(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6551731号
(P6551731)

(45)発行日　令和1年7月31日(2019.7.31)　(24)登録日　令和1年7月12日(2019.7.12)

(51)Int.Cl.　　　　　　　　　　　F I
A01G 31/00 (2018.01)　　ＡＯ１Ｇ　31/00　６０１Ａ
A01G 7/04 (2006.01)　　ＡＯ１Ｇ　7/04　　Ａ

請求項の数 5　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2015-92970 (P2015-92970)
(22)出願日　平成27年4月30日 (2015.4.30)
(65)公開番号　特開2016-208862 (P2016-208862A)
(43)公開日　平成28年12月15日 (2016.12.15)
審査請求日　平成30年4月4日 (2018.4.4)

(73)特許権者　504155293
国立大学法人島根大学
島根県松江市西川津町１０６０
(73)特許権者　504221510
有限会社プティオ
愛知県安城市城南町２丁目１６番地６
(74)代理人　100081673
弁理士　河野　誠
(74)代理人　100141483
弁理士　河野　生吾
(74)代理人　100166659
弁理士　楠　和也
(72)発明者　浅尾　俊樹
島根県松江市西川津町１０６０　国立大学法人島根大学内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】養液栽培方法、養液栽培用の電気分解装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

栽培対象の植物から培養液中に滲出した成長阻害物質の該培養液中の濃度を、一対の電極（８）に電圧を印加して行う電気分解によって低減させる循環型の養液栽培方法において、

前記一対の電極（８）に印加する電圧を交流電圧とし、

前記交流電圧の周波数を５００Ｈｚ～１５００Ｈｚに設定したことにより、電極（８）に培養液中の養分が析出することを抑制する養液栽培方法。

【請求項２】

前記交流電圧の周波数を５００Ｈｚ～１０００Ｈｚに設定した請求項１に記載の養液栽培方法。

【請求項３】

前記電極に交流電圧を印加することによって、前記培養液中の安息香酸の濃度を低減させる

請求項１又は２の何れかに記載の養液栽培方法。

【請求項４】

栽培対象の植物から滲出した成長阻害物質を含有する培養液中に少なくとも一部が接触する一対の電極（８）と、該一対の電極（８）に電圧を印加する電源装置（９）とを備えた養液栽培用の電気分解装置において、

前記電源装置（９）が、前記一対の電極（８）に周波数が５００Ｈｚ～１５００Ｈｚの

交流電圧を印加することにより該電極（８）に培養液中の養分が析出することを抑制するように構成され、
　循環ポンプ（４）によって循環される培養液の循環経路の途中に、前記一対の電極（８）を並べて配置した養液栽培用の電気分解装置。
【請求項５】
　前記培養液中の成長阻害物質が安息香酸である請求項４に記載の養液栽培用の電気分解装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
　本発明は、成長阻害物質の蓄積を抑制する養液栽培方法及び養液栽培用の電気分解装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
　環境保全型農業の重要性が唱えられるにしたがって、かけ流し式の養液栽培方法に対して、培養液を循環させる閉鎖系の養液栽培方法が注目を集めているが、この閉鎖系の養液栽培方法は、培養液を継続して循環させていると、培養液内に植物の根から滲出される成長阻害物質が蓄積されることによって徐々に植物の栄養及び生殖成長が阻害され、自家中毒状態となる。
【０００３】
　これに対して、閉鎖系の養液栽培装置内の培養液を電気分解することによって植物の根から滲出される成長阻害物質の濃度を低減し、閉鎖系の養液栽培において収穫量の低下を効率的に防ぐことのできる特許文献１に記載の養液栽培方法が従来公知である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特許第５１７７７３９号
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
　上記の養液栽培方法は、培養液中に蓄積される成長阻害物質を直流電流により電気分解することで、収穫量が低下することを防止できるものであるが、培養液に直流電流を流して電気分解をすることによって培養液の温度が上昇し、植物によっては育成時に根が腐敗し易くなる場合があるとともに、電気分解を続けることでマイナス側の電極に、植物の重要な養分となる鉄やカルシウム等が析出してこれら養分の欠乏症が発生する場合もあるという課題があった。
【０００６】
　本発明では、植物の根から滲出される成長阻害物質の蓄積を抑制できる閉鎖系の養液栽培方法において、培養液の温度上昇を抑制できるとともに、電極側に栄養分が析出して成長に必要な栄養分が不足することを防止できる植物の養液栽培方法及び装置を提供することを課題とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
　上記課題を解決するため、第１に、栽培対象の植物から培養液中に滲出した成長阻害物質の該培養液中の濃度を、一対の電極８に電圧を印加して行う電気分解によって、低減させる循環型の養液栽培方法において、前記一対の電極８に印加する電圧を交流電圧とし、前記交流電圧の周波数を５００Ｈｚ～１５００Ｈｚに設定したことにより、電極８に培養液中の養分が析出することを抑制することを特徴とする。
【０００８】
　第２に、前記交流電圧の周波数を５００Ｈｚ～１０００Ｈｚに設定したことを特徴とす

る。

【０００９】

第３に、前記電極に交流電圧を印加することによって、前記培養液中の安息香酸の濃度を低減させることを特徴とする。

【００１０】

第４に、栽培対象の植物から滲出した成長阻害物質を含有する培養液中に少なくとも一部が接触する一対の電極８と、該一対の電極８に電圧を印加する電源装置９とを備えた養液栽培用の電気分解装置において、前記電源装置９が、前記一対の電極８に周波数が５００Ｈｚ～１５００Ｈｚの交流電圧を印加することによって該電極８に培養液中の養分が析出することを抑制するように構成され、循環ポンプ４によって循環される培養液の循環経路の途中に、前記一対の電極８を並べて配置したことを特徴とする。

【００１１】

第５に、前記培養液中の成長阻害物質が安息香酸であることを特徴とする。

【発明の効果】

【００１２】

上記構成によれば、養液栽培によって植物の根から滲出される成長阻害物質を電気分解するにあたり、交流電流を用いることによって、電気分解に伴う培養液の温度上昇を抑制することができるとともに、培養液内の鉄やカルシウム等の栄養分が電極側に析出して培養液中の栄養が不足する事態も防止できる。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】本発明を適用した養液栽培用の電気分解装置を用いた養液栽培装置を示したモデル図である。

【図２】養液栽培装置の他実施例を示したモデル図である。

【図３】（Ａ）は、安息香酸の濃度を比較した表図であり、（Ｂ）は、周波数による温度と電気伝導率と水素イオン濃度の差を比較した表図である。

【図４】２４時間処理した際の周波数による温度上昇量の比較を示したグラフである。

【図５】（Ａ）は、処理区による安息香酸の濃度を比較した表図であり、（Ｂ）は、処理区による温度と電気伝導率と水素イオン濃度の差を比較した表図である。

【図６】（Ａ）は、電気分解処理後の培養液内の各元素濃度を比較した表図であり、（Ｂ）は、培養液中の鉄とカルシウムを処理区毎に比較したグラフである。

【図７】養液栽培装置により栽培されるイチゴの様子を示したものである。

【図８】（Ａ）は、葉数、葉及びクラウンの生体重を比較した表図であり、（Ｂ）は、開花開始日を比較した表図であり、（Ｃ）は、果実中の糖度、酸度、アスコルビン酸含量を比較した表図である。

【図９】（Ａ）は、培養液中の各元素濃度を比較した表図であり、（Ｂ）は、各処理区での温度上昇量を比較した表図である。

【図１０】各処理区での収穫量を示したグラフである。

【図１１】各処理区の収穫時のイチゴを示したものである。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

本願発明者らは、鋭意検討の結果、植物の根から滲出される成長阻害物質を電気分解して自家中毒を抑制する循環型の養液栽培方法において、交流電流を用いて培養液中の成長阻害物質（特に安息香酸）を電気分解することによって、培養液の温度上昇を抑えつつ、培養液中の養分が分解されることを防止できることを見出し、これを発明した。

【００１５】

以下、本発明の実施形態について説明する。

図１は、本発明の電気分解装置を適用した養液栽培装置を示したモデル図である。前記養液栽培装置は、植物の養液栽培が行われる栽培槽２と、培養液が貯留される貯留タンク３と、貯留タンク３内の培養液を栽培槽２側に供給する供給ポンプ４と、栽培槽２で使用

された培養液を貯留タンク３側へ排出する排出部６と、貯留タンク３内の培養液を電気分解する電気分解装置７とを備え、培養液が養液栽培装置内を循環する閉鎖系が構成されている。

【００１６】

前記電気分解装置７は、貯留タンク３内の培養液と接触する電極部８（電極）と、前記電極部８に交流電流を印加する交流電源装置９（電源装置）と、該交流電源装置９によって与える交流電流の電流、電圧、周波数等を操作するコントローラ（図示しない）とを備え、前記電極部８が養液栽培装置の排出部６側に設置されている。

【００１７】

該構成の養液栽培装置は、貯留タンク３側から栽培槽２側に培養液を供給し、該培養液によって栽培槽２側の植物に栄養が供給され、その後、該培養液が排出部６を介して貯留タンク３側に排出される。このとき、植物の根から滲出した安息香酸等の成長阻害物質が蓄積された培養液は、貯留タンク３側に排出される際に、排出部６（貯留タンク３）側に設けた電気分解装置の電極部８を介して、培養液中の成長阻害物質を電気分解することができる。これにより、培養液中の成長阻害物質の濃度を低減できる。

【００１８】

また、電気分解装置により印加される交流電流の周波数は、５００〜１５００Ｈｚ（さらに好ましくは５００〜１０００Ｈｚ程度）に設定することが好ましい。なお、該電気分解装置による電気分解は、１〜４週間（好ましくは２〜３週間）程度に一度、２４時間以上電気分解することにより、培養液に蓄積される成長阻害物質の濃度が上昇することを効率的に防止できる。

【００１９】

また、培養液中の成長阻害物質を交流電流によって電気分解することによって、直流電流で電気分解した場合に発生する、培養液中の鉄イオンやカルシウムイオン等の栄養素が電極のマイナス極側に析出・流失し続けて、これらの栄養素が培養液中から欠乏する事態を回避できる。このため、培養液中に栄養分を追加する工程を必要以上に増やす必要がなくなり、より効率的に栽培することができる。詳しくは後述する。

【００２０】

さらに、培養液中の成長阻害物質の電気分解に交流電流を用いることによって、直流電流で電気分解を行った場合よりも、培養液の温度上昇量を抑制することができる。そのため、培養液の温度が上昇することによって生じる、栽培中の植物の生理活性の低下や、養水分の吸収障害の発生を防止できるとともに、特に、イチゴ等の、根が高温に弱く腐り易い植物であっても安全に栽培することができる。詳しくは後述する。

【００２１】

ちなみに、上述の電気分解装置を用いた養液栽培方法（装置）は、養液栽培（水耕栽培）中に根から安息香酸等の成長阻害物質が滲出される植物に対して高い効果を得ることができる。例えば、イチゴ、トマト、キュウリ、ナス、ピーマン、レタス、ホウレンソウ、コマツナ、ミツバ、シュンギク、サラダナ、ミズナ、セロリ、ネギ、パセリ、ワサビ等の野菜だけでなく、トルコギキョウ、ユリ、ストック、スターチス、カーネーション、バラ、アスター、キク、ガベラ等の花類の栽培にも用いることができる。

【００２２】

なお、前記養液栽培装置は、排出部６に前記電気分解装置７の電極部８を設置することによって、上述の養液栽培方法を実施することができるため、既存の閉鎖系養液栽培装置に前記電気分解装置７を適用することによって、製造コストを低く抑えることができる。

【００２３】

次に、図２に基づき、養液栽培装置の実施例を示す。図２で示されるように、前記電気分解装置７は、貯留タンク内の培養液と接触する電極部８と、該電極部８を介して電気分解した培養液を貯留タンク３内で循環させるポンプ１１と、前記電極部８に交流電流を印加する交流電源装置９と、該交流電源装置９によって与える交流電流の電流、電圧、周波数等を操作するコントローラ（図示しない）とを備え、電極部８及びポンプ１１を養液栽

培装置の貯留タンク内に配置した構成としても良い。

【００２４】

これにより、貯留タンク３内の培養液内に蓄積された成長阻害物質を電気分解することができるとともに、貯留タンク３内の培養液をポンプ１１で循環させることで、培養液の成長阻害物質の電気分解を促進できる。

【００２５】

また、該構成の電気分解装置７の電極部８とポンプ１１を、既存の養液栽培装置の貯留ポンプ３内に入れるだけで上述の養液栽培方法を実施できるため、設置・撤去の手間がかからない。これにより、電気分解装置７を、成長阻害物質の電気分解が必要なタイミングで貯留タンク３に設置、使用することによって、複数の養液栽培装置に対して、専用の電気分解装置７を用意する必要がなくなるため、コストをより低く抑えることができる。

【００２６】

（実験１）

次に、図３及び図４に基づき、培養液中の安息香酸を交流電気分解する際の周波数を検討した実験について説明する。試験用のコンテナと、園試処方第１例に基づいた２５％の濃度の標準培養液に０．４８８５ｇの安息香酸を混ぜて作成した１０Ｌ程度の４００ｐｐｍの培養液と、前記電気分解装置とを用意し、該電気分解装置により印加される交流電流の周波数を５００Ｈｚ，１０００Ｈｚ，１５００Ｈｚの３処理区に分けて、それぞれコンテナ内に貯留した前記培養液の電気分解を行った。このとき、電気分解装置は、電流を２．０Ａ、電圧を１４．０Ｖに設定した。

【００２７】

上記により電気分解した培養液濃度、電気伝導率、水素イオン濃度、培養液中の安息香酸濃度を、処理時間が０時間、３時間、６時間、２４時間の時に、それぞれ測定して、周波数ごとに比較を行った。

【００２８】

このとき、培養液の電気伝導率は、伝導率メータＥＳ－５１（株式会社堀場製作所）を用いて測定し、培養液中の水素イオン濃度は、ガラス電球式水素イオン濃度計（株式会社堀場製作所）を用いて測定した。また、培養液中の安息香酸濃度は、培養液をプラスチックバイアルにフィルターを用いてろ過し、２．０ｍｌをサンプルとして分析に使用した。該サンプルの分析には、Ｄ－２０００Ｅｌｉｔｅ形ＨＰＬＣシステム（株式会社日立ハイテクノロジー）を用い、安息香酸の測定として固定波長２５４ｎｍでクロマト抽出を行った。

【００２９】

実験結果を図３及び図４に示す。図３（Ａ）は、周波数による安息香酸の濃度を比較した表図であり、図３（Ｂ）は、周波数による温度と電気伝導率と水素イオン濃度の差を比較した表図であり、図４は、２４時間処理した際の周波数による温度上昇量の比較を示したグラフである。なお、以下の表図に記載のアルファベットが異なる場合には、Ｔｕｋｅｙ－Ｋｒａｍｅｒ法の多重検定（５％）により有意差があることを示している。

【００３０】

上記結果により、５００Ｈｚでは、処理開始から２４時間後に安息香酸濃度が０ｐｐｍになり、１０００Ｈｚ及び１５００Ｈｚでは、０．５ｐｐｍとなった（図３（Ａ）参照）一方で、培養液の電気伝導率と、水素イオン濃度については周波数によって大きな差はでなかった（図３（Ｂ）参照）。また、電気分解後の培養液の温度は、５００Ｈｚから１５００Ｈｚになるに連れて高くなった（図４参照）。

【００３１】

したがって、培養液の温度上昇と、培養液中の安息香酸濃度の結果より、電気分解を行う交流電流の周波数は５００Ｈｚ程度が最適であると考えられる。また、交流電気分解による培養液中に蓄積された成長阻害物質（安息香酸）は、処理開始から２４時間程度でほぼ分解された。

【００３２】

（実験２）
次に、図５及び図６に基づき、培養液中の安息香酸を直流電気分解と交流電気分解した場合の違いを検討した実験について説明する。実験１と同様のコンテナと培養液とを用意し、処理区として、コンテナ内の培養液を電気分解しない対照区と、培養液を直流電流により電気分解を行う直流電気分解区と、培養液を交流電流により電気分解を行う交流電気分解区とを設けた。直流電気分解区は、電流を２．０Ａ、電圧を１８．０Ｖに設定し、前記交流電気分解区は、周波数を５００Ｈｚ、電流を２．０Ａ、電圧を１４．０Ｖに設定した。

【００３３】
上記の各区画の培養液濃度、電気伝導率、水素イオン濃度、培養液中の安息香酸濃度を、処理時間が０時間、３時間、６時間、２４時間の時に、それぞれ測定して比較し、各処理区について２４時間後の培養液中の元素濃度（具体的には、リン酸、鉄、カリウム、亜鉛、カルシウム、マグネシウム、ナトリウム）をそれぞれ測定した。

【００３４】
このとき、培養液温度、電気伝導率、水素イオン濃度、培養液中の安息香酸濃度の測定方法は上記実験１と同様である。培養液中の元素濃度については、まず、乾物をミキサーで粉状とし、マイクロ波試料前処理装置（マイルストーンゼネラル株式会社　ＥＴＨＯＳ１ＭＧ）専用のＴＦＭ分解容器（ＨＰＶ－１００）に前記粉末を０．２５ｇと、６０％の濃度の硝酸を８ｍｌ入れ、マイクロ波試料前処理装置を使って酸分解する。その後、偏光ゼーマン原子吸光光度計（株式会社日立ハイテクノロジーズＺ－２０００）により、鉄、カルシウム、カリウム、マグネシウム、ナトリウム及び亜鉛の濃度を測定し、分光光度計（株式会社日立ハイテクノロジーズＵ－２９００、７２０ｎｍ）によりリン酸濃度を測定した。

【００３５】
実験結果を図５及び図６に示す。図５（Ａ）は、処理区による安息香酸の濃度を比較した表図であり、図５（Ｂ）は、処理区による温度と電気伝導率と水素イオン濃度の差を比較した表図であり、図６（Ａ）は、電気分解処理後の培養液内の各元素濃度を比較した表図であり、図６（Ｂ）は、培養液中の鉄とカルシウムを処理区毎に比較したグラフである。

【００３６】
上記結果より、処理開始から２４時間後に安息香酸濃度は、交流電気分解区では０ｐｐｍとなり、直流電気分解区では約７０％程度となり、対照区では処理開始時とほとんど変化がなかった（図５（Ａ）参照）。また、処理開始から２４時間後の培養液の温度は、交流電気分解区と対照区では大きな変化は見られなかったが、直流電気分解区では対照区と比較して１０℃近く上昇した（図５（Ｂ）参照）。

【００３７】
また、処理開始から２４時間後の培養液中の各元素濃度は、直流電気分解区は対照区と比較してリン酸、カルシウム、鉄の濃度が低下していることが確認されたが、交流電気分解区では、これらの対照区と比較して有意な差は検出されなかった。なお、カリウム、マグネシウム、ナトリウム、亜鉛については各処理区間で有意な差は見られなかった（図６（Ａ）及び（Ｂ）参照）。

【００３８】
したがって、電気分解装置により成長阻害物質（安息香酸）を電気分解するにあたり、交流電流を用いることによって、直流電流により電気分解した場合と比較して、成長阻害物質の分解効率が向上するとともに、培養液の温度上昇を抑制できることが確認された。また、電気分解に交流電流を用いることで、特に、リン酸、カルシウム、鉄の電極からの析出も抑制されることが確認された。

【００３９】
（実験３）
次に、図７乃至図１１に基づき、イチゴの養液栽培時に交流電気分解した場合に果実品

質に及ぼす影響を調べた実験を説明する。図７は、養液栽培装置により栽培されるイチゴの様子を示したものである。供試品種としては、「とよのか」を用い、養液栽培を行った。具体的には、栽培槽にバーミキュライトを入れたセルトレイに無菌培養で得た苗を移植して順化を行い、十分な大きさに成長したイチゴ苗を環境制御室内の前記養液栽培装置に移し、育苗をした。

【００４０】

該環境制御室は、２０℃～１５℃の１２時間日長に設定し、蛍光灯（１４５μｍｏｌ／ｍ／ｓ）を用いた。培養液には、園試処方第１例２５％標準培養液（以下、標準培養液）を用いた。また、前記養液栽培装置は、容量５０Ｌの栽培ベッドを縦に３段並べ、容量１５０Ｌの培養液タンク及びポンプ（最大吐出量３１Ｌ／ｍｉｎ）を利用し、該ポンプを５５分間作動させた後に５分間停止する操作を繰返すことで、培養液を循環させた。

【００４１】

育苗後に開花したものの中から生育が良好な同サイズのものを選抜し、該苗をウレタンキューブ（縦２３ｍｍ×横２３ｍｍ×高さ２５ｍｍ）４つで挟み、３段の栽培ベッド（縦１２５０ｍｍ×横９００ｍｍ×高さ１０５ｍｍ）に５株ずつ移植した（図７参照）。培養液には、園試処方第１例２５％標準培養液（以下、標準培養液）を用いた。また、前記養液栽培装置は、容量５０Ｌの栽培ベッドを縦に３段並べ、容量２００Ｌの培養液タンク及びポンプ（最大吐出量３１Ｌ／ｍｉｎ）を利用し、該ポンプを５５分間作動させた後に５分間停止する操作を繰返すことで、培養液を循環させた。

【００４２】

処理区としては、培養液の交換を行う培養液交換区（ＲＷ区）と、培養液の交換を行わない培養液非交換区（ＮＲＷ区）と、直流電気分解を行う直流電気分解区（ＤＣ区）と、交流電気分解を行う交流電気分解区（ＡＣ区）の計４つの処理区を設けた。直流電気分解区と、交流電気分解区は、それぞれ育苗移植後、６週、９週、１２週後にそれぞれ２４時間電気分解を行った。また、培養液交換区は、育苗移植後、６週、９週、１２週後に培養液の全部交換を行い、培養液非交換区と、直流電気分解区と、交流電気分解区は、育苗移植後、６週、９週、１２週後に培養液中の養分を測定し、標準培養液に準じて養分を調整した。

【００４３】

各処理区について、リン酸、硝酸体窒素、鉄、カルシウム、マグネシウム、カリウムの値を実験２と同様の測定方法によって測定した。また、その他の調査項目として、開花日、葉数、葉及びクラウンの生体重、果実中の糖度、酸度、アスコルビン酸含量についても調べた。

【００４４】

果実中の糖度は糖度計（株式会社アタゴＡＰＡＬ－１）を用いて測定し、果実の酸度は、果汁２ｍｌに蒸留水８ｍｌ及びフェノールフタレインを２滴加え、０．１ｍｏｌ／Ｌの水酸化ナトリウム水溶液を用いて中和滴定することによって測定した。

【００４５】

また、果実中のアスコルビン酸含量は、果汁０．５ｍｌに、１０％のメタリン酸を０．５ｍｌ，蒸留水を１ｍｌ、０．０３％のインドフェノールを１ｍｌ、チオ尿素メタリン酸溶液（チオ尿素：メタリン酸＝２％：５％）を２ｍｌ、２％のＤＮＰ（２，４－ジニトロフェノールヒドラジン）を１ｍｌ、を順番に加え、その後、３７℃の温湯に３時間浸した後に氷水を入れたコンテナで冷やし、その後、８５％の硫酸５ｍｌを加え、３０分後に分光光度計（株式会社日立ハイテクノロジーＵ－２９００、７２０ｎｍ）で測定した。

【００４６】

実験結果を図８乃至図１０に示す。図８（Ａ）は、葉数、葉及びクラウンの生体重を比較した表図であり、図８（Ｂ）は、開花開始日を比較した表図であり、図８（Ｃ）は、果実中の糖度、酸度、アスコルビン酸含量を比較した表図であり、図９（Ａ）は、培養液中の各元素濃度を比較した表図であり、図９（Ｂ）は、各処理区での温度上昇量を比較した表図であり、図１０は、各処理区での収穫量を示したグラフであり、図１１は、各処理区

の収穫時のイチゴを示したものである。

【００４７】

上記結果より、イチゴの生育について、葉数、葉の生体重、クラウンの生体重は、特に、培養液交換区と、交流電気分解区の間では有意な差が見られなかった（図８（Ａ）参照）ため、栄養成長において上記区間で大きな違いはないと考えられる。また、イチゴ苗の平均開花日は、培養液非交換区のみが他の処理区よりも一日早かった（図８（Ｂ）参照）。さらに、各処理区間では、果実当たりの糖度、酸度、アスコルビン酸含量では有意な差はみられなかった（図８（Ｃ）参照）。

【００４８】

各処理区の培養液中の各元素濃度を比較すると、リン酸、硝酸体窒素、マグネシウム及びカリウムでは処理区間に差は見られなかったが、特に、直流電気分解区において、培養液中のカルシウムと鉄の濃度が有意に低下していることが確認された（図９（Ａ）参照）。また、電気分解開始から２４時間後の培養液の温度は、直流電気分解区が他の処理区と比較して高くなっていることが確認された（図９（Ｂ）参照）。

【００４９】

また、収穫量については、培養液非交換区が一番少なくなり、培養液交換区と直流電気分解区で同程度となり、交流電気分解区は、直流電気分解区や培養液交換区と比較して２００ｇ程度収穫量が多くなった（図１０及び図１１参照）。

【００５０】

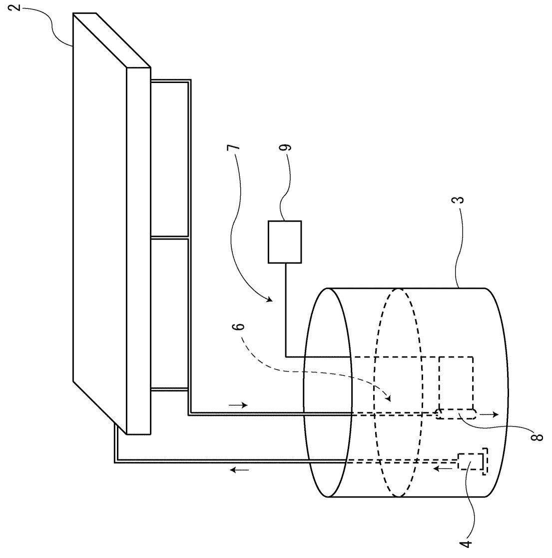
上記実験結果より、交流電気分解区では、安息香酸等の成長阻害物質が電気分解されて自家中毒の発生が防止されるとともに、電気分解に交流電流を用いたことによって、培養液中の鉄及びカルシウムの濃度の低下が抑制されることで収穫量の増加に繋がっているものと考えられる。

【符号の説明】

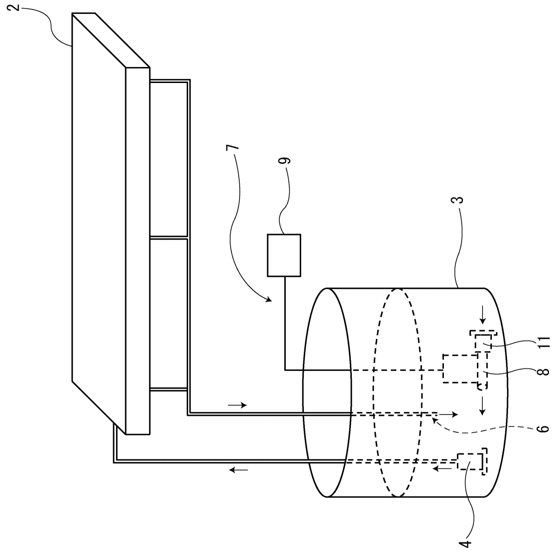
【００５１】

4　循環ポンプ
8　電極部（電極）
9　電源装置

【図１】



【図２】



【図３】

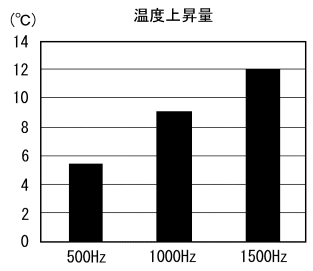
（Ａ）

周波数 (Hz)	処理時間 (h)	濃度 (ppm)
500	0h	47.4
	1h	47.0
	3h	43.9
	6h	34.7
	24h	0.0
1000	24h	0.5
1500	24h	0.5

（Ｂ）

周波数 (Hz)	温度 (℃)	電気伝導率 (ds/m)	水素イオン濃度 (pH)
500	5.4	0.8 b	7.2 b
1000	9.2	0.8 b	7.6 a
1500	12.0	0.9 a	7.4 a

【図４】



【図５】

（Ａ）

処理区	処理時間 (h)	濃度 (ppm)
電気分解なし	0h	43.6
	1h	44.8
	3h	45.8
	6h	43.9
	24h	44.4
直流電気分解区	0h	44.2
	1h	43.6
	3h	43.7
	6h	42.7
	24h	29.6
交流電気分解区	0h	47.4
	1h	47.0
	3h	43.9
	6h	34.7
	24h	0.0

（Ｂ）

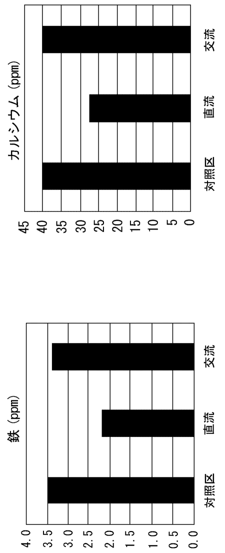
処理区	温度 (℃)	電気伝導率 (ds/m)	水素イオン濃度 (pH)
電気分解なし	4.9	0.78 a	7.3
直流電気分解区	13.1	0.75 b	7.2
交流電気分解区	5.4	0.78 a	7.3

【図６】

（Ａ）

処理区	リン酸	鉄	カリウム	亜鉛	カルシウム	マグネシウム	ナトリウム
電気分解なし	37.5 a	3.5 a	7.9	0.1	40.1 a	16.2	22.8
直流電気分解区	30.8 b	2.2 b	7.6	0.1	27.6 b	13.8	23.5
交流電気分解区	37.5 a	3.4 a	7.2	0.1	40.3 a	15.4	23.6

（Ｂ）



【図７】

【図８】

（Ａ）

処理区	葉数	葉の生体重 (g)	クラウンの生体重 (g)
培養液交換区	75.0	9.3 a	19.6 ± 0.3 b
培養液非交換区	68.4	7.9 b	22.8 ± 1.1 a
直流電気分解区	62.8	7.3 b	22.9 ± 0.4 a
交流電気分解区	69.1	8.3 a	19.4 ± 0.5 b

（Ｂ）

処理区	開花開始日
培養液交換区	10 月 12 日
培養液非交換区	10 月 11 日
直流電気分解区	10 月 12 日
交流電気分解区	10 月 12 日

（Ｃ）

処理区	糖度	酸度	アスコルビン酸含量
培養液交換区	7.1	1.0	457.9
培養液非交換区	6.8	1.0	451.3
直流電気分解区	6.9	0.9	456.8
交流電気分解区	6.7	1.0	430.8

【図９】

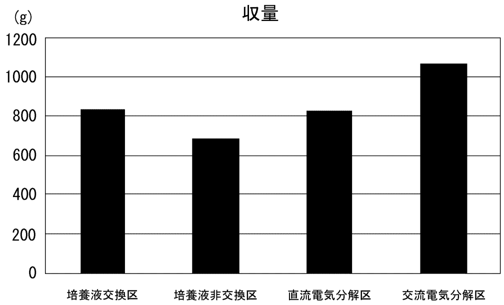
（Ａ）

処理区	カルシウム	鉄	マグネシウム	カリウム	リン酸	硝酸体窒素
培養液交換区	46 a	2.4 a	22.7	76.0	9.1	400.0
培養液非交換区	41 ab	2.4 a	19.3	80.0	7.6	396.7
直流電気分解区	36 b	1.5 b	16.0	63.1	8.7	363.3
交流電気分解区	39 ab	2.3 a	19.7	76.3	9.3	390.0

（Ｂ）

処理区	温度上昇（℃）
培養液交換区	0.35
培養液非交換区	0.35
直流電気分解区	0.55
交流電気分解区	0.35

【図１０】



【図１１】

フロントページの続き

(72)発明者　神谷　宏
愛知県安城市城南町２丁目１６番地６　有限会社プティオ内

審査官　門　良成

(56)参考文献　特開２００９－０７２１５１（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－０７９２５１（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０５４６４４５６（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ａ０１Ｇ　３１／００
Ａ０１Ｇ　７／０４