

水耕栽培における施肥法および培地の差異が‘毛馬’キュウリ（*Cucumis sativus* L. cv. Kema）の苦味発現および品質に及ぼす影響

誌名	日本食品保蔵科学会誌
ISSN	13441213
著者名	嘉悦,佳子 森川,信也 磯部,武志 中村,謙治 阿部,一博
発行元	日本食品保蔵科学会
巻/号	36巻5号
巻号補足	
掲載ページ	p. 227-233
発行年月	2010年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



水耕栽培における施肥法および培地の差異が ‘毛馬’ キュウリ (*Cucumis sativus* L. cv. Kema) の 苦味発現および品質に及ぼす影響

嘉悦佳子^{*1§}・森川信也^{*1}・磯部武志^{*1}
中村謙治^{*2}・阿部一博^{*3}

* 1 大阪府環境農林水産総合研究所

* 2 エスベックミック(株)

* 3 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科

Effects of Fertilizer Application Method and Nutrient Medium on Bitterness and Quality of Cucumbers (*Cucumis sativus* L. cv. Kema)

KAETSU Keiko^{*1§}, MORIKAWA Shinya^{*1}, ISOBE Takeshi^{*1},
NAKAMURA Kenji^{*2} and ABE Kazuhiro^{*3}

* 1 *Research Institute of Environment, Agriculture and Fisheries, Osaka Prefectural Government,*
442 Shakudo, Habikino-shi, Osaka 583-0862

* 2 *Especmic Corp, 3-11-17 Ikeda, Neyagawa-shi, Osaka 572-0039*

* 3 *Graduate School of Agriculture and Biological Science, Osaka Prefecture University,*
1-1 Gakuen-cho, Naka-ku, Sakai-shi, Osaka 599-8531

To establish an efficient cultivation system for producing high-quality cucumbers (*Cucumis sativus* L. cv. Kema), a comparison of cucumbers grown in hydroponic solution culture with different fertilizers applied and nutrient media used were investigated. In the hydroponic solution culture, the cucumbers grown with the application of chemical fertilizer were more bitter than the cucumbers grown with the application of organic fertilizer. The cucumbers grown in the chemical hydroponic solution by the deep-flow technique were bitter compared with the cucumbers grown in the hybrid hydroponic solutions (with chemical and organic fertilizers) with a solid substrate. The greatest number of harvested cucumbers was obtained in the chemical hydroponic solutions with a solid substrate, and the least number of harvested cucumbers was obtained in the hydroponic solution with organic fertilizer with a solid substrate. In hydroponics by the deep-flow technique, the cucumbers grown with the application of organic fertilizer had the lowest total phenol concentration, whereas the cucumbers grown with the application of chemical fertilizer had the highest total phenol concentration. The cucumbers grown using organic hydroponics by the deep-flow technique had the lowest nitrate ion concentration, whereas the cucumbers grown using chemical hydroponics by the deep-flow technique had the highest nitrate ion concentration. From these results, we conclude that the yield of bitter cucumbers can be reduced by the application of organic fertilizer in hydroponics rather than by the application of chemical fertilizer, and by the use of hydroponics with a solid substrate rather than by the deep-flow technique.

(Received Apr. 2, 2010 ; Accepted Aug. 19, 2010)

Key words : *cucumber, bitterness, hydroponics, nitrate ion concentration, organic fertilizer*

キュウリ, 苦味, 養液栽培, 硝酸イオン濃度, 有機肥料

* 1 〒583-0862 大阪府羽曳野市尺度442

§ Corresponding author, E-mail : kaetsuk@mbox.epcc.pref.osaka.jp

* 2 〒572-0039 大阪府寝屋川市池田 3-11-17

* 3 〒599-8531 大阪府堺市中区学園町 1-1

現在、日本では、食に関する社会の流れを受け、古くからの大阪地場産野菜である「なにわの伝統野菜」が大阪府でも注目され、2005年に「なにわの伝統野菜認証制度」が開始され、現在、17品目の野菜が認証されており、普及と消費拡大のための活動が行われている¹⁾。

「なにわの伝統野菜」の一種である「毛馬」キュウリは、大阪市都島区毛馬町発祥の半白系の黒イボ胡瓜で、現在は大阪府の河南町や堺市などで栽培されている^{2), 3)}。食味の特徴として果実の苦味と特有のテクスチャーがあり⁴⁾、そのテクスチャーの特徴を生かして、奈良漬や糠漬などの加工品として食されている^{5), 6)}。

しかし、「毛馬」キュウリでは、過度に苦い果実が生産されることがあり、過度の苦味を有する「毛馬」キュウリ果実は、消費者に受け入れられにくいため、問題視されている⁷⁾。そこで、筆者らは、「毛馬」キュウリを湛液型水耕栽培において培養液濃度を低下させると、苦味を低減できることを明らかにした⁸⁾。また、「毛馬」キュウリ果実において、果実の苦味と果実中に含まれている硝酸イオン濃度には、相関関係があることも明らかにした⁹⁾。しかし、苦味を低減させるために培養液濃度を低下させると、収量が慣行栽培以下になり、果実色が薄くなった。一方、著者らは有機肥料および無機肥料を併用してミツバの養液栽培を行うと、慣行法と同等な収量および品質を維持しつつ、ミツバ作物中の硝酸イオン濃度が低減することを明らかにした⁹⁾。また、大阪特産野菜の一種である「水ナス」において、軽石を培地に使用したフィールド養液栽培を行うと、湛液型養液栽培と比較して「水ナス」果実中の硝酸イオン濃度を低減できることを著者らは明らかにした¹⁰⁾。

このため、作物中の硝酸イオン濃度を低減する有機肥料の使用およびフィールド養液栽培を行うことで、「毛馬」キュウリ果実の収量および品質を維持しつつ、果実の苦味を軽減できるかどうかを明らかにするために、本研究では、異なる培地および施肥法が「毛馬」キュウリの苦味強度にどのような影響を及ぼすかを明らかにするとともに、「毛馬」キュウリ果実中の苦味強度とフェノール物質含量および硝酸イオン濃度を調べた。

実験材料および実験方法

(1) 栽培概要 大阪府環境農林水産総合研究所にて採種した「毛馬」キュウリ種子を、2009年8月12日にバーミキュライトに播種した。播種後、ビニルトンネル内で育苗し、2009年9月4日にバーミキュライトを洗い落とした後、1試験区6株ずつ定植し、同研究所所有の栽培施設(全長:20m, 横幅:5.4m)にて養液栽培を行った。

栽培は、以下の4試験区で行った。

- ・無機水耕区: 無機肥料のみを施した湛液型水耕栽培。
- ・有機水耕区: 有機肥料のみを施した湛液型水耕栽培。
- ・無機フィールド区: 無機肥料のみを施したフィールド

養液栽培(固形培地として軽石状のパミスサンドを使用)。

- ・ハイブリッドフィールド区: 無機肥料と有機肥料を併用したフィールド養液栽培。

無機水耕区および無機フィールド区における施肥管理は、無機肥料であるマツザキ1号・2号(N10.4%, P2.1%, K14.4%)を大塚A処方1/2単位¹¹⁾で施肥し、ECを約1.2 mS/cmに維持した。フィールド区の養液栽培部にはW65×L585 cmの栽培ベッドにパミスサンドを使用し、容量350Lの給水タンクを付属し、フロートバルブによりシステム内の培養液量が常に一定となるように水が補給される。有機水耕区およびハイブリッドフィールド区に施した有機肥料は、コーンスターチを生産する際の産業廃棄物であるコーンステープリカー(N3%, P3%, K2%)を使用した。ハイブリッドフィールド区では、給水タンクに無機肥料と有機肥料を窒素換算量で1:1となるよう添加した。同様に、無機フィールド区では、無機肥料のみを添加した。無機水耕区は、フィールド区と同様の栽培ベッドにポンプを追加した栽培システムにより、無機肥料を使用した循環型湛液水耕を行った。また、有機水耕区は、無機水耕区と同様のシステムにおいて有機肥料のみを使用し、無機水耕区と同量の窒素量を施用し循環型湛液水耕を行った。その際、有機肥料の無機化を進めるため、土壌を投入し十分に曝気を行った。栽培中は、培養液のECとpHならびに無機塩類濃度を定期的に測定した。すべての試験区の仕立法や摘心および病害虫防除は大阪府が刊行している栽培指針に準じて行った¹²⁾。

「毛馬」キュウリ果実の外観品質特性は、果梗部から3分の1は淡緑色であるが、果頂部までの残りの3分の2は淡緑白色であり⁷⁾、収穫・流通の規格は果長:約30 cm, 太さ:3 cmである。2009年10月9日から販売規格に達した「毛馬」キュウリ果実を適宜収穫した。

(2) 官能検査 各4試験区の収穫直後のキュウリについて、「毛馬」キュウリ果実で最も苦味の強い部位である果梗部から約10cmの部位を、それぞれフードプロセッサーで粉碎し、同研究所にて苦味についての官能検査を2009年11月6日に12人の被験者を対象に行った。官能検査は、「苦味なし」を0点で、「少し苦い」を1点で、「苦い」を2点で、「苦味が強い」を3点で、「苦味が強すぎて食べることができない」を4点の5段階で評価した。

(3) 「毛馬」キュウリ果実中に含まれる総フェノール物質含量およびオルトジフェノール含量測定 一般的に青果物の苦味および渋味を呈するといわれているフェノール物質は¹³⁾、栽培中の施肥量と相関があり、無機肥料の窒素施肥量が多いほど、作物中のフェノール物質含量は高くなるとの報告がある^{14)~17)}。そこで、「毛馬」キュウリ果実中に含まれる総フェノール物質含量およびオルトジフェノール含量を測定した。

各試験区の果実について、果梗部の先端から約10cmまで約10cmの部分、ナイフで細かく刻み、それぞれの試料10gを100ml三角フラスコに量りとり、80%エタノールを40ml加えて還流管を取りつけ、80℃で20分抽出した。冷却後、ホモジナイザー（PRO Scientific Inc. 製 PRO 200 Homogenizer）で粉碎した後、試料を吸引ろ過し試料を50mlに定容した。

得られたろ液2mlを量りとり、1Nフェノール試薬2mlを加えて混合し、3分後に10%炭酸ナトリウム2mlを加えた。混合後、1時間放置し、530nmにおける吸光度を測定した（日立製作所 U-2000形ダブルビーム分光光度計）。それぞれの実験を、3反復行なった。

また、得られたろ液1mlを量りとり、0.1N塩酸2mlを加えて混合した。その後、蒸留水100mlに亜硝酸ナトリウム10gとモリブデン酸ナトリウム10gを溶かしたArnow試薬2mlを加えて十分に混合し、1N水酸化ナトリウム2mlを加えた。赤ワイン色を呈したところへ蒸留水2mlを加えて室温で20分間放置し、530nmにおける吸光度を測定した（日立製作所製 U-2000形ダブルビーム分光光度計）。それぞれの実験を、3反復行なった。

（4）‘毛馬’キュウリ果実中に含まれる硝酸イオン濃度測定 収穫した‘毛馬’キュウリ果実の果皮をピーラーで果皮表面から1mm厚で切り取り、それぞれの果皮をナイフで細かく刻み分析に供し、果肉もナイフで細かく刻み分析に供した。それぞれを含量によって等量から4倍の純水を加えることによって希釈し、ホモジナイザー（PRO Scientific Inc. 製 PRO200 Homogenizer）で粉碎後、小型反射式光度計（Merch社製 RQフレックス）で、各部位に含まれる硝酸イオン濃度を測定した¹⁸⁾。それぞれの実験を、3反復行なった。

実験結果および考察

1. 培地および施肥法の差異が‘毛馬’キュウリ果実の収量に及ぼす影響

養液栽培において培地および施肥法が異なる‘毛馬’キュウリ果実の収穫果数および良品果数の結果をFig.1に示した。

1株当たりの収穫果数（Fig.1-A）は、ハイブリッドフィールド区で最も少なく約19本であったが、ほかの試験区である有機水耕区と無機水耕区ならびに無機フィールド区は同等で収穫果数は約22本であり、収穫物の総重量についても同等であった。また、1株当たりの良品収穫果数（Fig.1-B）は、無機フィールド区で最も多く、次いで、無機水耕区と有機水耕区であり、ハイブリッドフィールド区が最も少なかった。慣行法である土耕栽培で‘毛馬’キュウリは1株当たり総収穫本数は約17本といわれている¹⁹⁾が、養液栽培を行った本試験では、全試験区で慣行法以上の収量であった。

‘毛馬’キュウリは、収穫後期に多発する曲がり果⁷⁾などの要因から、良品率は一般的に食されている節成キュ

ウリと比較すると低くなる。

良品率を計算すると、良品収穫果数と同様に、無機フィールド区で最も高く約60%であった。次いで、無機水耕区と有機水耕区が約50%であり、ハイブリッドフィールド区が最も低く約45%であった。

有機肥料を養液栽培に使用する場合、有機肥料の無機化が必須であるが²⁰⁾、固形培地が存在するフィールド養液栽培では、栽培槽の下の給水溝から給水シートを伝って培養液を供給する。そのため、培養液内物質の交換が行われず溶存酸素濃度も維持できないため、有機肥料の無機化が十分に行われなかったことが収量の低下の原因のひとつと考えられた。また、栽培中、給水溝にバイオフィームが蓄積しており、給水を妨害していたことも、収量の低下の原因のひとつと考えられた。しかし、有機水耕区では、培養液の曝気が行われ溶存酸素濃度も維持したため、有機肥料の無機化が効率よく行われ、植物体も栄養分を吸収することができ、無機水耕区と同

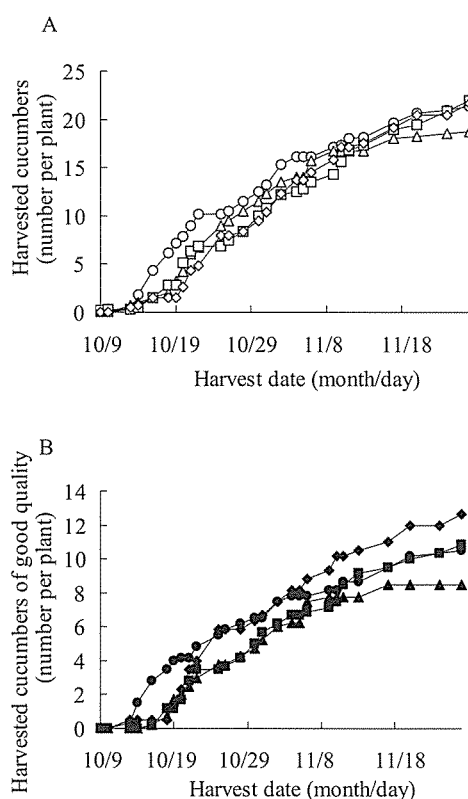


Fig. 1 Effect of culture method (nutrient medium and fertilizer application method) on the number of harvested ‘Kema’ cucumbers

A, total number of harvested cucumbers;

B, total number of harvested fruits of good quality

Vertical axis: A: total number of harvested cucumbers,

B: total number of harvested cucumbers of good quality

Horizontal axis: Harvest date (month/day)

○ and ●: OH (organic hydroponics by the deep-flow technique),

△ and ▲: HHS (hybrid hydroponics with a solid substrate),

□ and ■: CH (chemical hydroponics by the deep-flow technique),

◇ and ◆: CHS (chemical hydroponics with a solid substrate)

等の収量を得られたと考えられた。

2. 施肥法および培地の差異が‘毛馬’キュウリ果実の苦味強度に及ぼす影響

水耕栽培において施肥法および培地が異なる‘毛馬’キュウリ果実の苦味についての官能試験の結果をFig. 2に示した。

‘毛馬’キュウリ果実の苦味強度は、無機水耕区で最も高く約3.7点と評価され、次いで、無機フィールド区の約3.5点で、ハイブリッドフィールド区の約2.5点で、有機水耕区で最も低く約0.8点と評価された。

以上の結果から、全窒素量中の有機肥料の割合が高いほど、‘毛馬’キュウリ果実中の苦味は低減した。また、無機肥料を使用した場合、湛液型養液栽培と比較して、固形培地が存在するフィールド養液栽培を行うと‘毛馬’キュウリ果実中の苦味は低減した。これは、湛液型養液栽培では、肥料成分と根部が直接接しており、肥料成分を吸収しやすく、苦味成分の生合成を促進し苦味が強まったと考察された。一方、フィールド養液栽培では、固形培地が根部の周辺に存在するため、湛液型養液栽培ほど肥料成分を吸収しにくく、苦味が低減したと考察された。

したがって、‘毛馬’キュウリ果実の苦味強度を施肥法および培地により、コントロールできる可能性が示唆された。

3. 施肥法および培地の差異が‘毛馬’キュウリ果実の品質に及ぼす影響

養液栽培において培地および施肥法が異なる‘毛馬’キュウリ果実中に含まれる総フェノール物質含量およびオルトジフェノール含量の結果をFig. 3に示した。

総フェノール物質含量は、無機水耕区および無機フィールド区で最も高く、ハイブリッドフィールド区および有機水耕区で最も低かった。オルトジフェノール含量は、‘毛馬’キュウリ果実中に含まれる総フェノール物質含量に占める割合は低かったが、総フェノール物質含量と同様の結果であった。

‘毛馬’キュウリ果実の苦味強度が約3.5点以上で高かった無機水耕区と無機フィールド区では、‘毛馬’キュウリ果実中に含まれる総フェノール物質含量およびオルトジフェノール含量も高く、苦味強度が1点以下で低かった有機水耕区では、‘毛馬’キュウリ果実に含まれる総フェノール物質含量およびオルトジフェノール含量も低かった。したがって、養液栽培において、固形培地および有機肥料を使用することによって、‘毛馬’キュウリ果実のフェノール物質含量を低減できることを明らかにした。しかし、苦味強度が約2.5点であったハイブリッドフィールド区の総フェノール物質含量およびオルトジフェノール含量は、有機水耕区と同等に低かったため、フェノール物質が‘毛馬’キュウリ果実の苦味に直接関与しているとは言及することはできなかった。

筆者らは、‘毛馬’キュウリ果実において、果実の苦

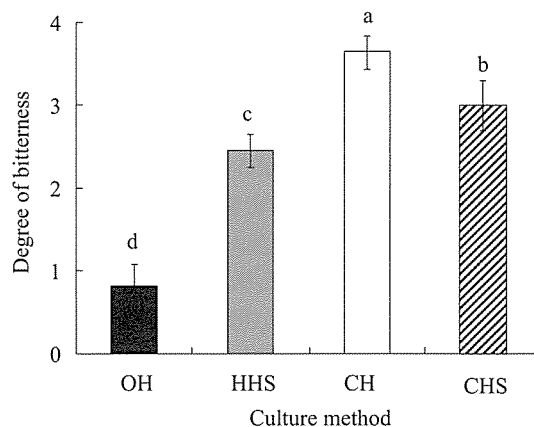


Fig. 2 Effect of culture method (nutrient medium and fertilizer application method) on bitterness of ‘Kema’ cucumbers

Values are means of results from twelve panelists and bars represent the S. E.

Different characters indicate that the means are significantly different at 5 % level by Fisher's LSD.

Vertical axis: Degree of bitterness

0 = “non bitter”, 1 = “weak”, 2 = “moderate”, 3 = “strong”, 4 = “no commercial value”

Horizontal axis: Culture method (sown in Fig. 1)

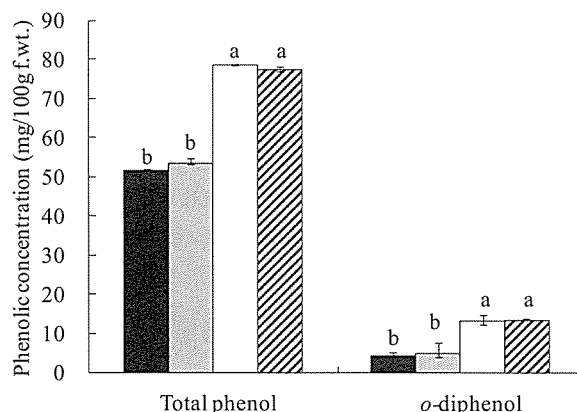


Fig. 3 Effects of culture method (nutrient medium and fertilizer application method) on total phenol and o-diphenol concentrations of ‘Kema’ cucumbers

Values are means of three replicates and bars represent the S. E.

Different characters indicate that the means are significantly different at 5 % level by Fisher's LSD.

Vertical axis: Total phenol and o-diphenol concentrations (mg/100 g f. wt.)

Horizontal axis: Total phenol and o-phenol concentrations

■: OH, □: HHS, □: CH, ▨: CHS (sown in Fig. 1)

味と果実中に含まれている硝酸イオン濃度には、相関関係があると報告した⁸⁾。そこで、本研究では、苦味発現に関与する培養液中および果実中の硝酸イオン濃度を測定した。

湛液型水耕栽培における培養液中に含まれる硝酸イオン濃度の結果をFig. 4に示した。

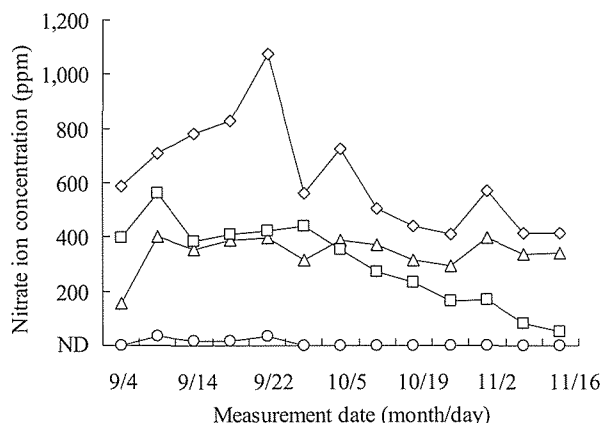


Fig. 4 Change in nitrate ion concentration of hydroponic solution

Vertical axis: Nitrate ion concentration (ppm)

Horizontal axis: Measurement date (month/day)

○: OH, △: HHS, □: CH, ◇: CHS (sown in Fig. 1)

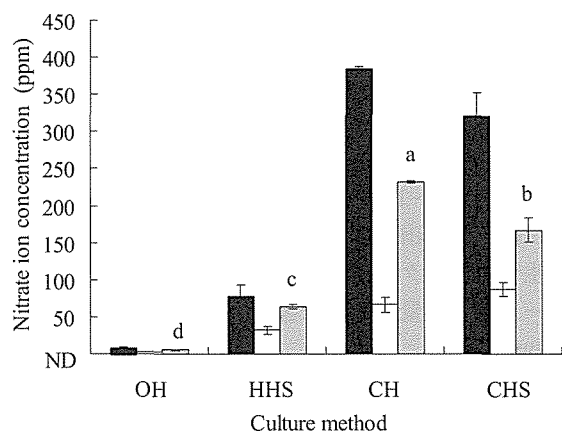


Fig. 5 Effect of culture method (nutrient medium and fertilizer application method) on nitrate ion concentration of 'Kema' cucumbers

Values are means of three replicates and bars represent the S. E. Different characters indicate that the means are significantly different at 5 % level by Fisher's LSD.

Vertical axis: Nitrate ion concentration (ppm)

Horizontal axis: Culture method (sown in Fig. 1)

■: Peel, □: Flesh, ▨: Fruit

培養液の硝酸イオン濃度は、有機水耕区の硝酸イオン濃度は栽培期間を通じて検出限界以下であった。ハイブリッドフィールド区の栽培中の硝酸イオン濃度は約400 ppmの濃度を維持し、無機水耕区は栽培初期には、約400 ppmであったが、栽培期間中に低下し、栽培後期には約100 ppm以下になり、無機フィールド区は栽培初期には約600 ppm以上であったが、栽培期間中に低下し、400 ppmから500 ppmまでの濃度を維持した。

養液栽培における培地および施肥法が異なる「毛馬」キュウリ果実中に含まれる硝酸イオン濃度の結果をFig. 5に示した。

果実中の硝酸イオン濃度は、無機水耕区が約230 ppmで最も高く、次いで、無機フィールド区が約170 ppmであり、ハイブリッドフィールド区が約60 ppmで、有機水耕区が約2 ppmで最も低かった。果皮についても、果実と同様の結果であったが、果肉については、無機フィールド区が最も高く、次いで、無機水耕区であった。全試験区で、果肉よりも果皮に多く硝酸イオンは蓄積された。

筆者らの研究では、無機肥料を施して培養液濃度を異なる「毛馬」キュウリの湛液型養液栽培を行ったところ、低濃度の培養液で栽培すると、果実中の硝酸イオン濃度は低減し、果実の苦味も低減したが収量も低下した⁸⁾。しかし、本研究にて、有機肥料を施して「毛馬」キュウリの湛液型養液栽培を行うと、収量は無機肥料を施した場合と同等で、果実中の硝酸イオン濃度は低減し、果実の苦味も低減した。これは、硝酸態窒素以外の様々な窒素形態を含む有機肥料を施すことで、「毛馬」キュウリの生育に必要な窒素量を持続的に供給することができたためと考えられた。

以上の結果から、無機肥料単用において、培地が異なった場合、培養液のみを使用した湛液型養液栽培より固形培地を支持体とするフィールド養液栽培のほうが果実中の硝酸イオン濃度を低減することができた。また、全施肥量に対する有機肥料の割合が高いほど、果実中の硝酸イオン濃度は低減した。

「加賀太」キュウリの苦味系統果実は、果実中に含まれる硝酸イオン濃度が高いという、果実の苦味発現と硝酸イオン濃度の関係について報告があり²¹⁾、本試験の結果はその知見と同様の結果であった。「加賀太」キュウリでは、窒素肥料の多施用により苦味果の発生率が高くなるとの報告があるが²²⁾、栽培中に使用する肥料の種類を無機肥料から有機肥料に転換することで、「毛馬」キュウリ果実の苦味が低減することを明らかにした。

作物中に存在する硝酸イオンは、多量摂取により健康に悪影響があると報告されており²³⁾、作物中に存在する硝酸イオン濃度を低減する栽培技術は、消費者のニーズである食の安全・安心および健康に寄与するため、多くの研究が成されている^{24)~26)}。また、硝酸イオン濃度が高いことはキュウリ果実の苦味の強さにも関係しており、「加賀太」キュウリでは、果実中の硝酸イオン濃度が高いと、窒素代謝活性が高くなり、ククルビタシンC生合成の促進が起きるとの報告があり²¹⁾、本研究では、養液栽培において、無機肥料単用および培養液のみの使用により、栽培中の果実に硝酸イオン濃度がより多く蓄積することで、窒素代謝活性が高まり、苦味成分の生合成が促進されたと推察した。

以上の結果から、「毛馬」キュウリ果実において無機肥料単用より有機肥料単用による養液栽培を行うことで、果実中の苦味は低減し、有機肥料と無機肥料を併用することでも、果実中の苦味は低減したため、全施肥量に対する有機肥料の割合が高いほど、果実中の苦味は低減し

た。また、無機肥料単用では、湛液型養液栽培より、フィールド養液栽培を行うと、果実中の苦味は低減した。有機肥料単用の湛液型養液栽培を行うことで、苦味の弱い‘毛馬’キュウリを栽培することが実現できた。また、‘毛馬’キュウリ果実中に含まれる硝酸イオン濃度を低減でき、消費者ニーズに合った‘毛馬’キュウリの栽培が行うことができると考えられた。しかし、有機肥料を使用したフィールド養液栽培を行うと、培養液内物質の交換が行われず溶存酸素濃度も維持できないため、有機肥料の無機化が十分に行われなかったことや給水溝に蓄積したバイオフィームによる給水の妨害等により、収量の低下が起きたため、今後、より苦味を低減するため、これらの問題点を解決した技術を確認することが必要である。

要 約

苦味が弱い‘毛馬’キュウリの栽培法を確認するため、養液栽培において施肥法および培地の差異が‘毛馬’キュウリの苦味発現および品質に及ぼす影響について検討した。

養液栽培において、無機肥料のみを施した‘毛馬’キュウリ果実は、有機肥料のみを施した‘毛馬’キュウリ果実よりも苦味が強かった。また、湛液型養液栽培を行った‘毛馬’キュウリ果実は、固形培地を支持体とするフィールド養液栽培を行った‘毛馬’キュウリ果実よりも苦味が強かった。収量は、無機肥料単用でフィールド養液栽培をすると最も多く、次いで、湛液型養液栽培であり、有機肥料と無機肥料を併用しフィールド養液栽培をすると最も少なかった。また、果実中の総フェノール含量は、有機肥料単用の湛液型養液栽培で最も低く、無機肥料単用の湛液型養液栽培で最も高かった。果実中の硝酸イオン濃度は、有機肥料単用の湛液型養液栽培で最も低く、無機肥料単用の湛液型養液栽培で最も高かった。

以上の結果から、苦味の弱い‘毛馬’キュウリを栽培するためには、無機肥料単用より有機肥料単用が望ましく、また、無機肥料単用においては湛液型養液栽培よりフィールド養液栽培することが望ましいことを明らかにした。

文 献

- 1) 内藤重之・森下正博：「なにわの伝統野菜」の復活と地域・産業の取り組み，大阪食とみどり技セ研報，43，5～12（2007）
- 2) 伊藤庄次郎：蔬菜品質解説，pp. 31～34（1952）
- 3) 熊澤三郎：胡瓜栽培の経済的研究，農及園，8，371～384（1932）
- 4) 森下正博：キュウリ果実のテクスチャーの品種間差，大阪食とみどり技セ研報，39，1～5（2003）
- 5) 森下正博：‘毛馬’キュウリ，なにわの伝統野菜，pp. 6～9（1999）
- 6) 森下正博：大阪府＝なにわの伝統野菜の復活による‘天王寺蕪，毛馬胡瓜’のEマーク商品化，施設と園芸，122，33～36（2003）
- 7) 森下正博：大阪在来‘毛馬’キュウリの来歴と品種特性，大阪農技セ研報，37，27～34（2001）
- 8) 嘉悦佳子・森川信也・磯部武志・中村謙治・阿部一博：栽培法および養液栽培における培養液濃度の差異が‘毛馬’キュウリの苦味発現に及ぼす影響，園学研，9（別1），182（2010）
- 9) 嘉悦佳子・森川信也・磯部武志・中村謙治・阿部一博：水耕ミツバ作物中の硝酸イオン濃度を低下させる栽培法，園学研，8（別2），216（2009）
- 10) 嘉悦佳子・森川信也・磯部武志・中村謙治・阿部一博：栽培法の差異が‘水ナス’果実中の硝酸イオン濃度に及ぼす影響，日本ベジタリアン学会第9回大会要旨，7（2009）
- 11) 池田英男：用水と培養液の調整，日本施設園芸協会編，最新養液栽培の手引き（誠文堂，東京）（1996）
- 12) 大阪府環境農林水産部農政室：なにわふるさと野菜栽培指針（大阪府環境農林水産部農政室，大阪），pp. 1～7（2004）
- 13) 茶珍和雄：園芸作物保蔵論（株式会社建帛社，東京），pp. 142～148（2007）
- 14) 山内直樹・田村順介・緒方邦安：異なった施肥条件で生育したオクラ果実のアスכולビン酸ならびにフェノール物質含量と低温障害発生，栄養と食糧，33，293～298（1980）
- 15) 秋葉 香・加藤 淳・小嶋道之：施肥量および登熟過程の違いがアズキのポリフェノール含量に及ぼす影響，日本土壌肥料学会講演要旨集，48，193（2002）
- 16) 李 家華・石黒悦爾・根角厚司・石川大太郎・清水圭一・坂田佑介・橋本文雄：肥料の違いが茶ポリフェノール類の含量に与える影響，農業生産技術管理学会誌，14，87～92（2007）
- 17) 中多啓子・小川静香・田中宗浩・尊田民嘉・安田みどり・藤田修二・福元裕二：施肥の違いによる栽培サラダナのラジカル捕捉活性の相違，日本家政学会誌，58，407～411（2007）
- 18) 建部雅子：作物栄養診断のための小型反射式光度計システムによる硝酸及び還元型アスכולビン酸の簡易測定法，土肥誌，66，147～112（1995）
- 19) 森下正博：‘毛馬’キュウリ，なにわの伝統野菜，pp. 6～9（1999）
- 20) 篠原 信：有機肥料の養液栽培－並行複式無機化法による養液内微生物生態系構築法，農業および園芸，81，753～764（2006）
- 21) 加納恭卓・山辺 守・石本兼治・福田秀範：‘加賀太’キュウリ（*Cucumis sativus* L. cv. Kagafutokyuri）の葉および果実における苦味発現と窒素代謝との関連，園学雑，68，391～396（1999）

- 22) 加納恭卓・関沢雅代・橋本 尚・山辺 守・石本兼治・亀田英喜：‘加賀太’キュウリの苦味果発生における系統分類育種の効果，平成6年度園学北陸支部要旨，p.15（1994）
- 23) 国包章一：硝酸性窒素および亜硝酸性窒素の健康影響，水環境学会誌，19，965～968（1996）
- 24) 建部雅子・岡崎圭毅・鍵下恵太・唐澤敏彦：ホウレンソウの硝酸イオン含有率低減に対する養液土耕栽培の効果，土肥誌，77，9～16（2006）
- 25) 篠原 温・塚越 覚・林菜穂子・丸尾 達・北条雅章：ホウレンソウの養液土耕における日射比例型制御による硝酸塩濃度低減化技術の実用化，園学雑，6，195～199（2007）
- 26) 上西愛子・野村 研・北浦健生・河田隆弘・北 宜裕：ホウレンソウのシュウ酸塩および硝酸塩濃度に及ぼす窒素施用量と灌水量の影響，農業生産技術管理学会誌，14，9～14（2007）
- （平成22年4月2日受付，平成22年8月19日受理）
-