

三裂叶豚草雄花序分化的气候效应分析

徐全辉^{1,2}, 翟强¹, 张微¹, 陈旭辉¹, 曲波¹

¹沈阳农业大学生物科学技术学院, 辽宁 沈阳 110866; ²沈阳市气象局, 辽宁 沈阳 110168

摘要:【背景】三裂叶豚草是一种外来恶性杂草,它的入侵不仅影响当地的生物多样性和生态系统,而且给农牧业造成巨大的经济损失。此外,其花粉量大,是引起人体一系列过敏反应的致敏源。【方法】通过对 2008~2010 年三裂叶豚草分化时期和气象因素进行调查,以当年分化开始前一个月至分化结束的日最高气温、日最低气温、日平均气温、相对湿度、日照时间等数据,分析影响三裂叶豚草雄花序分化的气象因子。【结果】雄花序从未分化期至成熟期平均需 26 d。三裂叶豚草营养生长后期,较短的日照时间和日平均气温、较高的相对湿度和较大的温差等环境条件有利于三裂叶豚草雄花序较早地开始分化。而在分化早期,长时间较高的相对湿度不利于雄花序的分化。【结论与意义】外界环境的变化能够影响三裂叶豚草雄花序的分化,对其分化开始时间起决定性作用。本研究为制定合理的三裂叶豚草防治措施提供了理论依据,同时为进一步研究其生物安全性提供了参考。

关键词: 三裂叶豚草; 雄花序; 分化; 气候效应

Analysis of climatic effects in male inflorescence differentiation of *Ambrosia trifida*

Quan-hui XU^{1,2}, Qiang ZHAI¹, Wei ZHANG¹, Xu-hui CHEN¹, Bo QU¹

¹College of Biological Technology, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866, China;

²Shenyang Bureau of Meteorology, Shenyang, Liaoning 110168, China

Abstract: 【Background】The giant ragweed (*Ambrosia trifida* L.) is an invasive alien weed, not only threatening native biodiversity and ecosystems but also cause a series of allergic reactions in humans. Understanding the factors influencing pollen production would open possibilities to better manage this invasive plant and reduce pollen production. 【Method】The effects of climatic factors on the male inflorescence differentiation of the giant ragweed were analyzed based on the meteorological data from 2008~2010. Five climatic factors, including daily maximum ground temperature, daily minimum ground temperature, daily mean temperature, relative humidity, duration of sunshine were statistically analyzed. 【Result】Male inflorescence completes the whole development in 26 days. During the last period of vegetative growth, lower sunshine and daily mean temperature, higher relative humidity (RH), comparatively large difference in temperature could speed up the differentiation time of the male inflorescence. During early differentiation stage, higher RH is beneficial, although a long time with higher relative humidity is not beneficial. 【Conclusion and significance】Environmental change plays a decisive role in male inflorescence differentiating of giant ragweeds. It will offer reference for determining control time and measures of giant ragweeds.

Key words: *Ambrosia trifida*; male inflorescence; differentiation; climatic effect

在植物分生组织由营养型转向生殖型的过程中,环境条件对改变植物花芽分化中的反应起着十分重要的作用。目前,有关植物花芽分化机理的研究较多,而有关环境因子对花芽分化的影响主要集中在气温和光照 2 个方面。气温是调节营养生长和生殖生长的一个主要因子,也是调节植物成花的重要因素。早在 1918 年 Gassner 就研究了气温对作物栽培品种开花的影响。在低温下,花原基并不发生,只有将植物转移到有利于其生产的较高气温下,花原基才发生,即低温的作用是诱导性的。不

同品系植物对低温有不同的需要。绝对需要低温的植物必须经过一段时间的低温才能开花,包括 2 年生及多年生植物如黑麦草 *Lolium perenne* Lam、石竹 *Dianthus chinensis* L.、紫罗兰 *Matthiola incana* (Linn.) R. Br. 等;兼性需低温的植物开花受低温促进,但在没有低温的情况下也能开花,如莴苣 *Lactuca sativa* L.、菠菜 *Spinacia oleracea* L.、豌豆 *Pisum sativum* L. 等;还有不需低温的类型(马月萍和戴思兰,2003)。光照强度和光质能影响植物开花的光周期反应。冬季温室内自然光强度不足时,唐

菖蒲 *Gladiolus gandavensis* Hort. 花芽大部分或全部败育,开花率极低(张效平,1999);蓝光光质利于菊花 *Dendranthema morifolium* Tzvel. 茎叶生长和侧枝产生,使花期提前(吴莉英,2007)。此外,水分也能影响植物的花芽分化和开花反应,适当干旱有利于梅花 *Prunus mume* Apricot 花芽分化(李喜珏,1981)。

三裂叶豚草 *Ambrosia trifida* L. 是世界公认的危害性杂草,主要原因之一是在花期散发的大量花粉是引起人体一系列过敏性变态症状——秋季花粉症(枯草热)的主要致敏源。在北半球豚草 *Ambrosia artmisia* L. 一般在夏至日过后开花,至首次冬霜结束,最新研究发现,气候变暖导致无霜期增多和首次冬霜推迟,在地处高纬度的北美部分地区,豚草的花期延长,散粉期也显著延长,而且越往北,延长的天数越长(Lewis *et al.*, 2011)。这说明气候因子影响豚草的开花期,但关于三裂叶豚草气候因子与花期的关系尚未见报道。本文从气温、相对湿度、日照 3 个方面研究气候因子对三裂叶豚草雄花序分化的影响,以期从中找出诱导三裂叶豚草雄花序分化的关键性因子,为制定合理的防治措施提供理论依据,同时为进一步研究三裂叶豚草的生物安全性提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验在沈阳农业大学实验基地进行,位于辽宁省沈阳市东郊的天柱山南麓,面积约 150 m × 150 m。气候属于受季风影响的温带半湿润大陆性气候,四季分明,雨热同季。年平均气温 8.2 °C,无霜期 155 d,年平均降水量 704.4 mm,降水时间较为集中,4~9 月(作物生长季节)的平均降水量为 600.9 mm,约占总量的 85%。全年太阳辐射时数 2397.3 h,光照充足,能满足北方各种作物的生长需要,属北方长日照区。

1.2 方法

试材为上一年成熟的三裂叶豚草种子,于 2008~2010 年 4 月中旬种植于沈阳农业大学实验基地,行距 1 m,株距 1 m,观察幼苗生长状况,记录雄花序出现时的分化情况以及日最高气温、日最低气温、日平均气温、相对湿度和光照时间。

将所得数据利用 Excel 2003 及 DPS 数据处理系统进行分析统计。

2 结果与分析

2.1 三裂叶豚草雄花序分化与气温的关系分析

2.1.1 三裂叶豚草雄花序分化与日最高气温的关系 2008 年,三裂叶豚草雄花序在 6 月 30 日前后开始出现花序芽,此时日最高气温为 31.2 °C,生长点分化初始期的日最高气温为 30.1 °C,雄花序分化初期为 28.5 °C,雄花序原基初期为 25.6 °C,雄花序原基中期为 28.2 °C,雄花序原基末期为 29.8 °C,侧花序原基初期为 31.3 °C,侧花序原基中期为 30.8 °C,侧花序原基末期为 32.1 °C,雄花序成熟期为 28.9 °C;在整个分化时期中,日最高气温均不低于 20.4 °C(图 1)。

2009 年,三裂叶豚草雄花序在 6 月 23 日前后开始出现花序芽,此时日最高气温为 30.7 °C,生长点分化初始期的日最高气温为 28.5 °C,雄花序分化初期为 26.5 °C,雄花序原基初期为 29.7 °C,雄花序原基中期为 27.3 °C,雄花序原基末期为 30.1 °C,侧花序原基初期为 29.9 °C,侧花序原基中期为 31.0 °C,侧花序原基末期为 31.9 °C,雄花序成熟期为 27.1 °C;在整个分化时期中,日最高气温均不低于 23.2 °C(图 1)。

2010 年,三裂叶豚草雄花序在 6 月 18 日前后开始出现花序芽,此时日最高气温为 25.2 °C,生长点分化初始期的日最高气温为 27.4 °C,雄花序分化初期为 27.9 °C,雄花序原基初期为 28.4 °C,雄花序原基中期为 26.3 °C,雄花序原基末期为 27.2 °C,侧花序原基初期为 29.2 °C,侧花序原基中期为 27.7 °C,侧花序原基末期为 27.9 °C,雄花序成熟期为 28.1 °C;在整个分化时期中,日最高气温均不低于 23.5 °C(图 1)。

2.1.2 三裂叶豚草雄花序分化与日最低气温的关系 2008 年,三裂叶豚草雄花序开始出现花序芽时的日最低气温为 20.0 °C,生长点分化初始期日最低气温为 20.6 °C,雄花序分化初期为 17.2 °C,雄花序原基初期为 17.6 °C,雄花序原基中期为 18.6 °C,雄花序原基末期为 18.6 °C,侧花序原基初期为 18.7 °C,侧花序原基中期为 22.1 °C,侧花序原基末期为 23.2 °C,雄花序成熟期为 20.3 °C;在整个分化时期中,日最低气温均不低于 15.4 °C(图 1)。

2009 年,三裂叶豚草雄花序出现花序芽时的日最低气温为 20.0 °C,生长点分化初始期日最低气温为 19.8 °C,雄花序分化初期为 18.3 °C,雄花序原基初期为 20.0 °C,雄花序原基中期为 20.1 °C,雄花序原基末期为 21.2 °C,侧花序原基初期为 21.5 °C,

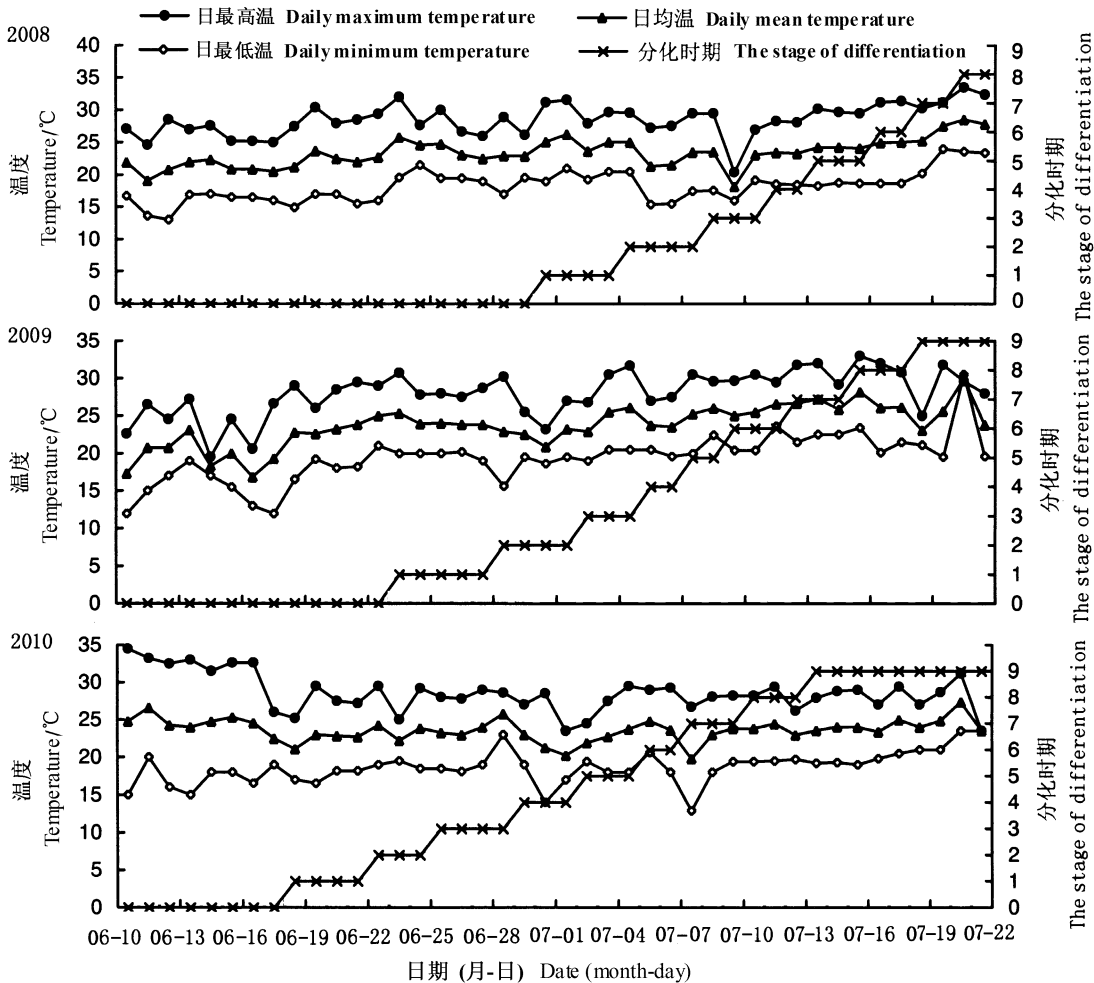
侧花序原基中期为 22.2 ℃,侧花序原基末期为 21.7 ℃,雄花序成熟期为 18.7 ℃;在整个分化时期中,日最低气温均不低于 13.9 ℃(图 1)。

2010 年,三裂叶豚草雄花序开始出现花序芽时的日最低气温为 17.0 ℃,生长点分化初始期日最低气温为 17.5 ℃,雄花序分化初期为 19.0 ℃,雄花序原基初期为 19.7 ℃,雄花序原基中期为 15.3 ℃,雄花序原基末期为 18.5 ℃,侧花序原基初期为 19.3 ℃,侧花序原基中期为 16.8 ℃,侧花序原基末期为 19.5 ℃,雄花序成熟期为 24.9 ℃;在整个分化时期中,日最低气温均不低于 14.0 ℃(图 1)。

2.1.3 三裂叶豚草雄花序分化与日平均气温的关系 2008 年,三裂叶豚草雄花序开始出现花序芽时的日平均气温为 25.1 ℃,生长点分化初始期日平

均气温为 23.0 ℃,雄花序分化初期为 22.9 ℃,雄花序原基初期为 21.6 ℃,雄花序原基中期为 23.4 ℃,雄花序原基末期为 24.2 ℃,侧花序原基初期为 24.5 ℃,侧花序原基中期为 26.4 ℃,侧花序原基末期为 27.7 ℃,雄花序成熟期为 24.6 ℃;在整个分化时期中,日平均气温均不低于 18.2 ℃(图 1)。

2009 年,三裂叶豚草雄花序开始出现花序芽时的日平均气温为 25.4 ℃,生长点分化初始期日平均气温为 24.2 ℃,雄花序分化初期为 22.4 ℃,雄花序原基初期为 24.8 ℃,雄花序原基中期为 23.7 ℃,雄花序原基末期为 25.6 ℃,侧花序原基初期为 25.7 ℃,侧花序原基中期为 26.6 ℃,侧花序原基末期为 26.8 ℃,雄花序成熟期为 22.8 ℃;在整个分化时期中,日平均气温均不低于 18.8 ℃(图 1)。



0: 雄花序花芽未分化期; 1: 雄花序生长点分化初始期; 2: 雄花序分化初期; 3: 雄花序原基初期; 4: 雄花序原基中期; 5: 雄花序原基末期; 6: 侧花序原基初期; 7: 侧花序原基中期; 8: 侧花序原基末期; 9: 雄花序分化成熟期。下同。
0: Non-differentiation period; 1: Initial period of growing point differentiation; 2: Initial period of male inflorescence differentiation; 3: Initial period of male inflorescence blastema; 4: Medium period of male inflorescence blastema; 5: Last period of male inflorescence blastema; 6: Initial period of lateral inflorescence blastema; 7: Medium period of lateral inflorescence blastema; 8: Last period of lateral inflorescence blastema; 9: Maturation period male inflorescence differentiation. The same as below.

图 1 三裂叶豚草雄花序分化与气温的关系

Fig. 1 Relationship between differentiation of the male inflorescence of *A. trifida* and the temperature

2010 年,三裂叶豚草雄花序开始出现花序芽时的日平均气温为 21.1 ℃,生长点分化初始期日平均气温为 22.4 ℃,雄花序分化初期为 23.5 ℃,雄花序原基初期为 24.0 ℃,雄花序原基中期为 21.5 ℃,雄花序原基末期为 22.8 ℃,侧花序原基初期为 24.2 ℃,侧花序原基中期为 22.2 ℃,侧花序原基末期为 23.7 ℃,雄花序成熟期为 24.4 ℃;在整个分化时期中,日平均气温均不低于 19.8 ℃(图 1)。

通过对 2008~2010 年三裂叶豚草雄花序分化时期的跟踪调查发现,其雄花序从未分化期至成熟期平均需 26 d,因此认为其雄花序的分化时间为 26 d 左右。由于其分化时间是一定的,其分化开始时间则应由外在环境因素所决定。

综合 2008~2010 年三裂叶豚草雄花序分化期间的日最高气温、日最低气温和日平均气温的变化发现,2010 年其雄花序分化开始时间最早,且当日的日最高气温、日最低气温和日平均气温在 3 年中

均最低,其余 2 年变化相近。此外,我们还比较了 2008~2010 年 6~7 月的积温,发现 3 年的积温相近。因此,三裂叶豚草雄花序的分化初始时间与气温有一定关系,分化初期的温差越大,日平均气温越低,其分化开始的时间越早,说明低温对于三裂叶豚草雄花序的分化具有促进作用。

2.2 三裂叶豚草雄花序分化与相对湿度的关系分析

2008 年,三裂叶豚草雄花序开始出现花序芽时的相对湿度为 68%,生长点分化初始期相对湿度为 75%,雄花序分化初期为 81%,雄花序原基初期为 90%,雄花序原基中期为 86%,雄花序原基末期为 78%,侧花序原基初期为 83%,侧花序原基中期为 79%,侧花序原基末期为 80%,雄花序成熟期为 86%;在整个分化时期中,相对湿度均不低于 68%(图 2)。

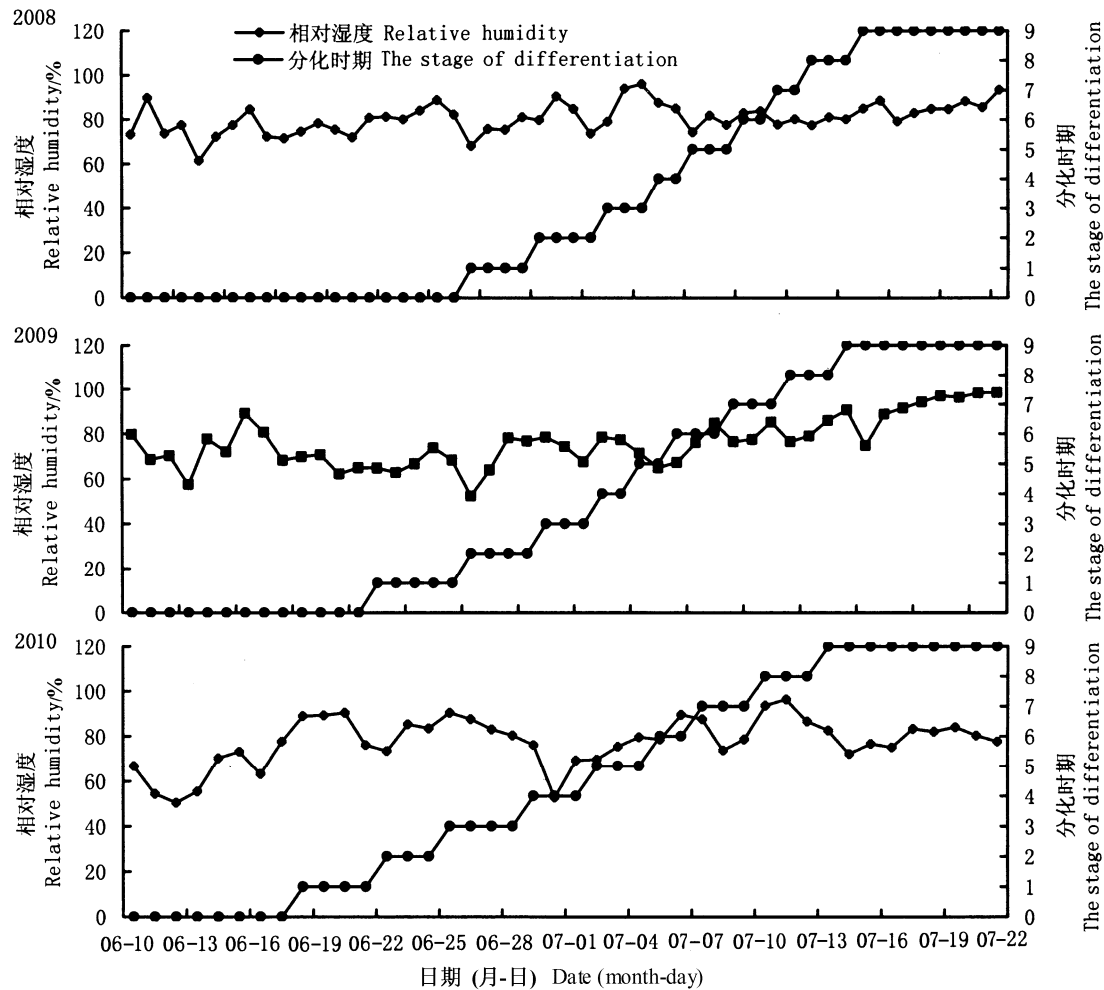


图 2 三裂叶豚草雄花序分化与相对湿度的关系

Fig. 2 Relationship between differentiation of the male inflorescence of *A. trifida* and the relative humidity

2009 年,三裂叶豚草雄花序开始出现花序芽时的相对湿度为 65%,生长点分化初始期相对湿度为 67%,雄花序分化初期为 68%,雄花序原基初期为 73%,雄花序原基中期为 78%,雄花序原基末期为 68%,侧花序原基初期为 76%,侧花序原基中期为 80%,侧花序原基末期为 80%,雄花序成熟期为 92%;在整个分化时期中,相对湿度均不低于 63%(图 2)。

2010 年,三裂叶豚草雄花序开始出现花序芽时的相对湿度为 89%,生长点分化初始期相对湿度为 86%,雄花序分化初期为 81%,雄花序原基初期为 85%,雄花序原基中期为 66%,雄花序原基末期为 75%,侧花序原基初期为 84%,侧花序原基中期为 80%,侧花序原基末期为 92%,雄花序成熟期为 79%;在整个分化时期中,相对湿度均不低于 69%(图 2)。

综合 2008 ~ 2010 年三裂叶豚草雄花序分化期间相对湿度的变化发现,2010 年分化开始时的相对

湿度最高,达到 89%,其分化开始时间最早;其余 2 年分化开始时的相对湿度相近,都为 64% ~ 68%;但 3 年中雄花序分化期间,相对湿度均不低于 63%。进一步对 3 年中 6 ~ 7 月的总体湿度进行比较发现,2008 年相对湿度最大,但三裂叶豚草分化初始期在 3 年中最晚。因此认为相对湿度较高有利于三裂叶豚草雄花序的分化,但长时间的较大湿度不利于其分化。

2.3 三裂叶豚草雄花序分化与日照时间的关系分析

2008 年,三裂叶豚草雄花序开始出现花序芽时的日照时间为 11.90 h,生长点分化初始期日照时间为 8.28 h,雄花序分化初期为 5.07 h,雄花序原基初期为 5.75 h,雄花序原基中期为 8.33 h,雄花序原基末期为 3.50 h,侧花序原基初期为 9.90 h,侧花序原基中期为 7.30 h,侧花序原基末期为 8.38 h,雄花序成熟期为 11.88 h(图 3)。

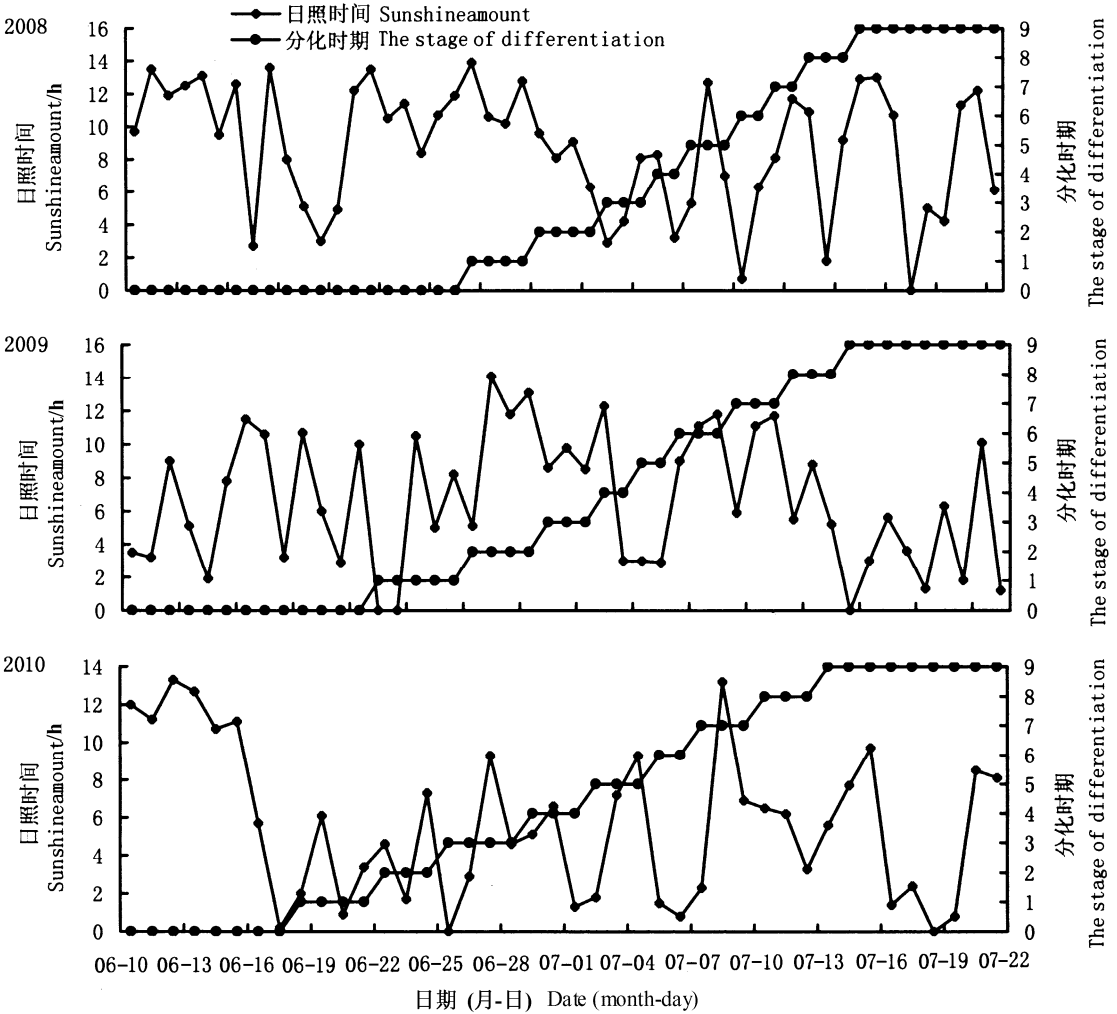


图 3 三裂叶豚草雄花序分化与日照时间的关系

Fig. 3 Relationship between differentiation of the male inflorescence of *A. trifida* and the sunshineamount

2009年,三裂叶豚草雄花序开始出现花序芽时的日照时间为0,生长点分化初始期日照时间为4.74 h,雄花序分化初期为11.03 h,雄花序原基初期为8.97 h,雄花序原基中期为7.65 h,雄花序原基末期为2.95 h,侧花序原基初期为10.63 h,侧花序原基中期为9.57 h,侧花序原基末期为6.50 h,雄花序成熟期为3.66 h(图3)。

2010年,三裂叶豚草雄花序开始出现花序芽时的日照时间为2.00 h,生长点分化初始期日照时间为3.10 h,雄花序分化初期为4.53 h,雄花序原基初期为4.20 h,雄花序原基中期为4.33 h,雄花序原基末期为8.25 h,侧花序原基初期为1.15 h,侧花序原基中期为7.47 h,侧花序原基末期为5.33 h,雄花序成熟期为4.91 h(图3)。

对比2008~2010年三裂叶豚草雄花序分化期间的日照时间发现,2009年分化开始时日照时间最短,为0 h;2008年最高,为11.90 h;在整个分化期间,2010年总日照时间最短,为1424 h,2008年最高,为2058 h。由此认为相对较短的日照时间有利于三裂叶豚草雄花序的分化。

3 讨论

李素德等(1989)于1985~1988年观察发现,三裂叶豚草的生育期为170 d左右,开花到果熟需64 d。本研究于2008~2010年对三裂叶豚草雄花序分化时期的跟踪调查发现,其雄花序从未分化至雄花序成熟平均需26 d。

温度是调节营养生长和生殖生长的一个主要因子,也是调节植物成花的重要因素。许多植物在花芽分化过程中对气温有特殊的要求。例如:石榴 *Punica granatum* L. 花芽分化需要较高的温湿条件,最适气温为月平均温度(20 ± 5) °C;低温是石榴花芽分化的限制因素,月平均温度低于10 °C时,其花芽分化逐渐减弱直至停止(蔡永立等,1993)。储博彦等(2006)研究发现,夜间气温是决定八仙花 *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Seringe 花芽分化能否完全的关键因素,并直接影响着八仙花的品质。Adams & Pearson (1997)也认为,平均气温与菊花花期的关系呈双曲线,花芽分化与适宜的平均气温呈正线性相关,气温越高花芽分化速度越快;花芽的发育则与平均气温呈负线性相关,气温越低开花越快。本研究发现,2010年三裂叶豚草雄花序分化开始时间最早,且当天的日最高气温、日最低气温和日平均气温在3年中均最低,其余2年变化相近。由此可见,三裂叶豚草雄花序分化初期的温差越大,日平均气温越低,

其分化开始的时间越早,表明低温对于三裂叶豚草雄花序的分化具有促进作用。

光照强度能影响植物的光周期开花反应。高强度光能够加速天竺葵 *Pelargonium graveolens* Bailey. 花的发端和花器官的形成。本研究结果表明,日照时间对于三裂叶豚草雄花序的分化没有决定性作用,但在一定时间内相对较短的日照时间,对于三裂叶豚草雄花序的分化具有一定促进作用。由于三裂叶豚草是长日照植物,其分化应与日照时长有关,对此有待进一步研究。

水分也能影响植物的花芽分化和开花。本研究发现,2010年三裂叶豚草分化开始时的相对湿度最高,达到89%,但其分化开始时间最早;其余2年分化开始时的相对湿度相近,都为64%~68%。进一步对3年中6~7月的相对湿度进行比较发现,2008年相对湿度最大,但三裂叶豚草分化初始期在3年中最晚,说明一定时间内较高的相对湿度有利于三裂叶豚草雄花序的分化,但长时间的较大湿度不利于其分化。

参考文献

- 蔡永立,卢心固,朱立武. 1993. “粉皮”石榴花芽分化研究. 园艺学报,20(1):23-26.
- 储博彦,赵玉芬,牛三义. 2006. 八仙花花期调控影响因素研究. 林业科技开发,20(4):27-30.
- 李嘉珏. 1981. 控制水分对梅花生长及花芽分化的影响. 园艺学报,8(2):53-62.
- 李素德,高东昌,关广清. 1989. 豚草和三裂叶豚草的物候期. 沈阳农业大学学报,20(3):344-350.
- 马月萍,戴思兰. 2003. 植物花芽分化机理研究进展. 分子植物育种,1(4):539-545.
- 吴莉英,唐前瑞,尹恒,陈丽. 2007. 观赏植物花芽分化研究进展. 生物技术通讯,18(6):1064-1067.
- 张效平. 1999. 光照强度对唐菖蒲花芽发育的影响. 南京农业大学学报,13(4):35.
- Adams S R and Pearson S. 1998. The effect of temperature on inflorescence initiation and subsequent development in *Chrysanthemum* cv. Snowdon. *Scientia Horticulture*, 77:59-72.
- Gassner G. 1918. Beiträge zur physiologischen charakteristik von sommerund winterannuellen gewächsen insbesondere der getreidepflanzen. *Zeitschrift für Botanik*, 10:419-430.
- Lewis Z, Kim K and Christine R. 2011. Recent warming by latitude associated with increased length of ragweed pollen season in central North America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108:4248-4251.