

四棱豆开花特性的曲线方程配置研究

蒋向辉^{1,2}, 谷合勇¹, 陈东明^{1,2}, 余朝文^{1,2}, 张玲玲¹

(1. 怀化学院生物工程系, 湖南 怀化 418008; 2. 怀化市生物育种与加工技术实验室, 湖南 怀化 418008)

摘要: 对四棱豆停止开花前的株高生长曲线进行了拟合, 并对株高生长与开花数目变化进行了比较分析, 采用 logistic 非线性生长模型对四棱豆开花特性进行了曲线方程配置。结果表明: 曲线方程拟合度为 0.990, 能很好地体现四棱豆开花和生长特性, 根据曲线方程计算得开花数目增加的拐点时间为出苗后的第 99 天, 拐点花数目为 70 朵。

关键词: 四棱豆; 开花特性; logistic 模型

中图分类号: S 643.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2007)11-0022-03

四棱豆 [*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) D.C.] 又名翼豆、翅豆、杨桃豆等, 豆科蝶形花亚科四棱豆属的一年生或多年生草本植物。原产于热带, 主要分布在印度尼西亚、菲律宾、马来西亚等国家和地区; 在我国大部分地区, 如云南、广西、广东、海南、湖南、湖北、河南、福建等省区, 均可种植栽培。其根、茎、叶、花、豆荚和种子均含有丰富的营养成分, 是一种集食用兼药用的高蛋白作物, 营养价值、经济价值和药用价值已引起世界性的重视和研究, 成为许多国家争相开发利用的植物资源^[1]。四棱豆的生长习性为无限生长型^[2], 植株过高, 对采摘和管理带来很多困难, 不利于四棱豆的种植和推广; 四棱豆

虽然开花数目较多, 但落花落果现象相当严重^[3], 这是限制四棱豆产量提高的一大瓶颈, 而至今对于四棱豆开花特性与株高生长的研究尚无报道。现采用 SPSS 软件的 logistic 生长模型拟合四棱豆开花数目变化曲线及停止开花前株高生长曲线, 分析各自的变化规律, 掌握四棱豆营养生长和生殖生长的过程及其特点, 为今后运用农业技术手段创造适宜的外界条件来调节四棱豆的营养生长和生殖生长, 对于四棱豆的引种、良种选育、确定栽培季节和栽培技术都有重要意义, 为四棱豆新品种的选育及栽培技术指标的制定提供可靠的理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

以中国农科院品种资源所提供的较早熟四棱豆制品 K0006 为材料。

1.2 试验方法

试验于 2006 年在湖南怀化市石门乡蔬菜基地内进行, 试验田肥力中上, 地力均匀。2006 年 5 月 13 日播种, 5 月 21 日出苗, 自出苗开始每隔 10d 测量不同品种

第一作者简介: 蒋向辉(1974-), 男, 湖南安化人, 硕士, 讲师, 主要从事植物遗传与育种研究。E-mail: jxfei789@163.com.

通讯作者: 陈东明(1964-), 男, 湖南浏阳人, 教授, 主要从事特色作物品种资源的种质创新及其生化分析与检测。

基金项目: 湖南省科研计划重点资助项目 (05A064)。

收稿日期: 2007-06-08

micropropagated apple (*Malus pumila* Mill.) plants, water stress system of one-year-old micropropagated apple plants were subjected to water stress by regulating the osmotic potential of the solution using polyethylene glycol (PEG-6000, 20%W/V) and 0.5% (W/V) chitin in the experiment. Water stress (WS) increased the content of H₂O₂ sharply in the leaves in the second day, but the content of H₂O₂ in water stress with Chitin (WS-CHI) increased slowly. Content of Proline in leaves of water stress with chitin (WS-CHI) increased significantly than that in water stress (WS). There was significantly difference in content of Proline and H₂O₂ in leaves between WS-CHI and CK, and there was significantly difference between WS and WS-CHI too. The photosynthesis in WS was significantly lower than that of WS-CHI, There was no significantly different in photosynthesis between WS-CHI and CK.

Key words: Chitin; Water stress; Photosynthesis; Chlorophyll; H₂O₂; Proline

的株高变化。自出苗后第 65 天开始每隔 5 d 统计开花的总目, 随机取样 每次测量 3 株。

1.3 数据处理

曲线拟合参照孙国荣^[4]和戴国俊^[5]的方法, 利用 SPSS14.0 统计分析软件 Nonlinear Regression 程序, 利

用 logistic 模型进行拟合。以残差最小为目标函数, 收敛标准为 0.05 逐次迭代计算出模型参数的最佳估计值 a、b、k, 建立开花数目增加的生长模型, 并对拐点时间以前株高生长曲线进行拟合, 对两种生长模型进行比较分析。

表 1 四棱豆开花数目变化统计结果

时间 d	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115
开花数/朵	6	12	23	32	41	53	70	82	89	95
时间 d	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165
开花数/朵	98	103	107	111	116	119	122	124	127	127

2 结果与分析

2.1 反应四棱豆开花特性的生长曲线拟合

表 1 显示: 四棱豆在出苗后 85 d 前开花数缓慢增加 随后急剧增加, 至出苗后 125 d 左右, 出苗数目增加的速率开始减慢, 至出苗后 160 d 左右, 开花数不再增加 此时当地气候也开始进入霜期。从表 1 还可以看出 四棱豆开花期达 3 个月, 如果气候条件合适, 采收期也可长达 3 个月, 能够保证在较长的时间内有新鲜的四棱豆上市。

表 2 Logistic 开花曲线模型参数估计值和拟合度

模型参数	参数估计值	参数标准误	参数 95%置信区间		拟合度
a	122.753	2.017	118.498	127.008	0.990
b	1999.219	1.646	33.496	3964.942	
k	0.077	0.005	0.067	0.087	

表 3 利用 Logistic 生长曲线方程对四棱豆开花数目的增加 四棱豆株高变化

时间 d	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
株高/cm	22.4	45.6	79.2	105.4	123.4	139.4	154.7	162.3	165.7	176.3	187.5	196.3

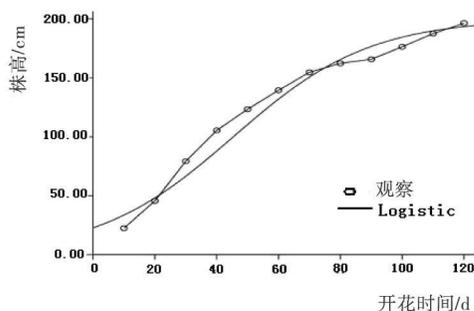
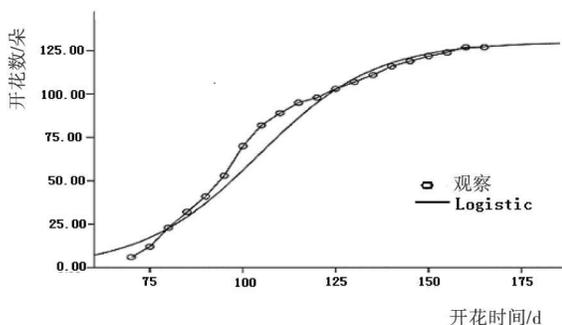
表 3 显示: 四棱豆在出苗后 1 个月前, 株高变化较小 30 d 后株高急剧增加, 至出苗后 80 d 株高生长开始减慢。因此四棱豆出苗后 30~40 d 要及时搭架, 尤其是赶上雨季降临时, 幼苗生长迅速。节间显著伸长, 进入抽藤期, 要及时立支架或搭棚架, 以便植株攀缘生长, 扩大结荚面, 减少病虫害, 利于通风透光, 方便人工采摘作业。根据国际热带农业研究所测定, 搭架植株种子产量

比自然爬地生长的高 2 倍以上^[7]。

加进行数学模型拟合, 得到 Logistic 方程为 $Y = 122.75 / (1 + 1999.22 * e^{-0.077x})$, 拟合度 $R^2 = 0.990$, 其中 Y 是任意时间植株开花的数目, Logistic 的拐点在 $x = \ln b/k$ 处^[9], 计算得拐点 $x = 98.71$ 。曲线方程拟合的开花数目的增加趋势较为明显(图): 四棱豆在出苗后 65 d 左右开始开花, 开花数目增加的拐点时间为出苗后的第 99 天, 拐点花数目为 70 朵, 此时开花数达到最大开花数的一半, 也是开花高峰期, 即四棱豆在出苗后 99 d 左右为开花盛期, 这段时期对水分极为敏感, 干旱可引起落花落荚, 因此这段时期应特别注意肥水管理。为了更好地防止落花落果, 根据当地的气候特点, 选择合适的栽种时期, 尽量保证四棱豆在开花盛期避开当地的高温天气。

2.2 四棱豆停止开花前株高生长曲线拟合

利用 Logistic 生长曲线方程对四棱豆停止开花以前株高的变化进行数学模型拟合, 得到 Logistic 方程为 $Y = 186.57 / (1 + 7.88e^{-0.054x})$, 拟合度 $R^2 = 0.970$ (表 4), 计算得拐点 $x = 93.28$, 此时植株高度达 177.9 cm, 四棱豆一般株高为 3~4 m^[8], 此时株高达到极限高度的 50%, 即生长的高峰期, 此后生长速度将逐渐减慢。



开花数目增加(左)曲线图与株高生长曲线图(右)

2.3 四棱豆开花数目增加与株高生长的比较分析

四棱豆始花期出现在出苗后 60 d 左右, 而此前正是四棱豆株高急剧增加的时期, 此后开始进入营养生长与生殖生长的重叠期。出苗后 94 d 左右四棱豆株高生长达高峰期, 出苗后 99 d 左右四棱豆进入盛花期, 此后株高生长逐渐减慢。营养生长为生殖生长聚积营养, 调节四棱豆的营养生长与生殖生长的平衡, 在生产中有着十分重要的意义。四棱豆属短日照作物, 对日照反应敏感, 在长日照条件下, 易引起茎、叶徒长而不能开花结果^[9], 因此在生长前期可以采取适当减少日照, 促使其提早开花结实, 提高前期产量。

表 4 株高 Logistic 生长曲线模型参数估计值和拟合度

模型参数	参数估计值	参数标准误	参数 95% 置信区间	拟合度
a	186.571	5.583	173.941 0.990	0.970
b	7.875	1.646	4.154 11.600	
k	0.054	0.006	0.040 0.067	

3 小结与讨论

3.1 通过分析发现出苗后 30~80 d 左右是株高生长最快的时期, 应适当多施氮肥, 以满足植株正常生长的需要。出苗后的 99 d 左右时是花数目增多最多的时期, 也是生长相对较旺盛的时期, 因此, 在施肥管理上就应该注意少施用氮肥, 适当增施钾肥和磷肥, 使其能够满足生长的营养需要, 更有利于保花保果。据李成国等^[10]研究发现, 在基肥中适当加大磷、钾肥的比例, 降低氮肥的比例, 可防止豇豆后期徒长, 这是否在四棱豆栽培中同样有效, 有待今后进一步比较研究。

3.2 从四棱豆开花数目变化方程可知, 开花数目的最

大值为 127 朵, 时间为出苗后的 160 d 左右, 此后植株的开花数目不再增加。而此时当地气候也正进入霜期, 这段时期开放花不能正常结实, 因此适时打顶摘花对四棱豆的生产也是相当重要的。

3.3 四棱豆开花数目变化曲线遵从“S”型曲线, 运用 Logistic 方程对四棱豆花数目变化进行曲线拟合, 其拟合度为 0.990 表明拟合方程是切实可信的, Logistic 方程不仅具有描述四棱豆生长过程的良好特性, 而且能获得有关反映四棱豆生长规律的特征值, 这些重要信息具有显式解, 可直接求得并与实际值相近, 对四棱豆新品种的选育和栽培技术指标的制定具有指导意义。

参考文献

- [1] 全妙华, 陈东明. 四棱豆种质资源遗传多样性的 RAPD 分析[J]. 湖南师范大学自然科学学报. 2005 29(4): 71-73.
- [2] 龙明华. 四棱豆“桂丰三号”主要性状观察初报[J]. 广西科学, 1994(1): 27-28.
- [3] 唐东林. 稀特蔬菜—四棱豆的生长特性及其栽培技术[J]. 农业科技通讯, 2006(1): 39.
- [4] 孙国荣, 朱祖明, 何大乾, 等. 莱川杂交肉鹅早期体重发育规律及生长曲线拟合[J]. 中国畜牧杂志, 2006 42(15): 10-12.
- [5] 戴国俊, 王金玉, 杨建生, 等. 应用统计软件 SPSS 拟合生长曲线方程[J]. 畜牧与兽医, 2006, 38(9): 28-30.
- [6] 盖钧益. 试验统计方法[M]. 1 版. 中国农业出版社, 2000. 219-220.
- [7] 新知. 四棱豆高产栽培技术[J]. 农民科技培训, 2003(12): 16.
- [8] 王佩芝. 优质四棱豆品种选用与高产栽培技术[EB/OL]. http://www.yunnan.ngx.net.cn/kejzhifu/t20040109_11772.htm.
- [9] 张丽琴. 绿色金子—四棱豆[J]. 当代蔬菜, 2005(11): 39.
- [10] 李成国. 豇豆高产栽培的八个关键措施[J]. 蔬菜栽培, 2005(11): 12.

Study on Characteristic of Winged Bean Florescence with Logistic-growth Curvilinear

JIANG Xiang-Hui^{1,2}, GU He-yong¹, CHEN Dong-ming^{1,2}, SHE Chao-Wen^{1,2}, ZHANG Ling-Ling¹

(1. Department of Bioengineering, Huaihua College, Huihua, Hunan 418008, China; 2. Key Laboratory of Huaihua for Breeding and Bioprocess Technology, Huihua, Hunan 418008, China)

Abstract: The test was configuring for the flowers number of Winged bean with curvilinear equation by Logistic-non-linear growth model, the result indicated that: the R sequence value of the curvilinear equation was 0.990 and it was fit for describing the characteristic of florescence and growth of Winged bean. We got a result the inflexion time were the 99th day after the produce buds; there are 70 flowers according to the curvilinear equation. In the study Logistic-growth curve model was estimated, the relation between increase of flower amount and growth of plant was analyzed.

Key words: Winged Bean; Characteristic of florescence; Logistic model