

Invenția se referă la biotehnologie, în particular la un procedeu de obținere a biomasei cianobacteriei *Spirulina platensis* cu un conținut sporit de zinc și poate fi aplicată în industria alimentară, farmaceutică, în medicina clinică și experimentală.

Este cunoscut procedeu de cultivare a spirulinei, în care biomasa de spirulină se cultivă pe mediul nutritiv modificat Zarrouk [1], în care în calitate de sursă de zinc este utilizată sarea anorganică a acestui bioelement $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$. Procedeu dat include: prepararea mediului nutritiv cu următoarea compoziție, g/L: $NaHCO_3$ 16,8, K_2HPO_4 0,1, KNO_3 2,5, $NaCl$ 1,0, K_2SO_4 3,75, $CaCl_2$ 0,04, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,70, H_3BO_3 0,00386, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 0,00181, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0,00008, MoO_3 0,000015, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,024; $Fe-EDTA$ 0,025 și $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,00022, inocularea spirulinei (0,4 g/L) și cultivarea ei în decurs de 6 zile în regim de acumulare la o iluminare de 3,0...4,8 mii lx, temperatura de $35 \pm 1^\circ C$, pH-ul optim al mediului de 9,5...10,0.

Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că cultivarea spirulinei pe mediul dat, conform parametrilor descriși, nu asigură acumularea în biomasă în cantități substanțiale a zincului și nici includerea lui eficientă în diverse fracții bioactive ale spirulinei, de aceea nu permite obținerea unei biomase de spirulină cu un conținut sporit de zinc.

Mai este cunoscut un procedeu de obținere a biomasei, care include cultivarea spirulinei pe un mediu nutritiv cu următoarea compoziție, g/L: $NaHCO_3$ 16,8, $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ 1,0, $NaNO_3$ 2,5, $NaCl$ 1,0, K_2SO_4 1,0, $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ 0,04, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,20, H_3BO_3 0,00286, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 0,00181, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0,00008, MoO_3 0,000015, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,001, $EDTA$ 0,08, apă și unul din compușii coordinați ai $Zn(II)$: [$Zn(CH_3COO)_2 \cdot 4H_2O$], sau [$Zn(CH_2ClCOO)_2 \cdot 4H_2O$], sau [$Zn(CH_2BrCOO)_2 \cdot 4H_2O$], sau [$Zn(CH_2Br_2COO)_2 \cdot 4H_2O$], sau [$Zn(CCl_2COO)_2 \cdot 4H_2O$], sau [$Zn(CBr_3COO)_2 \cdot 4H_2O$], sau [$Zn(CH_2ClCOO)_2 \cdot 4H_2O$], utilizați în calitate de sursă de zinc, care se adaugă la mediul în a treia zi de cultivare în concentrație de 0,005...0,020 g/L, cultivarea se realizează conform parametrilor: iluminarea de 3,0...4,8 mii lx, temperatura de 30...35°C [2].

Dezavantajul acestui procedeu constă în faptul că, deși permite creșterea productivității spirulinei și sporirea conținutului de aminoacizi și peptide, nu asigură o acumulare în cantități maxim prognozate a zincului.

Problema pe care o rezolvă invenția propusă constă în elaborarea unui procedeu de obținere a biomasei de spirulină cu un conținut sporit de zinc.

Problema se soluționează prin aceea că procedeu de obținere a biomasei cianobacteriei *Spirulina platensis* include inocularea cianobacteriei în cantitate de 0,40...0,45 g/L într-un mediu nutritiv ce conține, g/L: $NaHCO_3$ 16,8, $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ 1,0, $NaNO_3$ 2,5, $NaCl$ 1,0, K_2SO_4 1,0, $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ 0,04, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,20, H_3BO_3 0,00286, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 0,00181, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0,00008, MoO_3 0,000015, apă până la 1 L și cultivarea ei în decurs de 6 zile în regim de acumulare la o iluminare de 3,0...4,8 mii lx, temperatura de 30°C, pH-ul optim al mediului 9,5...10,0 și este caracterizat prin aceea că în calitate de sursă de zinc se utilizează compusul coordinațional al zincului [$Zn(Gly L-Ser)$] adăugat în cantitate de 0,015...0,03 g/L în rate: 1/3 în prima și 2/3 în a treia zi de cultivare.

Rezultatul obținut constă în sporirea substanțială a conținutului de zinc (de circa 200 ori în comparație cu cea mai apropiată soluție) în biomasă de spirulină, inclus eficient în fracțiile de aminoacizi liberi, peptide, proteine și proteide, glucide.

Rezultatul invenției se datorează următoarelor: acumularea zincului în biomasă de spirulină are loc în baza unui mecanism de absorbție ionică pe contul transportului activ, conjugat cu fotosinteza. Procesul dat este condiționat de mecanismele realizate de sistemele energetice fermentative și de absorbție, legate de membrane și biocationi. Pentru glicinat L-serinatul de $Zn(II)$ acest mecanism, după cum rezultă, implică stereospecificitatea unor enzime membranare, activate de către ionii de Zn^{2+} (semnificativi pentru transportul membranal), manifestată față de un anumit tip de substrat și care, pentru cazul nostru, controlează transformarea substratului cu configurația L. Ulterior, cationul Zn^{2+} este supus aceluiași mecanism de complexare prin coordonarea cu grupele funcționale ale compușilor macromoleculari din celulele spirulinei (COO^- ; $^+NH_3^-$; SH^- ; $-S-S^-$; OH^- ; grupele alcoolilor primari și secundari, cetogrupele), care devin liganzi intracelulari eficienți pentru ionul de Zn^{2+} . Includerea eficientă a zincului în diverse fracții bioactive componente ale biomasei se datorează și proceselor de sinteză care sunt influențate și de pH-ul mediului de cultivare. Astfel, zincul în celule poate fi sub formă de ioni de zinc, care joacă un rol important în preîntâmpinarea disocierii compușilor macromoleculari zinccomponenti prin existența unei relații de echilibru: $Zn^{2+} + proteina = proteina + 2H^+$. Odată cu majorarea pH-ului are loc deplasarea acestui echilibru spre $Zn^{2+} + proteina$. Pe parcursul procesului de cultivare a spirulinei conform procedurii propusă valorile pH-ului, înregistrate inițial între 8,4...8,9, ulterior cresc, majorându-se până la 9,4...10,0, valori suficient de înalte pentru a asigura includerea bioelementului în compuşii proteici.

Sinteza compusului coordinațional [$Zn(Gly L-Ser)$]

La 0,82 g (0,01 moli) ZnO se adaugă 1,5 g (0,02 moli) glicină și 100 mL H_2O , amestecul se încălzește pe baie de apă și se agită timp de 30 min. Precipitatul se înlătură prin filtrare, iar filtratul se evaporă. Se depun cristale de culoare albă, care se spală cu apă și se usucă la aer. Se obțin 0,75 g de [$Zn(Gly L-Ser)$]. În mod analogic compusul poate fi sintetizat din $Zn(OH)_2$.

Exemplu de realizare a invenției

Se prepară mediul nutritiv cu următoarea componență, g/L: $NaHCO_3$ 16,8, $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ 1,0, $NaNO_3$ 2,5, $NaCl$ 1,0, K_2SO_4 1,0, $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ 0,04, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,20, H_3BO_3 0,00286, $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 0,00181, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 0,00008, MoO_3 0,000015, apă. La mediul preparat se adaugă suspensia de *Spirulina platensis* în cantitate de 0,4 g/L, apoi sursa de zinc [$Zn(Gly L-Ser)$] în cantitate de 0,01 g/L.

Câte 100 mL suspensie se introduc în baloane Erlenmayer a câte 250 mL, unde se efectuează cultivarea în următoarele condiții: 3 mii lx, temperatura de 32°C și pH-ul mediului de cultivare de 8...9 în primele două zile ale cultivării.

După 48 ore (începutul fazei exponențiale) de cultivare se adaugă restul cantității de [Zn(Gly L-Ser)] - 0,02 g/L, cultivarea este continuată pe parcursul a 96 ore cu respectarea parametrilor: 4,8 mii lx, la temperatura de 35°C, pH-ul mediului de 9...10.

După 144 ore biomasa se separă de lichidul cultural, se supune demineralizării de surplusul de săruri, utilizând în acest scop o soluție de acetat de amoniu de 1,5% și se determină cantitatea de zinc.

Biomasa obținută conține circa 385 mg% zinc și poate fi utilizată drept sursă pentru obținerea unor produse farmaceutice, inclusiv forme medicamentoase imunostimulente.

Conținutul de zinc în biomasa de *Spirulina platensis* la cultivare conform procedului propus în invenție și conform celei mai apropiate soluții

Procedeul utilizat	Compusul	Concentrația, g/L	Conținutul zincului în biomasa de spirulină, mg%
Conform celei mai apropiate soluții	[Zn(CH ₂ ClCOO) ₂ ·4H ₂ O] (suplimentarea în a III-a zi de cultivare)	0,02	98,75±3,05
Conform procedului propus	[Zn(Gly L-Ser)]	0,03	385,0±4,8

Datele din tabel demonstrează că utilizarea glicinato L-serinatului de Zn(II) și adăugarea lui 1/3 în prima zi și 2/3 în ziua a treia asigură un conținut al zincului de 1,2...3,9 ori mai mare (385 mg% zinc în biomasă) în procedeu propus față de cea mai apropiată soluție (98,75...316,10 mg%).