

赤霉素的应用

周 荣 仁

引 言

I. 赤霉素处理植物的方法与浓度的范围

1. 点滴处理法
2. 喷射处理法
3. 羊毛脂膏处理法
4. 注射处理法
5. 土壤处理法或沟施法
6. 水培处理法
7. 浸种处理法

II. 赤霉素在各种作物上的应用

1. 蔬菜作物
2. 经济作物
3. 禾本科作物
4. 牧草
5. 观赏植物
6. 木本植物
7. 果树作物

III. 赤霉素在其他方面的应用

1. 赤霉素处理对种子萌发的影响
2. 促进在不适生长环境条件下的植物的生长
3. 延迟或提早植物的休眠作用
4. 赤霉素在育种上可能的应用
5. 赤霉素除对高等植物以外,对其他生物的作用

IV. 赤霉素对植物的生理刺激与作用

1. 赤霉素对植物的生长和干物质的积累与环境条件的关系
2. 赤霉素对植物同化作用的影响
3. 失绿现象
4. 赤霉素对植物呼吸作用的影响
5. 赤霉素对植物吸收无机盐类的影响
6. 赤霉素在植物体内的运转
7. 赤霉素与吲哚乙酸等植物激素的关系

参考文献

引 言^①

赤霉素的历史、化学结构及其生理活性,于前几章内均已分别提及。由于赤霉素是一种具有高度生理活性的植物激素,而且与其他植物激素特异之处,在于它能直接强烈的刺激整体植物的生长,并对植物的开花、休眠、单性结实等重要的生理过程具有显著的作用。同时,在植物学上各种不同科、属的许多植物对赤霉素均普遍的发生各种不同的强烈反应。如将许多有益的反应加以利用,则在农业生产实践上,开辟了很大的增产途径。因此近几年来,引起了各国科学工作者的高度重视,在赤霉素对植物的生理效应以及理论研究方面,进行了大量的工作;在农、林、园艺等各种作物的栽培应用上,提供了许多资料、数据及广泛应用的可能性。但是,影响田间作物生长发育的因素很多,赤霉素的作用亦会受到各种不同环境条件的影响,在许多研究报导中,有些试验彼此互相矛盾或者并无结论。因此,赤霉素在植物栽培应用上的评价与鉴定,除国内外试验结果一致,已可肯定其应用的效果外,其他大多数植物的应用目的、方法与效果等等,均有待于研究工作者,在广泛的各种环境条件下积累试验资料,进一步进行研究试验,始能做出最后的结论。本章将叙述赤霉素的应用方法,各种作物对赤霉素的反应,国内外在赤霉素应用方面已有的成果,提出赤霉素对某些植物可能应用的前途;并将赤霉素对植物的某些生理作用及影响赤霉素对整体植物生理反应的重要因素予以初步的讨论。

I. 赤霉素处理植物的方法与浓度的范围

赤霉素处理植物的用量是很小的,一般每一植株自几微克到几毫克,甚至不到一微克即产生可见的效应。每亩的用量从几百毫克到几克,就可发生显著的作用。幼小的植株比成长的植物敏感,对于正在生长或还有生长能力的部分,几乎都可发生较快生长和伸长的反应。草本植物最快的于几小时内即可发生某些效应,而木本植物可能要几天或几个星期才能发生可以辨认的反应。一个种或品种发生反应的浓度范围很大,不同种或同种的不同品种以同样浓度方法处理后,反应并不相同。应当依据处理的目的与各种植物反应的特点来选择适当的浓度和方法。赤霉素处理植物的方法,一般有下列几种。

1. 点滴处理法

以赤霉素溶液滴在茎顶端生长点或其他部位上。用此方法处理对茎顶端生长点的刺激作用较强,因此,茎的伸长较喷射处理法更为显著(图 13-1),开花亦较喷

^① 本章引用国内各单位、作者尚未发表的资料,谨此致谢。

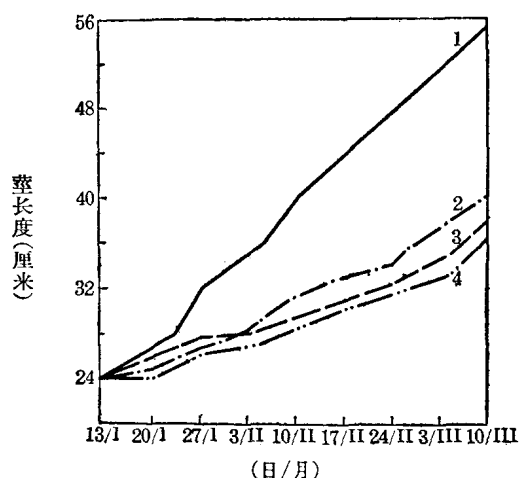


图 13-1 不同处理方法对一种菊科植物 (*Cineraria hybrida* Hort) 茎生长的影响

1. 滴生长点法处理 (100 ppm); 2. 喷射处理 (1.0 ppm);
3. 对照 (以水滴于生长点); 4. 对照 (喷水)

(自 Чайлахян М. Х., Кочанков, В. Г., 1961)

射处理法更为提早。这一方法的优点是每一植株均可定量处理, 剂量较为精确, 适于试验研究时采用。但在大规模田间应用时, 则无法进行, 实际应用时仅可用以处理盆栽的花卉、观赏植物或木本植物, 因为促进木本植物枝条生长, 用赤霉素直接滴于枝条生长点或休眠芽上比喷布于树冠上的作用要强烈得多。此外, 在采用这一方法时, 必须定期地经常进行, 才能获得显著的效果。

2. 喷射处理法

称取一定数量的赤霉素, 先以少量酒精溶解后, 再加水至定量的容积, 配成施用时所须浓度。于傍晚或晨露已干时用喷雾器喷布整个植株, 要求达到以润湿为度。为了增加粘附能力, 可加少量中性肥皂或烷基磺酸钠等润湿剂。此法适于大田应用。为节省劳力亦可与杀虫剂、杀菌剂混合后同时喷射。赤霉素与杀虫剂、杀菌剂混合施用, 既不减低杀虫或灭菌的效果, 也不影响赤霉素促进植物的生长作用 (北野等, 1958; Barton 和 Fine, 1958)。Barton 等 (1958) 并以试验证明, 单独用赤霉素喷射番茄植株, 尚可控制番茄早疫病的病害。在这种情况下, 单独喷布赤霉素不仅可以促进生长, 同时亦可使病害的程度减轻。

3. 羊毛脂膏处理法

先将一定重量的羊毛脂加热溶解后, 再将一定数量的赤霉素缓缓倾入, 充分搅拌均匀, 即配成 0.01~1% 的羊毛脂膏。当灌木、木本树种或植物器官 (叶、茎) 的表皮附有蜡质等, 不易使溶液沾附时, 可采用此法处理, 用以涂抹于被处理植物的一定部位上。这一方法的优点是药效维持时间较长, 且不须重复处理。

4. 注射处理法

借助于医用注射器,将赤霉素溶液注入植物茎秆、叶筒或休眠芽下的皮层处。在表皮附有蜡质的植物,溶液不易粘附渗透时,宜采用此法处理。

5. 土壤处理法或沟施法

已有许多研究报导,赤霉素溶液施于土壤中对植物的作用,与喷射处理法的效果相同(Persson 与 Rappaport, 1958; Merritt, 1958)。因此,于播种后或移栽植物时,可直接将赤霉素溶液施于土壤内,经过根的逐渐吸收,比之用赤霉素溶液短时间处理种子或幼苗更为有效。许多试验均证明,赤霉素处理同时配合施肥,增产效果更大(Leben 与 Barton, 1957; Morgan 与 Mess, 1958)。Norland 与 Erickson (1959)进一步将赤霉素与各种矿物肥料混合,在不同湿度下贮存 112 天后,用于四季豆幼苗,而后测定其效果。结果,不论用喷射处理或土壤处理,赤霉素的作用不受贮存期间湿度及与各种矿物肥料混合的影响;同时直接施于土壤中的促进生长的效果,可维持数月之久。

土壤处理可避免在根系相当发展以前,由于喷射处理后,会引起强烈刺激生长,致使地上部与地下部的生长不平衡;以及喷射处理后,易使植株发生纤弱细长的缺陷。如将与肥料混合的赤霉素于植物种植后沟施于土壤,则使根系发展,并能获得充分的营养,从而提供有利于刺激植物生长的时间,使赤霉素发挥更大的作用而获得更好的效果。除盆栽试验外,如在大田中应用,赤霉素的用量必然增加;同时在不同气候及各种土壤类型与土壤微生物存在情况下,对赤霉素的分解及作用的影响如何,均有待进一步的试验。

6. 水培处理法

将赤霉素溶液加入培养植物的营养溶液中,使根部同时吸收含有一定浓度赤霉素的营养液。在研究赤霉素对根的生长,及赤霉素对地上部与地下部生长比率的作用关系时,须采用这一方法处理。

7. 浸种处理法

将种子或块茎浸于赤霉素溶液,隔一定时间后取出播种。某些种皮较厚或木本植物的种子须预先浸于水中,甚至预先用硫酸处理,使种皮软化而赤霉素易于渗入(Kallio 与 Piirainen, 1959)。某些植物的浸种处理,用赤霉酸的效果较赤霉酸钾盐为佳,因为即使酸性很微弱亦可帮助赤霉素进入种皮。至于浸种时间的长短亦与赤霉酸能否迅速透入种皮有关,种皮的渗透性较差者,浸种的时间即须适当的延长。

赤霉素的处理方法大致如上所述。同一种植物以不同的方法处理,所得结果往往并不一致。如以少量赤霉素涂抹于玉米的下部茎节,则其气生根的生长比喷

射处理发生早而多;以赤霉素注入玉米心叶内时,则又与叶面喷射的效果不同,植株虽矮小,但雄蕊仍正常发育,能产生较多的果穗;对玉米幼苗进行喷射或涂抹处理,往往抑制分蘖,而浸种处理则反有促进分蘖的趋势(沈其益,1960)。赤霉素对于直接处理部分的变化往往较为剧烈,因此,随赤霉素应用的目的不同,须注意选择适当的处理方法,否则不能获得应有的效果。

赤霉素处理的浓度范围,取决于作物的种类、品种与处理的目的。刺激草本植物茎叶生长的浓度,一般为10~100 ppm;刺激抽苔,开花则要求100~1000 ppm,并需多次处理;增加结实率或形成单性结实的有效浓度幅度很大,约为5~500 ppm;增加花瓣大小或改变叶子形态,一般在10 ppm左右。但赤霉素的应用效果不仅限于浓度,并与植物的生育时期和栽培条件有极其密切的关系。较具体的应用方法、浓度与时期,将在以下各节内分别叙述。

II. 赤霉素在各种作物上的应用

1. 蔬菜作物

一、莖叶菜类

赤霉素处理植株最明显的反应是莖的伸长,增加叶的面积;而这类蔬菜的食用部分即以莖、叶为主,因此如赤霉素应用得当,可以刺激植物迅速生长,不仅能提早收获,同时亦可获得增产的效果。

芹菜:赤霉素对秋冬季栽培的芹菜,其作用首先表现在叶柄的增长,植株高度的增加,叶柄剖面直径增加并显著增厚等。从组织解剖的结果,可观察到导管与薄壁细胞亦显著增大,未经赤霉素处理的植株的导管,直径与薄壁细胞的大小平均为6.3微米与25.7微米,经赤霉素处理者则分别为8.4微米与29.1微米。处理后植株虽接近开始抽苔,输导组织增大但并未木质化。含水量与干物质含量百分率,大

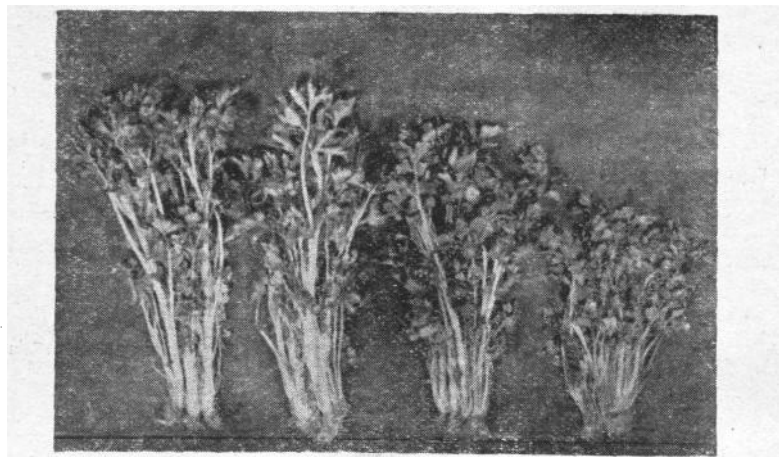


图 13-2 芹菜(洋白芹) (1959年4月4日摄)

赤霉素处理: 200 ppm, 100 ppm, 10 ppm, 对照(自左至右)

致与对照相近,但单株鲜干重的绝对量均有显著的增加。叶柄与叶片颜色较黄绿,似软化栽培的植株,每100克鲜重中维生素丙的含量及鲜嫩程度与对照并无差异(植物生理研究所生长素组,1959 a、b.;周荣仁等,1962)。全糖与还原糖含量较对照有所增加,全氮量、粗蛋白、粗纤维与灰分的含量均与对照相近(北野等,1958; Wittwer 与 Bukovac, 1958)。处理的适宜浓度为50~100 ppm,产量可增加50%左右(表13-1、13-4与图13-2)并可提早收获。国内外的试验结果,增产幅度亦大致与此相近(Rappaport, 1957; Wittwer 与 Bukovac, 1957 b; Мосолов 等, 1959; 沈其益, 1960; 单慰曾等, 1960)。

表13-1 赤霉素对不同的芹菜品种在不同季节的增产效果

品 种	处 理 至 收 获 期	浓 度 (ppm)	收获* 量(克)	增产 (%)	鲜重** (克/株)	干 重 (克/株)	含水量 (%)	干物质 (%)	株 高 (厘米)	茎 粗 (厘米)	維生素丙 的 含 量 (毫克/100克 鮮重)
洋 白 芹	59年3月12日 ~4月9日	0.0	18,906	—	114.6	46.0	96.0	4.0	42.0	0.74	6.6
		10.0	26,000	37.5	202.0	73.3	96.4	3.4	48.6	1.34	5.8
		100.0	28,062	48.4	196.8	68.4	96.6	3.6	50.1	1.36	7.0
		200.0	24,468	29.4	261.8	93.5	96.4	3.6	52.4	1.39	7.3
	59年5月14日 ~6月14日	0.0	16,404	—	8.15	0.49	94.0	6.0	27.9	—	—
		10.0	16,867	3.0	9.06	0.52	94.3	5.7	32.1	—	—
		50.0	18,002	10.0	9.29	0.54	94.2	5.8	33.8	—	—
	59年5月14日 ~6月14日	0.0	16,511	—	9.24	0.56	94.0	6.0	33.4	—	—
10.0		18,491	12.0	10.79	0.69	93.5	6.5	37.2	—	—	
50.0		19,352	17.0	12.64	0.77	94.0	6.0	40.0	—	—	
黄 心 芹	59年5月14日 ~6月14日	0.0	25,721	—	9.0	0.58	93.5	6.5	33.9	—	—
		10.0	31,279	22.0	10.1	0.66	93.5	6.5	39.0	—	—
		100.0	33,172	29.0	15.1	0.97	93.6	6.4	47.6	—	—

* 系40~42平方尺面积内采收的数字。

** 鲜、干重等项系取样5~30株测定数字。

北野等(1958)观察赤霉素处理秋季生长的芹菜的伸长部分,以内侧叶柄的伸长效果最大,较对照增长50~60%。喷射的次数增多则伸长效果也愈大,浓度高者药效持续时间较长。认为于收获前60天,每隔7~10天以50 ppm处理3~4次,最为适当。Kline(1958)在6月份选取不同株龄的植株,以40 ppm处理1~3次,每株剂量为0.34~0.44毫克。测定内外叶,侧枝与茎的长度以及鲜重的结果,株龄较大者叶的生长正常,外层叶数较对照为少,而内层叶数与对照相同,内外层叶柄长度与重量均较对照为大,尤以内层叶柄增长更甚。株龄较小者叶的生长受阻,缺刻多而尖锐,内外层叶数均较对照为少,叶片长度和重量与对照无多大差异,而叶柄的重量与长度则较对照减少,但茎的节间伸长,而重量大于对照两倍。据此指出芹菜对赤霉素处理的反应取决于株龄的大小,而且第一次处理时的株龄比处理次数与浓度更为重要。Takatori(1959)于美国加利福尼亚州对三个不同品种

芹菜,在不同季节不同地区以1~100ppm赤霉素钾盐处理,每英亩用10~20克配成100加侖溶液噴射处理1~3次,每次相隔一个月,最后一次于收割前三、四星期处理。夏秋季处理者濃度須在25ppm以上,始产生效果,药效可維持3~4星期。收获时叶柄长度較对照为大,但植株重量則沒有显著地增加。秋冬季于收获前4星期处理一次,处理濃度以50ppm以上效果較好。植株高度較对照增加1~3吋,叶柄长度的增加限制在心叶及其相邻的叶片,外輪叶片并不伸长,整个植株重量較对照略有增加。我們在1959年秋季以三个不同品种的芹菜于4~5張叶片时的幼苗期进行处理,一个月后收获,处理植株均未抽苔,处理者分別較对照增产3~29%(表13-1)。增产效果不及当年春季处理成长的植株。苏联在北部地区使用赤霉素可加强寬柄种芹菜的生长,并使收获期提早;但在南部地区应用赤霉素則易造成植株徒长,迅速抽苔,因而产生不良的影响(Усовский, 1958)。美国北方于芹菜收获前三星期,每英亩用3克赤霉素处理,获得增产的效果;南方地区用赤霉素处理的效果不及北方,亦易促进抽苔(Merritt, 1958)。因此,不同的地区,由于气温条件的不同,对赤霉素的应用效果亦会产生很大的差异。

生长期較短帶速熟性的綠叶蔬菜如莴菜、茼蒿、菠菜等,在赤霉素的作用下生长更为迅速。对不同品种在不同生育时期与气温条件下进行田間試驗,均获得增产的效果。产量增加的幅度为10~90%(表13-2, 13-4; 图13-3, 13-4)。从取样測定的結果可以看出,赤霉素处理后产量增加者,单株的鮮、干重与叶面积均大于对照。因此赤霉素对这类蔬菜的作用,不仅是促进植株的生长、莖的长度增加,更

表13-2 赤霉素对綠叶蔬菜的增产效果

种 类	生育时期	处 理 濃 度 (ppm)	采收面积 (平方尺)	收获量 (克)	收获量 (%)	鮮重* (克/株)	干 重 (克/株)	干物质 (%)	含水量 (%)	株 高 (厘米)	叶面积 (厘米 ² /株)
青米莧	5月1日~ 6月13日	0.0	270	21,500	100	2.22	0.26	11.66	88.34	13.4	42.7
		100.0	270	24,000	111.6	2.99	0.34	11.23	88.77	16.7	49.7
觀 音 米 莧	4月28日~ 6月2日	0.0	50	3,686	100	1.46	0.21	14.38	85.62	12.6	14.3
		100.0	50	5,029	136	2.15	0.34	15.83	84.17	16.3	17.4
“沈阳” 菠 菜	9月18日~ 10月18日	0.0	40	3,156	100	2.8	0.21	7.59	92.41	14.9	53.3
		10.0	40	3,600	114	5.2	0.34	6.53	93.47	20.6	—
		50.0	40	3,932	124	5.3	0.33	6.22	93.78	26.3	61.2
“广东” 菠 菜	9月18日~ 10月22日	0.0	40	3,086	100	2.03	0.21	10.34	89.66	13.9	56.7
		10.0	40	4,534	147	3.78	0.31	8.20	91.80	20.2	—
		50.0	40	3,849	125	4.33	0.39	9.01	90.99	19.8	88.0
小 荷 叶 蒿	5月30日~ 7月1日	0.0	400	59,300	100	—	—	—	—	—	—
		10.0	400	114,000	192	—	—	—	—	—	—
茼 蒿 (香菜)	10月1日~ 11月28日	0.0	40	2,695	100	1.87	0.18	9.65	90.35	19.6	—
		10.0	40	3,447	127	3.49	0.30	8.68	91.32	22.3	—
		50.0	40	5,230	194	3.78	0.32	8.50	91.57	25.9	—

* 系50~100株的測定数字。

表 13-3 赤霉素对蔬菜、苜蓿的生长与产量的影响

种 类	处理至收获期	处 理 度 (ppm)	采 收 面 积	收获量 (克)	收获量 (%)	茎 长 (厘米)	增 长 (%)	处理后 增加叶 数	节 数	分 枝 数
蔬 菜	7月28日~8月9日	0.0	50 丛	1174.5	100	25.2	100	3.5	5.7	5.7
		50.0	50 丛	1568.0	133.5	34.6	137.3	3.2	6.3	7.6
苜 蓿	3月25日~3月31日	0.0	24 尺 ²	1,094	100	19.4	100	—	—	—
		10.0	24 尺 ²	1,594	145.7	21.6	111.3	—	—	—
		50.0	24 尺 ²	1,812	165.7	21.5	110.8	—	—	—

表 13-4 土法生产赤霉素对各种蔬菜的增产效果

种 类	地 点	处理至收获期	处理浓* 度 (ppm)	收获面积 (平方米)	实 际 收 获 量 (斤)	折合每亩 产 量 (斤)	增 产 (%)
青 芹	川沙县花木公社 郁新生生产队	10月4日~10月27日	0.0 100.0	60.4 53.6	60.0 91.0	5958.0 10182.9	— 70.8
	川沙县花木公社 光明生产队	10月28日~12月9日	0.0 50.0	1885.0 996.0	1686.0 1122.0	5354.0 6969.0	— 28.0
雪里蕻	川沙县花木公社 第七生产队	9月22日~10月7日	0.0 50.0	165.0 153.3	89.0 107.0	3236.4 4196.0	— 29.7
	浦东县漕南公社	9月30日~12月13日	0.0 100.0	1040.4 1027.8	653.0 829.0	3720.0 4860.0	— 30.0
菠 菜	川沙县花木公社 建国生产队	11月18日~12月8日	0.0 50.0	2045.0 4171.0	376.0 1069.8	1098.0 1536.0	— 40.0
	川沙县张江公社	10月9日~10月15日	0.0 10.0	70.0 39.0	8.9 7.2	760.2 1105.8	— 45.0
莧 菜	川沙县花木公社 光明生产队	9月24日~9月28日	0.0 100.0	23.8 23.8	5.0 8.5	1260.0 2136.0	— 69.0
茼蒿	川沙县花木公社 第七生产队	10月8日~10月14日	0.0 50.0	625.7 782.2	170.9 291.0	1570.0 2240.0	— 42.0
蒿 苣	浦东县严桥公社 六里试验站	10月24日~11月2日	0.0	383.7	385.0	6020.3	—
			25.0	1534.7	1875.0	7330.4	21.7

* 浸提灭菌后的溶液经荧光及水稻幼苗法测定浓度后稀释至所需浓度。

主要是促进叶的生长、叶面积的增大以致同化面积增加,从而使每一植株鲜、干重的绝对重量增加,导致总收获量的提高(植物生理研究所生长素组,1959b)。林业土壤研究所于温室及田间进行试验,以10~50 ppm 处理菠菜三次,不论叶长、叶宽及鲜重都有明显的增加,处理后14~22天收获,产量增加36.8~186.6% (单慰曾等,1960)。

芥菜类的雪里蕻与弥陀芥,在6~8张叶片时,用10~100 ppm 赤霉素处理,植株显著增大,叶柄显著伸长甚至弥陀芥叶柄上瘤状突起亦逐渐变小或消失,田间试

驗的增产效果可达 30%。茺葵(香菜)于收获前 1 星期处理, 产量较对照可增加 27~94%。苜蓿为多年生宿根性草本植物, 上海市郊做为一年、二年生作物分批多次收割, 供蔬菜食用。以 10~50 ppm 于收割前五天处理一次, 单株的鲜、干重均较对照增加, 产量增加可达 65%。蕹菜亦为多次收获的蔬菜, 食其幼嫩的茎和叶。以 50 ppm 处理一次, 分枝数在三天后增加最为显著, 较对照增加 63%; 十天后仍超过对照 33%。叶的数目与茎节数并未增加, 但节间长度增长为对照的 137%, 产量增加 33.5% (表 13-3)。

以食嫩茎为主的高苣笋 (*Lactuca sativa* var. *angusta*) 用 2~50 ppm 处理“北京鯽瓜”品种, 前后共計 4 次处理, 十天后心叶分化加速, 叶数比对照

显著增多, 茎的伸长与浓度成正比, 50 ppm 处理者较对照植株长约两倍, 但过于细长, 鲜重反而减低, 后期木质化, 失去经济价值。用 2 ppm 处理者, 效果较好, 植株与嫩茎的鲜重均较对照增加, 增产 10% (李玉湘, 1959)。蔣有条等(1959)以“上海早尖”与“杭州籽子”品种进行試驗, 亦获得类似結果, 幼苗期处理的茎迅速伸长,

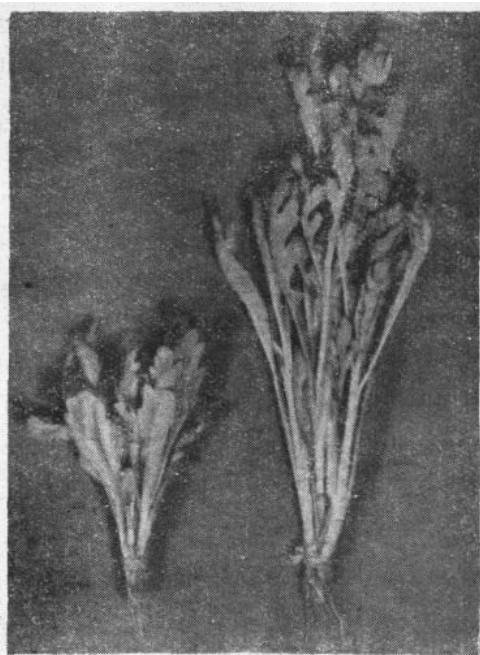


图 13-3 茺蒿(小叶茺蒿)
赤霉素处理: 对照(左), 100 ppm (右)
(1959 年 7 月 1 日摄)



图 13-4 蕹菜(广东蕹菜)
赤霉素处理: 对照, 10 ppm, 50 ppm (自左至右)
(1959 年 10 月 22 日摄)

呈畸形的生长;当植株具25張叶片时处理,反应較小不能达到应有效果;以在10~15張叶片时处理,最为适宜,可增产12~44.8%。上海地区种植的秋莴苣,用25ppm噴射处理1次,十天后收获,大田产量增加21.7%。叶用莴苣(生菜 *Lactuca sativa* var. *crispa*) 生长前期以10ppm处理,提早抽苔,生长不良,后期处理,植株增大,发育正常,可增产10%左右。

石刁柏(*Asparagus officinalis* L.) 因品种不同,对赤霉素的反应亦不一致。但对根莖上“位置”芽(positional bud)的休眠,赤霉素处理后能予以破除。第一次收割嫩莖后用赤霉素处理,促使更快生长,使以后发育的芽生长成为嫩莖的产量增加(Wittwer 与 Bukovac, 1958; 若木重敏, 1958)。

甘藍类中的花椰菜,从莖粗达0.5~1厘米时至形成6~8張叶片期間,每星期用100微克赤霉素处理,或者于形成8~10張叶片时用同等数量赤霉素噴射一次,不論在温室或田間条件下,早、中、晚熟品种均能更早形成花球。經处理的晚熟品种可与未处理的早熟品种同时成熟,提早10~25天收获。羽衣甘藍(*Brassica oleracea* var. *acephala*) 生长达上述阶段,以相同用量的赤霉素处理則提前开花。在温度18°C对照不开花情况下,处理的植株也会开花,在低温(5~7.5°C)下促进开花的效果最大(Wittwer 与 Bukovac, 1957b)。Morgan 与 Mess(1958) 每公頃用70和140克赤霉素处理羽衣甘藍,則未发生什么影响。“大平头”甘藍(*B. Oleracea* var. *capitata*) 在幼苗期每次用50~200ppm赤霉素溶液0.1毫升滴于生长点上,仅使植株生长高于对照,于叶球开始包心时,以10ppm噴射处理,对叶球的形成及增大并无作用。球莖甘藍(*B. Oleracea* var. *caulorapa*) 經10ppm处理后,則获得球莖显著增大的效果(植物生理研究所生长素組, 1959a)。

白菜于具有4片真叶时,以20~75ppm处理2次,20天后叶片的长、宽均較对照增大;盆栽試驗的結果,单株鮮重較对照增加40%左右(单慰曾等, 1960)。我們以不結球白菜(*Brassica chinensis*) 进行盆栽及在上海市郊的試驗結果,赤霉素可以促进植株抽苔,叶与叶柄的增长不显著,增产的效果亦不稳定,尚有待于进一步試驗。

北京农业大学园艺系曾对8科29种蔬菜进行試驗,結果与上述的均相一致,以食莖、叶为主的蔬菜除个别种类外,应用赤霉素处理均可获得增产的效果。但赤霉素結晶的成品价格昂贵,国内很多单位进行研究赤霉素的土法生产,直接以浸提灭菌后的溶液处理片菜、菠菜与莴苣等,均同样获得增产的效果(沈其益, 1960; 单慰曾等, 1960; 殷佩章, 1961)。植物生理研究所生长素組于上海市郊进行大田推广試驗的結果,擇要列于表13-4,說明其效果并不低于赤霉素結晶的成品;而其成本甚低,所須設備简单,操作較为簡便,生产的原料可以就地取材,为赤霉素的普遍应用开辟了广闊的途徑。但对莖、叶类蔬菜作物应用赤霉素处理时,必須注意下列几个問題,才能获得良好的效果。

(1) 处理的适当时期 赤霉素是一种生长刺激物质,不同于植物生长所必須的营养元素。因此必須根据各种莖、叶菜类的生物学特性、生育时期和环境条件

来确定适宜的处理时期。莧菜于4~5張叶片时处理,植株叶大、莖粗、生长健壮正常,到7~8張叶片时处理,主要是使莖伸长,增产效果减低。說明在生育期較短的叶菜类,用赤霉素处理其植株的幼嫩部分,效果最显著,因此宜早期处理。但用赤霉素处理,易刺激抽苔的茼蒿、生菜、莴苣等,过早处理则迅速抽苔,植株瘦弱、細长,单株鮮重增加并不显著甚至减低或丧失商品价值。以莖、苔为主要食用部分的油菜、白菜苔、油菜苔,用赤霉素处理后,能加速莖、苔的形成与生长,并可提早收获。主莖采摘后,側枝不断发生,可以陸續供应市場。生育时期較长的芹菜、雪里蕻等,幼苗期处理亦可加速生长,間拔后供应市場,处理后幼苗仍可进行移植。但不及及时收获,药效即逐漸消失,同时由于幼苗期气温較高,增产效果亦不及春季处理的成长植株(表13-1),因此仍以接近收获时处理为宜。

(2) 赤霉素作用的持續时期与濃度的关系 赤霉素对植物的作用,仅在較短的时间內发生刺激反应,因此必須增加处理次数或反复施用,效果才能繼續保持。但从实际应用的观点出发,如能仅处理一次即可达增产效果,則药品、人力均可减少至最低限度;但关键問題在于能否掌握处理的时期与濃度。广东生菜以10、50 ppm 处理10天后,莖、叶重量与濃度成比例地增加,但延續到18天收获时,50 ppm 处理者即与对照相近甚至略有降低,亦即在此8天内对照植株莖、叶的增长速度都超过处理的植株。莧菜以10、100 ppm 处理,在20天期間內鮮、干重虽繼續增加,但100 ppm 处理者在10天内增长最大(植物生理研究所生长素組,1959b)。第四章图4-8亦說明蚕豆以20微克处理,药效可延續20天,而高峰期在10天左右,同时在不同气温条件下,高峰出現时期与延續时间会提前或延后。因此,我們认为如能掌握不同种类的叶菜类,在用赤霉素一次处理后,当刺激生长达高峰时期进行收获,效果最好。于上海地区多次試驗的結果,生长期較短的莧菜、菠菜、茼蒿等于收获前十天左右,生长期較长的芹菜在收获前一个月处理一次,即可获得良好的增产效果。

(3) 环境条件对赤霉素增产效果的影响 外界环境条件主要是气温对赤霉素应用能否获得效果,关系极为密切。同一作物在不同的生长季节,以赤霉素同一濃度处理,其增产的效果有显著的差异。如芹菜和雪里蕻生长的适宜温度为15~20°C,因此在秋冬季或春季处理,赤霉素的增产效果較为显著。同时如果气温条件相同,由于品种特性不同,赤霉素的增产效果亦不一致。广东菠菜与沈阳菠菜均以10~50 ppm 处理,前者增产25~47%,后者仅增加14~24%(表13-2)。从品种特性看来广东种耐热,沈阳种耐寒,在上海地区的9、10月份气温条件下,正是适于广东菠菜的生长时期,因此赤霉素的应用尚須考虑品种特性及适宜的生长条件,才能發揮赤霉素的更大效果。此外在气温較高的情况下,赤霉素的作用发生較快,但药效持續時間較短,相反在气温較低的冬季,植物的生长速度本来就逐漸减弱,对赤霉素的反应亦較緩慢,药效的持續時間也相应延长。因此,根据赤霉素在不同气温条件下作物的不同反应的情况看来,在气温逐漸降低的季节,赤霉素处理的时间应适当提早;而在气温較高的季节,則以临近收获期时处理为宜。

其次,由于赤霉素处理后刺激了植株的迅速生长,因此,必须充分保证水分及营养的供给,如能配合施用追肥,增产效果将更为显著。同时赤霉素处理的植株或新生幼嫩部分,往往呈现淡绿色,增施氮肥可克服这一缺点。以赤霉素溶液与0.5% 尿素单独或混合处理苘蒿的结果,加入尿素混合处理者,不仅有助于克服叶色淡绿的现象;同时亦观察到两者对苘蒿植株各部分生长的效应并不相同。赤霉素单独处理者,株高增长,茎的长度比对照增加一倍,致使茎的鲜干重亦相应地增加,但由于茎的伸长而使叶的鲜干重稍有降低;单独以尿素处理者,茎的长度与对照相近,但叶的鲜干重却有增加。因此,以两者混合处理,增产效果更为显著(植物生理研究所生长素组,1959 b)。

二、豆 类

豆类以10~25 ppm的赤霉素浸种24小时,当温度为15°C时,豌豆、四季豆出土提早3~7天,10°C时只有浸种处理后的种子才出苗。由于在低温条件下能迅速出苗,因此,可减轻病虫害对正在发芽幼苗的为害(Wittwer与Bukovac,1957b;野口,1958)。矮生四季豆于出苗后连续处理4~5次,茎枝伸长,分枝的数目增加。10~20 ppm处理者,较对照提早开花结荚,可提前3~5天采收,并增加早期产量,而总产量与对照相近。用50 ppm处理者,有延迟开花的作用,使生育时期延迟、连续结荚,结荚总数增加57.7%,而总产量亦较对照增加33%(蒋有条等,1959)。在温室条件下生长的早熟品种的矮生四季豆,于刚展开2片叶子后,用10~25微克赤霉素滴于生长点,开花期提早3天、结荚增多,种子也提早7天成熟(Wittwer与Bukovac,1957 a、b)。在开始开花后,用5~50 ppm赤霉素溶液整株喷布或仅处理花与幼荚,每株结荚数虽未增加,但每荚的鲜重均大于对照,产量增加17%左右(植物生理研究所生长素组,1959 a、b)。Morgan与Mess(1958)在豌豆与蔓性四季豆开花和结荚初期,每公顷用140克的赤霉素处理,除刺激营养体生长外,产量与对照并无差别。日本协和发酵工业公司实验农场用10 ppm喷射处理矮生四季豆一次,增产31~79%,特别是栽培后期处理的效果更为显著。如以100 ppm溶液滴于生长点,株高增加91%,花数增加85%,植株与豆荚重量分别增加30%与116%;而与尿素混合施用者,效果更为显著,花数增加1倍,豆荚重量增加竟达4倍(若木重敏,1958)。因此,由于对四季豆的处理方法、品种与栽培条件的不同,获得的结果并不完全一致,尚须继续进行试验,才能予以肯定。

三、茄 果 类

Wittwer等(1957 a、b,1958)首先报导,用10~100 ppm赤霉素喷射花序可促进未授粉的番茄结实和生长。对单性结实的有效浓度甚至低于吲哚乙酸类型的植物激素,亦即其有效浓度的幅度较其他植物激素为广。但所得的果实大小与外形较正常授粉或用其他植物激素处理者为差。赤霉素如用做正常授粉后的辅助处理或与对氯苯氧代乙酸混合处理,则可获得较大的果实。对营养生长和开花习性

不同的 20 个番茄品种于幼苗期处理的结果,由于赤霉素加速植株生长,使得多数品种从播种到第一个花序开花的天数缩短了,特别是早熟有限生长的品种开花期的提早更为显著。在露地、温室及不同地区条件下以不同品种进行试验,许多工作者均获得形成单性结实的结果(Rappaport, 1957; persson 等, 1958; Luckwill, 1959)。至于能否增加番茄的结实率,试验结果不完全一致(Marth 等, 1956; Rappaport, 1957; Wittwer 与 Bukovac, 1957 a)。Gustafson (1960) 则指出,赤霉素处理可使第一果穗的结实率与果实数量增加,对第二、三果穗则无影响,因而认为仅在早春低温条件下结实率低时,应用赤霉素始可获得效果。苏联的工作者在保护地栽培条件下试验,除获得无子果实外,果实亦提早 5~6 天成熟,以 10~200 ppm 处理四个果穗的产量增加 11~42%。较低的浓度可获得正常大小的果实,风味较好,适于生食;浓度高达 200 ppm 则果实易发生畸形(Усовский, 1959; Неруцкий, 1960、1961; Загороднец, 1961)。

番茄植株经赤霉素处理后,引起株高及鲜、干重的增加,当每株处理的剂量高达 25 微克以上时,发生叶片与叶柄伸长,并使边缘的缺刻变成全缘,腋芽减少及叶色黄绿等异常的现象。当番茄从温室移植于露地时,以 10~50 ppm 喷射,可消除移栽后生长停滞的现象(Rappaport, 1957; Gray, 1957)。夏末由于受到太阳光谱红外线的影响,番茄的果实不能继续生长,每公顷用 10 克剂量的赤霉素溶液喷射,即可使果实的发育与生长恢复正常(Livorman 等, 1957)。

四、瓜 类

黄瓜用 100~250 ppm 处理后,株高与叶宽均大于对照,并形成无子果实,但高浓度则易产生药害(张永平, 1960)。露地栽培的黄瓜,于幼果长约 12 厘米时,以 5~20 ppm 喷射处理三次,能加速果实的生长,果实的重量亦较对照增加(单慰曾等, 1960)。北京农业大学园艺系以赤霉素浸蘸花与幼果,可以加速黄瓜的生长,这在冬季温室促成栽培上有很大实际意义。鲜食型或腌制型的黄瓜,不论栽培在长日照或短日照以及不同的氮素水平条件下,赤霉素均刺激黄瓜的茎蔓发育,使出现第一朵雌花前的雄花数增多(Wittwer 与 Bukovac, 1958)。Galun (1959) 亦证实赤霉素能引起黄瓜雄性表现的显著增加,并延迟第一雌花的出现。Peterson 等 (1960) 指出赤霉素处理使黄瓜雄花百分率增加与抑制雌花的形成,可用于杂交育种,并可用于性表现的遗传与生理上的研究。西瓜种子经赤霉素处理,能促进发育。但浓度过高,徒使地上部繁茂产量反致减低;香瓜则延迟结实,产量也较减少(若木重敏, 1958)。

五、薯 类

赤霉素可以打破马铃薯块茎的休眠,是异于其他植物激素的特性之一,此特性已为许多研究工作者所证实(Brian 等, 1955; Rappaport 等, 1958; Раумов, 1959; 赵可夫, 1959、1960)。马铃薯生产上应用赤霉素的主要目的是破除休眠,促进提早出芽且使之出苗整齐一致。这一效果特别在对萌芽不利的寒冷或潮湿气候下特别

显著。因此于早春或两季栽培时可提早播种,争取在炎夏或秋末低温前增加其生长时间,从而可以提高其块茎的产量达30% (Merritt, 1958; Линник, 1958)。赤霉素处理后能否增产,关键在于处理种薯时的浓度与时间。休眠或半休眠种薯用1ppm浸1~2分钟,老种薯则用更淡的浓度(0.5~0.25ppm) (Wittwer 与 Bukovac, 1958)。北京农业大学农学系(1961)用0.5ppm浸一小时亦获得良好的效果。这种浓度比最初用以破除马铃薯休眠的浓度(10~25ppm以上)要低得多。浓度过高易使茎枝徒长而纤弱细长,并刺激匍伏枝伸长,结薯小而多,如果应用的浓度与时间适宜,则处理后于种薯基部发生的“侧芽”与从顶端发生的“顶芽”生长得一样快,每芽眼萌发的枝条数目亦远比对照为多。除提早出苗外,出苗率亦大为增加,刺激匍伏枝提早发生、伸长与膨大,使每株结薯数与大薯的数目增加。春季栽培的马铃薯产量增加10~30%,而秋季栽培者增产近于3倍。日本工作者塚本用“男爵”品种进行试验,在0.5~5ppm范围内的处理区较对照区增产可达3倍。山崎用“农林一号”试验,增产2倍,产量最高的处理区甚至较对照区高达25倍(见若木重敏, 1958)。但如在开花前3周每公顷用40和140克赤霉素喷射植株,则茎叶生长增强,块茎的数目增加,而收获总产量却减少30% (Morgan 与 Mess, 1958)。苏联植物栽培研究所以0.1~100ppm喷射马铃薯的野生种 (*Solanum demissum*) 植株,视其对块茎形成的影响。处理的植株高度及茎的鲜重虽有增加,但浓度愈高,块茎的重量减低愈大 (Разумов, 1959)。Humphries (1958, 1960) 以50ppm喷射处理两次,第一次取样时,茎叶干重增加,薯块干重减少但块茎数目增加;第二次收获时,块茎重量虽有增加,但当时块茎尚未完全形成,不能肯定最后产量是否增加,并且处理后引起匍伏枝强烈伸长和块茎上鳞叶显著产生。如在收获前1~4周用10~100ppm喷射植株,则收获时块茎均已萌发,施用时间愈早浓度愈大,块茎萌发的百分率愈高 (Lippert 等, 1957)。因此企图以赤霉素处理马铃薯植株而获得增产的效果尚在怀疑中,而浸渍种薯的增产效果较为肯定。同时以赤霉素浸渍种薯的用量极少,处理方法亦很简便。每克赤霉素可处理种薯10吨而且可以重复使用,亦可结合防治病害的药剂一同浸渍 (Merritt, 1958)。赤霉素在马铃薯的应用上结合农业技术措施,除有很大的增产潜力外,尚可解决一年内两季栽培及留种等问题,因此极有应用前途。

甘薯“胜利百号”、“南瑞茗”和“北京248”等品种以0.5~100ppm喷射叶面,显著刺激茎、蔓的生长;用40ppm处理者可增产20%左右。浸渍薯出的效果较差,“南瑞茗”在所有浸苗处理浓度中均较对照减产 (陶开熙, 1961)。日本协和发酵工业公司试验场的试验结果,“金时”系统经处理后,地上部繁茂、结果减产,“冲绳100号”系统则似有增产希望 (若木重敏, 1958)。甘薯的不同品种对赤霉素的反应差异很大,是否能获得增产效果尚不能予以肯定。

六、根 菜 类

用赤霉素处理根菜类的结果,往往是刺激地上部分的生长,地下部则没有明显

的差异。萝卜、胡萝卜經多次处理,則可于当年抽苔、开花(植物生理研究所生长素組, 1959 a; Wittwer 与 Bukovac, 1957 b)。每公頃用 70~140 克赤霉酸噴射处理飼用蕪菁,莖叶的初期生长受到刺激但产量并不增加。胡萝卜在 2.5~5 厘米长时,每公頃用 210 克赤霉酸噴射,莖叶生长增加而收获时較对照减产 15% (Morgan 与 Mess, 1958)。但 Мосолов 等(1959)报导,經赤霉素处理的甜根香芹(петрушка сахарная, корневая),不仅地上部重量增加,亦获得直根的重量較对照增加 1 倍的结果。因此,赤霉素对根菜类的效果,有待进一步的試驗。

七、鳞莖类

系蔬菜作物中对赤霉素不发生任何反应的作物。Усовский (1958)、Мосолов (1959) 以赤霉素处理大蒜、洋葱均无效果,认为可能是叶表具有蜡质层而妨害赤霉素溶液渗入的缘故。但以 10~200 ppm 每周用 0.5 毫升滴入叶腋或注射于叶筒内,共計处理七、八次,收获时“紅玉”洋葱与“白皮”大蒜的鳞莖直径和重量,与对照并无显著差异,濃度高者洋葱的鳞莖重量反較对照减低(植物生理研究所生长素工作組, 1959 a)。

2. 經济作物

植物地上部的营养器官,如莖、叶,其生长对赤霉素极为敏感。因此除綠叶蔬菜外,凡利用植物莖叶部分的經济作物,乃成为許多研究工作者研究試驗的对象;同时由于許多植物普遍的对赤霉素均发生反应,而經济作物的經济价值較高,因而試驗研究的范围与内容十分广泛,文献报导很多,擇要綜合于下。

一、烟 草

烟草很早即成为日本学者的研究对象,在处理的 4 个品种中,叶数均有增加,其中 2 个品种的叶片数增加 1 倍以上,植株高度增加极其显著。另一次試驗于移栽后 50 天处理一次,叶数、叶面积均較对照为大,但收获时莖、叶重量則略有减低(戴田、住木等, 1941、1943)。

Чайлахян (1958 a) 用要求两种不同光照的烟草 (*Nicotiana silvestris* 及 *N. tabacum*) 以赤霉素处理,不論在长日照或短日照条件下,这两种烟草的植株高度及单株鮮重均比对照有显著增加。赤霉素对烟草生长的刺激作用首先表现在节間的强烈伸长,莖增粗,叶子增大,同时叶呈淡黃綠色。以后繼續用美洲烟草进行試驗,当植株高达 20 厘米、叶片 4~5 張时开始处理,共計以 10~100 ppm 处理 6 次,至收获时不仅植株高度及鮮重較对照植株增加 2 倍半,而且每株叶数亦增加 1 倍(Чайлахян 等, 1960 b)。罗士韋等(1960 a)在增加烟草(品种为河南的“黃苗松边”)植株高度及鮮、干重方面的試驗,亦获得相似结果。Parups (1959) 于加拿大进行烟草盆栽及田間試驗,烟草叶子产量亦略有增加。赤霉素对烟草生长的刺激作用,表现在节間强烈伸长,莖部增粗,叶子变长而狭、边缘卷曲,叶色黃綠等方面的試驗结果均較一致。但烟草叶内尼古丁含量在赤霉素影响下降低 36~75% (罗士韋等,

1960a; 藪田, 1943)。据 Parups (1959) 的分析結果, 經赤霉素处理后, 不論是幼苗或是近成熟的植株, 叶片及根的尼古丁含量均显著减少, 而且尼古丁含量的减少, 不决定于叶片干物量的增加或减少。处理赤霉素的时间与剂量关系对生长的反应指数亦适用于尼古丁含量的变化, 并进一步推测叶片内尼古丁含量减少系由于应用赤霉素后根内新陈代谢改变的结果。Burk (1958) 亦获得各种烟草 (*N. tabacum*, *N. tomentosa*, *N. tomentosiformis*, *N. otophora*, *N. wigandoides*) 及各种不同的变种經赤霉素处理后, 有机碱性物质含量均显著减少的结果。应用赤霉素剂量愈大, 有机碱性物质含量愈少; 但有机碱性物质的成分在任何試驗中均沒有变化。因此生产烟叶的烟草可以用赤霉素处理, 不仅增产, 还可降低尼古丁含量。但专为生产尼古丁的烟草, 則不宜应用赤霉素处理。

赤霉素对烟草的生长效果比較肯定, 但烟叶的产量是否增加, 与供試品种、日照长短及营养供給有密切关系 (Евтушенко, Гончар, 1960), 因此仍須进一步进行各种不同品种在不同条件下的田間試驗, 并进行烟叶在收获后及在貯藏期間的化学成分的分析。

二、茶

藪田等首先在小面积上进行試驗, 当茶叶植株在第一次摘叶后用 100 ppm 赤霉素溶液噴洒, 处理 3 星期后收获, 总鮮重和叶片数目分別增加为 58% 和 28%。并且嫩枝形成至芽叶硬化的時間延迟, 因而采茶期亦可相应的延长。在生长后期以另一品种于第二次摘叶后进行处理, 总鮮重和叶片数目都减少, 但是每个芽的鮮重增加。在所有試驗中叶芽均显著延长, 嫩枝节間伸长。赤霉素对莖上部 and 較低部的叶片之間的效应有显著不同, 株丛上部叶片顏色淺綠而小, 其重量总是等于或少于对照植株叶片的重量; 而株丛下部叶和芽均較大, 叶表有光澤, 重量亦略有增加 (藪田貞次郎、住木諭介、鳥井秀一, 1943)。在苏联亦进行了茶树試驗, 納赫密多夫 (1959) 于早春以 20~50 ppm 赤霉素溶液噴洒 3 次, 促进嫩枝蓬勃生长, 新形成的嫩枝数量于处理 3 星期后每天都有所增加, 二叶、三叶、四叶的芽叶数目增多, 嫩枝节間距离伸长, 叶片柔嫩变窄。以 50 ppm 处理者叶芽数量增加 7.3 倍, 而产量較对照增加达 6.5 倍。产量增加的幅度决定于赤霉素的濃度。温州五馬公社生物化工厂与福建福鼎茶叶試驗場 (1961) 合作进行的試驗于第一次采摘后, 以 5~50 ppm 濃度进行 5 次噴洒处理, 叶芽的数目未見增加, 但每个芽的重量增加了, 先后收获 3 次, 总計产量較对照增加 4.2~87.3%。Али-Заде 与 Котомина (1960) 于秋末冬初进行試驗, 以 200 ppm 噴射 5 次, 在平均气温 6°C 条件下, 經赤霉素处理者枝条上部及下部的腋芽均生长正常并繼續生长, 对照的茶树植株, 生长則极微弱, 因而处理茶树的叶芽数目显著增多, 并在不能采茶条件下每公頃可收获 152.8 公斤的产量。因此, 赤霉素对促进茶丛枝条及叶芽生长的效果是可以肯定的, 在一定条件下产量也可获得显著增加。但一般每年約采茶 3 次, 每年的总产量与对第二年产量的影响如何, 以及在不同的茶丛的栽培管理条件下赤霉素对不同的茶树品

种的应用效果如何,尚缺乏研究資料。

至于經赤霉素处理后茶叶的品质,据藪田等分析結果:其中維生素丙、氧化酶、咖啡碱、单宁,含氮量、粗纖維与可溶性物质的含量均无多大变化(藪田貞次郎、住木諭介、鳥井秀一,1943)。

三、大 麻

Lona 与 Bocchi (1956) 曾报导,以赤霉素处理大麻植株,35 天后植株高度即較对照增加 1 倍。經 100~200 ppm 多次重复处理,赤霉素强烈地刺激大麻莖干生长,植株可高达 3~5 米,比对照植株的高度增加 1.7~2.5 倍。由于主莖的强烈生长,分枝的长度則較对照减少。随莖干长度的增加,纖維的长度亦相应的增加了。莖的直徑(厚度)較对照植株增加 4~29%,因而植株的鮮重增加,纖維的产量較对照植株增加达 1.5~2.0 倍,甚至高达 3 倍。至于纖維的质量,苏联中央亚麻及韌皮纖維科学研究所曾予以鉴定,认为赤霉素处理后的大麻增加了实际上莖的工艺长度(从植株莖部到上部分枝处),柔軟度(Гибкость)降低,以致减少浸漬時間,从而提高浸漬发酵的麻莖在浸漬程度上的一致性,提高了莖内纖維的含量和初級纖維(Элементарное волокно)的数量与长度,并且增加纖維的强度与堅固性(Чайлах-ян 等,1960 b; Загороднец, 1961)。Разумов (1960 c) 于短日照处理期間,以 100 ppm 赤霉素处理,亦强烈刺激莖、叶生长,較对照高达 1.5~2.0 倍。田間試驗的結果与未經赤霉素处理的植株相比較,高度增加 51%,重量亦增加 46% (Загороднец, 1961)。因此,不論在試驗条件下或田間条件下,赤霉素均可促进大麻的生长,并增加纖維产量。但仍須繼續研究赤霉素的剂量与处理的时期对大麻雌雄株生长及纖維产量品质的影响,特別是植株高度增加后,应在不同的种植密度、水分及营养状况下进行大田試驗,以肯定赤霉素应用于大麻的实际效果。

四、棉 花

以赤霉素溶液或粉剂噴佈陆地棉 (*Gossypium hirsutum* L.) 的植株,虽刺激营养生长,但結鈴数减少,并且使成熟期延迟。不論生长在任何有利条件下的植株,应用赤霉素的結果,可以促进生长或破除由于“脫力”(cut off),即由于正在发育中的棉鈴負担,引起营养体和花芽发育的停止而发生的休眠現象。但却不能使产量或纖維和种子特性有显著改进。因为植株的营养生长、开花与果实发育都在相当长時間內同时进行,赤霉素虽促进了生长,但对繼續开花結实却产生不利影响。但如以 1~100 ppm 的 0.25 毫升的赤霉素直接应用于开花时或 1~7 天的棉鈴花冠上,則有保鈴作用,使花柄不发生离层,最高可保住 100% 的棉鈴,而未經处理的植株,則仅有 30% 棉鈴未掉落。在結鈴率低时亦可保留 50% 的棉鈴而对照植株的結鈴率仅为 10%。由于赤霉素而增加保住的棉鈴,其鈴重較輕,絨长則較长(見 Wittwer 与 Bukovac, 1958; 沈其益, 1960; Stuart 与 Cathey, 1961)。

由于赤霉素具有加速并增加莖秆生长的作用,Варунцян (1959) 企图用赤霉