;E-1 and E-2:CK1 (Local walnut);F-1 and F-2:CK2 (wild walnut)。

图1 穗状核桃开花与结实

Fig.1 Comparison of flowering and fruiting in spikes walnut

2.2 穗状核桃雌花芽外部形态比较

2.2.1 穗状核桃冬季枝芽比较

通过穗状核桃冬季枝条和芽的比较(见表2),

结果表明,所有穗状核桃1年生枝条节间长小于对照CK1和CK2,其中SQLG1年生枝条节间最长,为4.80cm,HSLH最小,为3.73cm;CTYM1年生枝条

基部粗度为 1.17 cm, HSLH、HSZML 和 SQLG 均小于对照 CK1 和 CK2, 结合表 1 可以看出, 穗状核桃进入盛果期以后, 新梢生长量较为缓慢。越冬枝条

的顶芽大于同时期的雌花芽, 其中 HSZML 雌花芽和顶芽的纵径、横径和侧径均为最大, SQLG 最小。

表 2 穗状核桃冬季枝芽比较

Tab. 2 Comparison of winter branches and buds of spikes of walnuts

序号 Number	样品号 Sample number	一年生枝条 节间长 ± 标 准差/cm Annual branch internode length ± standard deviation/cm	一年生枝条 粗 ± 标准差 /cm Annual branch diameter ± standard deviation/cm	雌花芽 Female flower bud			顶芽 Terminal bud		
				纵径 ± 标准 差/cm Vertical diameter ± standard deviation/cm	横径 ± 标准 差/cm Transverse diameter ± standard deviation/cm	侧径 ± 标准 差/cm Side diameter ± standard deviation/cm	纵径 ± 标准 差/cm Vertical diameter ± standard deviation/cm	横径 ± 标准 差/cm Transverse diameter ± standard deviation/cm	侧径 ± 标准 差/cm Side diameter ± standard deviation/cm
1	HSLH	3.73 ± 1.69	0.85 ± 0.15	0.71 ± 0.13	0.55 ± 0.07	0.49 ± 0.09	0.82 ± 0.06	0.75 ± 0.09	0.72 ± 0.08
2	HSZML	4.11 ± 1.85	0.93 ± 0.17	0.78 ± 0.14	0.60 ± 0.08	0.54 ± 0.10	0.90 ± 0.07	0.83 ± 0.10	0.79 ± 0.09
3	CTYM	4.23 ± 0.97	1.17 ± 0.38	0.74 ± 0.20	0.53 ± 0.08	0.59 ± 0.08	0.87 ± 0.15	0.73 ± 0.10	0.81 ± 0.07
4	SQLG	4.80 ± 1.78	0.81 ± 0.10	0.56 ± 0.06	0.47 ± 0.02	0.41 ± 0.05	0.74 ± 0.04	0.68 ± 0.05	0.62 ± 0.03
5	CK1	5.73 ± 3.26	0.98 ± 0.31	0.82 ± 0.17	0.61 ± 0.10	0.64 ± 0.08	1.12 ± 0.15	0.93 ± 0.15	1.12 ± 0.36
6	CK2	6.05 ± 2.12	1.30 ± 0.24	0.68 ± 0.07	0.62 ± 0.09	0.47 ± 0.04	1.15 ± 0.14	1.13 ± 0.08	0.78 ± 0.08

2.2.2 穗状核桃夏季枝芽比较

通过穗状核桃夏季枝条和芽的比较(见表 3), 结果表明, SQLG 结果枝生长量最大, 为 17.70 cm, HSZML 结果枝生长量最小, 为 6.31 cm, 除 SQLG 结果枝长大于 CK2 外, HSLH、HSZML 和 CTYM 均小于 CK1 和 CK2; 所有穗状核桃结果枝粗, 明显小于对照

CK1 和 CK2, 其中 CTYM 结果枝粗最大, 为 1.11 cm, 这说明穗状核桃的枝条生长势弱于本地核桃和野核桃。与冬季芽相似, 夏季芽的顶芽明显大于同时期的雌花芽, HSZML 雌花芽和顶芽均为最大, SQLG 最小。

表 3 穗状核桃夏季枝芽比较

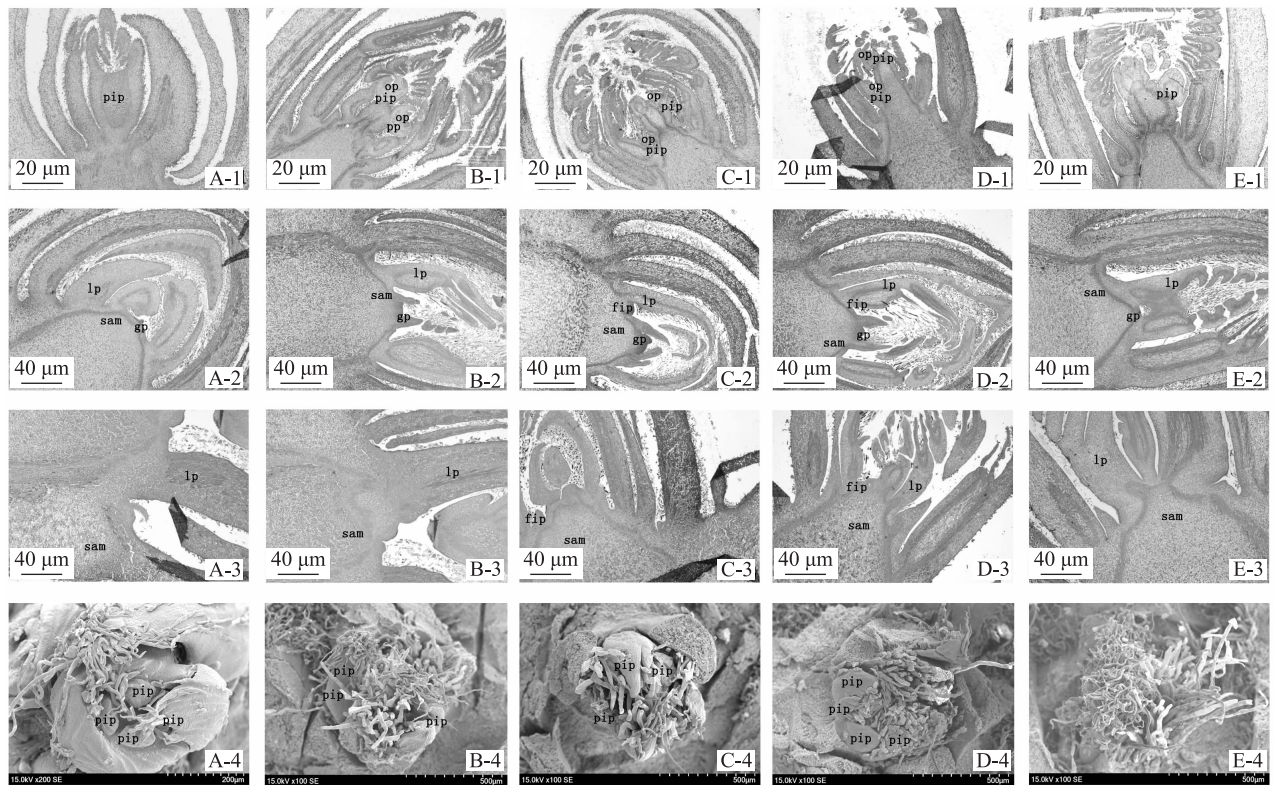
Tab. 3 Comparison of summer branches and buds of spikes of walnuts

序号 Number	样品号 Sample number	结果枝长 ± 标准差/cm Fruiting branches length/cm	结果枝粗 ± 标准差/cm Fruiting branches diameter/cm	雌花芽 Female flower bud			顶芽 Terminal bud		
				纵径 ± 标准 差/cm Vertical diameter ± standard deviation/cm	横径 ± 标准 差/cm Transverse diameter ± standard deviation/cm	侧径 ± 标准 差/cm Side diameter ± standard deviation/cm	纵径 ± 标准 差/cm Vertical diameter ± standard deviation/cm	横径 ± 标准 差/cm Transverse diameter ± standard deviation/cm	侧径 ± 标准 差/cm Side diameter ± standard deviation/cm
1	HSLH	10.25 ± 3.30	0.86 ± 0.10	0.50 ± 0.08	0.46 ± 0.05	0.47 ± 0.08	0.73 ± 0.09	0.59 ± 0.06	0.58 ± 0.05
2	HSZML	6.31 ± 2.12	0.87 ± 0.09	0.56 ± 0.08	0.51 ± 0.05	0.54 ± 0.04	0.73 ± 0.11	0.62 ± 0.22	0.69 ± 0.25
3	CTYM	11.73 ± 6.55	1.11 ± 0.08	0.36 ± 0.08	0.32 ± 0.02	0.35 ± 0.05	0.79 ± 0.33	0.56 ± 0.13	0.65 ± 0.18
4	SQLG	17.70 ± 7.38	0.96 ± 0.16	0.36 ± 0.07	0.29 ± 0.05	0.32 ± 0.05	0.53 ± 0.11	0.36 ± 0.04	0.44 ± 0.08
5	CK1	20.45 ± 8.25	1.20 ± 0.16	0.68 ± 0.15	0.59 ± 0.07	0.65 ± 0.10	0.78 ± 0.09	0.61 ± 0.06	0.73 ± 0.05
6	CK2	15.13 ± 4.82	1.78 ± 0.17	0.59 ± 0.08	0.29 ± 0.01	0.38 ± 0.05	1.71 ± 0.32	0.72 ± 0.10	1.06 ± 0.11

2.3 穗状核桃雌花芽内部结构比较

通过对穗状核桃雌花芽解剖结构观察, 3 月上旬, 雌花芽开始萌动, 生长点顶端凸起, 分化出雌蕊原基, 即将进入穗状核桃开花与结实阶段。与 CK1 相比, HSZML、CTYM 和 SQLG 分化出不同方向的雌蕊原基(见图 2 中 B-1、C-1、D-1), 而 HSLH 要晚于以上 3 个品种, 这可能与 HSLH 品种特性、物候期(黑水县当地 4 月中下旬开花)有关。5 月上旬, 生长点向上生长, 分化出多个叶原基, 顶端生长点开始逐渐变平、凹陷, 顶端变圆形成圆球状突起, 顶端分

化为雌花原基。与 CK1 相比, CTYM 和 SQLG 顶端生长点逐渐伸长, 形成雌花原基(见图 2 中 C-2、D-2)。7 月下旬, 顶端生长点继续伸长生长, 形成多个雌花原基, 将发育成多个雌花。与 CK1 相比, CTYM 和 SQLG 继续伸长生长(见图 2 中 C-3、D-3)。10 月上旬, 通过扫描电镜图片可以看到, 已分化出多个雌花原基。与 CK1 相比, HSLH 和 SQLG 已分化出 4 个雌花原基(见图 2 中 A-4、D-4), HSZML 和 CTYM 已分化出 3 个雌花原基(见图 2 中 B-4、C-4)。



图版说明:A1~E4为穗状核桃雌花芽解剖结构。A:HSLH核桃;B:HSZML核桃;C:CTYM核桃;D:SQLG核桃;E:CK1(本地核桃)。pip:雌蕊原基;op:胚珠原基;lp:叶原基;gp:生长点;sam:顶端分生组织;fip:雌花原基。

Explanation of plates:A1~E4 is the anatomical structure of female flower buds of spikes of walnuts. A:HSLH spikes of walnuts;B:HSZML spikes of walnuts;C:CTYM spikes of walnuts;D:SQLG spikes of walnuts;E:CK1 (Local walnut). pip:Pistil primordium;op:Ovule primordium;lp:Primordium of leaf;gp:Growing point;sam:Shoot apical meristem;fip:Primordium of female inflorescence.

图2 穗状核桃雌花芽解剖结构比较

Fig. 2 Anatomical structure comparison of female flower buds of spikes walnut

3 结论与讨论

早实核桃的芽具有早熟性,有的品种1年可开两次花,结两次果,同时,二次花易形成多花多果。李敏^[16]等将核桃花器官分为两性花类型、穗状花类型、穗状花具分枝类型、穗状花雌雄同序类型、柱头变异类型和雌花序莲座状类型。本研究发现,穗状核桃均不属于二次花、二次果现象,雌花通常3~8朵,以4~6朵居多聚生或散生,HSZML、CTYM和SQLG为雌花序莲座状类型,HSLH为穗状花具分枝类型^[2]。HSZML、CTYM和SQLG结果方式表现为穗状结果,而HSLH为串状结果。这说明穗状核桃由于雌花着生方式不同,形成的结实方式也有差异,山西^[3-4]、山东^[6]、甘肃^[5,17]等地称为穗状核桃,而贵州^[7]、陕西^[8]等地称为串核桃。

彭少兵^[8]等通过对安康串状核桃表型性状的

分析,结果表明,平均每串结果6.1个,与野核桃相似,串状核桃的叶片及果实等性状与核桃相似。而在本研究中,所有穗状核桃的雄花序比CK2(野核桃)短,雌花数量与CK2(野核桃)有相似之处;果实与CK1(普通核桃)或泡核桃相似。这说明穗状核桃与普通核桃、野核桃在性状上有一定的亲缘关系。

核桃为单性花,属于雌雄同株,开花具有雌雄异熟特性。而花芽分化分为生理分化和形态分化,它将直接影响果树开花数量并对坐果以及果实生长发育产生影响。温腾健^[18]等研究核桃花芽结果表明,新新2号结果母枝和当年1年生枝上的雌花芽和混合芽都大于温185,花芽质量也优于温185。在本研究中,HSZML结果枝生长量最小,雌花芽、顶芽均为最大;SQLG结果枝生长量最大,雌花芽、顶芽均为最小,且HSZML雌花芽质量优于SQLG,这可能与品种特性、生长环境、栽培管理水平等有关。

李永涛^[19]、张强^[20]等研究核桃雌花芽分化,虽

对分化阶段的划分不同,但结论有相似之处。本研究结果表明,3月上旬,雌花芽开始萌动,生长点顶端凸起,HSZML、CTYM和SQLG分化出不同方向的雌蕊原基。这说明穗状核桃果序长、雌花数量多与果柄原基伸长生长和多个雌蕊原基有关。5月上旬,生长点向上生长,分化出多个叶原基,CTYM和SQLG顶端生长点逐渐伸长,形成雌花原基。7月下旬,CTYM和SQLG继续伸长生长。10月上旬,HSZH和SQLG已分化出4个雌花原基,HSZML和CTYM已分化出3个雌花原基。这说明穗状核桃雌花芽在生理分化和形态分化时,已经形成多个雌花,所以在开花时表现为雌花多朵现象,而对于穗状核桃与普通核桃、泡核桃相比,产生多花多果的原因还有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 陈善波,王莎,金银春,等.四川穗状核桃优良单株坚果综合性状评价研究[J].四川林业科技,2018,39(1):32~36.
- [2] 陈善波,王丽,王莎,等.四川穗状核桃资源调查与果实品质评价研究[J].四川林业科技,2017,38(2):1~7.
- [3] 胡琳山.灵丘的穗状核桃[J].中国果树,1959(3):25~26.
- [4] 李继明.穗状核桃[J].山西果树,1988(2):31.
- [5] 赵国林,周天林.葡萄状核桃和普通核桃的过氧化物酶同工酶的比较研究[J].西北植物学报,1996,16(4):372~377.
- [6] 自晓秀.介绍10种性状特殊的变异型核桃[J].烟台果树,2010(4):48~49.
- [7] 范永林,陈军,余绍亮,等.红花串核桃种类型(品种)特性及育种策略[J].贵州林业科技,2012,40(1):36~39.
- [8] 彭少兵,张贝贝,王娟,等.利用SSR技术对安康串状核桃亲缘关系分析研究[J].西北林学院学报,2017,32(1):126~130.
- [9] 王莎,吴泞孜,陈善波,等.早实核桃杂交育种试验初报[J].四川林业科技,2018,39(2):43~46,84.
- [10] 张玻,王俊连,侯银堂,等.广元市朝天区乡土核桃种质资源调查研究[J].四川林业科技,2018,39(3):106~109.
- [11] 刘盖,陈善波,金银春,等.广元市主要核桃良种生长表现及经济性状分析[J].四川林业科技,2019,40(1):52~55.
- [12] 李正理.植物组织制片学[M].北京:北京大学出版社,1996,130~145.
- [13] 高英,董宁光,张志宏,等.早实核桃雌花芽分化外部形态与内部结构关系的研究[J].林业科学研究,2010,23(2):241~245.
- [14] 谢红江,陶炼,杨文渊,等.川西高原不同生态区苹果叶肉细胞叶绿体超微结构的比较[J].园艺学报,2014,41(S):2584.
- [15] 谢红江,陶炼,杨文渊,等.川藏高海拔不同生态区苹果叶肉细胞叶绿体超微结构的比较[J].果树学报,2016,33(2):164~171.
- [16] 李敏,刘媛,赵勇刚,等.核桃花器官变异的研究[J].园艺学报,2009,36(1):21~26.
- [17] 张辉元,王发林,何义和,等.甘肃地方核桃资源及优良株系选育研究[C].全国干果生产与科研进展学术研讨会,2009,61~66.
- [18] 温腾健,马凯,韩立群,等.新疆核桃温185和新新2号花芽分化特点与成花基因表达分析[J].中国农业大学学报,2017,22(4):28~36.
- [19] 李永涛,赵勇刚,杨克强,等.早实核桃花器官发育的解剖学研究[J].园艺学报,2011,38(3):434~440.
- [20] 张强,宁万军,黄闽敏,等.新疆早实核桃花芽分化特性研究[J].中国果树,2017(6):19~23.