

香蕉冷害征状及生理指标和有效 防寒措施研究*

黄晓钰 季作樑 李沛文

(园艺系)

提 要

冷害严重影响我省香蕉生产发展。本文采用人工气候箱模拟广州市郊冬季低温天气对大种高把香蕉作处理,观察低温下植株的变化并作冷害生理指标测定。此外,为作抗寒的探索在蕉园里采用高空喷灌和树体喷抑蒸保温剂两项防寒试验。

香蕉植株在人工模拟的低温条件下,到10°C时生理作用受阻,5°C时冷害征状出现,3°C时冷害严重,征状显著,1°C下植株死亡。大田生产中从5°C开始就必须防寒,有1°C出现的地区不宜发展香蕉生产。

低温下香蕉叶片细胞膜透性增加,其出现早于冷害征状。这种变化取决于低温的严酷程度及时间。温度较高、时间较短,伤害不严重则透性增加小而且可逆,反之透性激增并不可逆。这变化可作为鉴定香蕉冷害的生理指标。

低温下香蕉生理作用异常,光合作用和蒸腾作用显著降低;3°C以上呼吸作用降低,3°C以下呼吸作用不正常地升高。

低温使香蕉叶肉细胞亚显微结构破坏,3°C下叶绿体受破坏,1°C时线粒体结构也破坏了。其结果是引起细胞的死亡。

冬季寒潮期间,气温在5°C至1°C,人工喷灌水温为10~20°C,对香蕉不起防寒作用。冬季适时对香蕉树体喷抑蒸保温剂有一定防寒效果,可减轻冷害的征状。

前 言

香蕉原产热带,喜温畏寒,当温度下降至一定程度时则受害。我国香蕉主产区,大都地处亚热带,冬季常因寒潮入侵,给香蕉生产带来很大危害,轻则造成减产,重则导致全部失收。广东省东莞县自1957~1963年,曾出现四次引起香蕉严重伤害或致死的低温。全省产量1975年为261万担,1976年因寒害降至44万担,1978年恢复到144万担,1980年又因寒潮影响,产量降为75万担。因此,对香蕉冷害发生的规律,危害的机理,以及防寒等方面的研究就显得十分必要。

国内外有一些关于香蕉植株冷害后征状的观察和记载的报道^{[2][3][11]},但在低

*本文承李明启教授审阅,并由本院人工气候室和电镜室的同志协助完成,谨致谢意。

温下其内部生理变化及这些变化与外部征状间的联系却了解得较少。对防寒措施国内外也作了一些探讨^{〔3〕〔6〕〔12〕},但仍未能找出实际有效的方法。本研究主要在前人工作的基础上,进一步探讨香蕉遭受冷害的温度及冷害过程中的生理变化与受害征状之间的联系,并探讨香蕉有效防寒措施,为大田防寒和选育抗寒品种提供依据。

材 料 和 方 法

(一) 材料 用75~85cm高,具6~8片叶的盆栽大种高把香蕉〔Musa(AAA群)大种高把〕苗。

(二) 低温处理 采用加拿大Convion PGV36型人工气候箱,模拟广州市郊冬季寒潮天气,对供试材料作连续低温处理。每次重复九天。处理条件:光照每天11小时,自7~11时光强为6000勒克斯,自11~18时为8000勒克斯;相对湿度80~98%;温度变化分三个顺序时段见表1。

表1 低温处理期间人工气候箱内温度变化

低温顺序时段	起讫日期 (天)	最高温度 (°C)	最低温度 (°C)	平均温度 (°C)	昼夜温度变化			
					凌晨	上午	中午至午后	夜间
					2~8时	8~11时	11~18时	18~2时
I	第1—3天	10	5	8	5	8	10	8
II	第4—6天	8	3	5	3	5	8	5
III	第7—9天	7	1	4	1	4	7	4

(三) 冷害现象的观察及生理变化测定

1. 叶片细胞亚显微结构电镜观察:分别从未经低温处理和经三、六、九天低温处理的植株第2片展开叶(从心叶起算,以下同)叶片中部取样,样块放入用pH7.4磷酸缓冲液配制成的4%戊二醛溶液里,在4°C下固定2小时(开始时在真空干燥器中抽气20分钟),然后取下沉的样块用磷酸缓冲液冲洗6次,放入1%锇酸中,在4°C下固定6~7小时,磷酸缓冲液冲洗6次,50%、70%乙醇各脱水15分钟,扫描观察的样块喷金后在日本电子公司JSM-255型电镜下观察和拍照。透视观察的样品经70%乙醇脱水后,用1%醋酸铀染色16小时,80~100%各级乙醇顺序脱水各15分钟,用环氧丙烷脱水2次,然后用618环氧树脂渗透后包埋,包埋聚合后,用奥地利Omu4型超薄切片机切片,并采用双染色法染色,染色后在荷兰飞利浦EM400型电镜下观察及拍照。

2. 叶片细胞膜透性的测定:用电导法测定香蕉叶片细胞膜的透性。低温处理期间每天从植株第一片展开叶上用扭力天平称取叶片1克,样块用重蒸馏水冲洗干净,用滤纸把水分吸干后放入试管内,并加入20毫升重蒸馏水,用牛皮纸包扎试管口,然后放在恒温箱内在25°C下静置22小时,取出在25°C(±0.5°C)并用上海第二分析仪器厂DDS-1AA型电导率仪测定叶片组织渗出液的电导率。测定后在压力锅内加压水浴20~25分钟,重新在25°C下静置22小时,再测电导率。以组织电解质渗出率表示细胞膜透性。

$$\text{组织电解质渗出率 (\%)} = \frac{\text{水浴前组织渗出液电导率} \mu\text{S/cm}}{\text{水浴后组织渗出液电导率} \mu\text{S/cm}} \times 100\%$$

3. 蒸腾强度测定: 在低温处理期间, 于每日12时至16时, 用蒸腾盒法^[1]测定香蕉第2片展开叶的蒸腾作用。

4. 光合作用和呼吸作用测定: 用改进干重法测定光合作用和呼吸作用^[5], 改用丙二酸包扎叶柄以阻止光合产物输出。在未经低温处理和经过二、五、八天低温处理的植株第2片展开叶上用丙二酸(0.01M)包扎叶柄, 然后从叶片一侧的顶部、中部、基部叶缘至中脉处各剪取一小块叶片, 裁成15cm²样块并剪碎装在烘锅中, 放入烘箱内在100℃下烘20分钟, 取出作对照。留在植株上同侧叶片用作两种处理, 一组光照、另一组遮光, 经7小时后, 把这两组叶片分别剪下, 按对照组那样处理后, 三组样品同时在85℃下烘干至恒重。

(四) 防寒试验

1. 喷灌防寒: 1980年1月31日至2月12日寒潮侵袭期间, 在华南农学院三区蕉园, 采用旋转式自动喷灌机, 于每天最低温(5℃开始)时喷水防寒, 并用半导体点温计测定叶面温度变化。以人工气候箱作补充试验。大田喷灌水温为20℃, 人工气候箱为10~14℃; 大田喷灌用水量为3.2mm/小时, 人工气候箱为3.8mm/小时。

2. 树体喷抑蒸保温剂防寒: 1980年12月28日至1981年1月31日, 在华南农学院三区蕉园用直筒式喷雾器把抑蒸保温剂水溶液均匀喷洒到香蕉植株各部位。用药浓度为30倍、50倍和60倍的水溶液。于1980年12月28日、1981年1月8日和1月20日前后三次喷药, 每次均在上午9时进行。

结 果

(一) 低温处理后香蕉植株形态变化 据试验观察结果, 5℃以下低温对香蕉影响显著。开始二天未出现明显征状, 第三天第一片展开叶叶缘变黄, 叶面有分散褐斑, 受害较重的幼嫩叶片叶缘向上内卷; 植株移回常温下较快恢复正常生长。最低温度下降至3℃时, 冷害征状迅速发展, 经三天后叶片均褪绿, 叶面褐斑扩大, 叶片萎蔫下垂, 假茎的外层叶鞘变褐, 但生长点、球茎未受害; 植株移回常温下缓慢恢复生长。再在1℃下处理三天, 伤害变为极端严重, 植株移回常温下逐渐死亡, 不能再恢复生长, 球茎也冷死, 变黑褐色, 无吸芽抽出。

(二) 叶片下表皮细胞及叶肉细胞某些细胞器的变化 低温使香蕉叶片细胞破坏。未经低温处理的香蕉叶片下表皮细胞排列整齐, 气孔的保卫细胞成肾形, 旁边各有一副卫细胞, 气孔张开。表皮上蜡粉成卷带状(图版1、2)。经低温后, 因细胞变形排列无规则, 保卫细胞干缩, 把气孔拉成一空洞。表皮上蜡粉成碎块状(图版3、4)。

正常香蕉叶片叶肉细胞的叶绿体由双层外膜包围着, 膜内基粒分散在基质中, 基粒由扁平类囊体有规则地排叠成, 基粒片层间由间质片层相连(图版5、6)。经九天低温处理后叶绿体外膜变模糊, 基粒片层排列方向改变, 类囊体凝集, 重叠, 形成许多空泡(图版7、8)。

正常线粒体成椭圆形，有双层外膜包围，并具明显内嵴结构（图版9）。低温处理后线粒体形状改变成长条形或不正形，内嵴结构破坏（图版10）。

（三）低温对香蕉叶片细胞膜透性的影响

1. 低温下香蕉叶片组织电解质渗出率增加（表2），并随低温时间的延长和温度的下降而递增。5℃以上电解质渗出率增加的速度较慢，幅度较小，在同一温度下其累积增加率为45%。在3℃以下时间作用显著，在同一低温条件下随着时间延长电解质渗出率激增，在3℃和1℃时同一温度下累积增加率均激增为112%。

表2 受冷后香蕉叶片组织电解质渗出率的变化

重 复	低温时间(天) 日最低温(°C)		处 理 前	预 备 日 10°C	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					5	5	5	3	3	3	1	1	1
1°			11.9	12.7	15.4	14.4	16.9	17.4	22.2	30.4	30.0	41.3	44.7
2°			13.9	14.2	16.2	17.7	21.6	23.9	35.1	37.2	41.3	43.4	51.8
平 均			12.9	13.5	15.8	16.0	19.3	20.7	28.7	33.8	35.7	42.4	48.3
比处理前增加百分率(%)				5	22	24	50	61	122	162	176	228	274
在同一温度下日增加率(%)					17	2	26	11	61	40	14	52	46
在同一温度下累积增加率(%)					45			112			112		

* 8株重复平均数

2. 低温处理后植株移回常温下，叶片组织电解质渗出率的变化（表3）因低温伤害程度不同而异。经第I时段处理后，植株移回常温下恢复24小时，组织电解质渗出率降低，但不能恢复到处理前的水平。经第II、III时段处理的电解质渗出率均继续增大。

（四）低温对香蕉蒸腾作用的影响

低温下香蕉蒸腾作用随着温度的下降和时间的延长而逐渐降低（表4）。在10℃时蒸腾强度为74g/m².hr。日最低温5℃经三天后蒸腾强度降至28g/m².hr，为10℃时的38%。日最低温降到3℃，蒸腾作用进一步下降。继续经1℃处理后，蒸腾强度为3.2g/m².hr，只有10℃时的4%。

（五）低温对香蕉光合作用和呼吸作用的影响 低温下香蕉光合作用迅速降低，并且随着温度下降和低温时间延长而继续下降（表5、6，图1）。常温下生长的香蕉遇到10℃低温，其总光合作用强度降低为对照的43.2%，低温处理的第二天则降至对照的27%，第五天为16.2%，到第八天只有对照的13.4%，这时净光合作用强度为负值

表3 低温处理后香蕉植株移回常温下叶片组织电解质渗出率变化

低温时段	低温处理时间(天)	经 受 最低温度(°C)	电解质渗出率(%)		恢复后比低温处理增加百分率(%) (以低温为100%)
			低温	经24小时恢复	
I	3	5	16.1	14.1	-15
I、II	6	5.3	32.2	34.5	+7.1
I、II、III	9	5.3、1	48.2	68.2	+41.5

表 4

低温处理期间香蕉蒸腾作用

单位: $\text{g/m}^2 \cdot \text{hr}$

起讫日期 日最低温($^{\circ}\text{C}$) 重 复	预备日	1	2	3	4	6	7	8	9
	10	5	5	5	3	3	1	1	1
1 $^{\circ}$	76.4	59.2	40.4	25.5	21.4	15.0	13.2	5.6	0.7
2 $^{\circ}$	71.5	57.7	48.0	30.4	28.9	23.4	18.7	15.6	5.7
平 均	74.0	58.5	44.2	28.0	25.2	19.2	16.0	10.6	3.2
10 $^{\circ}\text{C}$ 时的百分率 (%)	100	79	60	38	34	27	22	14	4

注: 测定时气候箱内光照强度——8000Lux 相对湿度——90% * 3次重复平均数

表 5

低温处理后香蕉总光合强度

低温处理 时间(天)	经历低温 处理时段	经受最低温 ($^{\circ}\text{C}$)	总光合强度(干物) $\text{mg/dm}^2 \cdot \text{hr}$			占对照百分率 %
			1 $^{\circ}$	2 $^{\circ}$	平 均	
零	对 照		4.8	2.5	3.7	100
预 备 日		10	1.8	1.3	1.6	43.2
2	I	5	0.9	1.0	1.0	27.0
5	I、I	5、3	0.5	0.6	0.6	16.2
8	I、I、I	5、3、1	0.6	0.4	0.5	13.4

* 2次重复平均值

表 6

低温处理后香蕉净光合强度

低温处理 时 间 (天)	经历低温 处理时段	经受最低温 ($^{\circ}\text{C}$)	净光合强度 (干物) $\text{mg/dm}^2 \cdot \text{hr}$			占对照百分率 (%)
			1 $^{\circ}$	2 $^{\circ}$	平 均	
零	对 照		3.1	1.4	2.5	100
预 备 日		10	1.1	0.8	1.0	40
2	I	5	0.3	0.4	0.4	16
5	I、I	5、3	0.2	0.1	0.2	8
8	I、I、I	5、3、1	-1.7	-1.1	-1.4	-56

* 2次重复平均数

值, 呼吸作用高于光合作用。

低温下呼吸作用的变化(表7), 常温下生长的香蕉遇到零上低温, 呼吸作用开始下降, 但经过一定时间的低温呼吸作用又上升。在低温 5°C 经二天呼吸强度是对照的42.9%; 3°C 时是对照的36.3%。但当最低温度继续下降到 1°C , 处理时间为第八天, 这时呼吸强度反而上升为对照的135.7%。

试验结果表明, 在零上低温条件下, 香蕉光合作用的下降速度比呼吸作用快。

表7 低温下香蕉的呼吸作用

低温处理 时间 (天)	经历低温 处理时段	经受最低温 (°C)	呼吸强度(干物) $\text{mg}/\text{dm}^2 \cdot \text{hr}$			占对照百分率 %
			1°	2°	平均	
零	对 照		1.7	1.1	1.4	100
预 备 日		10	0.7	0.5	0.6	42.9
2	I	5	0.6	0.6	0.6	42.9
5	I、I	5、3	0.3	0.5	0.4	36.3
8	I、I、II	5、3、1	2.3	1.5	1.9	135.7

• 2次重复平均数

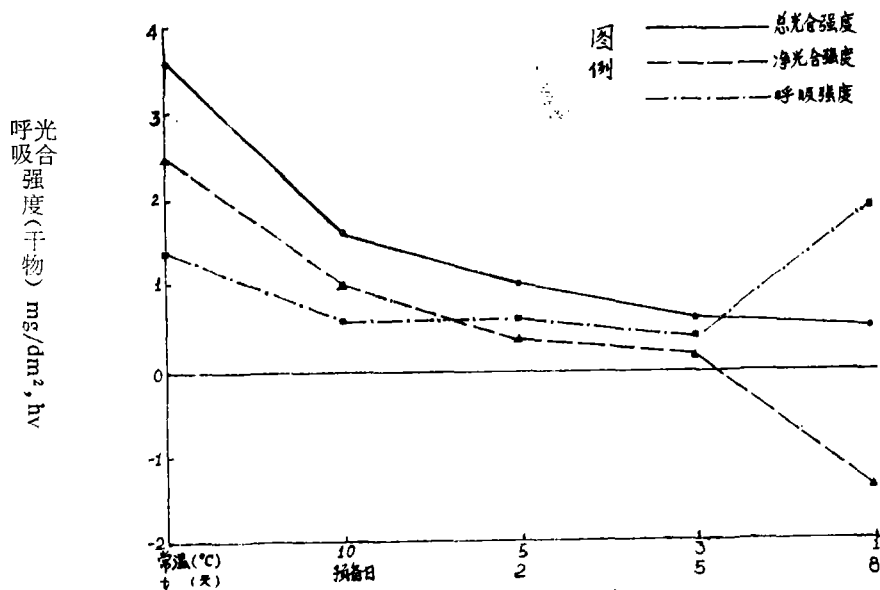


图1 零上低温下香蕉的光合作用和呼吸作用变化

(六) 人工喷灌防寒效果

1. 5°C以下的零上低温人工喷灌防寒, 由于冷空气的作用, 喷出的水滴温度迅速下降(表8), 下降幅度与喷头到叶面距离成正相关。当气温为5°C、3°C和喷灌水为11°C时, 喷头与叶面相距30厘米, 喷水时叶面温度分别为9°C和8.8°C, 相距1米时, 降为7°C和6°C, 相距2米时, 分别是6°C和3.5°C, 温度提高不显著, 起不到升温防寒作用。

2. 喷水后立即用半导体点温计连续测定叶面温度, 结果表明(表9)因水分蒸发, 叶面温度随即下降, 3分钟后基本降回喷水前的温度。大田有风条件下还会暂时降得比喷水前稍低。

3. 寒潮后对大田香蕉冷害情况作调查(表10), 据蕉园内小气候观测结果, 1980年

表 8 喷头与叶面不同距离的升温效果

喷头与叶面距离 cm		30	50	100	150	200	喷灌水温 (°C)
喷水前 叶面温度 (°C)	喷水时叶面温度 (°C)						
6.0		10.0	8.8	7.8	7.5	7.0	14
5.0		9.0	7.5	7.0	6.5	6.0	11
4.2		9.5	8.5	7.5	6.5	4.8	12
3.0		8.8	7.0	6.0	5	3.5	11

表 9 喷水后叶面温度变化

处 理	喷水前叶 面温度 (°C)	水 温 (°C)	喷头与叶 面距离 (cm)	喷水时叶 面温度 (°C)	喷 水 后 叶 面 温 度 变 化 (°C)					
					30"	1'	2'	3'	4'	5'
人 工 气 候 箱	5.0	11.0	10	9.0	8.0	7.0	6.0	5.2	5.1	5.0
	4.2	12.0	50	6.5	—	5.5	4.5	4.0	4.0	4.0
	3.0	11.0	50	6.5	—	4.5	3.2	3.0	3.0	3.0
	2.5	12.5	50	7.5	—	4.5	3.8	3.0	2.5	2.5
大 田	2.0	20.0	20米	4.8	3.5	3.0	2.8	2.5	—	—
	5.2	20.0	20米	6.2	5.2	4.6	4.6	4.6	—	—

* 大田有风条件下

表 10 大田零上低温喷水效果*

处 理	调 查 总 株 数	受 害 程 度					
		轻		中 等		严 重	
		株数	%	株数	%	株数	%
喷水	259	132	50.9	76	29.3	51	19.6
对照	142	113	79.6	23	16.2	6	4.2

* 调查日期—1980年2月14日。

受害程度分级标准:

轻——第1、2片展开叶,叶缘变黄,有分散受害水渍状斑,有的结果株未盖到禾草的果皮变中等——第1、2、3片展开叶,叶缘至中脉1/3的叶片成一圈黄褐色,花蕾变黑褐,果皮变黑褐。

严重——未展开的心叶全部黑褐,植株上大部份叶子变褐,干枯。果轴断下,花蕾变黑腐烂,果实变硬,果皮暗黑色。

1月31日至2月12日的寒潮期间,日平均温为4.2~8.2°C,日最低温为2.5~6°C,白天基本没有阳光。在这样的寒潮低温影响下,蕉园内所有植株均不同程度受伤害,喷水的比无喷水的受害更重。喷水的植株受害中等与受害严重的占调查总数49.1%,无喷水的只占20.4%。

(七) 抑蒸保温剂的防寒作用 在日最高温17~23°C、日最低温2.1~5.2°C,日平均温9~13°C,相对湿度70~90%,白天基本有阳光的低温条件下,喷了抑蒸保温剂的植株生势较好,展开的叶片仍保持绿色,未喷的转黄。喷前已开始转黄的叶片,喷持药后仍继续变黄变褐,起不到抑制征状的发展。

结 论 及 讨 论

香蕉冷害严重地影响香蕉生产的发展。过去的研究多集中于冷害后植株形态的观察。本文从生理、细胞亚显微结构和征状等方面对香蕉冷害进行研究。

Lyons^[10]指出热带、亚热带植物,在10~15℃低温下受害。本试验结果证明在10℃下香蕉生理作用受阻,生长受抑制。5℃是冷害征状出现的临界温度,1℃使植株冷死。所以,在大田生产中,冬季低温当气温下降到5℃,就必须采取各种防寒措施,以减轻低温对香蕉的危害。在没有有效的防寒方法和抗寒品种的条件下,发展香蕉生产时应考虑到每年最低温1℃出现的地区或小环境,均不宜扩种香蕉。

低温下香蕉叶片的细胞膜透性增加,组织电解质渗出率增大,并发生在冷害征状出现之前,其增大的幅度、速度和能否可逆与植株受害程度直接相关。当电解质渗出率增加缓慢、幅度较小并可逆时受害轻,植株移回常温下可较快恢复生长。反之则冷害严重,植株移回常温下恢复生长缓慢,甚至死亡。Lieberman^[8]、Guinn^[7]、郭金铨^[4]用不同作物的试验都得到相似的结果。细胞膜透性在低温下出现这种变化,是热带、亚热带植物对零上低温反应的一个共同特性,我们可利用这个特性,作为量度香蕉冷害的生理指标,为大田防寒提供依据。

低温引起香蕉的另一种伤害是生理作用异常,这种变化也发生在冷害征状出现之前。光合作用和蒸腾作用在低温下的变化与温度下降和低温时间成正相关。呼吸作用在一定低温范围(本文3℃以上)的时间内其变化规律与光合作用和蒸腾作用相似。如果,温度低(3℃以下)时间长,其变化则与温度下降和低温时间成负相关。低温引起这些生理变化,使植物体内代谢活动紊乱,直接导致出现香蕉冷害征状以致死亡。Levitt^[8]提出低温下呼吸作用高于光合作用。本试验结果表明,由于低温下光合作用下降速度比呼吸作用为快,低温处理后期呼吸作用不正常上升这两个原因引起的。

试验结果表明,低温能使细胞亚显微结构破坏。其结果引起细胞膜透性不可逆的激增和生理作用不可逆的变异,导致植株死亡,见图2。Taylor^[13]、yamiki^[16]也报道相似的结果。

本试验结果表明,5℃至1℃的低温下,人工喷灌10~20℃的水,对香蕉不起防寒作用。因此,目前广东栽培香蕉的地区,冬季不适宜采用高空喷灌防寒。这与国外提到的水温20℃和每小时用水量5.3mm,可以抗御-5℃的低温有所不同^[12]。

冬季零上低温,适时对香蕉树体喷抑蒸保温剂有一定防寒效果,可减轻冷害的征状。我们仅试验一年,尚待作较大面积的多点研究,以确定其应用价值。

解决香蕉冷害问题可着重考虑二点:一是加强栽培管理。改变小气候以减少低温对植株的直接伤害,如提高小环境的温度,树体喷抑蒸保温剂等,以提高植株耐寒能力。其次,选育抗寒品系,这才是根本的措施。对此,前人已做了许多工作。可是,新选育出来的品系是否抗寒,目前还限于在自然条件下栽培观察,还未能从生理上订出抗寒品系的标准。根据我们的试验结果,初步提出香蕉抗寒品系的两个生理指标:1.低温下细胞

膜透性增加较缓慢; 2. 低温下光合作用与呼吸作用降低的速度应保持相对平衡, 在较严酷的低温下光合作用仍能高于呼吸作用。

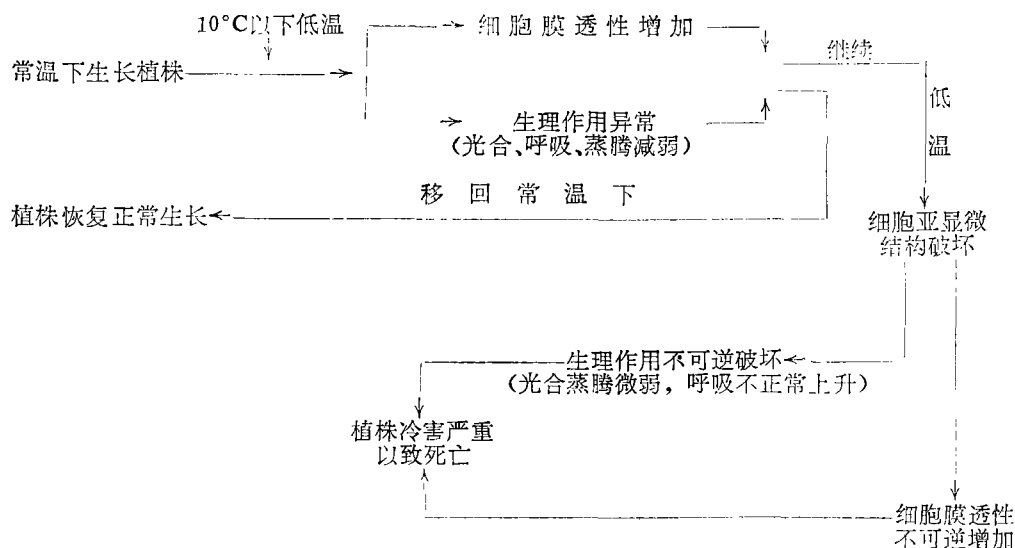


图2 香蕉冷害的发展

参 考 文 献

- 〔1〕 郑流水等, 1964, 氯化钴纸法测定蒸腾作用的改进——蒸腾盒法, 《厦门大学学报》(自然科学版) 11 (1): 133—143。
- 〔2〕 林日荣, 1979, 香蕉自然灾害的预防, 《香蕉》86—87, 广东科技出版社。
- 〔3〕 凌兴汉, 1980, 香蕉冻害及防寒措施的探讨, 《广东农业科学》: (6) 32—34。
- 〔4〕 郭金铨, 1979, 在冷害过程中咖啡离体叶细胞膜透性的研究, 《植物生理学报》5 (3): 199—204。
- 〔5〕 中国科学院植物生理研究所光合生理研究室, 1971, 大田定光合作用测定法(干重法)的改进, 《上海植物生理研究所1966—1971科研成果汇编》156—166。
- 〔6〕 武鸣县农业局, 1978, 香蕉冻后的管理措施, 《广西农业科学》3: 46。
- 〔7〕 Guinn, G., 1971, Chilling Injury in Cotton Seedling, Changes in Perpeability of Cotyledons., Grop Sci. XI(I): 101—102.
- 〔8〕 Levitt, J. 1980. Chilling Temperatures In Responses of Plants to Environmental Stresscs, by Levitt, J., 2nd edition, P. 35.
- 〔9〕 Liebermam, M., Crait, C. C., Audta, W. V, Wilcox, M. S., 1958, Piochemical Studies of Chilling Injury. in Sweetpotatoes., plant physiol., 33: 307—311.
- 〔10〕 Lyons, J. M., 1973. Chilling Injury in Plant. Ann. Rivew Plant Physiol. 20: 425—446.
- 〔11〕 Shmueli, E., 1960, Chilling and Frost Damage in Banana Leaves., Bull. Res. Coun. Isral Sect. D. 8: 225—238. (1961, H. A.)

- [12] Simmonds, N. W. 1965. Microclimatological Studies In Bananas, by Simmonds, N. W. , 2nd edition, P. 441. London : Longman, 512 PP.
- [13] Taylor, A. O. , Rowley, J. A. , 1971, Plants Under Climatic Stress I. Low Temperature, High Light Effects of Photosynthesis. , Plant Physiol. , 47 : 713—718.
- [14] Taylor, A. O. , Craig, A. S. , 1971, Plants Under Climatic Stress II. Low Temperature, High Light Effects Chloroplast Ultrastructure. , Plant Physiol. , 47 : 719—725.
- [15] Williams, C. N. , 1975, Bananas (Musa SPP.) in The Agronomy of The Major Tropical Crops. P31.
- [16] Yamaki, S. , Uritani, I. , 1972, The Mechanism of Chilling Injury in Sweet Potato VI. Change of Lipid Components in The Mitochondrial Membrane During Chilling Storage. , Plant Cell Physiol. , 13 : 67—79.

A STUDY ON THE INJURY SYMPTOMS AND PHYSIOLOGICAL QUOTA OF BANANA AND AN EFFECTIVE MEASURE FOR COLD INJURY PROTECTION

Huang Xiao-yu Ji Zuo-liang Li Pei-wen

ABSTRACT

Cold injury severely affects the development of banana production in Guangdong Province. This experiment was conducted in the phytotron to simulate natural low temperatures of winter and observe the effects on the large, tall variety banana (Musa AAA Group) Called Da Zhong Gao Ba Banana. Observations on the changes of the plants under low temperatures and tests on the cold injury on the physiological functions of the plants were made. In addition, for investigation on cold protection, two experiments were carried out.

It has been observed that banana plants under a low temperature of 10°C have been damaged, at 5°C symptoms of cold injury began to appear, at 3°C the injury became severe and at 1°C the plants ceased to exist. It is concluded that in field production cold protection should commence when 5°C is reached. And it is not advisable to develop the production of bananas in areas where temperature of 1°C prevails.

Under low temperature conditions before symptoms appear the permeability of the cellulose membrane of banana leaf increases by membranous phase transition. This change depends on the temperature and the duration of low temperature. That is to say, the higher the temperature and the shorter the duration of low temperature, the smaller is the increase of permeability and vice versa.

Both photosynthesis and transpiration were found to be decreased under low temperatures. When the duration of low temperature was short, leaf respiration decreased. On the other hand, respiration increased when the temperature was too low or the duration

of low temperature was too long. It was the result of the destruction of the physiological functions and the plant leaf was in a state of exhaustion of energy.

After long exposure to low temperature the ultrastructure of the leaf cell was examined under an electronic microscope. It was discovered that the cell was damaged. Several changes were found in the cell membrane, chloroplasts and chondriosomes. These changes were unreversible conducing to the death of the cell.

Before cold current arrives, timely sprinkling of a commercial product called "Transpiration-repressing and Temperature maintaining Dose" was effective for protecting the banana plants against cold injury.

附 图 说 明

1. 香蕉正常叶片下表皮细胞。×300
2. 香蕉正常叶片下表皮气孔。气孔 (S) 打开, 保卫细胞 (DC) 肾形, 蜡粉 (W) 卷布状。×3000
3. 低温处理后香蕉叶片下表皮细胞排列变形。×300
4. 低温处理后香蕉叶片下表皮气孔。保卫细胞 (DC) 干缩, 气孔 (S) 成一空洞, 蜡粉 (W) 成碎块状。×3000
5. 香蕉正常叶片细胞叶绿体。×18000
6. 香蕉正常叶片细胞叶绿体。基粒片层 (GS) 排列有规则, 基粒片层之间由基质片层 (SL) 连结, 间质 (S) 均匀分布。有淀粉粒 (St)。×39000
7. 低温处理后香蕉叶绿体基粒片层类整体 (GL) 凝集, 产生空泡 (V)。×39000
8. 低温处理后香蕉叶片叶绿体基粒片层排列紊乱。×18000
9. 香蕉正常叶片细胞线粒体 (M) 成椭圆形, 内嵴 (CV) 清楚。内质网 (ER)。×28800
10. 低温处理后香蕉叶片细胞线粒体变形, 内嵴破坏 (箭头所示)。×39000

附图

