



LE MICROALGHE

La microalga Spirulina nel 2007 è stata denominata dalla FAO il “Cibo del futuro” per il suo impiego contro la malnutrizione e le carenze alimentari che affliggono diverse aree del pianeta. La Spirulina è considerata la migliore fonte proteica nel mondo vegetale dato che, dal punto di vista biochimico, è molto ricca di proteine a elevato valore biologico il cui contenuto varia, a seconda della specie e delle condizioni di coltivazione, tra il 55 e il 70% del peso secco.

*** Flavia Milone**
**** Danila Chiapperini**
***** Raffaele Settanni**

Quando sono comparse le prime forme di vita sulla Terra, il livello di anidride carbonica nella nostra atmosfera era probabilmente 100 volte più alto di quello attualmente riscontrato.

Le microalghe, uno dei gruppi più antichi tra gli esseri viventi, hanno giocato un ruolo centrale poiché a partire dall'anidride carbonica e dall'energia radiante del sole, sono state in grado di produrre sia zuccheri per il proprio metabolismo energetico e biosintetico, sia ossigeno che in parte usano con la

respirazione e in parte rilasciano nel mezzo esterno.

Gli scienziati ritengono che, circa 3,6 miliardi di anni fa, questi incredibili organismi unicellulari fotoautotrofi, hanno trasformato la Terra in un pianeta capace di mantenere le condizioni ideali per la vita.



Figura 1. Sistema di coltivazione in vasca

Nel corso dei decenni, questa teoria fu fortemente criticata, fino a quando nel 1979 James Lovelock formulò la “Gaia Ipotesi”, sostenendo che i microrganismi si sono evoluti con l’ambiente fisico producendo un complicato sistema di controllo al fine di mantenere condizioni favorevoli per la vita

sulla terra [1]. Lovelock, grazie al supporto di altri illustri scienziati come il microbiologo Margulis, dimostrò che l’atmosfera terrestre, data la sua unicità per l’alta concentrazione di ossigeno, la bassa concentrazione di anidride carbonica e moderate condizioni di pH e di temperatura sulla superficie terrestre, non sarebbe potuta esistere senza l’attività tampone svolta dalle prime forme di vita [2].

Negli ambienti acquatici, le microalghe sono i produttori primari e costituiscono un importante anello della catena trofica degli ecosistemi marini, garantendo il flusso di materia ed energia necessario per il mantenimento degli organismi eterotrofi.

Finora sono state descritte circa 40.000 specie di alghe, ma la stima è che non rappresentino più del 20% di quelle presenti sul pianeta.

Il termine “Alghe” non ha alcun significato tassonomico, ma indica un insieme di vegetali, alquanto primitivi, che, pur accomunati da alcune caratteristiche, si presentano molto diversi tra loro dal punto di vista morfologico, fisiologico, ecologico e biochimico.

Risulta difficile descrivere in maniera esauriente le alghe, considerando che sono rappresentate da un gruppo di organismi antichi, sono numerose ed eterogenee, sia per dimensioni sia per la capacità di adattarsi nei diversi habitat. Infatti, alcune si sono adattate a vivere vicino a fonti di acqua calda, altre in zone glaciali come le calotte polari, altre ancora, come per esempio la Spirulina, vivono in condizioni di pH fortemente basico.

Le alghe hanno cellule sia di tipo procariotico (*procarion* significa “prima del nucleo”) che di tipo eucariotico (*eucarion* “vero nucleo”). Le prime hanno il DNA libero nel citoplasma in una regio-

ne definita nucleotide, mentre le seconde possiedono un involucro nucleare che separa il DNA dal resto della cellula.

Le alghe presentano un diverso corredo di pigmenti fotosintetici (soprattutto clorofilla e carotenoidi), e possiedono sostanze di riserva e componenti parietali del tutto specifici, utilizzati come elementi utili per stabilire la loro posizione sistemica.

Le microalghe si accrescono velocemente in presenza di nutrienti quali i sali minerali, luce e anidride carbonica, in misura maggiore rispetto alle piante terrestri.

Inoltre, possono essere sia fotoautotrofe, utilizzando sostanze inorganiche come base per la sintesi di molecole organiche e la luce come fonte di energia, sia eterotrofe, nutrendosi di sostanze organiche prodotte da altri organismi per ottenere energia e piccole molecole, o mixotrofe, sintetizzando le proprie molecole organiche a partire da sostanze inorganiche.

Le microalghe autotrofe utilizzano la radiazione solare per convertire l’acqua e l’anidride carbonica in ossigeno e zuccheri. Esse sono in grado di fissare efficientemente l’anidride carbonica da diverse fonti, tra cui l’atmosfera



Figura 2. Spirulina pura



Figura 3. La pasta a base di spirulina

ra, i carbonati solubili e i gas di scarico industriali. Ciò rende le microalghe particolarmente interessanti per l'assorbimento di anidride carbonica atmosferica per la produzione di biocombustibili; infatti, dopo la fase di estrazione di olio, la parte restante della biomassa algale può essere trasformata in etanolo, metano oppure utilizzata per la produzione di fertilizzante organico (grazie all'alto contenuto dell'azoto e fosforo), o semplicemente bruciato per la generazione di energia [3].

La fotosintesi delle microalghe è simile a quella delle piante superiori, ma esse sono generalmente più efficienti delle piante nel convertire l'energia solare. Crescendo in mezzi acquosi, esse utilizzano in maniera efficiente l'acqua, l'anidride carbonica e i nutrienti. Circa 1,8 kg di anidride carbonica vengono fissati per ogni Kg (peso secco) di biomassa microalgale prodotta.

Recentemente, le microalghe sono state coltivate per la produzione di biomassa per una vasta gamma di applicazioni, in particolare nei settori che riguardano la nutrizione umana ed animale, il settore sanitario, cosmetico e

l'agricoltura (biofertilizzanti) [4]. Inoltre, le microalghe sono considerate come una promettente risorsa per la produzione di biocarburanti grazie alla rapida crescita, all'alto contenuto lipidico, all'utilizzo relativamente esiguo di terreni e alla capacità di assorbire anidride carbonica (CO_2), risultando efficienti da un punto di vista quantitativo [5,6]. Per quanto riguarda l'energia è stato stimato che la biomassa di microalghe potrebbe fornire circa il 25% del fabbisogno energetico mondiale [7].

Considerando invece un sistema a circuito chiuso, le microalghe, per esempio, possono essere utilizzate anche per la depurazione di reflui civili e agro-zootecnici, in quanto sono in grado di eliminare molecole quali NH_4^+ , NO_3^- e PO_4 , e utilizzarle come fonte primaria per la crescita delle alghe e per la produzione di biomolecole di interesse commerciale [8].

In entrambi i casi, le ricerche sono in fase sperimentale in quanto, al momento, non sono stati raggiunti standard di produzione con rendimenti prevedibili, programmabili e standardizzati [9].

Per tali ragioni questi settori at-

tualmente richiedono costi di produzione ancora troppo elevati e con una bassa sostenibilità.

Le microalghe di varie specie vengono già prodotte e messe sul mercato in vari Paesi, dove sono utilizzate per ottenere integratori alimentari, mangimi, pigmenti, acidi grassi come gli $\omega 3$ e biomasse per acquacoltura. Trovano impiego anche nelle industrie farmaceutica, della cosmetica e nella prevenzione dall'inquinamento ambientale, come bioindicatori.

La coltivazione delle microalghe avviene in bacini, vasche, fotobiorreattori o fermentatori con tecniche e volumi diversi, a seconda della specie coltivata e delle particolari applicazioni.

I cianobatteri: microrganismi dalle incredibili proprietà

La classificazione dei Cianobatteri è molto complessa e tutt'altro che definitiva, difatti le proposte in letteratura sono numerose e spesso contrastanti nella denominazione della stessa specie (Tabella 1) [10].

I Cianobatteri (Cyanophyta) o alghe azzurre, conosciuti anche come Cianoficee, sono organismi procarioti, precisamente eubatteri gram negativi, capaci di compiere la fotosintesi ossigenica.

Presentano un'alta diversificazione morfologica, documentata dalla presenza di generi con morfologia unicellulare, filamentosa (tricoma) ramificata o non ramificata. Hanno anche una grande variabilità dimensionale: si va da organismi unicellulari con diametro di $0,2 \mu\text{m}$ a forme filamentose con lunghezza fino a $200 \mu\text{m}$ [11].

Alcuni Cianobatteri sono fotoautotrofi obbligati, altri possono crescere anche in assenza di luce a spese di fonti organiche di energia, ma la loro velocità di crescita è sempre abbastanza bassa. Questi organismi possono tuttavia

Sottogruppo (= Ordine) Genere	Genere
Chroococcales	Chamaesiphon
	Cyanothece
	Gloeobacter
	Gloeocapsa
	Gloeotheca
	Microcystis
	Myxobactron
	Synechococcus
	Synechocystis
Pleurocapsales	Chroococcidiopsis
	Dermocarpa
	Dermocarpella
	Myxosarcina
	Pleurocapsa
	Xenococcus
Oscillatoriales	Arthrospira
	Lyngbya
	Microcoleus
	Oscillatoria
	Pseudanabaena
	Spirulina
	Starria
	Trichodesmium
Nostocales	Anabaena
	Aphanizomenon
	Cylindrospermum
	Nodularia
	Nostoc
	Rivularia (Calothrix)
	Scytonema
Stigonematales	Chlorogloeopsis
	Fischerella
	Stigonema

Tabella 1. (da Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 9^a ed., 1993)

effettuare, in condizioni di necessità, una fotosintesi anossigenica ed una respirazione anaerobica, utilizzando lo zolfo elementare al posto dell'ossigeno; molti di essi sono in grado di sintetizzare sostanze organiche azotate mediante la fissazione biologica dell'azoto atmosferico, grazie alla simbiosi con specie di funghi (licheni).

Grazie alla capacità di adattarsi alle diverse situazioni, i Cianobatteri sono diffusi ovunque: la-

ghi, fiumi, geysers, sorgenti idrotermali.

I Cianobatteri, come il resto dei procarioti, hanno solo una riproduzione vegetativa che avviene di norma per scissione binaria, una divisione cellulare amitotica, con separazione delle due parti per invaginazione della membrana plasmatica previa duplicazione del filamento di DNA.

Le forme coloniali possono moltiplicarsi per frammentazione, cioè direttamente per separazione di gruppi cellulari dalla colonia madre, o per sporulazione, cioè per formazione di spore durevoli.

La frammentazione, soprattutto nelle colonie filamentose, porta al distacco di gruppi cellulari detti ormogoni, inizialmente immersi nella medesima guaina gelatinosa. Separandosi, essi riproducono ciascuno una nuova colonia autonoma, assolutamente identica, strutturalmente e geneticamente, alla colonia madre. La separazione degli ormogoni può avvenire per rottura dei filamenti in punti qualsiasi o, più spesso, in corrispondenza

di particolari cellule morte, dette necridi o dischi di separazione. Questo processo si verifica in specie come la Spirulina.

La sporulazione, invece, avviene per trasformazione di cellule della colonia in strutture durevoli in grado di divenire quiescenti e resistere alle condizioni avverse, come la siccità. Si tratta di spore, dette acineti, voluminose, con parete fortemente ispessita e pluristratificata, in grado di sopravvivere in vita latente anche per

GarLife

La rivoluzione
dell'AGLIO



50 caps

Cod. Prodotto 971550999

Formula
di aglio
stagionato
inodore
che promuove
il benessere

- APPARATO CARDIOVASCOLARE
- METABOLISMO DEL COLESTEROLO
- REGOLATORE DELLA PRESSIONE
- FUNZIONE DIGESTIVA
- FLUIDITÀ DELLE SECREZIONI BRONCHIALI

GarLife è il nuovo prodotto di Natural Point a base di un particolare estratto di aglio stagionato (ABG10+®). Tramite il processo naturale a cui è sottoposta questa materia prima, si ottiene una riduzione dell'allicina, molecola responsabile del cattivo odore.

Inoltre il processo permette all'aglio di sviluppare SAC (S-allil-cisteina) molecola che, come dimostrato da diversi studi, possiede una potente azione antiossidante. **GarLife** può essere quindi utile per regolare la funzionalità dell'apparato cardiovascolare, il metabolismo dei trigliceridi oltre che per aiutare la regolarità della pressione arteriosa. L'estratto di aglio stagionato sostiene anche il benessere di naso e gola, migliorando la fluidità delle secrezioni bronchiali. L'unico eccipiente presente in **GarLife** è la farina di riso biologica. **GarLife** non contiene OGM, allergeni, conservanti o edulcoranti. In vendita nelle erboristerie, negozi di alimentazione naturale e in tutte le farmacie.



Natural Point srl
via P. Mariani, 4 - 20128 Milano
Tel. 02 27007247
www.naturalpoint.it

moltissimi anni e di germinare, in condizioni idonee, riproducendo una nuova colonia, tipica del genere *Nostoc*.

La parete cellulare di molti Cianobatteri si presenta come una semplice parete di peptidoglicano, mentre in altri è paragonabile a una guaina molto spessa, gelatinosa, costituita almeno nelle specie più studiate, da sostanze pectiche e emicellulosiche. La guaina gelatinosa contribuisce all'aggregazione delle cellule che si presentano spesso come filamenti o come colonie irregolari. Tra questa guaina e la membrana cellulare (locula) è presente una struttura che prende il nome di vaginula. La locula è a contatto con il cromatoplasma, che contiene pigmenti primari e secondari, come glicogeno, sostanze di riserva, lipidi, vacuoli gassosi ecc. e un sistema di membrane fotosintetiche equidistanti dette tilacoidi. Più tilacoidi impilati uno sull'altro, formano quello che viene detto grana.

I tilacoidi negli eucarioti dividono in due porzioni i cloroplasti, ma ricordiamo che i Cianobatteri sono procarioti e quindi sono privi di questi organelli.

I Cianobatteri dispongono della sola clorofilla A, più pigmenti accessori come le ficobiline (c-ficocianina di colore blu perché contiene rame, c-ficoeritrina di colore rosso perché contiene ferro, alloficocianina, ficoeritrocianina). Poiché le ficobiline sono associate a proteine, si parla spesso di ficobiliproteine (tetrapirroli a catena aperta coniugati a proteine). Le ficobiliproteine si presentano associate a formare strutture ad alto peso molecolare dette ficobilosomi (si tratta di strutture emisferiche), ove l'alloficocianina si presenta circondata da molecole di ficoeritrina e ficocianina. L'alloficocianina assorbe a 650 nm, la ficoeritrina a 550 nm e la ficocianina a 620 nm, quindi si tratta di pigmenti accessori che permettono di ampliare lo spettro della luce utilizzabile e permette ai Cianobatteri di crescere anche a bassa intensità di radiazione luminosa.

Tra i pigmenti secondari sono presenti carotenoidi (beta-carotene), xantofille (mixoxantina e zeaxantina). Altri inclusi sono il glicogeno (polimero ramificato del glucosio), il prodotto principale della fotosintesi, la cianoficina

(polimero dell'arginina e dell'asparagina). L'arginina è quindi una riserva di azoto da utilizzare quando scarseggia nell'ambiente, ma è anche una fonte di energia perché convertita dall'enzima arginina diidrolasi in ornitina con conseguente produzione di ATP. Infine, tra gli inclusi, la volutina e l'alfa-1,4-glucano, l'amido delle cianoficce. I vacuoli gassosi contengono azoto e hanno un ruolo idrostatico.

La maggior parte dei prodotti in commercio sono prodotti dai seguenti Cianobatteri: *Arthrospira*, *Nostoc* e *Aphanizomenon*. Questi vengono prodotti principalmente per la produzione di cibo funzionale. Per cibo o alimento funzionale (*functional food*) s'intende "alimento, naturale o formulato, che aumenta la *performance* fisica, consente di raggiungere uno stato di salute ottimale, previene uno stato di malattia o è utile nel trattamento di uno stato patologico".

Aphanizomenon, comunemente conosciuta come alga Klamath, ha un contenuto proteico superiore al 50% del peso secco, mentre i valori sono più bassi per *Nostoc* a causa della grande quantità di polisaccaride extracellulare. Il contenuto di lipidi nei Cianobatteri è molto più basso, in genere è pari al 5-8% [12].

Nel caso di *Arthrospira*, i valori proteici sono superiori al 60% del peso secco, mentre i valori dei lipidi si aggirano al 6-8%, sono particolarmente ricchi di acidi grassi essenziali [13].

Tra i componenti più importanti per la salute umana, ci sono gli antiossidanti (es. i carotenoidi), le vitamine e i sali minerali molto presenti sia in *Aphanizomenon* che in *Arthrospira*.

Il genere *Nostoc* ha un contenuto di carboidrati superiore agli altri due, ma un contenuto proteico leggermente inferiore [14].



Figura 4. I biscotti a base di spirulina

Grazie alle loro interessanti caratteristiche nutraceutiche, negli ultimi dieci anni la produzione è stata incrementata su larga scala. La quantità di *Arthrospira* prodotta è in costante aumento e si stima abbia raggiunto 5000 t di peso secco nel 2010. Più di 3500 t di biomassa viene prodotta ogni anno in Cina da diverse aziende [15].

La produzione annua di biomassa dei tre Cianobatteri risulta essere pari a circa 6800 t di peso secco all'anno, a fronte della produzione totale mondiale di 10.000 t di biomassa microalgale. Emerge, quindi, che i Cianobatteri appartenenti ai generi *Arthrospira*, *Nostoc* e *Aphanizomenon* coprono il 68% della produzione totale mondiale di biomassa microalgale [16].

La Spirulina, il Cibo degli Dei

Il termine generico di Spirulina si riferisce ai Cianobatteri fotosintetici appartenenti ai generi *Spirulina* e *Arthrospira* [17]. La maggior parte della Spirulina presente sul mercato e oggetto di studi scientifici è rappresentata dalla specie *Arthrospira platensis*.

La microalga Spirulina è attualmente parte di un lungo e importante progetto dell'ESA (European Space Agency) denominato MELiSSA (<http://www.esa.int/SPECIALS/Melissa/>), nel quale è coinvolta l'astronauta Samantha Cristoforetti, il cui obiettivo è stato quello di studiare e capire come impiegare batteri, alghe, piante per recuperare gli scarti e soprattutto la CO₂ che si producono du-

rante le missioni spaziali usando la luce come fonte di energia per promuovere la biosintesi.

La storia della Spirulina è strettamente legata al continente africano, alla vita delle sue popolazioni e alle loro tradizioni. La popolazione Kanembu ha sapientemente usato la Spirulina presente nel lago Chad per la produzione di un prodotto alimentare noto come *Dihè* [18], ottenuto dalla disidratazione e dalla lavorazione di questa microalga.

Il botanico francese Pierre Dangeard osservò per primo la presenza della microalga in diversi laghi situati nella Great Rift Valley, nell'Africa orientale; oltre a altri laghi dell'Africa centrale come il Bodou e il Rombou, la Spirulina è anche presente in Messico,

A. MINARDI & FIGLI S.R.L.

Via Boncellino 32 - 48012 Bagnacavallo (Ra) - Tel. 0545 61460 - Fax 0545 60686

DAL 1930 LAVORAZIONE E COMMERCIO PIANTE OFFICINALI

www.minardierbe.it info@minardierbe.it

in prossimità del lago Texcoco. Uno degli usi più importanti della Spirulina è sicuramente quello alimentare; sia per l'abbondanza di principi nutritivi di notevole valore nutraceutico e funzionale, sia per la sua facilità di coltivazione ed adattamento ad ambienti e condizioni estreme (acque alcaline e temperature elevate).

La Spirulina è stata denominata dalla FAO, nel 2007, il "Cibo del futuro" per il suo impiego contro la malnutrizione e le carenze alimentari che affliggono diverse aree del pianeta [19].

La Spirulina è considerata la migliore fonte proteica nel mondo vegetale. Infatti, dal punto di vista biochimico è molto ricca di proteine a elevato valore biologico il cui contenuto varia a seconda della specie e delle condizioni di coltivazione.

Il contenuto proteico della microalga Spirulina oscilla tra il 55 e il 70% del peso secco [20] e le proteine presenti contengono tutti gli amminoacidi essenziali. In aggiunta contiene circa il 20% di carboidrati ma essendo priva di cellulosa risulta più digeribile rispetto ad altre microalga come per esempio la Chlorella [21].

Il contenuto in lipidi è piuttosto basso e il colesterolo è scarso: 10 g di Spirulina contengono 1.3 mg di colesterolo. Molto abbondanti sono invece gli acidi grassi polinsaturi come l'acido linoleico e l'acido γ -linolenico [22] che è un precursore di alcune prostaglandine e ha un'influenza sui livelli del colesterolo nel sangue.

Oltre a contenere tutti i principali minerali essenziali come il ferro, il calcio, il fosforo, il potassio, la Spirulina è una interessante fonte di vitamine del gruppo B (come la B12), di vitamina C, D ed E.

Accanto ai principi nutritivi citati questa microalga contiene anche altri nutrienti che hanno delle funzioni alimentari benefiche per

la salute umana. Tra i pigmenti fotosintetici ci sono la clorofilla che insieme alle altre clorofille è responsabile della colorazione verde, tanti carotenoidi come il β -carotene che hanno una funzione antiossidante e la ficocianina che dona il colore blu a queste alghe.

Quest'ultimo pigmento ha delle proprietà salutistiche che sono state messe in luce da numerose ricerche scientifiche; stimola il sistema immunitario e ha effetti inibitori contro la proliferazione delle cellule K562 della leucemia umana [23], ha un'attività antivirale [24] esercita effetti di regressione o inibizione di alcuni tipi di cancro e contribuisce alla costruzione delle cellule del sangue [25].

La ficocianina contenuta nella spirulina è usata come colorante naturale per alimenti e cosmetici. Infatti la DainipponInk&Chemicals, nel 1980 ha sviluppato un colorante alimentare a base di ficocianina chiamato Lina-Blue® che è usato per produrre chewing-gum, caramelle, drinks, gelati e salse come il wasabi.

La Spirulina è anche ampiamente utilizzata come integratore proteico nei mangimi per animali e in acquacoltura per avere dei pesci di allevamento che siano più resistenti a infezioni e malattie, più simili a quelli pescati e ottenere un miglioramento nel colore, nell'odore e nella qualità.

La Spirulina è presente sul mercato in diversi formati; è reperibile sotto forma di pillole, capsule, tavolette e polvere, ma è sempre più presente in moltissimi prodotti come biscotti, bevande, zuppe, pasta, snack, prodotti dietetici e per sportivi.

A fronte di un consumo crescente delle alghe verdi-azzurre, si rileva la problematica relativa alla difficoltà di riuscire a tracciare in maniera sicura e controllata gli

impianti di produzione, in quanto la Spirulina presente sul mercato italiano è per più del 90% di origine extraeuropea.

È diventato quindi necessario controllare in maniera sempre più rigida la sicurezza e la salubrità del prodotto importato, le modalità di produzione e i flussi di provenienza e scegliere prodotti Made in Italy o caratterizzati da una tracciabilità e rintracciabilità. L'ente statunitense FDA (Food and Drug Administration) a seguito di studi di sicurezza effettuati, ha stabilito che la Spirulina aggiunta negli alimenti è considerata sicura (GRAS: Substance Generally Recognized as Safe) a livelli di 0.5-3 g per porzione.

*** Biologa, Responsabile qualità e sicurezza**

**** CEO - Responsabile tecnico**

***** Project manager**

Bibliografia

- [1] Lovelock, James E. 1979. *Gaia: A new Look at Life on Earth*. New York, Oxford University Press, 157 pp.
- [2] Lovelock, James E., and Lynn Margulis. 1973. Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: The Gaia hypothesis. *Tellus* 26:1-10.
- [3] Li Y, Horsman M, Wu N, Lan C Q, Dubois-Calero N. 2008. Biofuels from microalgae. *Biotechnology progress*. 24(4): 815-20.
- [4] Markou G, Georgakakis D. Cultivation of filamentous cyanobacteria (blue-green algae) in agro industrial wastes and wastewaters: a review. *Appl Energy* 2011;88:3389-401.
- [5] Wijffels RH, Barbosa MJ. An outlook on microalgal biofuels. *Science* 2010;329:796-9.
- [6] Singh A, Olsen SI. A critical review of biochemical conversion, sustainability and life cycle assessment of algal biofuels. *Appl Energy* 2011;88:3548-55.
- [7] Rawat I, Kumar RR, Mutanda T, Bux F. Dual role of microalgae: phycoremediation of domestic wastewater and biomass production for sustainable biofuels production. *Appl Energy* 2011;88:3411-24.
- [8] Wang B, Li Y, Wu N, Lan C Q. 2008. Carbon dioxide bio-mitigation on living microalgae. *Applied microbiology and Biotechnology*. 79(5): 707-18.
- [9] Chisti Y. Biodiesel from microalgae. 2007. *Biotech Advances*, 25, 294-306.
- [10] Bergey's Manual of Determinative

- Bacteriology, 9th edition, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA, 1993.
- Carr N G, Whitton B A. The Biology of Cyanobacteria, Blackwell Scientific, 1982.
- [11] Geitler's. Cyanophyceae, 1932 (Opera monumentale sulla sistematica delle Cianofitee).
- [12] Griffiths M.J., Harrison S.T.L. (2009) Lipid productivity as a key characteristic for choosing algal species for biodiesel production. *Journal of Applied Phycology* 21: 493-507.
- [13] Gershwin ME, Belay A, editors. Spirulina in human nutrition and health. Boca Raton: CRC Press; 2008.
- [14] Danxiang, H., B. Yonghong & Z. Hu. 2004. Industrial production of microalgal cell-mass and secondary products-species of high potential. In: Richmond, A. (ed). *Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology*, pp. 304-311. Blackwell Science.
- [15] Lu, YP., Liu, SY., Sun, H., Wu, XM., Li, JJ., Zhu, L. (2010). Neuroprotective Effect of Astaxanthin on H(2)O(2)-Induced Neurotoxicity In-Vitro and on Focal Cerebral Ischemia In-Vivo. *Brain Research* 2010: Sept. 21.
- [16] Rosello Sastre e Posten 2010. Die vielfältige Anwendung von Mikroalgen als nachwachsende Rohstoffe. The Variety of Microalgae Applications as a Renewable Resource. *Chem Ing Tech* 82 (11): 1925-1939.
- [17] Tomaselli L, Palandri M, Tredici M. On the correct use of Spirulina designation. *Algol Stud.* 1996; 83:539-548.
- [18] Dangeard P. Sur une algue bleue alimentaire pour l'homme: *Arthrospira Platensis* (Nordstedt) Gomont. *Actes-Soc Linn Boreaux Extr Procès-verbaux.* 1940; 91: 39-41.
- [19] FAO. Blue-green algae for rice production. FAO Soils Bulletin. 1981. Rome.
- [20] Phang SM, Miah MS, Chu WL, Hashim M. Spirulina culture in digested sago starch factory waste water. *J Appl Phycol.* 2000; 12:395-400.
- [21] Henrikson R. Spirulina World Food, How this micro alga can transform your health and our planet. Hana, Maui, Hawaii 96718 USA: Ronore Enterprises, Inc.; 2010. 195 p.
- [22] Borowitzka MA. Products from algae. In: Phang SM, Kun LY, Borowitzka MA, Whitton BA. proceedings of 1st Asia-Pacific Conference on Algal Biotechnology; 1994; Kuala Lumpur, p.5-15.
- [23] Liu YF, Xu LZ, Cheng N, Lin LJ, Zhang CW. Inhibitory effect of phycocyanin from *Spirulina platensis* on the growth of human leukemia K562 cells. *J Appl Phycol.* 2000; 12: 125-130.
- [24] Shih SR, Tsa KN, Li YS, Chueh CC, Chan EC. Inhibition of enterovirus 71-induced apoptosis by algal phycocyanin isolated from a blue-green alga *Spirulina platensis*. *J Med Virol.* 2003; 70(1): 119-125.
- [25] Vane JR, Bakhle YS, Botting RM. Cyclooxygenase 1 and 2. *Annu Rev Pharmacol Toxicol.* 1998; 38: 97-120.

ApuliaKundi: dall'idea all'impresa

Nell'ambito di una produzione più sicura, controllata ed ecosostenibile della Spirulina si inserisce l'esperienza di ApuliaKundi, start-up nata a seguito della vincita del bando Principi Attivi 2012, con il progetto "SPIRULINA - Cibo degli dei" nell'ambito del Programma Bollenti Spiriti, promosso dalla Regione Puglia e volto a favorire la partecipazione dei giovani pugliesi alla vita attiva e allo sviluppo del territorio.

ApuliaKundi promuove nuove soluzioni e nuove prospettive in grado di tutelare la biodiversità del Pianeta attraverso la produzione della microalga Spirulina.

Il gruppo ApuliaKundi partecipa attivamente alla costruzione e alla valorizzazione di un modello di sviluppo ecosostenibile, allo sviluppo dell'economia della conoscenza e dell'innovazione; intende contribuire al miglioramento della qualità della vita delle comunità umane, promuovendo la ricerca e lo sviluppo scientifico nei campi di applicazione delle microalghe, in particolare della spirulina, attraverso:

- progetti di studio, monitoraggio e ricerca scientifica di interesse e utilità pubblica;
- attività di informazione, sensibilizzazione, educazione e divulgazione scientifica;
- partenariati e reti di cooperazione con soggetti istituzionali, scientifici, scolastici della società civile e del terzo settore, finalizzati alla ricerca scientifica, innovazione tecnologica e allo scambio di best practices a livello locale e globale.

L'obiettivo del progetto di ApuliaKundi "Spirulina- Cibo degli dei" è stato principalmente quello di mettere a punto un processo di coltivazione sostenibile e ottenere un integratore alimentare puro e di origine biologica a base di Spirulina, destinato principalmente ai vegetariani, ai vegan, agli sportivi e a chiunque abbia bisogno di uno sprint in più per affrontare la vita di tutti i giorni.

Per la realizzazione dell'impianto pilota, grazie al finanziamento regionale, ApuliaKundi ha messo in campo un partneria-

to ad hoc costituito dall'Università degli Studi di Bari "Aldo Moro", in particolare dal DISAAT - Dipartimento di Scienze Agro-ambientali e Territoriali e dal Dipartimento di Farmacia sviluppando due sistemi di coltivazione: uno in vasca, sistema aperto e l'altro in fotobioreattore, sistema chiuso.

Coltivare spirulina ha un basso impatto ambientale ed offre più nutrimento per unità agricola di terra di qualsiasi altro cibo; non causa inquinamento, né erosione del terreno, contaminazione di acqua o distruzione forestale, cresce senza pesticidi tossici ed erbicidi. Richiede molta meno acqua ed energia per kg di proteine di qualsiasi altro cibo, inclusa l'energia solare e quella generata; usa 1/3 dell'acqua impiegata dalla soia, 1/6 di quella del grano, 1/50 dell'acqua necessaria per le proteine del manzo. Parallelamente alla produzione e alla trasformazione, il team svolge diverse ricerche scientifiche grazie alla rete di cooperazione.



Raffaele Settanni – Responsabile tecnico e commerciale, **Flavia Milone** – biologa, Responsabile della qualità e della sicurezza; **Daniela Chiapperini**, Project manager