

# ביואלוואיה וביוטכנולוואיה של חיקרו-אצות

יום עיון בנושא אצות  
ערבה תיכונה  
6.8.15



דר' מיכל אוקו  
חקר ימים ואגמים,  
מרכז לאומי לחקלאות ימית, אילת

# Algae אצות

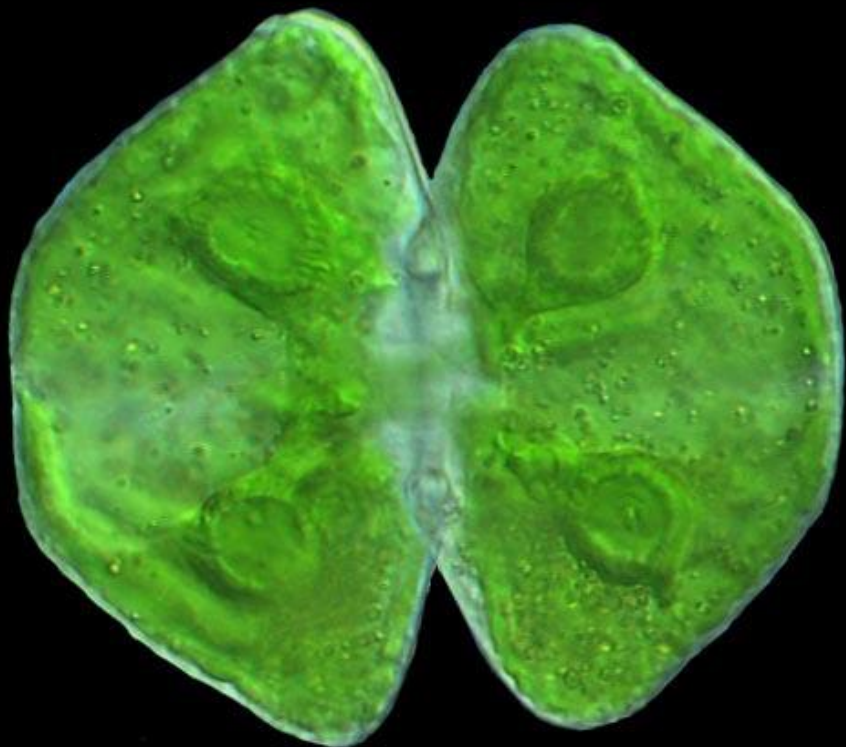
- מעין "צמחי מים" חד-תאיים או רב-תאיים היכולים לבצע פוטוסינתזה
- האצות הן אחד ממיני האורגניזמים העתיקים ביותר (הופיעו בערך לפני כ 3 מיליארד שנים) ונשמרו בצורתן העתיקה ללא כל שינוי.
- האצות נמצאות במקווי מים ומקומות לחים: בעיקר ימים (מים מלוחים), מקווי מים מתוקים וברכות. יש גם מיני אצות הגדלות על הקרקע ויש כאלה החיות בסימביוזה על גבי יצורים חיים אחרים.

# Microalgae מיקרו-אצות

- אצות חד-תאיות מיקרוסקופיות
- חסרי מערכת הובלה (שורש, גבעול, עלים, איברי רבייה)
- בד"כ רבייה א-מינית



# רבייה א-מ'נית



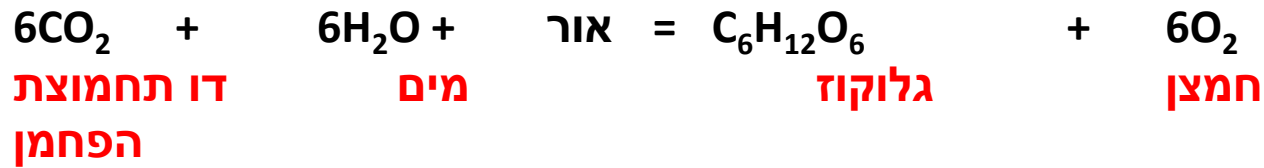
*Cosmarium*



*Skeletonema marinoi*

# פוטוסינתזה

פוטו=אור, סינתזה=הרכבה  
הרכבה באמצעות אור

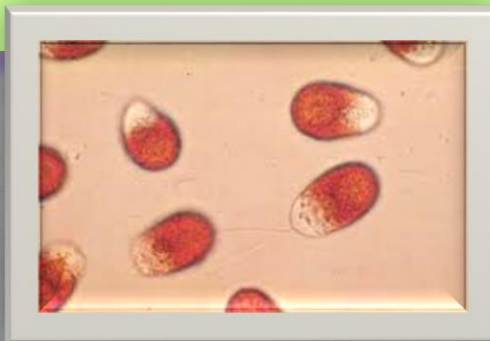
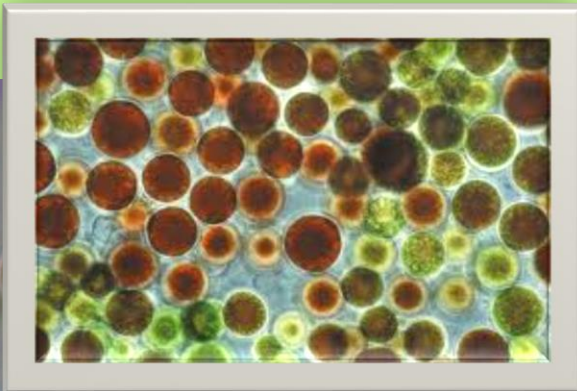


תוצרים עקיפים – חלבונים, שומנים, חומצות גרעין

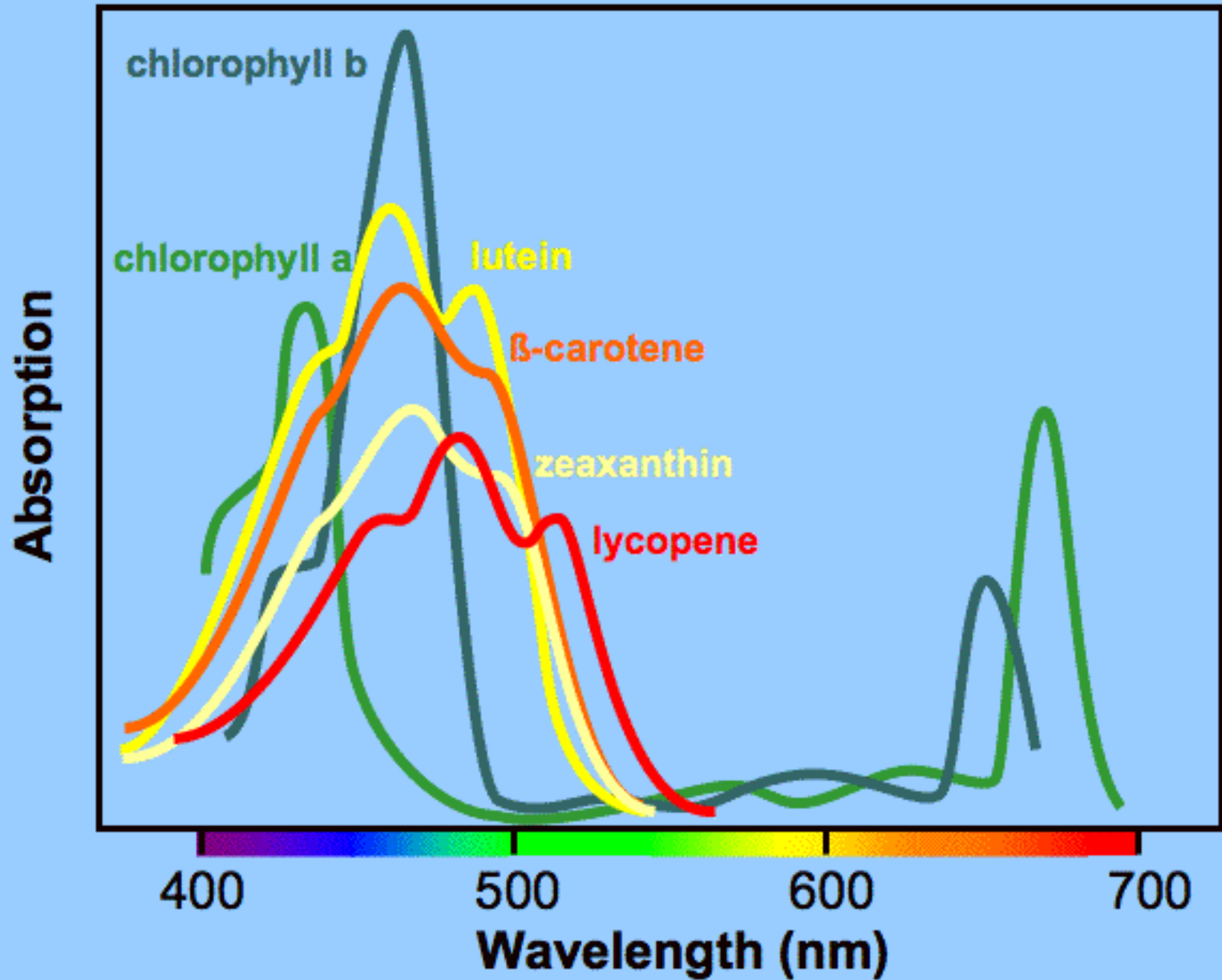


# פיגמנטים באצות

- האצות נבדלות זו מזו ביכולת שלהן לנצל אורכי גל שונים של האור בהתאם להרכב הפיגמנטים שלהן ולכן גם מיון מערכות האצות קשור להרכב הפיגמנטים.
- השונות ביכולת בליעת האור של האצות בטווחים השונים נובעת מהשונות בהרכב הפיגמנטים שלהן.
- היחס הכמותי בין הפיגמנטים השונים קובע את צבע האצה.



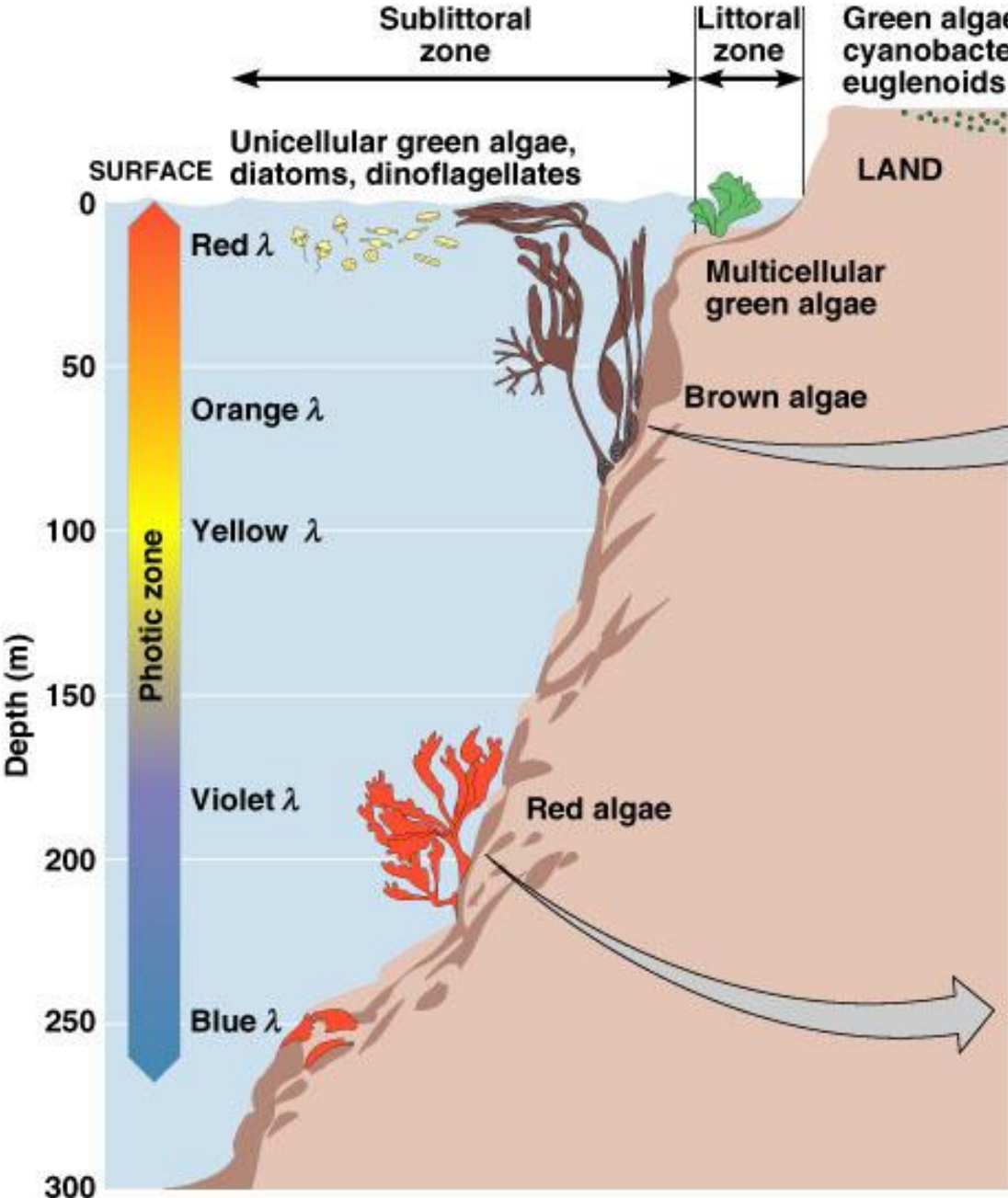
# The photosynthetic pigments absorb much of the spectrum



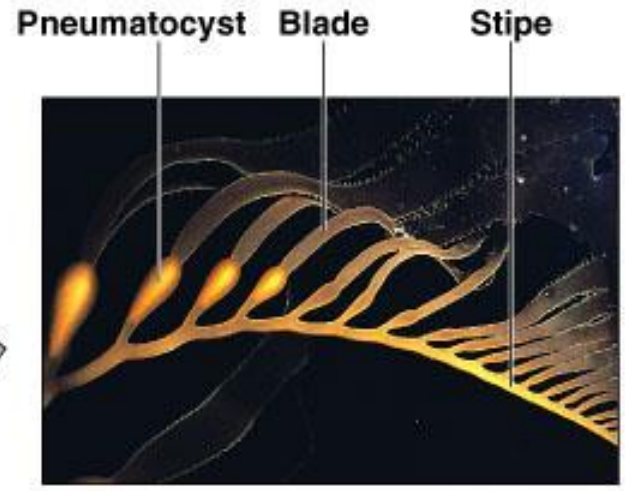
# פיגמנטים

- כל האצות וכל הצמחים הירוקים מכילים כלורופיל  $a$  שהוא הפיגמנט המרכזי בתהליך הפוטוסינתזה.
- ישנם עוד פיגמנטי עזר הקולטים את האור באורכי גל שונים ומעבירים אותו לכלורופיל  $a$ 
  - ❖ כלורופיל  $b, c, d$
  - ❖ קרטנואידים – פיגמנטים צהובים, כתומים אדומים
    - ✓ קרוטנים -בטה קרוטן
    - ✓ קסנטופיליים – פוקוקסנטין
  - ❖ פיקובילים הם פיגמנטים כחולים אדומים





**(a) Algal habitats**



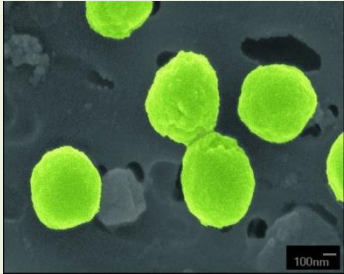
**(b) Brown alga (*Macrocystis*)** 0.5 m



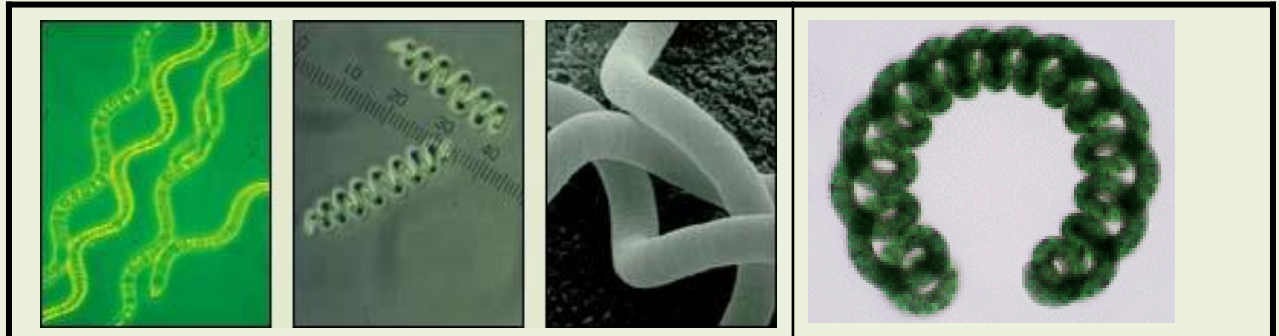
**(c) Red alga (*Microcladia*)** 10 cm

## Cyanobacteria – כחוליות

אורגניזמים פרוקריוטים מכילי כלורופיל a פיקובילינים, גליקוגן כחומר תשמורת ודופן תא המורכב מאמינו סוכרים וח' אמינו.



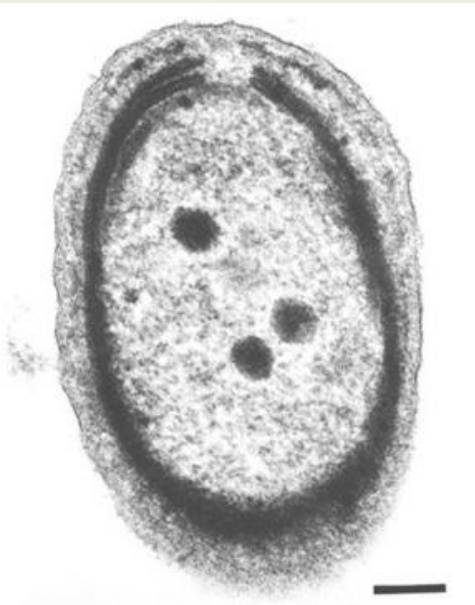
*Prochlorococcus marinus*



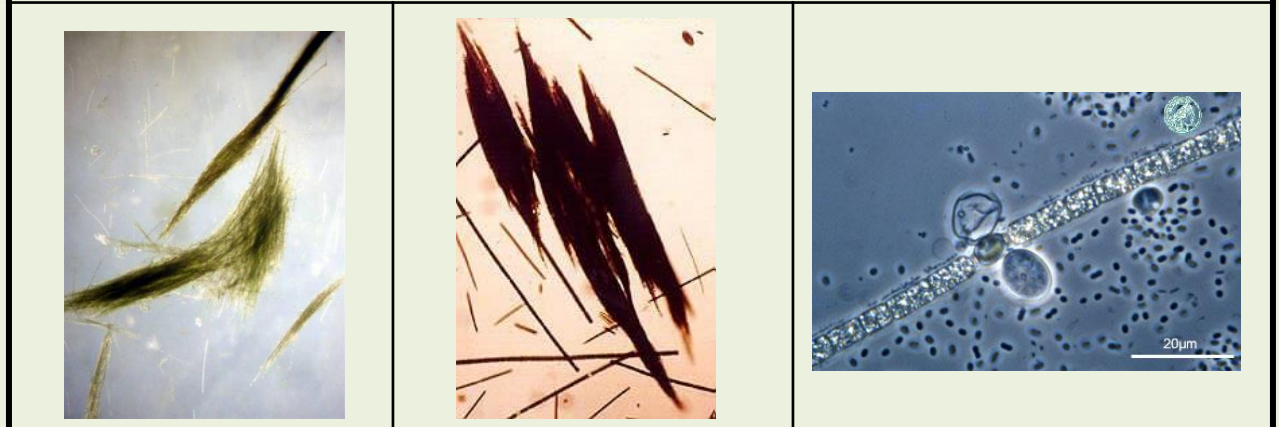
*Spirulina platensis (Arthrospira)*

*SpirulinaLaCapitelle* <http://www.spirulinasource.com/movieslacapitelle.html>

*Hubert Durand Chastel* <http://www.spirulinasource.com/moviesdurandchastel.html>



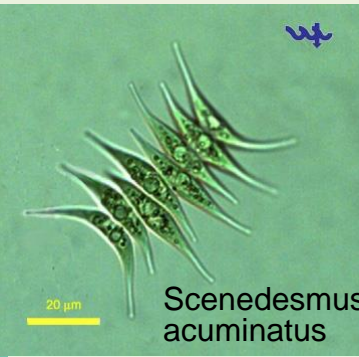
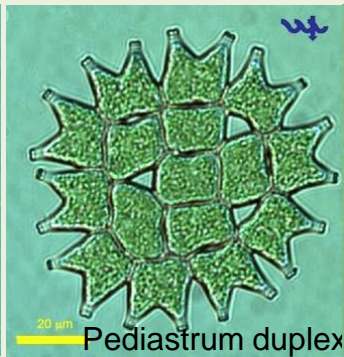
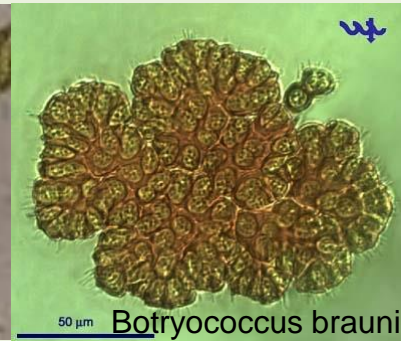
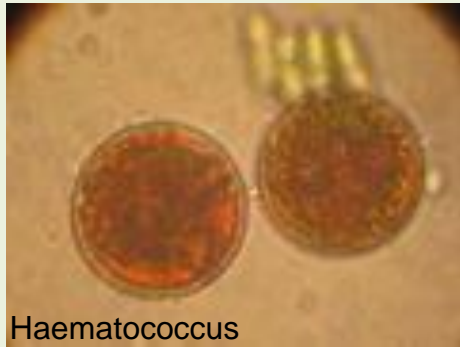
*Aphanizomenon flos aquae*



ירוקיות (אצות ירוקות – Chlorophyta)


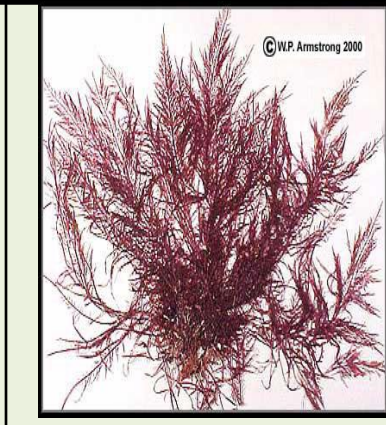

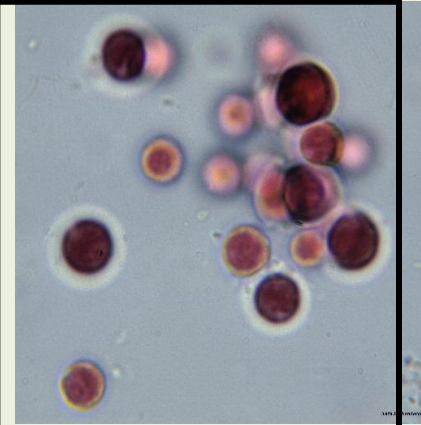
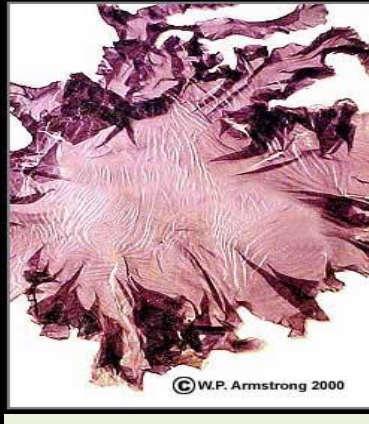

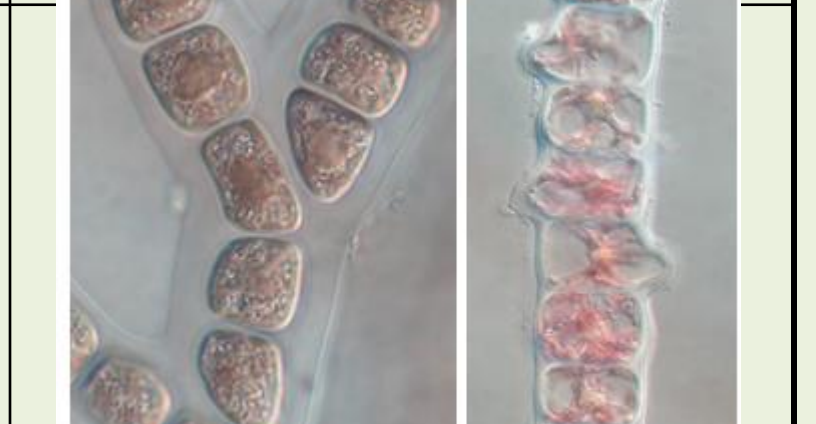
הפיגמנטים הפוטוסינתטיים הם כלורופיל a וכלורופיל b, חומר התשמורת העיקרי הוא עמילן, דופן התא מכיל תאית.

מקובל להניח שצמחים התפתחו מן הירוקיות בגלל המשותף ביניהם



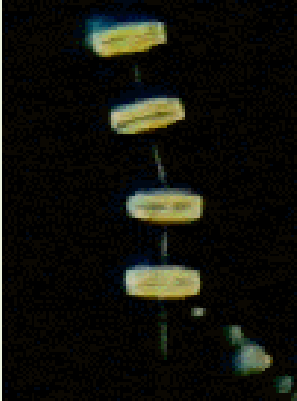

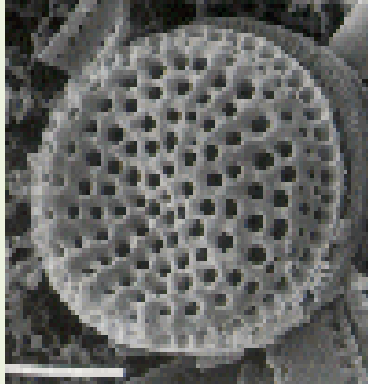

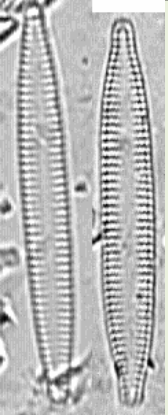
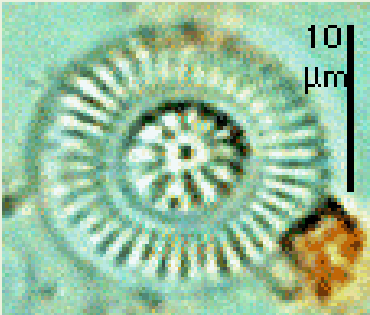
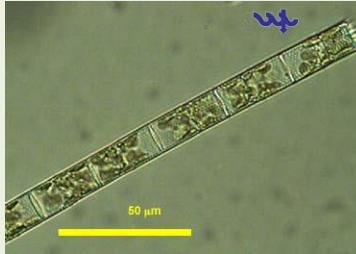

## אדומיות Rhodophyta (אצות אדומות)

מכילות פגמנטי עזר מקבוצת הפיקוביליניים (בדומה לכחוליות). בקבוצה כלולים כמה אלפי מינים שרובם שיכיים לכ 670 סוגים ימיים. חומר התשמורת הוא עמילן ודופן התא בנויה מצלולוז אגאר וקרגינאן.

			
<p><i>Botryocladia pseudodichotoma</i> © 2000 J.L. Woodhead</p>	<p><i>Gelidium pulchrum</i> <a href="http://waynesword.palomar.edu/algae1.htm">http://waynesword.palomar.edu/algae1.htm</a></p>	<p><i>Gracilaria</i></p>	<p><i>Porphyridium sp.</i></p>
			
<p><i>Porphyra perforata</i></p>	<p>"Irish moss" (<i>Chondrus crispus</i>)</p>		

## צורניות Bacillariophyta

אצות איקריוטיות חד או רב-תאיות המאופינות בדופן עשויה סיליקה ובה צורות סימטריות של חורים בליטות וכדומה. חומר תשמורת עיקרי שומנים. מהוות עיקר האצות באוקיינוס יותר מ 50,000 מינים.

			
			
<i>Synedra fasciculata</i>	<i>Cyclotella stelligera</i>	<i>Aulacoseira granulata</i> (formerly <i>Melosira</i> )	

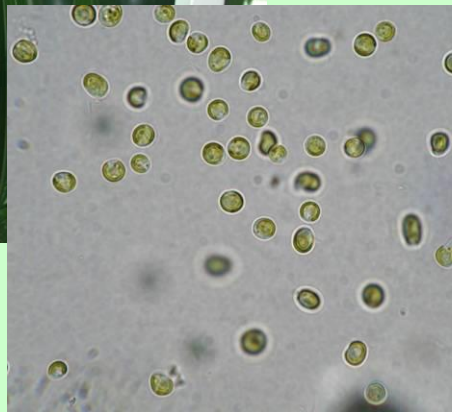
## Phaeophyceae – אצות חומיות

סדרה המכילה מינים רבים של "עשבי-ים" במופע של "יער" תת-מימי. מיצרים פולימר חוץ-תאי, אלגינאט.

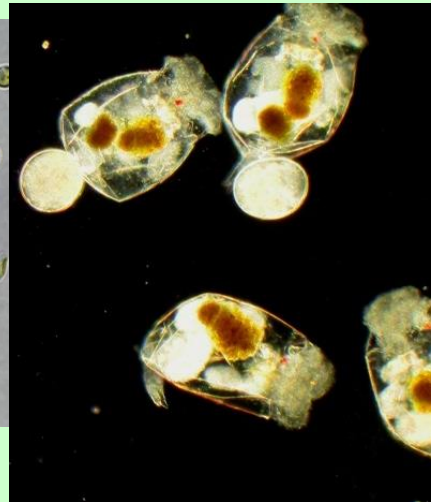
	 <p>© Phillip Colla www.OceanLight.com</p>	 <p>© W.P. Armstrong 2000</p>
<p>Kelp - <i>Macrocyctis</i></p>	<p>Kelp canopy,</p>	<p><i>Elk kelp (Pelagophycus porra)</i></p>



# Food chain



Microalgae 2-20  $\mu\text{m}$



Rotifers 50-200  $\mu\text{m}$



Artemia 400-800  $\mu\text{m}$

# כיצד בוחרים את המלון המתאים

## מבחינת המגדל

- זמינות
- עלות המזון
- פשטות הגדול
- תועלת המזון



## מבחינת הטורף

### תכונות פיזיקליות

- זמינות, גודל, תנועה, אטרקטיביות

### תכונות איכותיות

- יכולת עיכול
- דרישות אנרגטיות
- דרישות תזונתיות
- חומצות שומן וחומצות אמינו, ויטמינים, פיגמנטים וכ"ו





# חומצות שומן

חומצות שומן הם המרכיב העיקרי בפוספוליפידים ממרכיבי ממברנות התא החשובים ביותר

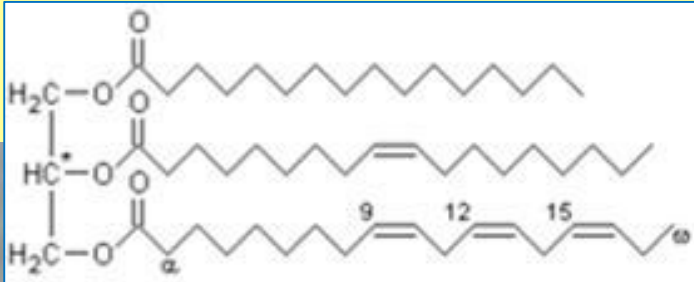
## חלוקה לקבוצות של חומצות שומן:

חומצות שומן רוויות – כל הקשרים יחידים

חומצות שומן חד בלתי רוויות – בעלות קשר כפול יחיד

חומצות שומן רב בלתי רוויות – בעלות מספר קשרים כפולים

חומצות שומן חיוניות / לא חיוניות

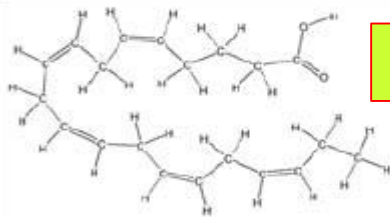


# PUFAs – Poly-Unsaturated Fatty Acids

## חומצות שומן חיוניות רב בלתי רוויות

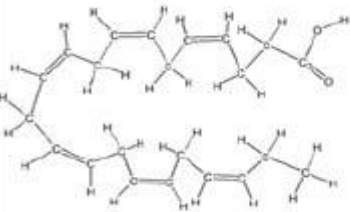
- חומצות שומן ארוכות שרשרת מרובות קשרים כפולים.
- מתחלקת לתתי הקבוצות אומגה-3 (ω-3) ואומגה-6 (ω-6).
- המספרים 3 ו-6 מתייחסים למיקום [הקשר הכפול](#) בשרשרת הפחמנים

תמונה 2: המבנה של EPA ו-DHA



EPA – 20:5n-3

EPA, Eicosapentaenoic Acid, 20:5n3 (20:5n-3)  
(contains 20 carbon atoms and 5 double bonds/unsaturation sites)



DHA – 22:6n-3

DHA, Docosahexaenoic Acid, 22:6n3 (22:6n-3)  
(contains 22 carbon atoms and 6 double bonds/unsaturation sites)

Fig. 1. Structures of omega-3 fatty acids (n-3 PUFA).

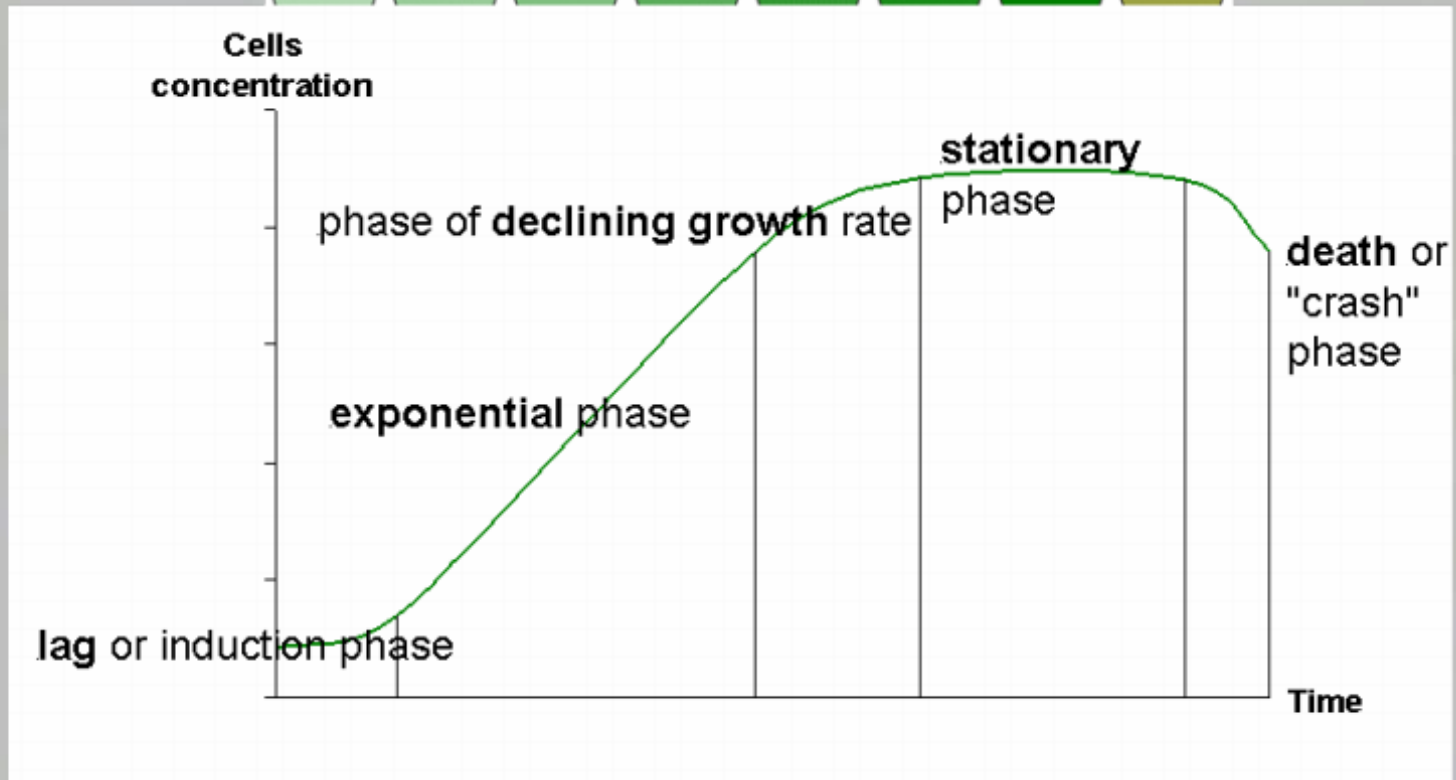
- מצויות בדגים

- חשיבות לבניית ממברנות

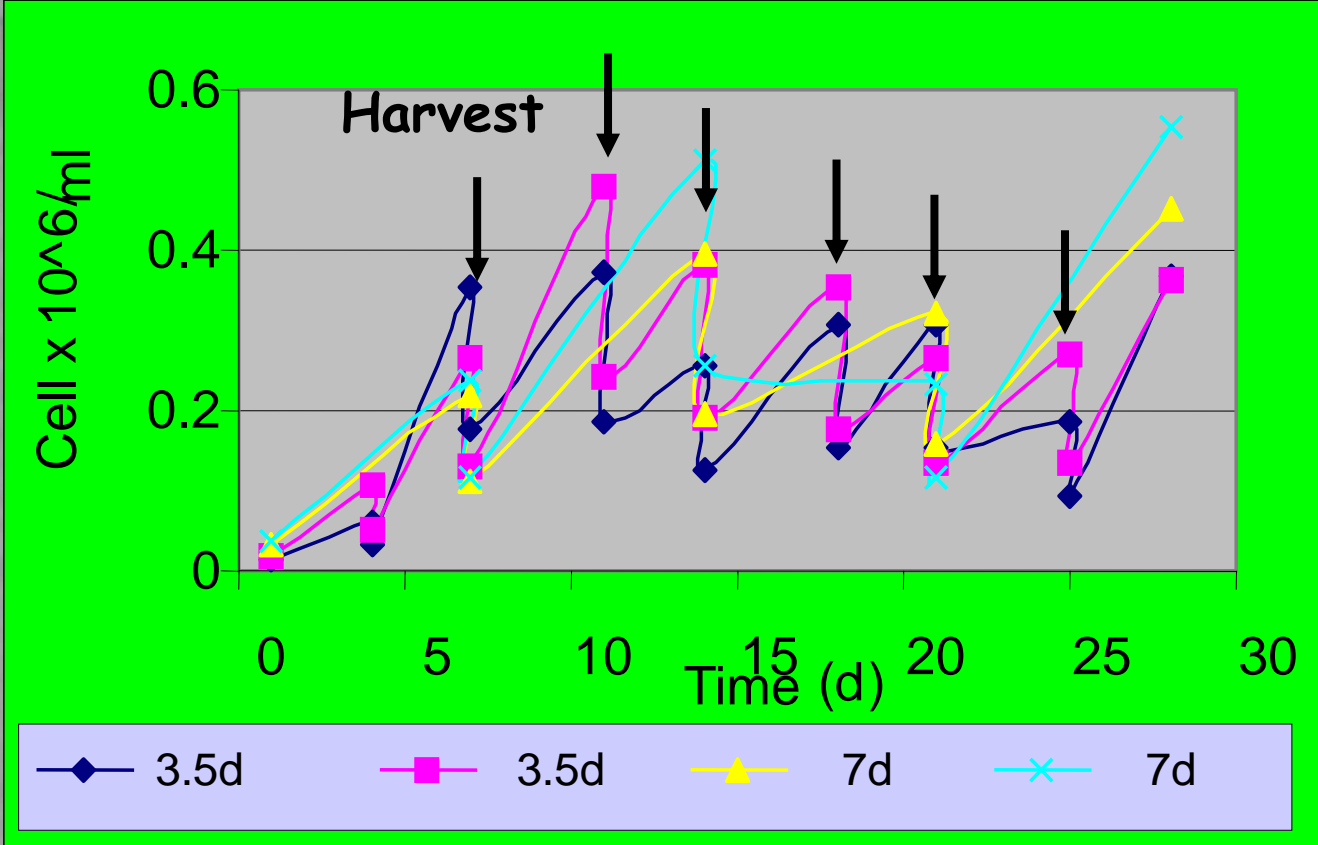
- ראייה

דרישות גדולות: מים, אור, CO<sub>2</sub>, נוטריינטים

## Microalgae growth: Growth phase of a culture



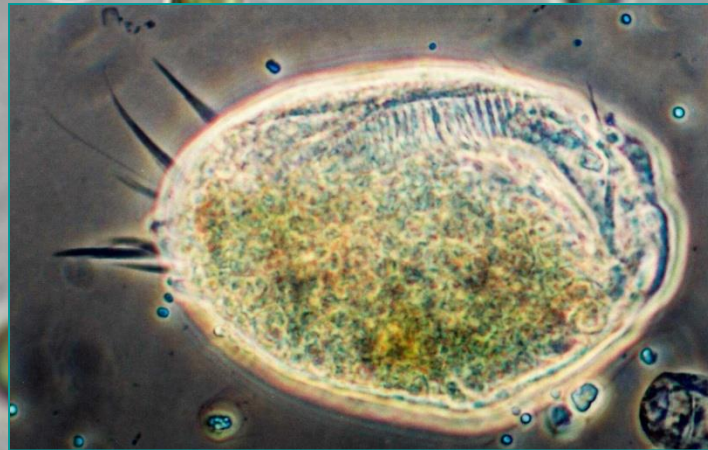
*Semi-Continuous תחנת המטבוליזם*



"מזהמים"

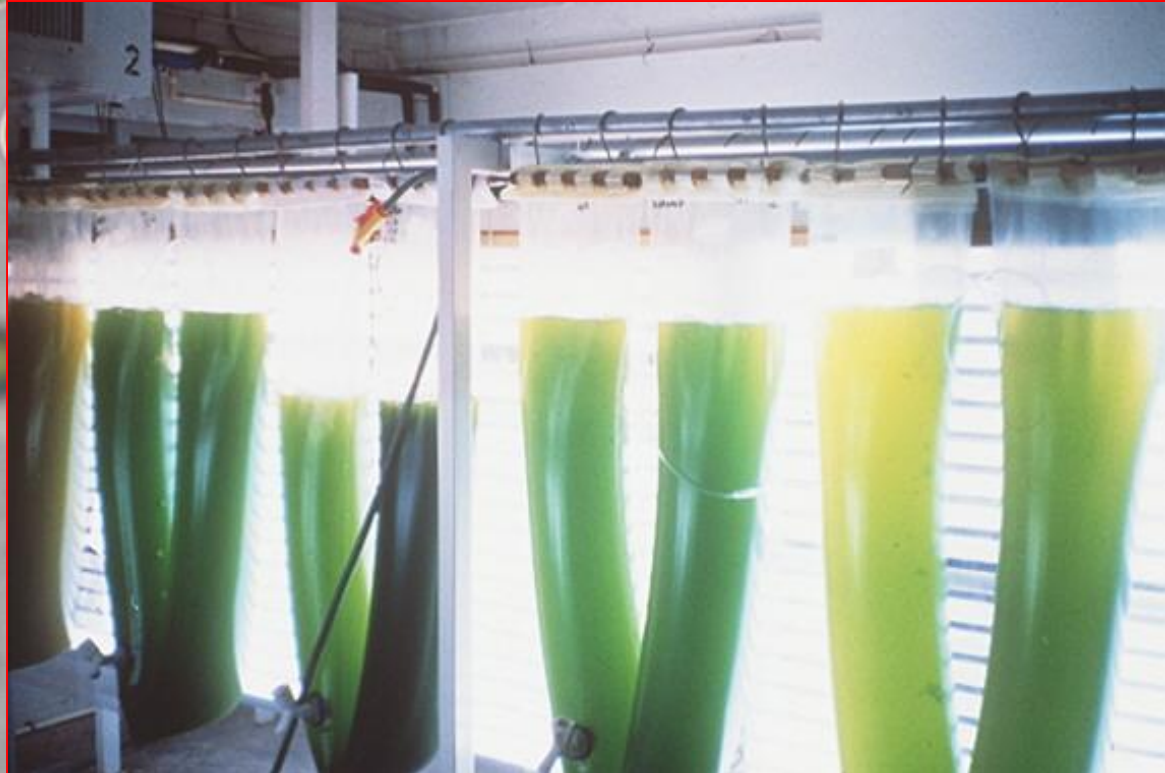
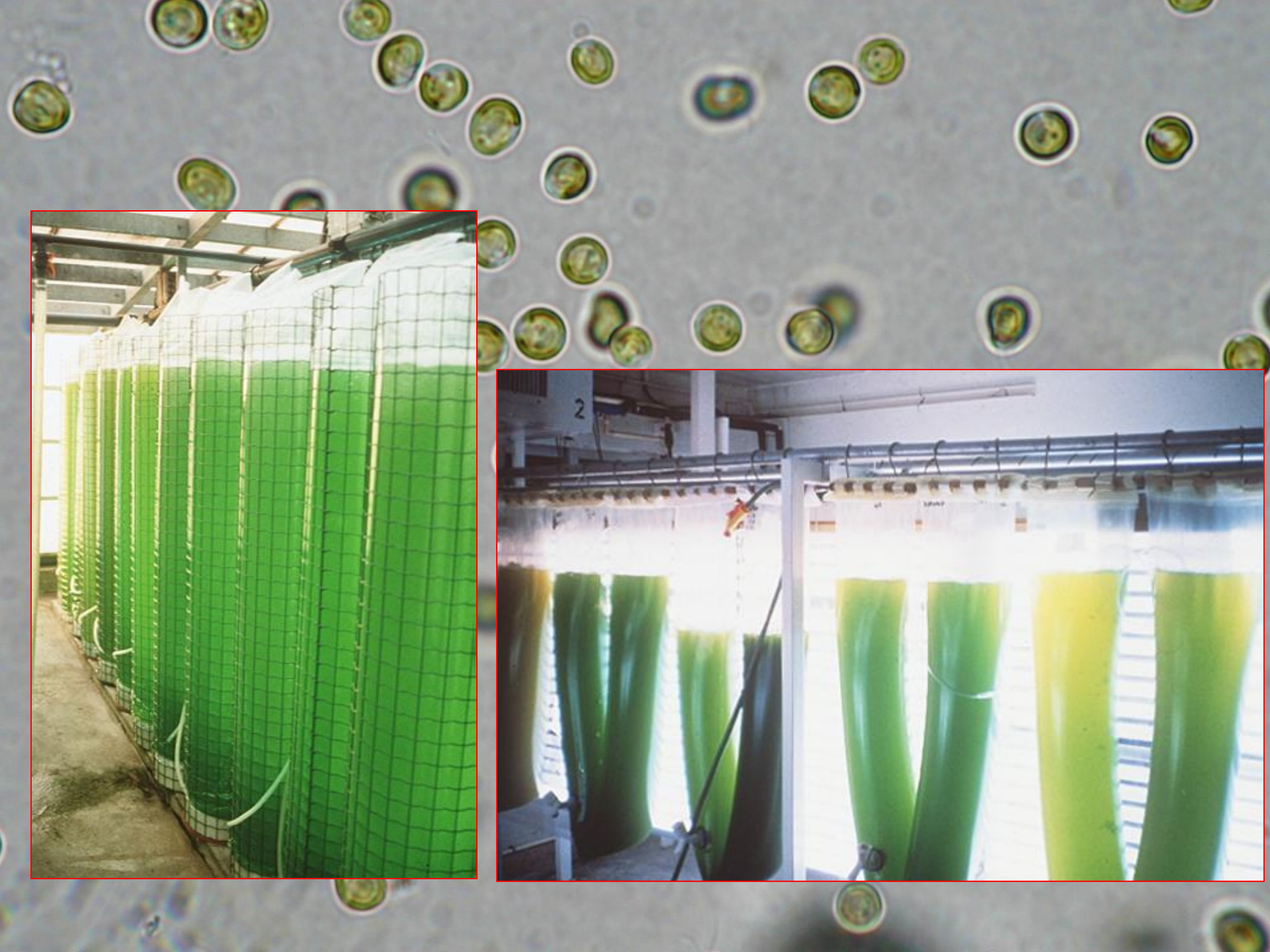


פלגלטים



ריסניות





Outdoor cultivation systems



Closed systems



Open systems





# מה נחוץ לנו בכדי לגדל מיקרוואצות באופן המוני



- מים
- אור
- $CO_2$
- נוטריינטים
- שטח
- טמפרטורה
- כח אדם מיומן



למקסם את ההצלחה המסחרית  
בייצור ביומסת אצות  
על ידי שילוב של מו"פ עם  
אסטרטגיה עסקית





\$0.00



Home

Products

Applications

How To Buy

Product Info

Distributors

About Us

Contact

# Instant Algae® Products

## Commercial Use Marine Microalgae Concentrates

Single Species	Typical Cell Count (see <a href="#">Dry Weight vs Cell Count</a> )	Live Algae Equivalent	Type	Size in microns	Dry Weight	Shelf Life
<b>Nanno 3600</b> ( <i>Nannochloropsis</i> )	68 billion/ml	3600 liters @ 19 million cells/ml	Non-flagellated Yellow-Green <i>Eustigmatophyceae</i>	1.5-2	>18%	12-14 weeks 3 years frozen

### Nanno 3600



Nanno 3600 is our original *Nannochloropsis* (cell size 1-2 µm) legacy product available since 1998. It has proven to be very effective with established protocols and it provides an EPA and ARA pre-enrichment boost for use with high DHA enrichment protocols.

[LEARN MORE](#)

Order Online

When available, volume discount prices will be applied in the cart

<b>Tetraselmis 3600</b>	800 million/ml	3600 liters @ 205 thousand cells/ml	Green Biflagellate <i>Prasinophyceae</i>	12	18%	12-14 weeks 3 years frozen
-------------------------	----------------	-------------------------------------	---	----	-----	-------------------------------

### Tetraselmis 3600



*Tetraselmis* is a large (cell size 9-12 µm) green flagellate. It contains amino acids that stimulate feeding in marine animals. *Tetraselmis* is an excellent feed for larval shrimp. [LEARN MORE](#)

Order Online

When available, volume discount prices will be applied in the cart

<b>Isochrysis 1800</b>	4.1 billion/ml	1800 liters @ 2.28 million cells/ml	Brown Biflagellate <i>Prymnesiophyceae</i>	5	8%	12-14 weeks Refrigerate Only
------------------------	----------------	-------------------------------------	---	---	----	---------------------------------

### Isochrysis 18000



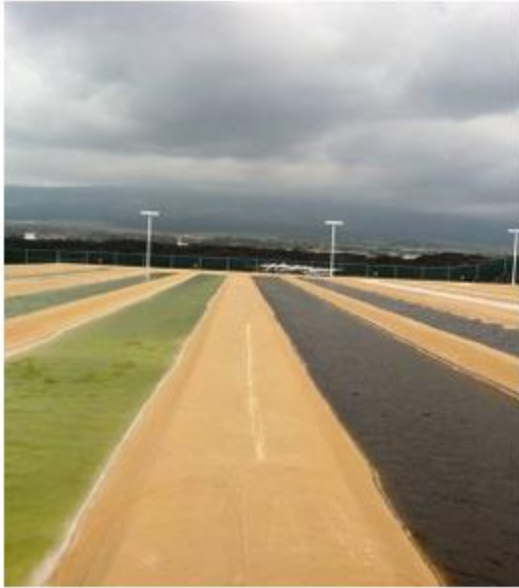
*Isochrysis* is a small (cell size 4-7 µm) golden/brown flagellate that is very high in DHA and often used to enrich zooplankton such as rotifers or *Artemia*. It is one of the primary algae used in shellfish hatcheries. [LEARN MORE](#)

Order Online

When available, volume discount prices will be applied in the cart

# Hawaii, Israel firms team up for premium algae for aquaculture

אצות הגליל  
שותפות בין קיבוץ דן וסאסא



Cellana produces industrial-scale quantities of algae at its Kona demonstration facility in Hawaii.

June 26, 2014, 9:08 am

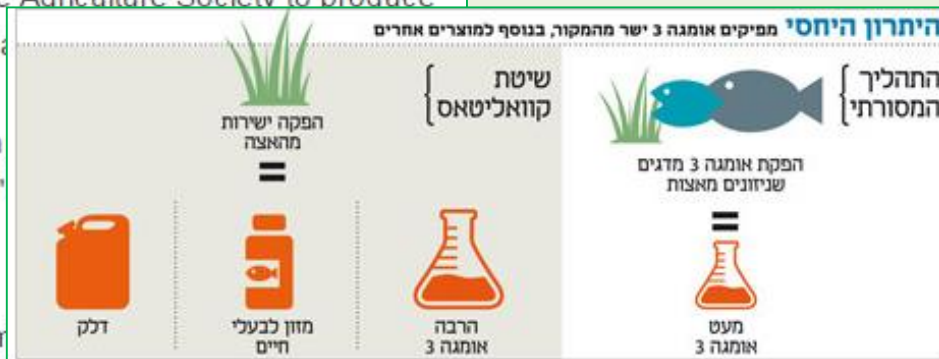
[Undercurrent News](#)

Hawaii-based Cellana has teamed up with Israel's Galil Algae Cooperative Agriculture Society to produce premium algae for aquaculture.

The partnership's main goal is to develop, and scale up the production of algae for commercial value.

The groups said they are currently in the research and development phase. This would complement the existing demonstration facility in Hawaii, which produces industrial scale quantities of algae for trademark.

Share



### אומגה 3

חומצת שומן בלתי רווי שמשמשת כחוסף תזונה ונקשרה בהפחתת הסיכון למחלת לב, הקלה של דלקות מפרקים וטרשת עורקים וכחומר נוגד דיכאון



# TransAlgae Ltd.



פרופ' יונתן גרסל, חתן פרס ישראל - תש"ע  
בתחום חקר החקלאות

TransAlgae  
new technologies, new crops, practical approaches

Domestication of grains took  
5,000-10,000 years

TransAlgae has the code  
for a timely solution to  
global resource deterioration

Year: 3000BC 1500 2009

- ייצור חלבון ממקור "ימי" כתחליף לחלבון ממקור יבשתי
- שימוש באצות טרנסגניות להחדרה אוראלית של ביו-מולקולות הורמונים
- תוספי מזון
- חיסונים

חקלאות ימית

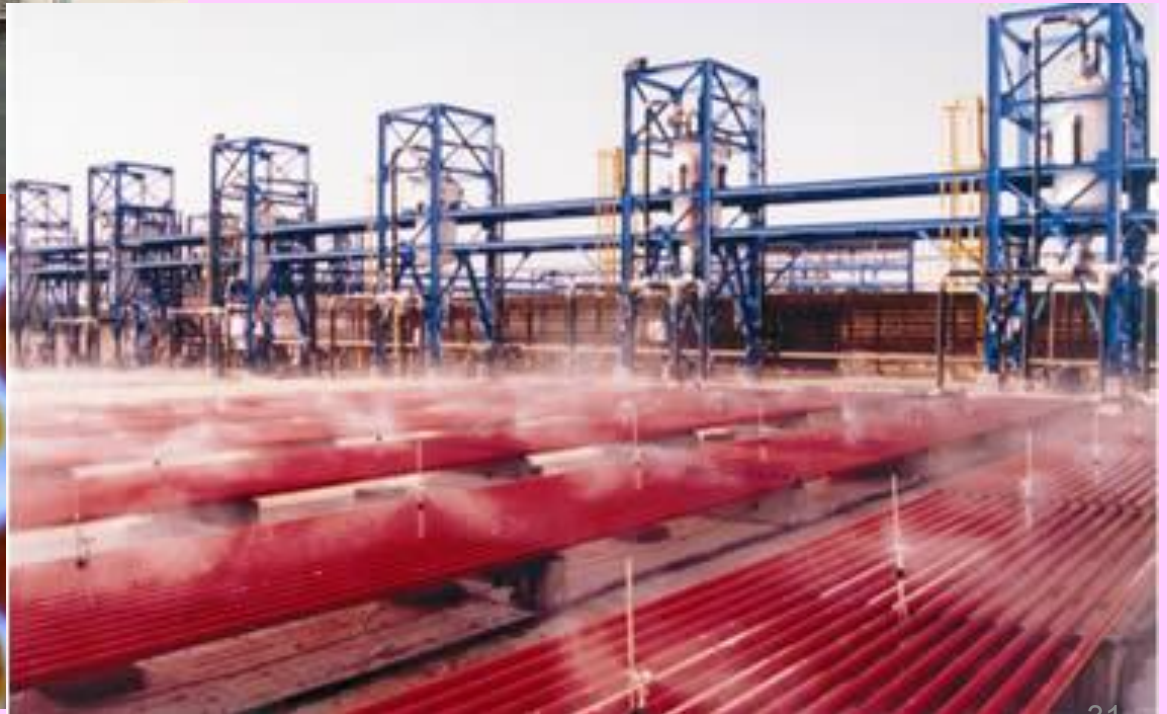
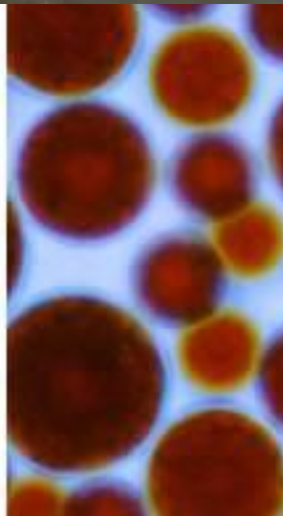


Subjecting the cells to severe stress conditions

Astaxanthin traps more free radicals than any other antioxidant



קבוצת קטורה





Cracked and dried *Haematococcus pluvialis* algal biomass

MADE FROM PURE HIMALAYAN WATERS

# AstaZine™

THE WORLD'S PUREST  
Natural Astaxanthin

THE  
SUPPLEMENT  
YOU CAN  
FEEL

**BGG**  
Your Natural Partner  
www.BGGWORLD.com



**Perfect White**  
Anti-aging capsules  
Look 10-20 years younger!



# POWER PINK

สารเสริมความแดงสำหรับปลาประกวด และปลาเกรด ประสิทธิภาพ  
ASTAXANTINE (ลอสโรฟอง ฟิง) วิตามินรวม และ สารกระตุ้นภูมิคุ้มกันที่  
รวมถึงสารเนื้อที่ช่วยให้เกาะกับเม็ดอาหารได้ดี เหมาะสำหรับ ปลาหมอสี  
Crossbreed ที่เป็นสายพันธุ์ปลาแดง หรือ ปลาที่มีเนื้อโทแดง ชมพู ส้ม

วิธีใช้ : ผสม power pink 1 ช้อน ต่ออาหาร 3 ช้อนช หรือ 1 ช้อน ต่ออาหาร 500 กรัม  
3 ครั้งต่อสัปดาห์ หรือใช้อาหารผสม power pink แยกแยะนำไปให้อาหารปลา 2-3 ครั้งต่อ  
วัน

คุณสมบัติ :  
เพิ่ม power pink ลงกับอาหารและน้ำ ช่วยให้ปลาที่เลี้ยงมีสีแดงสวย และมีเนื้อที่แน่นไม่จับกัน  
\*\*\* พบเป็นยารักษาโรค ในสัตว์และการนำมาใช้ให้ระวังอย่าไปกินเองเพื่อไม่ให้มีพิษต่อมนุษย์ด้วยอาหาร\*\*\*

Disclaimer: [www.beupload.com](http://www.beupload.com) hereby takes no responsibility  
in any abuse of uploaded media caused by users of this free service.

IMAGE Hosting by **BEUPLOAD**



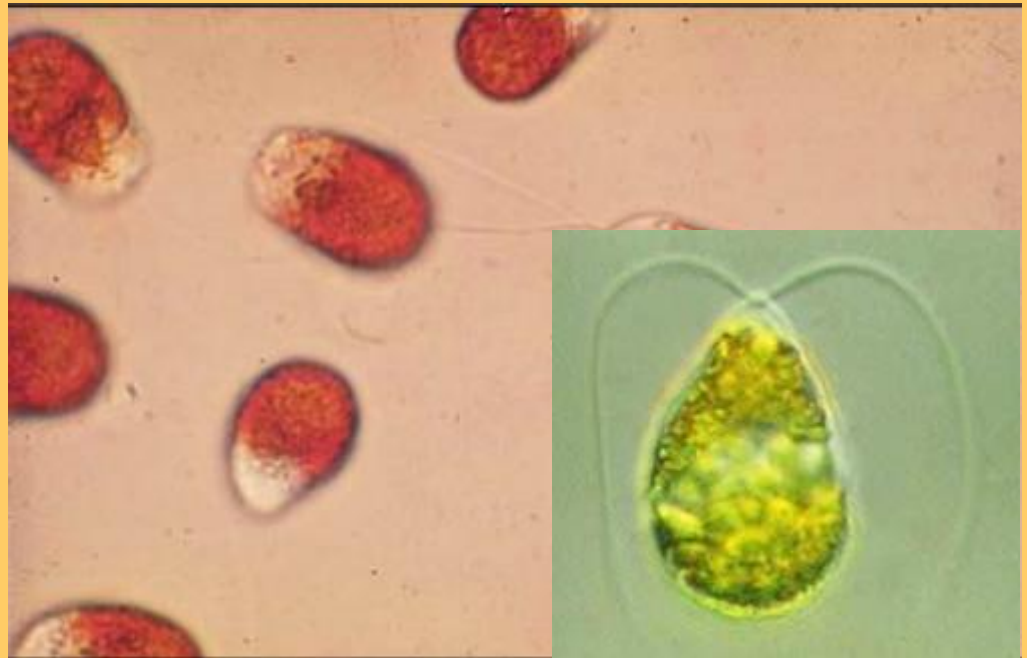
# *Dunaliella bardawil* דונליאלה

אצת מודל לביוסינטזה של בטה-קרופן לשימוש תזונתי-רפואי באדם



פרופ' עמי בן אמוץ

אצה ירוקית, חד תאית  
חסרת דופן בעלת שני שוטונים



**The first Energy Crisis  
1973-5**

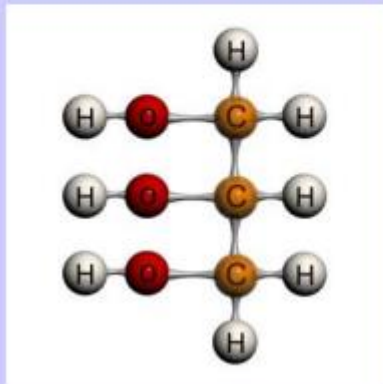
**Algae for Energy**

**Large scale production of**

# **Glycerol**

by

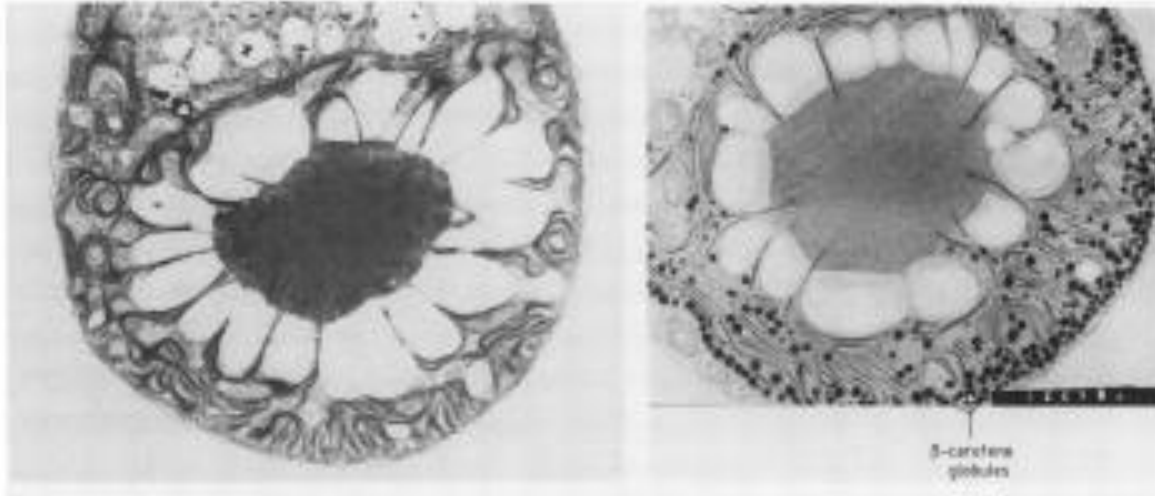
*Dunaliella*



# מייצרת בטתה-קרוטן בכדוריות שומניות בחללים שבין הטילקואידים של הכלורופלסט

STEREISOMERS OF CAROTENE AND PHYTOENE

1289

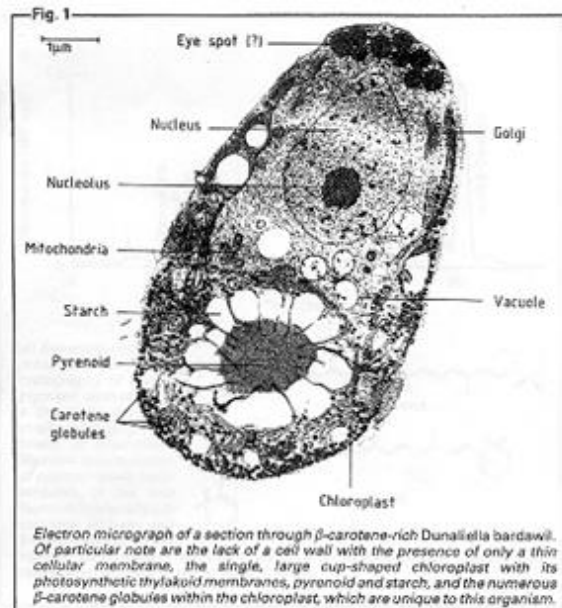
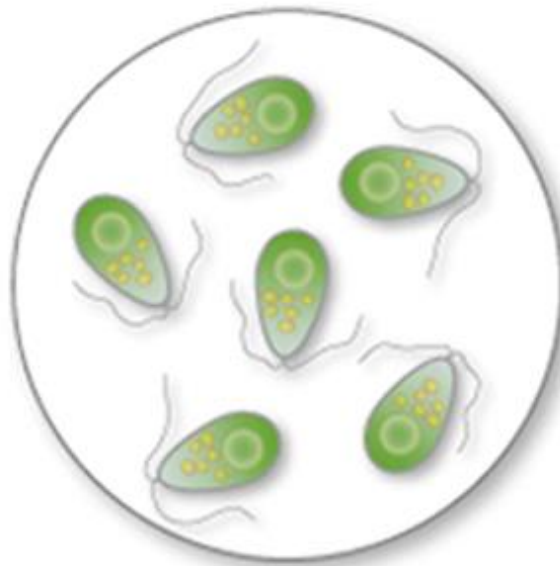


בתנאים רגילים מייצרת רק 0.3%  
בטתה-קרוטן – צבע ירוק

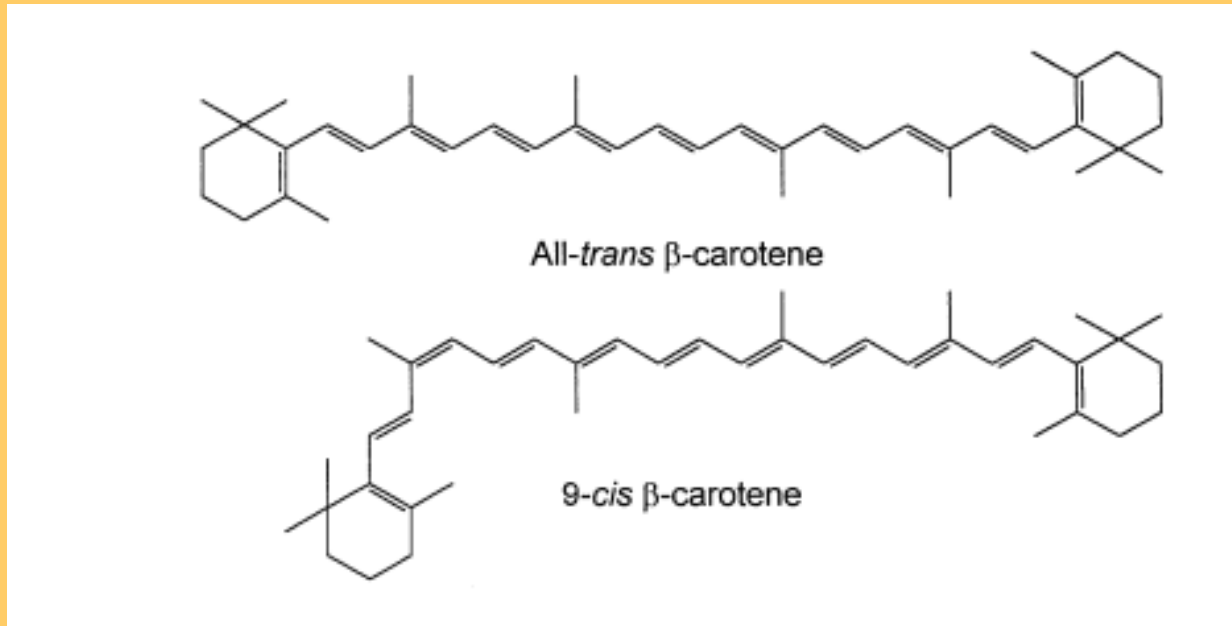
יכולה לאגור בטתה-קרוטן עד 10%  
ממשקלה היבש – צבע כתום

עצמת אור  
מליחות  
טמפרטורה  
הרעבה לחנקן

תפקיד הבטתה-קרוטן  
הגנה בפני קרינה



## eneoraC-β



בטה-קרוטן טבעי מכיל תערובת של איזומרים  
all-trans ו-9 ציס ביחס של כ 50%  
להם פעילות אנטיאוקסידנטית

בטה קרוטן סינטטי מכיל רק מולקולות של all-trans

הופך בגוף לויטמין A

# האצה דונליאלה מכילה את הריכוז הגבוה ביותר בטבע של בטא-קרופן



קפסולות של דונליאלה



מבט מקרוב על בריכת גידול במפעל



מפעל חברת NBT באילת  
לגידול אצות דונליאלה





*Porphyridium sp.*

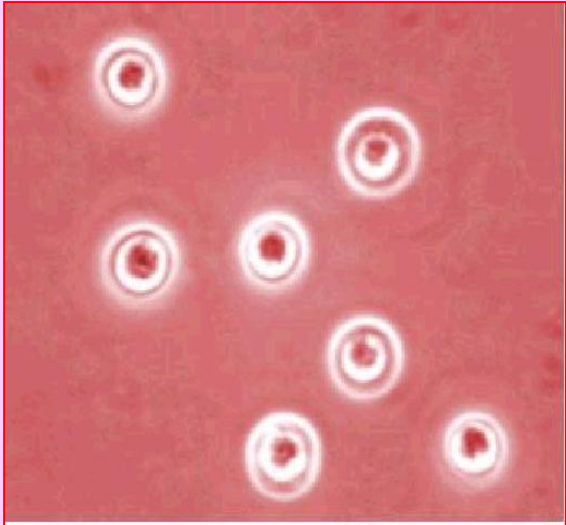


פרופ' שוש מליס ארד

# Alguard

Anti-Ageing, Sun-Care, Anti-Inflammatory,  
Anti-Irritant, Lip-Care and Anti Virally.

פוליסכרידים  
פיגמנטים





פרופ' שוש מליס ארד

17.29x14.82	2	5	עמוד	עסקים	מעריב -	06/07/2011	27916438-0
אנרגיה מתחדשת בנגב ובגלי - 20880							

# פיתוח ישראלי בנגב: חברת פרוטרום מגדלת ג'ל אנטי-הזדקנות שמופק מאצות

המפעל מגלגל כשני מיליון דולר בשנה בייצוא החומר הטבעי ALGUARD למניעת הזדקנות • גידול האצות, כמובן, ירוק

 שרול לגידול אצות. מנצלים את תנאי הנגב (צילום: יהודה לחיאני)



## מאת אורי בינדר

תהליך ייחודי, שפותח באוניברסיטת בן-גוריון בנגב במעבדה של פרופ' שוש ארד, הביא ליצירת מפעל קטן המייצא את החומר הטבעי ALGUARD בשני מיליון דולר בשנה. מדובר במוצר טבעי למניעת הזדקנות, אשר מבוקש בתעשיית הקוסמטיקה. המפעל נחשב לבעל קצב גידול של 30% בשנה, והביקוש למוצרו בקרב חברות קוסמטיקה גדולות בעולם נותר חסוי, כמו גם פרטי הפטנט.

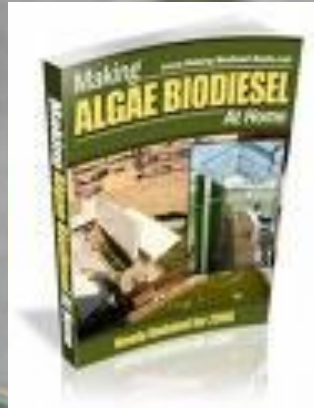
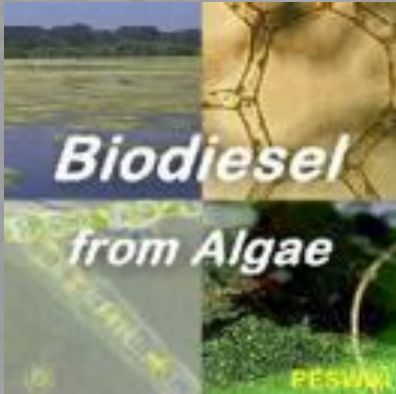
פרופ' ארד חוקרת במשך שנים את סוד הישרדות האצות בתנאי מזג אוויר קיצוניים. אחת התוצאות של מחקרה היא פיתוח

## ביודיזל

האם האצות החד-תאיות הן הצמיח המקור הבאק הצמיח?



- $CO_2$
- מים
- אור
- נוטריינטים (חנקן, פוספט, ברזל)



קצב גדול מהיר 1-2 חלוקות ביום

- ביומסה המיוצרת מאצות
- קרבוהידרטים
- חלבונים
- שמן



# Seambiotic

SEAMBIOTIC Ltd.

&

ISRAEL ELECTRIC CO



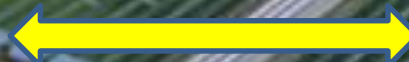
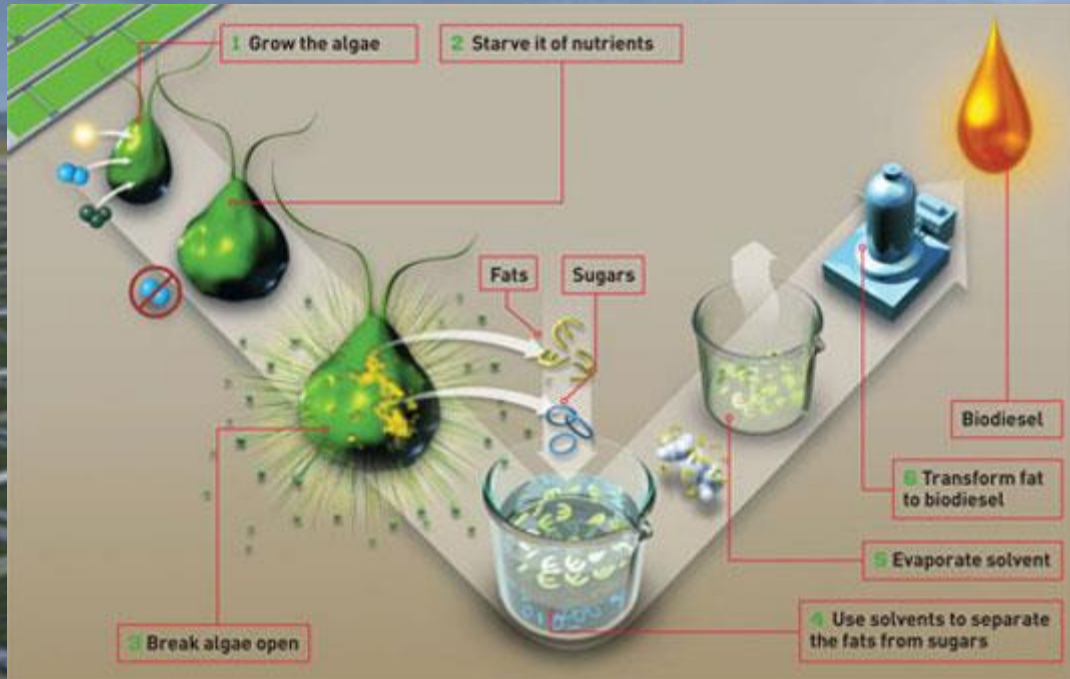
פרופ' עמי בן אמוץ

*Nannochloropsis*  
Eustigmatophyceae  
**Bio-Fuel or High W3 FA, EPA**



# ביודיזל מאצות יהיה כלכלי כאשר מחיר יהיה מתחת \$0.5 ל"ה אצות יבש

בטה קרוטון או אסטהקסנטין מקבלים היום \$4000-10000 לק"ג יבש



# Spirulina

- עשירה בחלבון ~60%
- ויטמינים
- מינרלים
- פיגמנטים



להזמנות חייגו:  
054-947-2290



עזרת קבוצת - 0

## ספירולינה בבית זזון בריאות טבע

דף הבית | אודות הספירולינה | חנות | גלריה | מתכונים | עלינו | צור קשר

100%  
בריאות



### ספירולינה מזון-על טבעי

הספירולינה היא אחד הצמחים העתיקים ביותר על פני כדור הארץ ובעלת ערכי תזונה גבוהים במיוחד. היא נחשבת ל"מזון מלא" ומכילה כמות מדהימה של חלבון, ויטמינים, מינרלים, ברזל, נוגדי חמצון ועוד עשרות מיקרו ומאקרו אלמנטים. את הספירולינה מומלץ ביותר לאכול בעורתה הטרייה וללא כל תהליכי עיבוד או שימור. את הספירולינה שלנו תקבלו בצורתה הטבעית והבריאה ביותר.



לרכישת ספירולינה טרייה

## ספירולינה לגידול בבית



שלום, לקוח | הרשם | נכסה לחברים

אין מוצרים בעגלה

הכנס מילות חיפוש

הרשמו עכשיו וקבלו מאיתנו:  
הטבות, טיפים, חדשות ועוד.

הרשם | email



Spirulina Full Life  
מזון - על טבעי

להזמנות צלצלו עכשיו:  
04-9830263 / 050-2020944 / 052-7039097

137 | + | | | |

דף הבית | ספירולינה TV | אודותינו | מזון-על | קוסמטיקה טבעית | שאלות ותשובות | המלצות | מתכונים | מגזין בריאות | צור קשר



שמנים



מוצרים משלימים



קוסמטיקה טבעית



מוצרי קקאו



מזון-על בכמוסות



מזון-על | סופר פוד

