



SUOMI—FINLAND

(FI)

**Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen**

**[B] (11) KUULUTUSJULKAISU 68752
UTLÄGGNINGSSKRIFT**

**C (45) Patentti myönnetty 11 11 1985
Patent meddelat**

(51) Kv.lk./Int.Cl.⁴ A 01 G 31/00

(21) Patentihakemus — Patentansökning	812840
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	11.09.81
(23) Alkupäivä — Giltighetsdag	12.01.81
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	11.09.81
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.07.85
(86) Kv. hakemus — Int. ansökan	PCT/SE81/00004
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	11.01.80

Ruotsi-Sverige(SE) 8000232-2

**(71)(72) Ernst Horst Severin Sjöstedt, Postbox 4212, 260 73 Östra Ljungby,
Ruotsi-Sverige(SE)**

(74) Papula Rein Lahtela Oy

(54) Tapa mullattomassa kasvinviljelyssä - Sätt vid jordfri växtodling

(57) Tiivistelmä

Tapa mullattomassa kasvinviljelyssä, jolloin ravinneliuosta johdetaan kasvien juurijärjestelmään. Ennenkuin ravinneliuosta johdetaan juurijärjestelmään, se hapetetaan pääasiallisesti puhtaalla hapella liuenneen hapen pitoisuuden pitämiseksi juurijärjestelmässä, joka pitoisuus on vähintään 4 ppm.

(57) Sammandrag

Sätt vid jordfri växtodling, vid vilket en näringslösning tillföres växternas rotsystem. Innan näringslösningen tillföres rotsystemen syresättes den med huvudsakligen rent syre för bibehållande av en halt av löst syre vid rotsystemen, som är minst 4 ppm.

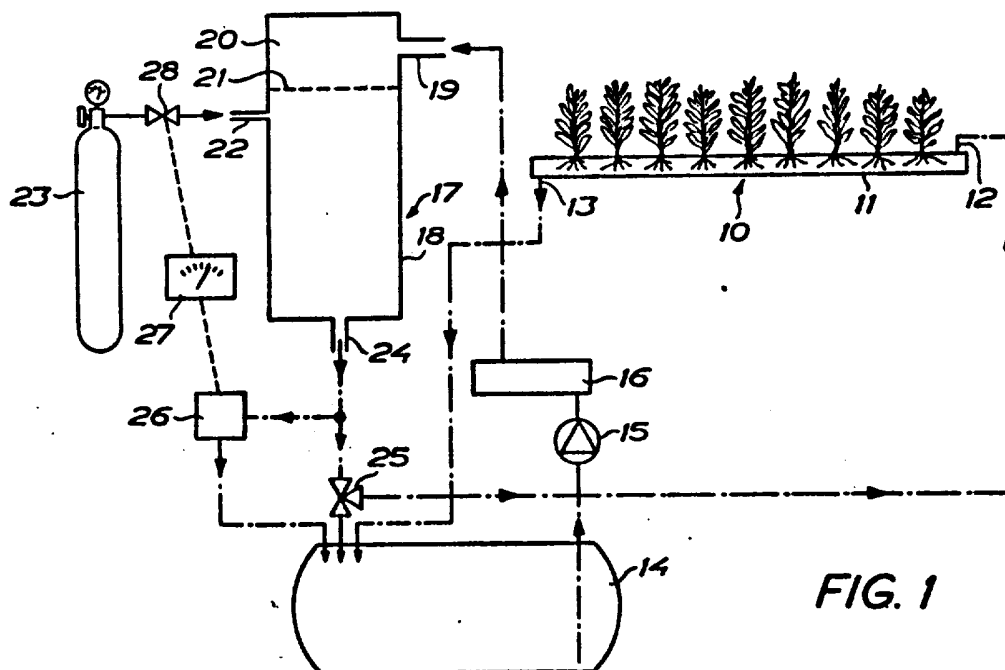


FIG. 1

5.

10

15

TAPA MULLATTOMASSA KASVINVILJELYSSÄ - SÄTT VID JORDFRI VÄXT-
ODLING

20 Keksintö koskee tapaa mullattomassa kasvinviljelyssä,
jolloin ravinneliuosta johdetaan kasvien juurijärjestelmään.

 Kaikessa viljelyssä, sen tapahtuessa maassa tai mullassa
tavanomaiseen tapaan tai ravinneliuksessa, joka johdetaan
kasvien juurijärjestelmään, kasvit ottavat negatiivisia ioneja
25 (anioneja) pääasiassa sen energian avulla, joka vapautuu juuri-
hengityksessä. Koska happea kuluu normaalissa juurihengitykses-
sä, korkealla happipitoisuudella maaperän vedessä tai ravinne-
liuksessa on suuri merkitys annettaessa välttämättömiä ravin-
neaineita kasveille. Tässä yhteydessä voidaan viitata artikke-
30 liin H. Marschner: Einfluss der Sauerstoff-Versorgung der
Wurzeln auf Mineralstoffaufnahme und Pflanzenwachstum,
Kali-Briefe, Fachgebiet 2, 2. Folge: 1-17, 1976.

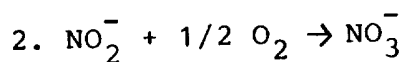
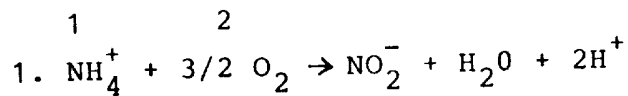
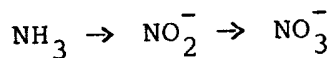
 Yhteyttä juurihengityksen ja negatiivisten ionien oton
välillä voidaan usein tarkkailla käytännön kasvinviljelyssä.
35 Jos esim. nuorien tomaatintaimien juuret kärsivät hapen puut-

teesta seurauksena liian alhaisesta happipitoisuudesta maaperän vedessä vast. ravinneliuoksessa, vaikeutuu juurihengitys ja tällöin ionien otto yleensä ja erityisesti nitraatti-ionien otto. Kasvit tulevat keltaisiksi ja osoittavat selviä

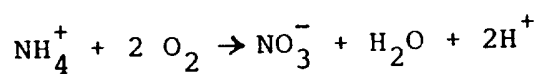
5. typpipuutteen oireita.

Mullattomassa kasvinviljelyssä enemmän huomiota on kiinnitetty juurihengityksen merkitykseen kasvien tuotolle. Viljelmän alussa happea on riittävästi nuorille juurille, ja juurihengitys toimii tällöin hyvin, mutta vähitellen, kasvien tullessa vanhemmiksi, tapahtuu juurikuolemaa tietyssä määrin kasvien uudistaessa juuriaan ja vanhojen kuollessa pois. Nämä kuolleet juuret käyttävät tällöin osan ravinneliuoksessa saatavissa olevasta hapesta; koska näiden kuolleiden juurien hajoaminen kuluttaa happea, niin happipitoisuus ravinneliuoksessa, joka on saatavilla aktiivisille juurille, alenee. Tämä alentunut hapen saanti ravinneliuoksesta voi johtaa siihen, että juurihengitys tulee riittämättömäksi, ja tiettyä tendenssiä juurikuolemaan voidaan tällöin havaita aiheuttaen sen, että lisää kuolleita juuria tulee nyt käyttämään lisää happea ravinneliuoksesta.

On myös tunnettua, että juurien ammoniumionien NH_4^+ otto myötävaikuttaa ravinneliuoksen pH-arvon laskuun sillä perusteella, että juuret tällöin luovuttavat vetyioneja H^+ . Bakteerit ravinneliuoksessa (typpibakteerit) pelkistävät myös ammoniumia nitraatiksi kuluttaen happea seuraavasti:



1 ja 2 antavat yhdessä



Kuvatut fysiologiset mekanismit aiheuttavat sen, että viljely joutuu noidankehään, jossa happi, joka ravinneliuoksen kautta johdetaan kasvien juurijärjestelmään, kuluu toisella tapaa kuin mitä on hyödyksi kasvien ravinteiden otolle.

5 Mullattomassa kasvinviljelyssä, hapen lisäämiseksi ravinneliuokseen, ilmaa on aiemmin puhallettu tähän reijitetyn putki- tai letkujohdon kautta ravinneliuoksen varastosäiliössä käyttäen kompressoria. Tätä on kuvattu, esim. ruotsalaisessa kuulutusjulkaisussa 398436. Tällä tavoin aikaansaatu
10 ravinneliuoksen hapen lisäys ei ole kuitenkaan riittävä antamaan tarvittavaa happea.

Tuntien edellä esitetty, keksinnön tarkoituksena on luoda optimiolosuhteet kasveille mullattomassa kasvinviljelyssä ravinneliuoksen annon yhteydessä huomioiden kasvien
15 juurihengitys ja ravinnonotto ja lisätä tällä kasvien tuottoa.

Tässä tarkoituksessa keksinnön mukaan ehdotetaan patenttivaatimuksessa 1 määritettyä tapaa, ja keksinnön selventämiseksi erästä sen sovellutusta kuvataan lähemmin seuraavassa viitaten oheisiin piirustuksiin, joissa

20 kuva 1 on kaaviokuva esittäen laitteistoa kasvien viljelemiseksi mullattomasti, järjestetty soveltamaan keksinnön mukaista tapaa,

kuva 2 on diagrammi, joka esittää liuenneen hapen pitoisuutta ravinneliuoksessa, ja

25 kuva 3 on diagrammi, joka esittää ilman happikaasun vast. puhtaan happikaasun liukoisuutta veteen.

Kuvassa 1 näkyy viljelyalusta 10, johon kuuluu kouru 11, johon kasvit on "istutettu", jolloin kasveja pitää paikallaan juurimöykky vuorivillasta tai vastaavasta inaktiivisesta
30 substraatista, ja niiden juurijärjestelmä on kannen, läpinäkyvän muovikannen tai sen tapaisen peittämänä, joka suojaa juurijärjestelmää valolta. Kouruun 11 johdetaan ravinneliuos kohdassa 12, ja tämä ravinneliuos juoksee kourun kautta, johon kasvien juurijärjestelmä on levinneenä, johdettavaksi pois
35 kourusta kohdassa 13, josta ravinneliuos voi mennä viemäriin

tai voidaan johtaa uudelleen kouruun kohdassa 12 kierrättämällä sitä suljetussa järjestelmässä.

5 Esillä olevassa tapauksessa oletetaan, että sellainen suljettu järjestelmä on järjestetty, ja kourusta 11 lähtevä ravinneliuos johdetaan varastoliuoksen varastosäiliöön 14. Tästä ravinneliuos imetään pumpun 15 avulla johdettavaksi hiekkasuotimen 16 kautta hapetuslaitteeseen 17, johon tässä kuuluu astia 18 käsittäen sisäänmenon 19 ravinneliuosta varten yläosassa. Tämä sisäänmeno johtaa astian sisäänmenokammioon 10 20, joka on erotettu astian muusta sisäosasta reijitetyn poikittaisseinämän 21 avulla, jossa on suuri joukko aukkoja halkaisijaltaan 4 mm. Poikittaisseinämän tai ritilän 21 alapuolelle on järjestetty injektioaukko 22 hapen johtamiseksi happipullosta 23 ja aivan astian pohjalle on järjestetty pohjalta pois johtava ulosmeno 24. Hapetuslaitteeseen ravinneliuokseen johdetaan kaasumaista pääasiassa puhdasta happea ja liuotetaan tähän. Ulosmenosta johdetaan hapetuslaitteessa hapella rikastettu ravinneliuos venttiiliin 25 johdettavaksi etukäteen määrättyssä määrin viljelyalustaan 10 ja toisaalta 20 palautukseen säiliöön 14.

Kuvattu suljettu kierrätysjärjestelmä ravinneliuosta varten käsittää luonnollisesti myös venttiileitä sekä erilaisia ohivirtaus- ja haaraputkia tavanomaiseen tapaan, mutta näitä yksityiskohtia ei ole tässä esitetty. Ravinneliuoksen 25 kokoomusta ja happamuutta voidaan säädellä ruotsalaisessa kuulutusjulkaisussa 398436 mullattoman kasvinviljelyn yhteydessä kuvattuun tapaan.

30 Kuvassa 2 vaaka-akseli esittää ravinneliuoksen lämpötilaa/ $^{\circ}\text{C}$ ja pystyakseli ravinneliuokseen liotetun hapen määrää/ppm. Vaakasuora viiva A esittää kriittistä rajaa ravinneliuoksen happipitoisuudelle, jonka keksinnön mukaan on todettu olevan noin 4,5 ppm liuennutta happea. Tämän arvon alapuolella tulee juurihengitys riittämättömäksi. Käyrät B ja C kuvaavat 35 alempaa vast. ylempää rajaa kokeellisesti mitatuille happipitoisuuden arvoille tavanomaisen mullattoman kasvinviljelyn

yhteydessä, jolloin ainoa hapetus tapahtuu puhaltamalla ilmaa säiliöön yllä kuvattuun tapaan. Käyrä D esittää korkeinta mahdollista happipitoisuuden arvoa, kyllästysarvoa, ilma-puhalluksen yhteydessä.

5 Kuten ilmenee kuvasta 2, ravinneliuoksen kyky pitää happea liuenneena on kääntäen verrannollinen ravinneliuoksen lämpötilaan. Lämpiminä kesäpäivinä voi kierrätettävä ravinneliuos nopeasti kohota lämpötilaan $26\text{--}29^{\circ}\text{C}$, ja kuvasta 2 ilmenee, että ravinneliuos voi tällä lämpötilatasolla pitää
10 liuenneena korkeintaan noin 5,5 ppm happea.

Sen vuoksi keksinnön mukaisessa tavassa on erityinen piirre, että lienneen hapen määrä ravinneliuoksessa estetään alittamasta mainittua kriittistä rajaa, ja tässä tarkoituksessa on laitteisto varustettu elimillä lienneen hapen
15 pitoisuuden havainnoimiseksi ravinneliuoksessa, joka johdetaan kouruun 11, ja happipitoisuuden säätämiseksi kasveille soveliaaseen arvoon.

Näihin elimiin kuuluu tunnetun tyyppinen mittakenno 26 ohituksessa ulosmenosta 24 säiliöön 14 mittaamaan happipitoisuutta ravinneliuoksessa, joka lähtee hapetuslaitteesta 17
20 johdettavaksi viljelyalustaan 10. Mittakenno 26 on liitetty indikaattori- tai säätölaitteeseen 27, joka indikoi mitattua happipitoisuutta ja on varustettu elimillä happipitoisuuden pitoarvon asettamiseksi. Indikaattori- ja ohjainlaite 27
25 on kytketty solanoidiventtiiliin 28 happikaasupullosta 23 hapetuslaitteeseen 27 johdettavan hapen säätämiseksi, jolloin tämä venttiili avataan sykäyksittäin riippuen hapetuslaitteesta tulevan ravinneliuoksen oloarvosta tämän arvon pitämiseksi etukäteen asetetun pitoarvon mukaisena; poikkeama oloarvon
30 ja pitoarvon välillä aiheuttaa lisääntyneen sykäystiheyden solenoidiventtiilin 28 avautumisessa.

Sen ansiosta, että hapen johtaminen ravinneliuokseen tapahtuu käyttäen hapetuslaitetta 17, joka sisältää uutuuden mullattomassa kasvinviljelyssä ja perustuu sen perusmerkityksen oivaltamiseen, joka hapen johtamisella kasvien juurijärjes-
35

telmään on kasvien kasvulle ja tuotolle, voidaan suurempi, säädetty määrä happea - huomattavasti suurempi määrä kuin mitä aiemmin on tullut kyseeseen - johtaa kierrätettävään ravinneliuokseen liuotettuna happena. Happipitoisuus ravinneliuoksessa tulee luonnollisesti laskemaan ravinneliuoksen kulkiessa kourun 11 kautta, mutta riippumatta suuremmasta tai pienemmästä kourun 11 kautta tapahtuvan läpikulun aikana käytettävän liuotetun hapen määrästä tai ravinneliuoksen korkeammasta tai matalammasta lämpötilasta, aiheuttaa kuvattu hapetusjärjestelmä sen, että liuotetun hapen pitoisuus ravinneliuoksessa juurijärjestelmässä pysyy arvossa, joka on riittävästi kriittisen arvon 4,5 ppm yläpuolella happirikkaan miljöön muodostamiseksi kasvien juurille, joka on välttämätön ioninvaihdolle ja juurihengitykselle, ja tällöin kasvien ravinnonotto voi tapahtua suotuisimmalla tavalla. Tämän happipitoisuuden ylläpitämiseksi on välttämätöntä, että ravinneliuos, jota johdetaan kouruun 11, omaa huomattavasti korkeamman liuotetun hapen pitoisuuden kuin se, jota voidaan johtaa yksinomaan ilmapuhalluksella. Tässä yhteydessä viitatan kuvaan 3, joka esittää happikaasun liukoisuutta veden, jolloin vaaka-akseli esittää veden lämpötilaa/°C ja pystyakseli esittää liuotetun hapen määrää/ppm. Käyrä E esittää ilman happikaasun (20,9 % O₂) liukoisuutta ja käyrä F puhtaan hapen (100 % O₂) liukoisuutta.

Se, kuinka suuri happipitoisuuden tulee olla ulosmenossa 24 hapetuslaitteesta 17, riippuu siitä, mikä happipitoisuus on kohdassa 13, jossa happipitoisuus ei saa olla alempi kuin 4,5 ppm. Happipitoisuus kohdassa 13 riippuu monista tekijöistä, esim. ravinneliuoksen lämpötilasta, kasvien juuriaktiiviteetista, kasvilajista, viljelyalustan 10 pituudesta, orgaanisen aineen pitoisuudesta ravinneliuoksen sekä ammoniumtyypen määrästä ravinneliuoksessa. Ravinneliuokselle, joka lähtee hapetuslaitteesta 17, voidaan esim. lämpötilassa 20°C antaa liuotetun hapen pitoisuus, joka on niin korkea kuin 44 ppm. Myös tässä happipitoisuus vaihtelee luonnollisesti kääntäen verrannolli-

sesti ravinneliuoksen lämpötilaan. Kasvien juurijärjestelmän lisääntyvän hapen puutteesta aiheutuva kasvien lisääntyvän hajoamisen noidankehä voidaan tällöin rikkoa tuotannon eduksi.

5 Hiekkasuotimella 16 on tarkoituksena erottaa partikkelit, jotka seuraavat alustasta 10 lähtevän ravinneliuoksen mukana. Esiintyvät orgaaniset partikkelit, jotka tarttuvat suotimeen, hajoavat nopeammin ravinneliuoksen korkeammassa happipitoisuudessa. Näihin orgaanisiin partikkeleihin sidotut ravinn-

10 aineet palautuvat tällöin järjestelmään. Luonnollisesti hapen lisäyksellä aikaansaadaan myös ravinneliuokseen kuuluvan raakaveden jo alusta lähtien liian alhaisen happipitoisuuden kompensointi.

Kuvattu hapetuslaite on osoittanut edulliseksi ko. tarkoituksessa, mutta myös on mahdollista käyttää toisenlaista hapetuslaitetta. Olennaista on, että happea johdetaan ravinne-
15 liuokseen paineenalaisena ja että hapelle annetaan aikaa voimakkaan sekoituksen aikana liueta ravinneliuokseen.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Tapa mullattomassa kasvinviljelyssä, jolloin kasvien juurijärjestelmään johdetaan ravintoliuosta, t u n n e t t u
5. siitä, että ravintoliuos, ennen johtamista juurijärjestelmään, pumpataan hapetuslaitteen (17) kautta ja jaetaan täällä hienoksi pääasiassa puhtaasta hapesta muodostuvassa ilmakehässä siten, että kuljetettaessa se hapetuslaitteesta juurijärjestelmään siinä on liuenneen hapen pitoisuus, joka on vähintään
10 4 ppm.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen tapa, t u n n e t t u
siitä, että liuenneen hapen pitoisuutta havainnoidaan hapetuslaitteen (17) jälkeen ja hapen lisäystä hapetuslaitteeseen säädetään riippuen havainnoidusta happipitoisuudesta.
- 15 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen tapa, t u n -
n e t t u siitä, että ravinneliuosta kierrätetään suljetussa järjestelmässä käsittäen ravinneliuoksen varastosäiliön (14), jolloin juurijärjestelmästä poistuva ravinneliuos johdetaan varastosäiliöön ja pumpataan sieltä hapetuslaitteeseen (17).
- 20 4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen tapa, t u n n e t t u
siitä, että ravinneliuos johdetaan hapetuslaitteeseen (17) mekaanisen suotimen (16) kautta.

PATENTKRAV

1. Sätt vid jordfri växtodling, vid vilket en näringslösning tillföres växternas rotsystem, k ä n n e t e c k n a t av att näringslösningen, innan den tillföres rotsystemen, pumpas genom en syresättare 5 (17) och däri finfördelas i en atmosfär av huvudsakligen rent syre för att sedan från syresättaren tillföras rotsystemen med en halt av löst syre, vilken är minst 4 ppm.

2. Sätt enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t av att halten löst syre efter syresättaren (17) 10 avkännes och tillförseln av syre till syresättaren regleras i beroende av den avkända syrehalten.

3. Sätt enligt krav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t av att näringslösningen cirkuleras 15 i ett slutet system med en förrådstank (14) för näringslösningen, varvid den från rotsystemen avgående näringslösningen tillföres förrådstanken och därifrån pumpas till syresättaren (17).

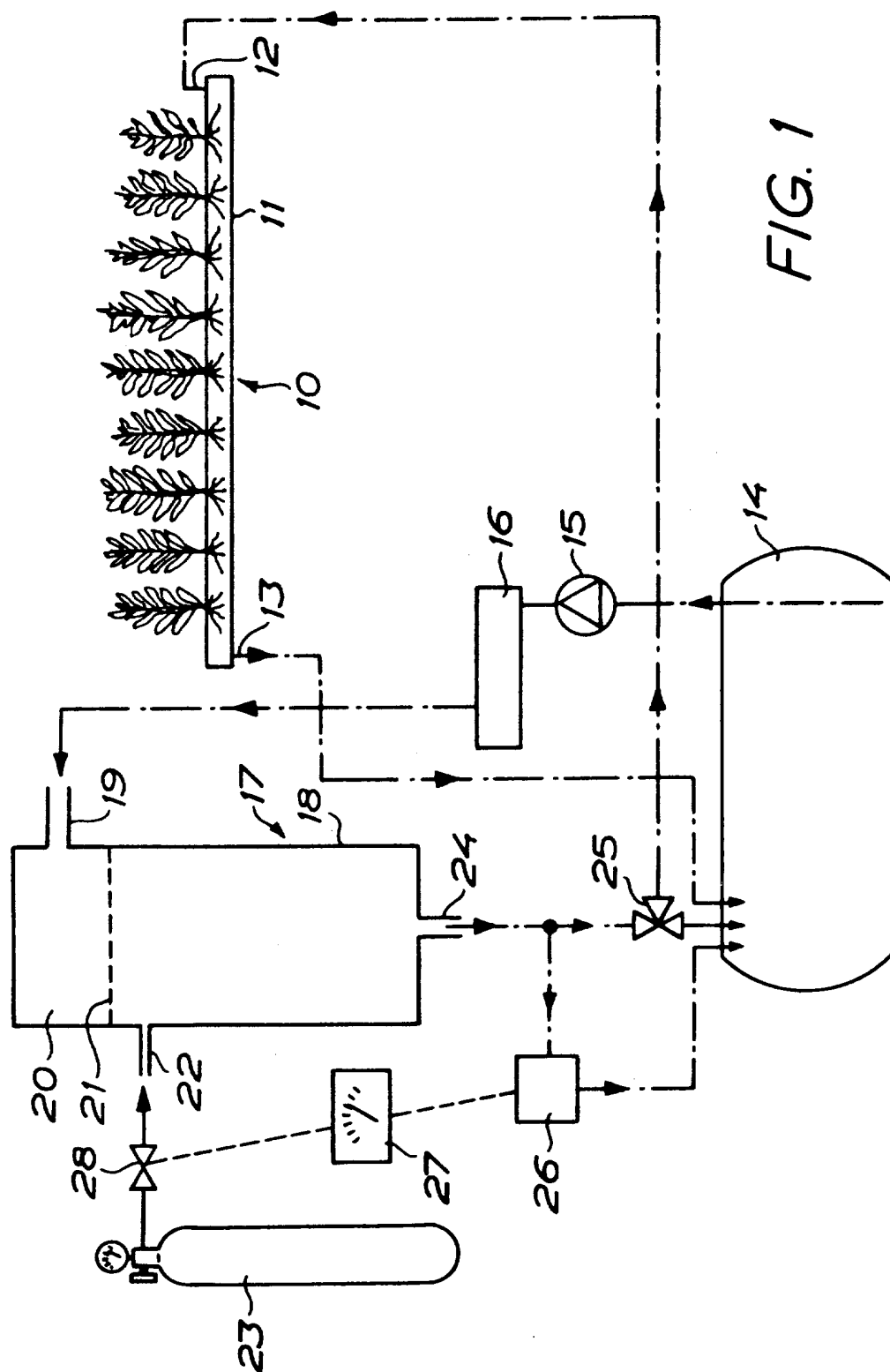
4. Sätt enligt krav 3, k ä n n e t e c k n a t av att näringslösningen tillföres syresättaren 20 (17) via ett mekaniskt filter (16).

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia:-Offentliga finska patentansökningar: 3452/73 (A 01 G 31/00).

Kuulutusjulkaisuja:-Utläggningsskrifter: Ruotsi-Sverige(SE) 398 436 (A 01 G 31/00).

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 2 720 726 (47-58).



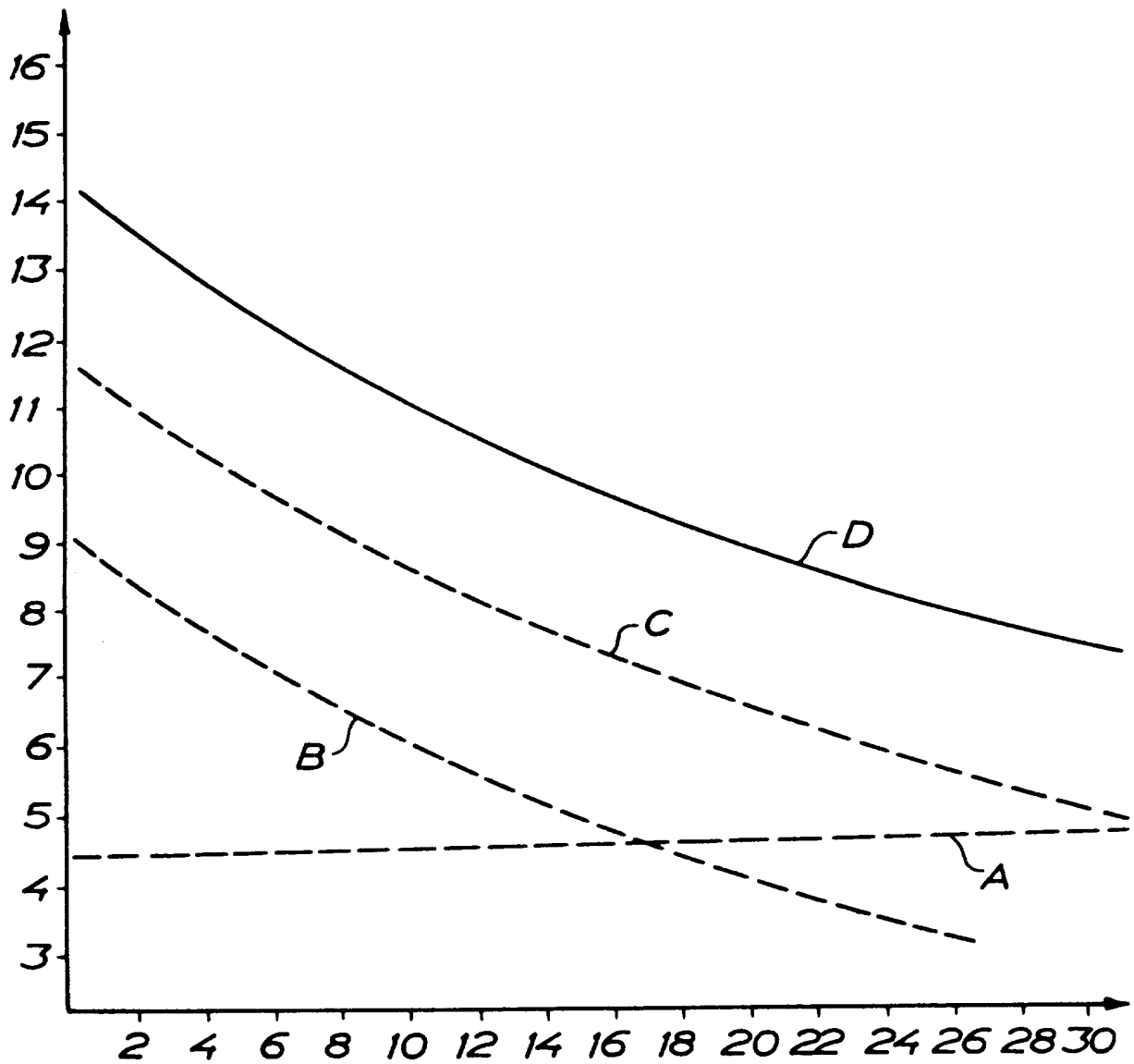


FIG. 2

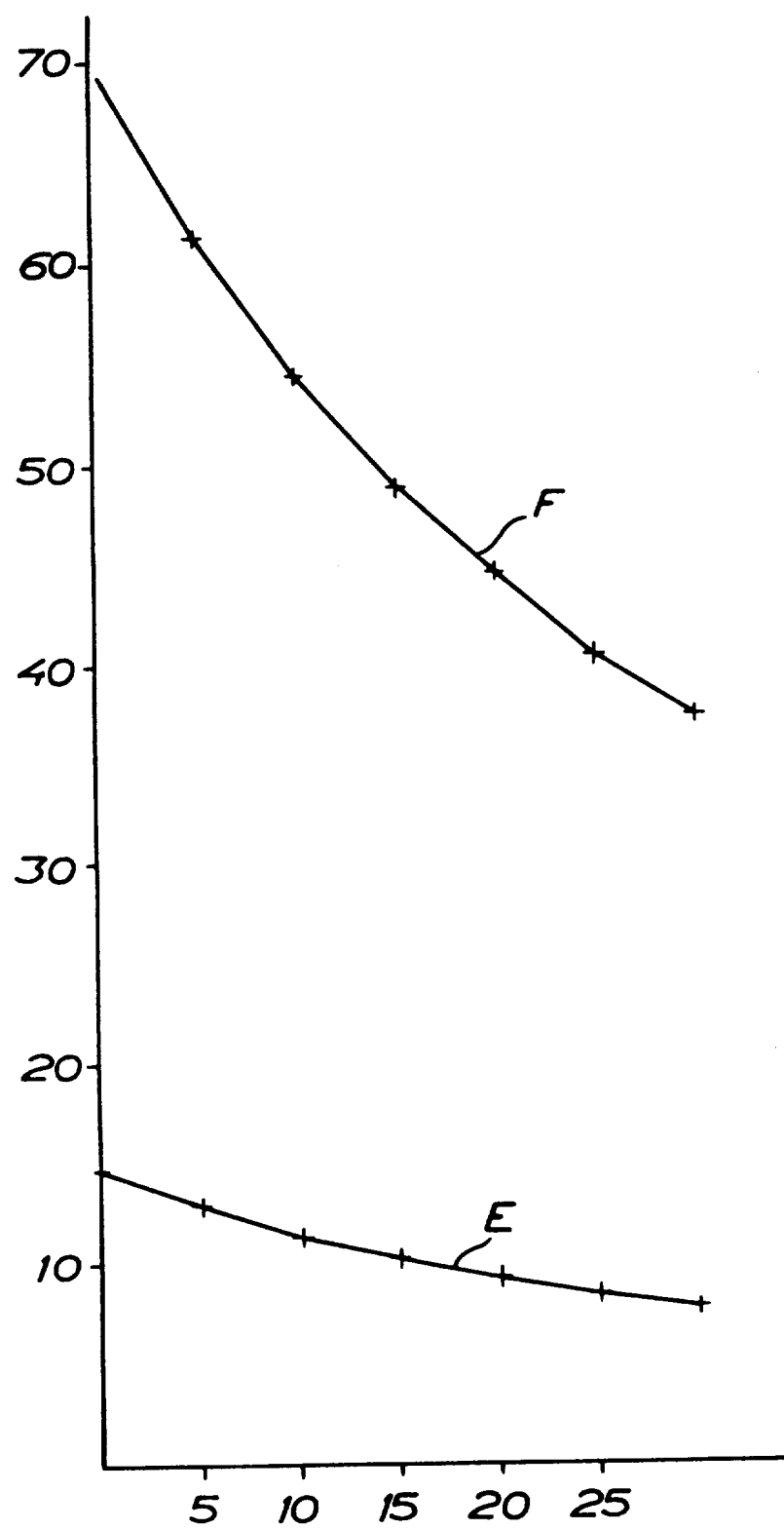


FIG. 3