

天麻开花及授粉特性研究^{*}

周元, 梁宗锁, 张跃进, 慕小倩

(西北农林科技大学 生命科学学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 通过调查与试验, 研究了天麻生殖生长期的抽薹、开花习性, 并分析了不同授粉方式对天麻果实及种子质量的影响。结果表明, 天麻单株花期3~10 d不等, 花序轴单花数目视个体发育不同而差异较大; 天麻抽薹及果实膨大的生长发育均呈“S”型曲线, 可用一元二次方程式表述; 不同授粉方式虽在座果率上无明显差异, 但异花授粉可明显提高天麻种子的质量。

[关键词] 天麻; 开花习性; 人工授粉; 异花授粉

[中图分类号] S567.23⁺9

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)03-0033-05

天麻 (*Gastrodia elata* Bl.) 属兰科 (Orchidaceae) 多年生异养型草本药用植物。整个生命过程中先后与两种真菌建立共生关系, 并且在其2~3年的生命周期中, 大多数时间天麻块茎都深埋于地下, 只有生殖生长期花茎部分才露出地面。而在天麻生殖生长的短短2个月时间里, 其个体完全脱离周围环境中的各种营养源, 仅仅依靠箭麻块茎所贮存的营养物质完成从抽薹到种子成熟的全过程。虽然天麻单株可产生200多万粒种子, 但自然条件下种子的萌发率极低, 产量并不稳定。其原因在于天麻种子极其微小, 结构简单, 不具备贮存营养的能力, 且种子萌发需要依靠萌发菌才能完成。对天麻由野生进入家栽的研究已有20多年的历史, 其无性繁殖技术已十分成熟。但长期进行无性繁殖所引起的品质退化问题, 目前只能通过有性繁殖来改善。因而提高天麻种子萌发率, 取得天麻有性繁殖的稳产高产, 是目前天麻栽植研究亟待解决的难题。本研究记录并分析了温室天麻生殖生长期各项指标的变化, 同时比较了3种人工授粉方式在天麻果实及种子质量上的差异, 以期从中选择出最优的人工授粉方式, 为天麻种子人工培育技术的改进提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地与供试材料

试验在陕西汉王略阳中药科技有限公司人工增温温室进行, 该公司地处秦岭南麓, 属北亚热带山地暖湿润季风气候区, 东经106°08', 北纬33°21'^[1], 海

拔698 m。试验品种为何家崖收获的红杆箭麻 (*G. elata* Bl.), 沙壤土栽植, 株行距为10 cm × 15 cm。

1.2 试验方法

2004-03收集大田采收的箭麻, 选取无虫害、无机械损伤、混合芽完整的箭麻块茎, 分2批栽植于温室内。第1批2004-03-11栽植, 至2004-04-18进入始花期。在发育正常的植株中标记预期花期相近者, 分别对不同株做人工自花授粉、人工异株异花授粉或人工同株异花授粉处理。种子成熟后采收果实, 测量不同授粉方式下果实及种子的大小、重量, 并用新复极差法比较各指标间的差异性。第2批(混合芽已萌动)于2004-04-06栽植, 至2004-04-16花薹出土, 测量并记录部分花薹和花序轴的日生长量、开花情况、果实发育情况, 计算平均值。

2 结果与分析

2.1 天麻花茎及花序轴的生长动态

每日测量花茎的长度以及花序轴的长度, 作回归曲线(图1, 2)。由图1可见, 天麻抽薹前期花茎生长较慢, 中期生长速度明显加快, 后期花茎生长趋于平缓。由图2可见, 花序轴生长趋势和花茎生长基本一致, 但快速生长期较花茎晚约1周。

2.2 天麻的开花特性

2.2.1 天麻的花期历时及单株花数 所标记植株的花期基本相近, 但花期历时相差很大, 花期历时最短为3 d, 最长为10 d, 标准差为1.25。天麻花序于先年冬季形成, 翌年夏季抽薹开花^[2], 一般单花数较

^{*} [收稿日期] 2004-09-28

[基金项目] 陕西省科技攻关项目(2001K01-G15-03); 陕西汉王制药公司科研基金项目(HW 03-1)

[作者简介] 周元(1979-), 女, 新疆哈密人, 在读硕士。主要从事药用植物栽培研究。

多的植株花期较长。开花顺序由下而上,与早期杨兴华所报道的情况^[2]一致。

不同植株花序的单花数差别很大,花序上单花

的数量主要由天麻块茎储备的营养、箭麻花芽的发育状况等内因决定。标记植株的花序单花数 28~114 朵不等,标准差为 17.62。

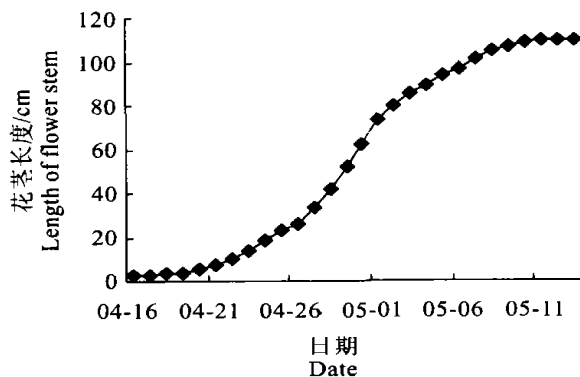


图 1 天麻花茎生长动态

Fig 1 Growth regularity of flower stem

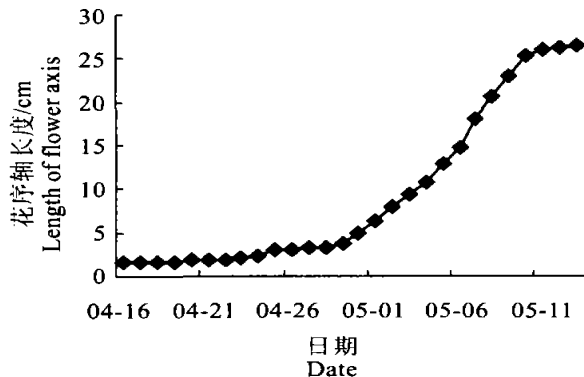


图 2 天麻花序轴生长动态

Fig 2 Growth regularity of flower axis

2.2.2 温度对天麻每日开花数量的影响 天麻自第 1 朵花到最后 1 朵花开放所用的时间虽然由植株本身的内因决定,但外界温度对其的影响作用也十分显著。如图 3 所示,试验植株每日开放的单花总数

在花期的前期呈上升趋势,在花期的后期呈下降趋势,但在花期的中期,经历了一个持续降温天气,因而日开花总数也骤然下降。由此可知,温度对天麻花期历时有一定的影响。

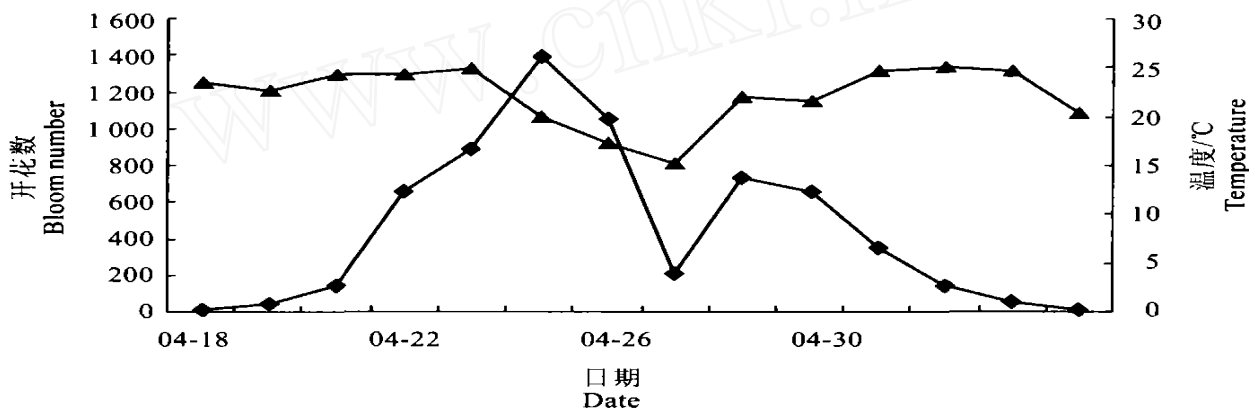


图 3 开花总数与温度的关系

—◇— 开花数; —▲— 温度

Fig 3 The relation of inflorescent number and temperature

—◇— Flower number; —▲— Temperature

天麻每株花茎上花序轴的长度及花数,虽然由供给花茎营养的天麻块茎贮存的营养、花茎芽的发育情况等内在因素决定,但外界温度在一定程度上也对天麻花期的长短有影响。低温有延缓天麻花茎、花序轴生长,减少天麻单花日开放量的作用。

2.3 天麻果实发育动态

2004-04-21 随机选取当日授粉的果实 30 个,每日测量果实(子房)的长度以及直径,作回归曲线(图 4, 5)。由图 4, 5 可见,天麻果实于授粉的第 2 天即进

入快速膨大期,其发育趋势与大多数植物果实相同,即前期果实快速膨大,后期种子发育而果实大小基本稳定,回归曲线呈二次方程趋势。

2.4 人工授粉方式比较

剔除发育不良和授粉过程中意外损伤的植株,剩余异株异花授粉处理天麻 33 株,共有 2 212 朵单花;同株异花授粉处理天麻 33 株,共有 1 974 朵单花;自花授粉处理天麻 34 株,共有 2 150 朵单花。

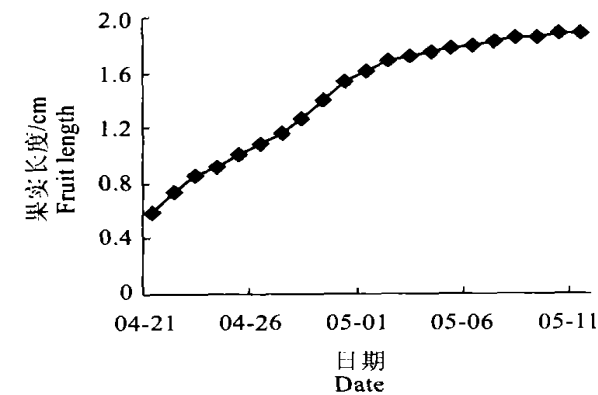


图 4 天麻果实长度生长的变化动态

Fig. 4 Growth regularity of fruit length

2 4 1 天麻果实和种子指标统计 2004-05 自成熟后采收的天麻果实中随机取样, 测量果实及果实中种子和胚的数量, 结果见表 1。由表 1 可以看出,

表 1 天麻果实、种子及胚大小的统计

Table 1 Statistics of the sizes of *G. elata* fruit, seed and ovule

观察项目 Observed items	果实 Fruit				种子 Seed		胚 Ovule	
	长度/cm Length	直径/cm Diameter	重量/g Weight	总重量/g Weight	长度/ μm Length	直径/ μm Diameter	长度/ μm Length	直径/ μm Diameter
样本 N	30	30	30	20	30	30	30	30
平均数 Mean	1.74	0.92	0.41	0.04	523.48	128.83	170.70	79.86
最大值 Maxi	2.12	1.14	0.69	0.08	848.99	174.45	232.60	116.30
最小值 Mini	1.34	0.61	0.17	0.01	220.97	93.04	93.04	58.15
标准差 Std D	0.1714	0.1122	0.1169	0.0176	4.970	0.9779	1.269	0.6430

2 4 2 不同授粉方式的座果率比较 授粉后 5, 10, 15, 20 d 检查果实(子房)发育情况, 摘除子房未膨大的残花, 统计座果率, 其结果列于表 2。

由表 2 可知, 不同授粉方式的座果率差异不大。但在操作技术上, 由于异株异花授粉的难度明显高于其他两种授粉方式, 可以认为异株异花授粉的座果率在数值上小于自花授粉和同株异花授粉的主要原因, 在于授粉操作中失误较多。随着操作技术的成熟, 一旦异株异花授粉的操作失误率降至零, 则异株

表 2 不同授粉方式对座果率的影响

Table 2 Effect of artificial pollination methods on seed set

授粉方式 Sort of pollination	授粉花数 Flower number	未座果花数 Fruitless number	座果率/% Fruit set ratio	标准差 Std D
自花授粉 Self pollination	2 150	6	99.72	0.7078
异株异花授粉 Different stem	2 212	23	98.96	1.3725
同株异花授粉 Same stem	1 974	5	99.7	0.9858

2 4 3 不同授粉方式对果实质量的影响 天麻果实在果序轴上形成的顺序与开花的先后一致, 因而果实也是由基部向上逐渐成熟^[5]。授粉后果实生长至 20~ 21 d, 果序轴的疏导功能丧失, 蒴果开裂, 种子成熟^[6, 7]。

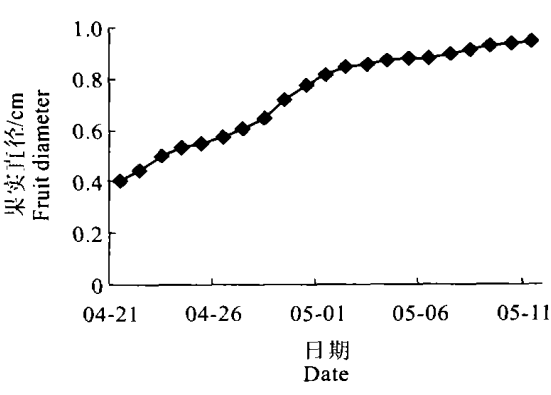


图 5 果实直径生长的变化动态

Fig. 5 Growth regularity of fruit diameter

本试验所选天麻的果实大小及重量差异不大, 但种子总重量、种子大小及形状有较大差异, 胚的长度及直径也存在一定差异。

异花授粉将获得和同株异花授粉及自花授粉相同的座果率。也就是说, 只要能保证授粉的质量, 3 种人工授粉方式在座果率上无显著差异。本试验说明, 与报道^[3]的最高可达 84.7% 的昆虫授粉座果率相比, 人工授粉的座果率效果更有保障, 况且在人工增温温室里根本不可能实现 84.7% 的昆虫授粉座果率。本试验的授粉座果率远远高于 1995 年刘能俊的试验结果^[4], 说明经过近 10 年天麻栽培技术的推广和改进, 天麻的人工栽培技术已有很大提高。

在所标记植株的果实成熟期, 定时检查果实, 采收成熟果实进行测量, 其统计结果见表 3。从表 3 可以看出, 在不同授粉方式之间, 天麻果实的长度、直径、重量以及果实内所含种子的总重量差异均不显著。但从数值上仍然可以看出, 异花授粉的果实质量

优于自花授粉, 虽然差异不大, 但相对于天麻种子 0.01 g, 则在天麻种子数量上将相差数千粒种子。
1.453 mg 的千粒重^[8], 每个果实内种子重量相差

表 3 不同授粉方式对天麻果实质量的影响

Table 3 Statistics of the quality of *G. elata* fruit

授粉方式 Sort of pollination	果实长度/cm Length of fruit	果实直径/cm Diameter of fruit	果实重量/g Weight of fruit	果实内种子重量/mg Weight of seeds	座果率/% Ratio of fruit set
自花授粉 Self pollination	1.69 a	0.891 b	0.386 c	34.50 d	99.72 e
异株异花授粉 Different stem	1.78 a	0.940 b	0.417 c	44.24 d	98.96 e
同株异花授粉 Same stem	1.79 a	0.931 b	0.434 c	44.75 d	99.74 e

注: 数字后不同字母者表示 SSR 检验在 0.05 水平上差异显著, 下表同。

Note: Different letter following number show significantly different at 0.05 level (SSR).

2.4.4 不同授粉方式对种子质量的影响 从表 4 可以看出, 天麻种子的长度、直径及胚的长度、直径在不同授粉方式间差异均很显著。异株异花授粉种

子和胚均明显大于同株异花授粉和自花授粉, 充分表现出异株异花授粉在种子繁育上的优越性。

表 4 不同授粉方式对天麻种子质量的影响

Table 4 Comparison of the quality of *G. elata* seed

授粉方式 Sort of pollination	种子长度/ μm Length of seed	种子直径/ μm Diameter of seed	胚长度/ μm Length of ovule	胚直径/ μm Diameter of ovule
自花授粉 Self pollination	477.99 a	128.70 ab	158.17 a	79.08 a
异株异花授粉 Different stem	576.46 b	137.23 b	185.69 c	85.67 b
同株异花授粉 Same stem	515.98 a	120.56 a	168.24 b	74.82 a

3 结论与建议

通过对天麻生殖生物学特性的观察和不同授粉方式对天麻果实及种子质量的影响试验, 可知天麻花茎、花序轴和果实的发育模式均符合一元二次曲线; 花期低温对天麻花的开放有一定的抑制作用; 不同授粉方式对种子质量的影响差异很大, 并且可以明显表现出异株异花授粉在种子质量上的优越性。

综上所述可以认为, 虽然天麻在其短暂的生殖生长期表现得十分特别, 但其与一般植物的共性也很多, 天麻在生殖生物学的各项指标上均有明显的规律性。通过试验和分析可知, 在人工增温温室里实施人工授粉时异花授粉效果优于自花授粉, 异株异

花授粉优于同株异花授粉。但考虑到异株异花授粉实际操作中人力和时间的耗费, 建议在实践中要求授粉熟练技工采用同株异花授粉技术, 但在良种繁育时采用异株异花授粉, 可以提高果实及种子质量。

不同授粉方式所收获的种子已于 2004-06 播种, 至 2004 年年底即可得到零代麻的产量和繁殖系数, 进而得知不同授粉方式对天麻有性繁殖的影响; 再经过分栽和 1 年的生长还可比较出不同授粉方式对天麻无性繁殖的影响力。本试验系统研究了略阳地区红杆天麻的开花生物学特性, 验证了前人所报道的有关天麻在开花、结果时期各项指标数据的可靠性, 但不同天麻品种间各项指标的差异性还需进一步研究分析。

[参考文献]

- [1] 略阳县农业区划委员会汇编 陕西省略阳县农业资源调查和农业区划报告集[R]. 陕西略阳: 汉王略阳中药科技有限公司, 1987.
- [2] 杨兴华. 天麻花序的发生与形成[J]. 植物学报, 1982, 24(1): 21- 24.
- [3] 徐锦堂. 中国天麻栽培学[M]. 北京: 北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社, 1993. 29.
- [4] 刘能俊. 提高天麻产量的有效途径[J]. 中药材, 1995, 18(10): 489- 492.
- [5] 杨兴华. 天麻果实的发育[J]. 植物学报, 1982, 24(1): 17- 20.
- [6] 梁汉兴. 天麻胚胎学的研究[J]. 植物学报, 1984, 26(5): 466- 472.
- [7] 冉视珠, 路淑芳. 天麻种子成熟度与萌发率关系的研究[J]. 中国药学杂志, 1991, 26(9): 524- 526.
- [8] 陈 瑛. 实用中药种子技术手册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991. 678- 680.

Study of reproductive biology and artificial pollination of *G. elata* Bl

ZHOU Yuan, LIANG Zong-suo, ZHANG Yue-jin, MU Xiao-qian

(College of Life Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: The reproductive growth of *Gastrodia elata* Bl and the relation of the seed quality and pollination methods have been analyzed through experiment and research. The result shows that the number of flower is significantly different among the stems, and the growth dynamic regularity of reproductive organs is similar. Though the ratios of fruit set are not same, the quality of seeds got from allogamy is better.

Key words: *Gastrodia elata* Bl; reproductive biology; artificial pollination; allogamy

(上接第 32 页)

Abstract ID: 1671-9387(2005)03-0029-EA

Test of ileal and rectal amino acids digestibility of rice flour for growing pigs

FAN Guo-yong¹, WANG Yong-jun¹, WANG Shun-gang², ZHANG Li-xin²

(1 College of Animal Science, of Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100;

2 The Third Vocational Middle School of Wuyang, Wuyang, Henan 462415, China)

Abstract: This experiment determined the digestibility of amino acids of rice flour with the technique of collecting fecal and ileal digesta of six (27 ± 3) kg three-way crossbred (Doric × Landrace × Yorkshire). The results showed that: the apparent and true digestibility of fecal crude protein were 89.67% and 96.85%; the mean value of apparent and true fecal amino acid digestibility of rice flour were 89.93% and 95.37%; the apparent and true digestibility of ileal crude protein were 68.48%, 80.39%; the mean value of ileal amino acids were 73.20% and 85.86%. The mean value of true rectal amino acid digestibility was 9.97% higher than the mean value of ileal amino acids.

Key words: rice flour; growing pig ileo-rectal anastomosis (IRA); amino acids digestibility