



(12) **BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2011 01374**

(22) Data de depozit: **09/12/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/06/2016** BOPI nr. **6/2016**

(41) Data publicării cererii:
30/08/2013 BOPI nr. **8/2013**

(73) Titular:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
CHIMIE ȘI PETROCHIMIE - ICECHIM,
SPLAIUL INDEPENDENȚEI NR.202,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **DRAGOȘ NICOLAE, STR.MUSCEL NR.4,
ET.4, AP.9, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**

• **ROVINARU CAMELIA,
CALEA FERENTARI NR.3, BL.75, ET.7,
AP.29, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **BICA ADRIANA, STR. FLORELOR NR. 164,
SC. 2, AP. 24, SAT FLOREȘTI,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **OANCEA FLORIN, STR.PAȘCANI NR.5,
BLD 7, SC.E, ET.2, AP.45, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
JP 201161347 (A); US 20100021968 A1

(54) **TULPINĂ DE CHLORELLA HOMOSPHERA, CU
PLASTICITATE ECOTEHNOLOGICĂ**



RO 128732 B1

1 Prezenta invenție se referă la o tulpină de *Chlorella homosphaera*, destinată utilizării
în procesele industriale de fixare a bioxidului de carbon din diferitele emisii gazoase, sau pentru
3 epurarea apelor uzate.

Sunt cunoscute o serie întreagă de tulpini de *Chlorella*, selectate pentru diferite utilizări
5 practice. Brevetul EP 1142985 descrie tulpina M-207A7 de *Chlorella*, obținută prin selecție
mutatorie, care este capabilă să crească în medii care conțin 1% și peste clorură de sodiu,
7 acumulând cantități de 4% și peste clorofilă în substanță uscată.

9 US 2010/00297292 A1 se referă la o tulpină mutantă de *Chlorella protothecoides*,
depozitată cu numărul PTA-10396 la American Type Culture Collection (ATCC), ce are un
conținut de cel puțin 16% trigliceride cu acizi grași nesaturați, și cel puțin 40% proteine. Tulpina
11 are un conținut redus de pigmenți asimilatori, carotenoizi și clorofilă, și este destinată ca
supliment pentru îmbunătățirea calităților nutritive ale diferitelor alimente cărora pigmenții algali
13 le-ar putea reduce acceptanța.

15 JP 2001161347 (A) prezintă o tulpină de *Chlorella sorokiniana* care poate fi cultivată
chiar și în condiții de concentrații de CO₂, NO_x și SO_x comparabile cu cele ale diferitelor gaze
de ardere a combustibililor fosili în centralele termice, sau lumină puternică în sezonul de vară
17 și temperaturi ridicate. Această tulpină de microalgă *Chlorella sorokiniana* HO-1 este cultivabilă
la concentrații de 5...20 vol % CO₂, 200 ppm SO_x, 50 ppm NO_x, o intensitate a luminii
19 de 1000...2000 [μmol·m⁻²·s⁻¹] și 35...49°C.

O problemă tehnică semnificativă, în cazul aerării mediului de cultură al algelor cu
21 emisii industriale, în special gaze de ardere, este cea a rezistenței tulpinilor algale la
concentrații ridicate de CO₂, NO_x și SO_x. Brevetul JP 3757325 prezintă tulpina HO-1 de
23 *Chlorella sorokiniana*, rezistentă la aerare, cu gaze conținând 5...20% bioxid de carbon, 200
ppm SO_x, 50 ppm NO_x. Brevetul KR 100265034 (publicat și ca JP 3013990) expune o nouă
25 tulpină de *Chlorella*, KR-1, depozitată sub numărul KCTC 0426BP, care este rezistentă la
aerare cu gaze conținând 10...70% bioxid de carbon și 0...250 ppm bioxid de sulf.

27 În cazul utilizării tulpinilor de microalge în procesele de epurare a apelor uzate, este
necesar ca acestea să reziste diferiților poluanți existenți în aceștia. Cererea de brevet
29 US 2010/002198 protejează o tulpină de *Chlorella* care aparține unei specii noi, identificată
taxonomic, prin existența în genomul său a unei secvențe specifice de nucleotide. Această
31 tulpină aparținând unei noi specii este utilizată pentru cultivare în medii cu 5% ape uzate, aerate
cu emisii de gaze poluante, provenite din procesele de epurare.

33 În condiții de cultivare industrială, în special în cazul incintelor deschise, tulpinile de
Chlorella selectate pentru utilizări practice trebuie să prezinte:

35 (i) o capacitate mare de concurență cu alte microorganisme fotosintetizante; și
(ii) abilitatea de a forma consortii simbiotice cu efecte practice benefice, în special cu
37 bacteriile care cresc în același mediu cu algele (bacteriile de ficosferă). La niciuna dintre
tulpinile descrise până în prezent nu au fost revendicate astfel de proprietăți, care să asigure
39 în final colonizarea nișei ecotehnologice, cu formare de microbiocenoze algale industriale
cu productivități ridicate.

41 Prezenta invenție se referă la o tulpină de *Chlorella homosphaera* 424, care este
depozitată sub numărul CCAP 211/121 la *Culture Collection of Algae and Protozoa*, prezintă
43 o competență ridicată de colonizare a nișelor ecotehnologice specifice, datorită unei viteze
ridicate de creștere, de peste 0,275 OD/zi, și a unui timp scurt de dublare, de sub 4 zile,
45 formează fitocenoze cu eficiență ridicată în fixarea bioxidului de ardere din emisii industriale,
cu acumularea de proteine și lipide, rezistă la concentrații de 7% și peste bioxid de carbon

RO 128732 B1

în gazele de aerare, tolerează concentrații ridicate de săruri, în special $\text{NaHCO}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3$, și are capacitatea de a crește împreună cu bacterii benefice, putând fi utilizată pentru formarea de consorții microbiene, utilizabile în reducerea nivelului de azot și fosfor în apele uzate epurate.	1 3
Tulpina de <i>Chlorella homosphaera</i> 424 prezintă următoarele avantaje:	5
- capacitate ridicată de a sechestra cantități semnificative de CO_2 în soluții nutritive minerale;	7
- tolerarea concentrațiilor mari de $\text{NaHCO}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3$, care asigură o „interfață” fizico-chimică favorabilă pentru chemosorbția CO_2 în mediul de cultură, și a unor concentrații mari ale speciilor de carbon anorganic dizolvat în mediul de cultură;	9
- conversie ridicată a componentelor mediilor de creștere și a bioxidului de carbon în biomasă algală;	11
- acumularea de lipide și alți compuși utili, cum sunt, de exemplu, carbohidrații, pe tot parcursul creșterii culturii algale.	13
Prezenta invenție se ilustrează prin următorul exemplu.	15
Exemplu	
Tulpina de <i>Chlorella homosphaera</i> 424 a fost izolată dintr-o cultură semiindustrială de <i>Arthrospira platensis</i> , în aer liber, pe mediu nutrient Zarouch cu 16,8 g/L NaHCO_3 . Tulpina se caracterizează prin celule solitare sau dispuse în perechi, această dispunere sugerând o diviziune celulară precedentă. Forma este sferică sau subsferică, uneori ovală, polimorfismul fiind datorat atât condițiilor de creștere, cât și ciclului de viață. În stadii îmbătrânite poate forma un strat de mucilagiu la suprafața celulelor. Celule sunt mici (4...5 μm mature, 1,5...3 μm auto-sporii). Reproducerea are loc fie prin diviziune mitotică simplă, fie prin formarea de autosporii ca urmare a două diviziuni succesive în interiorul peretelui celular al celulei parentale. Resturile pereților celulari parentali sunt prezente în suspensiile celulare și sunt vizibile în microscopia optică. Organizarea celulară este simplă, pereții celulari - fără ornamentații aparente, cloroplastul unic este dispus parietal și este aparent lipsit de pirenoid. Tulpina crește bine pe un mediu nutritiv nespecific clorocococalelor, și anume, în mediul Zarrouk, tolerând variații mari ale pH în domeniul bazic (7,4...10).	17 19 21 23 25 27 29
Tulpina a fost selectată din colecția de microalge a Institutului de Cercetări Biologice din Cluj-Napoca AICB, prin creștere pe mediu nutrient Zarrouk cu 16,8 g/L NaHCO_3 . Selecția tulpinii din colecție a fost fundamentată pe baza următoarelor criterii:	31
(i) capacitatea tulpinilor de a consuma cantități semnificative de CO_2 , în soluții nutritive complet minerale;	33
(ii) tolerarea unor concentrații mari $\text{NaHCO}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3$, care asigură o „interfață” fizico-chimică favorabilă pentru chemosorbția CO_2 în mediul de cultură;	35
(iii) rate de creștere mari și timp de dublare scurt;	37
(iv) randamente mari de obținere a biomasei algale;	
(v) acumularea de lipide și alți compuși valoroși pe parcursul creșterii culturilor.	39
Rezultatele sunt prezentate în tabelul 1, tulpina <i>Chlorella homosphaera</i> 424 având rata de creștere exponențială cea mai mare și timpul de dublare cel mai scurt dintre tulpinile testate în condițiile experimentale date.	41 43

RO 128732 B1

Tabelul 1

Rate de creștere și timpul de dublare al tulpinilor microalgale testate

Nr. crt.	Tulpina	Denumirea taxonului	Rata de creștere exponențială (unit. OD/zi)	Timpul de dublare (zile)
1	AICB 25	<i>Chlorella fusca</i> Shihira et Krauss	0,088	11,33
2	AICB 166	<i>Chlorella fusca</i> Shihira et Krauss	0,253	3,95
3	AICB 170	<i>Chlorella fusca</i> Shihira et Krauss	0,120	8,31
4	AICB 272	<i>Chlorella fusca</i> Shihira et Krauss	0,213	4,70
5	AICB 292	<i>Chlorella fusca</i> Shihira et Krauss	0,262	3,81
6	AICB 425	<i>Chlorella fusca</i> Shihira et Krauss	0,138	7,27
7	AICB 638	<i>Chlorella fusca</i> Shihira et Krauss	0,114	8,79
8	AICB 424	<i>Chlorella homosphaera</i> Skuja	0,278	3,59
9	AICB 431	<i>Chlorella kessleri</i> Fott et Novakova	0,143	7,01
10	AICB 427	<i>Chlorella lobophora</i> Andreeva	0,122	8,17
11	AICB 307	<i>Chlorella luteoviridis</i> Chodat	0,134	7,45
12	AICB 570	<i>Chlorella luteoviridis</i> Chodat	0,229	4,36
13	AICB 396	<i>Chlorella saccharophila</i> (Kruger) Migula	0,151	6,62
14	AICB 27	<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck	0,049	20,32
15	AICB 58	<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck var. autotrophica Shihira et Krauss	0,065	15,38
16	AICB 103	<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck	0,116	8,59
17	AICB 104	<i>Chlorella vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> Beijerinck f. <i>viride</i> Chodat	0,131	7,62
18	AICB 311	<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck	0,083	12,08
19	AICB 329	<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck	0,117	8,53
20	AICB 555	<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck	0,066	15,04
21	AICB 565	<i>Chlorella</i> sp.	0,151	6,61
22	AICB 57	<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	0,060	16,62
23	AICB 639	<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	0,169	5,92
24	AICB 751	<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	0,063	15,83
25	AICB 773	<i>Coelastrum</i> sp.	0,085	11,72
26	AICB 818	<i>Coelastrum</i> sp.	0,121	8,26
27	AICB 15	<i>Chlorobotris simplex</i>	0,065	15,87

Tabelul 1 (continuare)

Nr. crt.	Tulpina	Denumirea taxonului	Rata de creștere exponențială (unit. OD/zi)	Timpul de dublare (zile)
28	AICB 152	<i>Chlorococcum hypnosporum</i> Starr	0,086	11,65
29	AICB 480	<i>Chlorococcum hypnosporum</i> Starr	0,193	5,19
30	AICB 408	<i>Chlorococcum infusionum</i> (Schrank) Meneghini in Schosser	0,093	10,80
31	AICB 43	<i>Chlorococcum minutum</i> Starr	0,109	9,18
32	AICB 579	<i>Chlorococcum robustum</i> (Gartner)	0,130	7,70
33	AICB 160	<i>Choricystis guttula</i> Hindak	0,094	10,63
34	AICB 125	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley)	0,085	11,76
35	AICB 337	<i>Porphyridium purpureum</i>	0,102	16,23
36	AICB 141	<i>Scenedesmus opoliensis</i> P. Richter	0,061	16,47
37	AICB 51	<i>Synechocystis</i> sp.	0,0963	10,21

Tulpina *Chlorella homosphaera* 424 a fost cultivată într-un sistem integrat fotosintetizator original. În esență acest sistem fotosintetizator original este compus dintr-un corp central sub formă de cuvă deschisă la partea superioară, în care sunt amplasate un număr variabil de celule de fotosinteză, legate în paralel prin conducte de alimentare cu soluții nutritive (sau soluții nutritive + masă algală sau masă algală adusă la stadiul de creștere exponențială), respectiv, prin conducte de alimentare cu gaze având conținut variabil de dioxid de carbon. Deasupra cuvei fotobioreactorului se află amplasat sistemul de iluminare. Sistemul fotobioreactor integrat îmbină avantajele sistemului deschis de tip iaz cu cele ale sistemului cu plăci plane, putând fi încadrat în clasa fotobioreactoarelor hibride. Tulpina *C. homosphaera* 424, cu rate ridicate de creștere, a fost considerată tulpina cu caracteristici optime de creștere în acest fotobioreactor original, datorită ratei sale de creștere și a timpului de dublare.

Pentru testarea creșterii tulpinii, s-au încărcat celulele de fotosinteză cu mediu de cultură Zarrouk cu 16,8 g/L NaHCO₃ și inoculul proaspăt preparat, în raport volumetric 9:1. Încărcarea s-a făcut până la umplerea celulelor de fotosinteză, astfel încât fluidul alimentat să deverseze în bioreactor, peste deversoarele de preaplin. S-a cuplat sistemul de iluminare și apoi s-a introdus prin conducta de alimentare amestecul de gaze cu dioxid de carbon, vehiculat de suflanta S8, cu un debit prestabilit, care să permită barbotarea și să mențină o bună agitare a suspensiei în celulele de fotosinteză.

S-au măsurat zilnic, prin prelevare de probe, următorii parametri:

a) turbiditatea exprimată prin densitatea optică (unități OD); măsurătorile au fost efectuate pe un aparat model TURB 550/TURB 550 IR, PROLABMAS, Indonezia;

b) coeficientul de extincție ϵ ($\epsilon = 678$ nm); măsurătorile au fost înregistrate pe un spectrofotometru model UV-VIS Specord M400 Karl Zeiss Jena cu microprocesor și dublu fascicul și cuve L = 1 cm;

c) pH-ul și temperatura; a fost folosit un pH-metru model MultiLine P3 pH/LF, prevăzut cu sondă de temperatură, WTW GmbH Germania;

d) concentrația CO₂ și raportul NaHCO₃/Na₂CO₃; determinările au fost făcute prin analiză chimică;

RO 128732 B1

- 1 e) concentrația azotului în mediul de cultură și în biomasă; determinările au fost
făcute prin analiză chimică;
- 3 f) concentrația biomasei în mediul de cultură (g/L); determinările au fost făcute
prin analiză gravimetrică;
- 5 g) concentrația fosforului în mediul nutritiv (ppm): determinările au fost făcute prin
analiză spectrometrică de emisie atomică, cu plasmă cuplată inductiv (ICP);
- 7 h) conținutul de carbon, hidrogen, azot și sulf, din biomasa algală uscată;
determinările au fost făcute prin analiză elementală pe un aparat Perkin-Elmer 2400
9 Series II CHNS/O Analyser.
- 11 Parametrii procesului de creștere și parametrii sistemului de nutriție înregistrați
pentru cultura tulpinii *Chlorella homosphaera* 424 sunt prezentați în tabelul 2 și confirmă
13 rata mare de creștere și timpul de dublare scurt, ce reprezintă baza unei plasticități
ecotehnologice ridicate.

RO 128732 B1

Tabelul 2 1

Parametrii procesului de creștere și parametrii sistemului de nutriție pentru *Chlorella homosphaera* 424

Timpul (zile)	OD	ϵ 678 nm	pH	T (°C)	NaHCO ₃ (%)	Na ₂ CO ₃ (%)	Biomasa (g/L)	P _{mediu} (ppm)	N _{cons} (ppm)	G _{biomasa} (%)	H _{biomasa} (%)	N _{biomasa} (%)	S _{biomasa}	
0	0,02	0,0965	8,73	25	14,11	1,91	0,03	48,6	389	48,33	8,05	11,64	1,55	3
1	0,06	0,1165	8,16	25	12,77	2,44	0,12	45,2	373	46,29	7,81	11,08	1,38	5
2	0,16	0,1602	8,21	25	13,61	2,33	0,56	41,7	355	47,71	7,87	11,41	1,61	7
3	0,57	0,5690	8,38	25	14,62	2,01	1,10	35,5	308	48,17	8,13	11,87	1,44	
4	0,95	3,9271	8,82	25	14,87	1,96	1,73	30,8	254	47,44	8	11,79	1,37	9
5	1,30	6,3490	8,29	25	15,54	1,64	2,73	26,2	203	46,74	7,92	11,58	1,46	
6	1,55	9,3455	7,89	25	15,37	1,64	3,10	20,9	141	48,07	7,92	11,96	1,40	11
7	1,77	12,8375	7,81	25	13,52	3,77	3,26	15,2	79,8	47,75	8,01	11,52	1,49	
8	1,88	13,9775	7,62	25	14,55	2,68	3,43	12,7	57	47,37	7,85	11,88	1,39	13
9	1,93	14,0475	7,51	25	16,80	2,23	3,60	7,7	24,5	47,02	8,07	11,73	1,45	
10	1,98	14,2150	7,52	25	15,96	1,48	3,55	4,1	9,4	46,72	7,85	12,02	1,45	15
11	1,97	14,2155	7,48	25	14,62	1,85	3,55	1,2	3,5	46,62	7,89	11,78	1,40	

RO 128732 B1

1 Tulpina *Chlorella homosphaera* 424 a acumulat 30,3% proteine, 16,2% carbohidrați
și 23,8% lipide. Acumularea de proteine și lipide face ca această tulpină să fie utilă atât pentru
3 producere de ulei algal cu utilizări industriale (biocombustibili), cât și pentru biomasa proteică
utilizată ca furaj, în special în acvacultură.

5 Prin coimobilizarea microalgelor cu cea a bacteriilor din genul *Azospirillum* s-a dovedit
creșterea capacității microalgelor de a reduce conținutul de azot și fosfor din apele uzate,
7 datorită acumulării suplimentare de biomasă (de-Bashan et al., 2004, Hernandez et al., 2006).
Tulpina *Chlorella homosphaera* 424 a fost coimobilizată cu tulpina SF12 de *Azospirillum*
9 *lipoferum*, și s-a determinat acumularea de biomasă și de clorofilă după incubarea într-un
mediu care simulează apele epurate. Procedura a implicat coimobilizarea axenică a algelor
11 și a bacteriilor de testat în granule de alginat, incubarea granulelor cu microorganismele
coimobilizate timp de 72 h în apă epurată simulată, determinarea colorimetrică a azotului nitric
13 și a amoniacal, și a fosforului total.

15 Granulele s-au format prin extrudarea suspensiei de celule de alge (10^5 ufc/ml/bacterii
 10^6 ufc/ml) - alginat de sodiu printr-un ac bont, la o rată constantă de 0,25 ml/min. Această
extrudare a fost realizată cu ajutorul unei pompe de tip seringă de 20 ml Harvard Apparatus
17 sau KD Scientific, într-o soluție de CaCb 0,25 M.

19 Granulele sferice formate prin precipitarea ionotropă a alginatului în soluție de clorură
de calciu se mențin timp de 30...35 min în soluția de clorură de calciu, pentru întărire. Se spală
apoi prin introducere timp de 15 min în apă distilată, și apoi se mențin granulele de alginat
21 cu celule de alge/bacterii încapsulate până la utilizare, în soluție fiziologică Ringer (NaCl 6 g,
KCl 0,075 g, CaCl₂ 0,1 g, NaHCO₃ 0,1 g) axenică.

23 Apa epurată simulată s-a realizat prin dizolvarea într-un litru de apă distilată a 5 g de
peptonă, 6,454 g NH₄NO₃, 0,366 g de NaH₂PO₄ · H₂O, 16,959 g Na₂HPO₄ · 12H₂O, 0,075 g
25 MgSO₄ · 7H₂O, 0,025 g CaCl₂ · 2H₂O, 0,025 g KCl, 1 ml soluție de microelemente.
Componentele soluție stoc microelemente (g/l) sunt: 2,86 H₃BO₃, 2,03 MnSO₄ · 4H₂O, 0,222
27 ZnSO₄ · 7H₂O, 0,018 MoO₃ și 0,079 CuSO₄ · 5H₂O. Apa epurată simulată s-a distribuit în
Erlenmeyer de 500 ml, câte 100 ml, după care s-a sterilizat prin autoclavare, la 121 °C, timp
29 de 20 min. În fiecare pahar s-au introdus axenic câte 10 ml de granule de alginat.

31 S-a lucrat în față trei variante martor, probe tratate cu granule de alginat fără
microorganisme, probe tratate cu granule de alginat conținând numai tulpina de *Azospirillum*
brasiliense și probe tratate cu granule conținând numai tulpina de *C. homosphaera* 424.

33 Rezultatele, prezentate în tabelul 3, demonstrează existența unui sinergism al algelor
coimobilizate cu bacterii în reducerea cantității de azot și fosfor din mediul de incubare
35 reprezentat de apa epurată simulată.

37 **Tabelul 3**
39 *Reducerea nivelului de azot și fosfor din apele epurate simulate, incubate timp de 72 h cu*
granule de alginat conținând tulpina de C. homosphaera 424 coimobilizată cu bacterii
Azospirillum lipoferum

Varianta	Azot amoniacal după 72 h (mg/ml)	Azot nitric după 72 h (mg/ml)	Fosfor total după 72 h (mg/ml)
Granule fără microorganisme	1,42 ± 0,12	4,95 ± 0,32	5,45 ± 0,48
Granule cu <i>C. homosphaera</i> 424	1,16 ± 0,07	3,48 ± 0,24	4,08 ± 0,28

Tabelul 3 (continuare)

Varianta	Azot amoniacal după 72 h (mg/ml)	Azot nitric după 72 h (mg/ml)	Fosfor total după 72 h (mg/ml)
Granule cu <i>A. lipoferum</i> SF12	0,94 ± 0,06	3,15 ± 0,21	4,14 ± 0,38
Granule cu <i>C. homosphaera</i> 424 și <i>A. lipoferum</i> SF12	0,54 ± 0,09	2,28 ± 0,18	3,65 ± 0,54

Tulpina *C. homosphaera* 424 are capacitatea de a crește împreună cu bacterii benefice, cum sunt cele din genul *Azospirillum*, și poate fi utilizată pentru formarea de consorții microbiene utilizabile în reducerea nivelului de azot și fosfor în apele uzate epurate.

RO 128732 B1

Revendicare

1

3

5

7

9

11

Tulpină de *Chlorella homosphaera* 424, caracterizată prin aceea că este depozitată sub numărul CCAP 211/121 la *Culture Collection of Algae and Protozoa*, prezintă o competență ridicată de colonizare a nișelor ecotehnologice specifice, datorită unei viteze ridicate de creștere, de peste 0,275 OD/zi, și a unui timp scurt de dublare, de sub 4 zile, formează fitocenoze cu eficiență ridicată în fixarea bioxidului de ardere din emisii industriale, cu acumularea de proteine și lipide, rezistă la concentrații de 7% și peste bioxid de carbon în gazele de aerare, tolerează concentrații ridicate de săruri, în special $\text{NaHCO}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3$, și are capacitatea de a crește împreună cu bacterii benefice, putând fi utilizată pentru formarea de Consorții microbiene utilizabile în reducerea nivelului de azot și fosfor în apele uzate epurate.



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 289/2016