

研究ノート

植物培養用容器内の温度変化におよぼす光強度, 通気量および
幼植物の影響

谷 晃, 清田 信, 平 知明, 相賀一郎

大阪府立大学農学部

(〒 591 大阪府堺市百舌鳥梅町 4 丁 804)

1. はじめに

幼植物の組織培養では, 培養器の換気率を高め内部に CO₂ 空気を供給するとともに光強度を高めることによって, 幼植物の光合成を促進する培養法に関する研究が近年行なわれるようになってきた^{1,2)}.

しかし, 光を強めたり, 培養器の換気率を高めることによって, 培養器内の微環境が従来の方法と比べて変化する可能性があり, 物理環境の変化が培養器内の微環境におよぼす影響について明らかにする必要がある. なかでも, 培養器内の温度変化は培養物の成長に直接影響をおよぼすため, 培養器内の温度変化の特性を把握することが重要である.

そこで, 本研究では異なる光強度, 培養器内への異なる通気量および幼植物の有無の状況下で, 培養器内の温度変化を測定し, これらの因子が培養器内の微環境におよぼす影響について検討した.

2. 材料および方法

測定に用いた培養器は, 最近普及しつつあるポリカーボネート製の植物培養用容器 (植物組織培養 PC ビン, 大日本プラスチック製) で, 底面積が 100 cm², 容積が 1000 cm³ であった.

温度の測定には, 銅-コンスタンタン熱電対³⁾を用いて, それを培養器上面, 内部の中心付近および培養器下面に固定し, 表面温度, 内部気温および寒天温度を測定した. また, 培養棚の 6 地点で高さ 10 cm のところに熱電対を設置し, 培養棚の温度も測定した. データの収集はデータロガー (Thermovac E, 江藤電気製) を用いて, 10 分ごとの測定値を記録した. 測定には各処理区で培養器 3~4 個を用い平均値を求めた.

培養器の換気率を高める方法として, 培養器へ通気する方法を用いた. エアーポンプで取り込んだ外気を除菌した後, 培養器に取り付けたパイプから送った. 培養用ランプには 55 W 3 波長域発光形蛍光灯 (FPL55EX-N (A), 松下電器産業製) を用い, 培養室温は 23°C に設定した. 培養棚は 150×60 cm の広さで, 棚面をアルミ箔で覆い棚面による光の吸収を防いだ. 培地には標準濃度の MS 塩を用い, その溶液を培養器に 100 ml ずつ分注し, ジェルライトで凝固させた.

3. 結果および考察

光強度を 3 段階に変化させて各測点の昇温について調べてみると, 培養器表面温度, 内部気温および寒天温度とも, 光強度が強くなるほど上昇した (Table 1). ラ

Table 1. The effect of light intensity on changes in temperatures in the vessel for plantlet culture.

irradiance (W·m ⁻²)	PPFD (μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	increased temperature, ΔT (°C)			
		surface	air	gel	culture shelf
86	300	7.1(30.8)	5.3(28.9)	4.3(27.6)	3.3(26.5)
43	150	4.8(28.1)	3.3(26.5)	2.5(25.6)	1.9(25.1)
22	75	3.2(26.7)	2.1(25.5)	1.4(24.8)	1.1(24.7)

flow rate=0.2 l·min⁻¹, no plantlet in the vessel.

Values in parentheses indicate measurements of temperature (°C).

Table 2. The effect of flow rate of aeration on changes in temperatures in the vessel for plantlet culture.

flow rate ($l \cdot \text{min}^{-1}$)	temperature ($^{\circ}\text{C}$)								
	①aeration			②no aeration			①-②		
	surface	air	gel	surface	air	gel	surface	air	gel
1	28.4	26.8	25.7	29.0	27.4	26.4	-0.6	-0.6	-0.7
0.5	29.0	27.4	26.3	29.1	27.6	26.7	-0.1	-0.2	-0.4
0.2	29.1	27.4	26.3	29.2	27.6	26.6	-0.1	-0.2	-0.3

irradiance = $43 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, no plantlet in the vessel.

Table 3. The effect of plantlets on changes in temperatures in the vessel for plantlet culture.

culture duration (days)	existence of plantlets	temperature ($^{\circ}\text{C}$)		
		surface	air	gel
3	①yes	29.2	27.7	26.7
	②no	29.2	27.6	26.4
	①-②	0	0.1	0.3
7	①yes	28.6	27.2	26.2
	②no	28.6	26.9	25.8
	①-②	0	0.3	0.4
11	①yes	28.6	27.4	26.3
	②no	28.7	27.1	26.1
	①-②	-0.1	0.3	0.2

irradiance = $43 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, flow rate = $0.2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$.

ンプを照射していない状態と比較して、放射照度 $22 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (PPFD: $75 \mu \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 照度: 約 5,000 lux) で、表面温度が 3.2°C 、内部気温が 2.1°C 、寒天温度が 1.4°C 、放射照度 $86 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ ではそれぞれ 7.1°C 、 5.3°C 、 4.3°C 上昇した。強光下でのこのような昇温は幼植物の成長を阻害する恐れがあり、培養器外の空気を流動あるいは循環させて培養器の熱を奪ったり、培養室の温度設定を下げたりして対処する必要がある。

また、同一の放射照度では培養器表面温度が最も上昇し、次に内部気温、寒天温度の順となり、培養器の熱は表面、内部空気、寒天の順に伝わるものと考えられる。表面の温度上昇は、光源からの赤外光が培養器表面に吸収されたことによって起こったと考えられるが、その程度は培養器の材質⁴⁾やその構造および光源の種類⁵⁾によって異なるであろう。

つぎに、通気量 (通気空気の温度: $25.4 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$) を変化させて各測点の温度を測定すると、各測点の温度は対照区 (無通気) より低下し、通気量 $0.5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ (換気回数: $30 \text{ 回} \cdot \text{hr}^{-1}$) で $0.1 \sim 0.4^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ (換気回数: $60 \text{ 回} \cdot \text{hr}^{-1}$) で $0.6 \sim 0.7^{\circ}\text{C}$ 低かった (Table 2)。これは、通気により培養器内の熱が奪われ

たためであると考えられる。しかし、温度の減少量はわずかなものであり、培養器内への空気の通気量を高めることが、培養器内の昇温を効果的には抑制しなかった。

ナデシコ実生 (茎長 6~8 cm) を 1 培養器に 4 個体ずつ移植した後の培養器内の各測点の温度を測定すると、内部空気および寒天で対照区 (無植物区) より温度がわずかに上昇した (Table 3)。培養器内の幼植物については、葉面や他の部位での光の吸収による温度上昇および葉面での蒸散による潜熱伝達が考えられるが、対照区と比べて処理区で内部の温度が高いことから、光の吸収によって葉温が上昇し、顕熱伝達によって気温がより上昇したと考えられる。培養器内の湿度は実際の測定では 90% であり、このような高湿度下で幼植物の蒸散量はわずかで、潜熱交換は微量であると推測される。

これらの結果から培養器の熱収支について考察する (Fig. 1)。

培養器表面に入射する培養用ランプからの光 (短波および長波) が培養器の昇温に影響する唯一の熱源である。この入射光は、培養器表面で一部は反射され一部は吸収される。このうち吸収された光、特に赤外光が表面の温度を上昇させる。表面の温度上昇にもなって内部空気

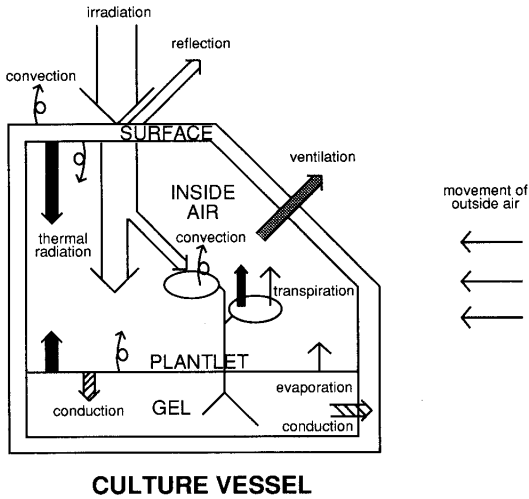


Fig. 1 Heat balance in the vessel for plantlet culture.

あるいは培養器をとりまく空気との間で対流による熱の伝達がおこる。

内部空気の温度に影響する因子としては、培養器表面および寒天との顕熱交換、蒸発による潜熱伝達、また換気による熱の移動が考えられる。なお、培養器内に幼植物が存在する場合、幼植物の蒸散にともなう潜熱、および幼植物が光を吸収することによる顕熱の伝達や熱放射が追加される。

内部空気を透過した光は、一部は寒天で吸収され、寒天の温度を上昇させる。寒天の温度変化にかかわる他の因子としては、内部空気の対流による顕熱伝達、および培養器表面からの熱放射や顕熱伝達が考えられる。

以上のような培養器の熱収支を考慮して培養環境の制御を行なう必要がある。

このように、光強度、通気量および幼植物は、それぞれ培養器内の温度変化に関係し、その微環境に影響をおよぼしていることが明らかになった。特に、光強度を高めることによる昇温は著しく、異なる光強度下で幼植物を培養して実験を行なう場合には、各処理区間の培養器の温度を一定にしたり、その差を許容範囲に留めたりするための装置の工夫が必要である。

(1991年4月30日受理)

文 献

- 1) 古在豊樹, 岩波好恵, 富士原和宏, 1987. 植物組織培養, 4: 22-26.
- 2) 清田 信, 谷 晃, 平 知明, 相賀一郎, 1989. 日本農業気象学会近畿支部大会講演要旨, p. 13-14.
- 3) 伊藤代次郎, 1987. 農業環境実験法 (渡辺一郎編), p. 33-37, サイエンスハウス, 東京.
- 4) 稲田勝美, 1984. 光と植物生育, p. 212-216. 養賢堂, 東京.
- 5) 森田政明, 山田 修, 洞口公俊, 1985. 照明学会誌, 69: 311-315.

The effects of Light Intensity, Flow Rate of Aeration and Plantlets on Changes in Temperatures in the Vessel for Plantlet Culture.

Akira TANI, Makoto KIYOTA, Tomoaki TAIRA and Ichiro AIGA

College of Agriculture, University of Osaka Prefecture, Sakai 591, Japan