

称号及び氏名	博士（応用生命科学）	嘉悦 佳子
学位授与の日付	平成24年3月31日	
論文名	数種の大阪府特産野菜における硝酸イオンの低減による品質向上に関する研究	
論文審査委員	主査	阿部 一博
	副査	小田 雅行
	副査	大門 弘幸

## 論文要旨

近年、地産地消や食育の推進に対する消費者ニーズの高まりとともに、「なにわの伝統野菜」や「なにわ特産品」などの大阪府特産野菜は消費者の注目を集めている。しかし、大阪府特産野菜の収量を確保する栽培法の確立や品質特性の解明についての研究はほとんどなされていない。

現在、消費者は食の安心・安全に関心を持っている。ところが、野菜に多く含まれる硝酸イオンは、多量摂取によりメトヘモグロビン血症を引き起こしたり、発がん性を有したりと、消費者の食の安心・安全を脅かす要因の一つと言われている。そこで、EUでは野菜の硝酸イオン含有率の規制上限値を設けており、FAO・WHO 合同食品添加物専門家会合では一日の硝酸イオンの耐容摂取量を体重1 kg 当たり 3.7 mg 以下と規制している。また、硝酸イオンは苦味成分の生成に関与し、それ自身も苦味を呈するため、野菜の食味に影響を与える。そこで、野菜に含まれる硝酸イオンの低減技術が消費者から求められている。

大阪府内で水耕栽培されているミツバ(*Cryptotaenia japonica* Hassk.)は、病害防除の目的から高濃度の培養液で栽培されるため、硝酸イオンが多く含まれていると言われている。また、果菜類の中で硝酸イオンを多く含有するナス (*Solanum melongena* L.) の一種である水ナス (*Solanum melongena* L. cv. Mizunasu) は、生食や液漬けなどで消費されるため、多くの硝酸イオンを摂取する可能性がある。そして、毛馬キュウリ

(*Cucumis sativus* L. cv. Kema) は、栽培法により苦味が強まることがあり、その苦味は生産者や加工業者から問題視されている。

そこで、本研究では、大阪府特産野菜であるミツバ、水ナスおよび毛馬キュウリを対象として、それらの硝酸イオン含有率を低下する栽培法を検討し確立を目指した。また、その栽培法が大阪府特産野菜の食味に及ぼす影響を検討した。

## 第1章 培養液制御による生産物に含まれる硝酸イオン含有率の低減

### 第1節 培養液の種類がミツバに含まれる硝酸イオン含有率に及ぼす影響

ミツバの湛液型水耕栽培（以下、水耕栽培）において、無機質肥料の代わりに有機質肥料の施用や全施肥量中の有機質肥料の割合が、硝酸イオン含有率に及ぼす影響を検討した。また、尿素態窒素やアンモニア態窒素などの硝酸態窒素とは異なる形態の窒素成分の施用が、硝酸イオン含有率に及ぼす影響を検討した。

有機質肥料と無機質肥料を併用すると、慣行栽培と同等に生育したが、硝酸イオン含有率は低かった。さらに、全施肥量中に占める有機質肥料の割合が増加すると、硝酸イオン含有率は低下した。これは、アミノ酸態窒素が主成分である有機質肥料の施用により、培養液中の硝酸態窒素濃度が低下したためと考えられた。また、有機質肥料のみを施用すると、慣行栽培に比べ、生育は遅延したが、硝酸イオン含有率は著しく低かった。

一方、アンモニア態窒素を施用すると、慣行栽培に比べ、生育は著しく遅延したが、硝酸イオン含有率は著しく低かった。また、尿素態窒素を施用すると、慣行栽培に比べ、硝酸イオン含有率は低く、クロロフィル含量は高く葉色が濃かった。

したがって、無機質肥料の代わりに有機質肥料を、硝酸態窒素の代わりに尿素態窒素およびアンモニア態窒素を施用すると、ミツバの硝酸イオン含有率が低下することが示唆された。

### 第2節 培養液制御が水ナスに含まれる硝酸イオン含有率に及ぼす影響

水ナスは、漬け物などの加工品で広く消費されており、長期間ぬか床に漬けたぬか漬けと短期間調味液に漬けた液漬けでは硝酸イオン含有率は異なる。著者は、水ナス加工品に対する消費者の嗜好性を調査したところ、ぬか漬けより液漬けを消費者は好むことを明らかにした。そこで、水ナスの硝酸イオンを低減する栽培技術の確立を目的として、水耕栽培において無機質肥料の代わりに有機質肥料を施用することや、培養液の代わりに固形培地を使用することで、硝酸イオン含有率に及ぼす影響を検討した。

無機質肥料の代わりに有機質肥料を施用すると、慣行栽培に比べ生育は遅延したが、

硝酸イオン含有率は著しく低かった。ミツバでの試験結果と同様に、有機質肥料を施用することで、培養液中の硝酸態窒素濃度が低下したためと考えられた。また、培養液の代わりに支持体として固形培地を使用すると、慣行栽培と同等に栽培でき、硝酸イオン含有率は低かった。これは、固形培地を使用することで、根部の形態が複雑化し、培養液中に根部が存在する水耕栽培に比べて、培養液の硝酸態窒素を吸収せず、水ナスの硝酸イオン含有率が低下したと考えられた。

したがって、無機質肥料の代わりに有機質肥料を施用することや、固形培地を使用することで、水ナスの硝酸イオン含有率が低下することが示唆された。

## 第2章 肥料形態の制御による毛馬キュウリの硝酸イオン含有率および苦味の低減

### 第1節 肥料の形態が毛馬キュウリの硝酸イオン含有率および苦味に及ぼす影響

毛馬キュウリは栽培法の違いにより苦味に差が生じる。著者は毛馬キュウリに含まれる硝酸イオン含有率と苦味に相関関係があることを明らかにした。そこで、本研究では、毛馬キュウリが持つ苦味の低減を目的として、培養液中の硝酸態窒素を低濃度にするのが、硝酸イオン含有率と苦味に及ぼす影響について検討した。また、水耕栽培において、無機質肥料の代わりに有機質肥料を施用することや、培養液の代わりに固形培地を使用することで、硝酸イオン含有率と苦味に及ぼす影響について検討した。

培養液中の硝酸態窒素を低濃度にすると、生育は遅延したが、硝酸イオン含有率は低く苦味は弱かった。また、無機質肥料の代わりに有機質肥料を施用すると、慣行栽培と同等の生育であり、硝酸イオン含有率は低く苦味は弱かった。さらに、培養液の代わりに支持体として固形培地を使用すると、硝酸イオン含有率は低く苦味は弱かった。

したがって、無機質肥料の代わりに有機質肥料を施用すると、培養液中の硝酸態窒素を低濃度になり、代わりに植物体が必要とする窒素成分が他の形態で培養液中に含有するため、慣行栽培と同等の生育で収量も同等であったが、硝酸イオン含有率は低下し苦味も低減することが示唆された。また、低濃度の培養液での水耕栽培や、固形培地の使用でも毛馬キュウリの硝酸イオン含有率は低下し苦味も低減することが示唆された。

### 第2節 アンモニア態窒素施用が毛馬キュウリの硝酸イオン含有率および苦味に及ぼす影響

第2章 第1節の結果から、培養液中の硝酸態窒素は低濃度でアンモニア態窒素などの窒素成分が高濃度であると、植物体の必要とする窒素成分が補われ、毛馬キュウ

りの苦味を低減しつつ、生育を維持することが明らかとなった。そこで、本研究では、水耕栽培において、硝酸態窒素の代わりにアンモニア態窒素を施用することが、毛馬キュウリの硝酸イオン含有率と苦味に及ぼす影響を検討した。

硝酸態窒素を少なくアンモニア態窒素を多く施用すると、収量は慣行栽培と同等で、硝酸イオン含有率は低く苦味は弱かった。また、慣行栽培より窒素施用量が多いと苦味が強くなり、慣行栽培より窒素施用量が少ないと苦味は弱かった。

したがって、硝酸態窒素の代わりにアンモニア態窒素を施用することで、慣行栽培と同等の収量を維持しつつ、毛馬キュウリの硝酸イオン含有率を低下し苦味も低減することが示唆された。

## 総括

本研究において、無機質肥料の代わりに有機質肥料を施用することや硝酸態窒素の代わりに尿素態窒素やアンモニア態窒素などの形態の異なる窒素源を施用することで、収量は慣行栽培に劣る場合があるが、大阪府特産野菜であるミツバ、水ナスおよび毛馬キュウリに含まれる硝酸イオン含有率が低下することが示唆された。さらに、苦味を有する毛馬キュウリでは、前述の方法で、硝酸イオン含有率が低下するとともに、果実のテクスチャーを維持しつつ、苦味を低減することが示唆された。また、栽培期間中に施用した硝酸態窒素量が、野菜の硝酸イオン含有率に大きく影響することが明らかとなった。

したがって、消費者が敬遠する硝酸イオンおよび苦味を低減して、品質を向上した数種の大阪府特産野菜の栽培法を確立した。なお、収量は慣行栽培に劣るが、無機質肥料の代わりに有機質肥料をすると野菜の硝酸イオン含有率を著しく低下するため、この栽培技術を実用化した。

## 審査結果の要旨

近年、地産地消や食育の推進に対する消費者ニーズの高まりとともに、「なにわの伝統野菜」や「なにわ特産品」などの大阪府特産野菜は消費者の注目を集めている。しかし、大阪府特産野菜の収量を確保する栽培法の確立や品質特性の解明についての研究はほとんどなされていない。また野菜に多く含まれる硝酸イオンは、消費者の食の安心・安全を脅かす要因の一つと言われており、野菜に含まれる硝酸イオンの低減技術が求められている。

大阪府内で水耕栽培されているミツバ(*Cryptotaenia japonica* Hassk.)は、病害防除の目的から高濃度の培養液で栽培されるため、硝酸イオンが多く含まれていると言われ

ている。また、果菜類の中で熟度の特性上硝酸イオンを多く含有するナス (*Solanum melongena* L.) の一種である水ナス (*Solanum melongena* L. cv. Mizunasu) は、生食や液漬けなどで消費されるため、多くの硝酸イオンを摂取する可能性がある。そして、毛馬キュウリ (*Cucumis sativus* L. cv. Kema) は、栽培法により苦味が強まることがあり、その苦味は生産者や加工業者から問題視されている。そこで、本研究では、大阪府特産野菜であるミツバ、水ナスおよび毛馬キュウリを対象として、それらの硝酸イオン含有率を低下する栽培法を検討し、大阪府特産野菜の食味に及ぼす影響を明らかにした。

第 1 章では、培養液制御による生産物に含まれる硝酸イオン含有率の低減について検討した。ミツバの湛液型水耕栽培（以下、水耕栽培）において、無機質肥料の代わりに有機質肥料を、硝酸態窒素の代わりに尿素態窒素およびアンモニア態窒素を施用すると、ミツバの硝酸イオン含有率が低下することを明らかにした。一方、水ナスは、漬け物などの加工品で広く消費されており、長期間ぬか床に漬けたぬか漬けと短期間調味液に漬けた液漬けでは硝酸イオン含有率は異なる。水ナス加工品に対する消費者の嗜好性を調査したところ、ぬか漬けより液漬けを消費者は好むことを明らかにした。そこで、水ナスの硝酸イオンを低減する技術を検討したところ、無機質肥料の代わりに有機質肥料を施用することや固形培地を使用することで、水ナスの硝酸イオン含有率が低下することを明らかにした。

第 2 章では、肥料形態の制御による毛馬キュウリの硝酸イオン含有率および苦味の低減について検討した。毛馬キュウリは栽培法の違いにより苦味に差が生じ、毛馬キュウリに含まれる硝酸イオン含有率と苦味に相関関係があることを明らかにした。そこで、毛馬キュウリの硝酸イオンおよび苦味を低減する技術を検討したところ、無機質肥料の代わりに有機質肥料を施用すると、培養液中の硝酸態窒素が低濃度になり、代わりに植物体が必要とする窒素成分が他の形態で培養液中に含有されるため、慣行栽培と同等の生育で収量も同等であったが、硝酸イオン含有率は低下し苦味も低減することを明らかにした。また、低濃度の培養液での水耕栽培あるいは固形培地の使用および硝酸態窒素の代わりにアンモニア態窒素の施用でも毛馬キュウリの硝酸イオン含有率は低下し苦味も低減することを明らかにした。

本研究において、無機質肥料の代わりに有機質肥料を施用することや硝酸態窒素の代わりに尿素態窒素やアンモニア態窒素などの形態の異なる窒素源を施用することで、大阪府特産野菜であるミツバ、水ナスおよび毛馬キュウリに含まれる硝酸イオン含有率が低下することを明らかにした。さらに、苦味を有する毛馬キュウリでは、前述の方法で、硝酸イオン含有率が低下するとともに、特徴的なテクスチャーを維持しつつ、苦味を低減することを明らかにした。したがって、消費者が敬遠する硝酸イオンおよび苦味を低減して、品質を向上した数種の大阪府特産野菜の栽培法を確立し、生産から食卓に至るまでの食の安心・安全の確保に関して研究を行い、耕種法を改善することで品質を向上

させるとともに、大阪府特産野菜の生育特性および品質特性を解明した。

本研究は、従来では無機質肥料単用であった水耕栽培において有機質肥料を施用する技術で新規性が高い成果であり、これに関する特許を取得した。また、食資源を生産する場に還元可能であり、大阪府特産野菜のみならず、より広い青果物生産への応用が可能であり、消費者へ安全で高品質な野菜を流通することに大きく寄与すると共に、植物生理学ならびに園芸学の発展に貢献するものである。よって、最終試験の結果と併せて、博士（応用生命科学）の学位を授与することを適当と認める。