

トマト栽培に対する乳酸菌資材の効果に関する研究

鈴木 優¹, 齋藤 佳奈子¹, 坂元 知里^{*1}, 定政 哲雄², 川岸 稔³, 横山 佳菜子³
松野 敏英¹, 高山 勝己¹

¹ 福井工業高等専門学校 物質工学科 (〒916-8507 福井県鯖江市下司町)

² 福井県農業試験場園芸研究センター スマート園芸研究グループ
(〒919-1123 福井県三方郡美浜町久々子 35-32-1)

³ バルテクスグループ 株式会社ホクコン エコテックス事業部
(〒918-8152 福井県福井市今市町 66-20-2)

*sakamoto@fukui-nct.ac.jp

Evaluation of cultivated tomatoes with lactic acid bacteria

Yu SUZUKI, Kanako SAITOU, Chisato SAKAMOTO, Tetsuo SADAMASA, Minoru KAWAGISHI,
Kanako YOKOYAMA, Toshihide MATSUNO and Katsumi TAKAYAMA

¹ Department of Chemistry & Biology Engineering, National College of Technology, Fukui College
(Geshi-cho, Sabae-shi, Fukui 916-8507, Japan)

² Fukui Agricultural Experiment Station Horticultural Research Center
(Mihama-cho, Mikata-gun, Fukui 919-1123, Japan)

³ Ecotex Div. Hokukon Co. Ltd.
(Imaichi-cho, Fukui-shi, Fukui pref., 918-8152, Japan)

(Received February 13, 2020; Accepted March 10, 2020)

Abstract

Smart farming has been recommended to provide consumers with high-quality agricultural products. In this study, we focused on an agricultural cultivation method using lactic acid bacteria for the purpose of establishing smart agriculture. Its influence with respect to the quality of tomatoes (HANAKOMACHI) was evaluated by the presence or absence of lactic acid bacteria, *Lactobacillus fermentum*, added during tomato cultivation. In order to evaluate the quality of tomatoes, their sugar content, acidity, glutamic acid content, and ascorbic acid content were measured. As a result, it was clarified that acidity, glutamic acid content, and ascorbic acid content increased by adding *Lactobacillus fermentum* during cultivation.

Keywords : Biosensor, Uric acid, Uricase, Enzyme immobilization, Electrochemistry

1. はじめに

近年、農林水産省により“スマート農業”が推奨されている。農林水産省は、「スマート農業を超省力・大規模生産を実現」、「作物の能力を最大限に発揮」、「きつい作業・危険な作業からの解放」、「誰もが取り組みやすい農業を実現」、「消費者・実需要者に安心と信頼を提供」、これら5つの項目で定義している。この5つの項目中の「作物の能力を最大限に発揮するもの」とは、センシング技術や過去データを活用したきめ細やかな栽培（精密栽培）により、従来にない多収・高品質生産を実現することである。

本研究では、スマート農業に対応した農業栽培の確立を目的とし、乳酸菌を用いた農業栽培法に着目した。乳酸菌を用いた農業栽培は、土壤中の除菌効果や生産物自体に付着する病原菌に対する防除効果の付与により化学農薬の代替法として行われてきた[1]。また近年では、上記に加えプロバイオティクス食品への応用など品質向上に関与するという報告もある[2]。以上のことから、乳酸菌を用いた農業栽培は、上記スマート農業の定義に一致すると言える。

そこで本研究では、乳酸菌農業によるスマート農業に向け、福井県農業試験場園芸研究センター、株式会社ホクコンと共同研究チームを形成し、福井県特産品種であるミディトマト（品種：華小町）をモデル農産物として、乳酸菌添加栽培が成果物の品質に対する影響を評価することを目的とした。

2. 実験

2-1. トマトの栽培基準と評価基準

本実験の試験対象トマトは、福井県農業試験場園芸研究センターの温度・湿度管理可能なハウス内で水耕栽培により育成させた。ただしトマトは2段階摘心栽培とし、第1および第2果房に着果したすべての果実について品質評価を行った。

乳酸菌は、株式会社ホクコンのラクト・ゼリー (*Lactobacillus fermentum*) を50倍希釈 (2,000個/ml) で使用した。乳酸菌の添加方法は、2週間ごとに希釈液を葉に水滴が滴る程度ハンドスプレーで噴射することで行

った（以下、葉面散布と記す）。成果物はサンプリング翌日以降（1～3日以内）に収穫量、果実サイズ、糖度、クエン酸量、L-グルタミン酸量、アスコルビン酸量の分析を行った。

2-2. トマトサンプル液の調製

各成分分析を行うための試料をトマトサンプル液と定義する。サンプリングしたトマト果実1個をハンドミキサーで破碎し、ろ紙により果肉部位と果汁部位に分離した。取得した果汁部位を1つのトマトサンプル液とした[3]。

トマトサンプル液は、以下の糖度、クエン酸量、L-グルタミン酸量、アスコルビン酸量の分析に用いた。

2-3. 糖度測定

トマトサンプル液 300 μ l を ATAGO 社製 PAL-1 の検出部に滴下し、糖度 (Brix 値) 測定を行った。

2-4. クエン酸量測定

クエン酸量測定に用いたサンプル液は、トマトサンプル液を2倍希釈し、測定に用いた。

0.1 M NaOH 溶液で中和滴定法によりクエン酸量を測定した。指示薬としてフェノールフタレイン試薬を用いた。クエン酸量は、0.1 M NaOH 1 ml 当たり 0.0064 g を換算係数として算出した[4][5]。

2-5. L-グルタミン酸量測定とアスコルビン酸量測定

L-グルタミン酸量測定とアスコルビン酸量測定に用いたサンプル液は、トマトサンプル液を希釈せず、測定に用いた[6]。L-グルタミン酸量は、ヤマサ社のL-グルタミン酸測定キット「ヤマサ」を用いて測定した。

アスコルビン酸量は、コスモバイオ社のビタミンC定量キットを用いて測定した。アスコルビン酸量測定に用いたサンプル液は、6% メタリン酸をトマトサンプル液に対し5倍量加え、アスコルビン酸の自然酸化を防いだ。

3. 結果と考察

3-1. 乳酸菌添加栽培による収穫量、果実サイズ、果実重量の比較

通常栽培（乳酸菌添加無）時は 31 個、乳酸菌添加栽培時は 34 個を収穫した。

果実サイズは、果実の側部直径を 2 箇所と果柄（ヘタ）から花落ち部（お尻）までの径の合算で比較した。通常栽培トマトの平均果実サイズは、10.1 cm、乳酸菌添加栽培トマトの平均果実サイズは、10.7 cm となった。

さらに果実重量は、通常栽培トマトの平均果実重量は、27.9 g、乳酸菌添加栽培トマトの平均果実重量は、26.4 g となった。

果実サイズ、果実重量の平均値の差に対し t 検定を行ったところ、それぞれ P 値が 0.37、0.23 (> 0.05) となり、ともに有意差なしと判断した。

3-2. 乳酸菌添加栽培による糖度の比較

通常培養トマトおよび乳酸菌添加栽培トマトの平均糖度比較図を図 1 に示す。通常培養トマトの糖度は 6.87 wt%、乳酸菌添加栽培トマトの糖度は 6.93 wt% となった。糖度の差に対して、t 検定を行ったところ P 値が 0.85 (> 0.05) となり、有意差なしと判断した。

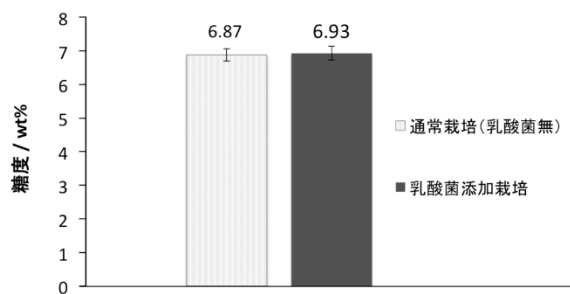


図 1 乳酸菌添加の有無による平均糖度の比較

3-3. 乳酸菌添加栽培によるクエン酸量の比較

通常培養トマトおよび乳酸菌添加栽培トマトの平均クエン酸量の比較図を図 2 に示す。通常培養トマトのクエン酸量は 39.4 mg/100g、乳酸菌添加栽培トマトのクエン酸量は 60.9 mg/100g となり、乳酸菌を添加することで、クエン酸量が 1.21 倍増加した。このクエン酸量の差に対して、t 検定を行ったところ P 値が 0.013 (< 0.05) となり、有意差ありと判断した。

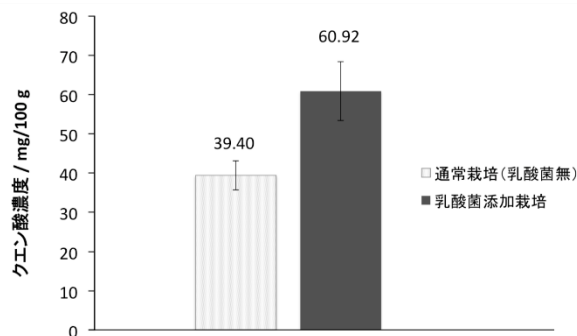


図 2 乳酸菌添加の有無による平均クエン酸量の比較

3-4. 乳酸菌添加栽培による L-グルタミン酸量の比較

通常培養トマトおよび乳酸菌添加栽培トマトの平均 L-グルタミン酸量の比較図を図 3 に示す。通常培養トマトの L-グルタミン酸量は 88.0 mg/100 ml、乳酸菌添加栽培トマトの L-グルタミン酸量は 122.3 mg/100 ml となり、乳酸菌を添加することで、L-グルタミン酸量が 1.36 倍増加した。この L-グルタミン酸量の差に対して、t 検定を行ったところ P 値が 0.029 (< 0.05) となり、有意差ありと判定した。

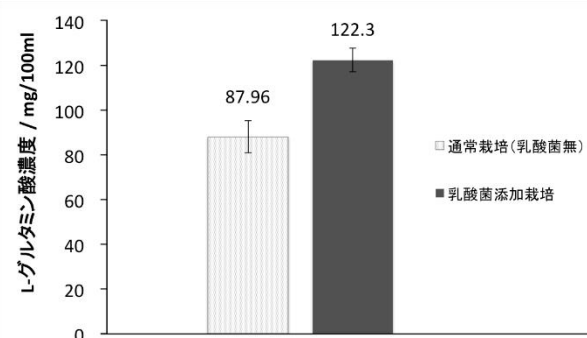


図 3 乳酸菌添加の有無による平均 L-グルタミン酸量の比較

3-5. 乳酸菌添加栽培によるアスコルビン酸量の比較

通常培養トマトおよび乳酸菌添加栽培トマトの平均アスコルビン酸量の比較図を図 4 に示す。通常培養トマトのアスコルビン酸量は 19.3 $\mu\text{g/ml}$ 、乳酸菌添加栽培トマトのアスコルビン酸量は 24.4 $\mu\text{g/ml}$ となり、乳酸菌を添加することで、アスコルビン酸量が 1.26 倍増加した。このアスコルビン酸量の差に対して、t 検定を行ったところ P 値が 0.00016 (< 0.01) となり、有意差ありと判定した。

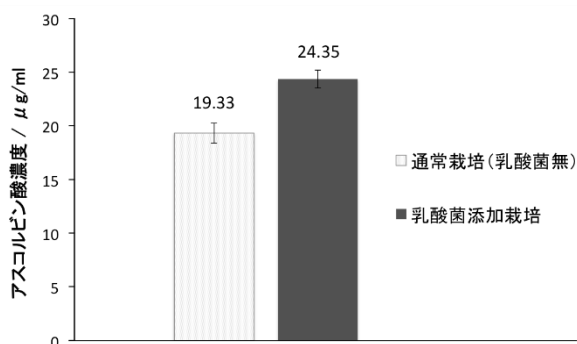


図4 乳酸菌添加の有無による平均アスコルビン酸量の比較

4. 結論

本研究では、スマート農業の定義である「作物の能力を最大限に発揮する」農業栽培法の確立を目的とし、乳酸菌 *Lactobacillus fermentum* 添加栽培がトマトの品質に与える影響について検証した。収穫量、果実サイズ、糖度については、乳酸菌添加の有無による差異は確認できなかった。つまり乳酸菌添加栽培は、収穫量や果実サイズが減少しないため、通常栽培と変わらぬ出荷量を維持することができると考えられる。一方でクエン酸量、グルタミン酸量、アスコルビン酸量については、乳酸菌添加を行うことで有意差のある増加が確認できた。

トマト栽培時のストレス負荷は、トマト果実内成分に大きく影響することが知られており、特に塩ストレスにより、グルタミン酸とアスコルビン酸量の増加が報告されている[7]。さらにトマトの葉へ塩ストレスを付加し、栽培することで、浸透圧調製機能によって果実に溶質の蓄積が生じることも報告されている[7]。よって本研究においても、乳酸菌を葉面散布することにより、乳酸菌代謝物によるpH変動などによりストレスを引き起こし、塩ストレスと同様の機構でグルタミン酸量およびアスコルビン酸量が増加したのではないかと考える。

この結果から、株式会社ホクコンの乳酸菌 *Lactobacillus fermentum* (商品名：ラクト・ゼリー) をト

マト栽培時に葉面散布により添加することで、酸味成分や疲労回復に効果のあるクエン酸量、酸化防止機能、コラーゲン生成必須化合物、また抗酸化作用が報告されているアスコルビン酸量、そして旨み成分であるグルタミン酸量を増加させることから、スマート農業の定義である「高品質」な栽培が可能となること示唆した。

本栽培法は、葉面散布という比較的容易な作業工程で品質の向上に貢献するため、一般的な農家でも容易に応用することができ、さらには植物工場のようなビックスケールの農業形態にも迅速に適用可能であると考えられ、まさにスマート農業を容易にかつ迅速に市場へ拡大することが可能な栽培法であると考えられる。

引用文献

- [1] 津田和久, 梅村賢司, 辻元人, “乳酸菌 *Lactobacillus plantarum* を使った微生物農薬の開発”, *日本農薬学会誌*, **40**, 12-16(2015)
- [2] 中川良二, “乳酸菌 HOKKAIDO 株を用いた機能性を有する食品等の開発と技術普及”, *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi*, **65**, 283-289(2018)
- [3] 文部科学省, 日本食品標準成分表2015年版
- [4] 綾部園子, 本間千裕, 長浜ゆり, 高橋伸幸, “同じ条件で栽培した高糖度トマトと大玉トマトの比較”, *日本調理科学会誌*, **42**, 188-193(2009)
- [5] 真部孝明, “アルカリ滴定による果実中の有機酸定量時の換算係数について”, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **40**, 682-688(1993)
- [6] 太田智樹, 荒谷陽介, “菓子用途に向けたトマトジュースの製造工程における予熱条件の検討”, *北海道立総合研究機構 食品加工研究センター研究報告*, **13**, 43-49
- [7] 圖師一文, 松添直隆, 吉田敏, 筑紫二郎, “水ストレス下および塩ストレス下で栽培したトマトにおける果実内成分の比較”, *植物環境工学*, **17**, 128-136(2005)