



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

# ***Spirulina platensis* come alimento funzionale per il controllo delle dislipidemie**

**Cristina Luceri**  
**Dipartimento di NEUROFARBA**



**Pordenone 26-27 gennaio 2017**



# THE WORLD IS GETTING FATTER



## HOW DO I KNOW WHETHER I AM OVERWEIGHT?

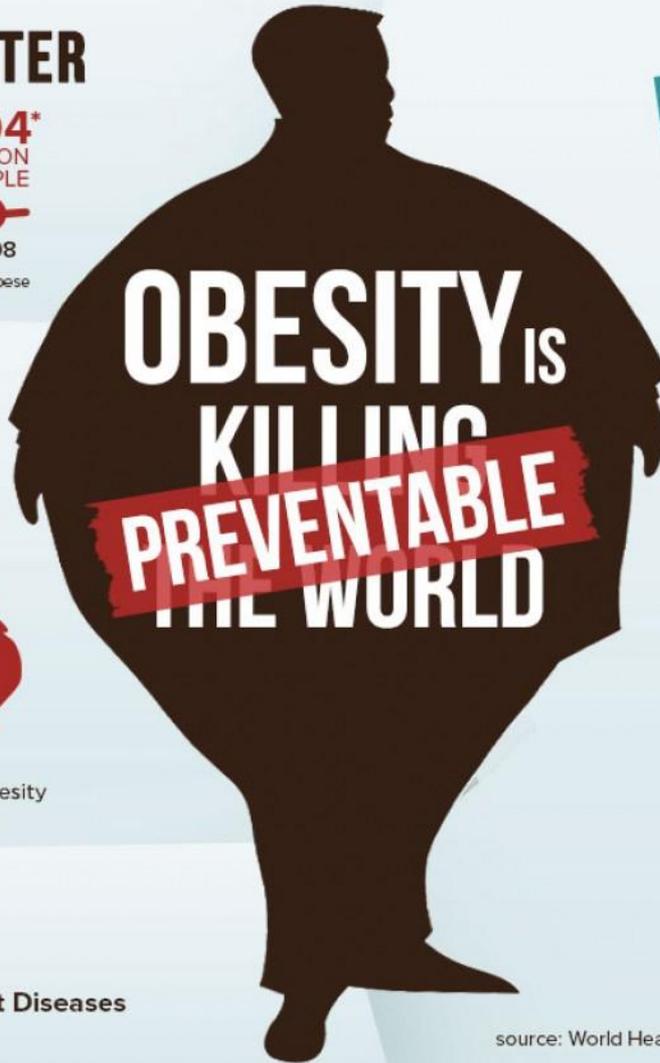
Calculate your body mass index (BMI) using this formula

$$\text{BMI} = \frac{\text{weight (kg)}}{\text{height}^2 (\text{m}^2)}$$


## OBESITY KILLS!

7 common diseases due to obesity:

- Arthritis
- Cancer
- Infertility
- Heart Diseases
- Back Pain
- Diabetes
- Stroke



# ABC TO OBESITY PREVENTION

## SIMPLE RULES TO STAY IN SHAPE

### A dopt New Healthy Habits

GOOD HABIT	Bike to Work	VS	Drive to Work	BAD HABIT
	Balanced Diet		Fast Food	
	Swim		Watch TV	

### B alance Your Calorie Intake



### C ontrol Your Weight Gain

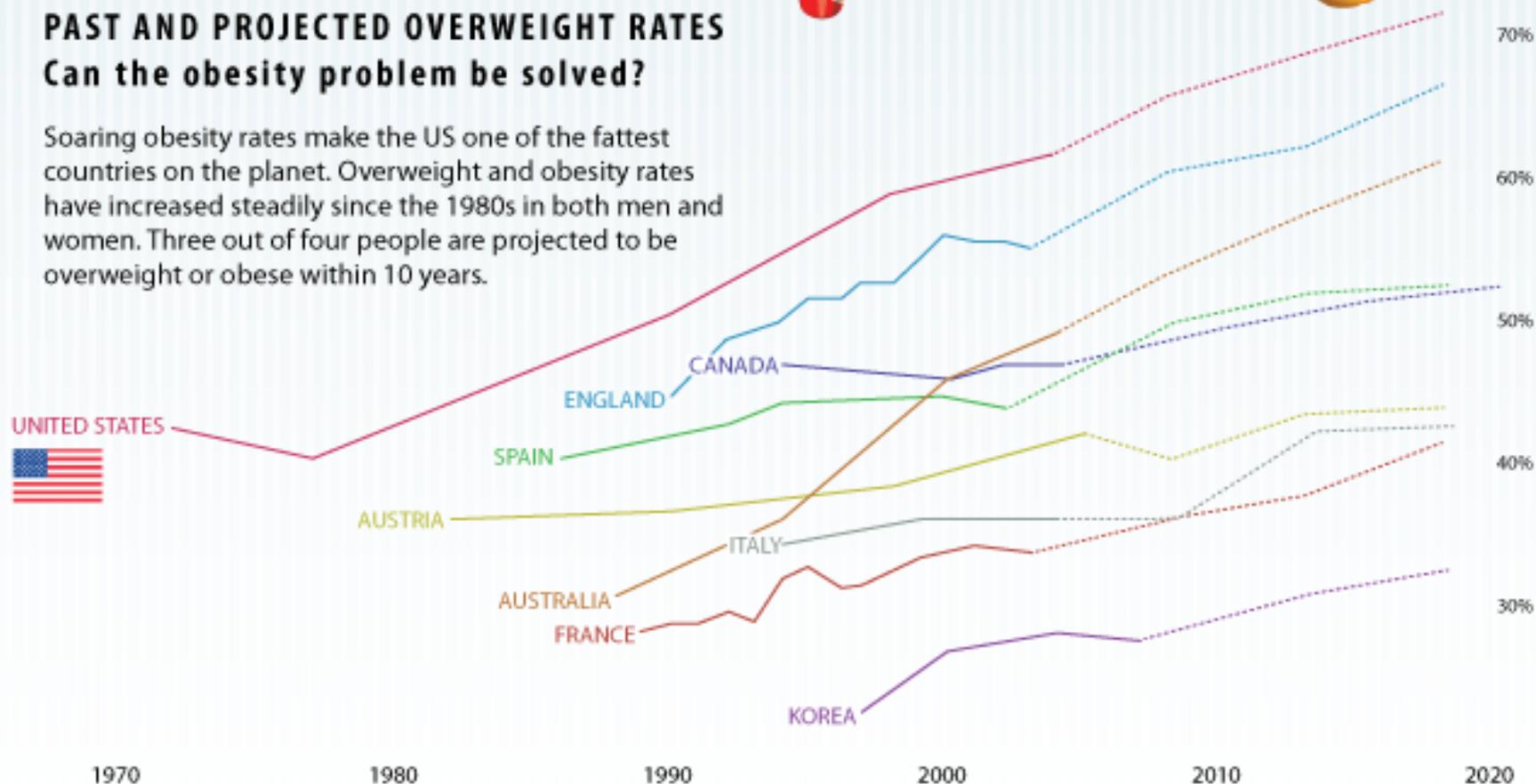




## PAST AND PROJECTED OVERWEIGHT RATES

### Can the obesity problem be solved?

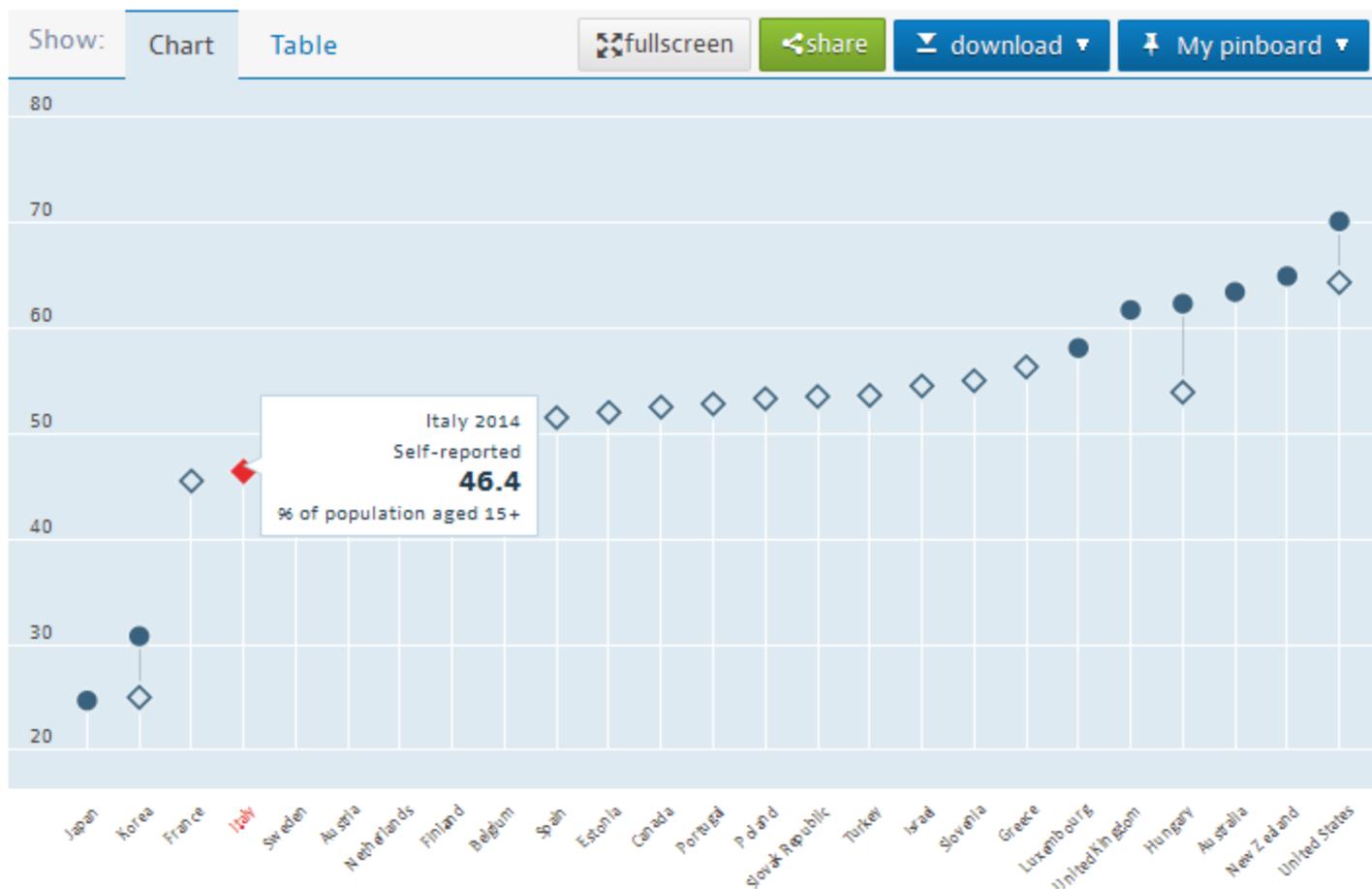
Soaring obesity rates make the US one of the fattest countries on the planet. Overweight and obesity rates have increased steadily since the 1980s in both men and women. Three out of four people are projected to be overweight or obese within 10 years.



SOURCE: "Obesity and the Economics of Prevention: Fit not Fat - United States Key Facts." OECD, 2011. <http://www.oecd.org>

# Overweight or obese population Measured / Self-reported, % of population aged 15+, 2014

Source: Non-medical determinants of health



primo posto (3,2 miliardi di euro), seguita dai farmaci antimicrobici per uso sistemico (2,9 miliardi di euro) e dai farmaci del sistema cardiovascolare (2,7 miliardi).

In regime di assistenza convenzionata, l'utilizzazione di medicinali si concentra su un numero limitato di principi attivi; infatti, **le prime 30 sostanze rappresentano quasi il 40%** della spesa farmaceutica lorda. I primi tre principi attivi a maggior spesa sono stati il pantoprazolo (3,7 euro pro capite), la rosuvastatina (3,3 euro pro capite) e il salmeterolo in associazione (3,2 euro pro capite) (Tabella 9).

**Tabella 9. Primi trenta principi attivi per spesa farmaceutica convenzionata di classe A-SSN: confronto fra i primi 9 mesi del periodo 2011-2015**

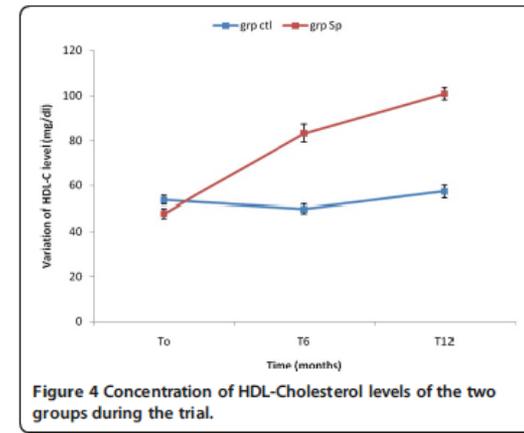
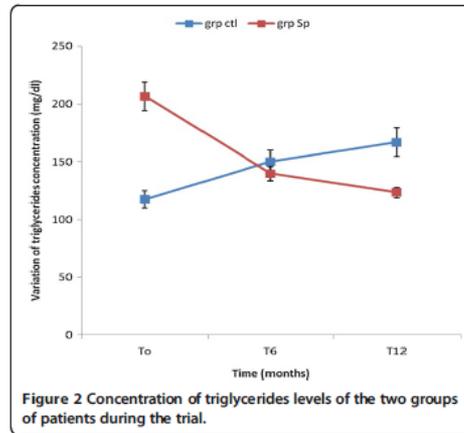
ATC	Principio attivo	Spesa pro capite	%	Rango 2015	Rango 2014	Rango 2013	Rango 2012	Rango 2011
A	Pantoprazolo	3,7	2,8	1	2	4	5	7
C	Rosuvastatina	3,3	2,5	2	1	1	1	2
R	Salmeterolo e altri anti-asmatici	3,2	2,4	3	3	2	2	3
A	Lansoprazolo	2,9	2,1	4	4	3	3	4
C	Atorvastatina	2,5	1,8	5	6	10	4	1
A	Omeprazolo	2,4	1,8	6	5	5	7	8
J	Amoxicillina e inibitori enzimatici	2,2	1,6	7	7	7	8	9
C	Simvastatina e ezetimibe	2,0	1,5	8	9	13	13	15
A	Esomeprazolo	2,0	1,5	9	8	14	15	14
B	Enoxaparina	1,9	1,4	10	10	12	11	12
G	Dutasteride	1,8	1,3	11	13	17	21	30
C	Olmesartan medoxomil	1,8	1,3	12	12	15	16	19
R	Tiotropio bromuro	1,7	1,2	13	11	9	9	11
A	Colecalciferolo	1,6	1,2	14	24	-	-	-
N	Pregabalin	1,6	1,2	15	17	21	24	28
C	Olmesartan e diuretici	1,6	1,2	16	16	18	22	27
C	Ramipril	1,6	1,2	17	15	19	17	22
C	Bisoprololo	1,4	1,0	18	22	27	-	-
C	Simvastatina	1,4	1,0	19	18	20	20	18
R	Formoterolo e altri anti-asmatici	1,4	1,0	20	20	8	10	11
C	Omega-3-trigliceridi	1,3	1,0	21	14	6	6	6

RESEARCH

Open Access

Effects of *Spirulina platensis* supplementation on lipid profile in HIV-infected antiretroviral naïve patients in Yaounde - Cameroon: a randomized trial study

10 g di *Spirulina platensis*  
al giorno per 6 mesi



## Research Article



Received: 9 January 2013

Revised: 19 February 2013

Accepted article published: 10 June 2013

Published online in Wiley Online Library: 10 July 2013

(wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/jsfa.6261

# The hypolipidaemic effects of *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) supplementation in a Cretan population: a prospective study

**BACKGROUND:** *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) is a filamentous cyanobacterium used as a food supplement. The objective of the study was to determine the lipid-lowering effects of *Spirulina* in Cretan Greek dyslipidaemic patients, and to document its effectiveness as a possible alternative treatment for dyslipidaemia. Fifty-two adult Cretan outpatients (32 men, 20 women), median age 47 (range, 37–61) years, with recently diagnosed dyslipidaemia, consumed orally 1 g *Spirulina* (Greek production) per day for 12 weeks. The full lipid profile was measured in fasting blood samples at the beginning and end of the study period.

**CONCLUSIONS:** *Spirulina* supplementation at a dose of 1 g daily has powerful hypolipidaemic effects, especially on the triglyceride concentration in dyslipidaemic Cretan outpatients.

Effect of *Spirulina maxima* on Postprandial Lipemia in Young Runners:  
A Preliminary Report

41 runners volunteered to participate in the study. The subjects consumed 5 g of Spirulina during 15 days. Before and after the treatment with Spirulina, they consumed a standardized meal with high fat content

TABLE 2. *SPIRULINA* EFFECTS ON FASTING PLASMA LIPIDS

	Total subjects	
	Before treatment	After treatment
TAG (mg/dL)	71.47 ± 5.8	57.06 ± 24*
TC (mg/dL)	154.4 ± 28.8	148.7 ± 25.4
HDL-C (mg/dL)	56.04 ± 10.8	51.4 ± 9.4

TAG, triacylglycerols; TC, total cholesterol; HDL-C, cholesterol associated to high density lipoproteins.

\**P* = .04, *n* = 29.

Lipids in Health and Disease



Research

Open Access

Antihyperlipemic and antihypertensive effects of *Spirulina maxima* in an open sample of mexican population: a preliminary report

Patricia V Torres-Duran, Aldo Ferreira-Hermosillo and Marco A Juarez-Oropeza\*

Table 2: Values of the studied variables, before and after *Spirulina* treatment

Variable	TAG (mg/dL)	TC (mg/dL)	HDL-C (mg/dL)	LDL-C (mg/dL)
Initial	234 ± 178	182 ± 37	43 ± 14	103 ± 30
Final	168 ± 101	163 ± 34	50 ± 19	86 ± 28
p	0.001 <sup>a</sup>	0.001 <sup>a</sup>	0.01 <sup>a</sup>	0.013 <sup>a</sup>
Univar. p		0.108	0.247	0.044

**Background:** *Spirulina maxima* is a filamentous cyanobacterium used as food supplement because of its high nutrient contents. It has been experimentally proven, *in vivo* and *in vitro* that posses several pharmacological properties. The purpose of this study was to evaluate the effects of *Spirulina maxima* orally supplied (4.5 g/day, for 6 weeks) to a sample of 36 subjects (16 men and 20 women, with ages between 18–65 years) on serum lipids, glucose, aminotransferases and on blood pressure. The volunteers did not modify their dietary habits or lifestyle during the whole

**Conclusion:** The *Spirulina maxima* showed a hypolipemic effect, especially on the TAG and the LDL-C concentrations but indirectly on TC and HDL-C values. It also reduces systolic and diastolic blood pressure.

# MECCANISMI?

La Spirulina contiene composti bioattivi con attività antiossidante e antinfiammatoria:

- $\beta$ -carotene
- ficocianina

....ruolo dei polifenoli??

...e quello degli acidi grassi polinsaturi?

## Quantification of Phytochemicals from Commercial *Spirulina* Products and Their Antioxidant Activities

The analyses revealed the presence of 13 polyunsaturated fatty acids, 18 amino acids, 7 sugars, and polyphenols. The polyunsaturated fatty acids contents were varied between *Spirulina* samples. The total polyunsaturated fatty acids amount was 4.25 mg/100 g, and the average among of sapienic acid detected was 2.25 mg/100 g, which was followed by linoleic acid (16.7%) and  $\gamma$ -linolenic acid (14%). Among the 7 sugars, the hexose levels were the highest (73.85%). The total amino acids contents ranged from 11.49 to 56.14 mg/100 g, and the individual essential amino acids accounted for 17% to 39.18%. The “natural” tablets exhibited the highest polyphenols levels (24 mg/g). All of the *Spirulina* samples expressed dose-dependent antioxidant activities.

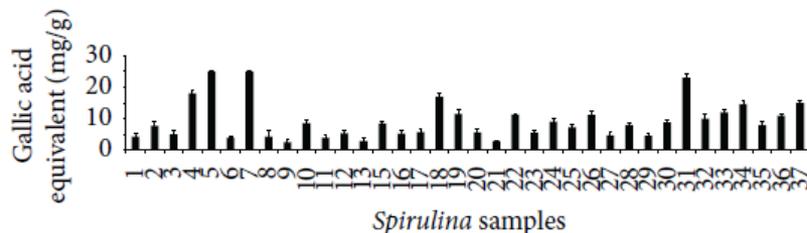
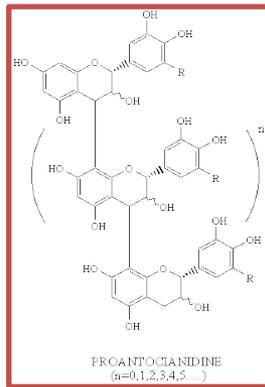


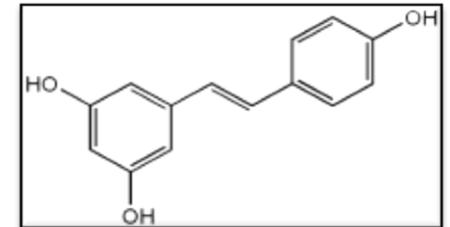
FIGURE 3: Determination of the total phenolic compounds of the 37 varieties (Table 1) of *Spirulina* ( $n = 3$ ).

# POLIFENOLI

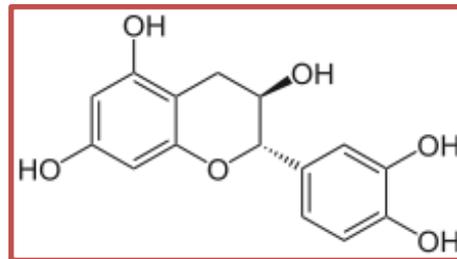
SI TROVANO IN DIVERSE SPECIE VEGETALI, METABOLITI SECONDARI PIANTE  
CON UNO O PIÙ ANELLI AROMATICI CONTENENTI UNO O PIÙ GRUPPI  
IDROSSILICI (-OH)



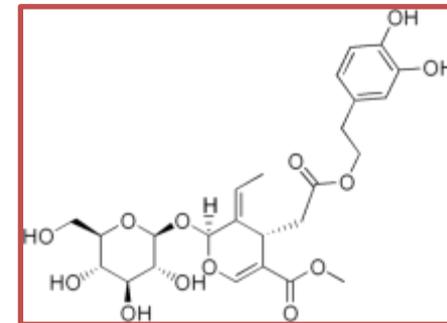
proantocianidine



cis-resveratrolo



catechine



oleuropeina

## **ALTAMENTE RAPPRESENTATI NEL MONDO VEGETALE:**

- ELEMENTI FONDAMENTALI PER LA CRESCITA, RIPRODUZIONE E PROTEZIONE
- ELEMENTI IMPORTANTI PER CONFERIRE LORO STRUTTURA,
- RESISTENZA MECCANICA E PIGMENTAZIONE

## **OGGETTO DI STUDIO PER LE LORO MOLTEPLICI ATTIVITÀ:**

- ATTIVITÀ ANTIOSSIDANTE
- ATTIVITÀ SCAVENGER DEI RADICALI LIBERI
- INIBIZIONE PEROSSIDAZIONE LIPIDICA
- ATTIVITÀ ESTROGENICA
- ATTIVITÀ CHEMIOPREVENTIVA
- INIBIZIONE AGGREGAZIONE PIASTRINICA E MINORE LDL
- ATTIVITÀ ANTIINFIAMMATORIA

## **COMPOSIZIONE IN POLIFENOLI DIPENDE DA:**

- Varietà
- MODALITÀ di coltivazione E TEMPI DI RACCOLTA
- TIPOLOGIA e conservazione del PRODOTTO

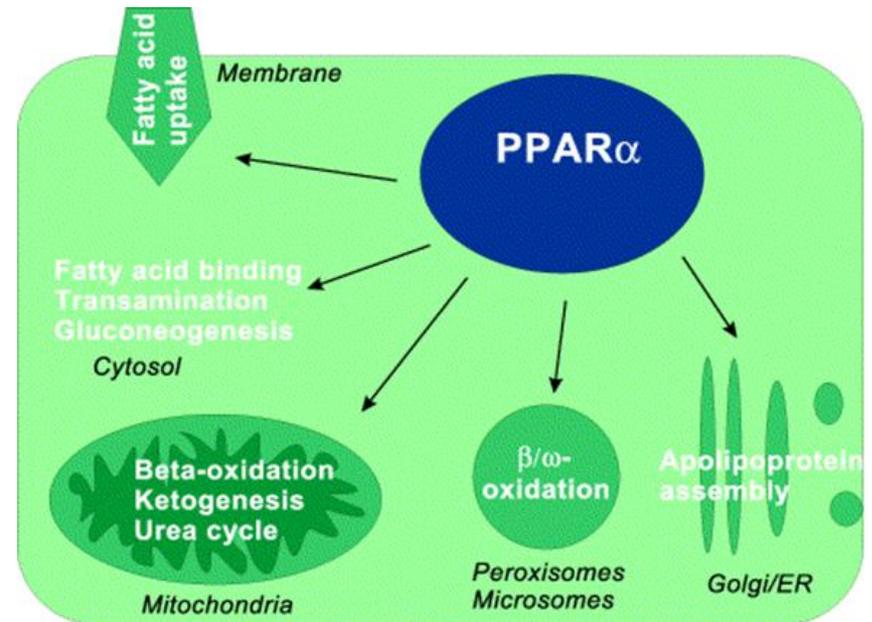
# ACIDI GRASSI POLINSATURI

- Acidi grassi a lunga catena (palmitico, oleico, linoleico)
- Acidi grassi polinsaturi
- Eicosanoidi (prostaglandine e leucotrieni)
- Acido fitanico (ac. grasso a catena ramificata, assunto con la dieta, deriva dalla clorofilla, presente nel latte e derivati e nei grassi dei ruminanti)



## Attivano i recettori PPAR

I recettori **PPAR- $\alpha$**  sono presenti in gran quantità nel fegato e nel grasso bruno, ma anche nel cuore e muscoli, tessuti che ricavano molta energia dai lipidi.



## Omega-6

acido linoleico (18:2), è un acido grasso essenziale

acido arachidonico (20:4) è anch'esso un omega 6 particolarmente significativo ed è precursore di parte delle prostaglandine e di endocannabinoidi.

# ARTHROSPIRA PLATENSIS F&M-C256

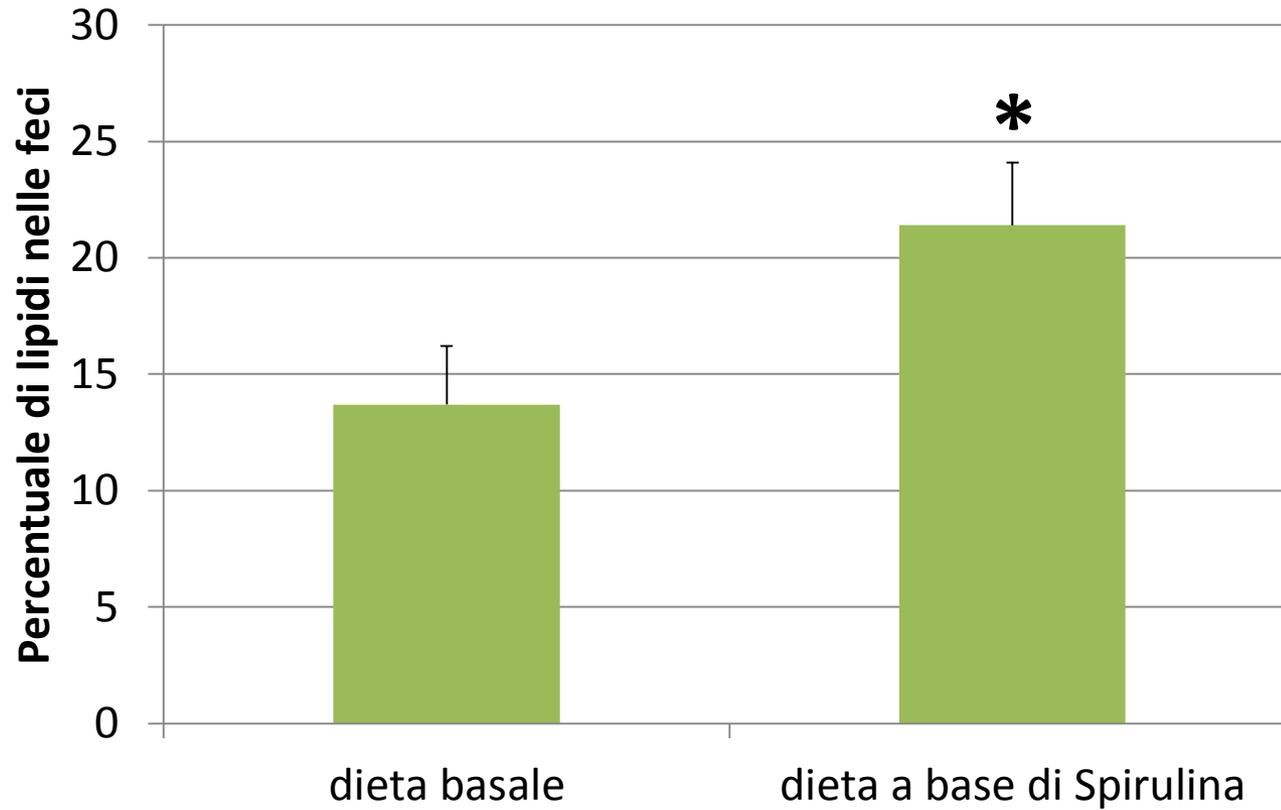


- Ratti Sprague Dawley maschi di 8-9 mesi
- Due gruppi:  
gruppo di controllo, dieta basale  
gruppo alimentato con spirulina, dieta arricchita di biomassa algale (**20%**)
- 30 giorni di trattamento

	Trigliceridi (mg/dL)	Colesterolo totale (mg/dL)	HDL (mg/dL)	LDL (mg/dL)
Dieta di controllo	187±62	73.0±4.0	55.0±5.0	5.0±0.01
Dieta arricchita di A. platensis F&M- C256	<b>53.5±10.9*</b>	76.2±2.2	<b>72.7±2.4*</b>	5.0±0.01

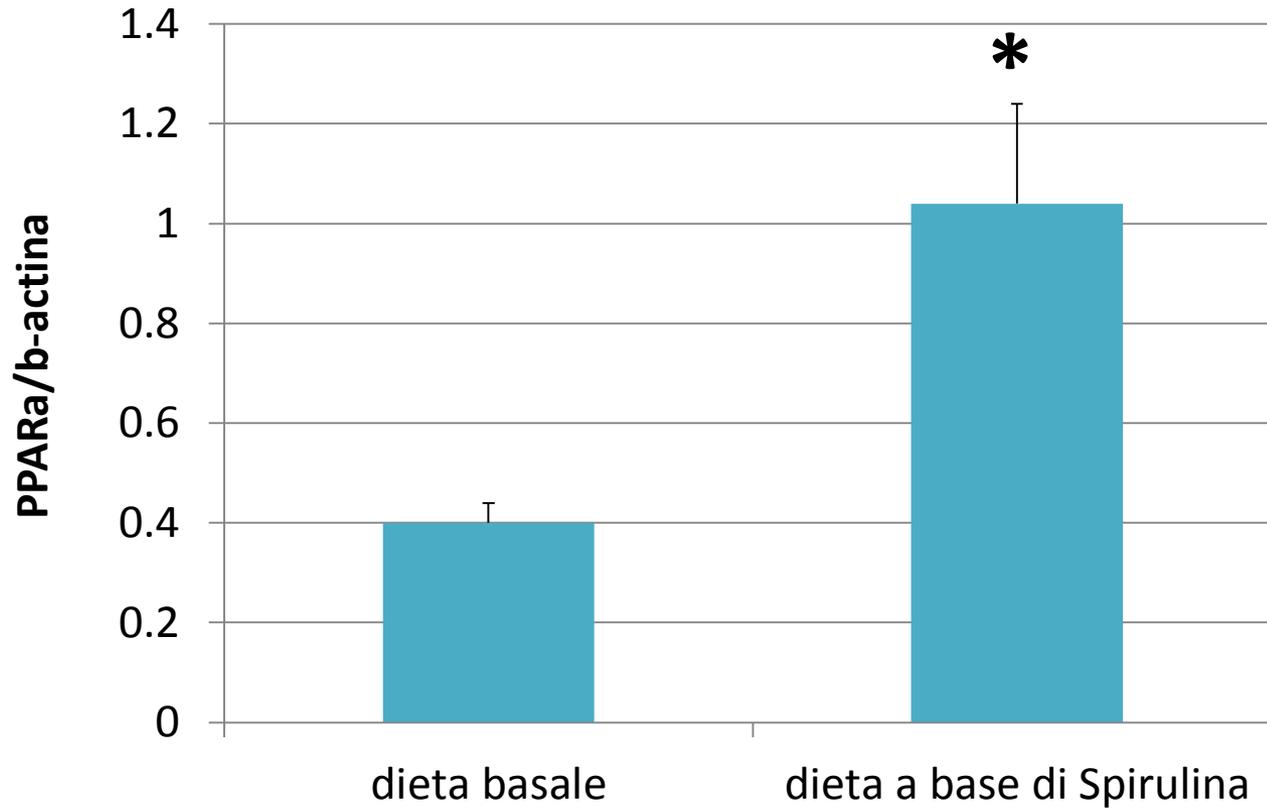
(Bigagli, submitted)

# LIPIDI ECRETI



(Bigagli, submitted)

# ESPRESSIONE DI PPAR $\alpha$



(Bigagli, submitted)

# Disordini metabolici nei quali sono implicati i recettori PPAR

*Insulino-resistenza*

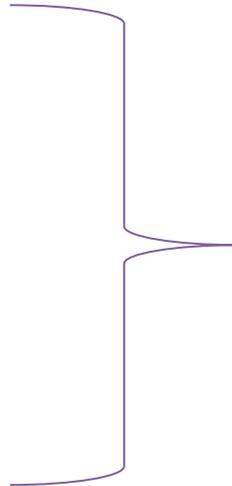
*Dislipidemia*

*Obesità*

*Ipertensione*

*Infiammazione*

*Stati pre-trombotici*



## **Sindrome metabolica**

Le conseguenze più gravi della sindrome metabolica sono il diabete di tipo 2 e le malattie cardiovascolari.

Anche alcune forme di tumore sono state messe in relazione alla sindrome metabolica (CRC)

**I recettori PPAR sono bersaglio di farmaci**



**Dislipidemie (agonisti PPAR $\alpha$ : fibrati)** stimolano la captazione dei grassi da parte del fegato e il loro consumo (catabolismo).

# ALIMENTI FUNZIONALI

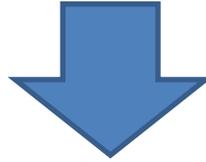


Alimenti che dimostrano di avere EFFETTI POSITIVI su una o più funzioni specifiche dell'organismo, utili per un MIGLIORAMENTO dello STATO DI SALUTE e per la RIDUZIONE del rischio di INSORGENZA DI MALATTIE.

Non si parla più di assumere supplementi sotto forma di compresse/capsule ma di assumere prodotti che rientrano nelle proprie ABITUDINI ALIMENTARI

**Possono essere alimenti selezionati, trattati o supplementati**

**Informazioni in etichetta valutata ed approvata dalla EFSA  
( EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY)**



**Health claims:**

**TIPO A:** Claim correlati al “**miglioramento di una funzione biologica**”

La verifica dell'efficacia degli effetti funzionali dell'alimento sia basata su parametri o indicatori validati riconosciuti come idonei a dimostrare il miglioramento di una specifica funzione biologica.

**TIPO B:** Claim correlati alla “**riduzione del rischio di malattia**”

Verifica basata su parametri riconosciuti o indicatori convalidati in grado di rilevare i punti critici legati alle fasi di sviluppo o insorgenza di una malattia.