

POLITECNICO DI MILANO

Scuola Del Design
Design del Prodotto per l'Innovazione

Tesi di Laurea Magistrale
A.A. 2013/14

Titolo:

Sistema prodotto per la coltivazione domestica
dell'alga Spirulina



Relatore
Venanzio Arquilla

Studente
Uros Krstic mat. 778782

A/pH 

INDICE

ABSTRACT	04
<i>Capitolo 1</i>	<i>06</i>
INTRODUZIONE AL TEMA	07
<i>Capitolo 2</i>	<i>12</i>
LA SPIRULINA	13
L'ECOSISTEMA	16
UNA VERA MINIERA DI NUTRIENTI	18
BENEFICI CHE CRESCONO NEL TEMPO	29
PROPRIETA' ATTRIBUITE ALLA SPIRULINA	30
CONSUMATORI DELLA SPIRULINA	41
<i>Capitolo 3</i>	<i>48</i>
NUTRIZIONISMO E COLAZIONE	49
<i>Capitolo 4</i>	<i>54</i>
COLTIVAZIONE DELLE ALGHE	55
FOTOBIOREATTORI E OPEN PONDS	60
<i>Capitolo 5</i>	<i>72</i>
CONCEPT	73
MOODBOARD PERSONAS	74
MOODBOARD FORME	78
<i>Capitolo 6</i>	<i>86</i>
PROGETTO AlpH	87
FUNZIONAMENTO	89
L'AMBITO DELLA CUCINA	96
UTILIZZO	104
CONSUMO DELLA SPIRULINA	113
PRODUZIONE E VENDITA	118
CONCORRENZA	123
<i>Capitolo 7</i>	<i>128</i>
CONCLUSIONI	129
<i>Bibliografia</i>	<i>132</i>
<i>Sitografia</i>	<i>134</i>



ABSTRACT

Assistiamo oggi ad un importante e necessario rinnovamento della cultura alimentare. La società sta diventando sempre più sensibile ai aspetti qualitativi del cibo. I valori legati all'origine del cibo, alle sue proprietà nutrizionali, i suoi benefici per la salute e così via, trovano precedenza nella scelta dei nostri ingredienti nella cucina. Questi processi sociali hanno dato vita ai concetti di cibo organico, lo slow food, vegetarianismo, veganismo ecc.

Tra gli alimenti più promettenti secondo la scienza trovano posto le alghe ed in particolare risulta interessante per la società la Spirulina, per le sue qualità nutrizionali e specialmente per il suo alto valore proteico.

La tesi propone un'analisi della spirulina e le sue proprietà in relazione alla fisiologia umana e descrive gli attuali metodi di coltivazione/produzione. L'intento è quello di verificare la possibilità di trasformare questi processi, solitamente massivi, in un qualcosa che abbia la dimensione domestica e che permetta la coltivazione indoor di una quantità adeguata di alghe.

Da questi presupposti nasce **AlpH**, un nuovo elettrodomestico che, consumando un minimo di energia, si propone di migliorare la qualità della vita degli utenti permettendo la produzione ed il consumo di una giusta quantità di spirulina, diventando così una delle principali fonti di nutrimenti e antiossidanti casalinghe.



Capitolo 1

INTRODUZIONE AL TEMA

Spirulina parla alla specie umana, in nome delle prime specie, **le alghe**:

“Per un miliardo di anni noi abbiamo riempito l’atmosfera della Terra con sufficiente ossigeno per dare la possibilità alle nuove forme di vita di evolvere. Noi abbiamo osservato e partecipato all’esplosione delle diverse forme di vita su questo pianeta per più di un miliardo di anni. Il paradiso si è rivelato e ci è piaciuto molto.

Pochi istanti fa, la vostra specie è apparsa. Nei ultimi 50 anni voi umani stavate spegnendo i sistemi di supporto vitale del nostro pianeta. La vostra insolita abilità di sconvolgere la biosfera, esaurire lo strato di ozono, aumentare il riscaldamento globale, disboscare la terra, espandere deserti e inquinare terreni, acqua e aria, ha suscitato la nostra attenzione.

La nostra sopravvivenza non è legata alla vostra gratitudine per avervi fornito un bellissimo pianeta, ma un po’ di collaborazione è necessaria. Il vostro

saccheggio planetario distrugge la possibilità alla vita di svolgersi pienamente in tutte le sue forme. Se insistete, la vostra specie probabilmente perirà pure. Noi alghe sopravviveremo, e nel corso delle ere saremmo nuovamente pronte a promuovere una nuova vita.

Noi riconosciamo, tuttavia, il vostro destino unico su questo pianeta. Voi siete la più immatura, ma comunque la più intrigante tra tutte le specie. Il futuro della evoluzione planetaria resta nelle vostre mani. La vostra sopravvivenza ed evoluzione richiedono la guarigione del nostro pianeta nei prossimi 20 anni.

Fate guarire voi stessi dentro, curate i vostri rapporti con la vostra specie e fate guarire il nostro pianeta. Da questa grande sfida emergerà la vostra creatività massima. Favorendo questo salto evolutivo, inizieranno alcune cose molto interessanti qui, e noi vogliamo partecipare. Offriamo la nostra saggezza per la salute personale e planetaria. Abbracciatela, fatevela amica e imparate da noi. Riscoprite l'antica saggezza dei vostri antenati biologici."

Spirulina, "la piccola spirale"

Food for the city, featuring AlgaCulture by NAI publishers, Stroom Den Haag, 2012, Olanda

Modi alternativi per alimentare il corpo

AlgaCulture progetta un nuovo rapporto simbiotico tra l'uomo e le alghe. Propone un futuro in cui l'uomo sarà rafforzato dalle alghe che vivono all'interno di nuovi organi del corpo, consentendoci di essere semi-fotosintetici. Quasi permettendoci di diventare simili alla pianta ottenendo il cibo dalla luce. Come tali, saremo simbiotici (nel senso che entrambe le entità interamente dipendono l'una dall'altra per la sopravvivenza), entrando in un rapporto reciprocamente vantaggioso con le alghe.

Perché progettare il nuovo cibo su quello che abbiamo ora, quando possiamo ridisegnare il modo di alimentare del tutto il corpo?

Vicino al futuro - AlgaCulture tuta simbiosi (sopra)

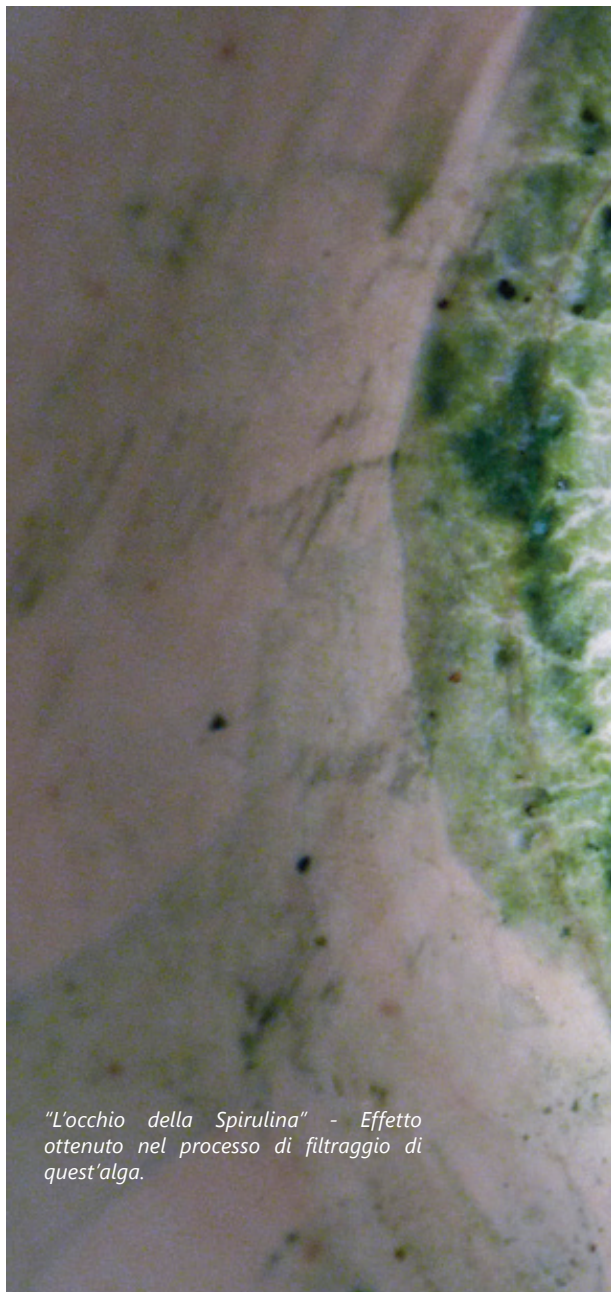
Lontano futuro - nuovi organi corporei (sotto)

Questo scenario è, tra l'altro, ispirato dal lavoro degli scienziati Debora MacKenzie e Michael Le Page che hanno scritto sul tema delle creature fotosintetiche, o quello che loro chiamano "plantimals" nel "New Scientist" (2010). Tali organismi fotosintetici comprendono attualmente i licheni, i nudibranchi e le salamandre che accolgono le alghe nei loro corpi, in una partnership chiamato "endosimbiosi".

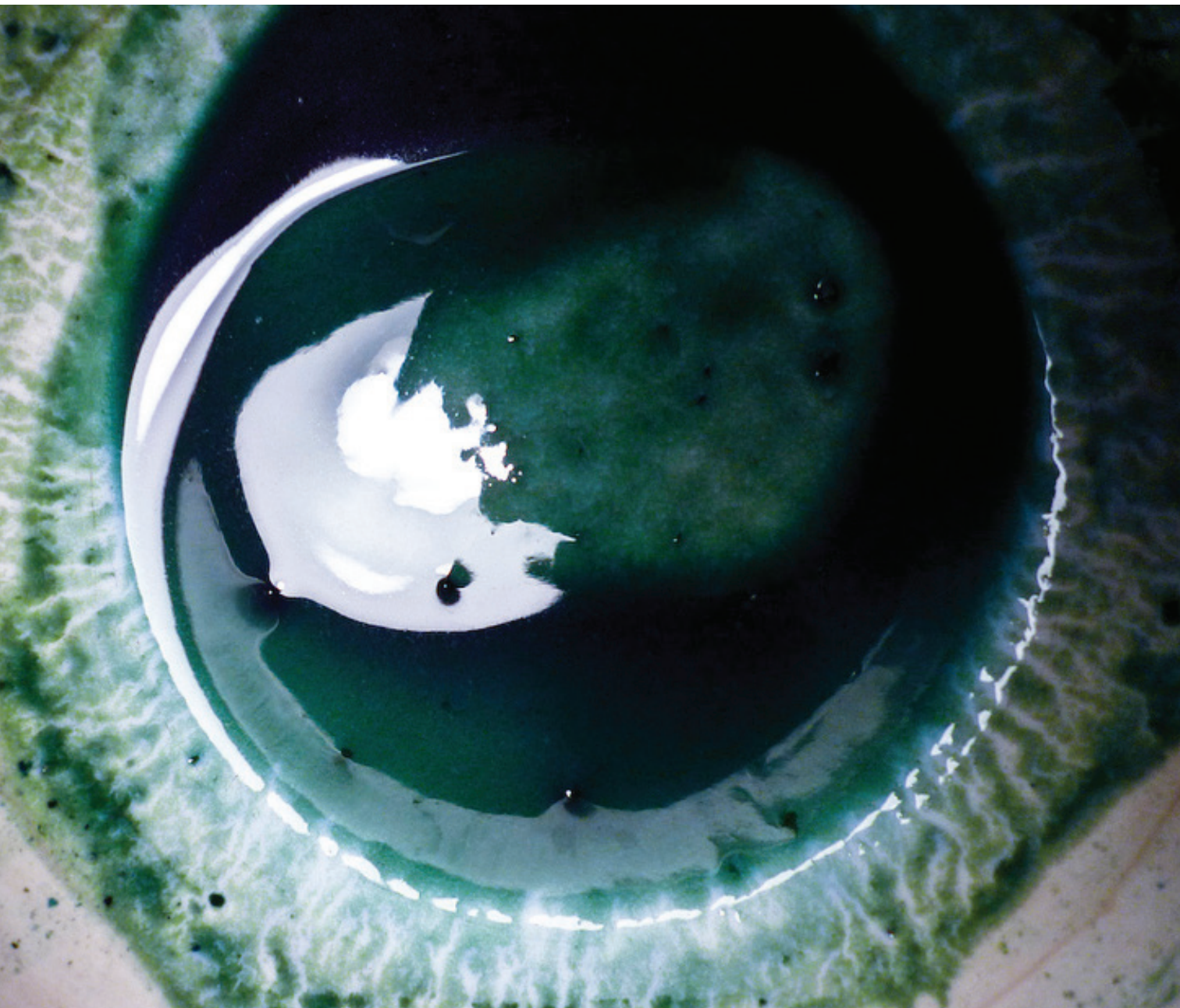


Il nostro tuffo nella tecnologia e il nostro stile di vita di consumatori ha sconvolto l'equilibrio della biosfera terrestre. Trasformiamo le risorse della Terra in spazzatura e inquinamento a un ritmo sempre più veloce. Emergenti dalla ripartizione dell'ecosistema sono i super batteri, virus, tossine chimiche, riscaldamento globale e i cambiamenti climatici che minacciano la nostra salute. Sempre più persone stanno diventando consapevoli del fatto che le malattie come il cancro sono direttamente legate ai fattori ambientali. Una parte crescente della popolazione della Terra è alla ricerca di soluzioni salutari contro l'inquinamento, cerca di rafforzare il proprio sistema immunitario, resistere alle malattie e ritardare il processo di invecchiamento.

Tutto questo arriva sincronico all'inizio di un nuovo millennio, quando sentiamo una nuova era che si avvicina: un'epoca di reti sociali, un'età di comunità o addirittura un'epoca di luce. Come possiamo prepararci e fare scelte che ripristinino la nostra salute personale, la salute della nostra società e l'intero pianeta?



"L'occhio della Spirulina" - Effetto ottenuto nel processo di filtraggio di quest'alga.



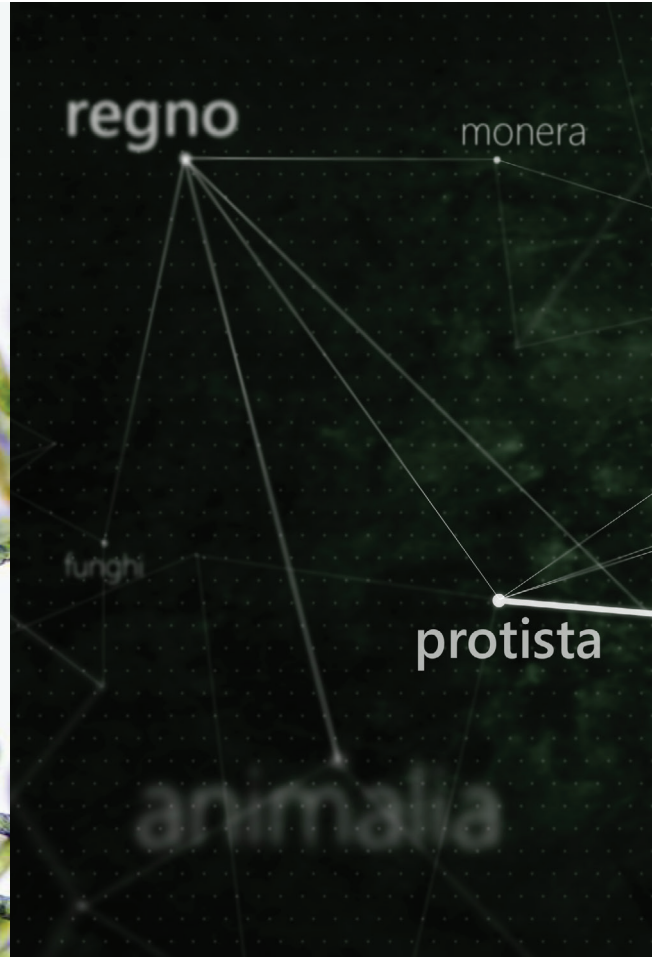
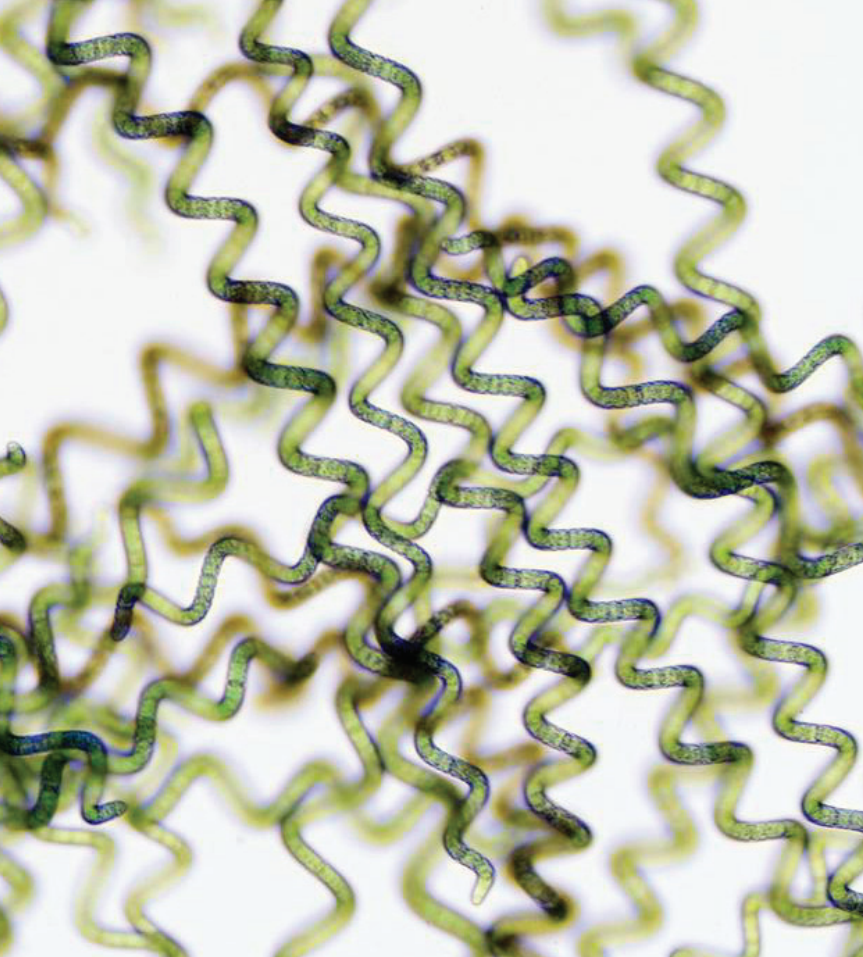


Capitolo 2

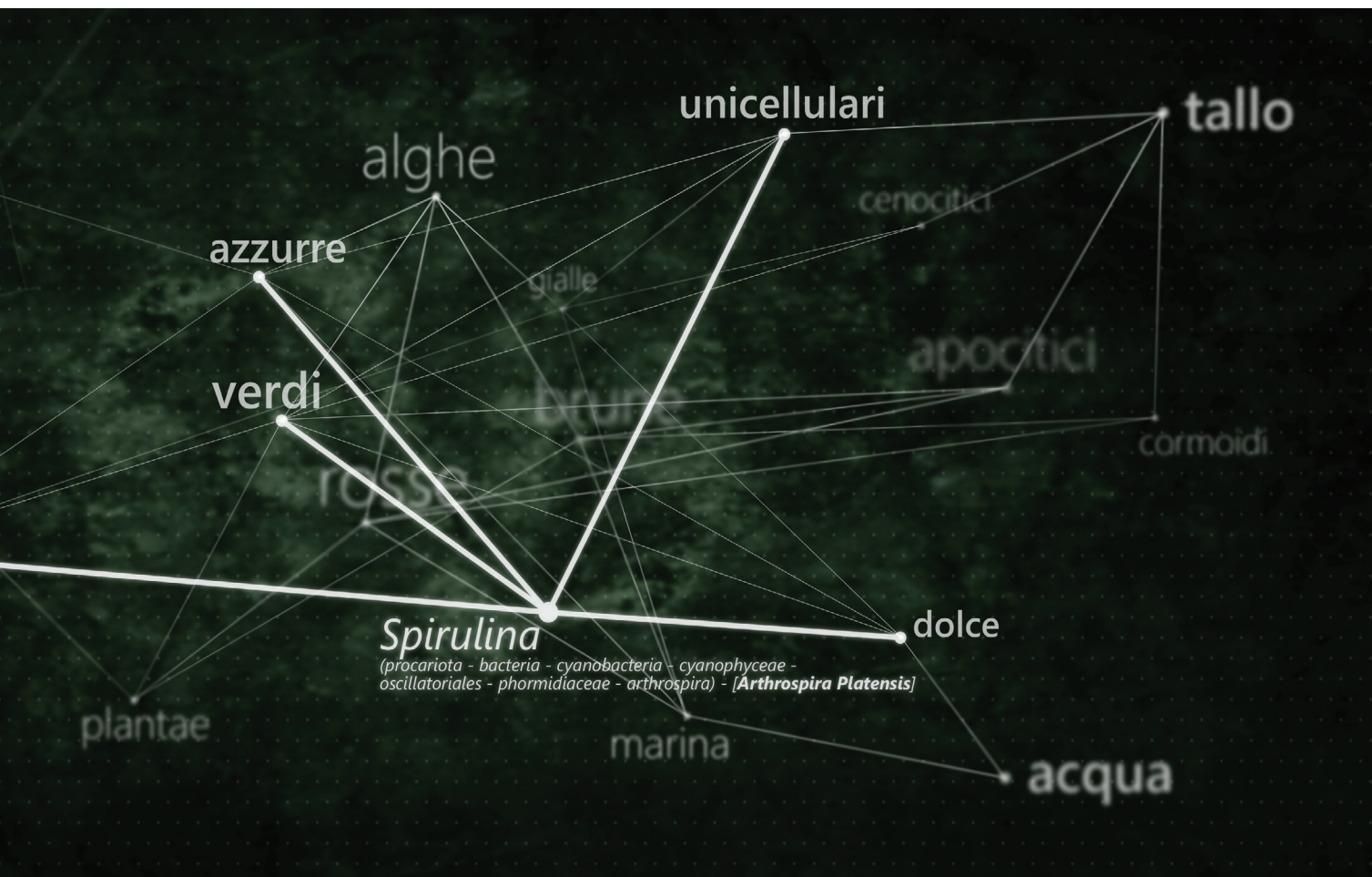
LA SPIRULINA

La spirulina esiste da 3,6 miliardi di anni, è la più antica forma di vita fotosintetica apparsa sul pianeta e costituisce il ponte evolutivo tra i batteri e le piante verdi. È un'alga monocellulare verde-azzurra che vive nelle acque dolci delle regioni subtropicali e ha bisogno di un pH estremamente alcalino, compreso in un range di valori tra 9 e 11 (quello dell'acqua potabile è 7). Il nome botanico deriva dal latino («piccola spirale») e si collega alla struttura dell'alga, che presenta una lunghezza di circa mezzo millimetro. È una delle più ricche e complete fonti di nutrienti esistenti sul pianeta. La spirulina contiene naturalmente vitamine, minerali, aminoacidi in una forma che viene prontamente assimilata. È un superalimento e viene spesso definita *green food*. Non è un integratore e non deve essere confusa con i multivitaminici/multiminerali che sono aggregati di sostanze. È risaputo che molti integratori, tutti quelli sintetici e alcuni naturali, non vengono debitamente assimilati. Le megadosi contenute in alcuni sono un tentativo di superamento del problema, secondo l'adagio «più è meglio è», ma sfortunatamente l'assorbimento intestinale è limitato da meccanismi fisiologici, per cui le dosi troppo elevate non vengono assimilate, ma al contrario eliminate.

Argomenti e dati specifici di questo capitolo sono stati presi dal libro di Fortuna L., Le Alghe - tra cucina, salute e bellezza, Xenia Edizioni, 2012.



*Spirulina cianobatteri osservati con il
microscopio ottico.*



Mappa di posizionamento dell'alga Spirulina nel mondo delle alghe ed altre specie di vita.

L'ECOSISTEMA

Le microalghe verdi-azzurre sono il fondamento di tutta la catena alimentare. Sono direttamente responsabili di oltre il 50 per cento dell'ossigeno del pianeta ed è soprattutto dalla loro presenza, o dalla loro assenza, che dipende la fertilità dei terreni e degli alimenti che vi crescono. In passato erano una componente importante dell'alimentazione. I guerrieri aztechi attribuivano la loro leggendaria potenza alla spirulina che cresceva selvatica nel lago Texcoco. Purtroppo l'inquinamento ha distrutto molte fonti naturali di spirulina e di clorella, che vengono oggi coltivate in luoghi incontaminati. I principali bacini usati a questo scopo si trovano negli Stati Uniti (California e Hawaii), in Cile, in Messico, in India e in Cina. La zona di provenienza e la metodologia di lavorazione incidono molto sulla qualità dell'alga. Di fatto la spirulina che proviene dagli Stati Uniti o Cile è di migliore qualità.

*Lago cratere - Twin Taung, Twin Hill -
Monywa, Myanmar; uno dei posti dove
la Spirulina prospera naturalmente.*





UNA VERA MINIERA DI NUTRIENTI

Analizzando la composizione dell'alga spirulina risulta evidente che si tratta di un "supernutriente", in grado di apportare numerosi benefici al nostro organismo. Le sostanze naturalmente presenti nella spirulina sono proteine e aminoacidi, carboidrati, lipidi, vitamine, minerali, enzimi e pigmenti.

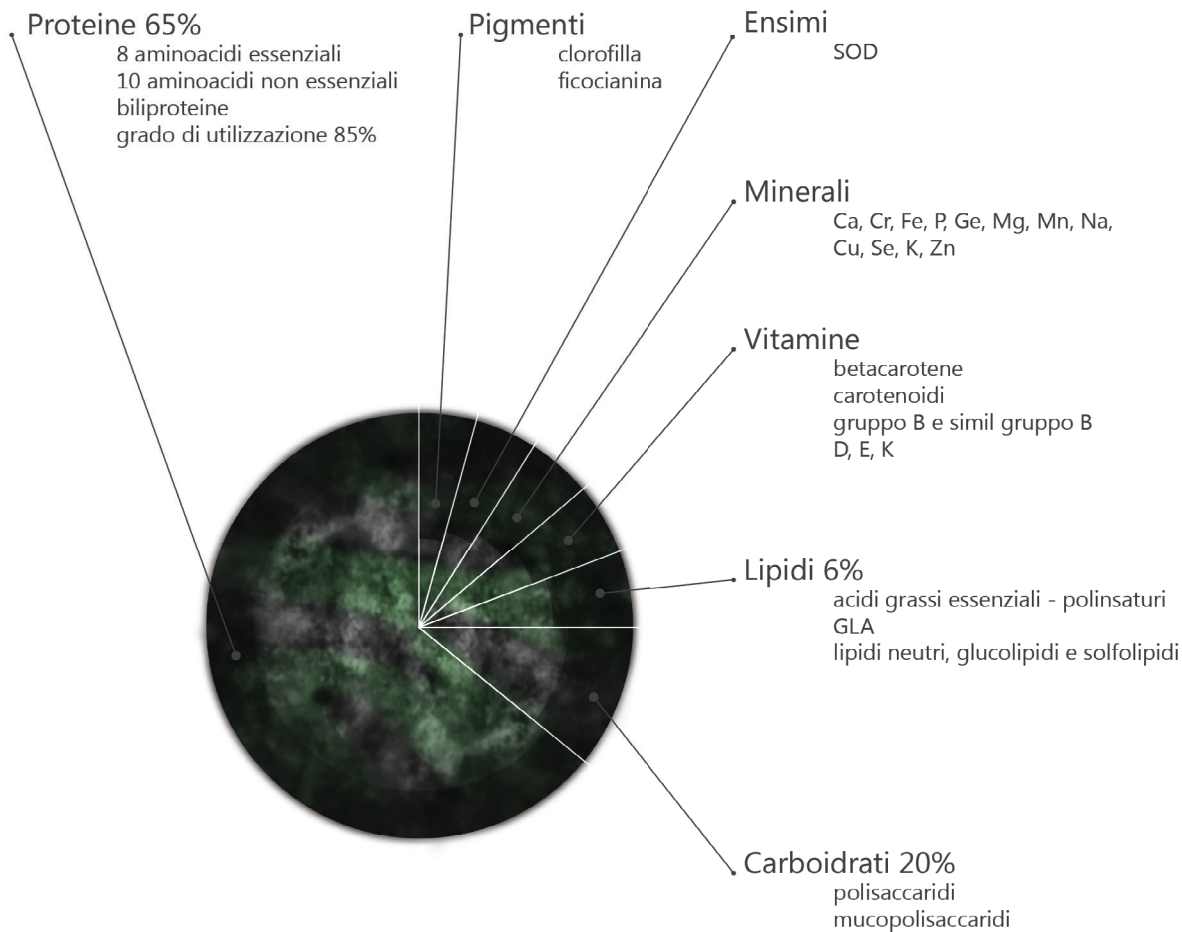


Diagramma - analisi chimica della Spirulina.

Proteine e aminoacidi

La spirulina contiene il 65 per cento circa di proteine a elevato valore biologico.

Si tratta di *biliproteine*, proteine che hanno subito una sorta di predigestione direttamente nell'alga. Il loro grado di utilizzazione è molto alto: circa l'85 per cento, contro il 20 per cento della carne bovina. Contrariamente ad altri microrganismi proposti come fonte di proteine (lievito, alga clorella eccetera) la spirulina non ha pareti di cellulosa, bensì un involucro di mureina relativamente fragile e questo spiega la facilità della sua digestione, infatti non richiede cottura.

La digestione delle proteine animali provoca la formazione di scorie metaboliche che possono determinare anche gravi danni, invece la digestione della parte proteica della spirulina non produce alcuna scoria, evitando così di intossicare l'organismo. L'utilizzazione delle proteine ingerite (NPU, Utilizzo Netto di Proteine) è determinata dalla digeribilità, cioè dalla proporzione di azoto proteico assorbito e dalla composizione in aminoacidi. La spirulina è un ottimo complemento per i vegetariani e i vegani, poiché assicura un corretto apporto di proteine nella dieta.

Contiene tutti gli otto aminoacidi essenziali, più dieci aminoacidi non essenziali, in una forma altamente assimilabile e nelle giuste proporzioni.

Quando si confrontano le fonti proteiche, oltre alla quantità si devono considerare: la qualità degli aminoacidi strutturali, le proteine utilizzabili, la percentuale di fruibilità e le sostanze a esse legate (grassi, zuccheri e

Aminoacidi Essenziali

Sono quelli che l'organismo non è in grado di sintetizzare e che quindi devono essere necessariamente introdotti con la dieta.

Fenilalanina
Isoleucina
Leucina
Lisina
Metionina
Treonina
Triptofano
Valina

Aminoacidi non Essenziali

Sono quelli che l'organismo, in condizioni fisiologiche, è in grado di sintetizzare in quantità adeguate ai bisogni.

Acido aspartico
Acido glutammico
Alanina
Arginina
Asparagina
Glicina
Glutammina
Istidina
Prolina
Serina

Aminoacidi Semi-Essenziali

Tirosina e cisteina possono venire sintetizzate dall'organismo a partire dalla fenilalanina e dalla metionina, quando queste ultime vengano fornite in modo adeguato.

Cisteina
Tirosina

calorie). Il contenuto proteico della spirulina (65 per cento) supera di gran lunga quello della carne e del pesce (15-20 per cento), della soia (35 per cento), del latte in polvere (35 per cento), delle uova (12 per cento), dei cereali (8-14 per cento) e delle nocciole (25 per cento).

Le proteine sono composte da due o più aminoacidi. Gli aminoacidi essenziali non possono essere sintetizzati dall'organismo, devono necessariamente essere assunti attraverso l'alimentazione, sono indispensabili per la sintesi degli aminoacidi secondari e costituiscono i «mattoni» con cui si costruisce il corpo. Una fonte proteica è considerata completa quando contiene tutti gli aminoacidi essenziali, come la spirulina. Nell'organismo umano le proteine rappresentano oltre il 50 per cento dei componenti organici e circa il 14-18 per cento (a seconda dell'età) del peso corporeo totale. Dal punto di vista funzionale gli aminoacidi utilizzati dall'uomo vengono classificati in **essenziali, non essenziali e semi-essenziali**.

Dal punto di vista chimico le proteine vengono raggruppate in due grandi categorie:

- proteine semplici (costituite da soli aminoacidi),
- proteine coniugate (costituite da aminoacidi e da altri composti di natura diversa).

Le fonti proteiche sono classificate a seconda del Contenuto Netto di Proteine (NPC), determinato dalla qualità degli aminoacidi, dalla digeribilità e dal valore biologico. Moltiplicando la quantità di proteine per il valore NPC si determinano in percentuale le proteine utilizzabili presenti in un alimento.

Gli indici proteici da considerare rispetto a un alimento sono i seguenti:

- *Indice chimico*: valore dato dal rapporto tra la quantità di un certo aminoacido in un grammo della proteina in esame e la quantità dello stesso aminoacido in un grammo di una proteina di riferimento biologica.

- *Digeribilità*: rapporto tra l'azoto proteico assorbito e quello ingerito, corrette con le perdite metaboliche dell'azoto stesso attraverso le feci.

- *Valore biologico*: qualità dell'azoto assorbito da una proteina trattenuto per il mantenimento e/o l'accrescimento. Il valore biologico esprime la completezza di una proteina, cioè la presenza di tutti gli aminoacidi essenziali, nelle proporzioni ottimali ai fini delle sintesi proteiche corporee.

- *Utilizzazione proteica netta*: rapporto tra l'azoto ingerito e quello trattenuto calcolato tenendo conto sia del valore biologico sia della digeribilità di una proteina. Viene utilizzato nella definizione del fabbisogno proteico.

Carboidrati

La spirulina contiene il 20 per cento circa di carboidrati, tra i quali si evidenziano:

a) i polisaccaridi (glicogeno e ramosio), utilizzati immediatamente dall'organismo senza l'intervento dell'insulina per produrre energia. Questa caratteristica rende la spirulina un alimento particolarmente indicato per i diabetici.

b) i mucopolisaccaridi, carboidrati complessi ad azione antinfiammatoria, protettiva e riparatrice dei tessuti

connettivi. Proprio per questo la spirulina è un ottimo complemento per gli sportivi, sia per produrre più energia sia per alleviare tensioni muscolari e infiammazioni.

Lipidi

Il contenuto di lipidi della spirulina è del 6 per cento circa e si tratta per la maggior parte di acidi grassi essenziali polinsaturi. In ogni caso si dividono in tre classi: lipidi neutri, glucolipidi e solfolipidi.

La spirulina è un'ottima fonte di GLA (Acido Gamma Linolenico) e della relativa prostaglandina PGE1, sostanze indispensabili all'organismo e coinvolte in numerose funzioni fisiologiche. Un apporto adeguato di GLA riduce il colesterolo LDL, allevia le infiammazioni muscolo-scheletriche, contrasta gli eczemi e mitiga i dolori mestruali.

I solfolipidi presenti sono notevolmente attivi contro l'HIV. I glucolipidi costituiscono il 40 per cento dei lipidi e contengono a loro volta solfolipidi, che oscillano tra il 2 e il 5 per cento dei lipidi totali.

Vitamine

Il quantitativo di vitamine presenti nella spirulina rende quest'alga un perfetto multivitaminico, adatto a tutte le età. Particolarmente importante è la sinergia dei vari nutrienti e la loro forma facilmente assimilabile.

In particolare sono rintracciabili:

- *Betacarotene*: la spirulina è il cibo più ricco di questa sostanza, dieci grammi ne forniscono circa 14

milligrammi (pari a 23.000 unità internazionali o U.I.), una quantità venticinque volte superiore a quella delle carote. L'organismo trasforma in vitamina A solo la quantità di cui necessita, evitando così il rischio di un eccesso di supplementazione. Grazie alle sue proprietà, il betacarotene protegge gli occhi, previene degenerazioni della cute, favorisce la crescita.

- *Carotenoidi*: importante il contenuto di zeaxantina, criptoxantina, echinenone e xantophille. Proteggono i piccoli vasi e hanno funzione antidegenerativa.

- *Vitamine del gruppo B*: è presente l'intero gruppo, composto da tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2), niacina (vitamina B3), acido pantotenico (vitamina B5), piridossina (vitamina B6), biotina (vitamina B8), acido folico (vitamina B9) e cianocobalamina (vitamina B12). Tra le svariate attività proteggono le cellule, sviluppano energia, stimolano il metabolismo, preservano gli annessi cutanei, mantengono efficiente il sistema nervoso, proteggono il cuore, preservano le ossa e difendono dai radicali liberi.

- *Simil vitamine gruppo B*: sono presenti colina e inositolo, fattori lipotropici e protettivi delle membrane cellulari.

- *Vitamina D*: la spirulina è una fonte molto concentrata di questo micronutriente, indispensabile per la mineralizzazione ossea e per regolarizzare la risposta immunitaria.

- *Vitamina E*: molto importante il contenuto di questa vitamina che svolge numerose funzioni essenziali, è un perfetto antiossidante, immunostimolante e disintossicante.

- *Vitamina K*: presente in quantità notevole,

previene l'osteoporosi e trova applicazione in caso di colite ulcerosa, celiachia, morbo di Crohn, alcolismo e disturbi peridontali.

La spirulina non contiene vitamina C di cui è invece ricchissima la clorella.

Minerali

La spirulina assorbe numerosi minerali ed elementi traccia durante la sua crescita. La loro disponibilità in forma organica li rende facilmente assimilabili dall'organismo. In particolare sono presenti:

- *Calcio*: è una delle fonti più concentrate di questo minerale, a parità di peso ne contiene molto più del latte. Indispensabile per la formazione delle ossa, una carenza determina l'insorgere dell'osteoporosi. Combatte l'ipertensione, protegge il cuore, allevia i crampi e mantiene sana la pelle.
- *Cromo*: ottima fonte vegetale di questo elemento che svolge la funzione di regolatore del glucosio. Stimola il metabolismo basale ed evita il catabolismo delle proteine.
- *Ferro*: si tratta di una vera miniera di ferro facilmente assimilabile. È contenuto in forma organica biochelata e assolutamente atossica. Studi scientifici hanno dimostrato che il ferro contenuto nella spirulina viene assorbito sessanta volte più facilmente rispetto ai solfati di ferro presenti in numerosi integratori.
- *Fosforo*: la spirulina è una buona fonte di questo nutriente, indispensabile per la produzione di energia e per il sistema nervoso.
- *Germanio*: combatte l'invecchiamento e protegge

le cellule.

- *Magnesio*: abbondante e in forma facilmente assimilabile, è il minerale antistress per eccellenza ed è coinvolto in più di cinquanta reazioni biochimiche.

- *Manganese*: anche in questo caso la spirulina si dimostra un'ottima fonte naturale. È indispensabile per la produzione dell'energia, per il corretto funzionamento delle ghiandole surrenali e per la protezione del sistema nervoso.

- *Potassio*: molto ricco il contenuto di questo elettrolita, che regola l'equilibrio del fluido osmotico e acido-base nel sangue e nei tessuti.

- *Rame*: la spirulina ne è una buona fonte naturale. Esso è indispensabile in numerose reazioni enzimatiche, regola la produzione di energia e la funzione estrogenica.

- *Selenio*: importante il contenuto di questo minerale, che agisce a livello del sistema immunitario ed è un potente antiossidante.

- *Sodio*: è presente in quantità decisamente modesta, pertanto la spirulina può essere assunta liberamente dagli ipertesi.

- *Zinco*: l'alga è una buona fonte naturale di questo minerale indispensabile per il sistema immunitario.

Oltre a questi minerali la spirulina contiene numerosi oligoelementi come oro, argento e altri.

Enzimi

Il contenuto di enzimi presente nell'alga è considerevole. Il più importante di essi è il SOD (Superossido Dismutasi), presente in tutte le nostre cellule con il compito di mantenerle integre e preservarle dalla disgregazione

dovuta al metabolismo. Il Superossido Dismutasi previene l'invecchiamento cellulare, ma non può esercitare la propria peculiare funzione in assenza di minerali come zinco o rame. Le cellule nervose comunicano tra loro tramite sostanze chimiche chiamate neurotrasmettitori, il cui squilibrio ha conseguenze molteplici, da un rapido invecchiamento a depressione e altre malattie mentali. Il neurotrasmettitore norepinefrina, componente chiave di questo processo, può essere distrutto dalla presenza del radicale superossido, il quale accelera l'invecchiamento e favorisce il manifestarsi della depressione, ecco perché è così importante essere protetti dal Superossido Dismutasi.

Questo enzima non solo inibisce sul nascere il cancro, ma è anche un cacciatore molto efficace di radicali liberi e possiede la capacità di ridurre il potenziale ossidativo responsabile della veloce decomposizione cellulare. La spirulina contiene SOD in abbondanza, il quale catalizza il superossido (in acqua e ossigeno) e protegge il corpo da altre dannose reazioni superossidanti. Quando alle cellule viene fornita poco Superossido Dismutasi, perdono la capacità di rinnovarsi e muoiono prematuramente. Nel nostro organismo gli elementi nutritivi funzionano in sinergia, formando una trama complessa di interrelazioni, per cui l'efficacia di uno dipende dalla presenza degli altri. Gli enzimi, quindi, non possono svolgere appieno il proprio compito se mancano vari minerali come il ferro, il rame, lo zinco e il sodio. Lo stato di salute è assicurato unicamente se gli enzimi lavorano «in team» con i minerali. Per questa ragione la ricchezza nutrizionale della la spirulina rivela la sua arma vincente. I radicali di ossigeno possono essere i primi a dare il via a processi degenerativi come danni al DNA e sue mutazioni che poi

portano a tumori, malattie cardiache e invecchiamento. L'assunzione giornaliera di antiossidanti gioca un ruolo importante nel garantire al corpo la propria difesa. Il danno provocato dai radicali liberi può essere tenuto sotto controllo usando potenti antiossidanti che includono la vitamina E, il betacarotene, il selenio e il germanio e sono stati classificati come anticancerogeni, quindi ricorrere a questo sistema di difesa è un importante approccio nella lotta contro il tumore e altre malattie legate all'invecchiamento.

Pigmenti

La spirulina contiene numerosi pigmenti, i più importanti sono:

- *La clorofilla*: pigmento verde presente nei cloroplasti delle piante legato a lipoproteine e acidi nucleici. La molecola contiene un gruppo porfinico con al centro un atomo di magnesio (da cui deriva il colore verde) simile all'emoglobina, che invece ha al proprio centro un atomo di ferro. La clorofilla viene definita «sangue verde» e risulta molto utile nel trattamento dell'anemia.
 - *La ficocianina*: è il principale pigmento contenuto nella spirulina e rappresenta circa il 15 per cento del suo peso. È comparso sulla Terra un miliardo di anni prima della clorofilla e potrebbe essere il precursore di questa e dell'emoglobina. Stimola il sistema immunitario e rafforza le difese naturali.
-

LE POSSIBILI APPLICAZIONI DELL'ALGA SPIRULINA

- *acne*
- *alcolismo*
- *anemia*
- *astenia psicofisica*
- *avvelenamento*
- *cancro, supporto nelle terapie del*
- *carenza di minerali*
- *carenze proteiche*
- *carenze vitaminiche*
- *celiachia, supporto*
- *Crohn, morbo di*
- *diabete*
- *diarrea*
- *diete dimagranti*
- *disbiosi intestinali*
- *emorragie*
- *enterocoliti*
- *epatopatie*
- *esposizione a radiazioni*
- *gastriti*
- *gravidanza, supporto alla*
- *ipercolesterolemia*
- *indebolimento delle difese*
- *infezioni virali e batteriche*
- *intolleranze alimentari*
- *intossicazioni*
- *ipertensione*
- *patologie infiammatorie*
- *patologie articolari*
- *patologie da raffreddamento*
- *scarso assorbimento*
- *stitichezza*

BENEFICI CHE CRESCONO NEL TEMPO

La spirulina non deve essere annoverata tra gli integratori, bensì tra gli alimenti e come tale esplica la propria azione solo se assunta costantemente nel tempo.

L'uso di spirulina porta numerosi benefici, che si possono suddividere in tre fasi temporali distinte:

- *breve periodo*: è un'ottima fonte energetica grazie alla presenza di carboidrati semplici e complessi di facile assimilazione (azione avvertibile fin dai primi giorni);
- *medio periodo*: i nutrienti presenti colmano le eventuali carenze alimentari, incrementa le naturali difese organiche, sviluppa la flora batterica intestinale simbiotica e disintossica l'organismo (benefici avvertibili dopo due mesi circa di assunzione continuativa);
- *lungo periodo*: agisce come antinvecchiamento e antiossidante, protegge gli organi interni e gli annessi cutanei (benefici avvertibili dopo un anno di assunzione continuativa).

PROPRIETA' ATTRIBUITE ALLA SPIRULINA

Nutrizione

La spirulina è ritenuta l'alimento più completo in natura. È vegetale al 100 per cento, naturale, concentrata, compatta e leggera, ricca di proteine, aminoacidi, vitamine, minerali, acidi grassi essenziali, carboidrati di facile assunzione e antiossidanti.

L'utilizzo della spirulina come superalimento è stato oggetto di numerosi studi e ricerche. L'altissimo contenuto in termini di vitamine, minerali e aminoacidi la rende un ottimo complemento all'alimentazione umana e colma quelle carenze derivanti da apporti insufficienti o irregolari di nutrienti bilanciati. La spirulina fornisce energia, aiuta il recupero delle forze e sostiene l'organismo nel corso della giornata. È particolarmente indicata dopo una convalescenza, un'operazione o un trattamento farmacologico importante.

Risulta anche utile nelle diete ipocaloriche per l'elevato apporto nutritivo associato al basso contributo calorico (390 Cal per 100 g di prodotto secco). Contribuisce

pertanto a colmare il depauperamento nutritivo tipico delle diete dimagranti o squilibrate. La presenza dell'aminoacido essenziale fenilalanina (3%) è in grado di agire sul centro nervoso dell'appetito riducendo gli stimoli della fame, facilita il controllo comportamentale nelle diete ipocaloriche determinando una sensazione di sazietà. In tal caso si consiglia l'assunzione almeno 30 minuti prima dei pasti principali. Risulta preziosa la presenza di vitamina B12 soprattutto per chi segue diete rigorosamente vegetariane, anche se il predominante cobamide è rappresentato da pseudovitamina B12. Il suo consumo regolare è quindi raccomandato a tutti. È uno stimolante energetico che non agisce sul sistema nervoso, come invece avviene con la caffeina o il guaranà.

Contiene:

- 1,65 volte più proteine della soia e 3 volte più dei fagioli;
- 8,4 volte più calcio del latte;
- 34 volte più ferro degli spinaci;
- 3 volte più proteine del fegato con il vantaggio di non portare colesterolo nocivo;
- 20 volte più betacarotene della carota;
- 3 volte più vitamina B12 rispetto a quella presente nelle uova;
- una quantità superiore di vitamina E rispetto a qualunque altra fonte naturale;
- glicogeno, la riserva di energia che si accumula nel nostro fegato;
- antiossidanti.

Peso, controllo del

La presenza nella spirulina di polisaccaridi facilmente utilizzabili permette l'aumento dei livelli ematici del glucosio. Un costante mantenimento di tali livelli determina una sensazione di sazietà prolungata nel tempo. Oltre a questo meccanismo ve ne è un altro legato al contenuto di aminoacidi, e in particolar modo alla tirosina e alla fenilalanina. Queste regolano l'appetito bloccando gli attacchi di fame e mantenendo elevato il tono dell'umore, evitando la fame da stress o da depressione. Moltissime diete, infatti, sono vanificate dagli spuntini fuori pasto determinati dall'abbassamento del tono dell'umore che accompagna quasi sempre i periodi di ridotto apporto alimentare. Nel corso delle diete ipocaloriche l'utilizzo della spirulina assicura adeguati livelli di proteine, vitamine e minerali.

Antiossidanti e sport

Durante l'esercizio fisico di tipo aerobico il consumo di ossigeno nell'organismo può aumentare fino a venti volte e nei muscoli scheletrici fino a cento volte. Se da un lato tale meccanismo permette di aumentare la quantità di energia prodotta, dall'altro incrementa pericolosamente la produzione di agenti ossidanti.

In generale lo stress ossidativo del muscolo è incrementato dall'esercizio fisico acuto e diminuito dall'allenamento. Per questa ragione è consigliabile l'assunzione di spirulina agli sportivi.

La Spirulina risulta particolarmente utile nella supplementazione fitonutrizionale dello sportivo,

garantendo lo specifico apporto di vitamine ergogeniche, minerali favorenti il metabolismo energetico, amminoacidi a catena ramificata (leucina, isoleucina e valina), amminoacidi essenziali e non, proteine ad alto Valore Biologico per la presenza in amminoacidi essenziali, sostanze antiossidanti, carnitina e creatina (fondamentali per i processi energetici e sintetizzate nell'organismo a partire rispettivamente dagli amminoacidi lisina e metionina nonché dalla arginina, glicina e metionina).

Radicali liberi

L'uomo per vivere necessita di ossigeno, è un fatto risaputo, ma non è sempre chiaro che l'ossigeno è anche fonte di invecchiamento. Infatti, se da un lato questa molecola è essenziale per la sopravvivenza delle cellule, dall'altro può diventare nociva e dar vita ai radicali liberi, molecole o ioni che contengono uno o più elettroni spaiati e che sono capaci per poco tempo di esistenza autonoma. Dunque, poiché sono instabili, cercano di «normalizzarsi» attaccandosi ad altre molecole e sottraendo loro uno o più elettroni. Attraverso questo processo danneggiano le strutture con cui entrano in contatto, che a loro volta divengono instabili e si avviano alla morte o a pericolose mutazioni.

I radicali liberi vengono prodotti nella maggior parte delle cellule dell'organismo come sottoprodotto di alcune reazioni metaboliche. Sono considerati responsabili di gran parte delle malattie degenerative, dell'invecchiamento e sono dei fattori chiave del cancro. Molti fattori possono scatenare la generazione di radicali liberi:

- *fattori ambientali* (inquinamento, fumo attivo e passivo, raggi ultravioletti, stress psicofisico prolungato);
- *fattori personali* (alimentazione, assunzione di alcol, droghe, farmaci);
- *fattori legati al singolo* (metabolismo degli acidi grassi, reazioni del citocromo, sistemi ricondizionanti delle cellule fagocitarie).

Tra i radicali liberi più importanti che si trovano nelle cellule umane vi sono i superossidi (O_2^-), il perossido di idrogeno, noto anche come acqua ossigenata (H_2O_2), e l'ossigeno singoletto. Tutte le strutture cellulari possono essere danneggiate dall'interazione con specie ossidanti:

- *fosfolipidi* (alterazione della fluidità di membrana);
- *acidi nucleici* (comparsa di punti di rottura nella doppia elica del DNA con aumentato rischio di mutazioni);
- *proteine* (alterazioni metaboliche e strutturali).

L'organismo ha sviluppato numerosi meccanismi per proteggersi dagli effetti dannosi dei radicali liberi utilizzando sostanze definite «antiossidanti».

Tra questi antiossidanti endogeni spiccano il SOD (Superossido Dismutasi), la catalasi e il glutatione, il più efficace. Quest'ultimo incorpora il selenio, un minerale antiossidante che diminuisce il rischio di cancro. La cellula ha a disposizione anche ulteriori meccanismi di difesa.

Diverse sostanze presenti nella spirulina svolgono un'azione di *scavenger* (dall'inglese, «spazzino») nei confronti dei radicali liberi sacrificandosi per eliminarli. Gli antiossidanti naturali sono: la vitamina A e il betacarotene, la vitamina C, la vitamina E, il selenio, il germanio, i carotenoidi, il licopene, il coenzima Q-10 e l'acido lipoico.

Arterie, cuore, colesterolo

Un livello ottimale di colesterolo riduce il rischio di patologie cardiache. Le patologie coronariche rappresentano la principale causa di morte dei soggetti anziani nei Paesi avanzati. Nel corso degli anni gli studi hanno dimostrato che esiste un collegamento diretto tra il rischio di patologie coronariche e la dieta. I soggetti che consumano grandi quantitativi di alimenti ricchi di acidi grassi saturi mostrano un'incidenza più alta, rispetto ai soggetti che prediligono alti apporti di acidi grassi polinsaturi.

Le patologie coronariche spaziano dall'angina all'infarto del miocardio, tutti caratterizzati da un insufficiente apporto di ossigeno al muscolo cardiaco. Le coronarie regolano il flusso sanguigno sulla base della richiesta di ossigeno proveniente dal cuore. Questo processo consente di mantenere un equilibrio tra domanda e provvista durante le fasi di sforzo o di riposo; in presenza di una patologia l'equilibrio si altera, con il risultato che il miocardio non riceve più la quantità di ossigeno di cui avrebbe bisogno. La principale conseguenza è l'ischemia del miocardio, un diminuito afflusso di sangue in una o più aree del miocardio. Il persistere di questa condizione determina la morte per soffocamento delle cellule, cui seguono infarto del miocardio e necrosi cellulare. La causa principale è l'aterosclerosi, cioè la formazione di una placca costituita dal deposito di lipidi e detriti cellulari che blocca parzialmente il lume dell'arteria. Le placche possono anche lacerarsi, provocando la formazione di un coagulo sanguigno che aderisce alla stessa placca e induce l'infarto. Il colesterolo LDL ha la

I VALORI DEL COLESTEROLO

Colesterolo LDL

< 100 *Ottimale*
 100-129 *Accettabile*
 130-159 *Borderline*
 160-189 *Alto*
 > 190 *Altissimo*

Colesterolo HDL

< 40 *BASSO*
 > 60 *ALTO*

Colesterolo totale

< 200 *Desiderabile*
 200-239 *Borderline*
 > 240 *Alto*

tendenza ad accumularsi sulle pareti arteriose, dove provoca una reazione da parte delle cellule presenti, che lo modificano. Questa modificazione provoca un'immediata reazione da parte del sistema immunitario, che attacca il colesterolo LDL esattamente come farebbe con un agente nocivo, cioè provocandone l'ossidazione. Il processo di ossidazione induce un cambiamento di carica elettrica nella componente proteica delle lipoproteine che vengono inglobate dai macrofagi. Si tratta di un processo che avviene al di fuori di qualsiasi meccanismo di controllo, al punto che i macrofagi diventano rigonfi di grasso e finiscono con l'ancorarsi alle pareti delle arterie. Si determina così un'alterazione nel trasporto di ossigeno e nutrienti.

Il colesterolo LDL è fortemente responsabile della formazione di placche aterosclerotiche, mentre il colesterolo HDL è posto in relazione con la prevenzione della formazione di queste placche. In termini alimentari i grassi saturi portano alti valori di LDL, mentre i grassi polinsaturi riducono l'LDL e incrementano l'HDL. Il colesterolo è un lipide semplice, rintracciabile in abbondanza nei tessuti animali e in minima parte nei vegetali, dove sono presenti fitosteroli di struttura simile al colesterolo. In ogni caso quest'ultimo può essere di due tipi: endogeno (prodotto dall'organismo) o esogeno (proveniente dagli alimenti). Non si deve ritenere che sia sempre e comunque dannoso, è essenziale per molte funzioni fisiologiche, tra le quali la biosintesi degli ormoni, degli acidi biliari e del 7-deidro-colesterolo (provitamina che grazie alla luce solare diventa vitamina D). Inoltre è un componente essenziale delle membrane cellulari. Il fegato possiede la capacità di sintetizzare il colesterolo fino a

800mg al giorno, per cui la sua regolazione nell'organismo è molto complessa, dipendendo sia da cause esterne (alimentazione) sia interne. Ciò nonostante il collegamento tra alimentazione e livelli di colesterolo risulta evidente.

In uno studio condotto in Giappone su trenta impiegati di sesso maschile con colesterolo elevato, lieve ipertensione e iperlipidemia è stato dimostrato che l'assunzione di spirulina per otto settimane porta a valori più bassi di colesterolo serico, di trigliceridi e di LDL. Da tener presente che questi uomini non hanno modificato la loro dieta abituale, eccezione fatta per la spirulina. Il gruppo A ne ha consumati 4 grammi al giorno per otto settimane e il colesterolo totale si è ridotto di un buon 4,5 per cento in quattro settimane, passando da 244 a 233. Il gruppo B ha consumato la spirulina per quattro settimane soltanto. Il colesterolo in questo caso è sceso per riassetarsi sui livelli di partenza. Gli studiosi hanno anche notato che i trigliceridi sono scesi leggermente e che il colesterolo LDL si è abbassato del 6,1 per cento nell'arco di quattro settimane. La riduzione del colesterolo serico è stata addirittura maggiore negli individui che avevano livelli di colesterolo più elevati.

Strategie per ridurre il colesterolo:

- Ridurre i grassi saturi e i grassi trans: latticini, carni, insaccati, oli di palma e di frittura contengono grassi saturi dannosi per la salute. I grassi trans sono ancora più nocivi per via delle modificazioni indotte nella loro struttura, infatti aumentano i livelli di LDL e riducono quelli di HDL.
 - Ridurre gli apporti di colesterolo, che è presente prevalentemente negli alimenti di origine animale.
-

- Aumentare il consumo di pesce: il pesce contiene acidi grassi essenziali della serie Omega-3, utili per ridurre il colesterolo LDL e aumentare quello HDL.
- Aumentare il consumo di vegetali: frutta e verdura sono ricche di vitamine, fibre e minerali utili per equilibrare il profilo lipidico.
- Leggere bene le etichette degli alimenti: grassi saturi, trans e colesterolo si nascondono nei cibi più insospettabili.

Pelle, unghie e capelli, benessere di

La ricchezza nutrizionale della spirulina, unita alle sue virtù antiossidanti ed eubiotiche, risulta di grande utilità nel rinforzare pelle, unghie e capelli. Questi ultimi sono composti per la maggior parte da cheratina, una sostanza a sua volta costituita da due aminoacidi essenziali: la cistina e la lisina. La parte restante è formata invece da acqua, lipidi, pigmenti e oligoelementi. La dieta deve fornire ai capelli le stesse sostanze di cui sono composti, favorendo in questo modo il mantenimento del loro stato di salute. Molto spesso questo non accade, aprendo la strada a numerosi inestetismi, disturbi e perfino alla caduta. La pelle è l'organo più esteso del nostro corpo, è costituita da un tessuto polivalente che, oltre a essere la sede della funzione tattile e sensitiva, svolge numerosi altri compiti fondamentali: contribuisce a regolare la temperatura del corpo, ne previene la disidratazione, lo protegge dai raggi solari e garantisce un'efficace difesa immunitaria dagli agenti esterni potenzialmente dannosi, in particolare dai microrganismi infettivi (batteri e virus), ma anche dalla sporcizia, dalla polvere e dai fattori inquinanti. La pelle è anche sede di un'attiva respirazione,

in quanto in piccola quantità assorbe ossigeno e libera anidride carbonica e vapore acqueo. Infine ha la capacità di assorbire alcune sostanze a base oleosa o grassa. La nostra pelle è un organo piuttosto complesso e molto affascinante formato da tre strati principali, ciascuno dei quali svolge una funzione specifica: epidermide, derma e ipoderma.

1. *L'epidermide*: è la parte più superficiale della pelle, costituita da diversi strati che sono l'espressione di un continuo processo dinamico. L'epidermide si rinnova continuamente: cellule giovani si formano e sostituiscono quelle vecchie che muoiono e vengono eliminate, in un processo di trasformazione che dura una ventina di giorni. La funzione principale dell'epidermide è quella di proteggere l'organismo dalle aggressioni esterne. Le cellule sono ricche di cheratina, sostanza che conferisce alla pelle resistenza e impermeabilità.
2. *Il derma*: si trova al di sotto dell'epidermide ed è costituito prevalentemente da un tessuto connettivo fibroso che forma una maglia caratteristica in grado di garantire alla cute elasticità ed estensibilità entro certi limiti. Il derma contiene un numero enorme di strutture specializzate, tra cui vasi sanguigni, nervi e recettori sensoriali che raccolgono gli stimoli tattili (caldo, freddo, ruvido, liscio, pressione, dolore eccetera), ghiandole sudoripare (il sudore costituito da acqua, sali minerali, urea e tossine ha il compito di espellere dall'organismo una parte delle tossine), le ghiandole sebacee (il sebo mantiene la pelle elastica, tonificata e svolge una funzione batteriostatica).
3. *L'ipoderma*: è lo strato più profondo della pelle ed è costituito soprattutto da tessuto connettivo, nel

quale si trovano molte cellule adipose che proteggono l'organismo dal freddo e funzionano da riserva energetica.

La pelle ha uno spessore molto variabile nelle diverse parti del corpo (da 0,04 mm nelle palpebre fino a 4 mm sulle piante dei piedi), ma è comunque sempre molto sottile, per questo va detersa, idratata e protetta con regolarità, affinché possa continuare a svolgere al meglio le sue innumerevoli funzioni. Per farlo è essenziale che non vi siano carenze nutrizionali: vitamine, minerali, aminoacidi devono essere disponibili quotidianamente.

Le unghie sono costituite da minerali, vitamine, aminoacidi, grassi e acqua e, se qualcuno di questi elementi è carente, la consistenza di questo tessuto peggiora. Le unghie sono lamine cornee dure che formano una copertura protettiva sulle dita di mani e piedi e sono costituite da cheratina. Se si spezzano facilmente e appaiono sottili, molli e opache, si è probabilmente in presenza di una carenza di vitamine (A, B6, E) o minerali (ferro, zinco, selenio, rame). Spesso all'origine della fragilità delle unghie vi sono errate abitudini alimentari o diete drastiche, che provocano un deperimento generale dell'organismo.

L'uso costante della spirulina permette di avere una pelle vitale e attiva, unghie salde e forti, capelli folti e resistenti.

CONSUMATORI DELLA SPIRULINA

Non esiste condizione che non possa essere migliorata dalla supplementazione di alga spirulina.

Adulti

I metodi tradizionali di coltura e allevamento producono alimenti dallo scarso valore biologico. La maggioranza dei cibi moderni risulta essere ulteriormente impoverita di nutrienti per via della lavorazione cui sono sottoposti.

La carenza di ferro, magnesio, rame, selenio, germanio, calcio, potassio e zinco è sempre più diffusa nella nostra società.

La spirulina è un cibo completo, che riesce a prevenire malattie e disturbi. È un efficace agente anti-stress, combatte la stanchezza, protegge dai radicali liberi e disintossica l'organismo.

Anziani

Spesso l'alimentazione nella terza età è insufficiente, sia per quantità sia per qualità, e questo determina l'insorgenza di numerosi disturbi che possono diventare anche seri: mancanza di energia, malnutrizione e carenze di nutrienti chiave quali calcio e ferro. La supplementazione di spirulina produce una serie di effetti benefici che si incrementano con il tempo. Un sondaggio realizzato in Giappone ha evidenziato che il 73 per cento dei consumatori di quest'alga ha dai cinquant'anni in su.

Bambini

L'alimentazione dei bambini è spesso povera di vitamine e minerali, con apporti insufficienti di frutta e verdura. Introdurre la spirulina nella loro dieta porta dei vantaggi sia nel breve sia nel lungo periodo: vengono colmate le carenze di nutrienti e si rinforza l'intero organismo. In particolare il sistema immunitario viene potenziato e supportato e questo si traduce in meno morbilità e più resistenza alle infezioni, con conseguente minor assunzione di farmaci. La spirulina sostiene sia l'attività fisica sia quella mentale. La carenza di alcuni micronutrienti invece conduce facilmente a irrequietezza, agitazione e incapacità di concentrarsi, che influiscono sul rendimento scolastico e sulla vita di relazione. I bambini che assumono spirulina si sentono in forma e riescono ad affrontare in modo positivo i diversi impegni. L'alga viene infine utilizzata in molti programmi di nutrizione nei Paesi in via di sviluppo con risultati sorprendenti. È stata impiegata con successo in India, Africa, Sud America e Cina.

Vegetariani

I vegetariani sono tra i primi consumatori di spirulina al mondo. Arricchendo la loro dieta con quest'alga suppliscono alla carenza di vitamina B12, ferro e proteine che spesso si riscontra in questi casi. In tal modo si assicura un adeguato apporto di nutrienti e una corretta alimentazione, specialmente ai soggetti giovani e in crescita.

Un ottimo modo per assumere la spirulina è usarla come base per la preparazione di deliziosi cocktail. Si può utilizzare la polvere oppure sminuzzare le compresse.

Atleti

La spirulina porta un aumento della resistenza e dell'energia disponibile, incrementa il numero di globuli rossi nel sangue e di conseguenza l'ossigenazione.

Riduce i tempi di recupero della stanchezza, mantiene integra la massa magra e ne promuove l'incremento grazie all'altissimo contenuto proteico. Molto importante è anche l'acido gamma linolenico, che regola le prostaglandine, ormoni in grado di influire positivamente sulle prestazioni fisiche. Una bevanda proteica ed energetica, destinata ai cultori del wellness, vede la spirulina come ingrediente base.

Gravidanza e allattamento

Grazie al suo contenuto di vitamine, aminoacidi, minerali, acido gamma linolenico e nutrienti vari, la spirulina è perfetta durante la gravidanza e l'allattamento.

Fornisce l'energia di cui la mamma ha bisogno in questo periodo di superstress e assicura un corretto apporto di nutrienti al bambino. Si consiglia di assumerla dall'inizio della gravidanza fino a tre mesi dopo aver terminato l'allattamento.

Manager

La sua ricchezza di proteine permette di sostenere lo sforzo fisico, mentre le vitamine e gli acidi grassi apportano tono e vitalità. La spirulina fornisce energie di lunga durata e non induce ansia né agitazione. È particolarmente consigliata ai soggetti che devono fronteggiare situazioni di costante stress e tensione.

QUANTA SPIRULINA ASSUMERE

Il dosaggio è estremamente soggettivo. Normalmente va da 3 a 4,5 grammi al giorno, pari a circa 6-9 compresse ripartite ai pasti.

I bambini a partire dai 12 mesi possono iniziare con 1 compressa al giorno, anche schiacciata e mescolata a succo di frutta o centrifugato di verdura.

Gli atleti normalmente ne assumono 15-20 compresse al dì. Scegliere unicamente compresse prive di eccipienti e con il 100 per cento di pura spirulina. Evitare tutti i prodotti in opercoli, le perle e le capsule.

In commercio si trovano anche preparati in polvere e alcuni concentrati liquidi.

TOSSICITÀ E CONTROINDICAZIONI

Esistono moltissimi studi che hanno confermato l'assoluta atossicità della spirulina anche a grandi dosaggi (100 grammi/dì). Non è mutagenica né teratogenica. La spirulina è un prodotto sicuro e privo di effetti collaterali.

Nella letteratura scientifica internazionale non sono riportate controindicazioni di alcun genere.



Forme di Spirulina presenti in commercio.





Capitolo 3

NUTRIZIONISMO E COLAZIONE

Se il buongiorno si vede dal mattino, per una sana alimentazione e per non cedere, nel corso della giornata, a snack ipercalorici, meglio iniziare con una buona colazione. Il primo pasto della giornata, ancor più se ricco di proteine, mette un freno al nostro appetito ed è un ottimo alleato per tenere sotto controllo il peso. Questa è la conclusione di uno studio pubblicato su *The American Journal of Clinical Nutrition* dai ricercatori dell'Università del Missouri.

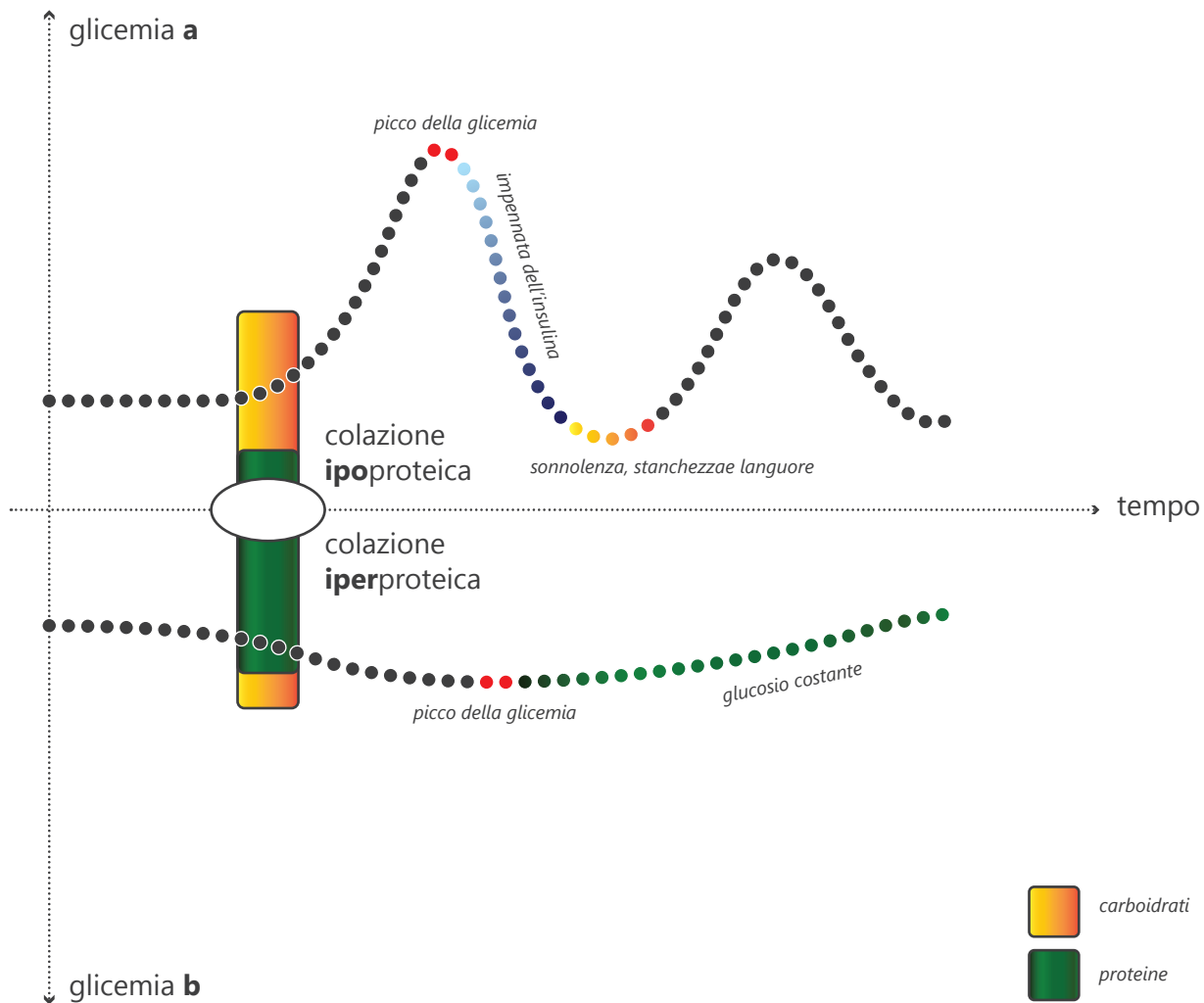
Per valutare gli effetti di una colazione ad alto contenuto di proteine (35 grammi di proteine) o di uno snack normalmente proteico (13 grammi di proteine) sul senso di sazietà e consumo di cibo nel resto della giornata, i ricercatori hanno coinvolto venti ragazze, età media 19 anni, obese o in sovrappeso, solitamente abituate a saltare la prima colazione. Per sei giorni, alcune hanno mantenuto le consuete abitudini alimentari, ovvero nessun pasto prima di andare a scuola, e altre invece hanno assunto 350 chilo calorie (con un equilibrato apporto di grassi, fibre, zuccheri e carboidrati): chi mangiando uova e carne magra di manzo, chi cereali. Il settimo giorno, inoltre, si sono sottoposte a prelievi del sangue e, prima di cena,

Articolo preso da The American Journal of Clinical Nutrition, Beneficial effects of a higher-protein breakfast on the appetitive, hormonal, and neural signals controlling energy intake regulation in overweight/obese, "breakfast-skipping," late-adolescent girls, aprile 2013.

alla risonanza magnetica funzionale (fMRI) per monitorare l'attività neuronale connessa agli stimoli alimentari. Lo studio ha confermato che saltare la colazione non aiuta a tenere il peso sotto controllo: nel resto del giorno, infatti, si finisce con l'averne inevitabilmente più fame. Ma non solo: si è riscontrato che un pasto molto ricco di proteine aumenta il senso di pienezza, di sazietà, e riduce l'attività delle aree cerebrali responsabili del controllo del desiderio di cibo. Inoltre, pasti più proteici diminuiscono i livelli dell'ormone che stimola la fame, la grelina, e contribuiscono ad aumentare le concentrazioni nel sangue del peptide YY, legato invece al senso di sazietà. Insomma, iniziare la giornata con una colazione ricca di proteine potrebbe essere una potenziale strategia per evitare di abbuffarsi nel corso della giornata e migliorare la qualità della dieta degli adolescenti con problemi di peso. Infatti, dallo studio emerge che chi ha mangiato carne e uova al mattino non si è lasciata poi tentare, di sera, da spuntini ricchi di grassi e zuccheri.

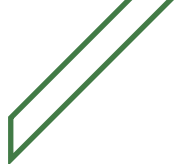
Potrà sembrare strano, ma in effetti quello che si mangia al mattino incide sulle scelte alimentari dell'intera giornata. Si tratta del *second meal effect*; per esempio, se a colazione ingeriamo solo zuccheri, senza un adeguato apporto di proteine, fibre e grassi, inizialmente avremo un picco della glicemia, cui seguirà un'impennata dell'insulina, l'ormone che si oppone all'eccessiva concentrazione di zucchero nel sangue. Al conseguente abbassarsi della glicemia, avvertiremo sonnolenza, stanchezza e languore: avremo dunque bisogno di mangiare di nuovo e di ingerire altri zuccheri. Insomma, se al mattino mangiamo cibi non bilanciati dal punto di vista dei nutrienti, inneschiamo, come un cane che si morde la

Grafico - Comparazione del livello della glicemia (valore della concentrazione di glucosio nel sangue) tra una colazione ipoproteica ed iperproteica.



coda, un circolo vizioso di picchi glicemici e di insulina. La colazione ideale è dunque non necessariamente una colazione salata. Se si vuole optare per il salato, meglio non superare le due porzioni (in tutto 100 grammi) a settimana di salumi, non eccedendo neppure con il consumo di uova e formaggio.

Dolce o salata, la colazione è il pasto più importante della giornata. Eppure, saltare la colazione è un'abitudine alimentare comune soprattutto tra i giovanissimi. Abitudine fortemente associata all'obesità. È importante, educare i bambini al rito della prima colazione. Se non mangiano nulla o fanno uno spuntino mordi e fuggi, a metà mattina, a scuola, sono stanchissimi e finiscono poi con l'abbuffarsi durante la ricreazione, per mangiare poco o niente a pranzo e poi di nuovo abbuffarsi a cena. Una corretta prima colazione, invece, scandisce il ritmo fame-sazietà di tutta la giornata: come dire che cominciando bene si continua meglio.





Capitolo 4

COLTIVAZIONE DELLE ALGHE

Le microalghe presentano quattro fasi principali di crescita: una fase di adattamento (*lag phase*), una fase di crescita logaritmica (*log phase*), una fase stazionaria e una fase declinante.

Fase di adattamento (lag phase)

Durante questa fase le microalghe sono attive dal punto di vista metabolico ed impiegano l'energia nell'accrescere le dimensioni della cellula piuttosto che nella riproduzione. Inoltre, per adattarsi alle nuove condizioni ambientali in cui si trovano, sintetizzano enzimi e composti necessari alla divisione cellulare ed alla riproduzione.

Fase logaritmica (log phase)

In questa fase di crescita intensa, si osserva un aumento del numero delle cellule con andamento logaritmico. Inoltre, la generazione di una nuova cellula avviene in modo tale che si ha un aumento bilanciato dei suoi elementi. Nel grafico il tasso specifico di crescita cellulare ($\mu[d^{-1}]$), che corrisponde anche alla pendenza della curva

Argomenti e dati tecnici per la parte di crescita presi dalla tesi di laurea in ingegneria chimica, Relatore: Prof. Alberto Bertucco, Correlatore: Dott. Alfonso Botto, Laureando: Menegus M., *Progettazione di un fotobioreattore per la coltivazione su scala industriale di microalghe utilizzabili per fini energetici - Harvesting micro algae for clean energy purposes: design of a photo bioreactor*, Università degli studi di Padova, Facoltà di ingegneria, A.A. 2010-2011.

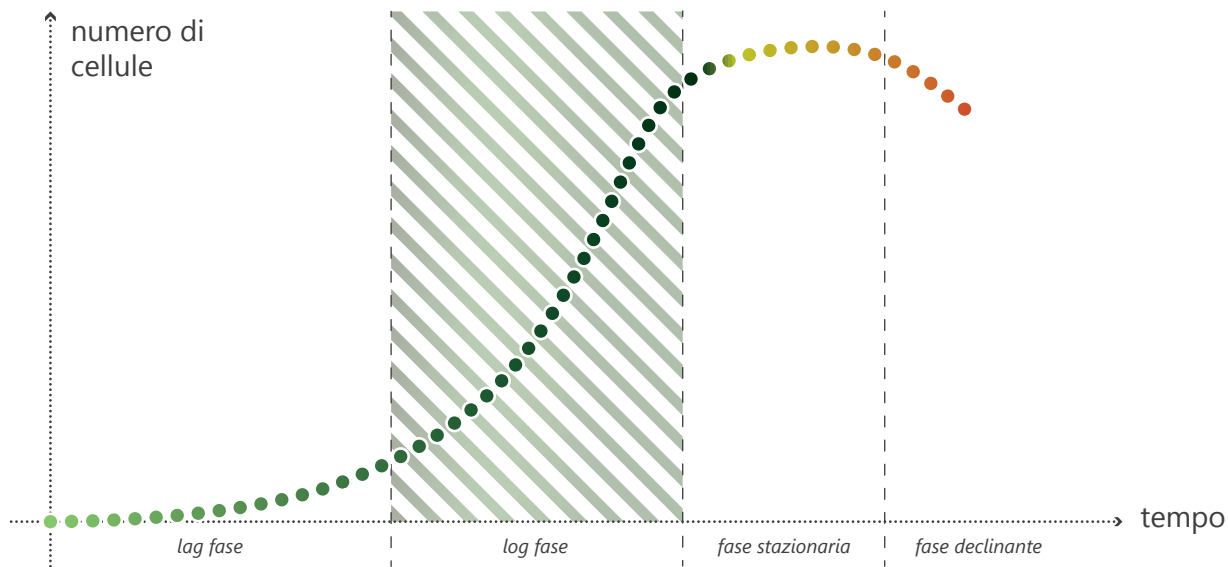


Grafico - Andamento della crescita della spirulina con indicata la fase di maggior aumento della biomassa.

di crescita, resta sempre positivo ed ha un valore elevato. In condizioni ottimali per certi ceppi algali si raggiungono anche concentrazioni di 1.200.000.000 di cellule/ml. La fase procede con questo ritmo finché si ha l'esaurimento dei nutrienti o l'accumulo di sostanze tossiche. A questo punto il tasso di crescita diminuisce, e con esso la pendenza della curva di crescita, fino a raggiungere crescita negativa o morte.

Fase stazionaria

Nella fase stazionaria il numero di organismi rimane costante anche se alcune cellule continuano a suddividersi e altre a morire. Il grafico mostra una curva piatta. E' in questa fase che si osserva il massimo valore di concentrazione algale. Per colture estensive conviene mantenere la curva di crescita in questa fase.

Fase declinante

In questa fase il numero di cellule in via di decomposizione supera quelle che si stanno riproducendo. Infatti, vengono interrotti sia i processi di divisione cellulare sia quelli di sintesi proteica. La crescita si arresta per la carenza di nutrienti o per l'accumulo di metaboliti tossici con azione inibente.

La coltivazione di microrganismi fotosintetici è una pratica che si è diffusa a livello intensivo già a partire dagli anni '50 in diverse regioni del mondo. La scienza ha iniziato a concentrare i suoi studi in questo campo solo recentemente, anche se in diversi popoli la coltivazione di microalghe negli specchi d'acqua come mezzo di

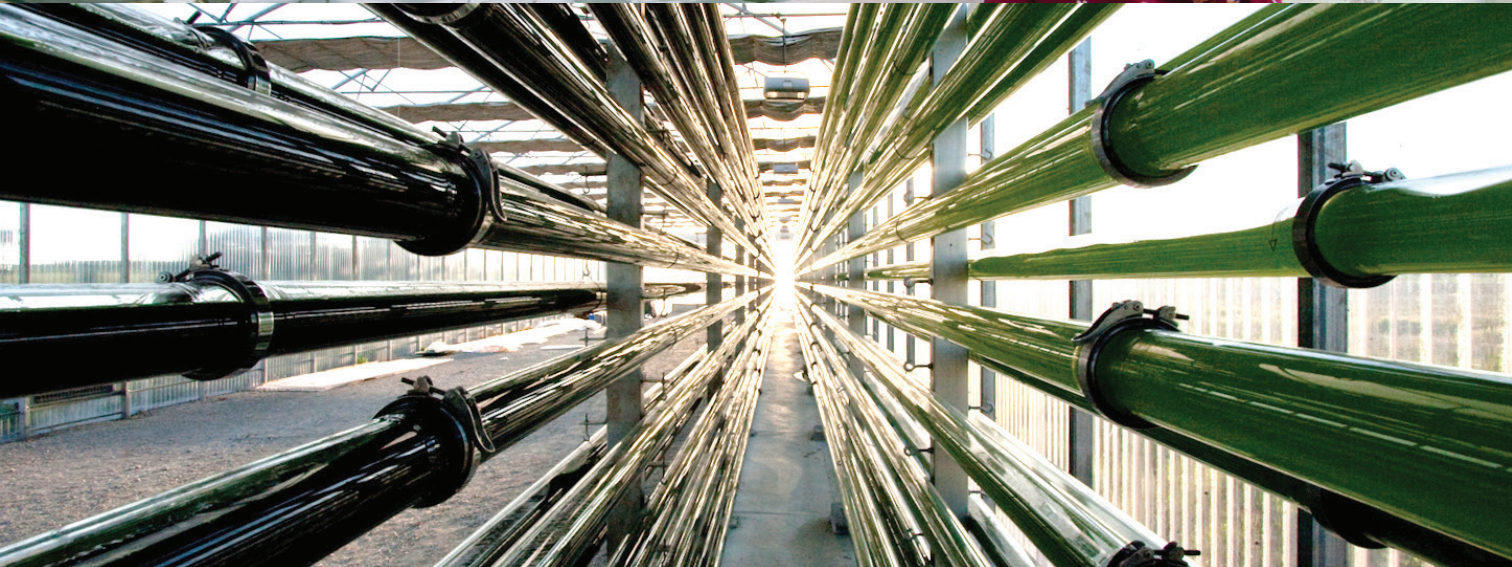
sostentamento è una pratica antica. Alcuni esempi sono le popolazioni che vivono sulle sponde del lago Kossorom (Ciad, Africa), alcune tribù di nativi americani in Messico e alcune comunità in villaggi dell'entroterra cinese. Questi popoli raccolgono da secoli le alghe dai laghi vicini ai loro insediamenti e dopo averle essiccate o cucinate ne ricavano un prodotto che è alla base della loro alimentazione.

Oggi grazie a tecnologie avanzate si riesce ad avere una produzione a carattere industriale ed intensivo ed un'efficienza superiore a quella ottenuta dalla coltivazione tradizionale in specchi d'acqua.

Si trovano colture intensive in diverse regioni del mondo dal sud America, alle isole Hawaii, ad Israele, all'India e alla Cina.

Sopra - Coltivazione della spirulina a Tamil Nadu, India.

Sotto - Fotobioreattori innovativi dell'azienda Microphyt.



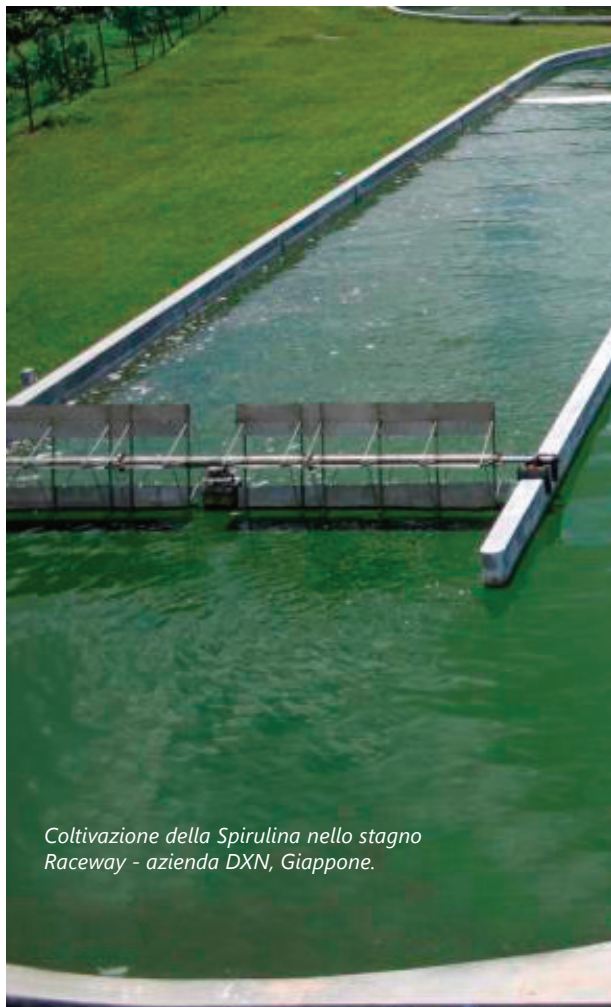
FOTOBIOREATTORI E OPEN PONDS

I metodi per la coltivazione di microalghe possono essere essenzialmente di due tipi: in bacini aperti (*open ponds*) e in *fotobioreattori*.

I bacini aperti (open ponds)

La coltivazione di alghe in bacini aperti è stata ampiamente studiata. Stagni aperti possono essere classificati in acque naturali (laghi, lagune, stagni) e bacini o contenitori artificiali. Uno dei principali vantaggi dei bacini aperti è che sono più facili da costruire e gestire rispetto la maggior parte dei sistemi chiusi. I sistemi più comunemente usati sono i bacini grandi poco profondi, serbatoi, vasche circolari e stagni *Raceway*.

I stagni *Raceway* sfruttano le tecnologie utilizzate da molti anni nell'industria della depurazione delle acque reflue. Si tratta di bacini scavati nel terreno resi impermeabili con membrane plastiche, caratterizzati da profondità non molto elevata (fino a 20-30cm) e da un percorso sinuoso nei quali è prevista una sezione di agitazione



Coltivazione della Spirulina nello stagno Raceway - azienda DXN, Giappone.

Argomenti e dati tecnici di questo sottocapitolo presi dal sito web: <http://www.oilgae.com/>, visitato il 12/06/2014.



con pale meccaniche. La profondità deve essere ridotta per permettere un'efficace penetrazione della radiazione solare nella coltura e massime superfici per unità di volume. La sezione agitata da pale meccaniche (*paddle wheel*) ha la funzione di permettere lo scambio di materia con l'atmosfera. Per un corretto sviluppo delle microalghe, è necessario rimuovere l'ossigeno che esse sviluppano nella reazione di fotosintesi e che ha un'azione inibente dei loro processi biologici. Inoltre sfruttando l'evaporazione spontanea di parte del mezzo liquido si ottiene il raffreddamento della coltura. Naturalmente questo fenomeno deve essere monitorato perché potrebbe non essere del tutto efficace come controllo termico e perché comporta lo svantaggio di perdite di acqua, peraltro possibili anche a causa di cedimenti del rivestimento plastico del fondo del bacino.

Generalmente gli open ponds sono molto diffusi per applicazioni dell'industria nutraceutica e cosmetica; infatti, l'alto valore aggiunto del prodotto ottenuto riesce a giustificare impianti di notevole estensione. In effetti, il principale svantaggio di questo tipo di strutture è di occupare vaste aree, spesso situate in zone altrimenti destinabili all'agricoltura. Tuttavia a causa della tecnologia relativamente semplice che impiegano, presentano un'efficienza energetica ed un rapporto costi benefici che li rendono preferibili ai fotobioreattori. Infatti, questi ultimi richiedono materiali costosi e strumentazioni di controllo dei parametri tali da renderli più adatti ad applicazioni di laboratorio.

Un'alternativa ai bacini aperti sono i bacini chiusi dove il controllo sull'ambiente è migliore. Sistemi di bacini chiusi costano di più rispetto gli stagni aperti, e considerevolmente meno di fotobioreattori per le aree di funzionamento simili.

Come variante al sistema di bacino aperto, si è ideato il bacino chiuso coperto da una serra. Anche se generalmente questo comporta una riduzione nell'efficienza del sistema, molti problemi associati al sistema aperto sono risolti. Esso consente di coltivare più specie, permette alle specie che si vogliono coltivare di essere dominanti, e si allunga la stagione di crescita (se riscaldato potrebbe produrre tutto l'anno). È anche possibile aumentare la quantità di ossido di carbonio in questi sistemi quasi-chiusi, quindi nuovamente aumentare il tasso di crescita delle alghe.

I fotobioreattori

I fotobioreattori sono sistemi colturali studiati per ottimizzare la crescita di microrganismi fotosintetici (microalghe, cianobatteri e batteri fotosintetici). Possono essere di diverso tipo a seconda della forma e delle tecnologie che impiegano; in primo luogo possono essere chiusi o aperti.

I fotobioreattori chiusi, come si vedrà in seguito, necessitano di tecnologie avanzate, soprattutto per il controllo di tutti i parametri di processo, ma permettono una resa più elevata in biomassa. Essi sono in sostanza dei contenitori a tenuta per il mezzo liquido di coltura equipaggiati in modo da garantire il giusto apporto di



nutrienti, di anidride carbonica e di energia. Si parla di fotobioreattori chiusi quando ci si riferisce a strutture nelle quali la coltura non entra in contatto con l'atmosfera o con altri tipi di contaminanti (polvere, precipitazioni, altri microrganismi, insetti e animali). La funzione principale di un fotobioreattore chiuso è quella di garantire un processo controllato nel quale sia possibile produrre alte concentrazioni di biomassa di un'unica specie. Infatti, si ha tutto l'interesse ad avere una monocoltura e ad evitare ogni meccanismo di competizione fra diverse specie che porterebbe inevitabilmente a cali della produttività.

Spesso le due tecnologie sono abbinata ed i fotobioreattori chiusi sono impiegati per avere in tempi rapidi soluzioni ad alte concentrazioni di biomassa da utilizzare come inoculo per colture in bacini aperti. Recentemente si sta cercando il modo di rendere economicamente vantaggiosi i fotobioreattori per poter avviare su grandi spazi sistemi costituiti da moduli di molti reattori, ottenendo così una produzione intensiva di grande efficienza.

I fotobioreattori si suddividono in tre macrogruppi a seconda della forma che hanno. Possono essere *tubolari*, *a pannelli piatti* o *a colonna verticale*.

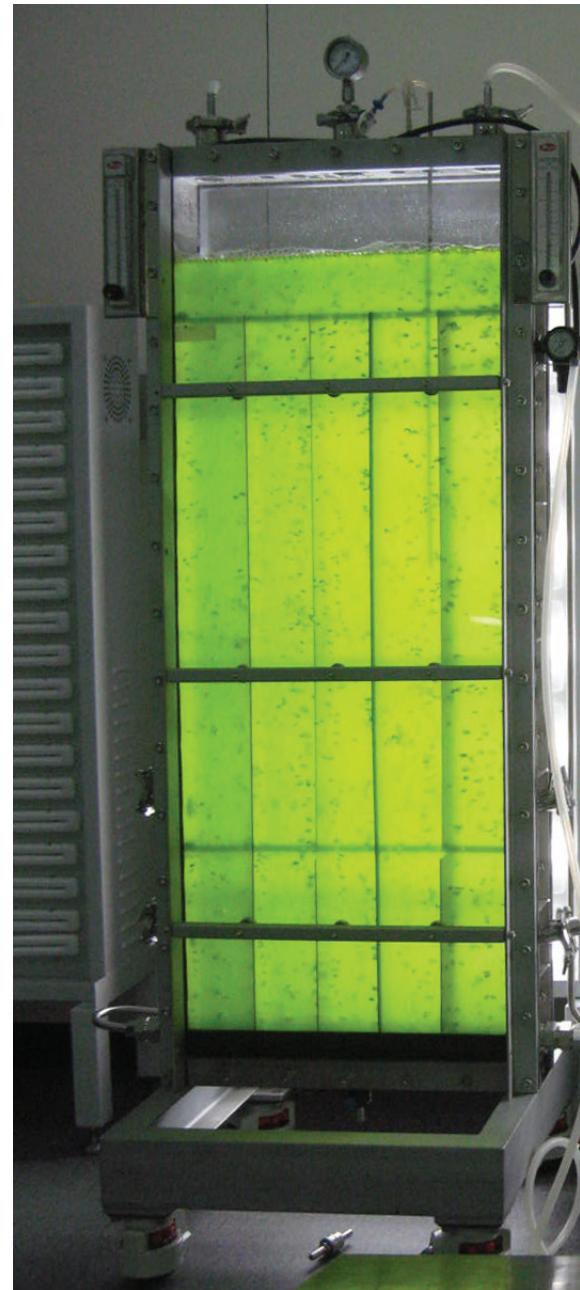
FOTOBIOREATTORI TUBOLARI

Tra i fotobioreattori proposti, il fotobioreattore tubolare è uno dei tipi più adatti per le colture di grande massa all'aperto. La maggior parte dei fotobioreattori tubolari esterni sono di solito costruiti con vetro o tubo di plastica e le alghe sono riciclate sia con la pompa o

preferibilmente con sistema di trasporto aereo. Possono essere a forma orizzontale - serpentina, verticale, conica o fotobioreattori inclinati. Aerazione e miscelazione delle culture in fotobioreattori tubolari sono di solito effettuati da impianti a pompa di aria o di trasporto aereo. I fotobioreattori tubolari rendono bene se utilizzati all'esterno in quanto hanno una superficie di illuminazione molto grande. D'altra parte, una delle principali limitazioni di fotobioreattori tubolari è lo scarso trasferimento di massa. Va notato che il trasferimento di massa (accumulo di ossigeno) diventa un problema quando fotobioreattori tubolari vengono ingranditi. Per esempio, alcuni studi hanno dimostrato che molto alti livelli di ossigeno disciolto sono facilmente raggiungibili in fotobioreattori tubolari (Torzillo, 1986; Richmond, 1993; Molina, 2001).

Questi tipi di reattori sono costituiti da tubi trasparenti dritti, ma anche arrotolati in anello chiuso disposti in vari modi per massimizzare la cattura della luce del sole. Fotobioreattori tubolari opportunamente progettati isolano completamente la cultura da potenziali contaminanti ambientali esterni, di conseguenza, permettendo la proroga della durata della cultura monoalgale.

Inoltre, la fotoinibizione è molto comune in fotobioreattori tubolari all'aperto. Quando un fotobioreattore tubolare viene scalato aumentando il diametro dei tubi, la superficie di illuminazione in rapporto con volume diminuisce. D'altra parte, la lunghezza del tubo può essere tenuta più breve possibile, mentre un fotobioreattore tubolare viene ingrandito aumentando il diametro dei tubi. In questo caso, le cellule nella parte inferiore del





Fotobioreattore a pannelli piani dell'azienda BioTron.

tubo non riceveranno la sufficiente quantità di luce per la crescita cellulare (a causa dell'effetto della ombreggiatura della luce) a meno che vi sia un buon sistema di miscelazione.

Inoltre, è difficile controllare la temperatura della cultura nei fotobioreattori tubolari. Anche se possono essere dotati di termostato per mantenere la temperatura desiderata della cultura, questo potrebbe essere molto costoso e di difficile attuazione. Va inoltre osservato che l'adesione delle cellule alle pareti dei tubi è comune in questi reattori. Inoltre, fotobioreattori tubolari lunghi sono caratterizzati da gradienti di ossigeno e di trasferimento del CO₂ lungo i tubi. L'aumento del pH delle culture comporterebbe anche alla carbonatazione frequente delle culture, che di conseguenza aumentano il costo di produzione algale.

Prospettive

- Grande superficie di illuminazione
- Adatto per le culture esterne
- Buona produttività di biomassa
- Relativamente economico.

Limitazioni

- Gradienti di pH
- Ossigeno disciolto e CO₂ lungo i tubi
- Incrostazioni
- Un certo grado di sviluppo sulla parete
- Richiede grande spazio di terra.

FOTOBIOREATTORI A PANNELLI PIANI

Fotobioreattori piani hanno ricevuto molta attenzione per la coltivazione di microrganismi fotosintetici grazie alla loro ampia superficie di illuminazione. Il lavoro presentato da Milner (1953) ha spianato la strada per l'uso dei recipienti di coltura piatti per la coltivazione di alghe. A seguito di questo lavoro, Sansone e Leduy (1985) hanno sviluppato un reattore piatto munito di lampadine fluorescenti. Un anno dopo, Ramos de Ortega e Roux (1986) hanno sviluppato un reattore a schermo piatto esterno utilizzando il PVC trasparente ad alto spessore. Col passare del tempo, grandi lavori su vari modelli di pannelli alveolari verticali e reattori a lastra piana per la coltivazione di massa di diverse alghe sono stati riportati (Tredici e Materassi, 1992; Hu, 1996; Zhang, 2002; Hoekema, 2002).

Generalmente, fotobioreattori piani sono realizzati in materiali trasparenti per il massimo utilizzo di energia luminosa solare. L'accumulo di concentrazione di ossigeno disciolto in fotobioreattori piatti è relativamente basso rispetto ai fotobioreattori tubolari orizzontali. È stato riportato che con fotobioreattori solari piani si possono ottenere elevate efficienze fotosintetici (Hu, 1996; Richmond, 2000). Fotobioreattori solari piani sono molto adatti per le culture di grande scala di alghe.

Prospettive

- Ampia superficie di illuminazione
 - Adatto per colture all'aperto
 - Buono per immobilizzazione di alghe
 - Buon percorso della luce
-

- Buona produttività di biomassa
- Relativamente economico
- Facile da pulire
- Facilmente temperato
- Basso accumulo di ossigeno

Limitazioni

- Scale-up richiedono molti scomparti e materiali di supporto
- Difficoltà nel controllo della temperatura cultura
- Un certo grado di sviluppo sulle pareti

FOTOBIOREATTORI A COLONNA VERTICALE

Vari disegni e scale di fotobioreattori a colonna verticale sono stati testati per la coltivazione di alghe. Fotobioreattori a colonna verticale sono compatti, a basso costo e facile da usare per una singola specie di alghe nella coltura. Inoltre, essi sono molto promettenti per la coltivazione su larga scala di alghe. E' stato riferito che il *'bubble-colonna'* e fotobioreattori a trasporto aereo (fino a 20cm di diametro) possono raggiungere una concentrazione di biomassa finale e il tasso di crescita specifico paragonabile ai valori tipicamente riportati per fotobioreattori tubolari stretti. Alcuni fotobioreattori *'bubble-colonna'* sono dotati sia con una ciminiera o costruiti come cilindri divisi. Nel caso di fotobioreattori a ciminiera, la miscelazione avviene tra il montante e le zone basse del fotobioreattore attraverso le pareti della ciminiera.



Prospettive

- Trasferimento di massa elevata
- Buona miscelazione con un basso sforzo di taglio
- Basso consumo energetico
- Alte potenzialità di scalabilità
- Facile da sterilizzare
- Facilmente temperato
- Buono per l'immobilizzazione di alghe
- Ridotta fotoinibizione e fotoossidazione.

Limitazioni

- Piccola superficie di illuminazione
- La loro costruzione richiede materiali sofisticati
- Decremento della superficie di illuminazione nel ingrandimento.

Fotobioreattore a colonna verticale sul tetto di un edificio nella zona centrale di Bangkok.



Capitolo 5

CONCEPT

AlpH è un prodotto, un apparecchio per la cucina capace di realizzare con un minimo di ingredienti e con poca fatica da parte dell'utente, un boccone di salute sotto forma di alga chiamata Spirulina.

AlpH in termini tecnici è un fotobioreattore studiato e sviluppato per avere un'efficienza altissima e produrre la massima quantità di Spirulina, tenendo presente le sue dimensioni e il suo ambito, quello della cucina. Ogni giorno ed ogni secondo *AlpH* ottimizza le condizioni per far crescere in maniera più rapida ed economica l'organismo che ingloba. Senza fermarsi, 365 giorni all'anno *AlpH* porta a tavola una quantità giusta di Spirulina come supplemento alimentare sufficiente per fornire ad una famiglia tutti i nutrienti fondamentali per una vita salutare: amminoacidi essenziali, minerali, vitamine, antiossidanti ecc.

MOODBOARD PERSONAS

L'introduzione della coltivazione della spirulina nella vita quotidiana necessita dinamiche psicologiche particolari dalla parte degli utenti. Tutta la soddisfazione ricavata sta nella qualità del prodotto coltivato. A differenza di una coltivazione comune di vegetali, dove si ha un processo lungo di cura che in sé costruisce una parte del piacere, la spirulina non richiede molta cura. Quindi, la soddisfazione si allontana e diventa indiretta per l'utente. Quello che genera il piacere è la conoscenza che la spirulina è un prodotto di altissimo valore nutrizionale che si trasforma una maggior salute per chi la consuma.

Un utente che gradisce di più i valori della coltivazione della spirulina è una persona che nella società è nominata come **salutista**. Salutista è un tipo di persona che si preoccupa molto della propria salute, dedica grande e spesso eccessiva attenzione alla cura del proprio corpo, preoccupandosi costantemente di seguire un sistema di vita e di alimentazione basato su norme d'igiene e di salvaguardia della salute fisica.

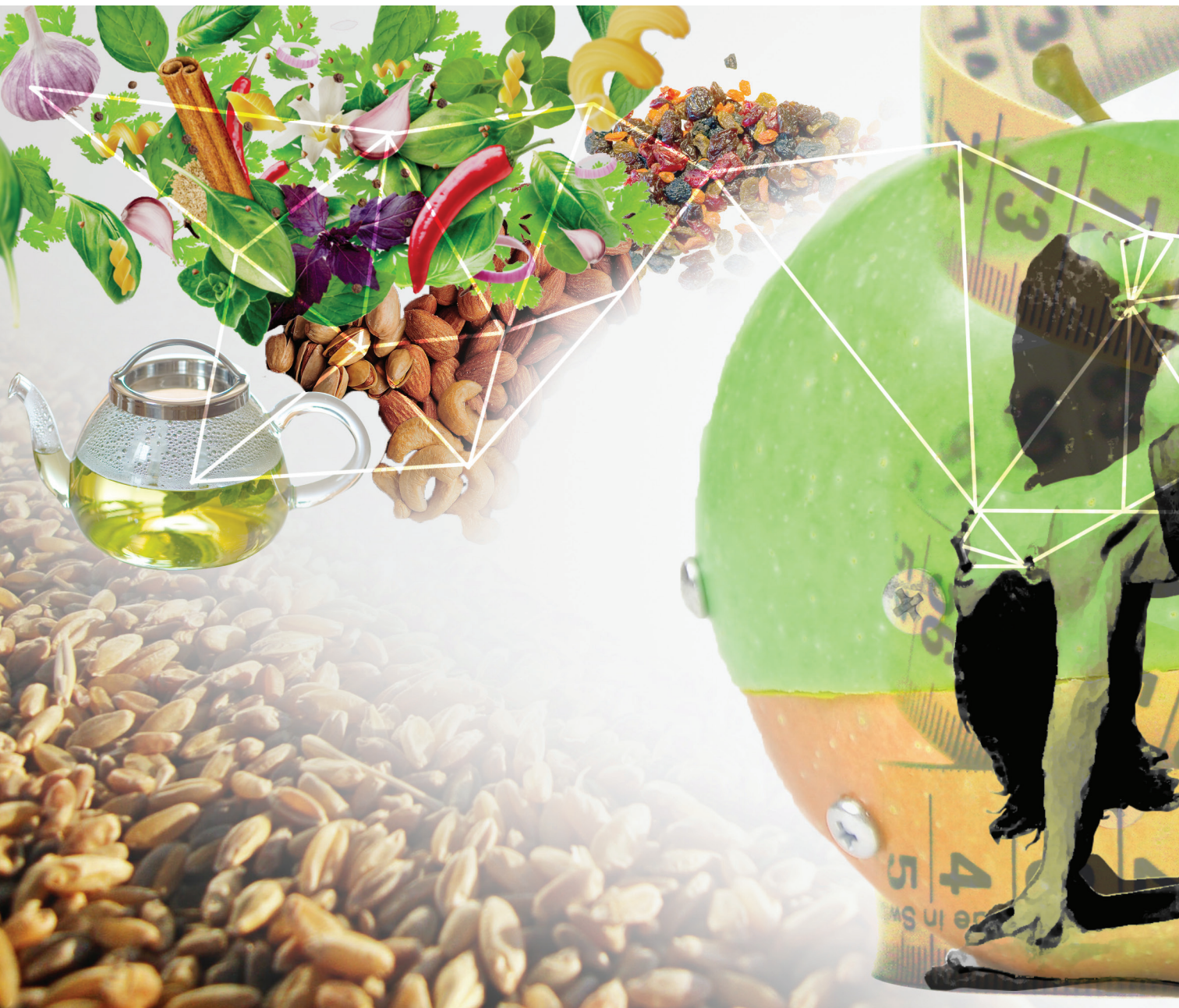
Per la progettazione dell'AlpH è necessario tradurre i valori e le dinamiche di vita di un salutista in parole chiave e concetti che poi si trasmettono nel prodotto finale. Come dice il termine che definisce questo tipo di persona, la base dei suoi desideri e valori è la **salute**. Per lui la salute è un insieme di attività che rendono piacevole il raggiungimento di essa. L'**alimentazione** è fondamentale, consiste nel mangiare materie prime poco modificate come verdure, vari semi, cereali, noci e frutta secca. La sua attenzione si proietta verso un interesse elevato per

l'origine del cibo. E' contro l'industrializzazione degli alimenti, quando questo porta con sé l'introduzione di sostanze chimiche che potrebbero avere dei danni alla salute. L'**esercizio fisico** è anche molto importante come attività per un salutista. Egli ricerca anche una **spiritualità** in tutte queste azioni. Per questo motivo lo yoga è un'attività molto praticata dai salutisti.

Dall'altra parte, un salutista, essendo molto attento alla propria salute, è disposto a prendere vari nutrienti e integratori alimentari sotto forma di pillole o simili. Egli passa tanto tempo a curare il suo aspetto fisico, quindi molto spesso utilizza prodotti farmaceutici per la pelle, capelli ecc.

Sembra che un salutista viva in un **contrasto** tra la tecnologia e la tradizione. Egli sceglie quali sono i valori più importanti tra queste due tendenze e cerca di trovare un **bilanciamento** tra una e l'altra. Molto spesso un salutista **quantifica** le proprie azioni, probabilmente proprio per la necessità di bilanciare ed avere più controllo. Egli misura le quantità del cibo che mangia, le calorie spese e introdotte, misura il suo peso ecc.

Il salutista è una persona felice, egli necessita di **tanti stimoli esterni** per raggiungere la propria soddisfazione, ma prova piacere e si diverte raggiungendola. Il salutista ha una elevata coscienza **sociale**, si sente **connesso** alla società ed è molto disposto a creare comunità di persone con interessi simili.





MOODBOARD FORME

Dare la forma fisica al progetto AlpH significa, in questo caso, trovare una connessione tra le parole chiavi stabilite con il moodboard delle personas e tradurle in output visivi, costituendo una mappa dei vincoli e desideri dei salutisti. La forma dell'AlpH è il risultato della unione di tutti gli output generati in questo moodboard delle forme.

Partendo dall'ingrediente alimentare che l'utente con il prodotto AlpH può coltivare, si trova subito un collegamento forte tra un salutista e le qualità nutrizionali della Spirulina. Il fatto che si ottiene una materia prima che ha una resa maggiore, se mangiata cruda, rinforza la relazione tra loro. Ancora di più, il gusto inesistente della Spirulina cruda offre tanta opportunità all'utente di integrarla in qualsiasi pasto egli desideri.

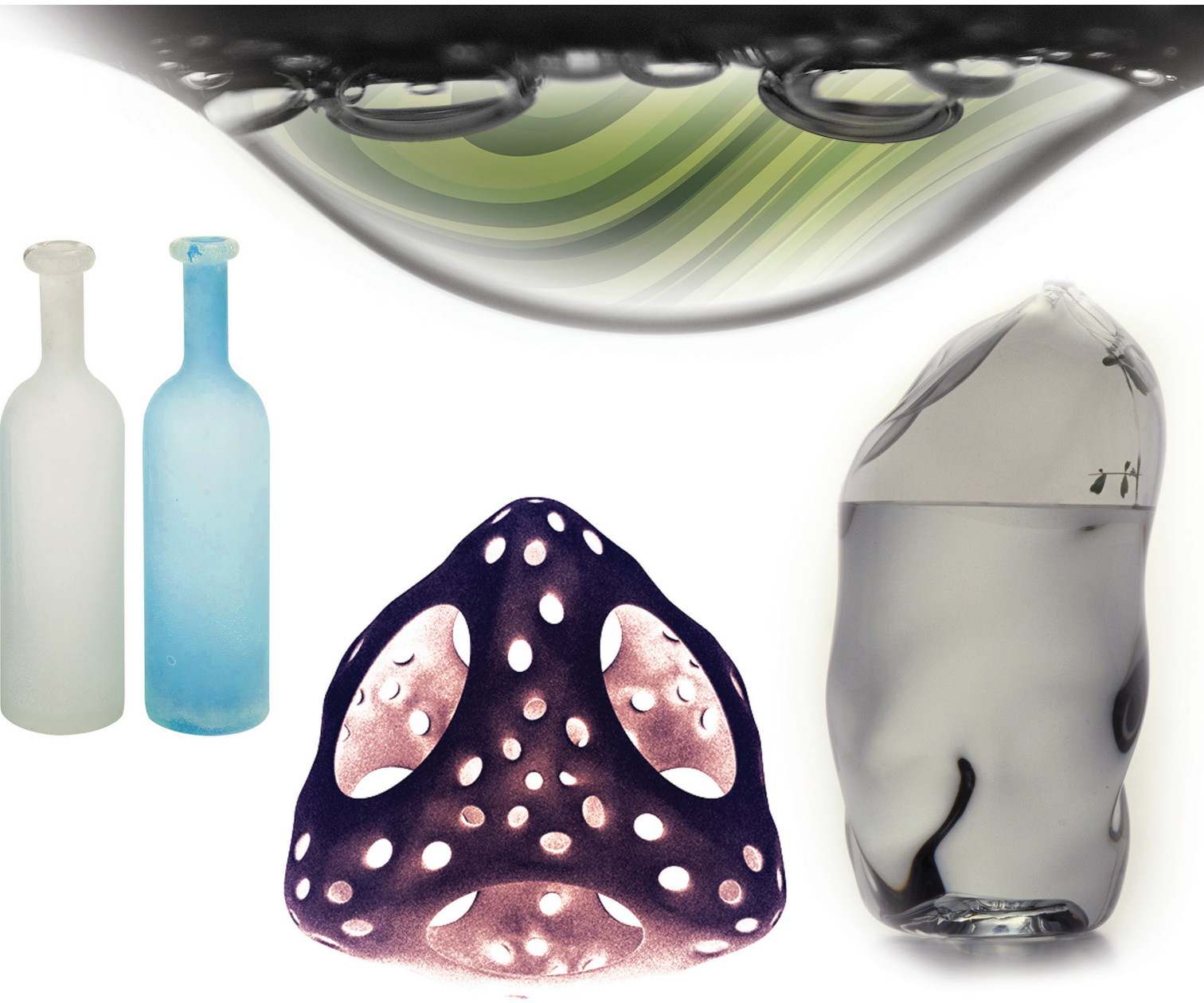
D'altra parte, però, l'AlpH è un "macchinario" (elettrodomestico) molto tecnologico che va un po' contro le ideologie alimentari di un salutista. Il modo in cui l'AlpH ottimizza e controlla l'efficienza e la velocità della crescita della Spirulina, rimanda molto al concetto dell'industrializzazione degli alimenti anche se esiste una grande differenza nel motivo per cui si coltiva

l'alga. L'efficienza del prodotto AlpH serve per offrire al suo utilizzatore il prodotto con la maggior qualità, ma con il minor sforzo dell'utente. Invece, nei molti casi di produzione industrializzata di prodotti alimentari, l'efficienza e il controllo servono per aumentare il profitto di chi produce questo cibo. Nonostante questo, il collegamento tra tecnologia e salute non deve condizionare l'utente. Il prodotto coltivato in AlpH, con tutti i suoi benefici, deve far superare ogni pregiudizio, dimostrando nella forma e nell'utilizzo la distanza dal cibo "fabbricato".

Sicuramente la prima necessità formale è allontanare l'utente dalla parti elettroniche e meccaniche dell'apparecchio. Non si tratta soltanto di nascondere certi componenti ma di dare sensazioni di un prodotto non standardizzato. Questo si può ottenere dando una **asimmetria** al prodotto usando la **natura come elemento decorativo** (in questo caso il colore della Spirulina). Ovviamente la forma generale deve seguire **linee organiche e fluide**. Un aspetto che genera fiducia per l'utente sono le zone di **trasparenza** dove possono essere visualizzati tutti i processi della coltivazione. Allo stesso modo la trasparenza avvicina l'utente alla Spirulina e dà l'idea di un organismo fragile.

Un effetto di purezza e di pulizia sono dati dal **colore bianco** o altri colori poco saturi che in **contrasto** con il **verde** della Spirulina si esaltano e rendono l'apparecchio ancora meno "macchinoso". L'illuminazione interna, "sporcata" dalle cellule della Spirulina fanno sì che, nella percezione dell'oggetto, si provi anche **spiritualità e sacralità**.





AlpH 









AlpH 



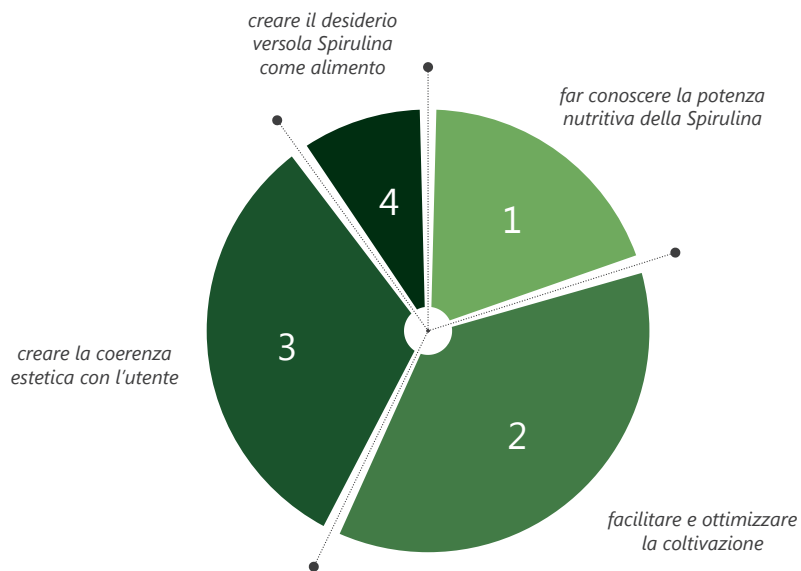
Capitolo 6

PROGETTO AlpH

Il progetto **AlpH** nasce da un forte bisogno innato nella società di ricercare nuovi modi per migliorare la qualità della vita attraverso un'alimentazione più sana. Questi bisogni hanno dato importante valore al cibo organico, ai concetti dello *city farming* e cibo a chilometro zero. La progettazione dell'*AlpH* si ispira da questi valori offrendo un nuovo metodo di coltivazione organica ed un prodotto di qualità non confrontabili con nessun altro alimento.

Dall'altra parte il progetto AlpH cerca di ribaltare l'ottica dell'alga Spirulina, trasformandola da una "medicina" (sul mercato esiste solo sotto forma di pillole o polvere) ad un vero "ingrediente" nell'alimentazione giornaliera.

La progettazione dell'apparecchio AlpH è stata guidata da più fattori che hanno determinato la sua forma: l'ottimizzazione del funzionamento, l'ambito della cucina, l'ergonomia e la facilità di utilizzo, il metodo della consumazione del prodotto coltivato.



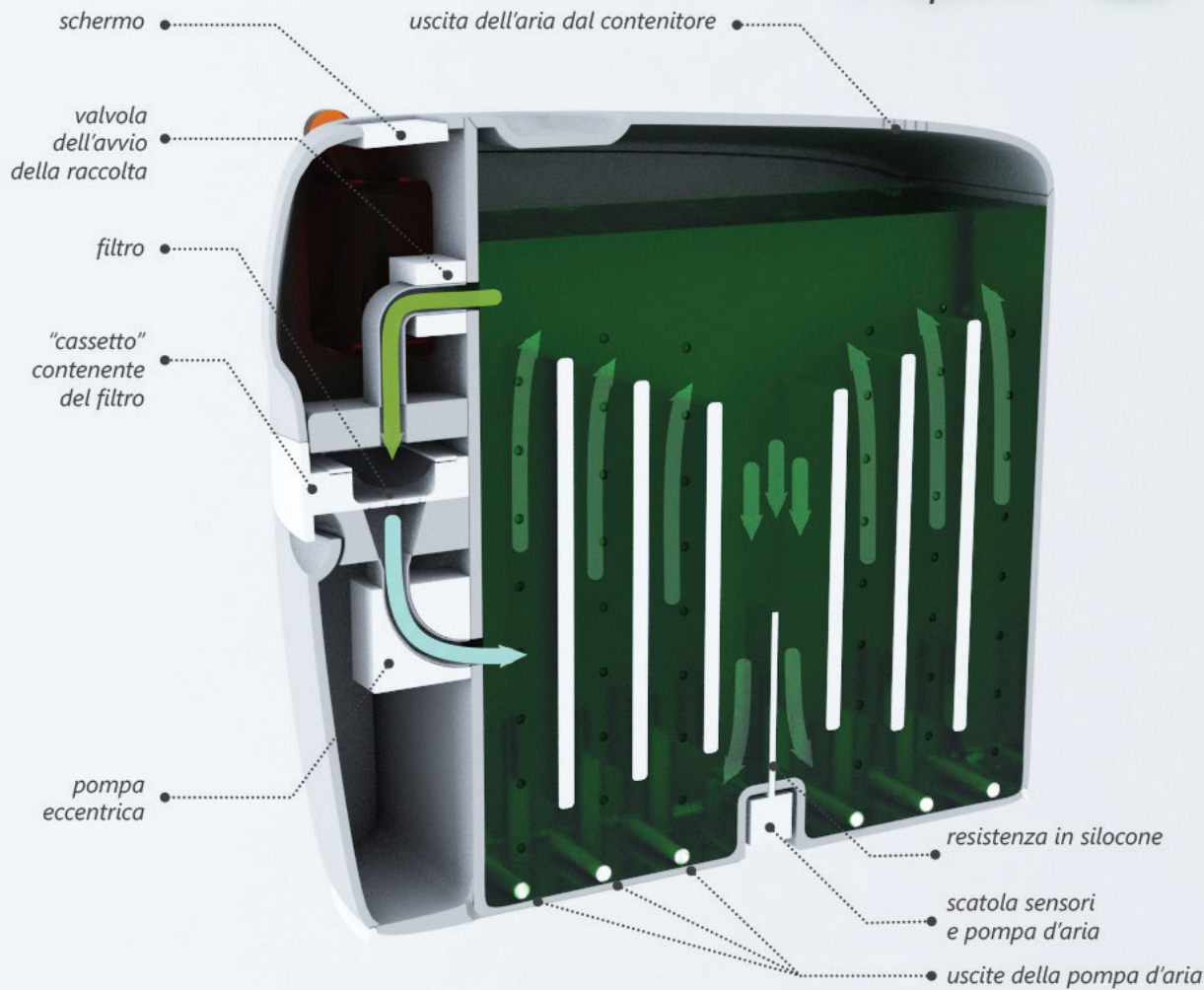
FUNZIONAMENTO

Alla sua base l'AlpH è un fotobioreattore anulare con un sistema di miscelazione delle alghe per aumentare la loro esposizione alla luce. Fondamentalmente si tratta di un contenitore che ha un volume che si sviluppa in altezza (altezza più grande della larghezza). Questo volume poi viene interrotto dai pannelli verticali e paralleli che sono illuminati (panelli LED) e questi forniscono alle alghe la luce necessaria per la fotosintesi. I pannelli LED sono di luce bianca che ha i picchi dell'energia nei colori blu (lunghezza d'onda ~460nm) e rosso (lunghezza d'onda ~670nm).

Il sistema di miscelazione funziona grazie alle pompe d'aria posizionate sul fondo del contenitore e in mezzo tra i pannelli (e tra l'ultimo pannello esterno e il muro del contenitore). L'aria pompata crea delle bollicine che viaggiano verso l'alto mettendo in movimento le alghe circostanti. Il movimento delle alghe tra i pannelli verso l'alto attira delle alghe che si trovano al centro del contenitore e così si crea un moto convettivo che fa viaggiare le alghe trovate al centro verso il basso e le alghe tra i pannelli verso l'alto. In questo modo tutte le

Tutte le informazioni che riguardano le condizioni ottimali per la crescita della spirulina sono stati presi dall'opuscolo di Antenna Technologies - "A Teaching Module for the Production of Spirulina" di J. Falquet, Giugno 1999.

AlpH 



alghe vengono esposte alla luce in maniera uniforme e questo aumenta la concentrazione massima delle alghe in relazione al volume.

Per mantenere vivo questo ecosistema è necessario creare e mantenere una soluzione di materie nell'acqua. Questa soluzione è fondamentale per la salute delle alghe ma anche per la loro produttività. Per questo motivo ci sono vari parametri che devono essere controllati e quelli sono:

- **il tempo dell'esposizione alla luce;**
- **il volume dell'acqua;**
- **la temperatura;**
- **il pH;**
- **la salinità;**
- **la fluorescenza della clorofilla** (energia luminosa emessa dalla clorofilla stessa dopo che questa ha assorbito una energia a lunghezza d'onda maggiore);
- **la trasmissione ottica** (livello della concentrazione delle alghe per unita di volume).

Tutti questi parametri hanno dei valori molto precisi e tutta la produzione è determinata dal livello del controllo di ogni parametro. Il tempo dell'esposizione alla luce ha una relazione 1:1 (ottimale è avere 12 ore di luce e 12 ore di buio perché è in questa seconda fase che la spirulina sintetizza le sue proteine). L'esposizione alla luce va controllata semplicemente accendendo e spegnendo i pannelli LED.

Tutti gli altri parametri necessitano dei sensori integrati nel fotobioreattore. Tutti questi sono posizionati sul fondo in mezzo al contenitore della soluzione (tranne quello del volume dell'acqua che va posizionato sul muro

Sezione longitudinale dell'apparecchio AlpH. Sono stati rappresentati i flussi di movimento delle alghe grazie alle bollicine d'aria pompate dal fondo del contenitore. E' indicato il circolo delle alghe nel processo di filtraggio ed anche i componenti principali che permettono lo svolgimento delle funzioni.

del contenitore). L' apparecchio AlpH va collegato alla corrente che alimenta tutti i sensori, le pompe, valvole ed altre parti elettroniche, ma anche alla rete idrica della cucina dalla parte posteriore dell'apparecchio (sia per l'introduzione dell'acqua che per lo scarico).

Il controllo del volume dell'acqua è necessario per mantenere il maggior volume possibile della soluzione, poiché questa quantità di acqua potrebbe essere persa durante il processo di filtraggio della spirulina. Questo processo funziona semplicemente aprendo la valvola d'ingresso dell'acqua nel fotobioreattore. L'apparecchio tiene il volume massimo della soluzione ad una quantità presupposta di 50 litri.

La temperatura della soluzione ha una ritmica che va insieme con l'accensione delle luci. Durante la fase "illuminata" la temperatura deve essere tenuta tra 28° e 33° C (l'ottimale è 30°). Se si va sotto questi valori si creano delle diminuzioni nell'efficienza della fotosintesi; invece se si va oltre la temperatura massima indicata ci potrebbero essere dei danni alle alghe. La manutenzione della temperatura ottimale va effettuata grazie ad una resistenza silconica posizionata in mezzo al contenitore. Durante la fase "buia" la temperatura delle alghe deve scendere a circa 20° per agevolare la sintetizzazione delle proteine nell'alga. Per ottenere questa temperatura basta spegnere totalmente la resistenza e tenerla spenta per tutta la fase senza luci.

Il pH e la salinità sono due parametri chimici della soluzione. I valori di questi sono riportati grazie a dei sensori. La salinità come parametro è più semplice e deve

avere dei valori tra 20-24 grammi al litro. Questo valore si ottiene nella preparazione iniziale della soluzione e si va a modificare minimamente durante la crescita delle alghe. Invece il pH deve assolutamente essere tenuto sopra il valore di 8,6 affinché nessun altro organismo tossico possa esistere nella soluzione (la spirulina è un estremofilo ed è l'unico organismo che vive in una soluzione così alcalina). Per mantenere il valore pH così alto è necessario aggiungere continuamente il bicarbonato di sodio (NaHCO_3) perché la spirulina facendo la fotosintesi rilascia ossigeno e questo diminuisce il pH. Il bicarbonato di sodio va introdotto esternamente nella soluzione grazie ad un contenitore posizionato davanti al contenitore principale. Ovviamente il bicarbonato di sodio è già disciolto nell'acqua e va semplicemente "spruzzato" nella soluzione in maniera automatica.

Gli ultimi due parametri riguardano lo stato della spirulina stessa. La fluorescenza della clorofilla riguarda la quantità di luce che va assorbita dalle alghe per fare la fotosintesi. Questo parametro si può tradurre nella salute delle alghe oppure nella mancanza di nutrienti necessari per la fotosintesi. I nutrienti devono essere introdotti dall'esterno nella soluzione (come nel caso del pH), per questo motivo nella parte davanti del contenitore principale esiste un altro piccolo contenitore che contiene la soluzione di tutti i nutrienti necessari per una crescita fiorente della spirulina.

Le sostanze disciolte nell'acqua per creare una nutrizione completa delle alghe sono:

- KNO_3
- $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$
- K_2SO_4
- MgSO_4
- $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Il valore della trasmissione ottica dà un valore che si traduce nella concentrazione (densità) delle alghe nella soluzione. Questo è importante per sapere quando si può fare la raccolta (filtraggio) della spirulina, oppure quando le alghe si sono moltiplicate sufficientemente per cui la loro raccolta non rallenterà il processo di crescita così tanto che di conseguenza il giorno dopo si potrebbe fare un'altra raccolta.

Tutti questi parametri possono essere visualizzati sullo schermo posizionato dalla parte frontale dell'Alph. Oltre a visualizzare lo stato attuale delle alghe e della soluzione, lo schermo è anche sensibile al tatto e da lì si effettuano varie operazioni sul sistema di filtraggio.

Una volta che la concentrazione della spirulina è sufficiente per poterla raccogliere, lo schermo avverte l'utente e premendo il tasto verde si avvia la filtrazione e la raccolta.

Il sistema di filtraggio funziona creando un flusso esterno forzato della spirulina (e la soluzione in cui essa è contenuta) che inizia dalla parte alta del muro frontale del contenitore principale e ritorna dal basso dello stesso muro. Questo flusso esterno va creato grazie

ad una pompa peristaltica posizionata in basso ed una valvola posizionata in alto. Il tubo stesso va interrotto a metà con un filtro (schermo metallico con dimensione aperture di 50 micron) dove si separa la spirulina dal resto della soluzione. All'avvio del filtraggio la valvola in alto apre l'ingresso della soluzione nel tubo e grazie ad una pressione negativa la soluzione viene trainata verso il basso passando attraverso il filtro. Allo stesso momento la pompa che crea la pressione negativa spinge dietro, nel contenitore principale, la soluzione già filtrata. Quando una certa quantità di soluzione passa attraverso il filtro la valvola in alto si chiude ed apre l'induzione dell'aria. Da questo punto in avanti finisce il circolo di soluzione nel tubo di filtraggio ed inizia il processo di strizzazione della spirulina per eliminare qualsiasi residuo della soluzione (questo per eliminare il gusto della soluzione che è molto alcalina). La pompa continua a creare la pressione negativa ma questa volta spinge solo l'aria dietro nel contenitore principale. Questa pressione negativa strizza il filtro facendo rimanere solo le cellule dell'alga spirulina sullo schermo del filtro. Dopo qualche secondo la pompa si spegne ed il processo di filtraggio si conclude. Tutto questo processo è automatizzato e dura intorno a 60 secondi.

La fine di questo processo viene visualizzato sullo schermo e a questo punto l'utente può estrarre il filtro insieme alla quantità di spirulina filtrata.

L'AMBITO DELLA CUCINA

La cucina d'oggi deve ospitare una varietà di funzioni diverse e per questo le aspettative verso questo luogo rispetto alla struttura dell'abitazione e alla superficie disponibile sono così eterogenee come in nessun altro spazio della casa. A seconda dello stile di vita e della situazione. La cucina può rappresentare il luogo per cucinare e mangiare o semplicemente un punto di incontro e convivialità per la famiglia. Nelle abitazioni in cui non c'è necessità di cucinare e l'attività ai fornelli rappresenta principalmente un hobby, la componente estetica dello spazio acquista maggiore rilevanza. In altre cucine, invece, la presenza di elettrodomestici combinati per refrigerare/congelare o di apparecchi a microonde è finalizzata alla preparazione veloce e pratica di pasti pronti.

Le richieste e le esigenze individuali degli utenti sono molteplici ed eterogenee; allo stesso modo, si differenziano anche i modelli di cucina proposti. Si spazia quindi da cucine aperte integrate nel soggiorno a cucine a isola o abitabili fino alle cucine panoramiche, che consentono una vista eccezionale sui dintorni. Diversi stili

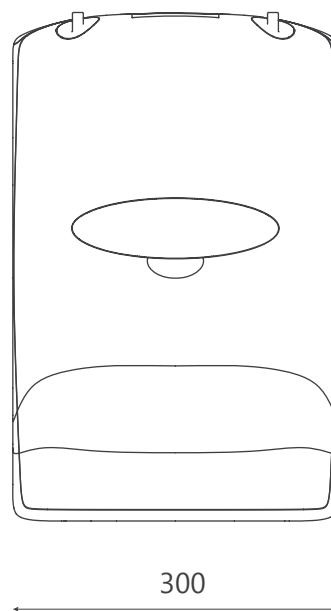
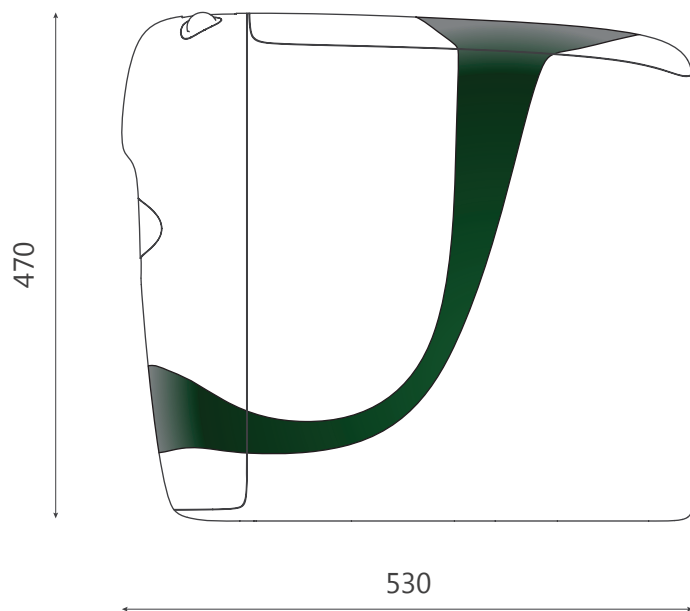
evidenziano inoltre la personalità e il gusto individuale del proprietario.

Le innovazioni tecniche nel settore dei piani cottura, dei frigoriferi e degli altri elettrodomestici hanno fatto sì che le attività in cucina venissero ottimizzate sia da un punto di vista ergonomico che economico. Per quanto riguarda il design, la tendenza nel settore predilige elementi isolati invece di mobili ed elettrodomestici coordinati. Per esempio, il frigorifero indipendente con il rivestimento in acciaio inox o la cappa aspirante, che non è più integrata nei mobili ma spicca nella cucina come oggetto di design indipendente.

AlpH è un elettrodomestico che per motivi di utilizzo giornaliero si posiziona sul piano di lavoro della cucina. Come tale, l'AlpH, deve rispettare la sua integrità avendo un suo carattere visivo che lo stacca da altri apparecchi presenti in cucina. Ovviamente, l'impatto visivo non deve essere esagerato ma curato per mimetizzarsi in qualsiasi ambiente della cucina dove esso possa essere introdotto.

I vincoli dominanti della cucina sono le dimensioni. Per questo motivo l'AlpH è stato studiato per occupare minor spazio sul piano di lavoro, pur cercando di occupare maggior volume nelle zone poco utilizzate in cucina.

Siccome l'AlpH deve contenere una quantità d'acqua pari a 50 litri (in più ci sono i componenti che effettuano il filtraggio e la nutrizione della Spirulina), il suo ingombro totale è abbastanza grande. L'unico modo per diminuire l'impatto sugli spazi della cucina è di giocare con le proporzioni tra l'altezza, larghezza e profondità. L'AlpH



occupa tutto lo spazio in profondità (sul piano di lavoro) e in altezza (tra il piano di lavoro e i ripiani in alto) per diminuire la sua larghezza sul piano di lavoro. La larghezza del piano di lavoro è la "risorsa" più importante ed è per questo motivo che si è scelto di "sacrificarla" il meno possibile. Detto ciò, gli ingombri massimi dell'AlpH sono 30 centimetri in larghezza, 45 centimetri in altezza e 50 centimetri in profondità.

L'impatto visivo delle dimensioni dell'AlpH è stato diminuito grazie al materiale con il quale è stato fatto il prodotto. Trasparenza e traslucidità, insieme al "verde" della spirulina smaterializzano l'ingombro e danno un effetto di "cellula vivente". Le smussature delle parti anteriori fanno sì che il prodotto sembra molto più leggero di quello che è in realtà.


I lati piani dell'apparecchio danno la possibilità all'utente di avvicinarlo a qualsiasi parete, colonna o altro apparecchio presente in cucina. Grazie al fatto che l'AlpH è un sistema chiuso, in quanto non ci sono problemi di contaminazione. La differenza della temperatura tra l'interno dell'apparecchio e l'ambiente della cucina non è sufficiente per creare delle condensazioni sulle pareti dell'apparecchio.

AlpH non ha i piedini di rialzo per aumentare la superficie di appoggio sul piano di lavoro della cucina. Grazie a questo, non ci potrebbero essere dei danni per la superficie della cucina derivanti dal peso dell'apparecchio. L'appoggio è anche circondato da uno strato di gomma, impedendo le infiltrazioni dell'acqua e della sporcizia di sotto l'apparecchio.

Tutta la parte d'interazione con l'apparecchio sta nella parte anteriore. Il "cassetto" per l'estrazione e rimessa del filtro è in basso, mentre lo schermo repellente all'acqua e le due aperture, per il riempimento dei serbatoi di nutrienti e il bicarbonato di sodio, sono poste in alto. Essendo posizionati dalla parte frontale che sporge fino al livello del piano di lavoro della cucina, significa che la zona di accesso all'apparecchio è molto larga ed indifferente dagli oggetti e mobili circostanti. Dalla parte posteriore escono i tubi per il collegamento alla rete idrica e il cavo di alimentazione elettrica. Essendo nella parte posteriore, essi sono nascosti e non impediscono i movimenti liberi dell'utente nella cucina.

Tutte queste particolarità, nonostante le sue dimensioni, rendono l'AlpH molto versatile in qualsiasi cucina. La trasparenza del materiale, insieme all'effetto della sabbiatura sull'esterno, "demoliscono" la forma riflettendo i colori e le forme circostanti. Questo fa sì che l'elettrodomestico "assorbi" la cucina e diventi una parte di essa.

Misure di massima del piano di lavoro della cucina e le posizioni possibili per l'apparecchio AlpH.

AlpH 



Il prodotto AlpH nel suo ambiente della cucina.



UTILIZZO

L'utilizzo dell'AlpH e la coltivazione della spirulina, per le sue fasi, è paragonabile alla coltivazione di una pianta. La differenza fondamentale è quella dei tempi e dei ritmi della raccolta, ma anche il fatto che la spirulina non è una pianta stagionale e può crescere per tutto l'anno.

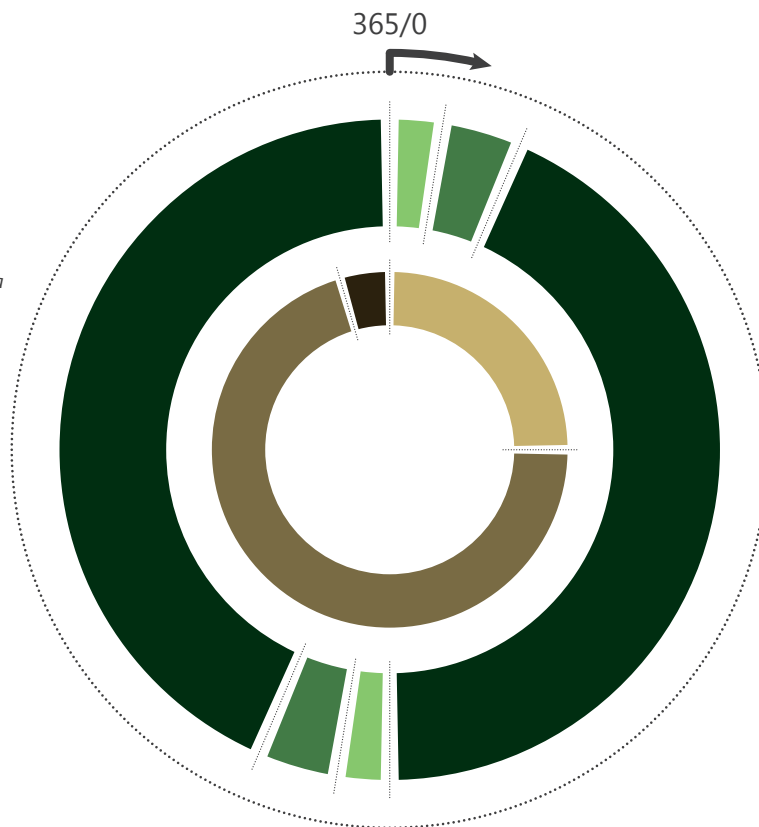
Proprio come coltivare una pianta si inizia preparando il "terreno" per l'introduzione del seme, poi si ha la fase di crescita seguita dalla raccolta e alla fine è necessario risistemare la pianta per le nuove raccolte in futuro. Coltivare l'alga spirulina con l'apparecchio AlpH significa raggruppare alcune fasi della coltivazione proprio per la velocità con la quale questo organismo cresce e raggiunge la sua maturità. Le fasi fondamentali sono tre e comprendono: la piantagione con la crescita, la raccolta e la pulizia e riavvio della coltivazione.

La piantagione e la crescita

Quando l'utente acquista l'apparecchio AlpH insieme gli viene spedito un kit di partenza che contiene tre ingredienti necessari per preparare la soluzione ed un



Diagramma confronto della coltivazione della spirulina con altri vegetali nell'arco di un anno.



ceppo vivo di alga spirulina. L'AlpH viene posizionato in cucina, vanno collegati i tubi dell'introduzione e lo scarico dell'acqua e tutto l'apparecchio va collegato alla corrente elettrica. A questo punto l'utente deve confermare che la macchina sia collegata correttamente premendo un tasto sullo schermo. Inizia il riempimento del contenitore principale con l'acqua della rete idrica della casa. Finito questo bisogna aprire il coperchio e introdurre i tre

ingredienti presenti nel kit. Queste sostanze sono numerate e bisogna introdurle nell'ordine indicato, aspettando un paio di minuti tra un'immissione e l'altra.

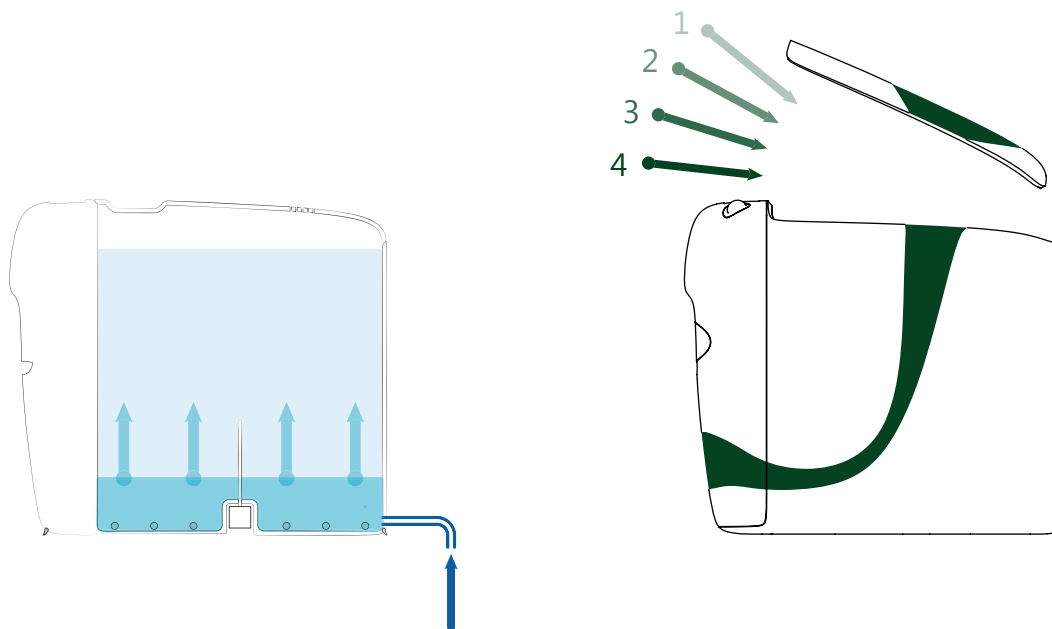
Ingrediente 1 contiene il tiosolfato di sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) in forma cristallina. Questa sostanza serve per la dechlorazione dell'acqua della rete idrica.

Ingredienti 2 e 3 sono dei mix di sostanze che creano l'ambito perfetto per la crescita della spirulina. Le quantità di tutti e due gli ingredienti sono già calcolati rispetto al volume dell'acqua presente nell'AlpH. Questi due insieme contengono:

- NaHCO_3
- NaCl
- KNO_3
- $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- $\text{NH}_4\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- $\text{CO}(\text{NH}_4)_2$
- $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Una volta che tutti gli ingredienti sono stati inseriti e la temperatura dell'acqua ha raggiunto un valore desiderato (visualizzabile sempre dallo schermo) si introduce il ceppo della spirulina, si chiude il coperchio ed inizia la fase di crescita.

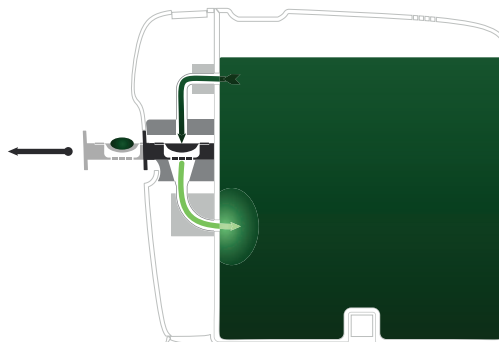
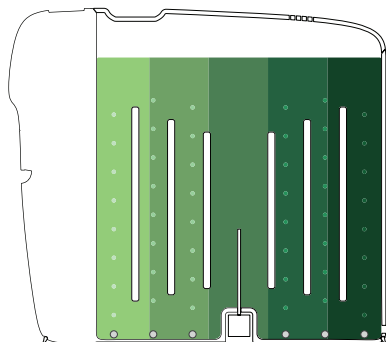
Questa fase dura circa tre settimane e l'utente non deve fare nient'altro tranne che riempire i due serbatoi frontali. Quando la densità massima delle alghe è stata raggiunta la macchina proietta l'informazione sullo schermo e possono iniziare le prime raccolte.



*Schema preparazione della soluzione
per la crescita della spirulina.*

Sinistra - introduzione dell'acqua

*Destra - introduzione delle sostanze 1, 2
e 3 insieme al ceppo della spirulina viva
(4).*



Schema coltivazione della spirulina.

Sinistra - attesa raggiungimento densità desiderata per la raccolta

Destra - filtraggio e la raccolta della spirulina.

La raccolta

A differenza di una pianta, dove si mangia di solito solo una parte di essa (frutto, radice ecc.), la spirulina si mangia intera. Questo significa che non esiste un "periodo" di raccolta, ma invece la spirulina continua a moltiplicarsi all'infinito se le condizioni continuano ad essere favorevoli.

Grazie alla velocità con la quale la spirulina cresce e si moltiplica la raccolta può anche essere fatta giornalmente per un periodo indeterminato. Questa proprietà offre all'utente un nuovo rapporto con il cibo ed l'AlpH è pronto ad introdurre la spirulina nella vita quotidiana.

L'apparecchio è dotato di due tipi di raccolta che fondamentalmente si differenziano nella quantità della soluzione che viene filtrata.

RACCOLTA GIORNALIERA

Questo tipo di raccolta è studiato per un consumo della spirulina giornaliero. Va tenuta in considerazione la velocità del processo stesso di raccolta ma anche il fatto che l'alga poi deve riuscire a raggiungere la stessa densità nel giro di 24 ore. Quindi, l'utente preme il bottone veloce sullo schermo e avvia la raccolta giornaliera. L'AlpH filtra un quarto del volume della soluzione e offre all'utente 50g di spirulina.

RACCOLTA SETTIMANALE

Se un utente ha necessità di avere una raccolta maggiore di spirulina per preparare un cibo più elaborato, è

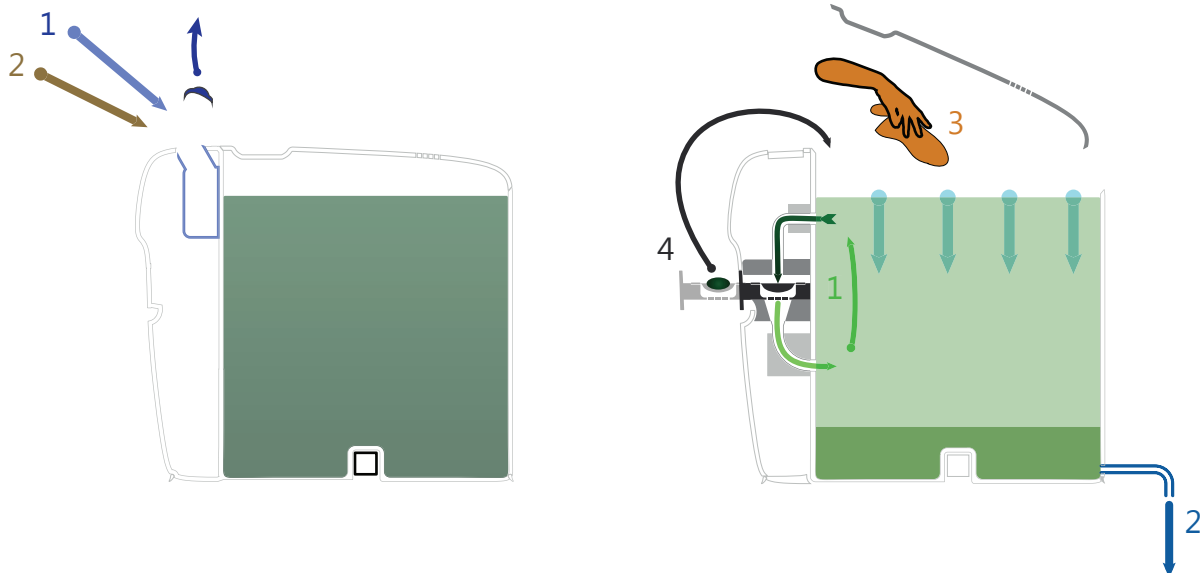
possibile utilizzare la raccolta settimanale. Questa consiste nel filtrare fino a tre quarti della soluzione dando all'utente 120g di spirulina. Ovviamente effettuando questo tipo di raccolta il tempo per raggiungere la densità necessaria per la raccolta prossima si allunga a 4-5 giorni.

Pulizia e riavvio della coltivazione

Dopo un periodo di raccolta che può durare anche fino a 6 mesi inizia una riduzione nella efficienza della fotosintesi dovuta alla diminuzione della esposizione alla luce. Questo succede perché le alghe cominciano ad attaccarsi alle pareti del contenitore ed anche ai pannelli LED. L'unica soluzione a questo problema è di pulire manualmente le alghe dalle pareti.

Entrando nel menù dello schermo si ha l'opzione di avviare un riavvio della coltivazione. Questo consiste nel filtraggio dell'intero contenitore e nello scarico di tutta la soluzione presente. Per dare l'inizio al riavvio è necessario che l'utente prepari di nuovo il kit iniziale. Quindi la soluzione viene scaricata completamente, l'utente poi deve aprire il coperchio, rimuovere i pannelli LED dai loro alloggiamenti e pulire con uno straccio l'interno del contenitore. Una volta che la pulizia viene svolta i pannelli LED vengono rimessi nella loro posizione e si rifa tutto il processo di piantagione con la differenza che il ceppo vivo della spirulina è rimasto sul filtro e viene rimesso dietro nel contenitore principale una volta che la soluzione sia pronta.

In questo caso la fase di crescita si accorcia di tanto per il fatto che il ceppo reintrodotta nella soluzione contiene



Schema manutenzione dell'AlpH.

Sinistra - riempimento serbatoi con (1) il bicarbonato di sodio e (2) nutrienti per la spirulina;

Destra - riavvio della coltivazione:

- 1 - Filtraggio dell'intera soluzione,*
- 2 - Scarico dell'acqua,*
- 3 - Pulizia dell'interno del contenitore,*
- 4 - Reintroduzione della spirulina dal filtro nel contenitore dopo aver nuovamente preparato la soluzione.*

molte più cellule di spirulina che il ceppo iniziale. Se fatta bene, senza tante perdite di tempo per la pulizia, la prossima raccolta può anche essere fatta dopo 2 giorni.

Note per altri casi particolari

Il sistema operativo dell'AlpH è impostato per prevenire qualunque filtraggio prima che la densità della spirulina nel contenitore raggiunga il livello desiderato. Quindi, non si possono fare due filtraggi consecutivi perché questo potrebbe diluire troppo la soluzione dalla spirulina, limitando la quantità di alga nella seconda raccolta.

Al contrario, se l'utente non fa la raccolta e la densità ha raggiunto il suo massimo livello, l'apparecchio va in uno stato di "supporto alla vita". Mantiene il numero e la densità della spirulina semplicemente diminuendo la velocità di crescita delle cellule. Questo si ottiene cambiando il rapporto della "fase illuminata" e diminuendola a soli tre ore al giorno. Non bisogna introdurre nuovi nutrienti perché la spirulina è un cannibale e si nutre dalle cellule che sono già morte. Così si crea un bilancio tra le cellule che si moltiplicano e quelle che muoiono.

In questo modo anche se l'utente non ha raccolto le alghe per un periodo più lungo (vacanza, viaggi imprevisti ecc.) non ci sono danni o disturbi nella coltivazione.

CONSUMO DELLA SPIRULINA

La spirulina per via del suo gusto inesistente è, in maggior parte dei casi, un supplemento alimentare. Essa è un ingrediente alimentare, una sostanza d'aggiungere ad altri pasti per migliorare le loro qualità. Oltre a quello, la spirulina può essere cucinata e diventando un pasto assestante.

L'alga spirulina è una fonte di tante vitamine, minerali, antiossidanti, enzimi e tanti altri nutrienti importanti, ma la sua proprietà principale è il contenuto proteico. Come tale essa può sostituire (in parte) la necessità proteica del suo utente. Una persona media, non particolarmente sportiva, necessita di 30 grammi di pura proteina al giorno. Questo equivale ad 150 grammi della carne rossa o i 180 della carne bianca (anche pesce) oppure ai 50 della spirulina fresca. Quest'ultima è proprio la stessa quantità di spirulina coltivata in un giorno dall'apparecchio AlpH. Teoricamente, questo significa che con l'apparecchio AlpH tutta la necessità giornaliera delle proteine potrebbe essere sostituita con una sola raccolta. Quindi, una persona vegetariana o vegana avrebbe la possibilità di fornirsi una sostituzione per tutta la mancanza delle




proteine nella sua alimentazione poco proteica. Oppure, con una raccolta giornaliera, una persona sportiva potrebbe aumentare la sua assunzione delle proteine per migliorare le sue prestazioni. Invece, una famiglia di tre persone con una sola raccolta potrebbe sostituire tutta la quantità di proteine necessaria per un singolo pasto (10 grammi).

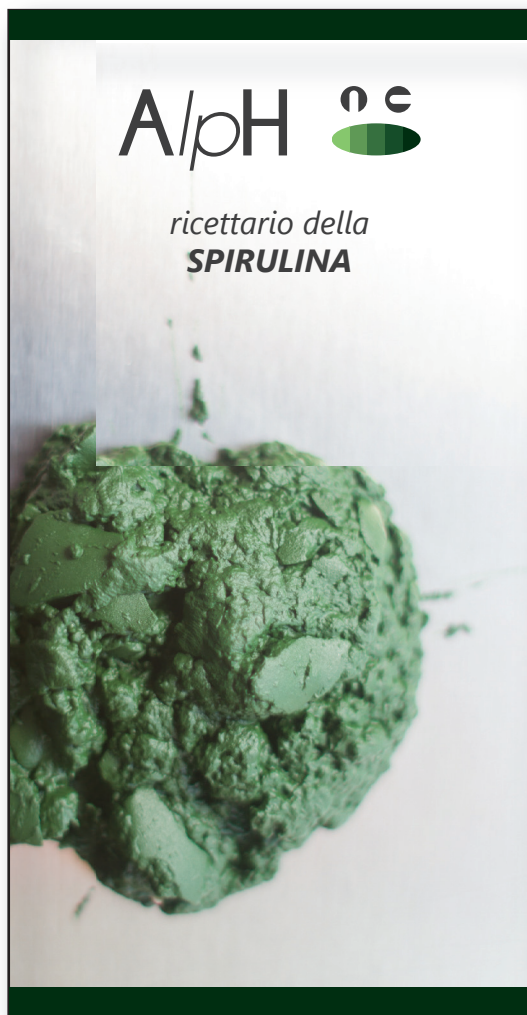
Secondo la ricerca svolta, converrebbe assumere la spirulina con il primo pasto giornaliero, ma si è voluto lasciare sempre la possibilità all'utente di scegliere quando e come consumarla.

L'apparecchio AlpH è dotato di un piattino che ha un suo alloggio in alto. Questo piattino è in grado di inglobare il filtro pieno di spirulina che viene estratto dal "cassetto" dopo una raccolta. In questo modo, la spirulina coltivata va immediatamente trasportata dalla raccolta alla tavola. Il contenuto coltivato si mangia direttamente dal piattino piccolo servendosi con un cucchiaino e versandolo nel proprio piatto o nel impasto dove si vuole aggiungere la spirulina. Altrimenti, il piattino contenente il filtro con la spirulina ha un coperchio e come tale può essere conservato in frigorifero.

Un supporto alla creazione del desiderio verso l'alga spirulina è dato dal ricettario presente nel progetto AlpH. Queste ricette hanno come fine di far percepire la spirulina nella sua migliore forma facendo diventare essa una decorazione. Le ricette hanno anche l'obiettivo di insegnare l'utente i modi migliori per consumare la spirulina e sono studiate in base alle quantità giuste della spirulina per ogni persona.



Il piattino del prodotto AlpH posizionato in tavola.



L' anteprima del ricettario presente nel progetto AlpH;

sinistra - copertina

destra - una delle pagine interne con le ricette studiate da implementare con il consumo della spirulina coltivata con l'apparecchio AlpH.



RS

Spirulina Energy Bars

ingredienti

- 1 tazza di anacardi crudi -
- 1 tazza di datteri grossolanamente tritati -
- ¼ di tazza di semi di girasole grezzo -
- 2 cucchiaini di fiocchi di cocco non zuccherato -
- **raccolta settimanale della spirulina** -

Mescolare gli ingredienti in un frullatore per circa 45 secondi. Premere in una teglia 20 x 20 centimetri. Usate le mani per appiattire, premendo la impasto ai bordi. Mettere in frigorifero per 1-2 ore prima di tagliare. Conservare in un contenitore sigillato in frigorifero.

RG

Cupcakes al cioccolato con budino di Spirulina

ingredienti

- 1/3 tazza pennini di cacao
- pizzico di sale marino
- 1 tazza di noci
- 4 cucchiaini di cacao grezzo o regolare di cacao in polvere
- 1 tazza di medjool
- 1 mezza ricetta di [budino alla spirulina](#)

- 2 avocado maturi
- 3-4 cucchiaini di nettare di agave
- pizzico di sale
- 1 cucchiaino di vaniglia
- **raccolta giornaliera della spirulina**

PRODUZIONE E VENDITA

Il prodotto AlpH alla sua base è costituito da una scocca esterna e dei componenti interni elettromeccanici. La scocca, pur avendo una forma così fluida, viene assemblata da tre parti fatte con la stampa ad iniezione. Il materiale scelto per la scocca è il polietilene ad alta densità (HDPE) in forma amorfa (trasparente) per i motivi di buona resistenza all'abrasione e il basso coefficiente d'attrito. Oltre a queste proprietà il HDPE ha un'alta resistenza chimica, ottime proprietà isolanti ed ha il proprio peso specifico basso. Nella produzione i tre pezzi, dopo che vengono tolti dallo stampo ad iniezione, vengono sabbiati tenendo coperte le zone dove si vuole tenere la trasparenza del materiale. Tutti i pezzi usciti dallo stampo, hanno già alloggi per le viti e spazi per far passare i cavi e tubi per le pompe d'aria.

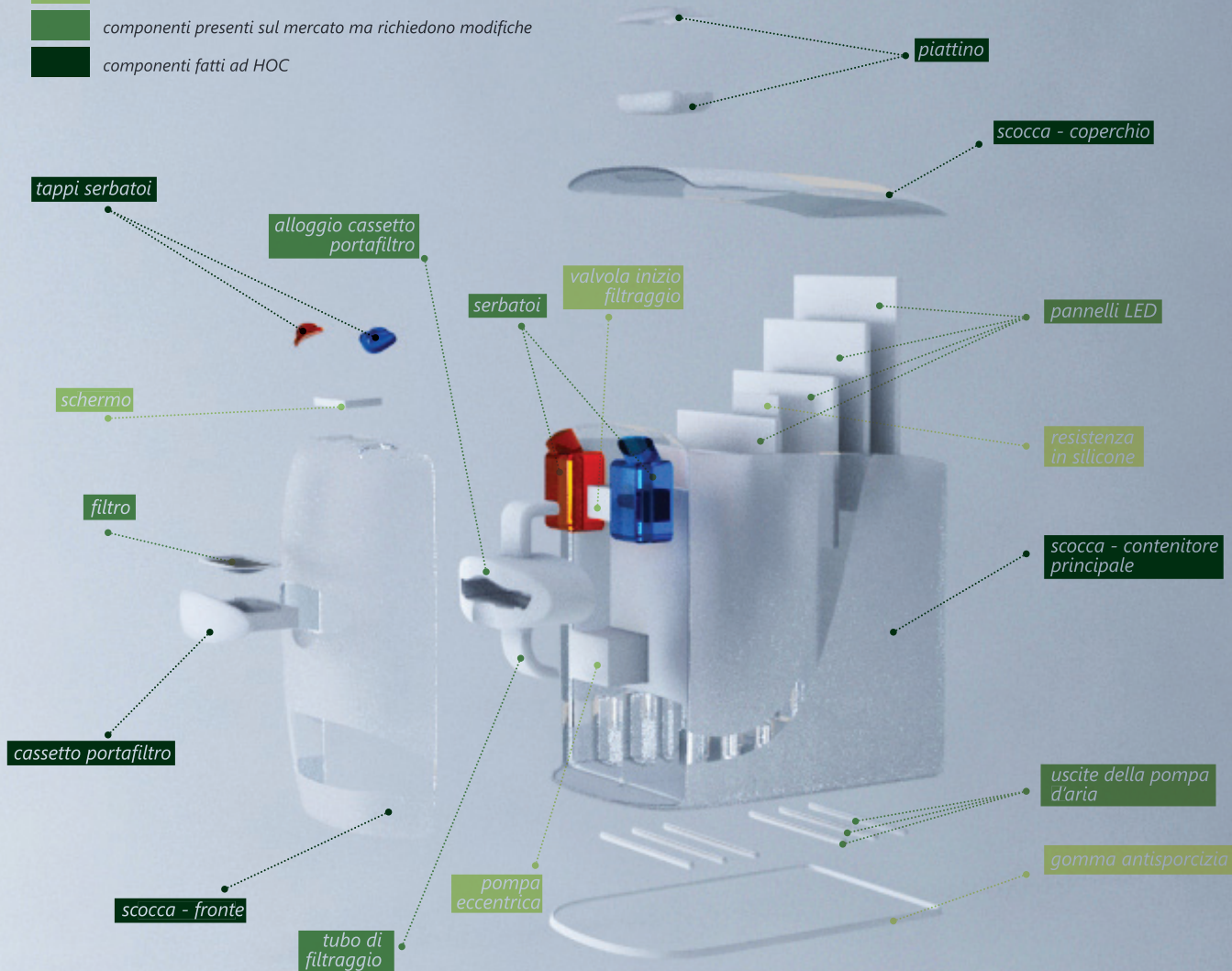
Sono presenti altri componenti: il porta-filtro e il suo alloggiamento, i due serbatoi con i loro coperchi, i tubi per il filtraggio, le "cornici" per i pannelli LED e i tubi che producono l'aerazione della soluzione devono essere fatti ad HOC (stampa ad iniezione), e vengono assemblati sul contenitore principale dalla parte frontale e nel suo

Esploso in prospettiva dell'apparecchio AlpH con i componenti indicati.

A/pH



- componenti presenti sul mercato
- componenti presenti sul mercato ma richiedono modifiche
- componenti fatti ad HOC



interno. Invece i componenti come lo schermo, le due valvole, la pompa eccentrica, la resistenza in silicone, i pannelli LED, tubi per l'ingresso e lo scarico dell'acqua e il cavo dell'alimentazione elettrica sono i pezzi già esistenti in commercio e con una eventuale modifica vengono assemblati nei loro alloggi.

Per la realizzazione del sistema prodotto ipotizzato, si potrebbe pensare alla creazione di un START-UP specializzata nella ricerca e sviluppo di prodotti per il benessere alimentare con particolare riferimento alle alghe. La produzione tecnica e la commercializzazione potrebbero invece prevedere una partnership con un brand riconosciuto e sensibile a queste tematiche, come potrebbe essere PHILIPS, con accordi da definire.

Prodotto - Servizio

Dare l'inizio alla coltivazione della spirulina con il prodotto AlpH necessita i ceppi vivi della spirulina. La gestione di questo punto sta alla START-UP e si è ipotizzato di creare un servizio di vendita online del apparecchio AlpH ed i vari altri componenti necessari per la coltivazione della spirulina.

Il prezzo stimato del prodotto AlpH ruoterebbe intorno a 500 euro, tenendo in considerazione che il costo del materiale e la produzione di pezzi è di circa 300 euro. Quando un cliente decide di acquistare il prodotto AlpH, insieme all'apparecchio gli viene spedito il ceppo di Spirulina viva, il kit di partenza per la preparazione della soluzione ed un set di nutrienti e il bicarbonato di sodio. Ovviamente, i nutrienti e il kit di partenza possono anche

essere acquistati indipendentemente dall'apparecchio nel caso si avesse bisogno di riavviare la coltivazione dopo una pulizia o semplicemente per il riempimento dei serbatoi di nutrienti e il bicarbonato di sodio.

Oltre al sito web, dove viene acquistato il prodotto, contiene tutta una serie di informazioni che riguardano le istruzioni di utilizzo, il ricettario per la consumazione della Spirulina e vari consigli per ogni cliente. Esiste anche una applicazione dove i clienti AlpH possono creare una comunità di persone che possiedono questo apparecchio. Questa applicazione offre ai clienti di caricare le nuove ricette per la preparazione della Spirulina insieme alla foto del loro prodotto cucinato.



Anteprima del sito web da dove viene acquistato il prodotto AlpH.



Anteprima dell'applicazione assimilata al prodotto AlpH.

CONCORRENZA

Il prodotto AlpH si introduce in un mercato che si sta ancora sviluppando. Questo mercato è costituito da due parti fondamentali: la Spirulina come integratore nutrizionale ed i prodotti per la coltivazione di essa.

Confrontando il prodotto AlpH con la spirulina in forma di pillole presenti sul mercato si trova una grande differenza nella qualità del prodotto stesso. Cioè, l'AlpH offre al suo utente la spirulina fresca con tutti i suoi nutrimenti e la conoscenza sulle proprie origini. Invece, siccome la spirulina deve essere essiccata per essere trasformata in pillole, una gran parte dei nutrimenti va persa in questo processo. Altra differenza importante è che la spirulina in pillola non può diventare un ingrediente da cucinare ma rimane sempre una "medicina". Il prezzo dell'AlpH rispetto ad una dose di spirulina in pillole è molto più alto. Questa differenza, però, viene annullata al lungo termine. Il prezzo di una dose di spirulina sufficiente per una persona per due mesi è di 40 euro. Se parliamo di un tempo più lungo di consumo di essa troviamo che l'investimento iniziale nel acquisto dell'AlpH viene ammortizzato dopo un certo tempo. Ancora di più se si tratta di una famiglia



*Concorrente 1 - Spirulina in pillola
dell'azienda Naturkostbar*

 Spirulina Systems

*Concorrente 2 - Hybrid Deluxe: Complete
Kit della azienda Spirulina Systems*

perché in quel caso il costo della spirulina in pillola aumenta di tre volte ed invece sul costo dell'AlpH non ci sono cambiamenti.

Uno dei rari prodotti che coltivano la spirulina che potrebbero essere presi come concorrenza al prodotto AlpH e il *Hybrid Deluxe: Complete Kit* della azienda Spirulina Systems (recentemente finanziato sul sito web kickstarter.com). Il loro prodotto è un kit per la coltivazione della spirulina che contiene: Nutrienti Start-Up, Nutrienti Post-raccolta, Hardware per la raccolta, Hardware operativo, garanzia di 30 giorni, guida Start-Up, e assistenza clienti. Questo kit viene applicato ad un "acquario" che il cliente deve provvedere da solo e crea il suo coltivatore della spirulina. Questo sistema, però, è un bacino aperto e quindi porta con se una serie di problematiche legate al fatto che il sistema è aperto. Ci sono problematiche nella contaminazione dall'esterno ma anche perdite d'acqua e infine una resa nella quantità di spirulina coltivata, 10 volte minore rispetto al sistema AlpH, dovuto alla sorgente della luce che in caso del prodotto di Spirulina Systems è il sole. Il costo di questo kit è pari a 220 euro che in confronto al prodotto AlpH è inferiore alla metà. Però, la quantità di spirulina prodotta con il kit della Spirulina Systems è molto minore e l'ammortamento di esso è molto più lento. Questo significa che in un arco di tempo non molto lungo il prodotto AlpH sarà, dunque, più conveniente.

1  NATURKOSTBAR

2  SpirulinaSystems

3  AlpH 

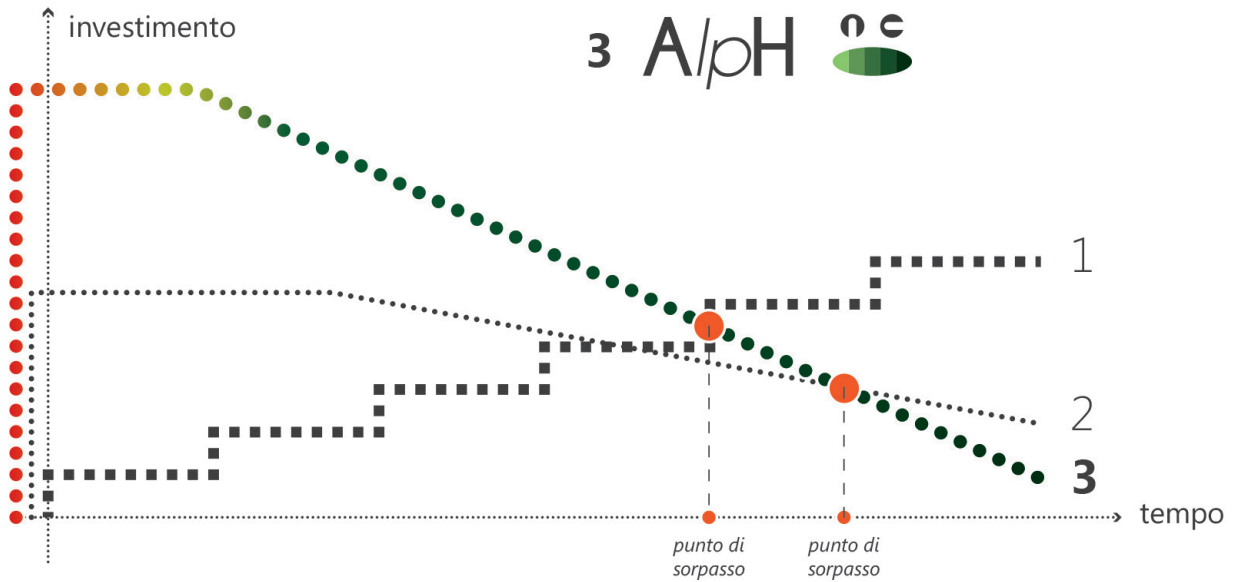


Diagramma confronto del prodotto AlpH con le due concorrenze sul mercato - focus sull'investimento e ammortamento dei prodotti in questione.



Capitolo 7

CONCLUSIONI

L'AlpH è ancora un'ipotesi, un concept progettuale che necessita ulteriori impegni e investimenti di tutti i generi per diventare un prodotto commerciabile. Questo progetto cerca di coinvolgere le entità con risorse sufficienti per completare la sua forma e funzione. Tutti gli studi fatti su questo progetto sono sperimentali e teorici (non pratici) e per questo motivo devono ancora essere testati per raggiungere la forma di un prodotto, che il cliente di domani può acquistare, godendo di tutte le bontà e privilegi della spirulina.

Il sistema prodotto AlpH propone una nuova visione nel settore di alimenti di alto valore nutritivo. Esso cerca di esaltare la potenza del design che, analizzando e sperimentando nel settore, rompe gli schemi ed alcune dinamiche settoriali consolidate nella società. Questo progetto, alla sua base, è un ridimensionamento delle tecnologie esistenti che cambia il suo ambito applicativo. Parte da una scala industriale di coltivazione delle alghe, dove queste sono sfruttate per la loro proprietà di assorbimento dell'anidride carbonica, e arriva nell'ambito domestico dove la spirulina viene usata come alimento quotidiano. Questo passaggio necessita una verifica

tecnica ed un approfondimento ed è per questo motivo che si è scelto di chiedere supporto nello sviluppo da una azienda riconosciuta.

In questo momento, il progetto AlpH è puntato su una nicchia di mercato, però, contiene molte caratteristiche che potrebbero ampliare il suo successo.

Sono sicuro che oltre al suo piccolo o grande successo sul mercato, il progetto AlpH ha come effetto secondario di promuovere questa fonte di salute chiamata Spirulina e di far vedere al pubblico che i giorni di domani possono essere felici e salutari.

AlpH



powered by

PHILIPS



Bibliografia

-
- Auricchio V., Design in cucina - oggetti, riti, luoghi, Giunti Editore, 2012
 - Carra L.; Terragni F., Il futuro del cibo. Gli alimenti transgenici, Garzanti Libri, 1999
 - Falquet J., A Teaching Module for the Production of Spirulina, Antenna Technologies, 1999
 - Fortuna L., Le Alghe - tra cucina, salute e bellezza, Xenia Edizioni, 2012
 - Guixé M., *Transtion Menu - reviewing creative gastronomy*, Corraini Edizioni, 2013
 - Guixé M., R&D Book, Corraini Edizioni, 2012
 - Guixé M., *Food Designing*, Corraini Edizioni, 2013
 - Henrikson R., *Earth Food Spirulina*, Ronore Enterprises, Inc., 2009
 - Maffei S.; Parini B., Food Mood, Mondadori Electa, 2010
 - Roccabruna M., *Cucine / a cura di*, Milano : F. Motta, 2005
 - Rognoli V.; Levi M., *Il senso dei materiali per il Design*, Franco Angeli, 2011
 - Sala N.; Sala M., *Geometrie del design. Forme e materiali per il progetto*, Franco Angeli, 2005
 - San Pietro S.; Gallo P., *Kitchens = Cucine*, Milano : L'Archivoltò, 2004
 - Schleifer S., Piccole cucine, Koln : Evergreen, 2006
 - Traverso M., Superfoods, Età dell'Acquario Edizioni, 2013
 - Ulian P., L'essenza e l'eccesso, Corraini Edizioni, 2013
 - Zurlo F., Le strategie del design. Disegnare il valore oltre il prodotto, Libraccio Editore, 2012
 - Tesi di laurea in ingegneria chimica, Relatore: Prof. Alberto Bertucco, Correlatore: Dott. Alfonso Botto, Laureando: Menegus M., *Progettazione di un fotobioreattore per la coltivazione su scala industriale di microalghe utilizzabili per fini energetici - Harvesting micro algae for clean energy purposes: design of a photo bioreactor*, Università degli studi di Padova, Facoltà di ingegneria, A.A. 2010-2011
-



Sitografia

-
- <http://algae-energy.co.uk/> (12/06/2014)
 - <http://enthusio.com/> (22/06/2014)
 - <http://molecule-r.com/> (22/06/2014)
 - <http://pixels.com/> (22/06/2014)
 - <http://spirulinasystems.com/> (28/06/2014)
 - <http://www.algaecompetition.com/> (12/06/2014)
 - <http://www.algainenergy.com/> (22/06/2014)
 - <http://www.burtonnitta.co.uk/> (22/06/2014)
 - <http://www.corriere.it/> (22/06/2014)
 - <http://www.designboom.com/> (22/06/2014)
 - <http://www.et.byu.edu/> (28/06/2014)
 - <http://www.femonline.it/> (12/06/2014)
 - <http://www.growing-algae.com/> (22/06/2014)
 - <http://www.igv-biotech.com/> (22/06/2014)
 - <http://www.inerboristeria.com/> (28/06/2014)
 - <http://www.industrialnetting.com/> (22/06/2014)
 - <http://www.inra.fr/en> (22/06/2014)
 - <http://www.laspirulina.it/> (22/06/2014)
 - <http://www.microbexpert.com/> (28/06/2014)
 - <http://www.my-personaltrainer.it/> (12/06/2014)
 - <http://www.nutritionaloutlook.com/> (12/06/2014)
 - <http://www.oilgae.com/> (12/06/2014)
 - <http://www.qubitbiology.com/> (28/06/2014)
 - <https://www.kickstarter.com> (22/06/2014)
-

RINGRAZIAMENTI

A conclusione di questo lavoro di tesi, è doveroso porre i miei più sentiti ringraziamenti alle persone che ho avuto modo di conoscere in questo importante periodo della mia vita e che mi hanno aiutato a crescere sia dal punto di vista intellettuale sia dal punto di vista umano.

È difficile in poche righe ricordare tutte le persone che, a vario titolo, hanno contribuito a rendere migliore questo periodo. Un ringraziamento sentito per la guida competente e solerte va al Prof. Venanzio Arquilla. La mia stima per lui è dovuta, oltre che alla sua profonda esperienza e conoscenza nel campo del Design, alla grande umanità con la quale ha saputo incoraggiarmi in tutti i momenti di difficoltà. L'entusiasmo e l'impegno che ho mantenuto durante il mio lavoro di tesi trovano giustificazione nella sapiente direzione profusa dal mio relatore.

Un ringraziamento va anche alla Chiara e Paolo Veronesi per il loro impegno e l'aiuto con la realizzazione di questa tesi. Non possono mancare da questo elenco di ringraziamenti tutti i tesisti che ho conosciuto in questo periodo, che mi hanno supportato e principalmente "sopportato" e con i quali ho trascorso momenti indimenticabili, instaurando una sincera amicizia e una profonda collaborazione. Menzionare tutti i miei compagni di studio sarebbe un compito estremamente arduo e faticoso, per tale motivo rivolgo un GRAZIE a tutti coloro che ho mancato di menzionare. Desidero ancora ringraziare tutti i professionisti del campo della realizzazione dei prototipi per aver reso possibile la realizzazione di questa mia tesi.

Non so se trovo le parole giuste per ringraziare i miei genitori e la mia famiglia, però vorrei che questo mio traguardo raggiunto, per quanto possibile, fosse un premio anche per loro e per i sacrifici che hanno fatto.

POLITECNICO DI MILANO

