A102 マイクロバブルを用いたトマトの水耕栽培に関する研究

Study on Water Culture of the Tomato Using Microbubble

正 ○水口 義久 (山梨医工研)
正 中村 正信 (山梨大)

山下 耕司 (鎌倉光機)
千野 正章 (山梨県庁)

Yoshihisa MINAKUCHI, Yamanashi Biomedical Engineering Laboratory,
327-4 Komatsucho, Kofu, Yamanashi
Koji YAMASHITA, Kamakura Koki Co., Ltd., 3-6-12 tsukakoshi, Warabi, Saitama
Masanobu NAKAMURA, University of Yamanashi, 4-3-11 Takeda, Kofu, Yamanashi
Masaaki Chino, Yamanashi Prefecture Government, 1-6-1 Marunouchi, Kofu, Yamanashi

Key words : Biomechanics, Water Culture, Microbubble, Tomato, Dissolved Oxygen

1. 目的

近年, 企業や農家で水耕栽培による植物栽培法が増加している。その理由として, 水耕栽培は土壌栽培と比べると連作障害がない, 管理が容易である, 通年して作物を安定供給できるなどの利点がある。水耕栽培の中で, トマト栽培は付加価値が高いために行われており, これに関する研究はこれまでに種々の報告がなされている⁽¹⁾⁽²⁾。一方, マイクロバブル (直径が $10\mu\text{m}$ ~ 数 $10\mu\text{m}$) の微細気泡を利用した応用技術としては, 水質や土壌の改善, 水産養殖などがあり成果を挙げているが, 植物活性に関する研究は余りなされていないようである。そこで, 筆者らはマイクロバブルを発生させた水では溶存酸素量が増えることに着目し, モヤシの種子を発芽させた実験により, 生長の促進効果が大きくなることを明らかにした⁽³⁾。

本研究では, マイクロバブルの発生装置を用いてマイクロバブルを発生させた培養液と, ポンプで水流を発生させた通常の培養液において, 日当たりの良い屋外の簡易ハウス内にて苗木トマトを用いて水耕栽培を行った。そして, 培養液中でマイクロバブルを用いた場合と用いない場合において, トマトの生育にどのような相違が現れるかを検討した。

2. 実験方法

2.1 マイクロバブル水の溶存酸素量と時間変化の実験

マイクロバブル水の溶存酸素量と時間変化の関係を明らかにするため, 水槽内に 40L の水道水をいれ, マイクロバブル発生装置 (ナノプラネット社製, M2-MS/PVC 型) を底に設置し, ポンプ (流量: 7L/分) でノズルからマイクロバブルを放出させた。このとき, ポンプ作動時の発熱により水温が上昇するため, クーラーで水温が約 25°C となるように調節した。ポンプを 80 分間運転し, その間 1 分毎に溶存酸素量を溶存酸素計 ((株) FUSO, DO-5509 型) で測定した。また, マイクロバブル発生停止後 10 分毎に溶存酸素量を測定した。

2.2 苗木トマトの水耕栽培実験

図 1 は苗木トマトの水耕栽培装置の概略図であり, 水槽は二つある。一つはマイクロバブルを 2 時間発生させ 15 分停止を繰り返した培養液からなる水槽, もう一つはポンプ (流量: 16L/分) で 30 分間駆動して対流を発生させ 15 分停止を繰り返した培養液からなる水槽である。苗木トマトは各水槽とも 6 個ずつである。これらの水槽は日当たりの良い屋外の簡易ハウス内に設置し, 水温はクーラーで約 25°C に維持するようにした。実験期間は 66 日とし, 培養液 (110L/水槽 1 個) は大塚ハウス肥料の 1 号 (165g), 2 号 (88g), 5 号 (2.8g), 8 号 (22g) を配合して作成した。また, 苗丈, 苗木の根より 10, 20, 30, 40mm の高さにおける茎径, ハウス内の温度, 水槽中の水温, 溶存酸素量などを 13 時から 16 時の間に計測し

た。また, 果実の重さと糖度と収穫量, 実験終了時の根の重さなどについても測定し, マイクロバブルの有無がトマトの生育に及ぼす影響を調べた。

Fig.1 Schematic diagram in water culture device of seedling tomatoes.

3. 実験結果

3.1 マイクロバブル水の溶存酸素量と時間変化との関係

図 2 はマイクロバブル発生中の時間変化に対する溶存酸素量を示す。図より, マイクロバブルを発生させて 60 分後に飽和溶存酸素量に達した。また, 発生停止後は 70 分間ほど飽和溶存酸素量を維持し, 6 時間後でも飽和溶存酸素量より 0.11mg/L 低い程度の値を維持したことが明らかになった。

図 3, 図 4 は, それぞれ時間経過におけるトマトの苗丈変化と茎径変化を示す。実験開始 20 日以降から差が見られるようになり, 66 日後にはマイクロバブルを用いた場合は用いない場合に比べ, それぞれ 2.2 倍, 1.3 倍と生育が良かった。

(a) Generating microbubble (b) Stopping microbubble

Fig.2 Relations of dissolved oxygen and elapsed time.

図5は時間経過における気温と水温の状態を示す。水温はマイクロバブルを用いた場合と用いない場合ともほとんど差はなく、22℃から30℃の間に収まっていた。

図6は時間経過における水中の溶存酸素量を示す。マイクロバブルを用いた場合の溶存酸素量は用いない場合に比べて約4.6倍高い値であり、溶存酸素量が水中に多く含まれていることがわかった。

図7は時間経過における根の生育状態を示す。マイクロバブルを用いた場合は用いない場合に比べ、根の生育が非常に良かった。これは溶存酸素量が多いと根の生育に良好な結果をもたらすことがわかった。しかし、その理由是不明である。

表1はマイクロバブルを用いた場合と用いない場合における、トマトの根の重さ、収穫した実の個数、重さ、糖度の測定結果を示す。マイクロバブルを用いると、実の個数が1.8倍、実の重さが2.9倍であり、収穫量が増すことがわかった。なお、マイクロバブルを用いた場合の糖度は5.8%であるが、通常果実が5.8%程度とであることから、糖度として問題ないと考えられる。マイクロバブルを用いない場合の糖度は9.1%と大きかったのは、栽培した実が枯れる直前での収穫であったためと考えられる。

4. 結言

(1) マイクロバブルを含む培養液で栽培した苗木トマトは、通常の培養液と比べ、苗丈が2.2倍、茎径が1.3倍、根量の1本当たりの重さが7.5倍、実の収穫量が1.8倍、実の重さが2.9倍と高い値を示した。以上より、マイクロバブルが植物の生育に大きな影響を与えることを明らかにした。

(2) マイクロバブルを含む培養液の溶存酸素量は通常の培養液と比べて4.6倍高い値を示した。根量には大きな差が見られたことから、溶存酸素量が根の生育に大きく関係していると考えられる。

Fig.3 Relations of seeding height and elapsed time when generating microbubble or not.

Fig.4 Relations of stem diameter and elapsed time when generating microbubble or not.

参考文献

- (1) 寺林敏・村松功ほか6名, トマト水耕栽培における開花期後の養分吸収速度と果実生産量との関係, 園芸学会雑誌, 73-4 (2004), pp. 324-329.
- (2) 寺林敏・滝井謙・並木隆和, 水耕栽培したトマトの昼間および夜間の養水分吸収, 園芸学会雑誌 60-3 (1991), pp. 547-553.
- (3) 中尾翔・水口義久, マイクロバブル水の種子発芽に及ぼす影響, 日本機械学会山梨講演会講演論文集, No. 080-4 (2008), pp. 255-256.

Fig.5 Relations of water temperature and elapsed time when generating microbubble or not.

Fig.6 Relations of dissolved oxygen and elapsed time when generating microbubble or not.

Fig.7 States of root in elapsed time when generating microbubble or not.

Table 1 Growth results of harvested tomato.

Mean value	Microbubble	Non microbubble
Weight of root	35.63g	4.77g
Number of harvested tomato	3.67	2.33
Weight of Harvested tomato	109.2g	37.7g
Sugar content of harvested tomato	5.8%	9.1%