



(19) MD (11) 2 409 (13) C2
(51) МПК 7 C 12 N 1/12

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО
РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА ПО ОХРАНЕ
ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ВЫДАННЫЙ ПАТЕНТ**

(21), (22) Заявка: а 2001 0258, 10.08.2001

(47) Дата выдачи патента: 31.10.2004

(71) Заявитель:

УНИВЕРСИТАТЯ ДЕ СТАТ ДИН МОЛДОВА, MD

(72) Изобретатель:

БУЛЬМАГА Валентина, MD,

КИРИЯК Татиана, MD,

РУДИК Валериу, MD,

ГУЛЯ Аурелиан, MD

(73) Патентовладелец:

УНИВЕРСИТАТЯ ДЕ СТАТ ДИН МОЛДОВА, MD

(54) Способ культивирования цианобактерии *Spirulina platensis*

(57) Реферат:

Изобретение относится к биотехнологии, в частности к способу культивирования цианобактерии *Spirulina platensis*.

Способ культивирования цианобактерии *Spirulina platensis* включает посев спирулины на питательную среду, содержащую следующие компоненты, г/л: NaHCO_3 - 16,80, $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - 0,50, NaNO_3 - 2,50, NaCl - 1,00, K_2SO_4 - 0,50, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - 0,04, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,20, H_3BO_3 - 0,00286, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - 0,00181, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - 0,00008, MoO_3 - 0,000015, FeSO_4 - 0,01, EDTA - 0,08 и воду; культивирование ее при освещении 15...24 тыс. эрг/см² и температуре

35±1°C, добавление в питательную среду на третий день культивирования одно из координационных соединений: $[\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{Zn}(\text{CH}_2\text{ClCOO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{Zn}(\text{CH}_2\text{BrCOO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{Zn}(\text{CHBr}_2\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{Zn}(\text{CCl}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{Zn}(\text{CBr}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, после чего культивирование осуществляют еще три дня.

Результат изобретения заключается в увеличении продуктивности спирулины и в повышении содержания аминокислот и пептидов в биомассе.

П. формулы: 1



(19) **MD** ⁽¹¹⁾ **2 409** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **C 12 N 1/12**

STATE AGENCY ON INDUSTRIAL
PROPERTY PROTECTION OF THE
REPUBLIC OF MOLDOVA

(12) **ISSUED PATENT FOR INVENTION**

(21), (22) Application: a 2001 0258, 10.08.2001

(47) Date of issue of the patent: 31.10.2004

(71) Applicant:

UNIVERSITATYA DE STAT DIN MOLDOVA, MD

(72) Inventor:

BULIMAGA Valentina, MD,

KIRIAK Tatiana, MD,

RUDIK Valeriu, MD,

GULYA Aurelian, MD

(73) Proprietor:

UNIVERSITATYA DE STAT DIN MOLDOVA, MD

(54) **Process for cultivation of cyanobacterium *Spirulina platensis***

(57) **Abstract:**

The invention refers to biotechnology, in particular to a process for cultivation of cyanobacterium *Spirulina platensis*.

The process for cultivation of cyanobacterium *Spirulina platensis* includes seeding of spirulina on a nutrient medium, containing the following components, g/L: NaHCO₃ – 16,80, K₂HPO₄ – 0,50, NaNO₃ – 2,50, NaCl – 1,00, K₂SO₄ – 0,50, CaCl₂·6H₂O – 0,04, MgSO₄·7H₂O – 0,20, H₃BO₃ – 0,00286, MnCl₂·4H₂O – 0,00181, CuSO₄·5H₂O – 0,00008, MoO₃ – 0,000015, FeSO₄ – 0,01, EDTA – 0,08 and water; cultivation thereof at the illumination of 15...24 thousand erg/cm² and the

temperature of 35±1°C, addition on the third day of cultivation in the nutrient medium of one of the coordinative

compounds: [Zn(CH₃COO)₂·4H₂O], [Zn(CH₂ClCOO)₂·4H₂O], [Zn(CH₂BrCOO)₂·4H₂O], [Zn(CHBr₂COO)₂·4H₂O], [Zn(CCl₃COO)₂·4H₂O], [Zn(CBr₃COO)₂·4H₂O], afterwards the cultivation is carried out three days more.

The result of the invention consists in increasing the spirulina productivity and in enhancing the peptide and amino acid content in the biomass.

Claims: 1



(19) MD (11) 2 409 (13) C2
(51) ⁷ C 12 N 1/12

AGENȚIA DE STAT PENTRU PROTECȚIA
PROPRIETĂȚII INDUSTRIALE A REPUBLICII
MOLDOVA

(12) BREVET DE INVENȚIE ELIBERAT

(21), (22) a 2001 0258, 10.08.2001

(47) Data eliberării brevetului: 31.10.2004

(71) UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD

(72) BULIMAGA Valentina, MD,
CHIRIAC Tatiana, MD,
RUDIC Valeriu, MD,
GULEA Aurelian, MD

(73) UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA, MD

(54) Procedeu de cultivare a cianobacteriei *Spirulina platensis*

(57) Invenția se referă la biotehnologie, în particular la un procedeu de cultivare a cianobacteriei *Spirulina platensis*.

Procedeul de cultivare a cianobacteriei *Spirulina platensis* include însămânțarea spirulinei pe un mediu nutritiv, ce conține următoarele componente, g/L: NaHCO₃ - 16,80, K₂HPO₄·3H₂O - 0,50, NaNO₃ - 2,50, NaCl - 1,00, K₂SO₄ - 0,50, CaCl₂·6H₂O - 0,04, MgSO₄·7H₂O - 0,20, H₃BO₃ - 0,00286, MnCl₂·4H₂O - 0,00181, CuSO₄·5H₂O - 0,00008, MoO₃ - 0,000015, FeSO₄ - 0,01, EDTA - 0,08 și apă; cultivarea ei la iluminare de

15...24 mii erg/cm² și temperatura de 35±1°C, adăugarea la a treia zi de cultivare în mediul nutritiv a unuia din compușii coordinați: [Zn(CH₃COO)₂·4H₂O], [Zn(CH₂ClCOO)₂·4H₂O], [Zn(CH₂BrCOO)₂·4H₂O], [Zn(CHBr₂COO)₂·4H₂O], [Zn(CCl₃COO)₂·4H₂O], [Zn(CBr₃COO)₂·4H₂O], după ce cultivarea se efectuează încă trei zile.

Rezultatul invenției constă în creșterea productivității spirulinei și în sporirea conținutului de peptide și aminoacizi în biomasă.

Revendicări: 1

Invenția se referă la biotehnologie, în particular la un procedeu de cultivare a cianobacteriei *Spirulina platensis*.

Este cunoscut procedeu de cultivare a spirulinei pe mediul nutritiv Zarrouk cu următoarea componență: NaHCO_3 – 16,0, $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – 0,5, KNO_3 – 3,75, NaCl – 1,0, K_2SO_4 – 5,0, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,04, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,70, H_3BO_3 – 0,00286, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 0,00181, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,00022, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 0,00008, MoO_3 – 0,000015, FeSO_4 – 0,024, EDTA – 0,24 în decurs de 10...12 zile [1]. Dezavantajul acestui procedeu este perioada îndelungată de cultivare și prețul ridicat al mediului nutritiv utilizat.

Mai este cunoscut procedeu de cultivare a spirulinei pe mediul nutritiv modificat. Acest procedeu include prepararea mediului de cultivare cu următoarea compoziție, g/L: NaHCO_3 – 16,8, $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – 0,5, NaNO_3 – 2,5, NaCl – 1,0, K_2SO_4 – 0,5, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,04, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,20, H_3BO_3 – 0,00286, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 0,00181, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,00022, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 0,00008, MoO_3 – 0,000015, FeSO_4 – 0,001, EDTA – 0,08, inocularea spirulinei (0,04 g/L), cultivarea ei la iluminarea de 15...24 mii erg/cm^2 și temperatura de $35 \pm 1^\circ\text{C}$ [2].

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că mediul utilizat și condițiile de cultivare nu asigură o productivitate înaltă (1,4...1,5 g/L) și nu permite obținerea unei biomase cu un conținut mai sporit de aminoacizi (2,5...3,2%) și peptide (3,5...5,5%).

Problema pe care o rezolvă invenția propusă constă în elaborarea unui procedeu de cultivare a spirulinei care asigură sporirea productivității ei, precum și a conținutului de aminoacizi și peptide.

Procedeu de cultivare a cianobacteriei *Spirulina platensis* include însămânțarea spirulinei pe un mediu nutritiv, ce conține următoarele componente, g/L: NaHCO_3 – 16,80, $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – 0,50, NaNO_3 – 2,50, NaCl – 1,00, K_2SO_4 – 0,50, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,04, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,20, H_3BO_3 – 0,00286, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 0,00181, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 0,00008, MoO_3 – 0,000015, FeSO_4 – 0,01, EDTA – 0,08 și apă; cultivarea ei la iluminare de 15...24 mii erg/cm^2 și temperatura de $35 \pm 1^\circ\text{C}$, adăugarea la a treia zi de cultivare în mediul nutritiv a unuia din compușii

coordinativi: $[\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{Zn}(\text{CH}_2\text{ClCOO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{Zn}(\text{CH}_2\text{BrCOO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{Zn}(\text{CHBr}_2\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{Zn}(\text{CCl}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{Zn}(\text{CBr}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, după ce cultivarea se efectuează încă trei zile.

Rezultatul invenției constă în creșterea productivității spirulinei și în sporirea conținutului de peptide și aminoacizi în biomasă.

Rezultatul obținut se datorează disocierii compușilor coordinativi utilizați și formării ionilor de Zn^{2+} , care influențează activitatea enzimelor zinccomponente, unele dintre care efectuează procesul de hidroliză a proteinelor, iar ligandul reprezentat prin unul din derivații halogenoacetati, care sunt incluși în unele căi metabolice aparte, conduce la sporirea conținutului de aminoacizi și peptide. Majorarea productivității poate fi explicată și prin participarea acetatului sau halogenoacetatului din compusul coordinativ la sinteza acetyl CoA, care și intensifică procesul de fotosinteză și alte procese care se desfășoară în celulele spirulinei.

Exemple de realizare a invenției

Exemplul 1

Se prepară mediul nutritiv cu următoarea componență (g/L): NaHCO_3 – 16,8, $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – 0,5, NaNO_3 – 2,5, NaCl – 1,0, K_2SO_4 – 1,0, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,04, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,20, H_3BO_3 – 0,00286, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 0,00181, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 0,00008, MoO_3 – 0,000015, FeSO_4 – 0,001, EDTA – 0,08.

La mediul preparat se adaugă suspensia de *Spirulina platensis* în cantitate de 0,40...0,45 g/L.

Cultivarea se efectuează în baloane Erlenmayer a câte 250 ml în 100 ml suspensie la temperatura de $35 \pm 1^\circ\text{C}$ și iluminarea de 15...24 mii erg/cm^2 , s.

În a treia zi de cultivare se adaugă $[\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ – 0,010 g/L, cultivarea continuă încă 3 zile cu respectarea parametrilor descriși mai sus, după care la ziua a șasea se determină productivitatea și conținutul de aminoacizi și peptide.

Productivitatea culturii de *S. platensis* în ziua a șasea este de 1,93 g/L biomasă absolut uscată. Ea conține 5,0% de aminoacizi și 9,55% de peptide.

Exemplul 2

Se prepară mediul nutritiv cu următoarea componență (g/L): NaHCO_3 – 16,8, $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – 0,5, NaNO_3 – 2,5, NaCl – 1,0, K_2SO_4 – 1,0, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – 0,04, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,20, H_3BO_3 – 0,00286, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 0,00181, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 0,00008, MoO_3 – 0,000015, FeSO_4 – 0,001, EDTA – 0,08.

La mediul preparat se adaugă suspensia de *Spirulina platensis* în cantitate de 0,40...0,45 m/L.

Cultivarea se efectuează în baloane Erlenmayer a câte 250 ml în 100 ml suspensie la temperatura de $35 \pm 1^\circ\text{C}$ și iluminarea de 15...24 mii erg/cm^2 , s.

În a treia zi de cultivare se adaugă $[\text{Zn}(\text{CH}_2\text{ClCOO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ – 0,015 g/L, cultivarea continuă încă 3 zile cu respectarea parametrilor descriși mai sus, după care în ziua a șasea se determină productivitatea și conținutul de aminoacizi și peptide.

Productivitatea culturii de *S. platensis* în ziua a șasea este de 2,01 g/L biomasă absolut uscată. Ea conține 8,07% de aminoacizi și 9,15% de peptide.

Exemplul 3

Se prepară mediul nutritiv cu următoarea componență (g/L): NaHCO_3 – 16,8, $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ – 0,5, NaNO_3 – 2,5,

NaCl – 1,0, K₂SO₄ – 1,0, CaCl₂·6H₂O – 0,04, MgSO₄·7H₂O – 0,20, H₃BO₃ – 0,00286, MnCl₂·4H₂O – 0,00181, CuSO₄·5H₂O – 0,00008, MoO₃ – 0,000015, FeSO₄ – 0,001, EDTA – 0,08.

La mediul preparat se adaugă suspensia de *Spirulina platensis* în cantitate de 0,40...0,45 g/L.

Cultivarea se efectuează în baloane Erlenmayer a câte 250 ml în 100 ml suspensie la temperatura de 35±1°C și iluminarea de 15...24 mii erg/cm², s.

În ziua a treia se adaugă [Zn(CCl₃COO)₂·4H₂O] – 0,015 g/L, cultivarea continuă încă 3 zile cu respectarea parametrilor descriși mai sus, după care în ziua a șasea se determină productivitatea și conținutul de aminoacizi și peptide.

Productivitatea culturii de *S. platensis* în ziua a șasea este de 2,06 g/L biomasă absolut uscată. Ea conține 6,41% de aminoacizi și 9,48% de peptide.

Exemplul 4

Se prepară mediul nutritiv cu următoarea componență (g/L): NaHCO₃ – 16,8, K₂HPO₄·3H₂O – 0,5, NaNO₃ – 2,5, NaCl – 1,0, K₂SO₄ – 1,0, CaCl₂·6H₂O – 0,04, MgSO₄·7H₂O – 0,20, H₃BO₃ – 0,00286, MnCl₂·4H₂O – 0,00181, CuSO₄·5H₂O – 0,00008, MoO₃ – 0,000015, FeSO₄ – 0,001, EDTA – 0,08.

La mediul preparat se adaugă suspensia de *Spirulina platensis* în cantitate de 0,40...0,45 g/L.

Cultivarea se efectuează în baloane Erlenmayer a câte 250 ml în 100 ml suspensie la temperatura de 35±1°C și iluminarea de 15...24 mii erg/cm², s.

În ziua a treia se adaugă [Zn(CH₂BrCOO)₂·4H₂O] – 0,015 g/L, cultivarea continuă încă 3 zile cu respectarea parametrilor descriși mai sus, după care în ziua a șasea se determină productivitatea și conținutul de aminoacizi și peptide.

Productivitatea culturii de *S. platensis* în ziua a șasea este de 1,76 g/L biomasă absolut uscată. Ea conține 5,18% de aminoacizi și 10,96% de peptide.

Exemplul 5

Se prepară mediul nutritiv cu următoarea componență (g/L): NaHCO₃ – 16,8, K₂HPO₄·3H₂O – 0,5, NaNO₃ – 2,5, NaCl – 1,0, K₂SO₄ – 1,0, CaCl₂·6H₂O – 0,04, MgSO₄·7H₂O – 0,20, H₃BO₃ – 0,00286, MnCl₂·4H₂O – 0,00181, CuSO₄·5H₂O – 0,00008, MoO₃ – 0,000015, FeSO₄ – 0,001, EDTA – 0,08.

La mediul preparat se adaugă suspensia de *Spirulina platensis* în cantitate de 0,40...0,45 g/L.

Cultivarea se efectuează în baloane Erlenmayer a câte 250 ml în 100 ml suspensie la temperatura de 35±1°C și iluminarea de 15...24 mii erg/cm², s.

În ziua a treia se adaugă [Zn(CHBr₂COO)₂·4H₂O] – 0,015 g/L, cultivarea continuă încă 3 zile cu respectarea parametrilor descriși mai sus, după care în ziua a șasea se determină productivitatea și conținutul de aminoacizi și peptide.

Productivitatea culturii de *S. platensis* în ziua a șasea este de 1,72 g/L biomasă absolut uscată. Ea conține 6,42% de aminoacizi și 9,48% de peptide.

Exemplul 6

Se prepară mediul nutritiv cu următoarea componență (g/L): NaHCO₃ – 16,8, K₂HPO₄·3H₂O – 0,5, NaNO₃ – 2,5, NaCl – 1,0, K₂SO₄ – 1,0, CaCl₂·6H₂O – 0,04, MgSO₄·7H₂O – 0,20, H₃BO₃ – 0,00286, MnCl₂·4H₂O – 0,00181, CuSO₄·5H₂O – 0,00008, MoO₃ – 0,000015, FeSO₄ – 0,001, EDTA – 0,08.

La mediul preparat se adaugă suspensia de *Spirulina platensis* în cantitate de 0,40...0,45 g/L.

Cultivarea se efectuează în baloane Erlenmayer a câte 250 ml în 100 ml suspensie la temperatura de 35±1°C și iluminarea de 15...24 mii erg/cm², s.

În ziua a treia se adaugă [Zn(CBr₃COO)₂·4H₂O] – 0,015 g/L, cultivarea continuă încă 3 zile cu respectarea parametrilor descriși mai sus, după care în ziua a șasea se determină productivitatea și conținutul de aminoacizi și peptide.

Productivitatea culturii de *S. platensis* în ziua a șasea este de 1,79 g/L biomasă absolut uscată. Ea conține 3,92% de aminoacizi și 10,53% de peptide.

Tabel

Productivitatea și conținutul de aminoacizi și peptide în biomasa *Spirulina platensis*

Procedul utilizat	Compusul	Concentrația, g/L	Productivitatea, g/L B.A.U.	Aminoacizi, % din biomasă	Peptide, % din biomasă
Conform celei mai apropiate soluții	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0,00022	1,55±0,05	3,17±0,06	5,50±0,13
Conform invenției	[Zn(CH ₃ COO) ₂ ·4H ₂ O]	0,010	1,93±0,02	5,00±0,02	9,55±0,33
	[Zn(CH ₂ ClCOO) ₂ ·4H ₂ O]	0,015	2,01±0,02	8,07±0,03	9,15±0,15
	[Zn(CCl ₃ COO) ₂ ·4H ₂ O]	0,015	2,06±0,06	6,41±0,09	9,48±0,43
	[Zn(CH ₂ BrCOO) ₂ ·4H ₂ O]	0,015	1,76±0,01	5,18±0,03	10,96±0,13
	[Zn(CHBr ₂ COO) ₂ ·4H ₂ O]	0,015	1,72±0,02	6,42±0,14	9,48±0,44
	[Zn(CBr ₃ COO) ₂ ·4H ₂ O]	0,015	1,79±0,01	3,92±0,13	10,53±0,15

Datele din tabel relevă faptul că pentru cianobacteria cultivată conform procedurii produs a crescut productivitatea spirulinei de 1,10...1,33 ori, conținutul de aminoacizi de 1,7...2,0 ori, iar conținutul de peptide de 1,24...2,55 ori în comparație cu rezultatele obținute în cea mai apropiată soluție.

Astfel, procedeul propus conform invenției asigură obținerea unei biomase de *Spirulina platensis* de o calitate înaltă și cu un conținut sporit de aminoacizi și peptide.

1. Обух П.А., Кокырца П.Н., Нгуен Тхи Хоа, Шаларь В.М. Оптимизация химического состава питательной среды для культивирования *Spirulina platensis* (Gom) Geitl. Рук. деп. в ВИНТИ, №4039-79, 1979
2. Rudic Valeriu. Aspecte noi ale biotehnologiei moderne. Chișinău, Știința, 1993, p. 8...11

Revendicare

- 10 Procedeul de cultivare a cianobacteriei *Spirulina platensis*, care include însămânțarea spirulinei pe un mediu nutritiv ce conține, g/L: NaHCO_3 - 16,80, $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ - 0,50, NaNO_3 - 2,50, NaCl - 1,00, K_2SO_4 - 0,50, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - 0,04, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - 0,20, H_3BO_3 - 0,00286, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ - 0,00181, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - 0,00008, MoO_3 - 0,000015, FeSO_4 - 0,01, EDTA - 0,08 și apă, cultivarea ei la iluminare de 15...24 mii erg/cm² și temperatura de 35±1°C,
- 15 caracterizat prin aceea că la a treia zi de cultivare în mediul nutritiv se adaugă unul din compușii coordinativi: $[\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{Zn}(\text{CH}_2\text{ClCOO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{Zn}(\text{CH}_2\text{BrCOO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{Zn}(\text{CHBr}_2\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{Zn}(\text{CCl}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ sau $[\text{Zn}(\text{CBr}_3\text{COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ în concentrație de 0,05...0,20 g/L, după ce cultivarea se efectuează încă trei zile.

MD

2409

C2

MD 2409 C2