

明 細 書

発明の名称：植物の栽培方法及び植物栽培装置

技術分野

[0001] 本開示は、植物の栽培方法及び植物栽培装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、閉鎖された空間の中で、LED (Light Emitting Diode) 等の人工光を発する光源を使用して野菜等の植物を栽培する人工光型植物工場が注目されている。

人工光型植物工場における植物の栽培は、気候及び天候の影響を受けることなく、人手不足の問題も解消することができるため、一定した条件の下、一年を通して植物を栽培することができる。

[0003] 例えば、特許第4610695号公報には、人工光型植物工場における植物の栽培方法が提案されている。

具体的には、人工光型植物工場において、多段棚の各棚に人工照明と灌水装置とを備え、上記灌水装置は、外形が浅い四角形の箱状を呈し、箱の一方の側壁面に灌水供給具を備え、箱の対向する側壁面に排水溝を備え、底壁面に樹脂製多孔質シートが敷かれ、かつ、灌水供給具から間歇的に灌水する自動制御装置を備えてなり、各棚の灌水装置には苗を育成する培地を詰めた複数個のセルトレイを載置し、セルトレイの各々のトレイ底壁面より、間歇的に灌水可能とされてなる、多段棚式育苗装置を使用する栽培方法が提案されている。

[0004] ところで、育苗に使用する種子の発芽方法についても種々の方法が提案されており、例えば、鹿児島大学農学部農場研究報告 (Bulletin of the Experimental Farm Faculty of Agriculture, Kagoshima University) 29巻1～3頁(2006)においては、ウリ科の植物の種子を水中において発芽させる方法が提案されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 人工光型植物工場における植物の栽培は、計画的に実施されることが特に重要であり、同時期に栽培が開始された植物は、同時期に収穫可能であることが要求される。

[0006] 特許第4610695号公報において提案される植物の栽培方法は、植物の成長速度の固体差が大きく、計画的な栽培を行うことができないおそれがあった。

また、鹿児島大学農学部農場研究報告 (Bulletin of the Experimental Farm Faculty of Agriculture, Kagoshima University) 29巻1～3頁(2006)では、ウリ科の植物の種子が水中において発芽することの可否を確認するものであり、植物の計画的な栽培についての言及はない。

[0007] 本開示は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その解決しようとする課題は、計画的な栽培が可能である植物の栽培方法及び植物栽培装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 課題を達成するための具体的手段は以下の通りである。

<1> 植物の種子を透明媒体へ播種し、発芽させる工程と、

発芽開始後の上記植物を発芽状態により評価し、選別する工程と、
を含む、植物の栽培方法。

<2> 上記透明媒体が液体である、上記<1>に記載の植物の栽培方法。

<3> 液体である上記透明媒体の温度が、10℃～40℃である、上記<2>に記載の植物の栽培方法。

<4> 上記植物を発芽状態により評価し、選別する工程において、上記植物の種子から生じる幼根の長さに基づき成長を評価し、選別を行う、上記<1>～<3>のいずれか1つに記載の植物の栽培方法。

<5> 上記植物を発芽状態により評価し、選別する工程において、発芽状

態にある上記植物の画像を取得し、上記画像から測定される幼根の長さに基づき成長を評価し、選別を行う、上記<1>～<4>のいずれか1つに記載の植物の栽培方法。

<6> 上記植物を発芽状態により評価し、選別する工程において、種子の長さに対する幼根の長さの比が $1/4 \sim 1/1$ である上記植物を選別する、上記<1>～<5>のいずれか1つに記載の植物の栽培方法。

<7> 上記植物を発芽状態により評価し、選別する工程において選別された植物を、人工光により育苗する工程をさらに含む、上記<1>～<6>のいずれか1つに記載の植物の栽培方法。

<8> 上記植物が、果菜植物である、上記<1>～<7>のいずれか1つに記載の植物の栽培方法。

<9> 上記植物が、トマト又はメロンである、上記<1>～<8>のいずれか1つに記載の植物の栽培方法。

<10> 発芽設備及び育苗設備を備え、

上記発芽設備が、植物の種子を播種するための透明媒体及び植物の発芽状態を確認するための撮像装置を備え、且つ

上記育苗設備が、人工光を発する光源を備える、植物栽培装置。

<11> 上記発芽設備が、上記透明媒体を収容する容器を備え、且つ

上記透明媒体が液体である、上記<10>に記載の植物栽培装置。

発明の効果

[0009] 本開示によれば、計画的な栽培が可能である植物の栽培方法及び植物栽培装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、発芽状態にある植物の概略正面図である。

[図2]図2は、同一栽培室内に設けられる発芽設備及び育苗設備の概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本開示を実施するための形態について詳細に説明する。但し、本開

示は以下の実施形態に限定されない。以下の実施形態において、その構成要素（要素ステップ等も含む）は、特に明示した場合を除き、必須ではない。数値及びその範囲についても同様であり、本開示を制限するものではない。

[0012] 本開示において「～」を用いて示された数値範囲には、「～」の前後に記載される数値がそれぞれ最小値及び最大値として含まれる。

本開示中に段階的に記載されている数値範囲において、一つの数値範囲で記載された上限値又は下限値は、他の段階的な記載の数値範囲の上限値又は下限値に置き換えてもよい。また、本開示中に記載されている数値範囲において、その数値範囲の上限値又は下限値は、合成例に示されている値に置き換えてもよい。

[0013] 本開示において、果菜植物の栽培方法に含まれる育苗等の工程には、苗の栽培、種子の発芽等の他の工程から独立した工程に加え、他の工程と明確に区別できない場合であってもその工程の目的が達成されれば、当該工程も含まれる。

[0014] 本開示において、「発芽状態にある植物」とは、幼根及び芽のいずれか、もしくは両方が種子から出てきている状態にあり、且つ子葉の展開前の植物を意味する。

本開示において、「幼根」とは、種子から最初に発芽する根であり、主根に成長する根である。

また、本開示において、「幼根の長さ」は、幼根が屈曲している場合は、屈曲形状に沿って測定される長さを意味する。

なお、種子の長さLは、幼根の発生点Aと、幼根の発生点Aからの距離が最大となる点Bとの距離を意味する。図1において、種子を符号10で、幼根を符号11で示す。

[0015] 本開示において、「果菜植物」とは、果実を収穫物とする植物を意味する。

[0016] 本開示において、「透明媒体」は、液体であってもよく、固体であってもよい。

本開示において、「透明媒体」とは、分光光度計を用いて測定する、波長400nm～1,100nmにおける平均透過率が70%以上である媒体を意味する。

吸光度の測定は、透明媒体が液体である場合には例えば光路長10mmの角型セルを用いて測定する。一方、透明媒体が個体の場合には厚みを5mm程度（播種深さと同程度）に裁断して測定する。

分光光度計としては、特に限定されないが、例えば、株式会社日立製作所製のU-3310を好適に用いることができる。

- [0017] なお、本開示において、「高温期」とは、透明媒体の温度がヒーターや空調等の使用により発芽期間中の平均温度よりも高温となる期間を意味する。また、本開示において、「低温期」とは、透明媒体の温度がヒーターや空調等の使用により発芽期間中の平均温度よりも低温となる期間を意味する。

なお、発芽期間とは、透明媒体への播種後、育苗を開始するまでの期間を意味する。

[0018] [植物の栽培方法]

本開示の植物の栽培方法は、植物の種子を透明媒体へ播種し、発芽させる工程と、発芽開始後の植物を発芽状態により評価し、選別する工程と、を含む。

- [0019] 本開示の栽培方法によれば、植物の計画的な栽培が可能となる。

- [0020] 今般、本発明者等は、植物の発芽速度と、育苗速度及び定植後の栽培速度とは、相関があることを見出した。

本開示の栽培方法において、植物の発芽状態を評価し、選別する。そして、発芽速度と育苗速度及び定植後の栽培速度とは相関があるため、選別した植物の育苗速度及び定植後の栽培速度の固体差は小さく、果実等の収穫を同時期に行うことが可能となり、計画的な栽培を行うことができると推測される。

また、植物の種子を播種するロックウール等の支持体は通常、不透明である。そのため、支持体に種子を播種し、発芽させた場合には発芽初期の発根

状態を確認することが出来ないため、発芽状態を確認するまでに1週間以上の期間を要する。本開示の栽培方法においては、植物の種子を透明媒体に播種するため、発芽状態を常を確認することができ、植物の早期選別が可能となり、計画的な栽培を行うことができると推測される。

上記効果が奏される理由はいくまでも推測であり、これに限定されるものではない。

[0021] (発芽工程)

本開示の植物の栽培方法は、植物の種子を透明媒体へ播種し、発芽させる工程を含む。

透明媒体は、液体であっても、固体であってもよい。植物の発芽を実施するために必要なスペースを削減することができ、空間利用効率を向上することができるため、透明媒体は、液体であることが好ましい。

液体の透明媒体を使用する場合、カップ等の容器を準備し、上記容器に透明媒体を収容し、植物の種子を容器内に播種し、容器内において種子を発芽させることができる。

[0022] 液体の透明媒体としては、水、培養液等を使用することができる。また、固体の透明媒体としては、(メタ)アクリル樹脂等の透明な樹脂により構成される支持体を使用することができる。上記した中でも、透明性、発芽効率、作業の簡易性等の観点から、水が好ましい。

[0023] 液体の透明媒体を使用する場合、発芽効率の観点から、透明媒体の温度条件は、作物又は品種等によっては高温期及び低温期に制御されることが好ましいものがある。また、作物又は品種等によっては一定の温度に制御されることが好ましいものもある。

[0024] 透明媒体の温度条件は、従来公知の空調設備を使用することにより制御することができる。具体的には、透明媒体を設置している環境温度を空調設備にて制御することにより、上記環境温度の変化に起因して透明媒体の温度を制御することができる。

[0025] また、透明媒体の温度条件は、上記容器付近又は上記容器内に設置される

ヒーター等の加熱装置を使用することによっても制御することができる。

[0026] 発芽効率の観点から、液体である透明媒体は、 $10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ であることが好ましい。

液体である透明媒体の温度条件が、高温期及び低温期に制御される場合、発芽効率の観点から、高温期における透明媒体の温度は、 $20^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ であることが好ましく、 $25^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ であることがより好ましく、 $26^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ であることがさらに好ましい。

また、発芽効率の観点から、低温期における透明媒体の温度は、 $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ であることが好ましく、 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ であることがより好ましく、 $17^{\circ}\text{C}\sim 23^{\circ}\text{C}$ であることがさらに好ましい。

液体である透明媒体の温度条件が、一定に制御される場合、発芽効率の観点から、透明媒体の温度は、 $20^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ であることが好ましく、 $25^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ であることがより好ましく、 $26^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ であることがさらに好ましい。

透明媒体の温度は、種子から 10 mm 離れた透明媒体中に温度計を配置することにより測定する。温度計としては、例えば、オムロン株式会社製温度センサE52を使用することができる。

[0027] 発芽効率の観点から、高温期の期間に対する低温期の期間の比率（低温期の期間／高温期の期間）が、 $0.01\sim 3$ であることが好ましく、 $0.1\sim 2$ であることがより好ましい。

[0028] 液体の透明媒体を使用する場合、発芽効率の観点から、種子同士が重ならない程度の底面積を有する容器に播種することが望ましい。

具体的には、容器に播種される種子数（単位：粒）に対する容器の底面積は、 $0.1\text{ cm}^2/\text{粒}\sim 100\text{ cm}^2/\text{粒}$ であることが好ましく、 $0.5\text{ cm}^2/\text{粒}\sim 10\text{ cm}^2/\text{粒}$ であることがより好ましい。

また、播種する植物の種子の質量の合計に対する透明媒体の水量（質量）の比（透明媒体の水量／播種する植物の種子の質量の合計）は、 $1\sim 10$ 、 000 であることが好ましく、 $100\sim 1,000$ であることがより好まし

い。

- [0029] 液体の透明媒体を使用する場合、発芽効率の観点から、透明媒体の酸素濃度は、 $5\text{ mg/l} \sim 12\text{ mg/l}$ であることが好ましく、 $7\text{ mg/l} \sim 10\text{ mg/l}$ であることがより好ましい。

本開示において、透明媒体の溶存酸素濃度は、発芽期間の任意の5点での透明媒体内において、溶存酸素濃度計（例えば、オートマチックシステムリサーチ社製のDOP-01）を使用することにより測定する。

なお、透明媒体の温度条件が高温期及び低温期に制御される場合、上記任意の5点は、高温期及び低温期を少なくとも1点ずつ含む。

溶存酸素濃度計は、透明媒体が収容される容器内に配置し、使用することができる。

- [0030] 植物の種類は、水中発芽が可能な植物であれば、特に限定されるものではなく、果菜植物であってもよく、根菜植物であってもよく、葉菜植物であってもよい。

上記した中でも、果菜植物が好ましく、以下にその理由を説明する。

まず、果菜植物は、葉菜植物等に比べ、播種から収穫までの期間（栽培期間）が長く、成長速度の固体差が生じやすい。本開示の栽培方法によれば、成長速度の固体差を小さくすることができるため、栽培する植物として適している。

また、本開示の栽培方法によれば、成長速度の固体差を小さくすることができるため、十分に成長する前に収穫せざるを得ない果実が減り、同時期に収穫される果実の総質量を向上することができる。

また、本開示の栽培方法により選別された果菜植物を育苗、定植後の栽培をすることにより、果実1個当たりの質量を向上することができる。果実1個当たりの質量が向上する理由は、成長の早い植物の葉等により成長の遅い植物に十分な光が届かない状況が生じることを防止することができるためと推測される。

さらに、果実1個当たりの質量を向上することができる理由と同様の理由

から、収穫される果実の色味、糖度等を向上することができる。

[0031] 果菜植物としては、トマト、ピーマン等のナス科植物、メロン等のウリ科植物、インゲンマメ、大豆、エンドウ、ソラマメ等のマメ科植物などが挙げられる。

上記した果菜植物の中でも、水中発芽率等の観点から、本開示の栽培方法には、ナス科植物又はウリ科植物が適しており、トマト又はメロンがより適している。

なお、トマトには、大玉トマト、ミディトマト、ミニトマト、フルーツトマト等が包含される。また、メロンには、青肉種、赤肉種等のネット系メロン、ノーネット系メロンなどが包含される。

根菜植物としては、大根、菜の花等のアブラナ科植物、人参等のセリ科植物が挙げられる。また、上記以外にも、米等のイネ科植物を使用してもよい。

[0032] (評価及び選別工程)

本開示の植物の栽培方法は、発芽開始後に植物の発芽状態を評価し、選別する工程を含む。例えば、幼根の長さ、種子及び幼根の色、幼根の太さ等に基づいて植物の成長を評価し、選別することができる。

上記した中でも、幼根の長さに基づいて、発芽状態にある植物の成長を評価し、選別することが好ましい。

幼根の長さに基づいて、発芽状態にある植物の成長を評価し、選別することにより、植物の育苗速度及び定植後の栽培速度の固体差をより小さくすることができ、計画的な栽培を行うことができる。

また、幼根の長さ、並びに、種子及び幼根の色と幼根の太さとの少なくとも一方に基づいて、発芽状態にある植物の成長を評価し、選別することがより好ましく、幼根の長さ、種子及び幼根の色、並びに幼根の太さに基づいて、発芽状態にある植物の成長を評価し、選別することがさらに好ましい。

[0033] 発芽状態にある植物の評価及び選別は、作物や品種、発芽条件等により適切な時期が異なるが、種子の長さに対する幼根の長さが1/2超となった際に

行うことが好ましく、1倍～3倍となった際に行うことがより好ましい。

なお、複数の種子を播種し、発芽させる場合には、種子の長さに対する幼根の長さに基づいた上記評価及び選別の開始時期の決定は、最も長い幼根を有する植物を使用して行うことが好ましい。

具体的には、植物の種類がトマトの場合、播種後2日～7日程度で行うことが好ましく、3日～5日程度で行うことがより好ましい。

また、選別する植物数は、特に限定されるものではなく、育苗工程を行う環境等を考慮し、適宜調整することが好ましい。

[0034] 一実施形態においては、発芽状態にある植物の画像を取得し、画像から測定される幼根の長さ又は幼根の太さに基づいて発芽状態にある植物の成長を評価し、選別することができる。なお、上記画像は、種子を播種する透明媒体付近に撮像装置を設置し、上記撮像装置により取得することができる。撮像装置としては、従来公知のカメラ等を使用することができる。

撮像装置を使用することにより、発芽状態にある植物の評価及び選別の時間短縮、人手削減、測定精度向上等が可能となる。

[0035] 幼根の長さに基づく発芽状態にある植物の成長の評価及び選別は、幼根の長さを測定し、評価し、選別してもよく、種子の長さに対する幼根の長さの比（幼根の長さ／種子の長さ）を求め、評価し、選別してもよい。

種子の長さに対する幼根の長さの比に基づいて評価及び選別を行う場合、種子の長さに対する幼根の長さの比が $1/3 \sim 3/1$ である植物を選別することが好ましく、 $2/3 \sim 5/3$ である植物を選別することがより好ましい。

種子の長さに対する幼根の長さの比が $1/3 \sim 3/1$ である植物を選別することにより、植物の育苗速度及び定植後の栽培速度の固体差をより小さくすることができ、計画的な栽培を行うことができる。

[0036] 植物がトマトであり、且つ幼根の長さに基づいて、発芽状態にある植物の評価及び選別を行う場合、幼根の長さが1 mm～9 mmである植物を選別することが好ましく、幼根の長さが2 mm～5 mmである植物を選別すること

がより好ましい。幼根の長さが2 mm～5 mmである植物を選別することにより、植物の育苗速度及び定植後の栽培速度の固体差をより小さくすることができ、計画的な栽培を行うことができる。

植物がメロンであり、且つ幼根の長さに基づいて、発芽状態にある植物の評価及び選別を行う場合、幼根の長さが3 mm～27 mmである植物を選別することが好ましく、幼根の長さが6 mm～15 mmである植物を選別することがより好ましい。幼根の長さが6 mm～15 mmである植物を選別することにより、植物の育苗速度及び定植後の栽培速度の固体差をより小さくすることができ、計画的な栽培を行うことができる。

[0037] 種子及び幼根の色に基づいて、発芽状態にある植物の成長を評価し、選別する場合、種子が焦げ茶色や黒色に変色していなく、且つ、幼根が茶色等に変色していない植物を選別することが好ましい。変色している種子及び幼根は、根腐れ等を起こしていることがあり、変色していない種子及び幼根を選別することにより、成長不良の植物が混ざることが防ぐことができ、且つ植物の育苗速度及び定植後の栽培速度の固体差をより小さくすることができ、計画的な栽培を行うことができる。

[0038] 幼根の太さに基づく発芽状態にある植物の成長の評価及び選別は、幼根中心部の太さを測定し、評価し、選別してもよく、発芽させた種子の幼根中心部の太さの平均値を算出し、幼根中心部の太さが平均値を超える植物を選別してもよい。

なお、本開示において、「幼根中心部」とは、幼根の長さの midpoint における太さを意味する。

[0039] 植物がトマトであり、且つ幼根中心部の太さに基づいて評価及び選別を行う場合、幼根中心部の太さが0.1 mm～1.0 mmである植物を選別することが好ましく、0.2 mm～0.5 mmである植物を選別することがより好ましい。幼根中心部の太さが0.1 mm～1.0 mmである植物を選別することにより、植物の育苗速度及び定植後の栽培速度の固体差をより小さくすることができ、計画的な栽培を行うことができる。

植物がメロンであり、且つ幼根中心部の太さに基づいて評価及び選別を行う場合、幼根中心部の太さは、0.1 mm～2.0 mmである植物を選別することが好ましく、0.2 mm～1.0 mmである植物を選別することがより好ましい。幼根中心部の太さが0.1 mm～2.0 mmである植物を選別することにより、植物の育苗速度及び定植後の栽培速度の固体差をより小さくすることができ、計画的な栽培を行うことができる。

[0040] 発芽状態にある植物の成長を評価し、選別する方法の好ましい一例として、以下の(1)～(4)の工程を含む方法を示すが、これに限定されるものではない。

(1) 種子又は幼根が変色している植物を除外する。

(2) (1)の選別後、種子の長さに対する幼根の長さの比が1/3未満又は3/1超である植物を除外する。

(3) (2)の選別後、発芽状態にある植物の幼根中心部の太さをそれぞれ測定し、平均値を算出し、幼根中心部の太さが平均値以下の植物を除外する。

(4) 上記(1)～(3)により除外されなかった植物の中から、幼根の長い順に植物を選別する。

[0041] 上記した選別は、手作業により行ってもよく、選別基準をプログラミングした装置により行ってもよい。

[0042] (育苗工程)

本開示の植物の栽培方法は、発芽開始後の植物を発芽状態により評価し、選別する工程において選別された植物を、人工光により育苗する工程をさらに含むことができる。

[0043] 植物の育苗は、従来公知の方法により行うことができ、水耕法により行ってもよく、土耕法により行ってもよい。

[0044] 発芽工程において液体の透明媒体を使用した場合、発芽開始後の植物を支持体へ植え付け、支持体をDトレイ又は育苗用パネル等に並べることにより、育苗を行うことができる。

発芽工程において固体の透明媒体を使用した場合、固体の透明媒体をドトレイ又は育苗用パネル等に並べ、育苗を行うことができる。

支持体は、特に限定されるものではなく、ウレタン製スポンジ、フェノール樹脂製スポンジ、ロックウール、保水シートが設けられた支持台等を使用することができる。

[0045] 人工光の照射に使用する光源は、特に限定されるものではなく、LED、蛍光灯等を使用することができる。

また、空間利用効率の観点から、発芽工程は、育苗工程及び定植後の栽培工程のいずれか、もしくは両方と同一の栽培室内において実施することが好ましい。

[0046] 育苗効率の観点から、植物の育苗は、温度、相対湿度、光及び二酸化炭素濃度からなる群より選択される1つ以上の条件が制御される環境において行われることが好ましい。

[0047] 温度条件としては、明期温度及び暗期温度等が挙げられる。

育苗効率の観点から、植物の育苗は、明期温度が、 $25^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ に制御される環境において行われることが好ましく、 $26^{\circ}\text{C}\sim 28^{\circ}\text{C}$ に制御される環境において行われることがより好ましい。

また、育苗効率の観点から、植物の育苗は、暗期温度が、 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ に制御される環境において行われることが好ましく、 $17^{\circ}\text{C}\sim 23^{\circ}\text{C}$ に制御される環境において行われることがより好ましい。

明期温度及び暗期温度は、育苗する植物から1cm離れた位置に温度計を配置することにより測定する。温度計としては、例えば、株式会社ティアンドディ製の温湿度センサーTHA-3151を使用することができる。

なお、本開示において、「明期」とは、光源により植物に光を照射する期間を意味する。また、本開示において、「暗期」とは、光源により植物に光を照射しない期間を意味する。

[0048] 明期温度及び暗期温度の制御方法は、特に限定されるものではなく、従来公知の方法により行うことができる。例えば、明期温度及び暗期温度の制御

は、上記温度計により、植物を育苗する環境の明期温度及び暗期温度をモニタリングし、必要に応じて、温風又は冷風を送ることによって行うことができる。

- [0049] 育苗効率の観点から、植物の育苗は、相対湿度が、60%～80%に制御される環境において行われることが好ましく、63%～77%に制御される環境において行われることがより好ましい。

相対湿度は、育苗する植物から1cm離れた位置に湿度計を配置することにより測定する。湿度計としては、例えば、株式会社ティアンドディ製の温湿度センサーTHA-3151を使用することができる。

- [0050] 湿度の制御方法は、特に限定されるものではなく、従来公知の方法により行うことができる。例えば、湿度条件の制御は、上記湿度計により、植物を育苗する環境の湿度をモニタリングし、必要に応じて、加湿機能及び除湿機能を有する空調装置を使用することにより行うことができる。

- [0051] 光条件としては、光強度及び明暗周期等が挙げられる。

育苗効率の観点から、光強度は、 $100\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s} \sim 400\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であることが好ましく、 $180\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s} \sim 300\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であることがより好ましい。

光強度の測定は、植物を植え付けた支持体の面（以下、植え付け面という）に計測機器の受光面を光源に向けて配置することにより測定する。計測機器としては、例えば、ライトアナライザー（株式会社日本医化器械製作所製、LA105）等を使用することができる。なお、光源が、種子の2以上の方向に配置される場合、計測機器をそれぞれの光源に向けて配置し測定した光強度の和を、上記光強度とする。

また、育苗効率の観点から、暗期の時間に対する明期の時間の比率（明期の時間／暗期の時間）が、0.3～3であることが好ましく、0.5～2であることがより好ましい。

- [0052] 光強度の制御は、使用する光源（LED、蛍光灯等）の種類、数等を変更することにより行うことができる。また、明暗周期の制御は、光源の使用時

間を変更することにより行うことができる。

- [0053] 育苗効率の観点から、二酸化炭素濃度は、300ppm～5,000ppmであることが好ましく、500ppm～1,500ppmであることがより好ましい。

二酸化炭素濃度は、植物の植え付け面の高さ±1cmの高さであり、且つ育苗する植物から1cm離れた位置に二酸化炭素濃度計を配置することにより測定する。

また、育苗設備が多段棚となっており、各段において植物が育苗される場合、二酸化炭素の濃度は、各段に設けられる植物の植え付け面±1cmの高さであり、且つ育苗する植物から1cm離れた位置に二酸化炭素濃度計を配置することにより測定する。

二酸化炭素濃度計としては、例えば、L I-COR社製のL I-850を使用することができる。

- [0054] 二酸化炭素濃度の制御方法は、特に限定されるものではなく、従来公知の方法により行うことができる。例えば、上記二酸化炭素濃度計により環境の二酸化炭素濃度をモニタリングし、必要に応じて、二酸化炭素ポンプ等から二酸化炭素を供給することにより行うことができる。

- [0055] 植物の育苗期間は、特に限定されるものではないが、例えば、15日～25日とすることができる。

- [0056] (植物の定植後の栽培)

本開示の植物の栽培方法は、上記育苗により得られる植物を定植し、且つ定植後の植物を栽培することをさらに含むことができる。

- [0057] 植物の定植後の栽培は、従来公知の方法により行うことができ、水耕栽培により行ってもよく、土耕栽培により行ってもよい。

- [0058] 栽培施設についても特に限定されるものではなく、人工光型植物工場、太陽光型植物工場、ビニールハウス等が挙げられる。

- [0059] 栽培効率の観点から、植物の定植後の栽培は、温度、相対湿度、光及び二酸化炭素濃度からなる群より選択される1つ以上の条件が制御される環境に

おいて行われることが好ましい。

温度、相対湿度、光及び二酸化炭素濃度の好ましい数値範囲については、育苗工程と同様であるため、ここでは記載を省略する。

[0060] 植物の定植後の栽培において、必要に応じて、摘芯、摘葉、摘果、脇芽の除去（脇芽掻き）、吊り下げ誘引等を行うことが好ましい。

なお、「摘芯」とは、果菜植物の生長点の芽を摘み、茎の成長を止めることである。

[0061] 定植後の栽培期間は、特に限定されるものではないが、例えば、60日～150日とすることができる。

[0062] <植物栽培装置>

本開示の植物栽培装置は、発芽設備及び育苗設備を備え、発芽設備が、植物の種子を播種するための透明媒体及び植物の種子の発芽状態を確認するための撮像装置を備え、且つ育苗設備が、人工光を発する光源を備える。

本開示の植物栽培装置は、定植後の植物の栽培を行う栽培設備をさらに備えていてもよい。

[0063] 本開示の植物栽培装置によれば、植物の計画的な栽培が可能となる。

[0064] 本開示の栽培装置が備える発芽設備は、植物の種子を播種するための透明媒体及び植物の種子の発芽状態を確認するための撮像装置を備えており、上記した植物の栽培方法に使用することができるため、植物の計画的な栽培ができると推測される。

[0065] 発芽設備は、透明媒体が液体である場合、透明媒体を収容する容器を備えることができる。また、発芽設備は、容器を覆う遮光性基材等を備えることができる。発芽設備が容器を覆う遮光性基材等を備えることにより、同一栽培室内に設けられる育苗設備が備える光源からの人工光照射を防ぐことができる。

[0066] 育苗設備は、人工光を発する光源を備える。また、育苗設備は、発芽状態にある植物の植え付けを行う支持体、支持体を保持するパネル、培養液を収容する培養液槽等を備えることができる。

[0067] 定植後の植物の栽培を行う栽培設備は、人工光を発する光源を備える。また、栽培設備は、育苗後の植物の植え付けを行う支持体、支持体を保持するパネル、培養液を収容する培養液槽等を備えることができる。

栽培設備が備える支持体は、育苗設備と同一の支持体であってもよい。

[0068] 空間利用効率の観点からは、発芽工程において使用する発芽設備と、育苗工程において使用する育苗設備とは同一栽培室内に設けられることが好ましい。また、定植後の植物の栽培を行う栽培設備は、発芽設備及び育苗設備と同一栽培室内に設けられることが好ましい。

[0069] 発芽工程において使用する発芽設備と、育苗工程において使用する育苗設備とは同一栽培室内に設けられる場合について、図2を参酌し、以下に説明するが、これに限定されるものではない。

図2は、同一栽培室内に設けられる発芽設備20及び育苗設備30の一実施形態を示す概略断面図である。

発芽設備20は、液体である透明媒体22が収容され、植物の種子21を播種する容器23と、容器23を覆う遮光性基材24と、植物の種子21の画像を取得するための撮像装置25を備える。

育苗設備30は、上記図2に示す発芽設備20において、発芽し、評価及び選別された植物31を植え付けた支持体32と、支持体32を保持するパネル33と、培養液34が収容される培養液槽35と、植物31等へ人工光を照射する光源36とを備える。

また、発芽設備20は、多段棚となってもよい。

実施例

[0070] 以下、上記実施形態を実施例により具体的に説明するが、上記実施形態はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0071] <実施例1-1>

80粒のトマト種子（品種：桃太郎ヨーク（登録商標）、タキイ種苗株式会社）を、200mlの純水を収容するポリプロピレン製のディスポカップ（容量500ml、底面積48cm²）へ播種した。

[0072] トマト種子を播種したディスプレイカップを、遮光フィルムにより覆い暗黒下とし、下記条件において、3日間静置し、発芽状態にあるトマト植物を得た。なお、純水の温度は、栽培室内に設けられる空調設備を使用することに調整した。

(発芽条件)

- ・高温期における純水の温度：27℃
- ・低温期における純水の温度：19℃
- ・高温期の期間に対する低温期の期間の比（低温期の期間／高温期の期間）：8時間／16時間

[0073] 発芽状態にあるトマト植物の中から、下記選別基準に基づいて、40株のトマト植物を選別した。

(選別基準)

- (1) 種子又は幼根が変色（茶色等）しているトマト植物は除外
- (2) (1)の選別後、トマト植物の種子の長さに対する幼根の長さの比が2／3未満又は5／3超であるトマト植物は除外
- (3) (2)の選別後、発芽状態にあるトマト植物の幼根中心部の太さをそれぞれ測定し、その平均値を算出し、幼根中心部の太さが平均値以下のトマト植物は除外
- (4) 上記(1)～(3)により除外されなかった種子の中から、幼根の長い順に40株の発芽状態にあるトマト植物を選別

[0074] 選別した40株のトマト植物を支持体にそれぞれ植え付け、下記条件の湛液水耕法により、20日間育苗を行った。なお、トマト植物の育苗は、発芽を行った栽培室内において行った。

(育苗条件)

- ・支持体：ウレタンスポンジ、協和株式会社製、果菜用培地黄色
- ・光源：菱電商事株式会社製、白色LED（PGL-NE-200NWD）
- ・光強度：250 $\mu\text{mol} / \text{m}^2 / \text{s}$
- ・明暗周期（明期／暗期）：16時間／8時間

- ・ 温度：27℃（明期）、19℃（暗期）
- ・ 相対湿度：70%
- ・ 二酸化炭素濃度：1000ppm
- ・ 培養液：協和株式会社製の「ハイポニカ液体肥料」を純水で500質量希釈したものを使用
- ・ 株間距離：15cm

[0075] 育苗後のトマト植物を支持体と共に、Dトレイに定植し、下記条件の点滴水耕法により、120日間栽培を行った。なお、トマト植物の定植後の栽培は、発芽及び育苗を行った栽培室内において行った。

（栽培条件）

- ・ 光源：菱電商事株式会社製、白色LED（PGL-NE-200NWD）
- ・ 光強度：250 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$
- ・ 明暗周期（明期／暗期）：16時間／8時間
- ・ 温度：27℃（明期）、19℃（暗期）
- ・ 相対湿度：70%
- ・ 二酸化炭素濃度：1000ppm
- ・ 培養液：協和株式会社製の「ハイポニカ液体肥料」を純水で500質量希釈したものを使用
- ・ 株間距離：17cm

[0076] <比較例1-1>

40粒のトマト種子（品種：桃太郎ヨーク（登録商標）、タキイ種苗株式会社）を、支持体（ウレタンスポンジ、協和株式会社製、果菜用培地黄色）に播種し、上記支持体をバット上に並べ、次いでバットに2000mlの純水を充填した。

上記バットを遮光フィルムにより覆い暗黒下とし、実施例1-1と同条件において、3日間静置し、発芽状態にあるトマト植物を得た。

発芽状態にあるトマト植物に対し、評価及び選別を行うことなく、実施例1-1と同様にして、育苗及び定植後の栽培を行った。

[0077] <育苗後における固体差評価>

実施例 1-1 及び比較例 1-1 の育苗後のトマト植物の状態を目視により観察し、トマト植物の成長速度（育苗速度）の固体差を確認した。

また、実施例 1-1 及び比較例 1-1 の播種から 30 日後のトマト植物における着蕾を目視により観察し、トマト植物の成長速度（定植後の栽培速度）の固体差を確認した

結果は以下の通りであり、実施例 1-1 では成長速度の固体差が小さいのに対し、比較例 1-1 では成長速度の固体差が大きいことがわかった。なお、実施例 1-1 では、40 株全てにおいてトマト植物の葉数が 3 枚を超えており、成長不良のトマト植物が存在しないのに対し、比較例 1-1 では、葉数が 2 枚以下である成長不良のトマト植物が 5 株存在した。

（育苗速度の確認結果）

・草丈：実施例 1-1 では、トマト植物の草丈が 10 cm～13 cmであったのに対し、比較例 1-1 では、トマト植物の草丈は 3 cm～15 cmであった。

・本葉数：実施例 1-1 では、40 株全てにおいてトマト植物の本葉数が 6 枚であったのに対し、比較例 1-1 では、トマト植物の本葉数が 0 枚～7 枚であった。

（定植後の栽培速度の確認結果）

・着蕾：実施例 1-1 では、40 株全てのトマト植物において着蕾が確認されたのに対し、比較例 1-1 では、着蕾が確認されたトマト植物は 32 株のみであった。

[0078] <1 株から収穫される果実質量及び果実 1 個当たりの質量の測定>

実施例 1-1 及び比較例 1-1 の定植後の栽培後、1 株のトマト植物から収穫される総果実質量の平均値を求めたところ、それぞれ、約 1200 g、約 900 g であり、実施例 1-1 に係る栽培方法によれば、1 株のトマト植物から収穫される総果実質量が向上することが分かった。

また、果実 1 個当たりの質量の平均値を求めたところ、それぞれ、約 12

0 g、約 100 g であり、実施例 1-1 に係る栽培方法によれば、果実 1 個当たりの質量が向上することが分かった。

[0079] <実施例 2-1>

トマト種子をメロン種子（品種：レノン（登録商標）、タキイ種苗株式会社）に変更した以外は、実施例 1-1 と同様にして、発芽、評価及び選別、育苗、並びに定植後の栽培を行った。

[0080] <比較例 2-1>

トマト種子をメロン種子（品種：レノン（登録商標）、タキイ種苗株式会社）に変更した以外は、比較例 1-1 と同様にして、発芽、育苗及び定植後の栽培を行った。

[0081] <育苗後における固体差評価>

実施例 2-1 及び比較例 2-1 の育苗後のメロン植物の状態を目視により観察し、メロン植物の成長速度（育苗速度）の固体差を確認した。

また、実施例 2-1 及び比較例 2-1 の定植から 30 日後のメロン植物における着蕾を目視により観察し、メロン植物の成長速度の固体差を確認した。結果は以下の通りであり、実施例 2-1 では成長速度（定植後の栽培速度）の固体差が小さいのに対し、比較例 2-1 では成長速度の固体差が大きいことがわかった。

なお、実施例 2-1 では、40 株全てにおいてメロン植物の葉数が 3 枚を超えており、成長不良のメロン植物が存在しないのに対し、比較例 2-1 では、葉数が 2 枚以下である成長不良のメロン植物が 4 株存在した。

（育苗速度の確認結果）

・草丈：実施例 2-1 では、メロン植物の草丈が 15 cm～18 cm であったのに対し、比較例 2-1 では、メロン植物の草丈は 3 cm～20 cm であった。

・本葉数：実施例 2-1 では、40 株全てにおいてメロン植物の本葉数が 6 枚であったのに対し、比較例 2-1 では、メロン植物の本葉数が 0 枚～7 枚であった。

(定植後の栽培速度の確認結果)

・着蕾：実施例２－１では、４０株のメロン植物全てにおいて着蕾が確認されたのに対し、比較例２－１では、着蕾が確認されたメロン植物は３２株のみであった。

[0082] <１株から収穫される総果実質量及び果実１個当たりの質量の測定>

実施例２－１及び比較例２－１の定植後の栽培後、１株のメロン植物から収穫される総果実質量の平均値を求めたところ、それぞれ、約１８００ｇ、約１４００ｇであり、実施例２－１に係る栽培方法によれば、１株のメロン植物から収穫される総果実質量が向上することが分かった。

また、果実１個当たりの質量の平均値を求めたところ、それぞれ、約１３００ｇ、約１０００ｇであり、実施例２－１に係る栽培方法によれば、果実１個当たりの質量が向上することが分かった。

[0083] 上記より、本開示の栽培方法に係る実施例では、成長速度の固体差が小さく、計画的な栽培が可能となることが分かった。

また、本開示の栽培方法に係る実施例では、１株のトマト植物又はメロン植物から収穫される総果実質量及び果実１個当たりの質量が向上していることが分かった。

[0084] ２０２１年６月２４日に出願された日本国特許出願２０２１－１０４９１７号の開示は、その全体が参照により本明細書に取り込まれる。本明細書に記載された全ての文献、特許出願、及び技術規格は、個々の文献、特許出願、及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記載された場合と同程度に、本明細書に参照により取り込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 植物の種子を透明媒体へ播種し、発芽させる工程と、
発芽開始後の前記植物を発芽状態により評価し、選別する工程と、
を含む、植物の栽培方法。
- [請求項2] 前記透明媒体が液体である、請求項1に記載の植物の栽培方法。
- [請求項3] 液体である前記透明媒体の温度が、 10°C ～ 40°C である、請求項2に記載の植物の栽培方法。
- [請求項4] 前記植物を発芽状態により評価し、選別する工程において、前記植物の種子から生じる幼根の長さに基づき成長を評価し、選別を行う、
請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の植物の栽培方法。
- [請求項5] 前記植物を発芽状態により評価し、選別する工程において、発芽状態にある前記植物の画像を取得し、前記画像から測定される幼根の長さに基づき成長を評価し、選別を行う、請求項1～請求項4のいずれか一項に記載の植物の栽培方法。
- [請求項6] 前記植物を発芽状態により評価し、選別する工程において、種子の長さに対する幼根の長さの比が $1/4 \sim 1/1$ である前記植物を選別する、請求項1～請求項5のいずれか一項に記載の植物の栽培方法。
- [請求項7] 前記植物を発芽状態により評価し、選別する工程において選別された植物を、人工光により育苗する工程をさらに含む、請求項1～請求項6のいずれか一項に記載の植物の栽培方法。
- [請求項8] 前記植物が、果菜植物である、請求項1～請求項7のいずれか一項に記載の植物の栽培方法。
- [請求項9] 前記植物が、トマト又はメロンである、請求項1～請求項8のいずれか一項に記載の植物の栽培方法。
- [請求項10] 発芽設備及び育苗設備を備え、
前記発芽設備が、植物の種子を播種するための透明媒体及び植物の発芽状態を確認するための撮像装置を備え、且つ
前記育苗設備が、人工光を発する光源を備える、植物栽培装置。

- [請求項11] 前記発芽設備が、前記透明媒体を収容する容器を備え、且つ
前記透明媒体が液体である、請求項 10 に記載の植物栽培装置。