

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年12月7日(07.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/209187 A1

- (51) 国際特許分類:
A01G 1/00 (2006.01) *A01G 31/00* (2006.01)
A01G 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/020287
- (22) 国際出願日: 2017年5月31日(31.05.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-110547 2016年6月2日(02.06.2016) JP
- (71) 出願人: 昭和電工株式会社 (SHOWA DENKO K.K.) [JP/JP]; 〒1058518 東京都港区芝大門一丁目13番9号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 居 堯 (JU Yao); 〒1058518 東京都港区芝大門一丁目13番9号 昭和電工株式会社内 Tokyo (JP). 米田 正 (YONEDA Tadashi); 〒1058518 東京都港区芝大門一丁目13番9号 昭和電工株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 S S I N P A T (SSINPAT PATENT FIRM); 〒1410031 東京都品川区西五反田七丁目13番6号 五反田山崎ビル6階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SPINACH CULTIVATION METHOD USING ARTIFICIAL LIGHTS

(54) 発明の名称: 人工光を利用したハウレンソウ栽培法

(57) Abstract: [Problem] To provide conditions suitable for spinach in the cultivation of spinach using artificial lights. [Solution] A spinach cultivation method, said method comprising a step wherein a procedure for irradiating spinach with red light (a red stage) and a procedure for irradiating spinach with blue light (a blue stage) are separately and independently carried out in an arbitrary order, characterized in that: the sum of the daily accumulated light amount in the red stage and the daily accumulated light amount in the blue stage is 9-22 mol/m²·day; and the total irradiation time in the red and blue stages is 16-24 hours per day.

(57) 要約: [課題] 人工光を利用したハウレンソウの栽培において、ハウレンソウに適した条件を提供することを目的とする。[解決手段] 赤色光をハウレンソウに照射する手順(赤ステージ)と、青色光をハウレンソウに照射する手順(青ステージ)とを任意順番で個別独立に行う工程を含み、前記赤ステージの日積算光量と前記青ステージの日積算光量の合計が、9~22 mol/m²・dayであり、かつ前記赤ステージと前記青ステージの合計照射時間が一日あたり16~24時間であることを特徴とするハウレンソウの栽培法。



WO 2017/209187 A1

明 細 書

発明の名称：人工光を利用したハウレンソウ栽培法

技術分野

[0001] 本発明は、ハウレンソウに人工光を照射して成長を促進させる植物栽培方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、ハウレンソウ栽培において、ハウレンソウに人工光を照射して成長を促す技術が取り入れられている。植物の生長を促進することで、栽培期間を短縮して、同一場所での収穫回数を増やすことができる。また、同じ栽培期間であっても、植物をより大きく生長させることができれば、収穫量を増やすことができる。

[0003] 人工光の照射を利用したハウレンソウ栽培方法として、例えば特許文献 1 には半導体光源を利用した赤色光のみを照射するハウレンソウ栽培法が開示されているが、赤色光のみの照射ではハウレンソウが徒長する傾向が見られた、と記載されている。

[0004] また特許文献 2 では、赤色光に加え、赤色光を植物に照射する手順と青色光を植物に照射する手順を 1 2 時間同時に行うことで高品質のハウレンソウを栽培できる方法が開示されている。

[0005] さらに、非特許文献 1 には白色蛍光灯を利用し、夜間に昼間と同様に高い光を照射するハウレンソウ栽培法において、24 時間連続照射により、ハウレンソウの成長促進効果が認められた、と記載されている。

[0006] また特許文献 3 では、太陽光を植物に照射する手順と、赤色光を植物に照射する手順と、青色光を植物に照射する手順とを一定期間内に別個独立に行う植物栽培方法が開示され、その中にハウレンソウは栽培可能な品種として挙げられた。この方法では生長を促進させることができるとともに、優れたエネルギー効率を得られる、と記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平9－37648号公報

特許文献2：特開2001－54320号公報

特許文献3：特開2014－166178号公報

非特許文献

[0008] 非特許文献1：植物工場学会誌 J. Society of High Technology in Agriculture) 13 (3) : 174－182. 2001

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 前述のとおり、従来の人工光を利用したハウレンソウの栽培には白色蛍光灯の24時間連続照射、赤色光と青色光の12時間混合照射、などがあった。

[0010] しかし、ハウレンソウは比較的低温を好む植物であり、白色蛍光灯を24時間連続して照射した場合、照射に伴う大量な発熱によってハウレンソウに成長阻害および葉の形態異常をもたらすことがある。また、植物生理学の観点からみると、光合成には赤色光および青色光が最も効率的であるが、通常の白色蛍光灯には赤色光および青色光以外の光も含まれているため、照射エネルギーの利用効率が低下すると考えられる。

[0011] 赤色光と青色光の12時間混合照射法は、ハウレンソウの抽苔防止が目的であるが、人工光は太陽光に比べて光強度が低く、ハウレンソウの生育に十分とは言えなかった。

[0012] また、特許文献3にはハウレンソウは栽培可能な品種として挙げられたが、ハウレンソウに関する栽培法の詳細の記載はなく、また場合によっては徒長がみられるなど、不十分なものであった。

前記のとおり、従来の人工光を利用したハウレンソウの栽培には満足のいくものではないため、ハウレンソウに適した条件をさらに検討する必要がある。

った。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明者らは、前記の課題を解決するために検討を行った。その結果、ホウレンソウの栽培において特定の照射時間範囲および照射量範囲内で、赤色光をホウレンソウに照射する手順と、青色光をホウレンソウに照射する手順を別個独立に行う場合に、従来の人工光照射法より早く通常の収穫サイズまで栽培することが可能であることを見出し、本発明を完成した。

[0014] すなわち、本発明は以下のホウレンソウの栽培法に関する。

[1] 赤色光をホウレンソウに照射する手順（赤ステージ）と、青色光をホウレンソウに照射する手順（青ステージ）とを任意順番で個別独立に行う工程を含み、前記赤ステージの日積算光量（以下、DLIと記す場合がある）と前記青ステージのDLIの合計（以下、合計DLIと記す場合がある）が $9 \sim 22 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ であり、かつ前記赤ステージと前記青ステージの合計照射時間が一日あたり $16 \sim 24$ 時間であることを特徴とするホウレンソウの栽培法。

[2] 前記赤ステージのDLIが $4.5 \sim 18.3 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ であり、前記青ステージのDLIが $1.5 \sim 11 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ であることを特徴とする[1]に記載のホウレンソウの栽培法。

[3] 前記赤ステージの合計照射時間が一日あたり3時間以上であり、かつ前記青ステージの合計照射時間が一日あたり1時間以上であることを特徴とする[1]または[2]に記載のホウレンソウの栽培法。

[4] 前記栽培法が水耕栽培であることを特徴とする[1]～[3]のいずれかに記載のホウレンソウの栽培法。

[5] 前記水耕栽培において、ホウレンソウに供給する養液の液温が $10 \sim 30^\circ\text{C}$ であることを特徴とする[4]に記載のホウレンソウ栽培法。

[6] 前記栽培法において、株密度を $50 \sim 250 \text{ 株/m}^2$ とすることを特徴とする[1]～[5]のいずれかに記載のホウレンソウの栽培法。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、赤色光をハウレンソウに照射する手順と、青色光をハウレンソウに照射する手順とを任意順番で特定照射時間、特定照射量範囲内に別個独立に行うことによりハウレンソウの生育を促進し、従来の人工光を用いる栽培法と比較して安定した品質のハウレンソウを短期間で栽培することができる。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明を実施するための好適な形態について例を挙げて説明する。なお、以下に説明する実施形態は、本発明の代表的な実施形態の一例を示したものであり、これにより本発明の範囲を何ら限定するものではない。

[0017] 「植物栽培装置」

本発明の栽培法を実施できる栽培装置は、赤色光および青色光を照射する光照射部と、赤色光照射工程と青色光照射工程を特定の照射時間、特定の照射量で個別独立に制御する制御部を備えている。光照射部には、赤色光の光源と青色光の光源とが備えられている。赤色光および青色光の光源としては、従来公知のものを用いることができる。光源としては、具体的には、波長選択が容易で、有効波長域の光エネルギーの占める割合が大きい光を放射できる発光ダイオード（LED）や、レーザーダイオード（LD）、エレクトロルミネッセンス（EL）素子、直管形及びコンパクト形の蛍光灯、電球形蛍光灯、高圧放電ランプ、メタルハライドランプなどを用いることができる。光源としてEL素子を用いる場合、有機EL素子であってもよいし無機EL素子であってもよい。

[0018] 上記の光源の中でも特に、発光ダイオード（LED）やレーザーダイオード（LD）などの光半導体素子は、小型で寿命が長く、材料によって特定の波長で発光し、不要な熱放射が少ないためエネルギー効率が良く、植物に近接照射しても葉焼け等の障害が起こりにくいものである。このため、光半導体素子を光源として用いた場合、他の光源と比較して、低電力で優れたエネルギー効率が得られるとともに、省スペースの光照射部となる。

[0019] 赤色光の光源として用いられる発光ダイオードとしては、例えば昭和電工

株式会社から製品番号HRP-350Fとして販売されているアルミニウム・ガリウム・インジウム・リン系発光ダイオード（ガリウム・リン系基板、赤色波長660nm）などがある。また、青色光の光源として用いられる発光ダイオードとしては、インジウム・ガリウム・ナイトライド系（波長450nm）として一般的に販売されているものなどがある。

[0020] 光半導体素子を光源として用いた光照射部としては、例えば、赤色光半導体素子と青色光半導体素子とを組み合わせ実装したSMD（Surface Mount Device）を線状に複数配列してなるSMDライン光源や、赤色光半導体素子あるいは青色光半導体素子のどちらか一方のみを線状あるいは面状に配列した単色ライン光源あるいは単色パネル光源を赤色光用と青色光用のそれぞれ備えたものなどを用いることができる。

[0021] 光照射部は、上記の光源と、赤色光および／または青色光を選択的に利用するための光学フィルタとを組み合わせたものであってもよい。

[0022] 光照射部から出射される赤色光は、波長600～730nmの光である。さらに、光照射部から出射される赤色光は、ピーク波長としては、600～730nmの光が挙げられ、645～670nmの波長をピーク波長とする赤色光が好ましい。

光照射部から出射される青色光は、波長が400～515nmの光である。さらに、光照射部から出射される青色光としては、ピーク波長400～515nmの光が挙げられ、ピーク波長を420～480nmとする青色光が好ましく、ピーク波長を440～460nmとする青色光がより好ましい。

[0023] 赤色光と青色光の波長は、各照射工程の一つの照射サイクルにおいて上記波長域の範囲内で変化させてもよいし、ある照射サイクルと別のある照射サイクル間で変化させてもよい。

赤色光を照射する場合の照明光は、赤色光を含んでいればよく、上記赤色光と異なる波長の光を含んでいてもよいが、上記の青色光を実質的に含まない。ここで、実質的に含まないとは、青色光の強度が総光量に対して5%以下であることをいう。青色光を照射する場合の照明光は、青色光を含んでい

ればよく、上記青色光と異なる波長の光を含んでいてもよいが、上記の赤色光を実質的に含まない。実質的に含まないとは、赤色光の強度が総光量に対して5%以下であることをいう。

総光量を、全ての光の合計とし、各光の光量との割合で表すと、通常、赤色光を照射する場合の総光量に対する赤色光の割合は60%以上であり、より好ましくは80%以上、最も好ましくは100%である。通常、青色光を照射する場合の総光量に対する青色光の割合は60%以上であり、より好ましくは80%以上、最も好ましくは100%である。なお、それぞれの光の $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ の合計を総光量とし、総光量に対する各光の $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ を単位とした場合の%を割合とする。

[0024] 本実施形態の植物栽培装置に備えられている制御部は、赤色光の光源または青色光の光源に所定の電流を供給することにより、赤色光の光源と青色光の光源とを別個独立に点灯・消灯させるものである。また、本実施形態においては、制御部によって、赤色光の光源または青色光の光源に供給する電流の大きさを調節することにより、光照射部からの赤色光及び青色光の発光強度を制御できるようになっていることが好ましい。

[0025] 制御部は、汎用のコンピューターを用いて構成できる。具体的には、例えば、制御部は、メモリやハードディスクなどの記憶装置に予め保持、記憶された制御パターンに基づいて、光源の駆動電流の大きさを調整し、赤色光および/または青色光の発光強度及び照射時間を変化させるものとすることができる。また、制御部は、記憶装置に記憶された制御パターンに基づいて、異なる波長域の光を放射する複数の光源を切り替えて駆動し、出射する光の波長域を変化させるものであってもよい。

[0026] 「ハウレンソウ栽培方法」

本実施形態の栽培法は、赤色光をハウレンソウに照射する手順（赤ステージ）と、青色光をハウレンソウに照射する手順（青ステージ）とを任意順番で個別独立に行う工程を含み、前記赤ステージのDLIと、前記青ステージのDLIとの合計のDLI（合計DLI）は、 $9 \sim 22 \text{ mol}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$

である。好ましい合計DLIは $10 \sim 20 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ であり、より好ましくは $14 \sim 18 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ である。実際の栽培環境に応じて合計DLIを上記の範囲内で調節することができる。合計DLIが $9 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ より低い場合はハウレンソウを通常の収穫サイズ（定植後16日前後で草丈25cm前後、地上部新鮮重15g～30g）まで栽培することが困難であり、 $22 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ を超えると光強度が光合成飽和点に近づき、消費する電力エネルギーに対する光合成効率が低下する。

[0027] また、本実施形態の栽培法は、赤色光をハウレンソウに照射する手順（赤ステージ）と、青色光をハウレンソウに照射する手順（青ステージ）とを任意順番で個別独立に行う工程を含み、赤ステージにおけるDLIが $4.5 \sim 18.3 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ であり、青ステージにおけるDLIが $1.5 \sim 11 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ であることが好ましい。赤ステージのより好ましいDLIは $7.3 \sim 16.6 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ であり、さらに好ましくは $9.3 \sim 15 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ である。青ステージのより好ましいDLIは $1.8 \sim 8.6 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ であり、さらに好ましくは $2.3 \sim 6 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ である。

[0028] ここで、「別個独立」とは、赤ステージと青ステージとが別々に存することを意味する。赤ステージと青ステージとは、1日のうちに少なくとも1つの工程がそれぞれ含まれていればよいが、2つ以上の工程がそれぞれ含まれていてもよい。

また、赤ステージと青ステージは交互に連続して行ってもよいし、両工程の間に、赤色光および青色光を同時照射する工程を挟んで不連続に繰り返して行かうか、または光照射を休止する工程を挟んで不連続に繰り返して行ってもよい。赤色光照射工程および青色光照射工程のいずれを先に行なうかは任意である。

[0029] 本実施形態の赤ステージにおけるDLIの青ステージにおけるDLIに対する比は、任意に設定され得るが、「赤：青」で $1:1 \sim 10:1$ 程度の範囲が好ましい。DLI比は、具体的には、「赤：青」で例えば $1:1$ 、 $5:$

3、2 : 1、3 : 1、4 : 1、10 : 1、などのように設定され得る。DLI比のより好ましい値は「赤 : 青」で2.01 : 1 ~ 7 : 1で、さらに好ましくは「赤 : 青」で3.01 : 1 ~ 5 : 1である。かかる範囲の場合、ハウレンソウの徒長を抑制して正常な成長がより促進され得る。また、赤色光および青色光の光量は上記範囲内で変化されてもよく、例えばある照射サイクル内で光量を変化させてもよく、ある照射サイクルと別のある照射サイクル間で光量を変化させてもよい。

[0030] また、本実施形態の赤ステージと青ステージにおける合計光照射時間は、一日あたり16 ~ 24時間が好ましく、より好ましくは20 ~ 24時間である。合計光照射時間が16時間より少ないと生産性の観点から好ましくない。

[0031] また、極端に高強度の光を短時間照射した場合、DLIが規定の範囲にあっても、光強度が光合成飽和点に近づき、光合成効率が大幅に低下するため好ましくない。したがって、本実施形態における赤ステージの合計照射時間は一日あたり3時間以上となるように設定することが好ましく、3 ~ 23時間となるように設定することがより好ましく、青ステージにおける合計照射時間は一日あたり1時間以上となるように設定することが好ましく、1 ~ 21時間となるように設定することがより好ましい。また、ハウレンソウの徒長を抑制した正常な成長を図る観点から、赤ステージの合計照射時間の青ステージの合計照射時間に対する比は、赤合計時間 / 青合計時間で0.5 ~ 2が好ましく、1 ~ 1.4がより好ましい。

[0032] また、一日あたりの赤ステージ、および青ステージのサイクル数と、各ステージごとの連続照射時間は、前記の合計照射時間の範囲内であればそれぞれ任意に設定できる。例えば赤ステージの合計照射時間と青ステージの合計照射時間の比を1 : 1として交互照射する場合、赤ステージを12時間、青ステージを12時間とすることができる。また、赤ステージを6時間、青ステージを6時間とし、このサイクルを2回繰り返してもよい。一つの照射サイクルの時間は、ある照射サイクルと別の照射サイクルとの間で変化させて

もよい。また、赤ステージの各サイクル照射時間および青ステージの各サイクル照射時間は同じであっても異なってもよく、一日当たりの照射時間を「12時間・12時間」、「16時間・8時間」、「7時間・5時間」＋「6時間・6時間」、「3時間・2時間（＋休止1時間）」×4回、などのように任意に設定し得る。赤ステージの各サイクルにおける連続照射時間は0.1～23時間が好ましいが、高い成長効果を得るために3時間以上がより好ましい。青ステージの各サイクルにおける連続照射時間は0.1～21時間が好ましいが、高い成長効果を得るために1時間以上がより好ましい。

[0033] 本発明はハウレンソウの品種全般に適用することが可能である。一般的な品種の場合、暗期を一定期間確保できなければ、収穫サイズに達する前にトウ立ちが発生し、商品価値が低下する可能性がある。一方で、明期が長いほど生長が促進されるため、本発明を用いて栽培する品種としては、トウ立ちが遅く、一日当たり16時間連続照射しても収穫サイズに達する前にトウ立ちが起こらない晩抽品種（播種時期4月～8月でトウ立ちが遅い夏用品種である）が好ましい。より好ましくは極晩抽（トウ立ちが極めて遅い夏用品種である）かつ比較的の生長が早い品種である。それにより、24時間連続照射しても収穫サイズに達するまでに抽苔はせず、かつ生産性最大化が期待される。

[0034] 発芽、育苗方法は任意の方法を用いることができる。発芽、育苗栽培条件として望ましくは温度15～20℃、相対湿度65～75%、炭酸ガス濃度1000～1500ppmに調整する。発芽に関し、一般の種子については催芽処理（種子を低温高湿度下で休眠打破させること）を行うことが好ましい。それによって一斉に発芽ができ、高い発芽率も得られる。また、発芽率を高めるためには、硬い果皮を予め除去したネーキッド種子を使用することが好ましい。

[0035] 本発明を適用する栽培形態も、特に限定されることなく、水耕栽培、土耕栽培、固形培地耕などであってよい。衛生面や施肥作業の面からは、管理の

容易な水耕栽培が好ましい。水耕栽培において供給する養液の液温は10～30℃が好ましい。より好ましくは15～25℃、さらに好ましくは18～22℃である。上記養液の液温が10℃より低い場合や、30℃を超えた場合、根部の栄養吸収に障害が起き、生育が大幅に悪くなることがある。栽培室温度は10～30℃が好ましい。より好ましくは15～25℃でさらに好ましくは20～23℃である。

[0036] 栽培室相対湿度は好ましくは65～75%に調整する。栽培室の炭酸ガス濃度は好ましくは1000～1500 ppmに調整する。前記養液はハウレンソウに適応するものであれば任意であるが、育苗期間は養液のEC（電気伝導度、養液の濃度を示す指標である）は2.0 dS/m前後が好ましい。前記養液のpHは好ましくは6.0～6.5に維持する。

[0037] 本発明を適用する栽培法においては、株間隔に関して株密度が50～250株/m²になるように調整することが好ましい。株間隔の短縮につれ生産株数がアップする一方で株あたりの重さが減り、徒長する傾向になる。品質と生産性のバランスの観点から、98～220株/m²がより好ましい。

[0038] 上記の様に、本発明のハウレンソウの栽培法によれば、ハウレンソウの品質を維持しつつ、生産性の向上を実現することができ、人工光の植物工場のハウレンソウの栽培におけるコストの削減に繋がる。

実施例

[0039] 以下に示す実施例においては、生育状態を観察する対象のハウレンソウのネーキッド種子を市販の水耕栽培用ウレタンスポンジに播種し、二日間の暗期処理後に光強度140 μmol/m²・sの白色蛍光灯下において日照16時間で育苗を行った。養液は播種後三日目から大塚A処方（葉菜類用栽培液、OATアグリオ株式会社）から調製したEC=1.0 dS/m, pH=6.0で灌水し、七日目後はEC=1.5 dS/m, pH=6.0で灌水した。

[0040] （実施例1）

実施例1は生育状態を観察する対象として品種：A法蓮草（中原採種場）

を用い、一穴2粒で播種し、育苗後14日目に定植し、播種後30日まで栽培した。

また、実施例1は人工気象装置（チャンバー）で行い、温度は23℃に、相対湿度は70%、炭酸ガス濃度は1000ppmに設定し、養液は養液循環装置により制御し、EC=2.0dS/m、pH=6.0、養液温19℃に設定し、株間隔15cmで28株定植した。光源として赤色LED（ピーク波長：660nm、昭和電工製HRP-350F）、および青色LED（ピーク波長：450nm、昭和電工製GA2PT450G）を用いた。光条件は、赤ステージのDLIは8.3mol/m²・dayで連続照射時間12時間とし、青ステージのDLIは2mol/m²・dayで連続照射時間12時間照射となるように設定した。DLIは、LI-COR製光量子計LI-250Aを用いて測定した。

[0041] （実施例2）

実施例2は生育状態を観察する対象として品種：B法蓮草（中原採種場）を用い、播種後28日まで栽培した以外は実施例1と同様に実験を行った。

[0042] （実施例3）

実施例3は生育状態を観察する対象として品種：C法蓮草（中原採種場）を用いた以外は実施例1と同様に実験を行った。

[0043] （実施例4）

実施例4はチャンバーに代えて大型栽培棚で行い、株間隔15cm（株密度98株/m²）で80株を定植し、赤ステージのDLIが7.8mol/m²・day、青ステージのDLIが2.6mol/m²・dayである以外は実施例1と同様に実験を行った。

[0044] （実施例5）

実施例5は赤ステージのDLIが6.9mol/m²・day、青ステージのDLIが3.4mol/m²・dayである以外は実施例4と同様に実験を行った。

[0045] （実施例6）

実施例6は株間隔10cmの一穴2株(株密度208株/m²)で208株を定植し、赤ステージのDLIを13.8mol/m²・day、青ステージのDLIを3.5mol/m²・dayとし、栽培日数28日である以外は実施例4と同様に実験を行った。

[0046] (比較例1)

比較例1は白色蛍光灯を利用し、DLIを10.3mol/m²・dayとし、24時間連続照射とした以外は、実施例1と同様に実験を行った。

[0047] (比較例2)

比較例2は赤ステージでDLIが5.5mol/m²・day、青ステージでDLIが1.4mol/m²・dayとし、合計DLIは6.9mol/m²・dayである以外は実施例1と同様に実験を行った。

[0048] (比較例3)

比較例3は赤ステージでDLIが6.5mol/m²・day、青ステージでDLIが1.6mol/m²・dayとし、合計DLIは8.1mol/m²・dayである以外は実施例1と同様に実験を行った。

[0049] (比較例4)

比較例4は赤ステージの照射時間を連続7時間、青ステージの照射時間を連続7時間(合計照射時間が14時間、未照射時間が10時間)とした以外は実施例2と同様に実験を行った。

[0050] (比較例5)

比較例5は赤ステージの照射時間を連続7時間、青ステージの照射時間を連続7時間(合計照射時間が14時間、未照射時間が10時間)とした以外は実施例3と同様に実験を行った。

[0051] 実施例1～6, 比較例1～5について収穫時のハウレンソウ10株ずつに対して地上部新鮮重および草丈を測定し、平均した数値を表1にまとめた。

[表1]

項目	栽培 品種	栽培装置	株密度 株/m ²	光源	赤ステージDLI mol/m ² ·day	青ステージDLI mol/m ² ·day	DLI概比 赤：青	合計DLI mol/m ² ·day	照射時間 (赤／青)	地上部 新鮮重 g	収穫時 草丈 cm	生産性 g/m ² ·day
実施例1	A	チャンバー	-	LED	8.3	2	4:1	10.3	24時間 (12/12)	31	22	-
実施例2	B	チャンバー	-	LED	8.3	2	4:1	10.3	24時間 (12/12)	26	27	-
実施例3	C	チャンバー	-	LED	8.3	2	4:1	10.3	24時間 (12/12)	22	25	-
実施例4	A	大型栽培棚	98	LED	7.7	2.6	3:1	10.3	24時間 (12/12)	18	27	110
実施例5	A	大型栽培棚	98	LED	6.9	3.4	2:1	10.3	24時間 (12/12)	17	27	104
実施例6	A	大型栽培棚	208	LED	13.8	3.5	4:1	17.3	24時間 (12/12)	15	25	223
比較例1	A	チャンバー	-	白色 蛍光灯	-	-	-	10.3	24時間 -	19	22	-
比較例2	A	チャンバー	-	LED	5.5	1.4	4:1	6.9	24時間 (12/12)	7	18	-
比較例3	A	チャンバー	-	LED	6.5	1.6	4:1	8.1	24時間 (12/12)	9	20	-
比較例4	B	チャンバー	-	LED	8.3	2	4:1	10.3	14時間 (7/7)	14	21	-
比較例5	C	チャンバー	-	LED	8.3	2	4:1	10.3	14時間 (7/7)	12	14	-

- [0052] 表1に示すように、赤ステージと青ステージを個別独立に行った本栽培法の実施例1は、白色蛍光灯を用いて同じDLIで24時間照射した比較例1と比較し、地上新鮮重が大幅に上回ったことがわかる。
- [0053] また、実施例2および実施例3に示すように、他品種のハウレンソウでも本栽培法により、正常に収穫サイズまで栽培することが可能であることを示した。
- [0054] 実施例4（DLI比3：1）と実施例5（DLI比2：1）では実施例1（DLI比4：1）と異なる赤、青DLI比で実際の植物工場施設で栽培を行った。定植株数の増加により周囲株との相互遮蔽が生じ、チャンバーと比較して一株当たりの受光量が減少したため、地上新鮮重はやや減少したが、収穫サイズまで栽培することが可能であることが確認できた。
- [0055] 実施例6では、実施例4および5に対して株密度を約2倍にしたが、赤ステージのDLIを $13.8 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ とし、青ステージのDLIを $3.5 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ とし、合計DLIが $17.3 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ となるように増加したことによって収穫サイズに達することができた。1株あたりの新鮮重は15gとやや低いが、栽培面積あたりの収量は高くなり、実施例4の生産性 $110 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ （ $=18 \text{ g} \times 98 \text{ 株} / 16 \text{ 日}$ （定植後日数））に対し、 $223 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ の生産性を実現した。
- [0056] 一方で比較例2、比較例3では青ステージのDLIおよび合計DLIが所定範囲より低下した条件で栽培を行った結果、実施例1より生長速度が大幅に低下し、30日で収穫サイズに達することはできなかった。
- [0057] また、実施例2と比較例4、実施例3と比較例5の比較で2品種とも所定範囲より短い合計照射時間で栽培を行った結果、生長速度が大幅に低下し、30日で収穫サイズに達することはできなかった。

産業上の利用可能性

- [0058] 本発明を利用することで、周年栽培が困難であるハウレンソウが、気候や環境の変化に左右されることなく、品質を維持しつつ安定して生産できるようになることが期待される。

請求の範囲

- [請求項1] 赤色光をハウレンソウに照射する手順（赤ステージ）と、青色光をハウレンソウに照射する手順（青ステージ）とを任意順番で個別独立に行う工程を含み、前記赤ステージの日積算光量（以下、DLIと記す場合がある）と前記青ステージのDLIの合計（以下、合計DLIと記す場合がある）が $9 \sim 22 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ であり、かつ前記赤ステージと前記青ステージの合計照射時間が一日あたり16～24時間であることを特徴とするハウレンソウの栽培法。
- [請求項2] 前記赤ステージのDLIが $4.5 \sim 18.3 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ であり、前記青ステージのDLIが $1.5 \sim 11 \text{ mol/m}^2 \cdot \text{day}$ であることを特徴とする請求項1に記載のハウレンソウの栽培法。
- [請求項3] 前記赤ステージの合計照射時間が一日あたり3時間以上であり、かつ前記青ステージの合計照射時間が一日あたり1時間以上であることを特徴とする請求項1または2に記載のハウレンソウの栽培法。
- [請求項4] 前記栽培法が水耕栽培であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のハウレンソウの栽培法。
- [請求項5] 前記水耕栽培において、ハウレンソウに供給する養液の液温が $10 \sim 30^\circ\text{C}$ であることを特徴とする請求項4に記載のハウレンソウの栽培法。
- [請求項6] 前記栽培法において、株密度を $50 \sim 250 \text{ 株/m}^2$ とすることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のハウレンソウの栽培法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/020287

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A01G1/00(2006.01)i, A01G7/00(2006.01)i, A01G31/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A01G1/00, A01G7/00, A01G31/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2015-204801 A (Iwatani & Co., Ltd.), 19 November 2015 (19.11.2015), entire text; all drawings; particularly, paragraphs [0034], [0043] to [0045] & WO 2015/163217 A1	1-6
A	US 2010/0076620 A1 (LOEBL, Hans-Peter), 25 March 2010 (25.03.2010), entire text; all drawings & WO 2008/068699 A1 & EP 2101558 A1 & JP 2010-511402 A & CN 101547597 A	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 August 2017 (17.08.17)

Date of mailing of the international search report
29 August 2017 (29.08.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/020287

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013/021952 A1 (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 14 February 2013 (14.02.2013), entire text; all drawings & US 2014/0165462 A1 & EP 2740348 A1 & CN 103687478 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A01G1/00(2006.01)i, A01G7/00(2006.01)i, A01G31/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A01G1/00, A01G7/00, A01G31/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2015-204801 A（岩谷産業株式会社）2015.11.19, 全文, 全図, 特に[0034], [0043]-[0045] & WO 2015/163217 A1	1-6
A	US 2010/0076620 A1（LOEBL, Hans-Peter）2010.03.25, 全文, 全図 & WO 2008/068699 A1& EP 2101558 A1& JP 2010-511402 A& CN 101547597 A	1-6
A	WO 2013/021952 A1（昭和電工株式会社）2013.02.14, 全文, 全図 & US 2014/0165462 A1& EP 2740348 A1& CN 103687478 A	1-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

17.08.2017

国際調査報告の発送日

29.08.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

坂田 誠

2B

9318

電話番号 03-3581-1101 内線 3237