



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41591 (13) A

(51) 6 C12N5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) СПОСІБ ОПТИМІЗАЦІЇ БАГАТОКОМПОНЕНТНОЇ СУМІШІ ДЛЯ КУЛЬТИВУВАННЯ РОСЛИН

1

2

(21) 2000095342

(22) 18.09.2000

(24) 17.09.2001

(46) 17.09.2001, Бюл. № 8, 2001 р.

(72) Башкатов В'ячеслав Григорович, Глухов  
Олександр Захарович, Торохова Ольга  
Миколаївна, Жуков Сергій Петрович(73) ДОНЕЦЬКИЙ БОТАНІЧНИЙ САД  
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ(57) Спосіб оптимізації багатокомпонентної суміші  
для культивування рослин, який складається з  
двох етапів визначення оптимальної величини ко-  
жного компонента і співвідношення компонентів у  
живильній суміші, що забезпечують максимальний  
прояв реєструємої ознаки рослини, який відрізня-  
ється тим, що на першому етапі визначають опти-

мальне співвідношення компонентів суміші по мак-  
симальній величині відгуку реєструємої ознаки ро-  
слини на множинну градацію кожного компонента  
живильної суміші, при незмінних величинах інших  
компонентів, а на другому етапі визначають опти-  
мальну величину кожного компонента по максима-  
льній величині відгуку реєструємої ознаки рослини  
на множинну градацію компонентів живильної су-  
міші, узятих у оптимальному співвідношенні, при  
цьому кількість досліджень визначається за фор-  
мулою:

$$M = \Gamma \cdot K$$
, де

N - кількість досліджень;

 $\Gamma$  - кількість градацій кожного компонента;

K - кількість компонентів у живильній суміші.

Запропонований винахід відноситься до біоте-  
хнології, а саме до інтродукції рослин та їх вирощування у тепличному та оранжерейному гос-  
подарствах.

Відомий спосіб оптимізації живильної суміші  
для культивування рослин у багатofакторному  
експерименті, який складається з двох етапів. На  
першому етапі визначають характер залежності  
ознаки рослини, що реєструють, від величини ко-  
жного компонента у живильній суміші, використо-  
вуючи можливі сполучення компонентів у суміші, при  
цьому кількість досліджень визначається степене-  
вою функцією за формулою:

$$N = \Gamma^K$$
 де

N - кількість досліджень;

 $\Gamma$  - кількість градацій;

K - кількість компонентів у живильній суміші.

На другому етапі знаходять оптимальну вели-  
чину компонентів і їх співвідношення - за максима-  
льною величиною реєструємої ознаки рослини,  
яка визначається у експерименті з множинною гра-  
дацією компонентів.

До недоліків цього способу відноситься мож-  
ливість його використання тільки для невеликої кі-  
лькості (5-10) компонентів, збільшення їх кількості  
призводить до різкого збільшення кількості необ-  
хідних досліджень, а ці показники, що зв'язані сте-

пеневою функцією їх визначення, вимагають потуж-  
ної обчислювальної техніки, але, навіть при її на-  
явності, можливо оптимізувати не більш 15 компо-  
нентів.

В основу винаходу поставлене завдання вдос-  
коналення способу оптимізації багатокомпонентної  
живильної суміші для культивування рослин, в яко-  
му здійснення способу реалізують у два етапи,  
причому на першому етапі визначають оптималь-  
не співвідношення компонентів за максимальною  
величиною ознаки рослини на множинну градацію  
кожного компонента живильної суміші, при незмін-  
них величинах інших компонентів, а на другому  
етапі - визначають оптимальні величини кожного  
компонента за максимальною величиною відгуку  
реєструємої ознаки рослини на множинну града-  
цію усіх компонентів живильної суміші, які беруть-  
ся у оптимальному співвідношенні і забезпечують  
вимагаємий компонентний комплекс, при якому  
досягається максимальне виявлення реєструємої  
ознаки рослини, цим забезпечується зменшення  
кількості досліджень, необхідних для оптимізації  
компонентного складу суміші, значно збільшується  
кількість компонентів (до 30-40), що оптимізують,  
спосіб не потребує використання потужної обчис-  
лювальної техніки.

Поставлене завдання вирішується тим, що у

(13) A

(11) 41591

(19) UA

способі оптимізації багатокомпонентної живильної суміші для культивування рослин, який включає два етапи визначення оптимальної величини кожного компонента та співвідношення компонентів у живильній суміші, що забезпечують максимальне виявлення ознаки рослини, яку реєструють, згідно з винаходом, передбачені наступні зміни

- на першому етапі визначають оптимальне співвідношення компонентів - за максимальною величиною відгуку реєструємої ознаки рослини на множинну градацію кожного компонента живильної суміші, при незмінних величинах інших компонентів,

- на другому етапі визначають оптимальну величину кожного компонента - за максимальною величиною реєструємої ознаки рослини на множинну градацію усіх компонентів живильної суміші, які беруться у оптимальному співвідношенні,

- кількість досліджень визначають за формулою

$$N = \Gamma K, \text{ де}$$

N - кількість досліджень,

$\Gamma$  - кількість градацій кожного компонента,

K - кількість компонентів у живильній суміші

Проведені патентні дослідження довели, що ні в патентній документації, ні в науково-технічній літературі немає відомостей про способи оптимізації багатокомпонентних живильних сумішей для культивування рослин, охарактеризованих таким чином, як у формулі винаходу способу, що заявляється, і це дає підстави його відповідності критерію патентоздатності «новизна»

Зіставлений аналіз способу, що заявляється, з відомими у даній галузі, у тому числі і з прототипом, вказує на суттєві переваги способу оптимізації багатокомпонентної живильної суміші для культивування рослин, в якому спосіб здійснюється у два етапи, при цьому на першому етапі визначають оптимальне співвідношення компонентів за максимальною величиною відгуку ознаки рослини на множинну градацію кожного компонента живильної суміші, при незмінних величинах інших компонентів, а на другому етапі визначають оптимальну величину кожного компонента за максимальною величиною реєструємої ознаки рослини на множинну градацію усіх компонентів живильної суміші, взятих у знайденому співвідношенні, цим забезпечується необхідний компонентний комплекс, при якому досягається максимальне виявлення реєструємої ознаки рослини, при цьому зменшується кількість досліджень, необхідних для оптимізації суміші, значно збільшується кількість оптимізуємих компонентів (до 30-40), спосіб не вимагає потужної обчислювальної техніки. Досягнені переваги вказують на те, що вирішуване завдання виконано на винахідницькому рівні, оскільки воно не витікає очевидним образом з відомих в цій галузі рішень, а тому відповідає критерію патентоздатності «винахідницький рівень»

Спосіб реалізується наступним чином. Рослину можна уявити у вигляді складної системи взаємозв'язаних біохімічних процесів, що уявляють собою потоки речовин усередині організму. Злагоджена робота цієї системи забезпечується надходженням необхідних речовин (так званих вхідних потоків) із зовнішнього середовища, які беруться у

необхідному співвідношенні компонентів і при достатній величині кожного компонента. Ці показники контролюються величиною відгуку реєструємої ознаки рослини. Відхилення співвідношення компонентів суміші та величини кожного компонента від оптимального значення призводить до зниження величини реєструємої ознаки рослини

Реалізацію способу можна простежити на оптимізації живильної суміші для культивування проростків райграсу пасовищного в умовах вегетації на водно-піщаній культурі. Для цього завчасно проросле насіння рослини висівають у склянки, заповнені кварцовим піском, промитим проточною дистильованою водою. У кожену склянку висівають 10 насін'я, а кількість склянок залежить від кількості досліджень для отримання оптимальної живильної суміші і визначається за формулою

$$N = \Gamma K \text{ де}$$

N - кількість досліджень - 30,

$\Gamma$  - кількість градацій - 10,

K - кількість компонентів (солей) у живильній суміші - 3

Склад суміші для проростків райграсу - іони  $\text{Ca}$ ,  $\text{NO}_3$ , K,  $\text{H}_2\text{PO}_4$ , Mg,  $\text{SO}_4$ , які вводять в суміш у вигляді трьох солей: нітрат кальцію чотириводний  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , фосфат калію однозаміщений  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , сульфат магнію семиводний  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Кількість ступенів градацій кожної солі дорівнює 10 (по 5 градацій на один іон). Таким чином заповнюють 30 склянок пророслим насінням райграсу і нумерують їх послідовно, як варіанти дослідження, та розташовують у камері з освітленням 6000 лк, при температурі 22° C

Початкова живильна суміш містить  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  - 4 ммоль,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  - 5,4 ммоль,  $\text{MgSO}_4$  - 1,3 ммоль

Дослідження проводять у два етапи. На першому етапі визначають оптимальне співвідношення компонентів за максимальною величиною реєструємої ознаки рослини (у даному випадку заміряють висоту проростків райграсу) на множинну градацію кожного компонента (солі), при незмінних величинах концентрації інших компонентів живильної суміші

В таблиці 1 показано вміст живильної суміші за 30 варіантами дослідів

Таблиця 1. Схема першого дослідів по визначенню оптимального співвідношення компонентів у живильній суміші

Варіанти дослідів	Складові суміші		
	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , ммоль	$\text{KH}_2\text{PO}_4$ , ммоль	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , ммоль
1	2	3	4
1	4,0	5,4	1,3
2	3,5	5,4	1,3
3	3,1	5,4	1,3
4	2,7	5,4	1,3
5	2,2	5,4	1,3
6	1,8	5,4	1,3
7	1,3	5,4	1,3
8	0,9	5,4	1,3
9	0,5	5,4	1,3
10	0,0	5,4	1,3
11	4,0	4,8	1,3

12	4,0	4,8	1,3
13	4,0	4,2	1,3
14	4,0	3,6	1,3
15	4,0	3,0	1,3
16	4,0	2,4	1,3
17	4,0	1,8	1,3
18	4,0	1,2	1,3
19	4,0	0,6	1,3
20	4,0	0,0	1,3
21	4,0	5,4	1,3
22	4,0	5,4	1,2
23	4,0	5,4	1,1
24	4,0	5,4	0,9
25	4,0	5,4	0,7
26	4,0	5,4	0,6
27	4,0	5,4	0,5
28	4,0	5,4	0,3
29	4,0	5,4	0,2
30	4,0	5,4	0,0

На 11-й день вегетації заміряють висоту проростків, обчислюють середнє значення у кожній склянці і використовують цей показник як реєстру-єму ознаку рослини при побудові графіків відгуку висоти проростків на градацію одного з компонентів (іонів солей) живильної суміші. На фіг. 1 графік показує відгук висоти проростків райграсу на градацію іонів солі сульфату магнію, на фіг. 2 графік показує відгук висоти проростків райграсу на градацію іонів солі нітрату кальцію, на фіг. 3 графік показує відгук висоти проростків райграсу на градацію іонів солі фосфату калію.

Кожен графік показує величину компонента у оптимальному (необхідному рослині) співвідношенні з другими компонентами у суміші, де кожному іону одній з солей відповідає своя вершина на осі абсцис. Так з графіків 1,2,3 видно, що оптимальна концентрація для окремих іонів дорівнює: Ca - 2 ммоль, NO<sub>3</sub> - 6, K - 2, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> - 3, Mg - 1, SO<sub>4</sub> - 0,5.

На підставі цих величин визначається оптимальне співвідношення компонентів, які наведені у таблиці 2.

Іон	Ca <sup>++</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Mg <sup>++</sup>	SO <sub>4</sub>
Концентрація, ммоль	2	6	2	3	1	0,5
Оптимальне співвідношення	4	12	4	6	2	1

В таблиці 2 у першому рядку зображена концентрація іонів кожної солі живильної суміші, а в другому - оптимальне співвідношення кожного компонента у суміші, яке обчислене за мінімальним значенням градації іону SO<sub>4</sub>.

Отримані оптимальні співвідношення компонентів у суміші використовують при визначенні оптимальної величини концентрації компонентів (іонів

солей) у живильному розчині. Враховуючи оптимальне співвідношення компонентів з таблиці 2, складають схему досліду по визначенню відгуку висоти проростків райграсу на градацію всього компонентного комплексу живильної суміші, що відображена у таблиці 3, де у першому варіанті досліду беруть мінімальне значення кожного компонента (іона солі) і далі, у кожному наступному варіанті, збільшують у декілька разів кожний показник, додержуючись пропорції співвідношення компонентів у суміші.

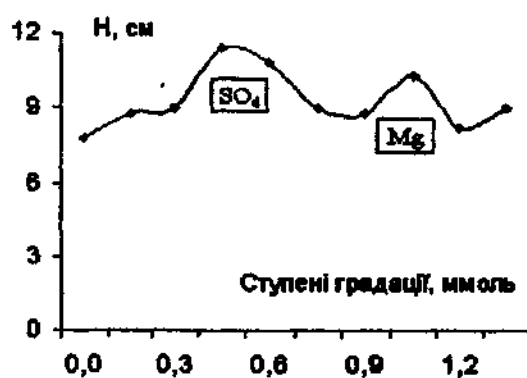
Ступені градації	Концентрація іонів, ммоль						Сумарна концентрація, ммоль
	Ca <sup>++</sup>	NO <sub>3</sub>	K <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Mg <sup>++</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>++</sup>	
1	0,4	1,2	0,4	0,6	0,2	0,1	2,9
2	0,8	2,4	0,8	1,2	0,4	0,2	6,2
3	1,6	4,8	1,6	2,4	0,8	0,4	11,6
4	8,0	24,0	8,0	6,0	4,0	2,0	52,0
5	16,0	48,0	16,0	24,0	8,0	4,0	116,0
6	24,0	96,0	24,0	48,0	16,0	8,0	216,0
Співвідношення	4	12	4	6	2	1	

На підставі даних таблиці 3 будують графік (фіг. 4) де на осі абсцис відображені ступені градації (концентрації компонентного комплексу суміші), а на осі ординат - відгук висоти проростків райграсу на відповідну концентрацію компонентного комплексу живильної суміші.

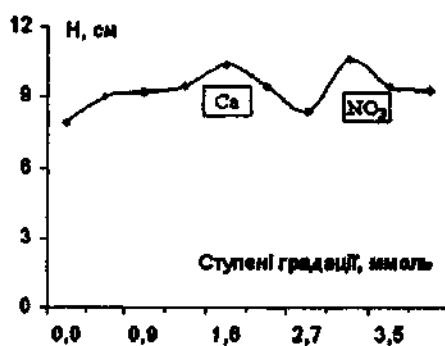
Як видно з побудованої на підставі цих даних кривої графіка, вершина її відповідає третьому ступеню градації (концентрації) компонентного комплексу - 11,6 ммоль.

Таким чином, оптимальна багатокомпонентна суміш для культивування райграсу, відповідає третьому ступеню градації і дорівнює 11,6 ммоль, у тому числі: Ca - 1,6 ммоль, NO<sub>3</sub> - 4,8 ммоль, K - 1,6 ммоль, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> - 2,4 ммоль, Mg - 0,8 ммоль, SO<sub>4</sub> - 0,4 ммоль.

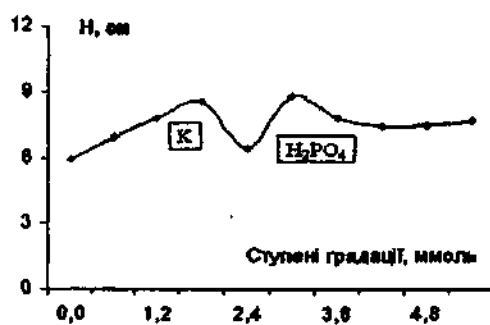
Застосування запропонованого способу оптимізації багатокомпонентної живильної суміші для культивування рослин дозволить забезпечити зменшення кількості досліджень, необхідних для оптимізації компонентного складу живильної суміші, значно збільшити кількість компонентів, що досліджують (до 30 - 40 проти 10 - 15 компонентів, які максимально можна досліджувати за способом, що взятий за прототип). Спосіб не потребує використання потужної обчислювальної техніки.



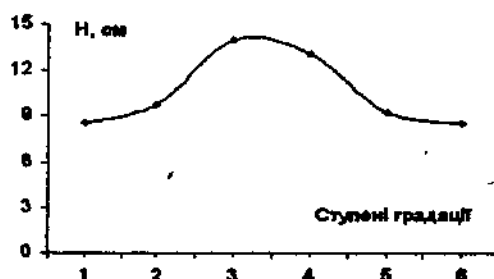
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4