



MD/EP 3800988 T2 2024.11.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) MD/EP 3800988 (13) T2

(51) Int. Cl.: A01G 7/04 (2006.01.01)
A01G 9/24 (2006.01.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE EUROPEAN VALIDAT

(21) Numărul de depozit: e 2021 0327 (22) Data de depozit: 2019.06.11 (96) Numărul cererii și data de depozit a cererii de brevet european: 19743049.9, 2019.06.11 (97) Numărul de publicare și data publicării de către OEB a cererii de brevet european: 3800988, 2021.04.14 (31) Numărul cererii prioritare: 2021101 (32) Data de depozit a cererii prioritare: 2018.06.11 (33) Țara cererii prioritare: NL	(49) Data publicării traducerii fasciculului de brevet european validat: BOPI nr. 11/2024, 2024.11.30 (80) Data publicării mențiunii acordării de către OEB: EPB nr. 22/2024, 2024.05.29 (82) Data publicării solicitării de validare a brevetului european: BOPI nr. 05/2021, 2021.05.31
(71) Solicitant: BLUE SKIES 1989 B.V., NL (72) Inventatori: MEEUWS Gerardus Johannes Jozef Maria, NL; MEEUWS-ABEN Cornelia Henrica Petronella Maria, NL; KREUGER Marc, NL (73) Titular: BLUE SKIES 1989 B.V., NL (74) Mandatar autorizat: GLAZACEVA Galina	

(54) Metodă și dispozitiv pentru cultivarea culturilor

(57) Rezumat:

Într-o unitate, o cultură este cultivată într-un mediu, cel puțin în mare parte fără lumină naturală, prin care cultura este expusă la lumină artificială actinică provenită de la o serie de surse de lumină artificială prezente în camera de cultivare, cel puțin în partea principală a unei zone de cultivare complet condiționate (10) (30). În timpul unui ciclu de cultivare, o producție de energie de la sursele de lumină artificială (30) este corelată cu un aport de energie dintr-o parte a culturii iluminată de acestea (50), astfel încât cultura să fie aproape de fiecare dintre sursele de lumină artificială cel puțin aproape constant și cel puțin aproape egal unul cu celălalt.

Revendicări: 19

Figuri: 3

MD/EP 3800988 T2 2024.11.30

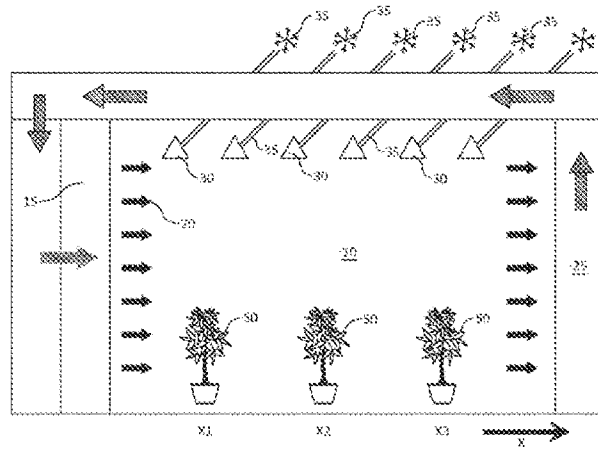


Fig.1

Descriere:**(Descrierea se publică în varianta redactată de titular)**

5 Prezentă invenție se referă la o metodă de cultivare a unei culturi, în special într-un mediu cel puțin substanțial lipsit de lumină naturală. Invenția se referă, de asemenea, la un dispozitiv pentru producerea de culturi, în special într-un mediu cel puțin substanțial lipsit de lumină naturală.

10 O astfel de metodă și dispozitiv sunt cunoscute, de exemplu, din brevetul american SUA 9.357.718. Acolo este descris un mediu de cultivare în care cultura este supusă într-un mediu condiționat unui climat de cultivare în mare măsură controlat. În plus de aer condiționat, acest climat cuprinde, de asemenea, expunerea la un spectru de lumină adaptat cu radiații fotoactive (PAR).

15 Brevetul german DE 10 2016 222 326 dezvăluie o cameră închisă în care cultura este cultivată pe mai multe niveluri. Cultura este iluminată cu lumină artificială și un flux de aer circulă prin spațiul de cultivare. Vaporii absorbiți de fluxul de aer în traiectul de la un perete al spațiului de cultivare la un perete opus crește conținutul de vapori din aer, dar sunt în cele din urmă re-eliberați prin condensare la peretele opus, care este răcit în acest scop. Apa reținută este reutilizată pentru irigarea culturii.

20 Corpurile de iluminat aplicate frecvent în prezent utilizează iluminatul cu LED pentru a furniza spectrul de lumină. Deși eficiența iluminatului din prezentul document este de multe ori mai mare decât cea a lămpilor convenționale și tradiționale cu descărcare în gaz, astfel de corpuri de iluminat cu LED produc încă o cantitate considerabilă de căldură în plus față de radiația fotoactivă (PAR). Această căldură este parțial antrenată de un flux de aer direcționat prin spațiul de cultivare, ceea ce nu modifică faptul că temperatura spațiului va crește mai mult sau mai puțin treptat în aval. Umiditatea relativă a aerului scade, iar cultura va putea să se evapore mai mult. Deși această temperatură crescută a spațiului are ca rezultat o dezvoltare (creștere) mai rapidă a culturii la nivel local, este în sine de nedorit, deoarece un conținut de substanțe constituente solide scade astfel sub nivelul dorit și nu poate fi garantată uniformitatea pe întreaga suprafață de cultivare când suprafața de cultivare este mărită excesiv.

30 În plus, fotosinteza culturilor în cultivarea convențională fără lumină naturală impune, de asemenea, limite asupra eficienței maxime a unui spațiu sau a unei celule de cultivare. Acest lucru se datorează faptului că, pe lângă faptul că depinde de lumina PAR furnizată, fotosinteza depinde și de absorbția dioxidului de carbon de către cultură. Există totuși limite la îmbogățirea aerului înconjurător cu dioxid de carbon, fiind la un nivel de ordinul a 1500-2000 ppm. Dincolo de acest nivel, dezvoltarea culturilor este afectată negativ de concentrația ridicată de dioxid de carbon. O cantitate crescută de dioxid de carbon pentru cultură, de dorit pentru îmbunătățirea fotosintezei, necesită, prin urmare, un flux de aer peste cultură, care are întotdeauna o cantitate proaspătă de dioxid de carbon sub această limită maximă.

40 Pentru absorbția dioxidului de carbon, stomatele din frunză trebuie totuși să se deschidă, ceea ce va duce, de asemenea, la mai multă evaporare și, prin urmare, la pierderea umidității (deshidratare). Efectul devine mai puternic pe măsură ce crește viteza aerului peste cultură. În cele din urmă, cultura poate „arde”, ceea ce, desigur, trebuie evitat. Prin urmare, un mediu de cultivare convențional impune limite semnificative asupra vitezei maxime a aerului peste cultură și, prin urmare, asupra dimensiunii maxime la care inițiativele întreprinse până acum pentru cultivarea culturilor fără lumină naturală și complet condiționate pot fi realizate în practică.

50 Dacă fluxul de aer este recirculat, este, de asemenea, utilizată frecvent în proiectele agricole de interior cunoscute o instalație substanțială de deumidificare pentru a extrage un exces de vapori de apă din aer înainte ca aerul să fie ghidat înapoi în spațiul de cultivare. Necesită o cantitate considerabilă de energie suplimentară, care, la rândul ei, compensează în mare măsură sau chiar în întregime valoarea unei posibile creșteri a producției mediului de cultivare.

55 Prezentă invenție are ca obiect, printre altele, să ofere o metodă și un dispozitiv pentru cultivarea condiționată a culturilor care să evite în cel puțin o măsură semnificativă aceste limite și altele pentru o scalare suplimentară a procesului.

Pentru a atinge obiectul declarat, prezenta invenție oferă o metodă de cultivare a unei culturi, în special într-un mediu cel puțin substanțial lipsit de lumină naturală, mediul menționat cuprinzând un

spațiu de cultivare cel puțin substanțial complet condiționat, o intrare de aer și o ieșire de aer pentru direcționarea unui flux de aer cel puțin substanțial laminar prin spațiul de cultivare menționat și cuprinzând o serie de surse de lumină artificială într-o direcție între intrarea de aer menționată și ieșirea de aer menționată, în care cultura este expusă în spațiul de cultivare menționat cel puțin substanțial condiționat la lumină artificială actinică, cuprinzând în special radiații active fotosintetic (PAR), emise de o sursă de lumină artificială din rețeaua menționată de surse de lumină artificială prezente în spațiul de cultivare, în care un flux de aer cel puțin substanțial laminar este direcționat prin spațiul de cultivare menționat în direcția menționată de la intrarea de aer menționată la ieșirea de aer menționată și în care, în timpul unui ciclu de cultivare, o putere de ieșire a surselor de lumină artificială este adaptată la o absorbție de energie a unei părți a culturii iluminate astfel încât cultura din apropierea fiecărei surse de lumină artificială din rețeaua menționată de surse de lumină artificială să fie supusă unui deficit de vapori cel puțin substanțial constant și cel puțin substanțial egal. Scopul aici, în contextul invenției, este un deficit de vapori menținut constant în limita a 5% și, de preferință, în limita a 2,5% din valoarea medie (exprimată în g/kg) pe întregul mediu de cultivare.

Într-un alt aspect, prezenta invenție oferă un dispozitiv pentru producerea de culturi (50), în special într-un mediu cel puțin substanțial lipsit de lumină naturală, cuprinzând un spațiu de cultivare cel puțin substanțial complet condiționat între o intrare de aer și o ieșire de aer pentru un flux de aer cel puțin substanțial laminar, cuprinzând o instalație de tratare a aerului pentru menținerea și, dacă se dorește, tratarea fluxului de aer laminar menționat, cuprinzând o serie de corpuri de iluminat într-o direcție între intrarea de aer menționată și ieșirea de aer menționată, în care corpurile de iluminat menționate sunt prezente în spațiul de cultivare și cuprind una sau mai multe surse de lumină artificială care sunt capabile și configurate să genereze lumină artificială actinică, cuprinzând în special radiații active fotosintetic (PAR), și să expună cultura la ele și în care fiecare dintre corpurile de iluminat este prevăzut cu mijloace de răcire controlabile cu care o putere de ieșire a surselor de lumină artificială poate fi adaptată în timpul unui ciclu de cultivare la o absorbție de energie a unei părți a culturii iluminate astfel încât cultura din apropierea fiecărui corp de iluminat al rețelei de corpuri de iluminat este supusă unui deficit de vapori cel puțin substanțial constant. În acest context, deficitul de vapori este considerat cel puțin substanțial constant și cel puțin substanțial egal când variază cu mai puțin de 5% și, de preferință, cu mai puțin de 2,5% din valoarea medie (exprimată în g/kg) în întregul mediu de cultivare.

Deficitul de umiditate menționat este înțeles în acest context ca însemnând o diferență între presiunea parțială efectivă a vaporilor de apă din atmosferă și presiunea parțială maximă a vaporilor la temperatura predominantă a spațiului, adică diferența dintre conținutul real de apă din aer și conținutul maxim de vapori de apă din aer la saturație (exprimată în g/kg). Este o măsură pentru cantitatea de apă (vapori) pe care aerul ambiant o poate absorbi încă la temperatura predominantă. Este, în esență, deficitul de umiditate la care este supusă cultura la temperatura predominantă. Se observă aici că deficitul de vapori controlat cu prezenta invenție nu trebuie confundat cu umiditatea relativă a aerului, care este definită ca procentul de conținut real de umiditate al aerului în raport cu un conținut maxim de umiditate la o temperatură ambiantă predominantă. Deși, conform invenției, deficitul de vapori din spațiu este întotdeauna constant, nu este necesar să se aplice cel puțin pentru umiditatea aerului din spațiu.

Gradul de schimb de oxigen, dioxid de carbon și vapori de apă între cavitatea substomatală și atmosferă este reglat în mod natural de poziția stomatelor (porilor) pe frunza unei plante. Când atmosfera poate absorbi o cantitate mare de vapori de apă, stomatele se vor închide parțial sau total pentru a preveni cât mai bine posibil deshidratarea sau chiar arderea. „Capacitatea de aspirație” a atmosferei este determinată de o combinație a vitezei fluxului de aer și a deficitului de vapori. Conform invenției, această acțiune de aspirație exercitată asupra culturii de către atmosferă este menținută constantă în limite acceptabile în tot spațiul de cultivare sau o parte a acestuia destinată scopului. Conferă un control suplimentar semnificativ al dezvoltării culturilor, ceea ce, printre alți factori, face posibilă o creștere considerabilă a dimensiunii maxime la scară a spațiului de cultivare.

Invenția se bazează aici pe înțelegerea faptului că o scalare suplimentară a unei metode și a unui mediu de cultivare de tipul descris în preambul nu este limitată doar de o creștere treptată a temperaturii, ci și de evaporarea din cultură, cel puțin la fel de mult. Echilibrul fotomorfogen al culturii este în cele din urmă limitat de gradul de absorbție a dioxidului de carbon și de evaporarea asociată cu o deschidere mai mare sau mai mică a stomatelor. Ca urmare, fie fotosinteza culturii nu mai poate ține

pasul cu viteza de creștere, ceea ce duce la pierderea nedorită a calității, fie există o pierdere de umiditate atât de mare prin evaporare încât cultura se deshidratează și, în caz extrem, chiar se arde.

Cu toate acestea, deoarece, conform invenției, deficitul de vaporii din spațiul de cultivare este ținut sub control, evaporarea în cultură este controlată peste tot la scară mare și, s-a constatat, într-o măsură suficientă, astfel încât să se poată atinge un nivel mai ridicat de fotosinteză fără deteriorări prin deshidratare. Rezultatul este o posibilitate mai mare, limitată doar de factori tehnici, de dimensionare și scalare suplimentară a mediului de cultivare, prin care investițiile necesare în echipamente și lucrări de construcții pot fi compensate cu un randament mai mare, rezultând o creștere considerabilă a eficienței economice a acestei forme de horticultură, denumită și agricultură de interior.

Datorită unei generări inevitabile de căldură de la corpurile de iluminat tradiționale, dar și pe bază de LED-uri, proiectele convenționale de agricultură de interior, așa cum sunt descrise în preambul, necesită instalații de răcire de mare capacitate pentru a menține temperatura spațială din spațiul de cultivare în limite acceptabile. În acest sens, un flux de aer este de obicei direcționat prin spațiul de cultivare și peste corpurile de iluminat și poate să absoarbă căldura de la corpurile de iluminat și să o descarce în afara spațiului de cultivare. Acolo, aerul este trecut printr-un schimbător de căldură, denumit de obicei baterie rece, care coboară temperatura aerului la un nivel dorit.

Un dezavantaj al unei astfel de metode este însă că, în practică, având în vedere spațiul disponibil, sunt de obicei aplicate în acest scop baterii reci, ceea ce nu numai că duce, pe o suprafață schimbătoare de căldură cu aerul în trecere, la o scădere a temperaturii aerului, dar și la deumidificare prin condensare. Iar deumidificarea nu este întotdeauna de dorit în practică, deoarece o astfel de deumidificare puternică duce la un deficit ridicat de vaporii, iar stomatele se vor închide și va scădea absorbția dioxidului de carbon și, prin urmare, nivelul de fotosinteză. Prin deumidificare excesivă se pierde apoi apă valoroasă dacă nu poate fi reutilizată, iar aceasta necesită o cantitate relativ mare de energie de răcire și este, de asemenea, necesară la reumidificarea aerului înainte de a returna fluxul de aer în spațiul de cultivare.

O variantă de realizare preferată a metodei conform invenției are, prin urmare, caracteristica că o atmosferă a spațiului de cultivare este supusă unui tratament al aerului în care o temperatură a atmosferei este menținută deasupra unui punct de rouă a acesteia. Pierderea nedorită de umiditate este astfel împiedicată ca urmare a răcirii, prin care nu va fi necesară reumidificarea aerului sau va fi necesară cel puțin într-o măsură considerabil mai mică pentru a menține deficitul de vaporii uniform intenționat în spațiul de cultivare. O variantă particulară de realizare a dispozitivului conform invenției are caracteristica că instalația de tratare a aerului cuprinde un dispozitiv de răcire, în special o baterie rece, care este prevăzută cu un colector de condens. Când, în acest caz, umiditatea este oricum extrasă din aerul circulant, umiditatea condensată poate fi astfel reutilizată și este posibil să se evite pierderea ei. Prin urmare, o umiditate prea mare a aerului poate fi redusă la un nivel dorit prin condensare forțată.

Deoarece cultura va putea să evapore într-o măsură tot mai mare în timpul dezvoltării sistemului de frunze, conținutul de umiditate din atmosferă va crește, de obicei, pe măsură ce cultura dezvoltă mai multe frunze. În același timp, pentru procesul fizic de evaporare este necesară căldura care va fi extrasă din mediu de către cultură. Ambele efecte împreună au ca rezultat o creștere a umidității aerului local și, prin urmare, o scădere a deficitului de umiditate din cultură.

Pentru a menține totuși deficitul de vaporii la nivelul dorit constant și cel puțin substanțial reciproc uniform, o altă variantă de realizare preferată a metodei conform invenției are caracteristica că o putere de ieșire a cel puțin unei surse de lumină artificială este adaptată la o evaporare și o absorbție de energie a unei părți a culturii iluminate astfel. Când cultura are mai puține frunze și, prin urmare, o suprafață de asimilare și evaporare mai mică, puterea de ieșire a sursei de lumină artificială va fi, de exemplu, redusă astfel încât să nu permită creșterea inacceptabilă a temperaturii ambiante, în timp ce, în cazul unui sistem de frunze mai voluminos și, deci, al unei suprafețe mai mari de asimilare și evaporare, energia de evaporare extrasă astfel din mediu poate fi suplimentată de la sursa de lumină artificială. Per ansamblu, echilibrul termic termodinamic net al iluminării și evaporării frunzelor poate fi astfel adaptat astfel încât deficitul de vaporii să fie menținut la un nivel dorit.

Ținând cont de acest fapt, o altă variantă de realizare preferată a metodei conform invenției are caracteristica că cel puțin o sursă de lumină artificială este prevăzută cu o răcire controlabilă, a cărei

capacitate de răcire este adaptată la o rezultantă a puterii de ieșire a sursei de lumină artificială și a absorbției de energie a culturii. O astfel de răcire oferă aici opțiunea de a adapta cu precizie disiparea finală a căldurii sursei de lumină artificială în mediu la echilibrul de căldură și vapori de apă al culturii care se află sub ea, pe parcursul întregului ciclu de cultivare, de la germinare sau tăiere până la recoltare.

O altă variantă de realizare preferată a metodei conform invenției are în acest sens caracteristica că corpurile de iluminat sunt răcite în mod controlat pe direcția fluxului de aer care este cel puțin substanțial laminar pentru a impune sub el, de la un corp de iluminat la altul, o temperatură ambiantă în creștere și pentru a menține un gradient de temperatură asociat în spațiul de cultivare. În timp ce conținutul real de vapori de apă din aer va crește în aval ca urmare a evaporării, la temperatura mai ridicată impusă, conținutul maxim de vapori de apă din aer va crește proporțional, astfel încât deficitul de vapori rămâne totuși substanțial constant într-o cale de la o intrare a aerului în spațiul de cultivare la o ieșire a aerului din spațiul de cultivare.

O variantă particulară de realizare a metodei și o variantă particulară de realizare a dispozitivului conform invenției au fiecare caracteristica aici că răcirea controlabilă cuprinde o răcire cu lichid, care răcire cu lichid este realizată printr-o circulație forțată a unui mediu de răcire lichid în contact schimbător de căldură cu sursele de lumină artificială. O altă variantă de realizare a dispozitivului conform invenției are în acest scop caracteristica că mijloacele de răcire cuprind o circulație controlată a unui mediu de răcire, care mediu de răcire poate, cel puțin în timpul funcționării, să intre în contact schimbător de căldură cu cel puțin o sursă de lumină din corpul de iluminat. O variantă de realizare preferată a dispozitivului conform invenției are caracteristica aici că are corpul de iluminat prevăzut, opțional, în mod grupat cu o serie de corpuri de iluminat adiacente, cu o răcire și un controler controlabile individual, adaptate la ele.

O astfel de răcire activă cu lichid poate fi foarte puternică, prin care o generare finală de căldură din corpurile de iluminat este limitată la un nivel acceptabil și chiar dorit. O posibilă capacitate de răcire în afara spațiului de cultivare, necesară pentru a restabili un flux de aer circulant la condițiile de intrare, poate rămâne astfel limitată. Are avantajul important că, în interiorul unei instalații de tratare a aerului destinate și configurate pentru aceasta, o temperatură a tuturor suprafețelor de contact care interacționează cu aerul nu trebuie să scadă niciodată sub punctul de rouă al aerului, prin care poate fi împiedicată dezumidificarea nedorită a aerului ca urmare a condensului. Mediul de răcire aplicat pentru răcirea forțată cu lichid intră în contact termodinamic direct cu corpul de iluminat relativ cald, din care iese o descărcare de căldură excepțional de eficientă și efice.

Ținând cont de eficiența instalației, atât în ceea ce privește costul, cât și spațiul ocupat, o altă variantă particulară de realizare a metodei și dispozitivului conform invenției are caracteristica că sursele de lumină, opțional în mod grupat și/sau colectiv, sunt găzduite în corpuri de iluminat, unde corpurile de iluminat sunt fiecare prevăzute opțional în mod grupat cu o răcire cu lichid și mediul de răcire este adus în contact individual de schimb de căldură cu fiecare dintre corpurile de iluminat. O carcasă colectivă de surse de lumină, precum și conductele de răcire pentru transportul lichidului în scopul răcirii cu lichid, poate fi astfel ocupată de un grup de surse de lumină. O altă variantă de realizare a dispozitivului conform invenției are în acest sens caracteristica că corpul de iluminat este prevăzut, în mod grupat, cu o serie de corpuri de iluminat adiacente, cu o răcire controlabilă și un controler adaptat la ea, în care corpurile de iluminat adiacente sunt plasate pe o direcție transversală fluxului de aer laminar.

O altă variantă de realizare particulară a metodei conform invenției are caracteristica că răcirea controlabilă cuprinde o răcire cu aer, care răcire cu aer este realizată printr-un flux de aer comun, cel puțin substanțial laminar, în contact schimbător de căldură cu sursa de lumină artificială. În plus față de sau în locul unei răcirii cu lichid cu un mediu de răcire lichid circulant, această variantă de realizare asigură o răcire cu aer prin intermediul unui flux de aer laminar, în special același flux de aer laminar care este, de asemenea, direcționat peste cultură. În plus față de asigurarea unei răcirii suplimentare, asigură, de asemenea, un contact schimbător de căldură cu acest flux de aer, astfel încât să se mențină constant deficitul de vapori.

Ținând cont de o implementare practică, o altă variantă de realizare preferată a metodei conform invenției are caracteristica că sursele de lumină, opțional în mod grupat și/sau colectiv, sunt găzduite în corpuri de iluminat și că fluxul de aer cel puțin substanțial laminar este direcționat peste și

de-a lungul corpurilor de iluminat, în care, într-o altă variantă de realizare, metoda este caracterizată prin aceea că corpurile de iluminat sunt răcite în mod controlat pe direcția fluxului de aer cel puțin substanțial laminar pentru a menține sub acesta, de la un corp de iluminat la altul, un deficit de vapori cel puțin substanțial constant. Prin urmare, există un control complet al schimbului de căldură dintre corpurile de iluminat și zona înconjurătoare.

În vederea unei capacități de răcire suficiente, o altă variantă de realizare a metodei are caracteristica aici că răcirea controlată a corpurilor de iluminat cuprinde o răcire cu aer de-a lungul corpului de iluminat, precum și o răcire cu lichid cu o circulație forțată a unui mediu de răcire lichid în contact termodinamic cel puțin substanțial direct cu corpul de iluminat, în care circulația mediului de răcire lichid este controlată în contact schimbător de căldură cu corpul de iluminat pentru a menține, de la un corp de iluminat la altul, un deficit de vapori cel puțin substanțial constant sub corpul de iluminat.

Se menționează, de asemenea, că, precum și printr-o răcire mixtă opțională a corpurilor de iluminat, o generare de căldură de la ele poate fi, de asemenea, reglată și adaptată prin utilizarea surselor de lumină la o putere mai mică sau mai mare. Utilizarea este astfel avantajos realizată la interiorul domeniului de aplicare al invenției de surse de lumină, a căror intensitate poate fi reglată individual sau grupat astfel încât să se regleze sursa de alimentare electrică și consumul de curent electric. În special în faza inițială a dezvoltării culturii, sursele de lumină pot fi astfel operate la o putere relativ scăzută, astfel încât să furnizeze totuși suficientă radiație PAR pentru a garanta o fotosinteză optimă.

Pentru o dezvoltare sănătoasă și optimă a culturii, o altă variantă particulară de realizare a metodei conform invenției are caracteristica că deficitul de vapori este stabilit și menținut la un nivel cuprins între aproximativ 0,5 și 6 grame de apă pe kilogram de aer. S-a constatat că un astfel de deficit de vapori în imediata vecinătate a culturii oferă posibilitatea unei viteze mari de dezvoltare a culturii, precum și crearea de materie uscată ca urmare a fotosintezei. Prin urmare, sunt posibile un randament și o calitate de neegalat până în prezent.

Se aduce o contribuție în acest sens, permițând fluxului de aer, de-a lungul și prin cultură, libertatea de a crește fără ca deficitul de vapori să fie afectat negativ. O altă variantă de realizare preferată a metodei conform invenției are în acest sens caracteristica că fluxul de aer laminar este direcționat cu o viteză a fluxului cuprinsă între 15 și 100 cm/sec. peste și/sau prin cultură. O variantă particulară de realizare a dispozitivului conform invenției are în acest scop caracteristica că instalația de tratare a aerului poate și este configurată să susțină un flux de aer laminar în spațiul de cultivare, cu o viteză a aerului cuprinsă între 15 și 100 cm/sec. în timpul funcționării.

Pentru un schimb bun de dioxid de carbon și oxigen, stomatele trebuie să se deschidă în combinație cu un conținut suficient de ridicat de dioxid de carbon (de exemplu, de ordinul a 1500-2000 ppm) și un flux de aer cu o viteză de aproximativ 15 până la 100 cm/sec. Pentru a preveni închiderea (parțială) a stomatelor, astfel încât să se prevină pierderea de umiditate la o astfel de viteză a fluxului de aer, deficitul de vapori trebuie să fie suficient de scăzut. În afară de un mediu de cultivare convențional, conform prezentei invenții, este posibil să se controleze cu precizie și, în special, să se mențină deficitul de vapori între aproximativ 0,5 și 6,0 g/kg chiar și la o viteză atât de mare a aerului. O viteză mai mare a aerului are, de asemenea, avantajul că atât diferența de temperatură, cât și diferența de deficit de vapori scad între intrarea de aer și ieșirea de aer, prin care crește dimensiunea maximă la scară a unei ferme de interior și, prin urmare, fezabilitatea economică.

Un astfel de flux de aer forțat nu numai că asigură răcirea ca urmare a evaporării apei de către cultură, ci și o alimentare cu aer proaspăt de recirculare care are în el o cantitate opțional refăcută de dioxid de carbon esențială în contextul fotosintezei culturii. Acest schimb de dioxid de carbon poate fi ridicat mai sus datorită invenției, prin care poate fi mărită producția și/sau poate fi scurtat ciclul de cultivare. Acest lucru contribuie în continuare la eficiența economică și fezabilitatea economică a unei metode de tipul celei descrise în preambul, adesea denumită agricultură de interior.

Invenția va fi elucidată în continuare mai jos pe baza unui exemplu de variantă de realizare și a unui desen însoțitor. În desen:

figura 1 prezintă o vedere laterală schematică a configurării și construcției unei variante de realizare exemplificatoare a unui dispozitiv conform invenției;

figura 2 prezintă schematic și numai ilustrativ variația de temperatură și umiditate în aval în fluxul de aer laminar într-un dispozitiv de cultivare convențional; și
figura 3 prezintă schematic și numai ilustrativ variația temperaturii și umidității în aval în fluxul de aer laminar în dispozitivul de cultivare din figura 1.

5

Se remarcă faptul că figura este pur schematică și nu este desenată la scară. În special, unele dimensiuni și componente pot fi exagerate într-o măsură mai mare sau mai mică din motive de claritate. Pieseile corespondente sunt, în general, desemnate cu același număr de referință.

10

În figura 1 este prezentată schematic o construcție a unui dispozitiv de cultivare pentru producția de culturi fără lumină naturală, denumită și agricultură de interior. Implică un spațiu de cultivare cel puțin substanțial complet condiționat 10, denumit de obicei și cameră climatică sau celulă climatică, în care un climat spațial este monitorizat cu precizie și poate fi menținut constant, dacă se dorește, în anumite limite. Parametrii climatici care sunt un factor aici, în plus față de temperatura spațiului, sunt o concentrație de dioxid de carbon și o umiditate a aerului din spațiu. Acești parametri sunt înregistrați într-unul sau mai multe puncte de măsurare cu senzori prevăzuți în acest scop, dar pot, dacă se dorește, să difere de la un loc la altul în spațiul de cultivare.

15

20

Acesta din urmă este în primul rând un rezultat al unui flux de aer forțat 20 direcționat prin spațiul de cultivare. După ce a fost tratat opțional în afara spațiului 10, acest flux de aer este admis printr-un plenum de admisie 15 și își continuă drumul prin spațiul de cultivare 10 ca un flux de aer cel puțin substanțial integral laminar și părăsește spațiul de cultivare printr-un plenum de retur 25.

25

Tratamentul aerului menționat cuprinde în mod normal răcirea și umidificarea sau dezumidificarea aerului la o umiditate relativă dorită a aerului.

30
35

În spațiul de cultivare 10 este prezentă o rețea de surse de lumină artificială 30 sub forma unei rețele de corpuri de iluminat cu LED. Ele emit radiații active fotosintetice (PAR), care sunt esențiale pentru fotosinteză și, prin urmare, dezvoltarea culturii 50, dar care, de asemenea, disipează căldura în spațiu. O parte va fi schimbată cu fluxul de aer 20, dar va duce, de asemenea, puțin câte puțin, la o creștere locală treptată a temperaturii în spațiul de cultivare 10. Această creștere a temperaturii este întotdeauna un echilibru net local al căldurii emise de iluminat 30 și energia absorbită de cultură în scopul evaporării prin frunză, creștere și fotosinteză și căldura evacuată prin răcirea cu lichid a corpurilor de iluminat.

40
45
50

Variația de temperatură este prezentată schematic în figura 2 sub forma unei curbe A. În cursul dezvoltării culturii și, prin urmare, al dezvoltării sistemului de frunze, componenta de evaporare va crește (foarte mult), iar curba A va crește mai puțin abrupt. Cantitatea de vaporii de apă (umiditate) eliberată de frunza culturii 50 este prezentată în mod simplificat în figura 2 sub forma unei diagrame bloc. Blocurile umplute indică aici eliberarea de umiditate din cultură în poziția părților succesive ale culturii 50 pe direcția fluxului de aer 20 sub corpurile de iluminat respective 30. Blocurile goale indică schematic un deficit local de vaporii. Aceasta este diferența dintre fracția reală de vaporii de apă din aer și nivelul de saturație Ew la temperatura dată, adică la o umiditate relativă a aerului de 100%.

Din figura 2 va reieși că puterea de ieșire de la corpurile de iluminat într-un spațiu de cultivare convențional duce la o creștere puternică a temperaturii, prin care crește nivelul de saturație Ew și, prin urmare, deficitul de presiune a vaporilor care afectează cultura. Rezultatul este o evaporare mai puternică, simbolizată în figură prin blocurile cu hașurare închisă la culoare. Valoarea umidității relative a aerului RV este, de asemenea, prezentată schematic în fiecare poziție, prin ilustrare sub forma unei diagrame cu bare.

Conform invenției, totuși, deficiența de presiune a vaporilor de sub corpurile de iluminat 30 este controlată și menținută constantă și cel puțin substanțial egală în limite înguste. Corpurile de iluminat 30 sunt prevăzute în acest scop cu mijloace de răcire activă controlabile 35. În acest exemplu, implică o răcire forțată prin intermediul unei circulații reglate cu un mediu de răcire adecvat, cum ar fi apă, care este adusă în contact schimbător de căldură în mod substanțial direct cu corpul de iluminat 30 printr-un sistem de conducte prin conductele metalice ale sistemului de conducte care intră în contact fizic cu metalul carcasei metalice a corpului de iluminat 30. Sursele de lumină sunt, în plus, cu intensitate reglabile, unde emisia de lumină PAR poate fi adaptată optim la starea reală de dezvoltare a

părții culturii de dedesubt. Prin diminuarea emisiei PAR, sursele de lumină vor genera, de asemenea, mai puțină putere (căldură), astfel încât, în unele condiții, este necesară o răcire forțată cu lichid mai puțină sau deloc.

5 În general, pe parcursul întregului ciclu de cultivare (de ex. de la germinare, răsaduri sau tăiere până la recoltare), o putere de ieșire a surselor de lumină artificială este reglabilă continuu la o absorbție de energie a unei părți a culturii de dedesubt, astfel încât cultura este supusă unui deficit de vapori cel puțin substanțial constant și cel puțin substanțial egal reciproc sub fiecare dintre rețelele de corpuri de iluminat. În practică, înseamnă că temperatura din spațiul de cultivare crește mai puțin rapid ca urmare
10 a răcirii cu lichid a corpurilor de iluminat - ceea ce este indicat în figura 2 prin curba B.

Mai precis, prin realizarea, impunerea și menținerea unui gradient de temperatură specific în spațiul de cultivare, deficitul de vapori poate fi controlat cu precizie pe direcția X și poate fi menținut constant și cel puțin substanțial egal reciproc de la un loc la altul (opțional într-o anumită zonă), conform
15 ilustrației din figura 3. Valoarea umidității relative a aerului RV în fiecare poziție este, de asemenea, prezentată schematic, prin ilustrare aici sub forma unei diagrame cu bare. Valoarea de aici este calculată din raportul dintre conținutul real de umiditate al aerului per poziție în raport cu conținutul maxim de umiditate Ew din locație. Va fi imediat evident aici - din aceea că, deși, conform invenției, deficitul de vapori este peste tot menținut cel puțin substanțial egal, nu este necesar să se aplice cel puțin pentru
20 umiditatea relativă a aerului și, prin urmare, nu este cazul în figură. Dimpotrivă, umiditatea relativă a aerului RV crește treptat.

Datorită unui flux de aer laminar constant (viteză) în combinație cu un deficit de vapori substanțial constant în aer, cultura va fi supusă peste tot în spațiul de cultivare unui echilibru substanțial
25 constant al vaporilor de apă și își va adapta propria evaporare la acesta, astfel încât va fi la fel peste tot în spațiul de cultivare. Dacă se dorește, răcirea corpurilor de iluminat pe o direcție transversală pe direcția X a fluxului de aer 20 poate fi efectuată în mod colectiv pentru toate corpurile de iluminat sau în grup, pentru unele dintre ele, ceea ce oferă avantaje din punctul de vedere al ingineriei instalației.

Un avantaj suplimentar al răcirii hibride a corpurilor de iluminat, adică o răcire nu numai prin flux de aer 20, ci și prin răcire forțată 35, este o creștere mai mică a umidității și a temperaturii aerului din fluxul de aer care iese. Tratarea aerului în afara spațiului de cultivare poate rămâne astfel limitată. Se aplică în mod avantajos o instalație de răcire cu o suprafață de răcire, a cărei temperatură rămâne, dacă se dorește, deasupra unui punct de rouă al aerului, astfel încât să poată fi împiedicată
35 dezumidificarea nedorită ca urmare a condensului.

Controlul conform invenției atât al temperaturii (creștere), cât și al deficitului de vapori din mediul de cultivare permite răcirea în afara mediului de cultivare cu o diferență de temperatură relativ mică, în special cu o suprafață de răcire deasupra punctului de rouă. O mare parte din căldura produsă
40 de sursele de lumină poate fi disipată direct prin intermediul răcirii forțate cu lichid și, prin urmare, nu trebuie îndepărtată de instalația de tratare a aerului. O diferență de temperatură relativ mare între mediul de răcire și corpul de iluminat permite un transfer de căldură excepțional de eficient și eficient. Cu toate acestea, prin aducerea instalației de răcire a tratamentului de aer sub punctul de rouă, un exces de vapori de apă poate fi totuși captat prin condensare, dacă se dorește. Vaporii de apă sunt în acest caz extrași din
45 aer prin condensare înainte ca aerul să fie returnat la o temperatură inițială dorită în mediul de cultivare. Condensul este în acest caz colectat în mod avantajos și, dacă se dorește, este alimentat înapoi sau (re)utilizat în alt mod util.

Deoarece deficitul de vapori din spațiul de cultivare este gestionat conform invenției și este
50 păstrat oriunde cel puțin substanțial la fel, invenția permite o viteză mai mare a fluxului de aer în spațiul de cultivare fără a provoca o evaporare inacceptabil de mare a culturii, care ar putea afecta altminteri negativ dezvoltarea culturii. În dispozitivul prezentat, un flux de aer este direcționat în special prin spațiul de cultivare la o viteză cuprinsă între 15 și 100 cm/sec, prin care schimbul de dioxid de carbon cu cultura este considerabil mai mare decât într-un spațiu de cultivare convențional, în care o viteză
55 maximă a fluxului de aer este limitată la un nivel mai scăzut. Consecința este un nivel mai ridicat de fotosinteză, cu o dezvoltare mai puternică și mai rapidă a culturii. Recoltarea poate avea loc astfel mai devreme, cu aceeași proporție de substanță uscată și alte componente utile și substanțe constitutive din cultură. Va fi evident că va spori eficiența economică a mediului de cultivare.

- 5 Deși invenția a fost elucidată mai bine mai sus pe baza unui singur exemplu de variantă de realizare, va fi evident că invenția nu este în niciun caz limitată la acesta. Dimpotrivă, multe variații și variante de realizare sunt încă posibile la interiorul domeniului de aplicare al invenției pentru o persoană cu abilități obișnuite în domeniu. Pe lângă faptul că este aplicată într-un mediu complet lipsit sau substanțial lipsit de lumină naturală, invenția poate fi aplicată în special, păstrând în același timp avantajele descrise mai sus, atunci când cultura este expusă la lumina soarelui, cum ar fi în cultivarea sub sticlă.

(56) Referințe bibliografice citate în raportul de documentare:

- WO-A1-2012/060282
- WO-A1-2018/147728
- WO-A2-2018/062988
- DE-B3-102016 222 326
- GB-A- 1 307 763

(57) Revendicări:

1. Metodă de cultivare a unei culturi (50), în special într-un mediu cel puțin substanțial lipsit de lumină naturală, mediul menționat cuprinzând un spațiu de cultivare cel puțin substanțial complet condiționat (10), o intrare de aer și o ieșire de aer (25) pentru direcționarea unui flux de aer cel puțin substanțial laminar prin spațiul de cultivare menționat (10) și cuprinzând o serie de surse de lumină artificială (30) pe o direcție între intrarea de aer menționată (15) și ieșirea de aer menționată (25),

în care cultura (50) este expusă în spațiul de cultivare menționat cel puțin substanțial condiționat (10) la lumină artificială actinică, cuprinzând în special radiații active fotosintetice (PAR), emise de o sursă de lumină artificială (30) din rețeaua menționată de surse de lumină artificială (30) prezente în spațiul de cultivare (10),

în care un flux de aer cel puțin substanțial laminar (20) este direcționat prin spațiul de cultivare menționat (10) în direcția menționată de la intrarea de aer menționată (15) la ieșirea de aer menționată (25) și

în care, în timpul unui ciclu de cultivare, puterea de ieșire a surselor de lumină artificială (30) este adaptată la o absorbție de energie a unei părți a culturii (50) iluminate astfel încât cultura (50) din apropierea fiecărei surse de lumină artificială (30) din rețeaua menționată de surse de lumină artificială (30) este supusă unui deficit de vapori cel puțin substanțial constant și cel puțin substanțial egal reciproc.

2. Metodă conform revendicării 1, în care o atmosferă a spațiului de cultivare (10) este supusă unui tratament al aerului în care o temperatură a aerului este menținută deasupra unui punct de rouă a acesteia.

3. Metodă în conformitate cu revendicarea 1, în care puterea de ieșire a cel puțin unei surse de lumină artificială (30) este adaptată la o evaporare și o absorbție de energie a unei părți a culturii (50) situate dedesubt.

4. Metodă conform revendicării 1, 2 sau 3, în care cel puțin o sursă de lumină artificială (30) este prevăzută cu o răcire controlabilă (35), a cărei capacitate de răcire este adaptată la o rezultantă a puterii de ieșire a sursei de lumină artificială (30) și a absorbției de energie a culturii (50).

5. Metodă conform revendicării 4, în care răcirea controlabilă (35) cuprinde o răcire cu lichid, care răcire cu lichid este realizată printr-o circulație forțată a unui mediu de răcire în contact schimbător de căldură cu sursele de lumină artificială (30).

6. Metodă în conformitate cu revendicarea 5, în care sursele de lumină (30),

opțional în mod grupat și/sau colectiv, sunt găzduite în corpuri de iluminat, unde corpurile de iluminat sunt prevăzute opțional în mod grupat cu o răcire cu lichid, al cărei mediu de răcire este adus în contact schimbător de căldură cu fiecare dintre corpurile de iluminat.

7. Metodă conform revendicării 4, în care răcirea controlabilă (35) cuprinde o răcire cu aer, care răcire cu aer este realizată printr-un flux de aer comun, cel puțin substanțial laminar (20) în contact schimbător de căldură cu sursa de lumină artificială (30).

8. Metodă conform revendicării 7, în care sursele de lumină (30), opțional în mod grupat și/sau colectiv, sunt găzduite în corpuri de iluminat și că fluxul de aer cel puțin substanțial laminar (20) este direcționat peste și de-a lungul corpurilor de iluminat.

9. Metodă conform revendicării 7 sau 8, în care corpurile de iluminat sunt răcite în mod controlat pe direcția fluxului de aer cel puțin substanțial laminar (20) pentru a menține sub acesta, de la un corp de iluminat la altul, un deficit de vapori cel puțin substanțial constant.

10. Metodă conform revendicării 9, în care răcirea controlată a corpurilor de iluminat cuprinde o răcire cu aer de-a lungul corpului de iluminat, precum și o răcire cu lichid cu o circulație forțată a unui mediu de răcire lichid în contact termodinamic cel puțin substanțial direct cu corpul de iluminat, în care circulația mediului de răcire lichid este controlată în contact schimbător de căldură cu corpul de iluminat pentru a menține, de la un corp de iluminat la altul, un deficit de vapori cel puțin substanțial constant sub corpul de iluminat.

11. Metodă conform revendicării 9 sau 10, în care deficitul de vapori este stabilit și menținut la un nivel cuprins între aproximativ 0,5 și 6 grame de apă per kilogram de aer.

12. Metodă conform revendicării 9, 10 sau 11, în care fluxul de aer laminar (20) este direcționat cu o viteză a fluxului cuprinsă între 15 și 100 cm/sec peste cultură (50).

13. Metodă conform uneia sau mai multora dintre revendicările de la 9 la 12, în care corpurile de iluminat sunt răcite în mod controlat pe direcția fluxului de aer cel puțin substanțial laminar (20) pentru a impune sub el, de la un corp de iluminat la altul, o creștere a temperaturii ambiante și pentru a menține un gradient de temperatură asociat în spațiul de cultivare (10).

14. Dispozitiv pentru producerea de culturi (50), în special într-un mediu cel puțin substanțial lipsit de lumină naturală, cuprinzând un spațiu de cultivare cel puțin substanțial complet condiționat (10) între o intrare de aer (15) și o ieșire de aer (25) pentru un flux de aer cel puțin substanțial laminar (20), cuprinzând o instalație de tratare a aerului pentru menținerea și, dacă se dorește, tratarea fluxului de aer laminar menționat (20), cuprinzând o serie de corpuri de iluminat pe o direcție între intrarea de aer menționată (15) și ieșirea de aer menționată (25),

în care corpurile de iluminat menționate sunt prezente în spațiul de cultivare (10) și cuprind una sau mai multe surse de lumină artificială (30) care pot și sunt configurate să genereze lumină artificială actinică, cuprinzând în special radiații active fotosintetice (PAR) și să expună cultura (50) la ele și

în care fiecare dintre corpurile de iluminat este prevăzut cu mijloace de răcire controlabilă (35) cu care o putere de ieșire a surselor de lumină artificială (30) poate fi adaptată în timpul unui ciclu de cultivare la o absorbție de energie a unei părți a culturii (50) iluminate astfel încât cultura (50) din apropierea fiecărui corp de iluminat al rețelei de corpuri de iluminat este supusă unui deficit de vapori cel puțin substanțial constant.

15. Dispozitiv conform revendicării 14, în care mijloacele de răcire cuprind o circulație controlată a unui mediu de răcire, care mediu de răcire poate, cel puțin în timpul **funcționării, să intre în contact schimbător de căldură cu cel puțin o sursă de lumină** (30) din corpul de iluminat.

16. Dispozitiv conform revendicării 15, în care corpul de iluminat este prevăzut, opțional în mod grupat, cu o serie de corpuri de iluminat adiacente, cu o răcire controlabilă individual (35) și un controler adaptat la ea.

17. Dispozitiv conform revendicării 16, în care corpul de iluminat este prevăzut, în mod grupat, cu o serie de corpuri de iluminat adiacente, cu o răcire controlabilă (35) și un controler adaptat la ea, în care corpurile de iluminat adiacente sunt plasate pe o direcție transversală pe direcția fluxului de aer laminar (20).

18. Dispozitiv conform uneia sau mai multor revendicări de la 14 la 17, în care instalația de tratare a aerului cuprinde un dispozitiv de răcire, în special o baterie rece, în care dispozitivul de răcire este prevăzut cu un colector de condens.

19. Dispozitiv conform uneia sau mai multora dintre revendicările de la 14 la 19, în care instalația de tratare a aerului poate și este configurată să susțină un flux de aer laminar (20) în spațiul de cultivare (10) cu o viteză a aerului de aproximativ 15-100 cm/sec în timpul funcționării.

13

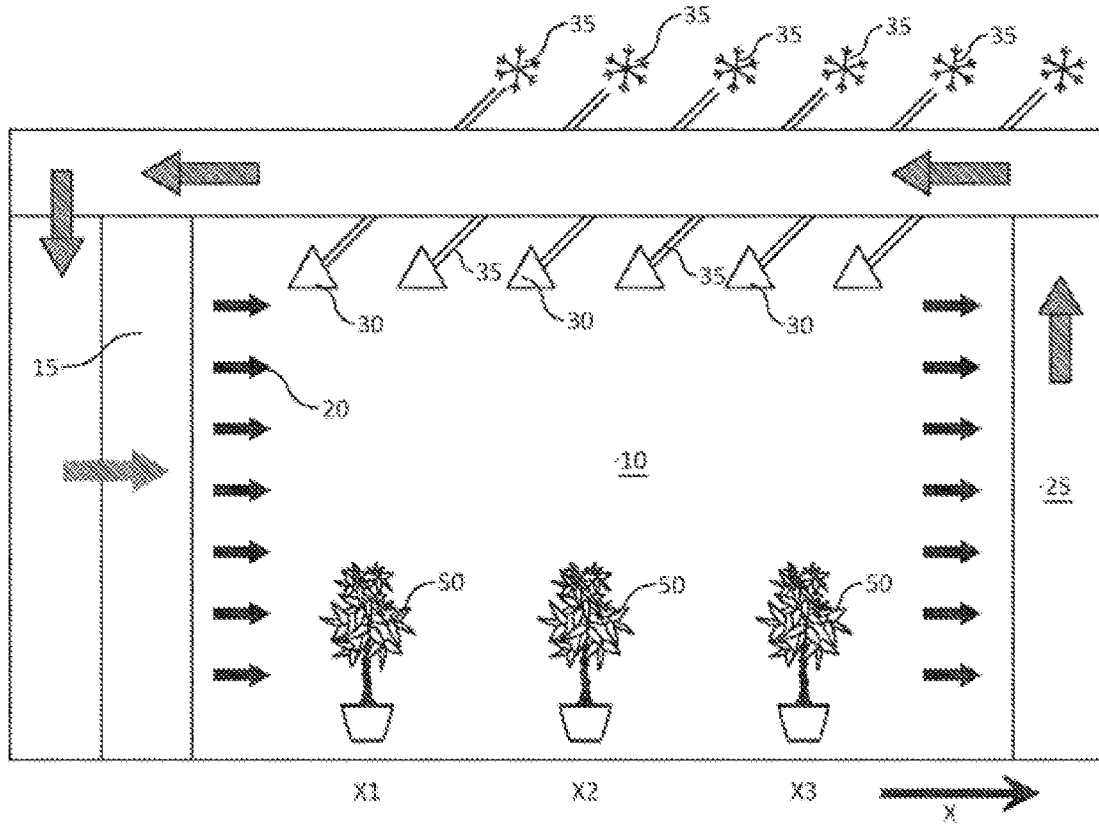


Fig.1

