

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2006)01-005-09

# 赤霉素(GA<sub>3</sub>)与茉莉酸甲酯(MeJA)对雾培马铃薯内源激素与生长发育的影响

秦忠群, 王季春\*

(西南大学农学与生命科学院, 重庆 北培 400716)

**摘要:** 试验以品种为主区, 激素处理为副区进行裂区设计, 研究了赤霉素(GA<sub>3</sub>)与茉莉酸甲酯(MeJA)对雾培马铃薯内源激素与生长发育的影响。结果表明: 外源GA<sub>3</sub>处理增加了3个马铃薯品种叶片内源IAA和JA的含量, 降低了中晚熟品种高原7号的内源ABA含量。外源MeJA对马铃薯块茎均有一定诱导作用, 但结合GA<sub>3</sub>处理其诱导结薯的能力会减弱。

**关键词:** GA<sub>3</sub>; MeJA; 雾培马铃薯; 内源激素; 块茎发育

马铃薯的生长发育过程受到很多因素的影响, 内源激素变化与块茎形成有密切的关系, 特别是与激素间的平衡变化联系更为紧密。有报道称, 各种激素可能是通过改变内源激素的含量和平衡而起作用<sup>[1-2]</sup>, 也有报道提出诱导物质的说法<sup>[3]</sup>。外源激素对试管微型薯以及大田栽培方式下的块茎形成影响的研究报道较多<sup>[4-5]</sup>, 但针对雾化栽培这种方式的报道甚少, 本试验采用雾化栽培方式, 在叶片涂抹外源激素组合处理, 目的在于分析施用外源激素对雾化栽培方式下马铃薯内源激素的变化影响以及对马铃薯生长发育的变化影响, 以探讨外源激素对雾化栽培马铃薯生长发育的调控作用。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

本试验以中熟品种大西洋、中晚熟品种高原7号和早熟品种榆薯1号脱毒试管苗为供试材料, 于2005年4~7月在西南大学薯类作物研究所马铃薯雾化栽培室进行。

### 1.2 试验设计

试验采用二因素三水平三重复的裂区试验设计。

收稿日期: 2005-11-10

作者简介: 秦忠群(1981-), 女, 硕士研究生, 主要从事马铃薯生理与脱毒技术研究。

\* 通讯作者: E-mail: wjchun@swau.cq.cn

计。主区因素为品种(A), 分别为大西洋(A1)、高原7号(A2)和榆薯1号(A3)表示, 副区因素为激素处理, 分别为赤霉素(gibberellins, 以下简称GA<sub>3</sub>) + 茉莉酸甲酯(methyl jasmonate 以下简称MeJA)(B1)、GA<sub>3</sub>+水(B2)和水+水(B3)表示, 田间布局如表1。激素处理分两次进行, 即栽后12 d用10 mg·kg<sup>-1</sup>的GA<sub>3</sub>或水涂抹马铃薯叶片, 栽后24 d用10 mg·kg<sup>-1</sup>的MeJA或水分别涂抹马铃薯叶片。采用通过调节MS培养基的NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup>和N、K比例后配制而成的MX营养液进行营养液控制, 其主要元素用量见表2。4月6日将平均高度为6~8 cm的脱毒试管苗生根后定植于雾化栽培室栽植板上。

表1 品种和激素处理裂区试验设计的布局

重复1			重复2			重复3		
A1	A2	A3	A2	A3	A1	A3	A1	A2
B1	B2	B3	B2	B3	B1	B3	B1	B2
B2	B3	B1	B3	B1	B2	B1	B2	B3
B3	B1	B2	B1	B2	B3	B2	B3	B2

表2 配制营养液量 (mg·L<sup>-1</sup>)

营养液	时期	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	KNO <sub>3</sub>	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> /CaCl <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	N P K (mmol)			NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
					N	P	K	
MX	前期	1268	1795	492	55.47	1.25	19.02	0.40
	结薯期	1650	1389	440	55.00	1.25	15.00	0.60

\* 表示前期的营养液用Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 结薯期用CaCl<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O

### 1.3 数据测定与统计分析

定植 12 d 开始, 每隔 10 d 共 6 次测定株高、茎粗、叶面积系数; 分 4 月 18 日 (编号 1)、4 月 30 日 (编号 2)、5 月 15 日 (编号 3) 3 个时期取样测定内源激素和鲜重变化。激素测定方法采用酶联免疫法<sup>[6]</sup>。数据统计分析采用裂区试验统计方法, 相关分析采用皮尔逊相关分析法。

## 2 结果与分析

马铃薯块茎形成与内源激素变化关系密切, 在马铃薯的生长发育过程当中, 其叶片内源激素呈现

不同趋势的变化。

### 2.1 GA<sub>3</sub> 处理与栽后 24 d 马铃薯叶片内源激素的关系

#### 2.1.1 内源 IAA 变化情况

图 1 表明: 各处理组合经 GA<sub>3</sub> 处理的马铃薯叶片 IAA 都比基础苗 (第 1 次) 叶片内源 IAA 含量高。经方差分析发现, 品种间、激素处理间以及二者互作 IAA 含量差异不显著 (表 3), 以 A3B2 含量最高 (表 6)。同时内源 IAA 含量与 JA 含量呈显著正相关 (见表 4)。说明外源 GA<sub>3</sub> 的涂抹能增加马铃薯叶片内源 IAA 含量。

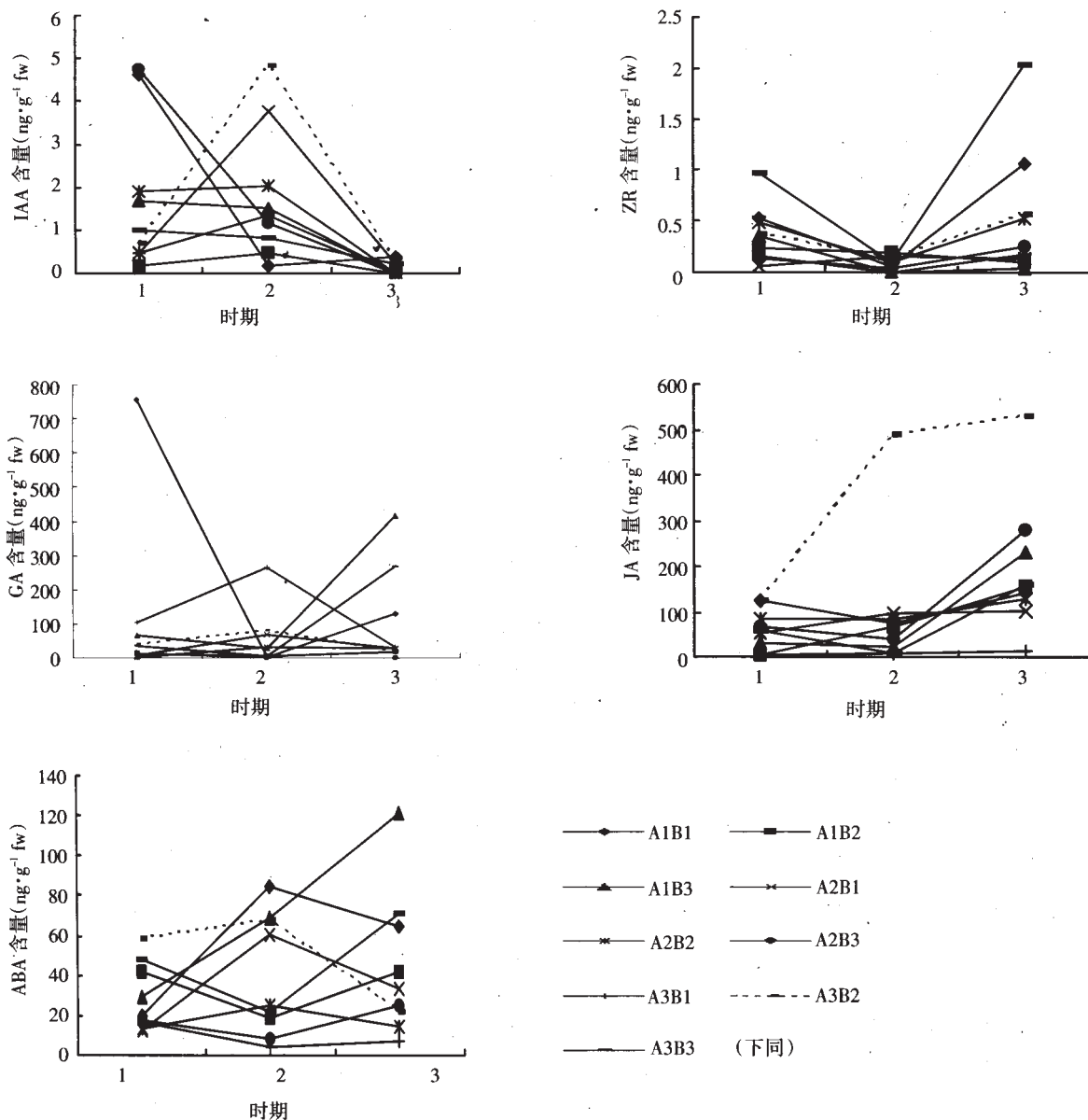


图 1 马铃薯叶片内源激素变化情况

表 3 内源激素与生物学性状方差分析

变异来源	df	IAA	ZR	GA <sub>3</sub>	JA	ABA	株高	叶面积系数	植株鲜重	单株块茎数	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.01</sub>
定植 24 d												
品种	2	4.31	11.05*	194.50**	1.40	20.09*	32.42*	5.54	10.58*	185.15**	6.94	18.00
激素	2	<1	9.57**	19.70*	3.66	1.82	110.67**	1.78	<1	<1	3.89	6.93
品种 × 激素	4	3.38	12.21**	12.68**	2.64	20.09*	9.93*	10.76*	2.60	6.88*	3.89	6.93
定植 39 d												
品种	2	14.18*	14.60*	16.40*	51.90**	5.88	79.69**	5.10	13.82*	26.17**	6.94	18.00
激素	2	7.95**	2.93	9.44*	7.38**	2.76	59.4**	<1	9.68**	6.45*	3.89	6.93
品种 × 激素	4	11.59*	11.46*	19.58**	7.57**	13.05**	5.16*	7.75*	8.67*	3.45	3.89	6.93

注: \* 表示 0.05 显著水平, \*\* 表示 0.01 显著水平。

表 4 定植 24 d 内源激素与生物学性状相关分析

项目	IAA	ZR	GA <sub>3</sub>	JA	ABA
IAA		0.046	-0.373	0.733*	0.035
ZR	0.046		-0.442	-0.177	-0.474
GA	-0.373	-0.422		-0.511	0.887**
JA	0.733*	-0.177	-0.511		-0.297
ABA	0.035	-0.474	0.887**	-0.297	
株高 pH	-0.043	0.341	-0.431	-0.006	-0.53
叶面积系数	0.45	0.39	-0.426	0.473	-0.353
植株鲜重	-0.332	-0.733*	0.687*	-0.035	0.598
单株块茎数	0.308	-0.279	-0.078	0.700**	-0.111

注: \* 表示 0.05 显著水平, \*\* 表示 0.01 极显著水平。

### 2.1.2 内源 ZR 变化情况

图 1 表明: 激素处理后 3 个品种马铃薯叶片 ZR 含量都比基础苗 (第 1 次) 低。经方差分析, 品种间 ZR 含量差异显著, 激素处理间的 ZR 含量差异达到极显著水平, 且二者互作达极显著水平 (表 3), 以 A1B2 的含量最高 (表 6)。同时, 马铃薯叶片内源 ZR 含量与植株鲜重达显著负相关 (表 4)。由此说明外源 GA<sub>3</sub> 增加了马铃薯叶片内源 ZR 含量。

### 2.1.3 内源 GA<sub>3</sub> 变化情况

GA<sub>3</sub> 的变化表明 (见图 1), A2 与 A3 品种经过 GA<sub>3</sub> 处理后叶片内源 GA<sub>3</sub> 含量都上升, 而未经 GA<sub>3</sub> 处理的 GA<sub>3</sub> 含量则下降; 而 A1 品种叶片 GA<sub>3</sub> 含量都下降。品种间、激素处理组合间以及品种与激素处理组合间的互作效应均使马铃薯叶片内源

GA<sub>3</sub> 含量差异达到极显著水平, 且以 A3B1 最高 (表 3、6)。相关分析表明, 叶片内源 GA<sub>3</sub> 含量与 ABA 含量存极显著相关, 与植株鲜重显著正相关 (表 4)。说明外源 GA<sub>3</sub> 的涂抹增加 A2、A3 品种 GA<sub>3</sub> 含量和植株的鲜重。

### 2.1.4 内源 JA 变化情况

3 个品种经 GA<sub>3</sub> 处理的叶片 JA 含量都上升, 未经 GA<sub>3</sub> 处理的叶片 JA 含量则下降 (见图 1)。经方差分析, 品种间和激素处理组合间以及二者互作的叶片 JA 含量差异都不显著, 以 A3B2 最高 (表 3、6)。相关分析结果表明, 内源 JA 含量与 IAA 含量显著相关 (表 4), 内源 JA 含量与单株块茎数极显著相关 (表 4)。说明外源 GA<sub>3</sub> 涂抹马铃薯叶片能增加内源 JA 含量, 并且内源 JA 对马铃薯块茎有一定诱导作用。

### 2.1.5 内源 ABA 变化情况

图 1 表明, A1 和 A3 品种经外源 GA<sub>3</sub> 处理的叶片 ABA 含量都下降, 而 A2 却相反。经方差分析, 品种间 ABA 含量差异极显著, 激素处理组合间 ABA 含量差异不显著, 而二者互作效应达到极显著水平 (表 3), 以 A1B7 最高 (表 6)。同时马铃薯叶片内源 ABA 含量与内源 GA<sub>3</sub> 含量存极显著相关 (表 4)。说明外源 GA<sub>3</sub> 的涂抹降低了 A1、A3 品种的内源 ABA 含量, 却增加 A2 品种的内源 ABA 含量, 这一现象可能是由品种本身的特性所致。

## 2.2 外源激素处理与栽后 39 d 叶片内源激素的关系

### 2.2.1 内源 IAA 变化情况

图 1 表明, B2 和 B3 处理的叶片 IAA 含量变

化都下降, B1使A2、A3品种的叶片IAA含量下降, A1品种的IAA含量上升。经方差分析, 品种间差异显著, 激素处理组合间和二者互作效应达极显著水平, 以A1B1最高(表3, 6)。同时, 内源IAA与ZR极显著相关(表5)。由此说明外源GA<sub>3</sub>再涂抹MeJA使A1品种内源IAA含量增加。

表5 定植39d内源激素相关分析

项目	IAA	ZR	GA	JA	ABA
IAA		0.995*	0.477	-0.228	0.066
ZR	0.995*		0.429	-0.177	0
GA	0.477	0.429		-0.238	0.839*
JA	-0.228	-0.177	-0.238		-0.247
ABA	0.066	0	0.839*	-0.247	
株高 pH	0.045	0.044	0.437	0.095	0.562
叶面积系数	-0.095	-0.085	-0.280	-0.114	-0.278
植株鲜重	-0.249	-0.245	0.178	-0.200	0.445
单株块茎数	-0.573	-0.493	-0.592	0.410	-0.525

注: \*表示0.05显著水平, \*\*表示0.01极显著水平。

### 2.2.2 内源 ZR 变化情况

图1表明, B1使A1和A3品种内源ZR含量上升, 使A2品种下降; B2使A2和A3内源ZR含量上升, 使A1品种ZR含量下降; B3使3个品种的叶片ZR含量都上升。经方差分析, 品种间ZR含量差异显著, 激素处理组合引起的叶片ZR含量差异不显著, 但二者互作效应达到极显著水平(表3)。同时马铃薯叶片内源ZR与IAA极显著相关(表5)。由此说明涂抹外源GA<sub>3</sub>结合MeJA能增加A1、A3品种内源ZR含量, 降低A2品种的内源ZR含量。

### 2.2.3 内源 GA<sub>3</sub> 变化情况

图1表明, B3处理后3个品种叶片内的GA<sub>3</sub>含量均呈上升趋势, 而B1和B2处理则使A2和A3品种叶片内GA<sub>3</sub>含量呈下降趋势, 使A1品种呈上升趋势。经方差分析, 品种之间差异达到显著水平, 激素处理组合之间达到极显著水平, 二者互作效应显著(表3)。以A1B3处理的GA<sub>3</sub>含量最高(表6)。同时马铃薯叶片内源GA<sub>3</sub>与ABA含量达极显著相关(表5)。说明不论涂抹外源GA<sub>3</sub>结合MeJA与否, 则使A2和A3的GA<sub>3</sub>的含量下降, 使A1

品种的GA<sub>3</sub>的含量上升, 但还是低于B3处理。

### 2.2.4 内源 JA 变化情况

图1表明, B1使A2、A3品种叶片内源JA含量上升, 使A1具有相反表现; B2使3个品种的内源JA下降; B3措施使3个品种叶片内源JA含量上升。经方差分析, 品种激素处理以及二者互作效应达到极显著水平, B2与B3接近但显著大于B1, 以A3B2组合JA含量最高(表6)。说明涂抹MeJA会降低JA的含量。

### 2.2.5 内源 ABA 变化情况

图1表明, B1措施使A1、A2品种叶片内源ABA含量下降, 使A3品种具有相反表现; B2措施使A2、A3叶片内源ABA含量下降, 而A1则相反; B3措施使三个品种叶片内源ABA含量都上升。经方差分析, 品种和激素处理组合引起的叶片内源ABA含量差异不显著, 二者互作效应达到极显著水平(表3), 以A1B3组合ABA含量最高(表6)。在此期间, 马铃薯叶片内源ABA与GA<sub>3</sub>极显著相关(表5)。说明涂抹了外源GA<sub>3</sub>再涂抹MeJA能降低A1、A2品种内源ABA含量, 增加A3品种的内源ABA含量。

## 2.3 植株生长变化情况及其与激素的相关关系

马铃薯植株生长与内源激素有密切关系, 各处理组合间表现为不同的变化。

表3表明, 品种间、激素处理间定植后24d马铃薯的株高差异达到极显著水平, 二者互作效应达显著水平, 以A2B2组合的株高最大(表7); 品种间、激素处理间的叶面积系数差异不显著。二者互作效应极显著, 以A2B2组合的叶面积系数最大(表7); 品种间植株鲜重差异达到显著水平, 激素处理组合及二者互作效应也达显著, 以A1B2组合的植株鲜重最大(表7)。

表3表明, 品种间、激素处理以及二者互作效应在定植后39d的株高差异都达到极显著水平, 以A2B2的株高最大(表7); 品种激素处理间叶面积系数差异不显著, 二者互作效应达到极显著水平, 以A2B2的叶面积系数最大(表7); 品种间植株鲜重差异显著, 激素处理组合以及二者互作效应引起的植株鲜重差异达到极显著水平, 以A2B1的植株鲜重最大(表7)。

## 2.4 块茎生长发育情况及其与激素的相关关系

栽后24d是马铃薯块茎形成始期, 单株块茎

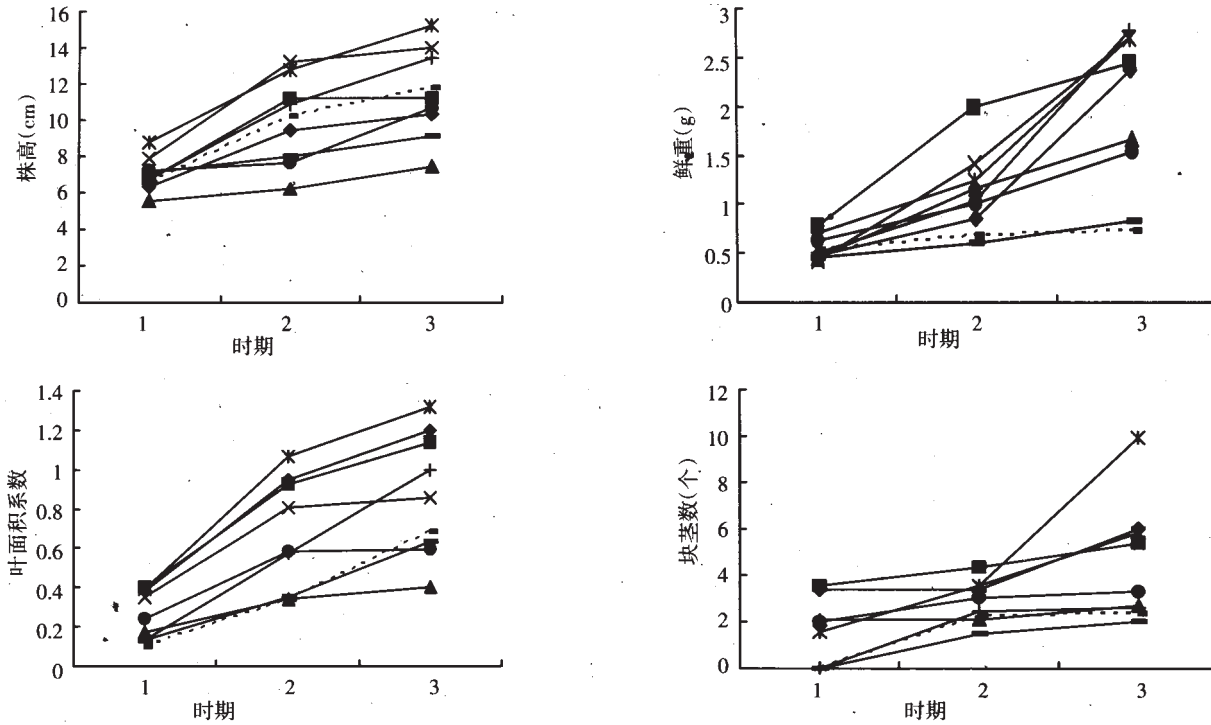


图 2 生物学性状变化情况

表 6 内源激素均值差异显著性测验结果

定植	IAA		ZR		GA		JA		ABA	
	品种	激素处理	品种	激素处理	品种	激素处理	品种	激素处理	品种	激素处理
24 d	A3 <sup>aA</sup>	B2 <sup>aA</sup>	A2 <sup>aA</sup>	B2 <sup>aA</sup>	A3 <sup>aA</sup>	B1 <sup>aA</sup>	A3 <sup>aA</sup>	B2 <sup>aA</sup>	A1 <sup>aA</sup>	B2 <sup>aA</sup>
	A2 <sup>aA</sup>	B1 <sup>aA</sup>	A3 <sup>aA</sup>	B1 <sup>bB</sup>	A2 <sup>bB</sup>	B2 <sup>bB</sup>	A2 <sup>aA</sup>	B1 <sup>bA</sup>	A3 <sup>aA</sup>	B1 <sup>aA</sup>
	A1 <sup>bA</sup>	B3 <sup>aA</sup>	A1 <sup>aA</sup>	B3 <sup>bB</sup>	A1 <sup>bB</sup>	B3 <sup>bB</sup>	A1 <sup>aA</sup>	B3 <sup>bA</sup>	A2 <sup>aA</sup>	B3 <sup>aA</sup>
39 d	A3 <sup>aA</sup>	B1 <sup>aA</sup>	A3 <sup>aA</sup>	B3 <sup>aA</sup>	A1 <sup>aA</sup>	B3 <sup>aA</sup>	A3 <sup>aA</sup>	B2 <sup>aA</sup>	A1 <sup>aA</sup>	B3 <sup>aA</sup>
	A1 <sup>aA</sup>	B2 <sup>bB</sup>	A1 <sup>aA</sup>	B1 <sup>aA</sup>	A3 <sup>bA</sup>	B1 <sup>bB</sup>	A1 <sup>aA</sup>	B3 <sup>aA</sup>	A3 <sup>bB</sup>	B1 <sup>bB</sup>
	A2 <sup>aA</sup>	B3 <sup>bB</sup>	A2 <sup>aA</sup>	B2 <sup>aA</sup>	A2 <sup>bA</sup>	B2 <sup>bB</sup>	A2 <sup>aA</sup>	B1 <sup>bB</sup>	A2 <sup>bB</sup>	B2 <sup>bB</sup>

表 7 生物学性状均值差异显著性比较结果

定植	株高 pH		叶面积系数		植株鲜重		单株块茎数	
	品种	激素处理	品种	激素处理	品种	激素处理	品种	激素处理
24 d	A2 <sup>aA</sup>	B3 <sup>aA</sup>	A2 <sup>aA</sup>	B2 <sup>aA</sup>	A1 <sup>aA</sup>	B1 <sup>aA</sup>	A2 <sup>aA</sup>	B1 <sup>aA</sup>
	A3 <sup>bA</sup>	B2 <sup>aA</sup>	A1 <sup>aA</sup>	B1 <sup>aA</sup>	A2 <sup>bA</sup>	B3 <sup>aA</sup>	A1 <sup>aA</sup>	B3 <sup>aA</sup>
	A1 <sup>bB</sup>	B1 <sup>bB</sup>	A3 <sup>bA</sup>	B3 <sup>bB</sup>	A3 <sup>bA</sup>	B2 <sup>aA</sup>	A3 <sup>bB</sup>	B2 <sup>aA</sup>
39 d	A2 <sup>aA</sup>	B3 <sup>aA</sup>	A2 <sup>aA</sup>	B2 <sup>aA</sup>	A2 <sup>aA</sup>	B2 <sup>aA</sup>	A2 <sup>aA</sup>	B2 <sup>aA</sup>
	A3 <sup>aA</sup>	B2 <sup>aA</sup>	A1 <sup>aA</sup>	B1 <sup>aA</sup>	A1 <sup>aAB</sup>	B3 <sup>bB</sup>	A1 <sup>bB</sup>	B1 <sup>aAB</sup>
	A1 <sup>bB</sup>	B1 <sup>bB</sup>	A3 <sup>aA</sup>	B3 <sup>bB</sup>	A3 <sup>bB</sup>	B1 <sup>bB</sup>	A3 <sup>bB</sup>	AB <sup>bB</sup>

数在品种之间差异极显著, 品种与激素处理互作效应差异显著(表3), 以A2B2的单株块茎数最多(表7)。表5的相关分析结果表明, 这段时间内, 单株块茎数与内源JA极显著相关。这说明, 内源JA对马铃薯块茎有诱导作用。

栽后39d是马铃薯块茎大量形成盛期, 单株块茎数在品种之间差异极显著, 激素处理之间达显著水平(表3), 以A2B2的单株块茎数最多(表7)。表7的相关分析结果表明, 这段时间内, 单株块茎数只与内源JA是正相关, 与其余4类激素都是负相关。这说明, 内源JA对马铃薯有诱导作用。但是, 在涂抹了MeJA后, 单株块茎数最多的却是没有涂抹的, 这又说明外源GA<sub>3</sub>对JA有负作用, 会抵消JA对块茎的诱导作用(表5)。

### 3 结论与讨论

#### 3.1 外源激素对内源激素的影响

外源GA<sub>3</sub>使叶片内源IAA的含量增加, 结合施用JA使A1品种内源IAA含量增加, 可能是外源GA<sub>3</sub>抑制IAA氧化酶或过氧化物酶的活性, 或者GA<sub>3</sub>促进生长素的生物合成, 或者GA<sub>3</sub>使束缚型IAA释放为自由型IAA的结果<sup>[7]</sup>。但GA<sub>3</sub>使内源ZR的含量增加, 而与基础苗比较则降低, 此与前人的研究结果是一致的, 结合施用JA使A1和A3品种的ZR的含量又有所增加; 外源GA<sub>3</sub>对内源GA<sub>3</sub>含量的影响在品种间表现不同, 使早熟和晚熟品种A3和A2增加, 使中熟品种A1含量下降, 不论结合JA与否, 都能使得A3品种的GA<sub>3</sub>含量呈下降趋势, 使A1品种呈上升趋势, 可能与其GA/ABA的平衡关系有关, 其结果有待进一步验证。外源GA<sub>3</sub>对内源JA有促进作用, 结合涂抹MeJA会降低JA的含量, 表明GA<sub>3</sub>对MeJA施用有抵消作用, 此与Castro<sup>[8]</sup>研究报道的块茎产生的内源GA不能干扰JA的作用观点不一致。同时使A3品种内源ABA含量下降, A1和A2品种增加, 此与结薯的差异是一致的, 表明高含量ABA有利于促进结薯<sup>[9-10]</sup>。结合施用JA使A1和A3品种的ABA含量下降, 而不结合JA处理的使A2、A3品种叶片内源ABA含量下降; 而后期均无激素处理的, 3个品种叶片内源GA<sub>3</sub>和ABA含量都呈上升趋势。本试验测定的两个时期的内源激素, GA<sub>3</sub>与ABA都呈极显著的正相关, 此与

Xin Xu<sup>[10]</sup>、蒙美莲等<sup>[11]</sup>的试验报道不一致, 有待于进一步研究。

#### 3.2 激素与马铃薯生长发育

外源GA<sub>3</sub>的涂抹对马铃薯株高有明显的促进作用, 对叶面积系数影响较大, 对高原7号的叶面积系数作用最突出。外源GA<sub>3</sub>对马铃薯植株鲜重有促进作用, 尤其对大西洋品种作用突出。GA<sub>3</sub>能显著促进马铃薯地上部的生长, 这与李凤云等<sup>[12]</sup>的实验结果一致。单株块茎数只与内源JA是正相关, 与其余4类激素都是负相关, 说明内源JA对马铃薯有诱导作用。由于内源JA含量与单株块茎数显著正相关, 表明内源JA对马铃薯块茎形成有诱导作用, 此又进一步证实了前人的研究结果。但是, 在涂抹了外源GA<sub>3</sub>再来涂抹MeJA, 就达不到增加马铃薯块茎的效果, GA<sub>3</sub>会抵消JA对块茎的诱导作用。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 胡云海, 蒋先明. 植物激素对微型薯形成的影响[J]. 马铃薯杂志, 1992, 6(1): 14-22.
- [2] 刘梦芸, 蒙美莲, 门福义, 等. 马铃薯生育期间内源激素的变化[J]. 马铃薯杂志, 1996, 10(4): 197-202.
- [3] Gregory L. Some factors for tuberization in the potato plant. Amer J Bot, 1956, 43: 281.
- [4] 连勇, 邹颖, 杨宏福, 等. 马铃薯试管薯发育机理的研究—外源诱导剂对试管薯形成的影响[J]. 马铃薯杂志, 1996, 10(3): 130-132.
- [5] 鄢铮, 郭德章. 植物激素对马铃薯试管薯形成的影响[J]. 中国马铃薯, 2004, 18(2): 84-86.
- [6] 王三根, 宗学凤. 植物生理学实验原理与方法[M]. 重庆: 西南农业大学, 2000.
- [7] 张石城, 刘祖祺. 植物化学调控原理与技术[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 37.
- [8] Castro G, Abdala G. Interaction between jasmonic and gibberellic acids on in vitro tuberization of potato plantlets[J]. Potato Research, 2000, 43(1): 83-88.
- [9] 连勇, 邹颖. 马铃薯试管薯形成过程中几种内源激素的变化[J]. 园艺学报, 2002, 29(6): 537-541.
- [10] Xin Xu, André A M van Lammeren, Evert Vermeer, et al. The Role of gibberellin, abscisic acid, and sucrose in the regulation of potato tuber formation in vitro[J]. Plant Physiol, 1998, 117(2): 575-584.
- [11] 蒙美莲, 刘梦芸, 门福义, 等. 赤霉素和脱落酸对马铃薯块茎形成的影响[J]. 马铃薯杂志, 1994, 3(3): 134-137.
- [12] 李凤云, 韩丽颖. 外源激素对马铃薯脱毒试管苗微繁的影响[J]. 中国马铃薯, 2002, 16(4): 214-216.

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2006)01-011-05

# 应用 AMMI 模型评价马铃薯品种的稳定性和适应性

杨志平, 何凤发, 王季春, 唐道彬, 吕长文

(西南大学农学与生命科学学院, 重庆 北碚 400716)

**摘要:** 应用 AMMI 模型对 6 个马铃薯品种的区试产量进行了分析。结果表明: 在线型回归分析的条件不具备时, AMMI 模型可解释基因型与环境之间的交互。通过 AMMI 模型双标图和稳定性参数可以比较基因型与环境交互的大小, 进而评价各参试品种的稳定性与适应性。

**关键词:** AMMI 模型; 基因型与环境交互; 双标图; 稳定性与适应性

品种区域化试验是作物品种审定、繁育推广的重要环节, 而品种的稳定性和适应性又是评价品种推广价值的一个重要参考指标。通常用基因型和环境交互作用来衡量品种的稳定性和适应性, 并且采用 Eberhart-Russell 及其它线性回归方法作分析, 然而线性回归分析必须依赖基因型与环境交互效应与加性环境指数间呈线性关系的假定, 当这一线性关系不成立时, 线性回归就显得无能为力<sup>[1]</sup>。要想

进一步鉴定品种的稳定性和适应性, 就必须采用聚类分析、主成分分析等非线性回归的方法作分析。近年来, 一种更为有效的加性主效和乘积交互作用模型 Addition Main effects and Multiplication Interaction Model (简称 AMMI 模型) 已经被广泛用于评价基因型的稳定性和适应性<sup>[2-5]</sup>, 与常规的方差分析和线性回归模型相比, 该模型应用范围更广而且更有效。本文用该模型对国家马铃薯品种区试西南组中晚熟马铃薯品种进行分析, 评价这些马铃薯品种的稳定性和适应性, 以期为进一步利用和推广提供参考。

收稿日期: 2005-11-25

作者简介: 杨志平 (1965-), 男, 高级农艺师, 主要从事马铃薯分子标记和辅助育种工作。

## Effect of Gibberellins(GA<sub>3</sub>) and Methyl Jasmonate(MeJA) on Endogenous Hormones and Development of Potato in Aeroponics

Qin Zhongqun, Wang Jichun

(College of Agronomy and Life Sciences, Southwest University, Beibei, Chongqing 400716, China)

**Abstract:** This test used split-plot design to study the effect of GA<sub>3</sub> and MeJA on endogenous hormones and development of potato in aeroponics, with main plot being varieties and split-plot being hormones. The result indicated that the content of endogenous IAA and JA of all varieties increased while endogenous ABA of the variety Gaoyuan 7 decreased when potato leaves were treated with extraneous GA<sub>3</sub>. Extraneous MeJA had inducement effect on tuber formation, but this effect was weakened while potatoes were treated with MeJA and GA<sub>3</sub> together.

**Key Words:** gibberellins; methyl jasmonate; aeroponics; endogenous hormones; tuber development