

# 切花菊腋芽长度与内源 GA<sub>3</sub> 含量的相关性分析

屈连伟<sup>1</sup>, 李海涛<sup>2</sup>, 印东生<sup>1</sup>, 苏胜举<sup>1</sup>, 赵兴华<sup>1</sup>, 杨佳明<sup>1</sup>

(1. 辽宁省农业科学院 花卉研究所, 辽宁 沈阳 110161; 2. 辽宁省农业科学院 辽宁 沈阳 110161)

**摘 要:** 对当前我国出口日本的主栽切花菊品种“神马”的叶片内源 GA<sub>3</sub> 含量与其相对应的腋芽萌发长度进行分析。结果表明: 在不同植株相同部位, 其叶片内源 GA<sub>3</sub> 相对含量和绝对含量与其腋芽萌发长度呈中度正相关和低度正相关关系; 在同一植株不同部位, 叶片内源 GA<sub>3</sub> 相对含量与其相对应的腋芽萌发长度呈完全正相关关系, 叶片内源 GA<sub>3</sub> 绝对含量与其相对应的腋芽萌发长度呈高度正相关关系。

**关键词:** 切花菊; 腋芽长度; 内源 GA<sub>3</sub>

**中图分类号:** S 682.1<sup>+</sup>1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)10-0097-04

切花菊 (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat) Kitam), 是菊科 (Compositae) 菊属 (*Dendranthema* (DC.) Des Moul.) 植物, 是原产于我国的传统名花, 是世界四大切花之一, 产量居四大切花之首<sup>[1]</sup>。国内切花菊产业以异军突起之势, 蓬勃发展, 其生产技术达到了可周年供应的水平<sup>[2]</sup>, 已经形成以日、韩等国家为出口对象, 以海南、上海、广州、青岛、大连等沿海地区为中心的出口切花菊生产基地群, 并逐渐向内地延伸。

切花菊产业属于劳动密集型产业, 根据辽宁省农业科学院出口切花菊生产基地实际用工情况, 贯穿切花菊生产全过程的打腋芽工作成本占劳动力成本的 2/3 以上。切花菊腋芽萌发特性与切花菊生产成本密切相关, 而赤霉素是植物正常生长的必要激素之一, 调控着植物生长发育各个方面, 它可以促进高等植物的发芽、生长、细胞分裂和伸长、诱导花器官产生和发育等<sup>[3]</sup>。所以切花菊腋芽萌发和植物赤霉素相关关系的研究就显得十分重要。目前为止, 国内外对切花菊的相关研究主要集中在育种文献<sup>[4-11]</sup>、栽培文献<sup>[1, 12-17]</sup>、组培文献<sup>[18-19]</sup>等方面, 而切花菊腋芽萌发长度与植物激素的相关研究未见报道, 为此, 该课题进行切花菊腋芽萌发长度与植物内源赤霉素含量的相关性研究。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

该研究所选用的试验材料是当前我国出口日本的主栽切花菊品种“神马”<sup>[20]</sup>, 于 2009 年 7 月 20 日, 在辽

宁省农业科学院实验基地辽 II 型日光温室内定植, 株行距 10 cm×10 cm, 每行 5 株, 定植 100 行, 共计 500 株。

### 1.2 试验方法

1.2.1 样品采集 2009 年 10 月, 去除生长势最强与最弱的植株, 随机抽取 5 次, 每次 5 枝“神马”样品, 在每支样品的上部 and 下部相同叶位, 采集叶片并测量叶片相对应的腋芽的长度, 然后再随机抽取 30 枝“神马”样品, 采集叶片 XY10(从下往上第 10 片叶, 下同)、XY15、XY20、XY25、XY30 并测量相对应的腋芽的长度。对采集的每组叶片, 称量总重, 再对每组叶片精确称量 5 g。每份的待测样品 5 份(3 份为重复, 2 份备用), 称好的样品用自封袋包装, 经液氮速冻后放入 -70℃ 恒温冰箱内保存, 准备进行叶片内源 GA<sub>3</sub> 含量的集中检测。

1.2.2 腋芽长度测量方法 腋芽长度从叶片与菊花茎秆交接处开始算起, 到腋芽的最长叶片顶部结束, 用游标卡尺测量, 精确到 0.01 cm。

1.2.3 叶片内源 GA<sub>3</sub> 测定方法 该试验叶片内源 GA<sub>3</sub> 测定参考了文献[21-24]的方法, 采用高效液相色谱法 (HPLC) 并进行了完善。

## 2 结果与分析

### 2.1 “神马”不同部位的叶片相应腋芽长度差异

表 1 不同部位叶片相对应的腋芽的长度 cm

部位	1	2	3	4	5
下部	2.1	2.01	2.2	2.1	2.12
上部	7.2	8.35	7.78	8.91	8.32

由 *t*-检验分析可知, 该检验假设平均差为零, 即不同叶片 XY12 和 XY32 相对应的腋芽的长度相同, 根据表 2 给出的结果, *t* 统计量大于 2 个 *t* 双尾临界值, 更大于单尾临界值 1.83265, 说明假设不成立, 也就是说“神马”上部和下部腋芽的长度在显著水平为 0.05 时表现为极显著, 在显著水平为 0.01 时也表现为极显著。

第一作者简介: 屈连伟(1977-), 男, 助理研究员, 现主要从事菊花新品种选育及切花菊工厂化栽培技术研究工作。E-mail: qulianwei11@yahoo.com.cn.

基金项目: 国家科技部星火计划资助项目(2009GB2B000076)。

收稿日期: 2010-03-01

表 2 “神马”不同部位叶片相应腋芽长度差异分析

项目	下部	上部	项目	下部	上部
平均	2. 106	8. 112	平均	2. 106	8. 112
方差	0. 00458	0. 41967	方差	0. 00458	0. 41967
观测值	5	5	观测值	5	5
假设平均差	0		假设平均差	0	
df	4		df	4	
<i>t</i> Stat	−20. 03157715		<i>t</i> Stat	−20. 03157715	
<i>P</i> ( <i>T</i> ≤ <i>t</i> ) 单尾	1. 83265		<i>P</i> ( <i>T</i> ≤ <i>t</i> ) 单尾	1. 83265	
<i>t</i> 单尾临界	2. 131846782		<i>t</i> 单尾临界	3. 746947388	
<i>P</i> ( <i>T</i> ≤ <i>t</i> )双尾	3. 6653		<i>P</i> ( <i>T</i> ≤ <i>t</i> ) 双尾	3. 6653	
<i>t</i> 双尾临界	2. 776445105		<i>t</i> 双尾临界	4. 604094871	

注 左栏成对双样本均值分析(α= 0. 25); 右栏成对双样本均值分析(α= 0. 01)。  
以下同

表 3 不同部位叶片内源 GA<sub>3</sub> 相对含量差异分析

项目	下部	上部	项目	下部	上部
平均	223. 05964	247. 84232	平均	223. 05964	247. 8423
方差	57. 42371452	73. 22384732	方差	57. 42371452	73. 22385
观测值	5	5	观测值	5	5
假设平均差	0		假设平均差	0	
df	4		df	4	
<i>t</i> Stat	−21. 584595		<i>t</i> Stat	−21. 584595	
<i>P</i> ( <i>T</i> ≤ <i>t</i> ) 单尾	1. 36256		<i>P</i> ( <i>T</i> ≤ <i>t</i> ) 单尾	1. 36256	
<i>t</i> 单尾临界	2. 131846782		<i>t</i> 单尾临界	3. 746947388	
<i>P</i> ( <i>T</i> ≤ <i>t</i> ) 双尾	2. 72513		<i>P</i> ( <i>T</i> ≤ <i>t</i> ) 双尾	2. 72513	
<i>t</i> 双尾临界	2. 776445105		<i>t</i> 双尾临界	4. 604094871	

表 4 不同部位叶片内源 GA<sub>3</sub> 绝对含量差异分析

项目	下部	上部	项目	下部	上部
平均	189. 9191	262. 65898	平均	189. 9191	262. 65898
方差	121. 3400022	367. 7342986	方差	121. 3400022	367. 7342986
观测值	5	5	观测值	5	5
假设平均差	0		假设平均差	0	
df	4		df	4	
<i>t</i> Stat	−18. 5329179		<i>t</i> Stat	−18. 5329179	
<i>P</i> ( <i>T</i> ≤ <i>t</i> )单尾	2. 49438		<i>P</i> ( <i>T</i> ≤ <i>t</i> )单尾	2. 49438	
<i>t</i> 单尾临界	2. 131846782		<i>t</i> 单尾临界	3. 746947388	
<i>P</i> ( <i>T</i> ≤ <i>t</i> )双尾	4. 98877		<i>P</i> ( <i>T</i> ≤ <i>t</i> )双尾	4. 98877	
<i>t</i> 双尾临界	2. 776445105		<i>t</i> 双尾临界	4. 604094871	

表 5 “神马”上部叶片内源 GA<sub>3</sub> 相对含量、绝对含量和萌芽长度

编号	项目	1	2	3	4	5
1	GA <sub>3</sub> 相对含量/ng · g <sup>−1</sup>	243. 5802	247. 5328	236. 4999	258. 9102	252. 6885
2	GA <sub>3</sub> 绝对含量/ng	271. 7244	264. 2	238. 3919	288. 2534	250. 7252
3	萌芽长度/cm	7. 2	8. 35	7. 78	8. 91	8. 32

表 6 “神马”上部叶片内源 GA<sub>3</sub> 相对含量及绝对含量与萌芽长度相关性分析

项目	GA <sub>3</sub> 相对含量	GA <sub>3</sub> 绝对含量	萌芽长度
GA <sub>3</sub> 相对含量	1		
GA <sub>3</sub> 绝对含量	0. 703217	1	
萌芽长度	0. 785578	0. 364206	1

2. 3 “神马”内源 GA<sub>3</sub> 含量与其腋芽萌发长度的相关性

以“神马”上部叶片为例, 分析叶片内源 GA<sub>3</sub> 含量与其相对应的腋芽萌发长度的相关性, 得出表 6 相关系数都是正值, 说明“神马”上部叶片的内源 GA<sub>3</sub> 相对含量和绝对含量与其萌芽长度都呈正相关关系。叶片内源 GA<sub>3</sub> 相对含量与萌芽长度的相关系数  $r=0. 785578$ , 为

2. 2 “神马”不同部位的叶片内源 GA<sub>3</sub> 含量差异

从表 3 可知,  $t$  统计量为 21. 584595, 大于 0. 05 水平的  $t$  单尾临界值 2. 131846782 和  $t$  双尾临界值 2. 131846782, 也大于 0. 01 水平的  $t$  单尾临界值 3. 746947388 和  $t$  双尾临界值 4. 604094871, 也就是说“神马”上部和下部叶片内源 GA<sub>3</sub> 相对含量在 0. 05 水平和 0. 01 水平都存在显著差异。从表 4 分析中很容易得出, “神马”不同部位叶片内源 GA<sub>3</sub> 绝对含量在 0. 05 水平和 0. 01 水平存在显著差异。

中度相关, 内源 GA<sub>3</sub> 绝对含量与萌芽长度的相关系数  $r=0. 364206$ , 为低度相关。

表 7 “神马”上部和下部叶片内源 GA<sub>3</sub> 含量差值、萌芽长度差值表

编号	项目	1	2	3	4	5
1	相对含量差/ng · g <sup>−1</sup>	24. 8706	27. 1421	20. 9017	23. 9663	27. 0327
2	绝对含量差/ng	73. 8243	76. 8679	62. 6075	84. 557	65. 8427
3	萌芽长度差/cm	5. 1	6. 34	5. 58	6. 81	6. 2

表 8 “神马”上部和下部叶片内源 GA<sub>3</sub> 含量差值与腋芽长度差值相关性分析

项目	相对含量差	绝对含量差	萌芽长度差
相对含量差	1		
绝对含量差	0. 266204	1	
萌芽长度差	0. 311085	0. 547064	1

从表 8 可知, 相关系数都为正值, 表明“神马”内源 GA<sub>3</sub> 相对含量差值、绝对含量差值与腋芽长度差值呈正相关关系, 即对于切花菊品种“神马”, 其叶片内源 GA<sub>3</sub> 相对含量、绝对含量的变化与叶片相对应的腋芽萌发长度的变化呈正相关关系, 这表明, 对于切花菊品种“神马”, 叶片内源 GA<sub>3</sub> 相对含量或绝对含量的提高, 都能够促进相应叶片腋芽的生长。

为了更具代表性, 进一步对“神马”5 个点位叶片内源 GA<sub>3</sub> 含量与其相对应的腋芽萌发长度进行相关性分析。

内源 GA<sub>3</sub> 含量与腋芽萌发长度的相关系数  $r$  可由下面公式计算:

$$r=\frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x\sigma_y}=\frac{n\sum xy-\sum x\sum y}{\sqrt{n\sum x^2-(\sum x)^2}\sqrt{n\sum y^2-(\sum y)^2}}\quad(1).$$

表9 “神马”内源 GA<sub>3</sub> 相对含量与腋芽长度相关性分析

叶片位置	GA <sub>3</sub> 相对含量 / ng · g <sup>-1</sup>	萌芽长度 / cm	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
XY10	219.7865	1.98	48 306 106	3 9204	485.17727
XY15	230.8048	4.02	53 270 625	16.1604	927.83329
XY20	238.2369	5.43	56 756 821	29.4849	1 293.6264
XY25	240.6731	5.42	57 923 541	29.3764	1 304.4482
XY30	242.0670	6.36	58 596 432	40.4496	1 539.5461
合计	1 171.3678	23.21	1 372 571.1	538.7041	27 192 089

式中, X 代表内源 GA<sub>3</sub> 含量, Y 代表相应叶片萌芽长度, 分子是 2 个变量的协方差, 分母是 2 个变量均方差的乘积, 把表 9 数据带入公式(1)得:

相关系数  $r=108\ 768.3564/108\ 768.3541\approx 1$ 。

相关系数 r 取值范围在-1~1, -1~0 为负相关, 0~1 为正相关。0.8~1 为高度相关, 0.5~0.8 为中度相关, 0.3~0.5 为低度相关, 0.3 以下相关程度很弱可视为不相关, 1 为完全正相关, 0 为不相关, 因此, 内源 GA<sub>3</sub> 含量与腋芽萌发长度的相关系数为 1, 为完全正相关。

与上面计算方法相同, 把表 10 数据带入公式(1), 得到相关系数  $r=0.9705$ , r 大于 0.8 小于 1, 计算结果表明“神马”内源 GA<sub>3</sub> 绝对含量与腋芽萌发长度高度相关。

表 10 “神马”内源 GA<sub>3</sub> 绝对含量与腋芽萌发长度的相关性分析

叶片位置	GA <sub>3</sub> 绝对含量 / ng	萌芽长度 / cm	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
XY10	184.7672	1.98	34 138.918	3.9204	365.83906
XY15	211.1859	4.02	44 599.484	16.1604	848.96732
XY20	257.9312	5.43	66 528.504	29.4849	1 400.5664
XY25	245.8075	5.42	60 421.327	29.3764	1 332.2767
XY30	258.6082	6.36	66 878.201	40.4496	1 644.7482
合计	1 158.3	23.21	272 566.43	119.3917	5 592.3976

3 结论

3.1 “神马”不同部位的叶片相应腋芽长度差异

切花菊“神马”品种上部和下部腋芽的长度明显不同, 上部腋芽平均长度 8.112 cm, 下部腋芽平均长度 2.106 cm, 在差异水平为 0.01 时表现为极显著。

3.2 “神马”不同部位的叶片内源 GA<sub>3</sub> 含量差异

切花菊“神马”品种上部和下部叶片内源 GA<sub>3</sub> 相对含量和绝对含量在 0.05 水平和 0.01 水平都存在显著差异。

3.3 “神马”内源 GA<sub>3</sub> 含量与其腋芽萌发长度的相关性

通过对“神马”品种上部叶片的分析得出, 对于切花菊品种“神马”, 在不同植株相同部位, 其叶片内源 GA<sub>3</sub> 相对含量和绝对含量与其腋芽萌发长度呈中度正相关和低度正相关关系, 也就是说, 对于不同植株相同部位的叶片, 叶片内源 GA<sub>3</sub> 含量高, 其相对应的腋芽萌发长度就长。

通过对“神马”5 个点位叶片内源 GA<sub>3</sub> 含量与其相对应的腋芽萌发长度进行相关性分析得出, 对于“神马”品种叶片位置不同, 叶片内源 GA<sub>3</sub> 相对含量和绝对含量水平及其相对应的腋芽萌发长度也不同, 在同一植株不同部位, 其叶片内源 GA<sub>3</sub> 相对含量与其相对应的腋芽萌发长度呈完全正相关关系, 其叶片内源 GA<sub>3</sub> 绝对含量与其相对应的腋芽萌发长度呈高度正相关关系。

参考文献

[ 1 ] 郭志刚, 张伟. 菊花[ M ]. 北京: 中国林业出版社, 2000: 19-24.  
[ 2 ] 义鸣放, 游捷. 切花菊新品种栽植密度与切花质量的研究[ C ]. 中国菊花研究会论文集, 1996.  
[ 3 ] 黄先忠, 蒋才富, 廖立力, 等. 赤霉素作用机理的分子基础与调控模式研究进展[ J ]. 植物学通报, 2006, 23(5): 499-510.  
[ 4 ] Roy A, Larson. Introduction to Floriculture [ M ]. Academic Press, New York, USA, 1980.  
[ 5 ] NEG ISS. New Cultivars of Chrysanthemum [ J ]. Indian Horticulture, 1984, 19(1): 19-20.  
[ 6 ] 倪月荷, 周晓容. 早菊杂交育种[ J ]. 园艺学报, 1985(1): 51-56.  
[ 7 ] 熊济华, 张易生, 陈林, 等. 切花菊杂交育种[ J ]. 四川园林, 1990(23): 1-6.  
[ 8 ] 孙自然, 游捷, 李德颖, 等. 菊花切花新品种选育[ C ]. 中国菊花研究论文集, 1993: 94-103.  
[ 9 ] 陈林, 唐岱, 刘兴玉. 春菊育种和栽培技术的研究[ J ]. 西南农业大学学报 1994(增刊): 155-157.  
[ 10 ] 王彭伟, 李鸿渐, 张效平. 切花菊单细胞突变育种研究[ J ]. 园艺学报 1996(3): 285-288.  
[ 11 ] 唐岱, 熊济华, 王仕玉. 切花菊育种问题探讨[ J ]. 云南农业大学学报 2001, 3(1): 46-49.  
[ 12 ] 穆鼎. 切花菊[ M ]. 太原: 山西科学技术出版社, 1999.  
[ 13 ] 刘晓红. 菊花无土栽培研究[ D ]. 北京: 北京林业大学, 2004.  
[ 14 ] 薛麒麟, 郭继红, 郭建平. 切花栽培技术[ M ]. 上海: 上海科学技术出版社, 2007.  
[ 15 ] 屈连伟, 宋莹, 杨迎东. 保护地切花菊的水分管理[ J ]. 中国花卉园艺 2006(14): 43.  
[ 16 ] 屈连伟, 宋莹. 菊花白锈病的侵染及综合防治[ J ]. 中国花卉园艺 2008(14): 32-33.  
[ 17 ] 冯秀丽, 杨迎东, 屈连伟, 等. 菊花鲜切花栽培技术[ J ]. 辽宁农业科学, 200(1): 56-57.  
[ 18 ] Broertjes C. 不定芽的单细胞起源[ J ]. 国外生物科技 1986(3): 76-77.  
[ 19 ] 司怀军. 菊花幼嫩花瓣愈伤组织的诱导和植株再生[ J ]. 甘肃农业大学学报, 1998, 6(2): 175-177.  
[ 20 ] 杨娜, 郭维明, 陈发棣, 等. 光周期对秋菊品种“神马”花芽分化和开花的影响[ J ]. 园艺学报 2007, 34(4): 965-972.  
[ 21 ] 吴耕西, 陈美霞, 付蕾. 高效液相色谱法分析苹果新根中的细胞分裂素[ J ]. 山东农业大学学报(自然科学版), 1996, 27(3): 341-345.  
[ 22 ] 罗正荣, 朱丽华. 植物组织中赤霉素含量的高效液相色谱测定[ J ]. 植物生理学通讯, 1990(2): 50-52.  
[ 23 ] 张政, 张强. 高效液相色谱法测定赤霉素 GA 的含量[ J ]. 色谱 1993 11(4): 254-255.  
[ 24 ] 林贵玉, 郑成淑, 孙宪芝, 等. 光周期对菊花花芽分化和内源激素的影响[ J ]. 山东农业科学 2008(1): 35-39.

# 不同营养液配方对花鱼共养效应的研究

汪志辉, 严巧巧, 熊碧玲, 罗顺毅

(四川农业大学 园艺学院, 四川 雅安 625014)

**摘要:**以红掌和春芋 2 种室内观赏植物以及锦鲤为材料, 进行了不同营养液配方对花鱼共养效应的研究, 观测供试植株和鱼的生长变化及营养液 EC 值变化动态。结果表明: 1/2 倍日本园试营养液浓度最适宜红掌生长; 霍格兰全营养液配方更有利于春芋的生长, 而鱼在低浓度的营养液中更易存活, 其生活力随营养液浓度降低而提高。

**关键词:** 水培; 红掌; 春芋; 鱼; 营养液

**中图分类号:** S 680.4<sup>+</sup>7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)10-0100-03

花鱼共养是目前市场上出现的新兴观赏产品, 其具有清洁卫生、观赏性强、养护方便、便于组合、调节气候、形式多样等优点, 已受到越来越多的国内外植物爱好者的欢迎<sup>[1]</sup>。但世界上仅有荷兰、以色列、日本等少数国家在研究开发和种植<sup>[2]</sup>。由于花鱼共养的独特栽培方式, 植物根系和鱼直接生长在营养液里, 因此, 营养液配方就成为了花鱼共养能否成功的关键因素<sup>[3]</sup>, 其由含有观赏植物生长发育所需要的各种营养元素的化合物溶解于水中配制而成, 同时不影响鱼的正常生活<sup>[4]</sup>。该研

究以红掌和春芋为材料, 研究不同营养液配方对花鱼共养的效应的影响。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验于 2009 年 10 月 8 日~2009 年 12 月 16 日在四川农业大学进行。供试材料为适合水培的室内观赏植物红掌(*Anthurium scherzerianum*, 天南星科花烛属)与春芋(*Colocasia esculenta*, 天南星科喜林芋属), 以及抗逆性较强且购买成本较低的锦鲤(Brocarded carp, 鲤科)。

### 1.2 试验方法

试验所用营养液配方参照 2 种经典水培配方, 霍格兰配方和日本园试配方<sup>[5]</sup>(见表 1、2)。

红掌和春芋均用霍格兰配方、日本园试配方、1/2 倍

**第一作者简介:** 汪志辉(1968-), 男, 博士, 副教授, 现主要从事果树栽培及生理研究工作。

**收稿日期:** 2010-02-22

## Study on the Correlation Between Axillary Bud Length and Endogenous GA<sub>3</sub> Content in Cut Chrysanthemum

QU Lian-wei<sup>1</sup>, LI Hai-tao<sup>2</sup>, YIN Dong-sheng<sup>1</sup>, SU Sheng-ju<sup>1</sup>, ZHAO Xing-hua<sup>1</sup>, YANG Jia-ming<sup>1</sup>

(1. Flower Research Institute, Liaoning Academy of Agriculture Sciences, Shenyang Liaoning 110161; 2. Liaoning Academy of Agriculture Sciences Shenyang, Liaoning 110161)

**Abstract:** In this paper, experiment has been conducted with “shenma” chrysanthemum, the main China’s export variety to Japan, through correlation analysis of endogenous GA<sub>3</sub> content in leaves and its corresponding to the length of axillary buds sprouting, the result indicates that when compared exactly same positions within the variety. The relative content of endogenous GA<sub>3</sub> and germination of the length of its axillary buds showed moderate positive correlation. The absolute content of endogenous GA<sub>3</sub> and germination of the length of its axillary buds was low positive correlation; and when compared different positions within individuals. The relative content of endogenous GA<sub>3</sub> and germination of the length of its axillary buds was completely positive correlation. The absolute content of endogenous GA<sub>3</sub> and germination of the length of its axillary buds was highly positive correlation.

**Key words:** cut chrysanthemum; axillary bud length; endogenous GA<sub>3</sub>