



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 94440

(13) C2

(51) МПК (2011.01)

A01G 1/00

A01G 31/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

**(54) СИСТЕМА З РЕГУЛЬОВАНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ І СПОСІБ ШВИДКОГО РОЗВЕДЕННЯ НАСІННЕВОЇ КАРТОПЛІ**

1

2

(21) а200810304

(22) 28.06.2006

(24) 10.05.2011

(86) PCT/US2006/025235, 28.06.2006

(31) 60/758,313

(32) 12.01.2006

(33) US

(31) 11/451,272

(32) 12.06.2006

(33) US

(46) 10.05.2011, Бюл.№ 9, 2011 р.

(72) БУЛА РЕЙМОНД ДЖ., US

(73) СЕТС, ЕЛЕЛСІ, US

(56) US 5419079 A, 30.05.1995

WO 0057688 A2, 05.10.2000

EP 0655192 A2, 31.05.1995

GUTKNECHT, K.: "Space science, chinese ingenuity speed up potato development - pampered spuds may transform foreign production" AGRICULTURIST, February 1999 (1999-02), XP002410701

"wisconsin company develops revolutionary production technology for seed potatoes"[Online] 3 January 2000 (2000-01-03), pages 1-2, XP002410702 Retrieved from the Internet: URL:www.ag-tec.com/pruir.htm> [retrieved on 2006-12-07]

(57) 1. Система вирощування рослин картоплі для отримання міні-бульб, що містить щонайменше одну камеру з автоматичним регульованим середовищем для утримання і підтримання зростання рослин картоплі протягом усього життєвого циклу, що містить датчик температури, вологості і освітлення, засіб освітлення для забезпечення світлових і темних періодів експозиції, що містить декілька флуоресцентних ламп, розташованих вище рослин картоплі і відділених від них по суті прозорим роздільником, засіб регулювання температури повітря, що містить кондиціонер для створення температури, змінної рівномірно по всій камері, засіб регулювання атмосферної вологості, засіб доставки поживних речовин і води для удобрення і зрошування рослин картоплі, і комп'ютерний засіб для автоматичного і безперервного моніторингу і управління засобами освітлення, регулювання температури повітря, атмосферної вологості, а

також засобами доставки поживних речовин і води;

причому система дозволяє, вирощувати як паростки тканинної культури в материнські рослини, так і живці материнських рослин в міні-бульби; при цьому комп'ютерний засіб періодично реєструє параметри середовища в камері, а вказана камера виконана для підтримання температури повітря на рівні 68-72 °F (20-22,2 °C) під час 12-годинного світлового періоду тривалістю 12 годин, і не вище 68 °F (20 °C) під час 12-годинного темного періоду протягом першого тижня, під час якого живці рослини освітлюють на низькому рівні, при якому увімкнена третина флуоресцентних ламп, протягом другого тижня - на середньому рівні, при якому увімкнено дві третини флуоресцентних ламп, і протягом третього тижня - з повним освітленням, при якому всі флуоресцентні лампи увімкнені, при цьому температура повітря під час світлового періоду підтримується на рівні 65-71 °F (18,3-21,7 °C), а під час темного періоду - на рівні 47-53 °F (8,3-11,7 °C) протягом приблизно п'яти тижнів після третього тижня вирощування, при цьому комп'ютерний засіб періодично записує параметри навколишнього середовища в камері.

2. Система за п. 1, в якій камера утворена корпусом, що має верхню стінку, нижню стінку, задню стінку, протилежні торцеві стінки, по суті прозору акрилову розділову панель, розташовану на відстані під верхньою стінкою, перфорований дренажний піддон, розташований на відстані над нижньою стінкою, для підтримки лотків рослин картоплі, і рухомий дверний пристрій в передній частині корпусу, причому корпус утворює освітлювальний ковпак для утримання в ньому флуоресцентних ламп і містить множину вентиляторів вентиляції на задній стінці і передній частині, зону вирощування рослин між розділовою панеллю і дренажним піддоном для утримання лотків рослин картоплі в один шар, і дренажну зону, розташовану між дренажним піддоном і нижньою стінкою.

3. Система за п. 2, в якій в зоні вирощування рослин розташовані датчики температури, вологості і освітлення.

(13) C2

(11) 94440

(19) UA

4. Система за п. 1, в якій комп'ютерний засіб регулює процент флуоресцентних ламп, увімкнених під час світлових періодів експозиції.

5. Система за п. 2, в якій камера включає засіб управління, що має модульний засіб обробки сигналу, зв'язаний з реле регулювання температури, реле регулювання вологості, реле постачання водою і поживними речовинами і реле регулювання освітлення, для подачі електроенергії до флуоресцентних ламп, кондиціонера, вентиляторів, а також до насосів засобу регулювання вологості і засобу доставки води і поживних речовин.

6. Система за п. 5, в якій комп'ютерний засіб, зв'язаний з модульним засобом, здатний забезпечувати реєстрацію, у вибраний момент часу, температури повітря в зоні вирощування рослин, процент відносної вологості повітря в зоні вирощування рослини, рівень освітлення безпосередньо під розділовою панеллю, індикацію стану увімкнення або вимкнення ламп і індикацію стану увімкнення або вимкнення насосів.

7. Система за п. 1, в якій комп'ютерний засіб підтримує температуру повітря в межах 50-86 °F (10-30 °C) і відносну вологість 47-100 %.

8. Спосіб вирощування рослин картоплі для отримання міні-бульб, що передбачає стадії:

а) забезпечення щонайменше однієї камери з автоматичним регулюванням умов середовища для утримання і підтримання зростання рослин картоплі протягом усього життєвого циклу, що містить датчики температури, вологості і освітлення, засіб освітлення для забезпечення світлових і темних періодів експозиції, що містить декілька флуоресцентних ламп, розташованих над рослинами картоплі і відділених від них по суті прозорим розділником, засіб регулювання температури повітря, що містить кондиціонер для створення температури, змінної рівномірно по всій камері, засіб регулювання атмосферної вологості, засіб доставки поживних речовин і води для удобрення і зрошування рослин картоплі, і комп'ютерний засіб для автоматичного і безперервного моніторингу і управління засобами освітлення, регулювання температури повітря, атмосферної вологості і доставки поживних речовин і води, а також для періодичної реєстрації стану різних параметрів середовища в камері;

б) розміщення непокритих живців від материнських рослин картоплі в лотках, заповнених твердим ростовим середовищем, в камері в один шар;

с) культивування живців в камері в міні-бульби за допомогою автоматичного регулювання, моніторингу і реєстрації тривалості та інтенсивності освітлення, температури повітря у вигляді функції від часу протягом світлових і темних періодів, процента вологості у вигляді функції від часу, а також тривалості і частот живлення розчиненими поживними речовинами згідно із заданими в комп'ютері параметрами, які порівнюються з даними, що надходять від датчиків;

причому культивування живців у камері включає стадії:

підтримання температури повітря на рівні 68-72 °F (20-22,2 °C) під час 12-годинного світлового періоду тривалістю 12 годин і не вище 68 °F (20 °C) під

час 12-годинного темного періоду протягом першого тижня, під час якого живці рослин освітлюють на низькому рівні, при якому увімкнена третина флуоресцентних ламп, протягом другого тижня - на середньому рівні, при якому увімкнено дві третини флуоресцентних ламп, і протягом третього тижня - з повним освітленням, при якому всі флуоресцентні лампи увімкнені; і підтримання температури повітря під час світлового періоду підтримується на рівні 65-71 °F (18,3-21,7 °C), а під час темного періоду - на рівні 47-53 °F (8,3-11,7 °C) протягом приблизно п'яти тижнів після третього тижня вирощування;

d) збору міні-бульб на 56-64 день культивування.

9. Спосіб за п. 8, в якому материнські рослини, що забезпечують живці, культивують в камері окремо від наростків тканинної культури протягом близько 4 тижнів.

10. Спосіб за п. 8, в якому стадії культивування живців передують стадія занурення нижньої частини живців на 15 хвилин в розчин, що містить 20 м.ч. (мільйонних частин) індол-3-масляної кислоти, 380 м.ч. 1-нафталеноцтової кислоти, 400 м.ч. тіаміну гідрохлориду, і 1000 м.ч.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , для стимулювання розвитку коріння у живців.

11. Спосіб за п. 8, в якому середовище для вирощування стадії б) являє собою ґрунт у вигляді суміші торфу, грубого садового вермикуліту і перліту в співвідношенні 1:2:1, причому живці розташовують в лотках на відстані двох дюймів один від одного.

12. Спосіб за п. 8, в якому стадія культивування живців в камері додатково включає стадії: підтримання відносної вологості протягом перших п'яти днів на рівні щонайменше 80 % як протягом світлових періодів, так і протягом темних періодів; підтримання відносної вологості протягом подальших п'яти днів на рівні щонайменше 70 % як протягом світлових, так і протягом темних періодів; і підтримання відносної вологості протягом подальших 46-54 днів на рівні щонайменше 50 %.

13. Спосіб за п. 12, в якому стадія культивування живців в камері додатково включає стадію забезпечення основних листових нанесень поживного розчину з 6-годинними інтервалами протягом світлового періоду і однократно протягом темного періоду з 20-секундною тривалістю кожного нанесення.

14. Спосіб за п. 13, в якому поживний розчин складається з  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  - 590 мг;  $\text{KNO}_3$  - 253 мг;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 246 мг;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  - 150 мг;  $\text{K}_2\text{SO}_4$  - 68 мг;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  - 1,4 мг;  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  - 1,0 мг;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  - 0,04 мг;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 0,1 мг;  $\text{MoO}_3$  - 0,008 мг; хелату заліза (14 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) - 50 мг; в літрі дистильованої води, і рН поживного розчину відрегульований до рН 5,5 за допомогою 0,1 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

15. Спосіб за п. 13, в якому стадія культивування живців в камері додатково включає стадію забезпечення посиленого листового нанесення 20 м.ч. анцимідолу і 10 м.ч. кінетику протягом третього і четвертого тижнів.

16. Спосіб за п. 9, в якому культивування паростків тканинної культури в камері включає стадію підтримання температури повітря 74-80 °F (23,3-26,7 °C) протягом 16 годин світлового періоду і темпе-

ратури повітря, що не перевищує 68 °F (20 °C) протягом 8 годин темного періоду протягом першого тижня, протягом якого паростки освітлюють на низькому рівні, при якому увімкнена одна третина флуоресцентних ламп, протягом другого тижня на середньому рівні освітлення, при якому увімкнені дві третини флуоресцентних ламп, і протягом третього і четвертого тижнів на повному рівні освітлення, при якому увімкнені всі флуоресцентні лампи.

17. Спосіб за п. 9, в якому культивування наростків тканинної культури в камері включає стадії підтримання відносної вологості протягом перших п'яти днів нарівні щонайменше 80 % як протягом світлових періодів, так і протягом темних періодів;

підтримання відносної вологості на рівні щонайменше 60 % як протягом світлових періодів, так і протягом темних періодів протягом близько 22-25 днів.

18. Спосіб за п. 17, в якому поживний розчин складається з  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  - 590 мг;  $\text{KNO}_3$  - 253 мг;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 246 мг;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  - 136 мг;  $\text{K}_2\text{SO}_4$  - 68 мг;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  - 1,4 мг;  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  - 1,0 мг;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  - 0,04 мг;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  - 0,1 мг;  $\text{MoO}_3$  - 0,008 мг; хелату заліза (14 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) - 50 мг; в літрі дистильованої води, причому рН поживного розчину відрегульований до рН 5,5 за допомогою 0,05 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Цей винахід стосується вирощування бульб картоплі із застосуванням системи з регульованим середовищем, яка забезпечує оптимальні умови середовища і живлення для зростання і розвитку рослин картоплі і бульбоутворення. Ці бульби утворюють основний матеріал, який можна далі розводити в польових умовах у великі кількості високоякісних запасів насінневої картоплі.

Картопля є найважливішою сільськогосподарською і овочевою культурою. Картоплю в цей час вирощують комерційно майже в кожному штаті США. Щорічна продукція картоплі перевищує 18 мільйонів тонн в Сполучених Штатах і 300 мільйонів тонн у всьому світі. Популярність картоплі відбувається, головним чином, з її всебічності і харчової цінності. Картопля може бути вжита в свіжому вигляді, замороженому або висушеному, або може бути перероблена в муку, крохмаль або спирт. Вони містять складні вуглеводи і багаті кальцієм, ніацином і вітаміном С. В США площа землі в акрах, що обробляється під картоплю, скоротилася з 1960-их по 1970-і роки, і це скорочення разом з споживанням, що зросло, повинно бути відшкодовано більш високими урожаями придатними до вживання. У деяких областях хвороби і шкідники ушкоджують урожаї, незважаючи на застосування гербіцидів і пестицидів.

Загальновізнано, що якісні запаси насінневої картоплі, що звичайно ідентифікуються як "Сертифікована картопля", є істотним компонентом рентабельних підприємств по виробництву картоплі. Використання цих насінневих запасів є критичним для комерційного успіху таких підприємств, оскільки картопля є однією з небагато вегетативно розмножуваних видів сільськогосподарських культур. Отже, будь-яке внесення захворювання в запаси насінневої картоплі буде бути присутнім у всіх подальших розмноженнях з відповідним шкідливим впливом, оскільки бульба картоплі є вегетативним органом, а не насінням.

Деякі схем було розроблено для мінімізації впливу хвороб на комерційну цінність запасів насінневої картоплі. Такі схеми виходять від тканинних культур незараженого матеріалу, отриманих в стерильному лабораторному середовищі, з пода-

льшим вирощуванням отриманих тканинних культур в оранжереї або в зовнішніх умовах захищеної ділянки. Ці схеми описані в багатьох статтях в літературі по дослідженню картоплі, включаючи Struik, 1991, Struik і Wiersma, 1999, і Pruski, et al., 2003. Деяко іншу схему застосовує Wisconsin Seed Potato Certification Program Department of Plant Pathology, University of Wisconsin-Madison, 1630 Linden Drive, Madison, Wisconsin 53706, для створення "Елітного посівного фонду" і подальшого продажу сертифікованим виробникам насінневої картоплі. Це включає ідентифікацію не утримуючого патогенів матеріалу, який тривало підтримують на середовищі тканинної культури у вигляді мікробульб. Кожний рік, ці "клони" субкультивують у вигляді тисячі рослин, які вирощують на захищеній ділянці для утворення бульб. Ці бульби потім розмножують в полі і вони стають "Елітним посівним фондом".

Схеми, описані в опублікованій літературі, мають декілька властивих ним недоліків. Ці недоліки полягають в обмеженій кількості насінневого матеріалу, який може бути отриманий в даний календарний рік, і вартість отримання такого матеріалу. Оранжерейні схеми забезпечують не більше двох урожаїв бульб на рік навіть в тих географічних районах, де зимові місяці року не дуже холодні. Схеми, основані на відкритих захищених ділянках, обмежені по суті тільки одним урожаєм бульб на рік. Як оранжерейна схема, так і схема з використанням відкритої захищеної ділянки мають високу міру імовірності випадкового зараження комахами, такими як тля і коники, які є переносниками серйозних захворювань картоплі. Низька продуктивність цих схем також знижує придатність значних насінневих запасів нових сортів для комерційних виробників картоплі.

Спосіб отримання мінібульб картоплі відомий з патенту США 5,419,079 (30 травня 1995), Wang і інш. Цей патент описує різні стадії способу, що впливають на умови середовища і живлення розмножуваних нарізаних картоплин. Ця схема, однак, вимагає, виконання всіх стадій способу вручну і без якого-небудь автоматичного контролю і регулювання середовища так, що вона є дуже трудо-

місткою і повністю інертною. Крім того, шматочки картоплі повинні бути висаджені всередині конструкції з каркаса і пластикової плівки, розміщеної в теплиці, після чого маніпулюють плівкою, так що все це громіздко і неефективно. Все регулювання температури, освітлення, вологості і поживних речовин відбувається без якого-небудь зворотного зв'язку під час процесу розмноження. Сумнівно, що така схема, регульована вручну, забезпечить продукцію відновлюваним і швидким чином і без ускладнень, як заявлено в патенті, особливо в будь-якому географічному районі.

Відомі інші комп'ютеризовані системи вирощування рослин, але жодна з них не забезпечує оптимізації зростання рослин картоплі протягом всього циклу життя.

Загальною задачею даного винаходу є створення системи і способу для більш ефективного розмноження насіннєвої картоплі, автоматичного моніторингу, регулювання і реєстрації параметрів середовища і живлення в приміщенні, в якому вирощують і розвивають рослини картоплі.

Система з регульованими умовами середовища і спосіб надають оптимальні умови середовища і живлення для зростання, так що рослини картоплі дають придатні для збору бульби менш ніж через 60 днів з моменту посадки. Такі швидкі цикли зростання дозволяють отримати до шести урожаїв на рік в будь-якому географічному районі.

Умови середовища регулюють і реєструють всередині особливого приміщення, і ці умови включають тривалість і інтенсивність освітлення, температуру повітря протягом світлових і темних періодів, і рівень вологості атмосфери, в якій розвиваються рослини. Додатково, композиція поживних речовин і води, що надаються рослині, запрограмована на час циклу зростання для відповідності вимогам до поживних речовин в ході конкретної стадії розвитку рослини картоплі і бульбоутворення. Таким чином, ретельно синхронізовані режими середовища і живлення підтримують швидке зростання і розвиток таким чином, що можуть бути зібрані шість урожаїв бульб протягом будь-якого календарного року, незалежно від зовнішніх погодних умов, в яких працює система з регульованими умовами середовища. Бульби, що отримуються в камері з регульованими умовами середовища, згодом розмножують за допомогою посадки бульб в полі для отримання достатньої кількості високоякісного сертифікованого матеріалу насіннєвої картоплі для продажу виробникам картоплі.

Один з об'єктів винаходу стосується системи вирощування рослин картоплі для отримання мінібульб. Ця система містить щонайменше одну камеру з автоматично регульованими умовами середовища для утримання і підтримки зростання рослин картоплі протягом всього циклу життя. Конструкція цієї камери включає датчики температури, вологості і освітлення, структуру освітлення для забезпечення світлових і темних періодів експозиції, що містить декілька флуоресцентних ламп, що розташована над рослинами картоплі і відділена від них по суті прозорим роздільником. Структура температури повітря, що включає кон-

диціонер, надана для створення температури, змінної рівномірно по всій камерній структурі. Структура атмосферної вологості підтримує відносну вологість всюди в камерній структурі, і структура доставки поживних речовин і води надана для добрива і зрошування рослин картоплі. Комп'ютер наданий для автоматичного і безперервного моніторингу і регулювання структур освітлення, температури повітря, атмосферної вологості і доставки поживних речовин і води. Система дозволяє розвиток як паростків тканинних культур в материнські рослини, так і живців від материнських рослин, що дають мінібульби. Комп'ютер також періодично реєструє параметри середовища в камерній структурі.

Винахід також розглядає спосіб розвитку рослин картоплі, що дають мінібульби. Спосіб включає стадію забезпечення щонайменше однією камерною структурою з автоматично регульованими умовами середовища для утримання і підтримки зростання рослин картоплі протягом всього циклу життя, камерною структурою, що включає датчики температури, вологості і освітлення, структуру освітлення для забезпечення світлових і темних періодів експозиції, що містить декілька флуоресцентних ламп, що розташовується над рослинами картоплі і відділена від них по суті прозорим роздільником, і структуру температури повітря, що включає кондиціонер для створення температури, змінної рівномірно всюди в камерній структурі, структуру атмосферної вологості, структуру доставки поживних речовин і води для добрива і зрошування рослин картоплі, і комп'ютер для автоматичного і безперервного моніторингу і регулювання структур освітлення, температури повітря, атмосферної вологості і доставки поживних речовин і води, і періодичної реєстрації стану різних параметрів середовища в камерній структурі; розміщення непокритих живців від материнських рослин всередині лотків, заповнених твердим середовищем для зростання в камерній структурі в один шар; культивування живців в камерній структурі в мінібульби шляхом автоматичного моніторингу і регулювання тривалості і інтенсивності освітлення, температури повітря як функцію від часу протягом світлових і темних періодів, процента вологості як функцію від часу, і тривалості і частот подачі розчинених у воді поживних речовин згідно з встановленими точками, закладеними в комп'ютері, в порівнянні з вхідними сигналами від датчиків; і збір урожаю мінібульб на 56-64 день культивування.

Малюнки ілюструють найкращий спосіб виконання винаходу, передбачуваний в цей час.

У малюнках:

Фіг. 1 є блок-схемою системи моніторингу і регулювання середовища для розмноження насіннєвої картоплі;

Фіг. 2 є фрагментарним, перспективним, віддаленим представленням камери з регульованими умовами середовища, застосованої в системі Фіг. 1;

Фіг.2А є представлення частини камери на Фіг.2 в розрізі;

Фіг. 3 є більш детальною блок-схемою комп'ютерної системи регулювання на Фіг.1;

Фіг. 4 є блок-схемою системи освітлення, застосованою в зв'язку з камерою на Фіг.2;

Фіг. 5 є блок-схемою системи атмосферної вологості, застосованою в камері на Фіг.2;

Фіг. 6 є блок-схемою системи доставки поживних речовин і води, застосованою в камері на Фіг.2; і

Фіг. 7 є представленням способу розмноження насінневої картоплі із застосуванням системи на Фігурі 1.

Звертаючись тепер до малюнків, Фіг.1 ілюструє систему регулювання середовища 10 для розмноження насінневої картоплі відповідно до даного винаходу. Система 10, загалом, складається щонайменше з одного і, переважно, множини корпусів 12, утворюючих камери для рослин 14 для вирощування і розвитку насінневої картоплі і підтримки бульбоутворення. Корпуси 12 і їх камери 14 знаходяться в зв'язку з вимикачем мережі 16 за допомогою декількох Ethernet з'єднувачів 18, які підключені до панелей управління 19, пов'язаних з камерами 14. Вимикач мережі 16 знаходиться також в зв'язку з комп'ютерною системою регулювання 20 завдяки додатковому Ethernet з'єднанню 22. Як буде зрозуміло далі в даному описі, комп'ютерна система регулювання 20 має програмне забезпечення, яке автоматично і безперервно здійснює моніторинг і регулює декілька критичних систем всередині камери 14, і періодично реєструє стан умов середовища в ній для оптимізації швидкого зростання і бульбоутворення рослин картоплі.

Критичні компоненти кожної камери 14, які забезпечують оптимальне регульоване навколишнє середовище для зростання і розвитку рослини картоплі, включають:

1. Систему освітлення 24, здатну забезпечити рівень інтенсивності освітлення, що приводить до фотосинтетичної швидкості, достатньої для бульбоутворення рослин картоплі, зростаючих в камері 14. Система освітлення 24 може складатися з флуоресцентних ламп, світловопромінювальних діодів або інших ламп 26, вміщених поруч з рослинами картоплі.

2. Систему температури повітря 28, здатну до забезпечення бажаної температури повітря, яка приводить до швидкого зростання рослини і також підтримує бульбоутворення рослин картоплі. Система температури повітря 28, загалом, складається з кондиціонера 30, розміщеного на корпусі 12.

3. Систему доставки атмосферної вологості 32, здатну забезпечувати умови вологості в атмосфері, необхідні для підтримки швидкого темпу зростання рослини і бульбоутворення рослин картоплі.

4. Систему доставки поживних речовин і води 34, здатну до забезпечення листовою підгодівлею рідкими поживними речовинами, необхідними для підтримки швидкого зростання рослини і бульбоутворення рослин картоплі.

5. Комп'ютерна система регулювання 20, що містить комп'ютер, здатний здійснювати моніторинг і регулювати бажаний рівень і тривалість освітлення, бажану температуру повітря, умови атмосферної вологості і належну доставку поживних речовин і води протягом передбачених стадій

розвитку і бульбоутворення. Комп'ютерна система регулювання 20 додатково здатна реєструвати стан параметрів середовища в камерах 14 в різні вибрані моменти часу.

Звертаючись тепер до Фіг.2 і 2A, на них показані типовий корпус 12, утворюючий кожну зону вирощування 13, і камера рослини 14. Кожний корпус 12 включає тверду верхню стінку 36, тверду нижню стінку 38, тверду задню стінку 40, тверді протилежні торцеві стінки 42, 44, і пару рухомих дверей камери, одну з них можна бачити при 46. Типові зовнішні габарити корпусу 12 становлять чотири з половиною футів завширшки, дев'ять футів в довжину і три фути у висоту. Корпус 12 звичайно представляє обмежене навколишнє середовище, коли двері 46 закриті. Нижня стінка 38 забезпечена дренажним піддоном 48 і підтримується приблизно на висоті три фути над поверхнею опори рамою 50, що має декілька залежних ніжок 52. Один кінець корпусу 12 включає горизонтальну частину 54, закріплену між ніжками 52. Горизонтальна частина 54 служить точкою з'єднання для пари скоб 56, які підтримують кондиціонер 30, встановлений на торцевій стінці 44 для регуляції температури повітря в камері 14. Множина флуоресцентних ламп 26 розміщена через всю верхню частину камери 14, під верхньою стінкою 36. Лампи 26 взяті в освітлювальний ковпак 58 (Фіг.2A), утворений верхньою стінкою 36 з сильно відбивними властивостями, по суті прозорим акриловим пластиковим листом 64 і торцевими стінками 42, 44. Лист 64 утворює основу освітлювального ковпака 58 і також служить стелею для рослин, зони вирощування 13 в камері 14. Лампи 26 пов'язані з баластом для ламп 60, розташованим зовні корпусу 12 як подано на Фіг.4. Вентилятори системи вентиляції 62 встановлені на передній і задній верхніх частинах корпусу 12. Звичайно двері 46 відкриті, щоб лотки 15 з паростками рослини Р могли ковзати в камеру 14 і з неї.

Як видно з Фіг.3, кожний корпус 12 забезпечений комбінованим аналоговим датчиком температури/вологості 66 і аналоговим датчиком освітленості 68. Датчики 66, 68, звичайно розташовані в центрі на стінці корпусу 12 приблизно на три дюйми нижче акрилового листа 64. Комбінований датчик 66 здійснює моніторинг за температурою повітря і рівнем вологості в камері 14 і безперервно передає ці параметри в перший з трьох сигнальних інтерфейсних модулів 70, 72, 74, пов'язаних з Ethernet з'єднувачем 76 з перемикачем мережі 16. Модулі 70, 72, 74 містяться в кожній панелі управління 19, датчик освітлення 68 просто забезпечує перевірку того, чи ввімкнені лампи 26 або вимкнені. Кількість ламп, що вмикаються 26 і тривалість або тривалість світлового періоду визначає оператор для будь-якої бажаної умови зростання. Датчик освітлення 68 не вмикає або вимикає якінебудь лампи 26. Корпус 12 додатково забезпечений цифровим реле контролю температури 78, цифровим реле контролю вологості 80, цифровим реле контролю освітлення 82 і цифровим реле контролю доставки поживних речовин 84. Всі ці реле 78, 80, 82, 84 з'єднуються з другим сигнальним інтерфейсним модулем 72 і відповідають згід-

но з датчиком 66. Модуль 74 функціонує як мікро-процесор і координується з програмним забезпеченням регулюючого комп'ютера. Модуль 74 порівнює вихідний сигнал датчика модуля 70 з бажаними точками, закладеними в програмному забезпеченні, і потім передає відповідну інформацію модулю 72, який, в свою чергу, приводить в дію відповідне реле 78, 80, 82, 84, щоб почати або зупинити роботу конкретного вузла для забезпечення бажаних умов середовища в камері 14.

На Фіг.5 показана система доставки атмосфери 32 для кожного корпусу 12. Система доставки вологості 32 включає резервуар зволожуючого розчину 86, пов'язаний з насосом 88, і клапан скидання тиску 90, всі з яких розташовані зовні корпусу 12 і камери 14. Шланг 92 приєднаний до клапана скидання тиску 90 проходить всередині камери 14, і приєднується за допомогою з'єднувача 94 до труби 96, що має ряд відособлених розбризкуючих сопел 98, що розповсюджуються в камеру 14 для регулювання в ній вологості.

Фігура 6 являє собою систему доставки поживних речовин 34 для кожного корпусу 12. Система доставки поживних речовин 34 включає резервуар з поживним розчином 100, сполучений з насосом 102, і клапан скидання тиску 104, всі з яких знаходяться зовні корпусу 12 в камері 14. Подібно до системи доставки вологості 32, шланг 106 приєднаний до клапана скидання тиску 104, пролягає всередині камери 14, і приєднаний за допомогою з'єднувача 108 до труби 110, що містить ряд відособлених розбризкуючих сопел 112 для доставки поживних речовин в камеру 14.

#### Деталі системи

##### Зона вирощування рослин

Зона вирощування рослин 13 (Фіг.2A) має висоту приблизно 2 фути, яка дозволяє достатнє зростання рослини у висоту, в той же час зберігаючи мінімальну відстань між лампами 26 і рослинами Р. Відстань від ламп 26 до рослин Р є критично важливою особливістю дизайну, щоб максимізувати кількість світла, падаючого на листя рослин. Фундаментальна фізика (Закон Бера) стверджує, що інтенсивність світла в будь-якій точці перпендикулярній до джерела світла зворотно пропорційно пов'язана з квадратом відстані від джерела світла. Таким чином, щоб максимізувати ефективність освітлення системи 24, відстань між джерелом світла 26 і листям рослини повинна бути настільки короткою наскільки можливо, в той же час забезпечуючи габарити по висоті, які б дозволили розміститися рослинам Р, вирощеним в камері 14. Відстань від ламп 26 до листя рослини на початку періоду зростання складає близько 20 дюймів. У міру зростання рослин Р, відстань скорочується до близько 6 дюймів між лампами 26 і листям рослин.

Стеля зони вирощування рослин 13, є акриловим листом 64, який володіє високим пропусканням по відношенню до видимого світла від джерела світла 26 в зону вирощування рослин 13. Підлога 48 зони вирощування рослин 13 є досить міцним перфорованим металом, щоб втримувати рослину і матеріал, що корениться, в контейнерах 15, в той же самий час роблячи можливим дренаж

будь-якого рідкого матеріалу, який може витікати з контейнерів 15, що вміщають матеріал, що корениться.

#### Освітлювальний ковпак

Освітлювальний ковпак 58 вміщає флуоресцентні лампи 26, що застосовуються для надання необхідної енергії випромінювання (світла) для процесу фотосинтезу, залученого до перетворення енергії випромінювання в енергію хімічних зв'язків рослинами Р. Флуоресцентні лампи 26 перетворюють електрику в світло, яке може бути поглинене листям рослини і використане в процесі фотосинтезу. Ця ефективність перетворення складає близько 20 процентів, що означає, що 20 процентів електрики, яка використовується флуоресцентними лампами 26, випромінюється у вигляді світла, а інші 80 процентів випромінюються у вигляді тепла, головним чином, як явна теплота. Таким чином, іншою критично важливою особливістю дизайну зони освітлювального ковпака 58 є те, що висота складає близько 6 дюймів так, що освітлювальний ковпак 58 утворює "пленум". Потім через освітлювальний ковпак 58 може бути нагнчене повітря для видалення більшої частини явної теплоти, що випускається флуоресцентними лампами 26, замість того, щоб пропускати в зону вирощування рослин 13 і, таким чином, ускладнювати регулювання температури зони вирощування рослин 13.

Підлога освітлювального ковпака 58 є акриловим листом 64, який є стелею зони вирощування рослин. Верхня стінка, або стеля 36, освітлювального ковпака 58 є сильно відбивним металевим матеріалом. Застосування сильно відбивного матеріалу є критично важливим оскільки, флуоресцентні лампи 26 випромінюють світло по всіх 360 градусах поверхні флуоресцентної трубки. Оскільки поверхня зростаючих рослин Р перпендикулярна флуоресцентним лампам 26, важливо, щоб світло, що випромінюється поверхнею лампи, віддаленою від листя рослини, відбивалося зворотно в напрямі листя рослини. Щоб додатково збільшити електричну ефективність системи освітлення 24, електронні баласты 60 застосовують для живлення флуоресцентних ламп 26.

Іншою критично важливою особливістю дизайну зони освітлювального ковпака є застосування вентиляторів 62 для руху явної теплоти, що випромінюється флуоресцентними лампами 26, шляхом конвекції. Ця особливість підтримує лампи 26 при оптимальній температурі повітря близько 110 градусів F. Відведення явної теплоти, що випромінюється флуоресцентними лампами 26, є енергетично ефективним, так само як мінімізування впливу на температуру повітря зони вирощування рослин 13, оскільки температуру повітря зони вирощування рослин 13 необхідно підтримувати в діапазоні 65-75 градусів F, в залежності від стадії розвитку рослини.

Критерій, що використовується при виборі флуоресцентної лампи 26, повністю оснований на ефективності перетворення лампи, як визначено в люменах на ват. Цей чинник є причиною того, чому зона вирощування рослин 30 має довжину по суті 8 футів. Таким чином, повні габарити освітлю-

вального ковпака становлять 9 футів в довжину (8 футів лампи), 4 фути завширшки і 6 дюймів у висоту.

#### Зона дренавання

Зона дренавання камери 14 розташовується під підлогою 38 зони вирощування рослин 13, і служить для збору будь-якої рідини, витікаючої із зони вирощування рослин 13, дозволяючи зручно виводити таку рідину. Збір і виведення рідини необхідні для того, щоб уникнути накопичення непотрібної рідини і, таким чином, перетворення в джерело заражень шкідливими мікробами в і навколо камери 14.

#### Освітлення системи

Система освітлення 24 складається з флуоресцентних ламп 26 і баластів 60 для переміщення ламп (Фіг.4). Флуоресцентні лампи 26, що застосовуються для забезпечення енергією випромінювання, необхідною процесом фотосинтезу рослини, є Т-8, Високопродуктивними (НО, 8 футів в довжину). Ці лампи 26 забезпечують найбільшу ефективність перетворення електрики у видиме світло з всіх комерційно доступних флуоресцентних ламп 26, як виражено терміном "люмени на ват".

Флуоресцентні лампи 26 приводяться в рух електронними баластами 60, здатними працювати в діапазоні 120-270 Вольт змінного струму. Застосування електронних баластів 60 додатково збільшує загальну ефективність системи освітлення 24 для перетворення електрики у видиме випромінювання (світло). Аналогічно, здатність баласту 60, функціонувати в діапазоні входних напруг дозволяє застосовувати системи освітлення 24 в різноманітності навколишніх середовищ. Баласты 60 розмішують у вкладенні, прикладеному до однієї із зовнішніх стін камери 14. Це знижує тепловий вплив, що виробляється баластами 60 під час їх роботи на температуру повітря в зоні вирощування рослин 13 камери 14.

Застосування комерційно доступного флуоресцентних ламп Т-8 НО 26 і електронних баластів 60 є дуже важливим критерієм дизайну, який впливає на витрати як вихідні, так і витрати на обслуговування камери для рослин 14 і електричні експлуатаційні витрати. Також застосування вентиляторів 62 для відведення явної теплоти, що випромінюється флуоресцентними лампами 26 в освітлювальному ковпаку 58, значно скорочує експлуатаційні витрати в порівнянні із застосуванням механічного охолодження для відведення явної теплоти. Ці особливості дизайну є істотними чинниками, які впливають на комерційну рентабельність використання камер з регульованими умовами середовища 14 для отримання передосновного матеріалу насінневої картоплі.

Цикл увімкнення-вимкнення системи освітлення 24 регулюється входними сигналами в комп'ютер 20, який регулює умови середовища в зоні вирощування рослин 13 камери 14. Регуляція визначає коли флуоресцентні лампи 26 увімкнені і наскільки довго протягом будь-якого 24-годинного часового циклу. Також регуляція визначає, чи увімкнена одна третина, дві третини або всі лампи 26, таким чином, визначаючи рівень енергії (світ-

ла), що випромінюється, падаючої на рослини Р, які зростають в камері 14. Здатність регулювати кількість увімкнених ламп 26 в будь-який момент, є важливою умовою для забезпечення правильного рівня або інтенсивності світла на будь-якій конкретній стадії зростання і розвитку рослини.

#### Система регулювання температури повітря

Система температури повітря 28 основана на використанні комерційно доступного кімнатного кондиціонера 30 достатньої BTU місткості, модифікованого таким чином, що температуру повітря в зоні вирощування рослин 13 можна було регулювати в діапазоні 50-86 градусів F (10-30 градусів C). Модифікації кондиціонера дозволяють кондиціонеру 30 забезпечувати охолодження зони вирощування рослин 13 до 50 градусів F, оскільки всі комерційно доступні кімнатні кондиціонери конфігуровані з обмеженням регуляції температури повітря з мінімумом 60 градусів F.

Температура повітря в зоні вирощування рослин 13 камери 14 може бути запрограмована для забезпечення різного рівня температури повітря протягом світлових і темних періодів 24-годинного циклу. Інша особливість системи температури повітря 28 стосується діапазону регуляції, який може бути пристосований в діапазоні  $\pm 1-4$  градуса F ( $\pm 0,5$  до 2 градусів C). Діапазон регуляції оснований на толерантності рослин Р на різних стадіях розвитку до певної температури повітря. Важливо, щоб температура повітря не змінювалася всередині зони зростання рослин 13, щоб сприяти рівномірному зростанню і розвитку рослин.

Жодної опції обігрівання не надано з наступних причин. Коли лампи 26 увімкнені, енергія, що випромінюється лампами 26, підвищує температуру повітря в зоні вирощування рослин 13 за межі вибраного контрольного рівня температури і, тому потрібне охолодження для підтримки вибраного контрольного рівня температури. Коли лампи 26 вимкнені, або протягом темного періоду 24-годинного циклу, зростання і розвиток рослини підвищуються при підтримці температури повітря на більш низькому рівні, ніж протягом світлового періоду. Цей денний температурний цикл досягають без застосування нагрівання для підтримки бажаних рівнів контрольних температур.

Застосування комерційно доступного кімнатного кондиціонера 30, модифікованого для регуляції температури повітря до 50 градусів F, широкий діапазон регуляції температури, і відсутність обладнання для обігрівання повітря в зоні вирощування рослин 13 значно знижує початкові витрати і витрати на обслуговування камери для рослини 14 і електричні експлуатаційні витрати. Ці особливості дизайну є істотними чинниками, які впливають на комерційну рентабельність застосування камер з регульованими умовами середовища 14 для отримання передосновного матеріалу насінневої картоплі.

#### Система атмосферної вологості

Рівень вологості повітря в зоні вирощування рослин 13 камери для рослин 14, як визначено процентом відносної вологості, регулюється за допомогою системи атмосферної вологості 32, яка включає ряд розбризкуючих сопел 28 і насос висо-

кого тиску (~80 фунт/кв.дюйм) 88, який приводиться в дію при зниженні рівня відносної вологості нижче вибраного рівня (Фіг.5). Це забезпечує водянний пил деіонізованої або дистильованої води з резервуара 86 за межами камери 14 в зону вирощування 13 камери 14, яка швидко випаровується, приводячи до збільшення процента відносної вологості процента (зволоження). Процент відносної вологості регулюють в діапазоні 50-95 процентів  $\pm 3$  до 5 процентів, в залежності від стадії розвитку рослини.

Жодні умови не надані для зменшення процента відносної вологості (осушення) при підвищенні процента відносної вологості вище певної контрольної точки. Певні контрольні точки процента відносної вологості встановлені для відображення факту, що рослини Р нечутливі до рівнів вологості вище певної контрольної точки, але дуже чутливі до рівнів вологості нижче певної контрольної точки. Ці особливості дизайну знижують витрати початкові, на обслуговування і експлуатаційні без якого-небудь негативного впливу на зростання і розвиток рослин Р в зоні вирощування 13 камери 14. Ці особливості дизайну є істотними чинниками, які впливають на комерційну рентабельність застосування камер з регульованими умовами середовища 14 для отримання мінібульб картоплі.

Система доставки поживних речовин і води

Система доставки поживних речовин і води 34 складається з ряду сопел 112, які розподіляють дрібні листові бризки на рослини Р, зростаючі в камері 14, поживного розчину з резервуара 100, що знаходиться поза камерою 14, коли насос низького тиску (~30 фунт/кв.дюйм) 102, приводиться в дію відповідно до визначеного розкладу (Фіг.6). Бризки являють собою певний поживний розчин, що містить всі важливі елементи, необхідні для підтримки зростання і розвитку рослини. Розклад дій насоса включає частоту розпилення води і поживного розчину протягом 24-годинного періоду, так само як тривалість розпилення протягом будь-якої дії.

Ця система передбачає як дії автоматичного поливу, так і удобрення рослин Р, зростаючих в камері для рослин 14. Таким чином, критичною особливістю дизайну системи доставки води і поживних речовин 34 є число і розташування сопел 112, щоб пересвідчитися, що всі рослини Р в зоні вирощування 13 камери 14 отримують адекватну кількість води і добрива протягом періоду зростання.

Композиція поживного розчину нарівні з частотою і тривалістю розбризкування змінюється для збігу з вимогами рослин Р протягом різних стадій розвитку, зростання в камерах для рослин 14 для оптимізації способів вирощування і розвитку.

Система комп'ютерного регулювання

Система комп'ютерного регулювання 20 здійснює моніторинг і реєструє умови середовища в зоні вирощування 13 камери для рослин 14 і приводить в дію або зупиняє роботу компонентів, залучених в зміну умов середовища камери (Фіг.1). Бажані умови середовища зони вирощування рослин, підтримують на певних вибраних точках за допомогою системи комп'ютерного регулювання

20. Система 20 сполучена з вимикачем мережі 16, який в свою чергу сполучений з панеллю управління камери 19 на кожній з камер 14 за допомогою Ethernet кабелів 18.

Важливою і критичною частиною системи комп'ютерного регулювання 20 є пакет програм забезпечення, встановленого в комп'ютері, яке містить інструкції для автономного моніторингу, регулювання і реєстрування умов середовища в зоні вирощування рослин 13 камери 14. Пакет програм регулювання написаний на комерційно доступній мові програмування LabVIEW® (National Instruments, Даллас, Техас, США). Пакет програм конфігурується з можливістю моніторингу, регулювання і реєстрації умов середовища багатьох камер 14 за допомогою одного комп'ютера.

Панель управління кожної камери 21 містить три Field Point® модулі 70, 72, 74 (National Instruments, Даллас, Техас, США), що приводяться в дію джерелом живлення постійного струму низької напруги (Фіг.3). Ці три модулі включають інтерфейсний модуль Ethernet мережі 70 (FP-1601), який функціонує як мікропроцесор, і служить засобом зв'язку між перемикачем мережі 16 і восьми-канальним аналогово-цифровим (A/D) перетворювальним модулем 74 (FP-AI-100), який представляє з'єднання з аналоговими датчиками 66, 68, і восьми-канальним цифровим модулем виводу даних (D/O) 72 (FP-DO-400), який представляє з'єднання з відповідним твердотільними реле 78, 80, 82, 84 для забезпечення електроенергії для приведення в дію різних компонентів, залучених в підтримку умов середовища в зоні вирощування рослин 13 камери 14. Ці три модулі 70, 72, 74 пов'язані за допомогою електричних і механічних Field Point® terminal bases, встановлених на рейці DIN.

Електрична інформація, утворена FP-1601 модулем 70, обробляється програмним забезпеченням в комп'ютері системи 20 для утворення бази даних для реєстрації: (1) температури повітря в зоні вирощування рослин 13, (2) процента відносної вологості повітря в зоні вирощування 13, (3) рівня освітленості безпосередньо під акриловою пластиковою стелею 64 зони вирощування рослин 13, (4) індикації чи увімкнені лампи 26 або вимкнені, (5) індикації чи увімкнений насос поживного розчину 102 або вимкнений, і (6) індикації чи увімкнений насос зволоження 88 або вимкнений, у вибраний момент часу. Часовий інтервал між реєстрацією цих параметрів може бути заздалегідь вибраний, починаючи з одноквилинного до будь-якого бажаного інтервалу, такого як кожні 10 хвилин. Таким чином, отриманий запис представляє стан параметрів в той момент часу, коли дані надані програмному забезпеченню.

Сигнали, утворені FP-DO-400 модулем 72, використовують для приведення в дію твердотільних реле 78, 80, 82, 84 для забезпечення електроенергії для увімкнення або однієї третини, або двох третей або всіх флуоресцентних ламп 26, вентиляторів 62 в освітлювальному ковпаку 58, одиниць кондиціонування повітря 30 і насосів 88, 102 в системах доставки вологості і поживних речовин 32, 34 відповідно. Твердотільні реле 78, 80, 82, 84



приводяться в дію сигналом постійного струму низької напруги (~5 Вт), але можуть забезпечувати 120 або 240 Вольт змінного струму і до 18 ампер електроенергії до різних одиниць навантаження.

Застосування комерційно доступної технології Field Point® як частини системи комп'ютерного регулювання 20 сильно знижує відношення шуму до сигналу, що є загальною і серйозною проблемою в багатьох комп'ютерних підходах регуляції. Ця особливість дизайну підвищує надійність функцій моніторингу і регулювання, так важливих відносно підтримки бажаних умов середовища в зоні вирощування рослин 13 камери 14. Ця особливість Field Point® модулів 70, 72, 74 очевидно знижує можливість помилок регулювання, які могли б мати серйозні негативні наслідки на виживанні рослин Р в камері 14 і на комерційній рентабельності системи 10 для отримання цінних рослинних матеріалів.

Твердотілий датчик відносної вологості і температури 66 (InterCap® Humidity and Temperature Probe HMP 50, Vaisala Oyj., Хельсінкі, Фінляндія), розташований в зоні вирощування рослин 13 камери 14. Сигнал постійного струму, що виходить з цього датчика 66, передає сигнал FP-AI-100 модулю 74 для моніторингу і регулювання процента відносної вологості і температури повітря в зоні вирощування 13 камери 14. Кремнієвий фотодіод 68 застосовують для моніторингу рівня освітленості в зоні вирощування 13 камери для рослин 14, коли лампи 26 увімкнені. Ці датчики 66, 68 розташовані в зоні вирощування 13 камери для рослин 14, таким чином, щоб забезпечити представницьку індикацію спостережуваних і регульованих умов середовища.

Способи культивування рослин

Способи культивування, що застосовуються при вирощуванні передосновного матеріалу насінневої картоплі, який може бути застосований для отримання високоякісного, що не містить хвороботворних мікроорганізмів насіння для комерційних виробників картоплі, в науковій літературі відносять до походження з живців "материнських" рослин. Істотною відмінністю між літературою, що приводиться, і описаним є вирощування живців в камерах з регульованими умовами середовища 14, а не в оранжереї або будівлі сортування. Схематичний опис способу отримання великих кількостей передосновного матеріалу насінневої картоплі із застосуванням способів цього винаходу приведений на Фіг.7.

Культивування "материнських" рослин картоплі

"Материнські" рослини картоплі МР отримують з паростків тканинних культур, отриманих від організацій, які регулярно виробляють такі паростки різних сортів картоплі. Такі паростки екстенсивно тестували, щоб пересвідчитися, що вони не містять хвороботворних мікроорганізмів. Паростки тканинних культур вирощують в плоских контейнерах 15 (лотках), що містять ґрунт у вигляді суміші торфу, грубого садового вермікуліту і перліту, взятих в співвідношенні 1:2:1 (по об'єму). Плоскі контейнери 15 переміщують в камеру з регульованими умовами середовища 14. Температуру повітря

в зоні вирощування 13 камери 14 підтримують при  $77 \pm 3$  градуси F (25 градусів C) протягом світлового періоду і, таким чином, щоб вона не перевищувала 68 градусів F (20 градусів C) протягом темного періоду. Світловий період має тривалість 16 годин, темний період має тривалість 8 годин. Протягом першого тижня рівень освітлення складає одну третину флуоресцентних ламп (низький рівень освітлення), дві третини флуоресцентних ламп 26 протягом другого тижня (середній рівень освітлення), потім всі флуоресцентні лампи 26 (повний рівень освітлення). Процент відносної вологості повітря в зоні вирощування рослин 13 камери 14, підтримують протягом перших п'яти днів, таким чином, щоб не знизити нижче 80 процентів. Після п'ятиденного періоду процент відносної вологості підтримують, таким чином, щоб не знизити нижче 60 процентів і протягом світлових і протягом темних періодів.

Листова підгодівлі поживним розчином застосовують з шестигодинним інтервалом протягом світлового періоду і однократно протягом темного періоду. Підгодівля має тривалість 20 секунд. Поживний розчин має наступну композицію:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , 590 мг;  $\text{KNO}_3$ , 253 мг;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 246 мг;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 136 мг;  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , 68 мг;  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , 1,4 мг;  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , 1,0 мг;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 0,04 мг;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 0,1 мг;  $\text{MoO}_3$ , 0,008 мг; хелату заліза (14%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), 50 мг; в літрі дистильованої води, доведеної до pH 5,5 за допомогою 0,05 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Ця програма культивування рослин сприяє і стимулює зростання стеблини "материнських" рослин МР швидше, ніж бульбоутворення. Приблизно через 4 тижні "материнські" рослини МР будуть мати стеблини довжиною 20-30 см. Ці стеблини за допомогою стерильних ріжучих інструментів ділять на живці 114 приблизно довжиною 5 см, кожний живець 114 має щонайменше один вузол. Після видалення стеблин материнські рослини продовжують культивувати в регульованих умовах середовища так, щоб можна було отримати повторний "урожай" живців 114 з тих же самих "материнських" рослин МР, оскільки умови середовища, особливо тривалість світлового періоду, підтримують рослини Р у вегетативному стані швидше, ніж у стані утворення бульб. Таким чином, множина живців 114 може бути отримана з мінімальної кількості паростків тканинної культури, приводячи до значного скорочення експлуатаційних витрат.

Культивування шматочків стеблин (живців) для отримання насінневої картоплі

Як живці 114 від «материнських» рослин МР беруть нижню частину стеблин, яку занурюють на 15 хвилин в розчин, стимулюючий розвиток додаткового коріння. Композиція цього розчину, стимулюючого зростання коріння, містить: 20 м.ч. (мільйонних частин) індол-3-масляної кислоти (IBA), зов. м.ч. 1-нафталіноцтової кислоти (NAA), 400 м.ч. тіаміну гідрохлориду (В-1) і 1000 м.ч.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Живці 114 потім висаджують, використовуючи стерильні інструменти, в лотки 15, наповнені торфовим матеріалом для вкорінення, грубим садовим вермікулітом і перлітом (1/2/1 частини по об'єму). Живці 114 розташовують на відстані 2 дюйма (5 см) один від одного в лотках.

Лотки 15 з живцями 114 вміщують в камери з регульованими умовами середовища 14. Температура повітря в зоні вирощування рослин 13 камер 14 регулюють, щоб підтримувати  $68 \pm 4$  градусів F (20 градусів C) протягом світлового періоду і так, щоб вона не перевищувала 68 градусів F (20 градусів C) протягом темного періоду. Світловий період має тривалість 12 годин, і темний період 12 годин. Протягом першого тижня рівень освітлення складає одну третину флуоресцентних ламп (низький рівень освітлення), дві третини флуоресцентних ламп 26 протягом другого тижня (середній рівень освітлення). У кінці другого тижня рівень освітлення збільшують до всіх флуоресцентних ламп 26 (повний рівень освітлення). Процент відносної вологості повітря в зоні вирощування рослин 13 камери 14, підтримують протягом перших п'яти днів, таким чином, щоб не знизити нижче 80 процентів. Протягом наступних п'яти днів процент відносної вологості підтримують, таким чином, щоб не знизити нижче 70 процентів і протягом світлих і протягом темних періодів.

Листові підгодівлі поживним розчином застосовують з шестигодинним інтервалом протягом світлового періоду і однократно протягом темного періоду. Підгодівля має тривалість 20 секунд. Поживний розчин має наступну композицію:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , 590 мг;  $\text{KNO}_3$ , 253 мг;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 246 мг;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 150 мг;  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , 68 мг;  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , 1,4 мг;  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , 1,0 мг;  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 0,04 мг;  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 0,1 мг;  $\text{MoO}_3$ , 0,008 мг; хелату заліза (14%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), 50 мг; в літрі дистильованої води, доведеної до pH 5,5 за допомогою 0,1 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

У кінці тритижневого періоду вирощування і протягом наступних п'яти тижнів, температуру повітря в зоні вирощування рослин 13 камери 14 підтримують на  $68 \pm 3$  градуси F (20 градусів C) протягом світлового періоду і  $50 \pm 3$  градуси F (10 градусів C) протягом темного періоду. Рівень освітлення забезпечується всіма флуоресцентними лампами 26. Тривалість світлового періоду становить 12 годин, і темного періоду становить 12 годин.

Листову підгодівлю водною сумішшю 15 м.ч. анцімідолу і 10 м.ч. кінетину роблять протягом третього тижня і четвертого тижня для посилення ініціювання бульбоутворення і розвитку бульб 116. Бульби 116 збирають після семи - восьми тижневого періоду вирощування.

Потрібно зазначити, що описані тут конкретні варіанти способу культивування, надані як приклад і можуть бути модифіковані для різних сортів картоплі для оптимізації кількості і розміру бульб, що збираються в кінці періоду вирощування. Ці

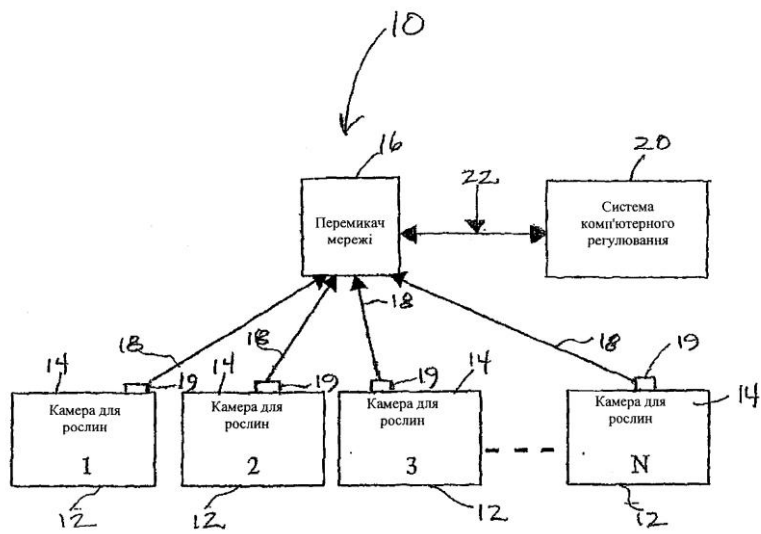
модифікації, передусім, будуть стосуватися частоти і тривалості листового нанесення води і поживного розчину і композиції водного розчину для листового нанесення, що застосовується для посилення бульбоутворення.

Через 50-60 днів від початку циклу зростання, в залежності від конкретного сорту картоплі, бульби 116 збирають і вміщують для зберігання в умовах, необхідних для виведення бульб з стану спокою і утворення очок перед висадженням в полі. Тривалість і умови зберігання варіюють в залежності від сорту картоплі.

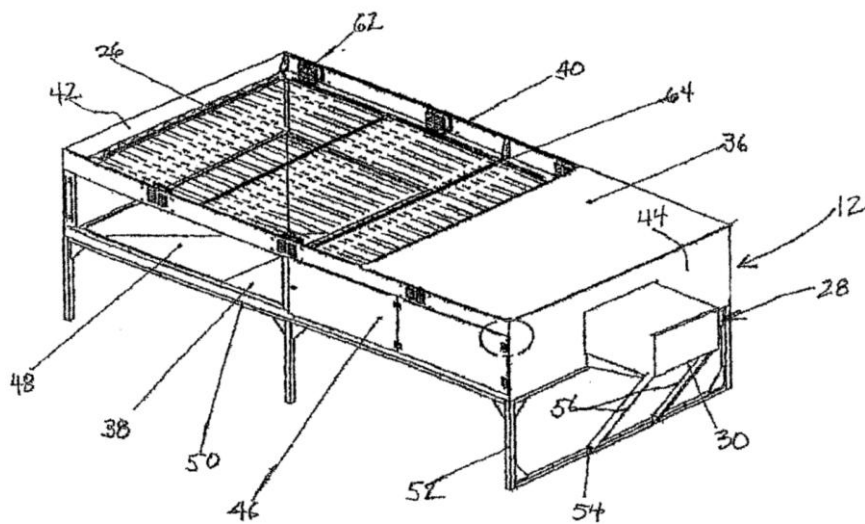
Бульби 116, отримані в камерах з регульованими умовами середовища 14, послідовно висаджують в полі 118 для початкового розмноження. За продукційними полями ретельно спостерігають і обробляють, як потрібно для боротьби проти хвороб і зараження комахами цих полів. Специфічні регульовані обробки залежать від географічного розташування поля і природи зараження комахами або хворобами. Бульби 116, що збираються з цих польових посадок, називають запасами насінневої картоплі "FG-1" і, наприклад, можуть бути порівнянні з "Елітним Фондом Насіння", що отримується в програмі Wisconsin Seed Potato Certification. FG-1 бульби 116 висаджують в полі 118 для отримання достатньої кількості бульб 116, які можуть бути продані як матеріал насінневого запасу виробникам картоплі. Бульби 116, що збираються з другого польового розмноження, називають запасами насінневої картоплі "FG-2". FG-2 бульби 116 порівнянні за якістю з традиційним посівним фондом, доступними насінникам, але будуть маркіровані як "сертифіковане сім'я".

Критичною важливістю відносно ефективності способу, сформульованого вище, володіє здатність системи 10 безперервно здійснювати моніторинг і реєструвати температуру, вологість і присутність світла в кожній камері 14 за допомогою датчиків 66, 68, і потім реактивно і безперервно регулювати реле освітлення, температури, доставки вологості і поживних речовин 78, 80, 82, 84 і пов'язані з ними системи 24, 28, 32, 34 в залежності від конкретного сорту картоплі.

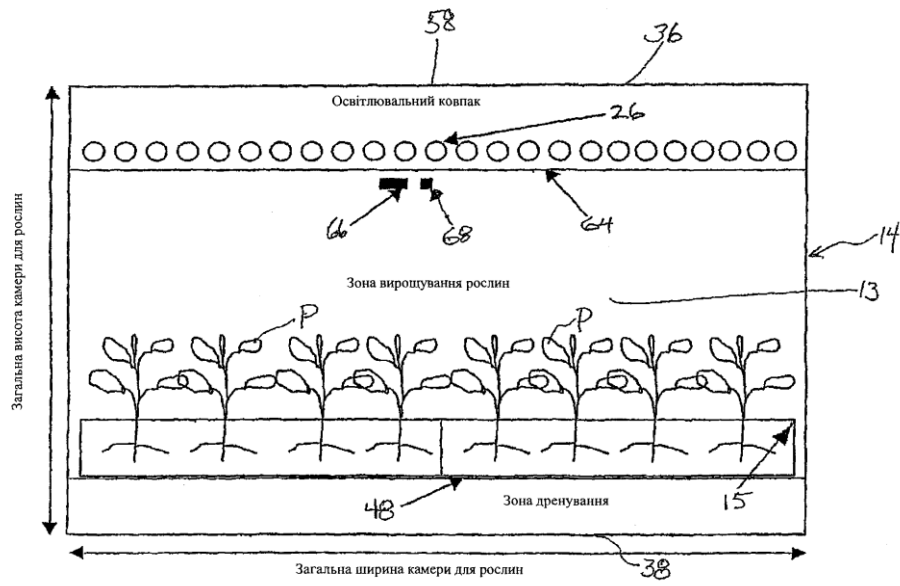
У той час як винахід було описано з посиланням на переважний варіант здійснення, фахівці в галузі техніки оціняють, що певні заміни, зміни і опущення можуть бути зроблені, не відступаючи від його суті. Відповідно, попередній опис призначається тільки для ілюстрації, але не обмеження об'єму винаходу, визначеного в прикладній формулі.



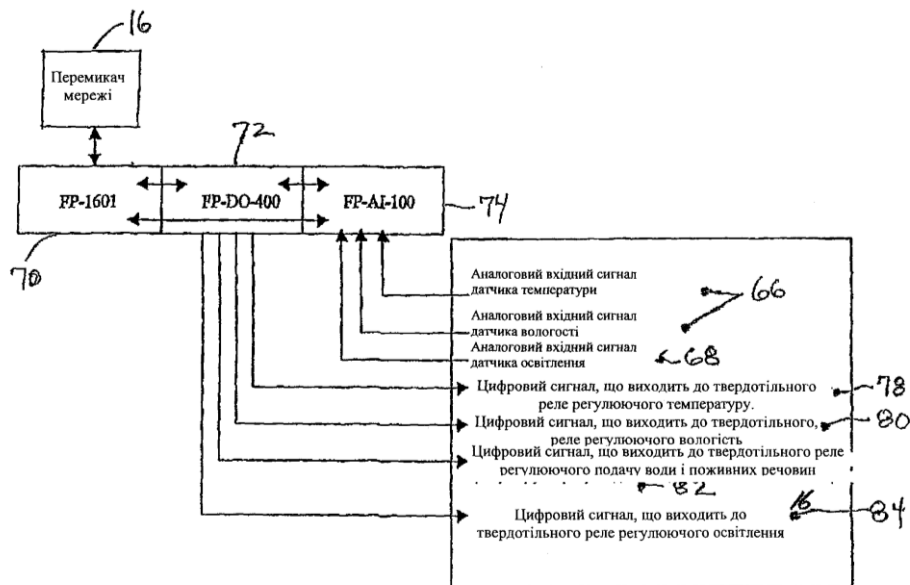
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 2А



Фіг. 3

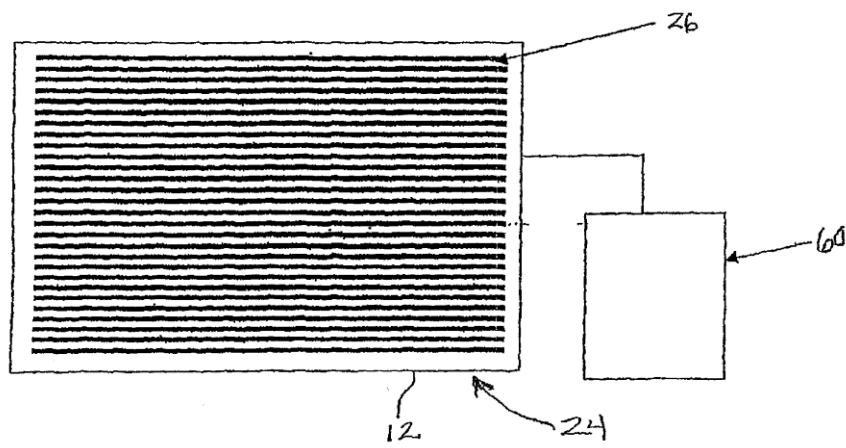


Fig. 4

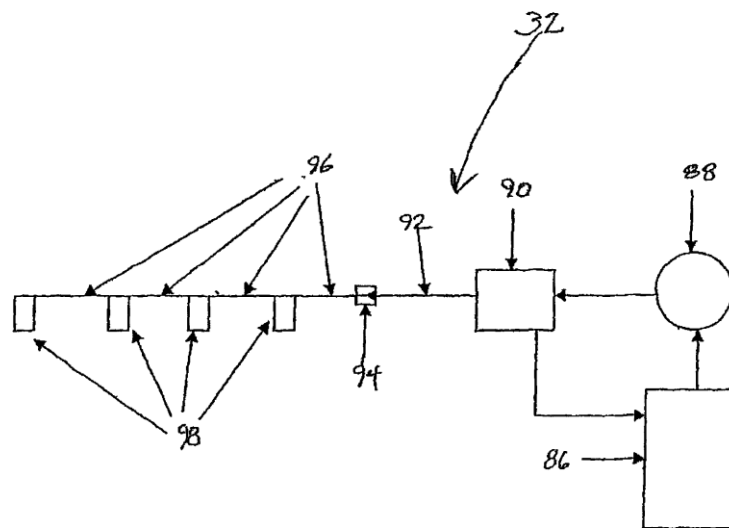


Fig. 5

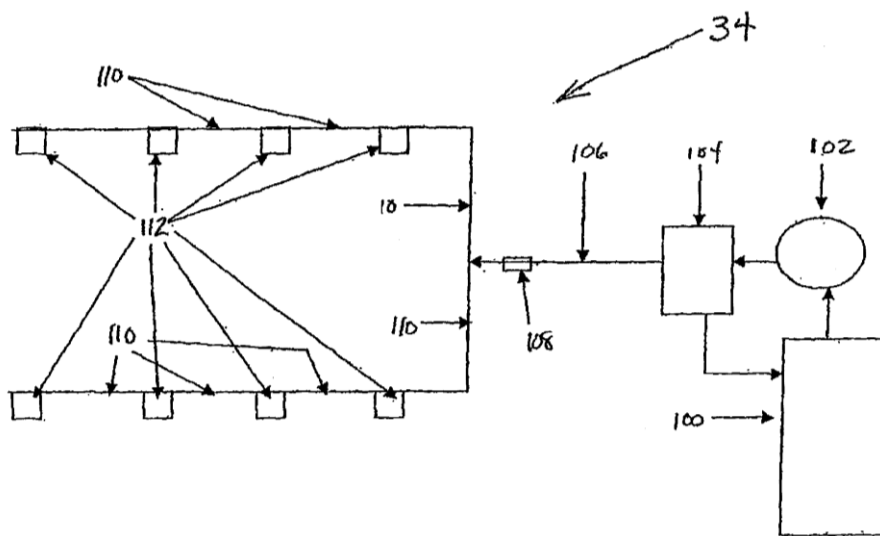


Fig. 6

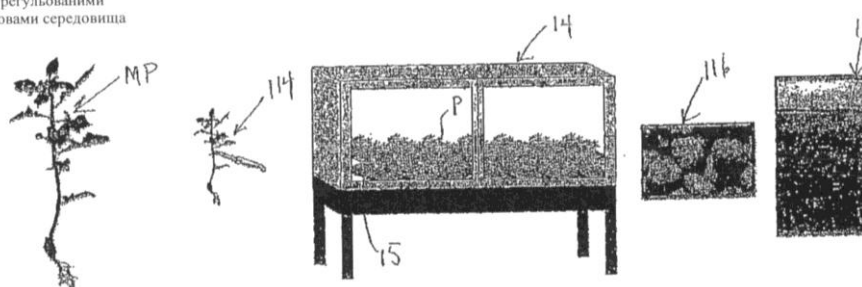
Материнські рослини з паростків тканинної культури, вирощені в камерах з регульованими умовами середовища

Шматочки з двома вузлами від материнської рослини

Шматочки, вирощені в камерах з регульованими умовами середовища

Мінібульби, отримані з шматочків

Полеве розмноження мінібульб



Фіг. 7