

胡颓子属五种落叶植物开花 结果物候观测与分析

曹展波, 雷小林, 龚春, 高伟, 孙颖

(江西省林业科学院, 江西 南昌 330032)

摘要:以胡颓子属(*Elaeagnus* Linn.) 5种落叶植物为试材, 观测其开花结果物候期, 并运用系统聚类方法进行了分析。结果表明:木半夏、星毛羊奶子始花期出现于3月中旬, 4月下旬果实开始成熟, 为早花早熟型;毛木半夏、江西羊奶子的始花期出现于3月下旬或4月上旬, 5月上、中旬果实开始成熟, 为晚花中熟型;银果牛奶子始花期现于3月下旬, 6月中旬果实开始成熟, 为晚花晚熟型。

关键词:胡颓子属;落叶植物;开花;结果;物候

中图分类号:S 793.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)01-0015-04

中国胡颓子属(*Elaeagnus* Linn.)植物约有67种, 该属分为常绿组(*Semperiventes* Serv.)和落叶组(*Deciduae* Serv.), 其中落叶组含落叶或半常绿植物约24种^[1-2]。胡颓子属为野生核果类植物, 果实富含对人体有益的营养物质和生理活性物质, 可鲜食或为果品加工原料, 因其潜在的果用价值受到人们关注。目前关于胡颓子属

植物的已有研究主要有植物资源分布^[3-6]、营养成分^[7]、生药学^[8-9]、无性繁殖^[10-11]、加工利用^[12-13]等, 对胡颓子植物物候研究尚鲜见报道。江西有胡颓子属植物12种, 占国内种数的17.9%, 是胡颓子属植物种类较为丰富的省份。全省落叶或半常绿植物7种, 占全省种数的58.3%。境内分布的胡颓子属的常绿组植物花果期为秋至翌年春季, 而落叶组植物花果期为春夏季。开花、结实物候是植物重要的生活史特征之一^[14], 是植物生殖生态学的一个重要内容^[15]。开展胡颓子属落叶植物花果物候研究, 了解掌握其花果物候特征, 可为胡颓子属植物的育种、栽培以及开发利用提供科学的参考依据。

第一作者简介:曹展波(1956-), 男, 大专, 高级工程师, 现主要从事植物资源与森林资源培育等研究工作。E-mail:cao.zb@163.com.
基金项目:江西省科技支撑计划资助项目(20132BBF60033);国家林业公益性行业科研专项资助项目(201404708)。

收稿日期:2015-09-24

Abstract: *Lactuca sativa* L. 'Yidali' was used as materials, the influences of exogenous sucrose (0, 3 mmol/L) on nitrogen and carbon metabolism in lettuce (*Lactuca sativa* L. 'Yidali') cultivated in nutrient solution under 75 mmol/L NO_3^- stress were investigated. With conventional nutrient solution (7.5 mmol/L NO_3^-) and foliar spraying water as control (CK). The shoot fresh weight, shoot dry weight, nitrate content, ammonium N content, contents of soluble sugar and sucrose, activity of nitrate reductase (NR), glutamic dehydrogenase (GDH), glutamine synthetase (GS), activities of sucrose synthase (SS), sucrose phosphate synthase (SPS), total N content and accumulation of total N were determined in this study. The results showed that, the growth of lettuce were significantly restrained under 75 mmol/L NO_3^- stress at the whole growth stage, exogenous sucrose could alleviate the suppression of the 75 mmol/L NO_3^- stress on the growth of lettuce, the best effect were observed at the third, fourth sampling. Compared with the T1 treatment, contents of soluble sugar, sucrose in leaves of lettuce were significantly increased, the activities of SS, SPS were enhanced with the time of the growth increase gradually, the best effect were observed at the third and fourth sampling. Accumulation of total N was enhanced by T2, it was obvious at the third sampling. The activity of NR was significantly improved and nitrate and NH_4^+ content reduced significantly at the fourth sampling. And the activities of GDH, GS increased slightly treated with exogenous sucrose.

Keywords: sucrose; NO_3^- stress; lettuce (*Lactuca sativa* L. 'yidali'); nitrogen metabolism; carbon metabolism

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地位于南昌市昌北地区,地处东经 28°45',北纬 115°48'。种植地为低丘岗地,坡向南,地势较为平坦,海拔高度 50 m。种植土壤为红壤,成土母岩为花岗岩,土壤偏酸性,pH 5~6,肥力中等。该地区属中亚热带湿润季风气候,气候温和湿润,四季分明。年平均气温 17.6℃,7 月平均气温 29.6℃,极端最低气温-9.9℃,极端最高气温 40.8℃。年平均降水量 1 528 mm。年平均

表 1

试验材料基本信息

Table 1

Basic information of test material

物种 Species	采集地 Collection sites	地理位置 Coordinates		
		东经 East longitude	北纬 North latitude	海拔 Elevation/m
木半夏 <i>E. multiflora</i>	九江 Jiujiang	115°43'	29°31'	100
毛木半夏 <i>E. courtoisi</i>	瑞昌 Ruichang	115°26'	29°35'	620
江西羊奶子 <i>E. jiangxiensis</i>	遂川 Suichuan	114°10'	26°16'	360
星毛羊奶子 <i>E. stellipila</i>	浮梁 Fuliang	117°19'	29°20'	60
银果牛奶子 <i>E. magna</i>	修水 Xiushui	114°44'	28°44'	580

1.3 试验方法

自 2014 年 2 月至 2015 年 6 月持续物候观测,其中 2015 年 2—6 月对试验树种进行初花期、盛花期、开花末期、果熟初期、果熟盛期、果熟末期的物候期观测。每树种固定观测 3 株(毛木半夏迁地保护仅有 2 株)。当固定观测植株第 1 朵花完全开放为开花始期,开花数量≥50%时为开花盛期,植株上留有极少数花时为开花末期^[16],果熟物候观测按上述方法类推。观测植株均种植在同一地点的种质资源圃内,立地条件与栽培措施基本一致。

1.4 数据分析

1.4.1 物候期的量化处理 为实现多元统计分析,采用儒略日(Julian day)换算方法,将物候期出现的日期转换为距当年 1 月 1 日的天数^[17],使得物候日期全部转成量化数据。

1.4.2 运用 Excel 软件进行观测数据处理 运用 SPSS

表 2

5 种植物开花结实物候

Table 2

Flowering and fruiting phenologies of five *Elaeagnus* species

月-日

物种 Species	开花期 Flowering			果熟期 Fruit ripening		
	初期 Early	盛期 Peak	末期 Late	初期 Early	盛期 Peak	末期 Late
木半夏 <i>E. multiflora</i>	03-17	03-22	04-02	04-28	05-01	05-06
毛木半夏 <i>E. courtoisi</i>	04-03	04-08	04-21	05-11	05-14	05-21
江西羊奶子 <i>E. jiangxiensis</i>	03-30	04-02	04-14	05-22	05-27	06-05
星毛羊奶子 <i>E. stellipila</i>	03-19	03-23	04-03	04-28	05-02	05-06
银果牛奶子 <i>E. magna</i>	03-31	04-04	04-11	06-12	06-18	06-23

2.2.2 花期相遇程度 种间花期重叠时间^[19]及与花期时长的比例见表 3。由表 3 可知,除木半夏与毛木半夏花期未相遇之外,其余种间均有花期相遇现象。其中木

无霜期 266 d。

1.2 试验材料

试验树种为胡颓子属落叶组的木半夏(*E. multiflora*)、毛木半夏(*E. courtoisi*)、江西羊奶子(*E. jiangxiensis*)、星毛羊奶子(*E. stellipila*)、银果牛奶子(*E. magna*)共 5 种。供试材料均源于江西境内自然生长的野生植株,于 2013 年将野生植株迁地保存并集中栽培。试验植株的采集地点以及地理位置见表 1。

20.0 软件,以花果物候期因子为指标,采用系统聚类方法^[18],按 5 种胡颓子属植物的花果物候期特征进行聚类分析。

2 结果与分析

2.1 花果物候期观测结果

根据 5 种植物的开花结果物候观测数据,取其平均值统计各个种的花期果期,结果见表 2。

2.2 开花物候期分析

2.2.1 花期差异性 由表 2 可知,各植物种间花期存在差异,木半夏花期最早出现,比最晚开花的毛木半夏早 17 d,比其它种早 2~14 d。5 个种初花期到盛花期的天数为 3~5 d,种间相差 1~2 d,盛花期至开花末期间隔天数为 7~13 d,种间相差 3~6 d。毛木半夏开花持续时间最长,为 18 d,比开花持续时间最短的银果牛奶子多 7 d,比其它种多 2~3 d。

半夏与星毛羊奶子花期重叠时间最长,为 15 d,花期重叠比例亦最高,达 83.3%。其次是江西羊奶子与毛木半夏、银果牛奶子,花期重叠时间均为 12 d,花期重叠比例

表 3 5 种植物种间花期重叠程度

Table 3 The flowering overlapping degree of five *Elaeagnus* species

物种 Species	木半夏 <i>E. multiflora</i>		毛木半夏 <i>E. courtoisi</i>		江西羊奶子 <i>E. jiangxiensis</i>		星毛羊奶子 <i>E. stellipila</i>	
	重叠时间 Overlapping/d	比例 Proportion/%	重叠时间 Overlapping/d	比例 Proportion/%	重叠时间 Overlapping/d	比例 Proportion/%	重叠时间 Overlapping/d	比例 Proportion/%
木半夏 <i>E. multiflora</i>	—							
毛木半夏 <i>E. courtoisi</i>	0	0	—					
江西羊奶子 <i>E. jiangxiensis</i>	4	13.8	12	52.2	—			
星毛羊奶子 <i>E. stellipila</i>	15	83.3	1	4.2	5	18.5	—	
银果牛奶子 <i>E. magna</i>	3	11.5	9	40.9	12	75.0	4	16.7

分别为 52.2%和 75.0%。毛木半夏与银果牛奶子的花期重叠时间亦较长,达 9 d,花期重叠比例为 40.9%。反映出上述相关种之间花期相似程度较高。

2.2.3 花期聚类分析 采用儒略日(Julian day)换算方法,将 5 种胡颓子植物开花初期、盛期、末期的出现日期转换为量化数据,运用系统聚类分析方法进行花期聚类分析。由图 1 可知,在阈值为 0.26 的水平上,将 5 种胡颓子属植物花期物候分为 2 类,I类有木半夏、星毛羊奶子,其花期主要特点为花期早,始花期均出现于 3 月中旬,开花盛期为 3 月下旬,末期为 4 月上旬。Ⅱ类有江西羊奶子、银果牛奶子、毛木半夏,其花期主要特点为花期较晚,始花期出现于 3 月下旬或 4 月上旬,开花盛期为 4 月上旬,末期为 4 月中、下旬。由表 3 可以看出,花期重叠时间和重叠比例越高,聚类分析中归为同一类的可能性就越大,如Ⅰ类的木半夏、星毛羊奶子花期重叠时间的比例为 83.3%,Ⅱ类的种间花期重叠比例为 40.9%~75.0%。

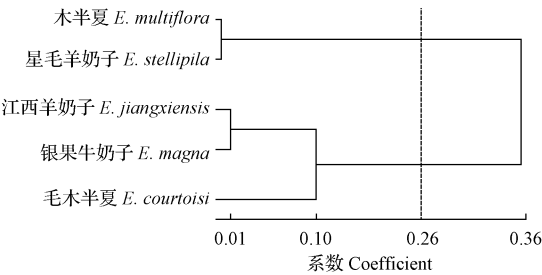


图 1 5 种植物花期物候聚类分析树状图

Fig. 1 Dendrogram of flowering phenology of five *Elaeagnus* species

2.3 果实物候期分析

由表 2 可知,除木半夏、星毛羊奶子果实物候期同步之外,其它各种间结果物候期均存在差异。将 5 种胡颓子植物果熟初期、盛期、末期的出现日期转换为量化数据,运用系统聚类分析方法进行果期聚类分析。由图 2 可以看出,在阈值为 0.6 水平上,将 5 种植物的结果期物候分为 3 类。Ⅰ为早熟类,此类有木半夏、星毛羊奶子,其特点为果实成熟早,成熟期持续时间较短,即 4 月下旬末开始成熟,成熟期持续时间约 9 d,其 5 月上旬为果成熟末期。Ⅱ为中熟类,此类有毛木半夏、江西羊奶子,

其果实于 5 月中旬与下旬开始成熟,果成熟期持续时间分别为 15 d 和 11 d,果熟末期为 5 月下旬至 6 月上旬,Ⅲ为晚熟类,此类有银果牛奶子,为 5 种植物中成熟最晚的一种,于 6 月中旬开始成熟,果成熟期持续时间 12 d,果熟末期为 6 月下旬。

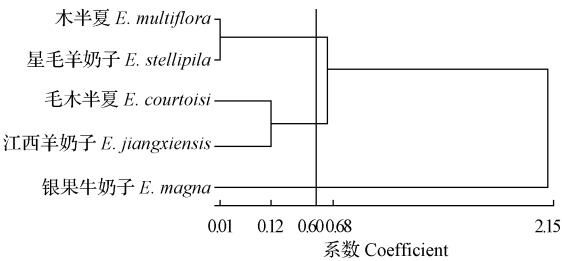


图 2 5 种植物果期物候聚类分析树状图

Fig. 2 Dendrogram of fruiting phenology of five *Elaeagnus* species

3 结论与讨论

供试的 5 种植物均为胡颓子属中的落叶组植物,其共同特点为花果期在春夏季,但种间的开花结果物候期存在差异,根据分析结果,可将其分为 3 类,Ⅰ类为早花早熟型,特点为开花和果熟期较早,该类有木半夏、星毛羊奶子,其始花期均出现于 3 月中旬,4 月下旬果实开始成熟;Ⅱ类为晚花中熟型,特点为开花较晚,果熟期亦迟于早熟型,该类有毛木半夏、江西羊奶子,其始花期出现于 3 月下旬或 4 月上旬,5 月上、中旬果实开始成熟;Ⅲ类为晚花晚熟型,特点为开花较晚,果熟期晚,此类有银果牛奶子,其始花期现于 3 月下旬,6 月中旬果实开始成熟。

在同一生境下,属内种间在开花物候上异同可能是由遗传因子所致^[16],开花物候在年度间出现的变异,可能是年度间的气候条件的差异所引起的^[20],而影响中国木本植物物候的主要气象因子是气温^[21]。因此,虽然 5 种胡颓子属植物的物候期特征相对稳定,但会因为气候因子尤其是气温因子的影响引起年际间的差异。

合理选择花果物候期指标,并运用聚类分析方法能够接近实际地划分花果物候期特征与类别。如通过花期聚类分析,将 5 种胡颓子属植物花期物候分为 2 类,由表 3 可以看出,聚类分析结果与种间花期重叠程度相一

致,即花期重叠时间和重叠的比例越高,其花期近似的程度就越高,聚类分析中归为同一类的可能性就越大。涂炳坤等^[18]运用聚类分析方法,以物候期因子为指标,划分板栗品种进行物候期类别,与实际生产栽培情况基本相符,表明此分析方法运用于物候期研究是可行的。

参考文献

- [1] 覃海宁, Gilbert M G. Flora of China Vol. 13[M]. Beijing: Science Press and Missouri Botanical Garden, 2007: 251-273. <http://www.floraofchina.org>.
- [2] 方文培, 张泽荣. 中国植物志第 52 卷第 2 分册[M]. 北京: 科学出版社, 1983: 2-60.
- [3] 崔大方, 付勉兴, 陈考科. 广东省胡颓子属植物种质资源及果实利用评价[J]. 植物资源与环境学报, 2008, 17(1): 57-61.
- [4] 郭新伦, 王长春, 胡海涛, 等. 浙江省野生牛奶子资源调查[J]. 浙江师范大学学报, 2008, 31(3): 339-342.
- [5] 胡丰林, 陆瑞利. 湖南省胡颓子属植物资源及其开发利用的初步研究[J]. 中国林副特产, 1997(1): 1-3.
- [6] 陈新. 川渝地区胡颓子属药用植物资源研究[J]. 成都中医药大学学报, 2001, 24(2): 40-42.
- [7] 何云核, 丁佐龙. 胡颓子果实营养成分分析[J]. 安徽农学院学报, 1992, 19(2): 116-119.
- [8] 赵鑫, 朱瑞良, 姜标. 胡颓子有效部位化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2006, 31(6): 472-474.
- [9] 黄浩, 赵鑫, 姜标. 胡颓子科植物化学成分研究概况[J]. 中草药, 2006, 37(2): 307-309.
- [10] 杨燕红. 长叶胡颓子扦插繁殖研究[J]. 中国农学通报, 2011, 27(8): 27-31.
- [11] 刘立成, 李汝娟, 黎斌. 披针叶胡颓子扦插繁殖技术的研究[J]. 陕西林业科技, 2010(3): 4-7.
- [12] 邓玉林, 宫渊波, 陈礼清. 四川野生果用胡颓子生长区划及加工特性研究[J]. 四川农业大学学报, 2000, 18(2): 160-163.
- [13] 徐晓丹, 郑伟, 钟晓红. 胡颓子属种质资源开发利用研究进展[J]. 湖南农业科学, 2007(5): 44-46.
- [14] 马文宝, 施翔, 张道远, 等. 准噶尔无叶豆的开花物候与生殖特征[J]. 植物生态学报, 2008, 32(4): 760-767.
- [15] 陈波, 达良俊, 宋永昌. 常绿阔叶树种栲树开花物候动态及花的空间配置[J]. 植物生态学报, 2003, 27(2): 249-255.
- [16] 宛敏渭, 刘秀珍. 中国物候观测方法[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 45-55.
- [17] 许格希, 罗水兴, 郭泉水, 等. 海南岛尖峰岭 12 种热带常绿阔叶乔木展叶期与开花期对气候变化的响应[J]. 植物生态学报, 2014, 38(6): 585-598.
- [18] 涂炳坤, 何吉成, 叶要妹. 湖北省板栗品种物候期的多元统计分析[J]. 华中农业大学学报, 1999, 18(4): 383-387.
- [19] 康晓珊, 潘伯荣, 段士民, 等. 沙拐枣属 4 种植物同地栽培开花物候与生殖特性比较[J]. 中国沙漠, 2012, 32(5): 1315-1327.
- [20] 肖宜安, 何平, 李晓红. 濒危植物长柄双花木开花物候与生殖特性[J]. 生态学报, 2004, 24(1): 14-21.
- [21] 张福春. 气候变化对中国木本植物物候的可能影响[J]. 地理学报, 1995, 50(5): 403-408.

Observation and Analysis of Flowering and Fruiting Phenologies of Five Deciduous Species of *Elaeagnus* Linn.

CAO Zhanbo, LEI Xiaolin, GONG Chun, GAO Wei, SUN Ying
(Jiangxi Academy of Forestry, Nanchang, Jiangxi 330032)

Abstract: Five deciduous species of *Elaeagnus* were used as materials, flowering and fruiting phenology of them were observed and studied by clustering analysis. The results showed that the *E. multiflora*, *E. stellipila* flowering first appeared in mid March, fruits began to mature in late April, these two belonged to early flowering and early-maturing types. *E. courtoisi*, *E. jiangxiensis* flowering first appeared in late March and early April, fruits began to mature in early May and mid May, both of which belonged to the late flowering and medium maturing types. *E. magna* flowering first appeared in late March, the fruit began to mature in mid June, which belonged to the late flowering and late-maturing types.

Keywords: *Elaeagnus*; deciduous species; flowering; fruiting; phenology