

研究論文

微酸性電解水によるネットメロンうどんこ病の発病抑制効果

津野和宣・甲斐祐介¹⁾・中村悌一²⁾

宮崎大学農学部植物生産環境科学科

¹⁾ 宮崎大学農学部附属フィールド科学研究センター

²⁾ 森永乳業(株)食品基盤研究所生物機能研究部

(2012年12月26日 受理)

Suppression Effect of Melon Disease by Using Slightly Acidic Electrolyzed Water

Kazunori TSUNO, Yusuke KAI¹⁾ and Teiichi NAKAMURA²⁾

Department of Agricultural and Environmental Sciences, Faculty of Agriculture, University of Miyazaki

¹⁾ Field Science Center, Faculty of Agriculture, University of Miyazaki

²⁾ Biological Function Research Department, Food Science and Technology Institute, Morinaga Milk Industry Co., Ltd.

Summary : Slightly acidic electrolyzed water was applied to control the disease of netted melon (*Cucumis melo* L. Reticulatus Group). Slightly acidic electrolyzed water was sprayed periodically on the surface of plants in greenhouse. Occurrence and severity of the disease such as powdery mildew was remarkably suppressed by the electrolyzed water. The preventive value of slightly acidic electrolyzed water against the disease was calculated as to be marked higher than 60. Even slightly acidic electrolyzed water suppressed the disease, some lesions were remained at the part of the leaf overlapped each other.

These results supported the strong effectiveness of slightly acidic electrolyzed water to control plant diseases, indicating suppression of pathogenic population/invasion on the plant surface prior to the infection. In addition, application method of slightly acidic electrolyzed water to whole surfaces of plant may be essential to the effective control.

It seems conceivable that slightly acidic electrolyzed water could take the place of harmful fungicides and contribute to achieving the safe and secure agricultural production.

Key words : Electrolyzed Water, Control of Plant Disease, Powdery Mildew, Melon.

緒言

微酸性電解水は、低毒性や低環境負荷、一過性の殺菌効果、耐性菌出現がないなどの特性を有するため、平成14年6月に厚生労働省から殺菌料として食品添加物に指定され、その後は食品加工

(調理施設衛生管理、食材洗浄除菌)や食品関連工場の衛生管理などといった幅広い分野で殺菌や微生物制御目的(加藤 1999; 五十部 1999; 中村 2001; 掘田 2001)で使用されるようになってきた。微酸性電解水の特徴は、次亜塩素酸ナトリウ

ムの殺菌主体である次亜塩素酸イオンではなく、より低濃度の塩素濃度で効果を発揮する次亜塩素酸を主体としていることである(中村 2001)。

植物病害防除のために使用される多くの化学合成農薬は、環境汚染、生産物への残留性、薬剤耐性菌の誘起、生態系かく乱など種々の問題の要因となっており、より安全で環境負荷の小さい病害防除法の開発は持続的農業生産の確立のためにも大きな社会的課題となっている。

著者ら(津野・中村 2012)は、食品添加物として指定された微酸性電解水の植物病原系状菌や植物病原細菌に対する抗菌作用を明らかにし、農業生産における微酸性電解水利用の可能性を指摘した。さらに、施設栽培環境において、キュウリおよびトマトに微酸性電解水を散布することで、それらの各種植物病害に対して十分な抑制効果が認められることを報告した(津野ら 2012)。

本研究は、施設栽培における農園芸作物を対象とした微酸性電解水利用による病害抑制がある程度普遍的に可能であることを検討することを目的として行った。すなわち、病害(うどんこ病)に極めて弱く、育苗、誘引、受粉、芽かき、摘果、懸果、水管理、葉数保持など栽培管理に特段の配慮や技術が必要であり、また、生理障害等も発生しやすいネットメロンを供試して、微酸性電解水の定期散布による病害抑制効果を検証するとともに微酸性電解水による病害抑制における課題を検討した。

材料および方法

1 供試メロン

宮崎大学農学部附属フィールドセンターの無加温ビニルハウス内で育苗・定植したネットメロン(*Cucumis melo* L. *Reticulatus* Group)を供試した。すなわち、ネットメロン品種‘アールスセイヌ春II’(ヤエ交配; 八江農芸株式会社)を2010年5月6日に播種、5月14日に鉢上げ、6月2日に畝幅160 cmの畝に株間50 cmで定植した。作土には、元肥として58.0 m²当たりようリン2.5 kg, なたね油粕5.0 kg, IB化成S1号5.0 kg, A801(8-8-8)2.5 kg, 塩化カリ0.3 kg, 苦土石灰10.0 kgを用いた。

定植後は、黒ポリビニルマルチ被覆、灌水チューブによる点滴灌水、誘引による1本仕立てで無加温栽培を行った。

2 試験区及び調査葉

試験区は微酸性電解水区(微酸性電解水を散布)、対照区(水道水を散布)、慣行区(通常の栽培方法による栽培区; 殺菌剤等を施用)で構成し、発病調査は各区それぞれ各30個体のネットメロン株の下位葉20枚(栽培後期の着生葉20枚以下の場合には、その最大枚数)を対象に行った。

微酸性電解水区と対照区は、同一のビニルハウス内に設定し、両区はビニルカーテンで間仕切りし、両区ではそれぞれネットメロン40株以上を栽培した。両区はビニルカーテンで間仕切りし、仕切り用ビニルカーテンに近い位置の3株/畝の個体は調査から外した。慣行区では殺菌剤を多くの回数散布するため、薬剤ドリフトによる他の区への影響を避けるために、慣行区を別棟無加温ビニルハウスに設けた。

3 微酸性電解水及び殺菌剤の散布

(1) 微酸性電解水

微酸性電解水は、6月21日、6月28日、7月1日、7月5日、7月12日、7月16日、7月20日、7月23日、7月30日、8月9日に加圧式肩掛け噴霧器で0.5~1.0リットル/メロン1株の量を計10回散布した。散布は、先の報告と同様の方法で行った(津野・甲斐・中村 2012)。展着剤としてアグラール(アグロカネシヨウ株式会社)を4,000~5,000倍に希釈して用いた。微酸性電解水は、森永乳業株式会社製の微酸性電解水製造装置ピュアスターMp 240を用いて生成し、生成直後の微酸性電解水(有効塩素濃度約30 ppm, pH 5.7~5.8)を散布した。微酸性電解水の有効塩素濃度は、(株)東洋製作所製の残留塩素・水素イオン濃度比色測定器OT法II型で測定した。また、pHは東亜ディーケーケー(株) pHメータHM 25型で測定した。対照区には、微酸性電解水の代わりに展着剤を添加した水道水を散布した。

(2) 殺菌剤

慣行区においては、殺菌剤を7月2日と7月14日に炭酸水素ナトリウム水溶剤(ハーモメート水和剤 明治製菓(株)製)各200リットル/10 a, 7月27日にアゾキシストロピン水和剤(アミスター20® フロアブル シンジェンタジャパン(株)製)200リットル/10 a, 8月9日にテトラクロロインソフタロニトリル(TPN)水和剤(ダコニール1000® フロ

アブル 住友化学(株)製) 200リットル/10 aを動力噴霧器を用いて散布した。

その他の区においても、病害激発のために試験続行が不可能となることが想定されたため、対照区(無散布区)では殺菌剤2回(7月13日; ハーモート水和剤 明治製菓(株)製, 7月27日; アミスター20フロアブル シンジェンタジャパン(株)製), 微酸性電解水散布区では1回(7月27日; アミスター20フロアブル シンジェンタジャパン(株)製)に限ってそれぞれ前述施用法で散布した。

4 発病調査

発病調査は、既報と同様に行った(津野・甲斐・中村 2012)。すなわち、(社)日本植物防疫協会発行の「新農薬実用化試験実施の手引き - 薬効薬害圃場試験編 -」(平成13年)および「野菜等殺菌剤圃場試験法」(平成16年)に準拠して発病程度を調査し、発病度と防除価を算出した。また、発病程度に関わらず、発病の認められた葉の割合については発病率として算出した。調査は、6月28日, 7月2日, 7月6日, 7月12日, 7月21日, 8月2日, 8月9日, 8月17日の計8回(慣行区では、8月9日の殺菌剤散布による葉の汚損が激しかった為に8月17日調査は行わず計7回)行った。

発病程度は、調査各葉について次の調査基準で調査した。

- 0: 病斑を認めない
- 1: 病斑面積率が葉面積の5%未満
- 2: 病斑面積率が葉面積の5%以上25%未満
- 3: 病斑面積率が葉面積の25%以上50%未満
- 4: 病斑面積率が葉面積の50%以上

発病度は、次式によって求めた。

$$\text{発病度} = \{(0 \times n_0 + 1 \times n_1 + 2 \times n_2 + 3 \times n_3 + 4 \times n_4) \times 1 / (\text{全調査葉} \times 4)\} \times 100$$

ただし、 n_0 , n_1 , n_2 , n_3 , n_4 はそれぞれ発病程度 0, 1, 2, 3, 4の葉数。

また、防除価は次式により算出した。

$$\text{防除価} = 100 - \{(\text{処理区の発病度} / \text{無処理区の発病度}) \times 100\}$$

5 微酸性電解水の植物への影響

微酸性電解水の散布が、茎葉および果実の薬害・

汚れ、果実収量に与える影響について調査した。茎葉および果実の薬害・汚れについては、次の観点で目視評価した。

- : 薬害(汚れ)なし
- (+) : 薬害(汚れ)があるが、実用上問題なし
- + : 薬害(汚れ)があり、実用上問題となる

結果および考察

1 発生病害

いずれの区においても、栽培期間を通してメロンうどんこ病の発生が認められ、特に栽培後期においては激しい発生が観察された(図1A)。その他の病害については、つる枯れ病のみが散発的にわずかに認められたが、その発生程度は極めて低く、発生病害としての記録に至らなかった。

2 各区におけるメロンうどんこ病の発生状況

(1) 対照区

各区におけるメロンうどんこ病の発病推移は、図2及び図3にまとめて示した。

対照区におけるメロンうどんこ病の発病は、他のいずれの区よりも激しく、栽培後期にはうどんこ病発病程度2以上、特に発病程度4の罹病葉がほとんどを占めるようになり、試験継続のために殺菌剤を2回散布したにも関わらず、栽培末期に

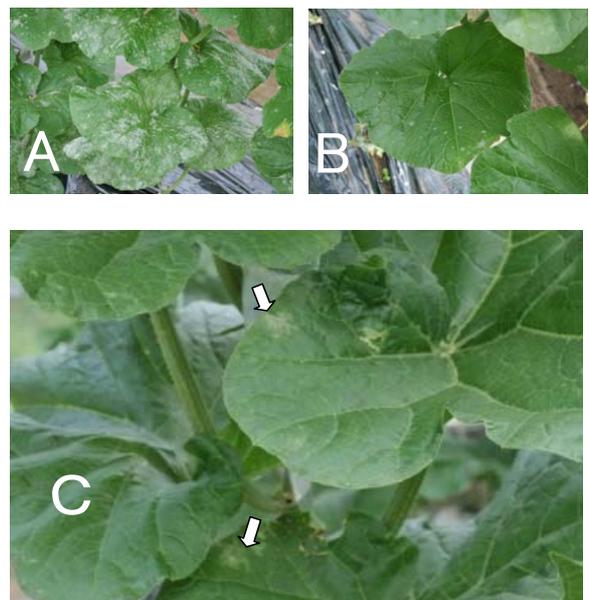


図1 メロンうどんこ病の発生状況
A: 対照区(7月12日), B: 微酸性電解水区(7月21日), C: 微酸性電解水区(矢印は葉の重なり部位における病斑, 7月26日)

は発病葉率 (%) 及び発病度ともに100に近い値となり (図2, 図3) 激甚な発生となった。また, 栽培後期にはうどんこ病の病害による落葉も著しく認められた。

これらのことから, 対照区においてはうどんこ病は極めて激しく発生し, 殺菌剤の散布なしでは病害による落葉や植物個体の枯死によって試験続行が不可能であったと考えられた。

(2) 慣行区

慣行区におけるメロンうどんこ病の発病は計4回の殺菌剤散布によって, 対照区よりも低く推移し, 栽培末期における発病葉率 (%) 及び発病度はともに60以下であった (図2, 図3)。しかし, 栽培末期における罹病葉においては発病程度4のものが80%以上を占め, 罹病葉においては相当にうどんこ病の被害が大きい結果であった。この区では, 8月9日の殺菌剤散布によって葉の痛みと白色の汚れが激しく8月16日のうどんこ病の精密な発病調査が困難であったが, 発病状況は8月9日と同等であった。

これらのことから, 慣行区においては殺菌剤散布の効果はある程度発揮され, 完全ではないものの有効にうどんこ病を抑制したと考えられた。

(3) 微酸性電解水区

図2及び図3から明らかなように, 微酸性電解水区においては, 栽培末期に至ってもうどんこ病の発病葉率は5割程度, また発病度も40以下であり, 発病葉率及び発病度ともに対照区の50%以下と顕著に発病が抑制された (図1B)。さらに, 罹病葉の多くの発病程度は2以下で推移し, 栽培

期間を通してうどんこ病の病斑も大きく拡大することはなく, 栽培末期においても発病程度0及び2が全体の7割以上を占めた。

微酸性電解水区におけるメロンうどんこ病の発生は, メロン葉の重なった部位を中心としており (図1C矢印), この部位にはうどんこ病の病斑が継続的に観察され, この部位からの病斑の拡大や進展が普遍的に見られた。この部位は葉が重なった部位であるために微酸性電解水の散布が届いていなかった部分であり, 微酸性電解水の散布むらが生じたものと考えられた。すなわち, 葉の重なり等の理由でメロン個体表面に余すところなく微酸性電解水の散布が行えなかったことが, うどんこ病菌の葉表面への残存をもたらし, この病斑が栽培期間を通じてうどんこ病の感染源となったものと推察された。

3 微酸性電解水の植物への影響

微酸性電解水の散布によって, メロン茎葉および果実の葉害や汚れ, 果実収量や糖度に与える影響は見られなかった。

4 微酸性電解水の病害抑制効果と実用性

各区におけるうどんこ病の発病葉率と発病度の比較 (図2及び図3) から明らかなように, いずれの区においても発病葉率と発病度は類似した増減パターンを示したが, 発病葉率及び発病度の双方において微酸性電解水区が最も低く推移した。微酸性電解水区の発病葉率及び発病度は慣行区のそれらを下回り, 微酸性電解水は極めて強くうど

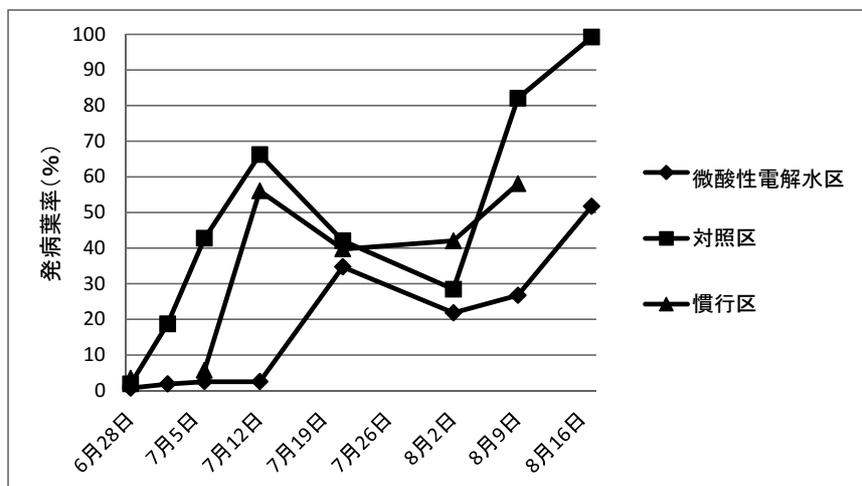


図2 各区におけるうどんこ病の発病葉率 (%) の推移

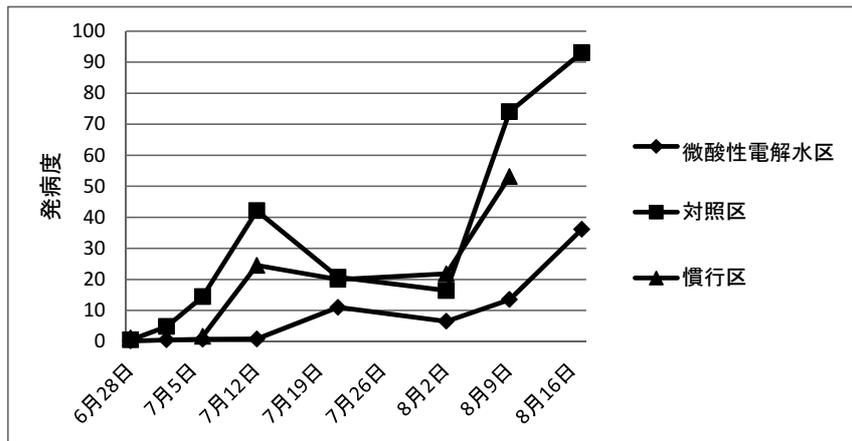


図3 各区におけるうどんこ病の発病度の推移

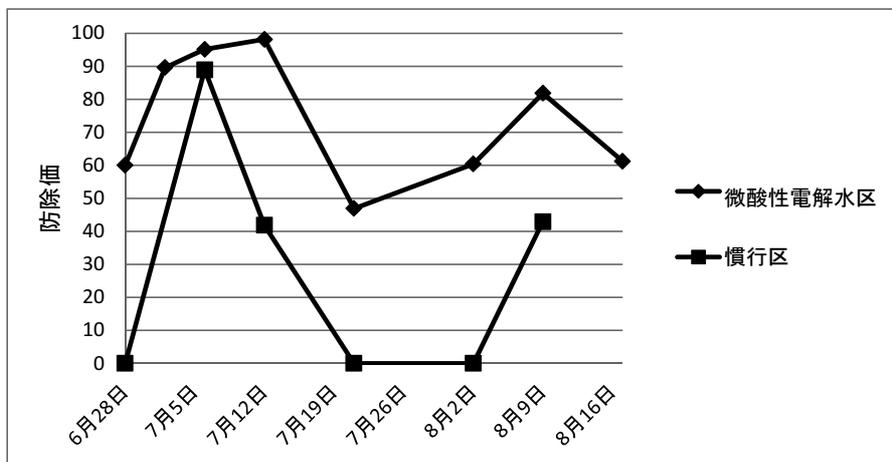


図4 ピュアスター水散布区と慣行区における防除価の推移

んこ病の発生を抑制した。

微酸性電解水区と慣行区の発病度から微酸性電解水と殺菌剤の防除価を算出し、図4に示した。図4から明らかなように微酸性電解水の防除価は増減があるものの少なくとも40以上、平均して60以上という高い値を示し、これは供試殺菌剤に優る高い防除価であった。これらのことから、微酸性電解水の定期的な散布は、メロンうどんこ病を極めて有効に抑制したことが明らかとなった。

微酸性電解水は、人畜に対する毒性、環境負荷、残留性などの点において極めて安全性の高い資材であり、また、耐性菌の出現も認められないことなどから(中村 2001; 鈴木ら 2005; 土井 2002; 岡本ら 2006; 中山ら 2003)、食品添加物の殺菌料として指定され、食品製造・加工分野等で広く利用されてきている。この微酸性電解水は、植物病原菌に対して強い殺菌効果を有していること(津野・中村 2012)、また、キュウリおよびトマ

トの病害を強く抑制すること(津野ら 2012)を報告した。本研究においては、植物病害、特にうどんこ病に極めて感受性の高いネットメロンを対象にして、微酸性電解水の病害抑制利用の普遍性を検討した結果、高い防除価が認められた。以上の結果と微酸性電解水の植物病原菌に対する殺菌スペクトラムの広さ(津野・中村 2012)から考えると、微酸性電解水は、キュウリ、トマト、ネットメロンに限らず、多種類の農園芸作物において有効に植物病害を抑制することができると言える。さらに、微酸性電解水の低毒性、低環境負荷、低残留性の特性は、人と環境に安全な病害防除手段として微酸性電解水を位置付けることが可能であると考えられた。

しかしながら、先に述べた通り、メロン葉の重なった部位等においてはうどんこ病の病斑が残存し、その残存がうどんこ病の継続的な発生の原因であると推察された。したがって、微酸性電解水

を散布むらなく植物個体表面に十分に噴霧することが、微酸性電解水による病害抑制の課題であると考えられた。

微酸性電解水の殺菌主体は、微酸性電解水中に含まれる次亜塩素酸であると考えられており(中村 2001)、筆者らも微酸性電解水が植物病原菌を殺菌する機構は次亜塩素酸によるものであることを示した(津野・中村 2012)。微酸性電解水の散布むらは、殺菌主体である次亜塩素酸が届かない部位を植物表面に残していることと言える。次亜塩素酸の殺菌は一過性で植物組織への浸透性や残効性がないため、微酸性電解水の散布むらは植物病原菌を一部残存することになり、この点への対策は微酸性電解水を病害抑制目的で実用する場合の解決すべき課題と考えられた。

一方では、農林水産省と環境省の合同の審議会である農業資材審議会農薬分科会特定農薬小委員会及び中央環境審議会土壌農薬部会農薬小委員会特定農薬分科会の第13回会合(平成24年2月24日)において、電解次亜塩素酸水(いわゆる電解水)を特定農薬として指定しても良いとの結論に至り、食品安全委員会を中心に微酸性電解水を含む電解水を特定農薬として指定する検討が進行している。これらの状況は、微酸性電解水が制度的に農業分野で実用化の承認を受けることを十分に期待するものであり、新たな環境保全型農業の進展の可能性が大きいものと考えられる。

今後、微酸性電解水を植物個体表面へ均一に散布する方法を検討することによって、微酸性電解水を効果的に病害抑制に利用することを可能にし、安全で高品質な農産物を低環境負荷で生産する手段を確立していくことが重要であると思われた。

要約

施設栽培環境において、病害、特にうどんこ病に弱いネットメロンに微酸性電解水を定期的に散布してうどんこ病の抑制効果を検討し、微酸性電解水の植物病害抑制利用の普遍性について考察した。施設栽培のネットメロンに微酸性電解水を散布すると、微酸性電解水区において、うどんこ病の発病葉率(%)及び発病度はいずれも対照区の50%以下と顕著に発病が抑制された。また、慣行区(通常通りに殺菌剤を散布した区)と比較しても、微酸性電解水区はうどんこ病の発病葉率

(%)及び発病度ともに低い値となり、防除価も平均60以上と高い防除効果を示した。また、微酸性電解水処理による植物の生理障害等(葉害、生育不良、生産低下など)は認められなかった。しかし、微酸性電解水区では、葉の重なった部位に病斑の残存が認められ、この葉の重なり部位における病斑が病害の継続性に関与していた。

これらの結果から、微酸性電解水の定期的散布は、うどんこ病に極めて弱いネットメロンのうどんこ病の発病を極めて効果的に抑制することが明らかとなり、微酸性電解水は多種類の農園芸作物においても有効に植物病害を抑制することができると考えられた。また、微酸性電解水の散布むらが微酸性電解水の効果発揮における課題であり、今後、微酸性電解水を植物体表面にむら無く散布する手段の検討が実用上必要であることが明らかとなった。この課題の解決が、微酸性電解水を実用的な抗菌資材として農業生産に利用することを可能にし、安全で高品質な農産物を低環境負荷で生産する手段を確立していくことが重要であると思われた。

キーワード：電解水、ネットメロン、発病抑制、うどんこ病

謝辞

研究にあたり、農学部附属自然共生フィールド科学教育研究センターの教職員各位に多大な支援を頂いた。記して感謝の意を表する。

引用文献

- 堀田国元(2001)。「電解水とは何か? 科学・技術・社会の動向」機能水バイオフィォーラム山梨 2001:1-7
- 加藤 良(1999)。「電解塩素水の食品衛生への利用」機能水シンポジウム'99東京大会プログラム・講演要旨集:48-49
- 中村悌一(2001)。「食品製造工程における弱酸性電解水の有効利用」機能水バイオフィォーラム山梨 2001:25-28
- 鈴木 潔, 中村悌一, 土井豊彦, 小久保貞之, 富田 守(2005)。「塩酸を原料にして製造した微酸性電解水によるレタスの洗浄殺菌効果について」防菌防黴誌 33(11):589-597

- 五十部誠一郎 (1999). 「電解機能水利用技術の確立のための取り組み」 機能水シンポジウム'99 東京大会プログラム・講演要旨集 : 86-87
- 土井豊彦 (2002). 微酸性次亜塩素酸水の機能と食品への利用. 防菌防黴誌 30(12) : 813-819.
- 岡本公彰・駒形安子・奥田舜治・西本右子・鴨志田真弓・中村悌一・小宮山寛機 (2006). 微酸性電解水の抗微生物効果 防菌防黴誌 34(1) : 3-10.
- 中山素一・藤本章人・樋口 彰・渡辺 誠・飯尾雅嘉・宮本敬久 (2003). 微酸性次亜塩素酸水の Bacillus属細菌芽胞及び乳酸球菌に対する効果と特性 防菌防黴誌 31(8) : 421-425.
- 津野和宣・中村悌一 (2012). 各種植物病原菌に対する微酸性電解水の抗菌効果 宮大農報 58 : 1-10.
- 津野和宣・甲斐祐介・中村悌一 (2012). 微酸性電解水によるトマト病害の発病抑制効果 宮大農報 58 : 11-17.