



V. 004-2568

Microalgae: A Promising New Source of Immune-Boosting Compounds from the Sea

สาหร่ายจิ๋ว: ทางเลือกใหม่เพื่อเสริมภูมิคุ้มกันจากท้องทะเล



Microalgae cultivation presents a promising strategy for achieving net-zero emissions while simultaneously producing valuable bio-based products. These fast-growing, photosynthetic microorganisms efficiently capture carbon dioxide from the atmosphere or industrial emissions, contributing to climate change mitigation. Beyond carbon sequestration, microalgae serve as a renewable and sustainable source of high-value compounds, including biofuels, nutraceuticals, and immune-enhancing compounds.

การเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กเป็นกลยุทธ์ที่มีศักยภาพในการสนับสนุนเป้าหมายการปล่อยคาร์บอนสุทธิเป็นศูนย์ (Net-Zero Emissions) ควบคู่ไปกับการผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพที่มีมูลค่าสูง สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและสังเคราะห์แสงได้เหล่านี้สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศหรือจากกระบวนการอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดผลกระทบจากการ

เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากบทบาทในการกักเก็บคาร์บอนแล้ว สาหร่ายขนาดเล็กยังเป็นแหล่งวัตถุดิบหมุนเวียนที่ยั่งยืนสำหรับผลิตสารชีวภาพมูลค่าสูง เช่น เชื้อเพลิงชีวภาพ อาหารเสริมเพื่อสุขภาพ และสารเสริมภูมิคุ้มกันอีกด้วย

Immunomodulatory Compounds from Microalgae

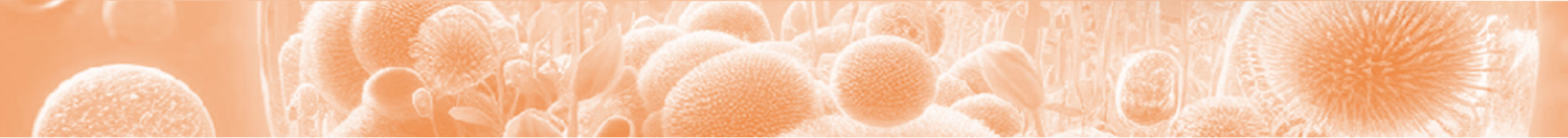
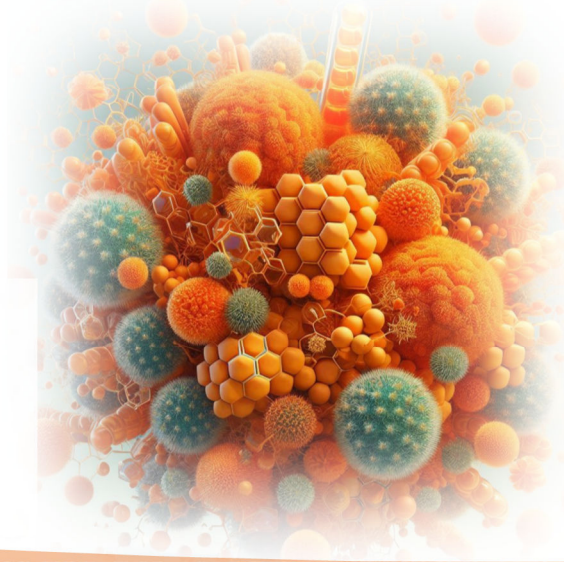
A comprehensive review by Riccio and Lauritano (2020) identified four primary groups of immunomodulatory compounds derived from microalgae:

1. Sulfated Polysaccharides (SPS)

- Complex carbohydrates containing sulfate groups, exhibiting potent immunostimulatory effects.
- Found in species such as *Tribonema*, *Chlorella vulgaris*, and *Gyrodinium imputidum*.
- Shown to activate macrophages — white blood cells responsible for eliminating pathogens — and promote the release of cytokines like interleukin-6 (IL-6) and tumor necrosis factor alpha (TNF- α) which help signal immune response.

2. Sulfolipids

- Sulfur-containing lipids located in algal chloroplast membranes.
- Present in species such as *Phaeodactylum tricornutum*.
- Play a role in activating dendritic cells, which help regulate immune responses.
- Synthetic sulfolipids patented as Sulfavant are currently under investigation as natural vaccine adjuvants.





V. 004-2568

สารเสริมภูมิคุ้มกันจากสาหร่ายขนาดเล็ก

จากบทความทบทวนของ Riccio และ Lauritano (2020) พบว่าสาหร่ายขนาดเล็กมีสารสำคัญหลายชนิดที่ช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน โดยเฉพาะสารหลัก 4 กลุ่ม ได้แก่

1. Sulfated Polysaccharides (sPS)

- เป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่มีหมู่ซัลเฟตสามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันได้ดี
- พบในสาหร่ายเช่น *Tribonema*, *Chlorella vulgaris* และ *Gyrodinium impudicum*
- ช่วยกระตุ้น macrophage ซึ่งเป็นเซลล์เม็ดเลือดขาวที่ทำหน้าที่กำจัดเชื้อโรค และเพิ่มการหลั่ง cytokines ที่สื่อสารระหว่างเซลล์ภูมิคุ้มกัน เช่น interleukin-6 (IL-6) และ tumor necrosis factor alpha (TNF- α)

2. Sulfolipids

- เป็นไขมันที่มีหมู่ซัลเฟต พบในเยื่อหุ้มคลอโรพลาสต์ของสาหร่าย
- พบใน *Phaeodactylum tricornutum*
- ช่วยกระตุ้น dendritic cells ซึ่งทำหน้าที่ส่งสัญญาณภูมิคุ้มกัน
- มีการพัฒนาสารสังเคราะห์ sulfolipid ชื่อ Sulfavant เพื่อใช้เป็นสารเสริมประสิทธิภาพวัคซีน

3. Polyunsaturated Fatty Acids (PUFAs)

- Essential fatty acids, including EPA and DHA, traditionally sourced from fish oil.
- Found in *Nannochloropsis*, *Isochrysis*, and *Skeletonema costatum*.
- Demonstrated anti-inflammatory effects, enhancement of T-cells which are white blood cells crucial in the immune system and macrophage activity which are crucial for immune functions, and regulation of excessive cytokine release, particularly interleukin-1 beta (IL-1 β) and interleukin-6

3. Polyunsaturated Fatty Acids (PUFAs)

- คีโอรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง เช่น EPA และ DHA ที่พบในน้ำมันปลา
- พบใน *Nannochloropsis*, *Isochrysis* และ *Skeletonema costatum*
- มีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ช่วยเสริมการทำงานของ T-cells (เซลล์เม็ดเลือดขาวที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบภูมิคุ้มกัน) และ macrophage และควบคุมการหลั่ง cytokines ที่มากเกินไป เช่น IL-1 β และ IL-6

4. Astaxanthin

- A powerful antioxidant — reportedly several thousands times more potent than vitamin C.
- Found in *Haematococcus pluvialis* and *Dunaliella salina*.
- Increases natural killer (NK) cell counts which are essential for targeting cancer cells, and boosts production of immune-enhancing cytokines such as interleukin-2 (IL-2) and interferon gamma (INF- γ).

4. Astaxanthin

- สารต้านอนุมูลอิสระที่มีฤทธิ์สูงกว่าวิตามินซีหลายพันเท่า
- พบใน *Haematococcus pluvialis* และ *Dunaliella salina*
- ช่วยเพิ่มจำนวน NK cells ที่ทำหน้าที่กำจัดเซลล์มะเร็ง และเพิ่มการหลั่ง interleukin-2 (IL-2) และ interferon gamma (INF- γ) ซึ่งเป็นสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน



V. 004-2568

Promising Experimental Findings

In Human Studies

- Daily consumption of 5 grams of *Chlorella vulgaris* over eight weeks increased NK cell numbers and cytokine levels.
- Heat-extracted *Spirulina platensis* was shown to enhance interferon production and improve NK cell cytotoxicity against abnormal cells.

In Animal Studies

- *Dunaliella salina* improved immune responses in mice.
- β -glucan extracted from *Euglena gracilis* stimulated macrophage activity and elevated tumor necrosis factor alpha (TNF- α) and interleukin-6 (IL-6) secretion.
- sPS from *Gyrodinium impudicum* helped mice recover from severe infections.

ผลการทดลองที่น่าสนใจ

ในมนุษย์

- การรับประทาน *Chlorella vulgaris* วันละ 5 กรัม ติดต่อกัน 8 สัปดาห์ ช่วยเพิ่ม NK cells และ cytokines
- *Spirulina platensis* ที่ผ่านการสกัดด้วยความร้อน ช่วยเพิ่ม interferon และความสามารถของ NK cells ในการกำจัดเซลล์ผิดปกติ

ในสัตว์ทดลอง

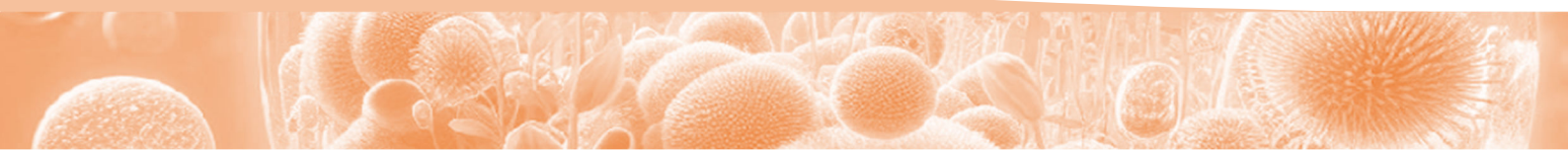
- *Dunaliella salina* ช่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันในหนู
- β -glucan จาก *Euglena gracilis* ช่วยกระตุ้น macrophage และเพิ่มการผลิตของ tumor necrosis factor alpha (TNF- α) และ interleukin-6 (IL-6)
- sPS จาก *Gyrodinium impudicum* ช่วยหนูฟื้นตัวจากการติดเชื้อรุนแรง



Future Applications and Potential

The versatility and bioactivity of microalgae point to diverse opportunities in medical and wellness sectors.

- **Natural Vaccine Adjuvants:** Sulfolipids and sPS from microalgae show promise as safe, effective natural adjuvants for next-generation vaccines, particularly against viral diseases resistant to conventional treatments.
- **Cancer Therapy:** Microalgal compounds could be used to stimulate NK cells and T-cells, enhancing the immune system's ability to selectively target cancer cells while preserving healthy tissue.
- **Personalized Functional Nutrition:** Health-promoting compounds such as EPA, DHA, and astaxanthin can be incorporated into customized supplements tailored to individual genetic and immune profiles.
- **Cosmeceuticals and Anti-Aging Products:** Astaxanthin's potent antioxidant capacity offers promise for both topical and oral skincare applications.
- **Preventive Medicine:** Bioactive microalgal compounds could serve as ingredients in functional foods designed to help prevent diseases such as cardiovascular disorders, diabetes, immunodeficiencies, and chronic inflammation.





V. 004-2568

อนาคตของสาหร่ายขนาดเล็ก

ความหลากหลายในการใช้งานและความสามารถในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของสาหร่ายขนาดเล็ก นำเสนอโอกาสที่หลากหลายในการแพทย์และสุขภาพ

- **สารเสริมประสิทธิภาพวัคซีน:** สาร sulfolipids และ sPS จากสาหร่ายขนาดเล็กสามารถพัฒนาเป็นสารเสริมประสิทธิภาพที่ปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูง สำหรับวัคซีนสมัยใหม่ โดยเฉพาะวัคซีนต้านไวรัสที่ต่อต้านการรักษาแบบเดิม
- **การรักษาเสริม:** สารจากสาหร่ายจะช่วยกระตุ้น NK cells และ T-cells ให้โจมตีเซลล์มะเร็งโดยไม่ทำลายเซลล์ปกติ
- **อาหารสุขภาพเฉพาะบุคคล:** สารสำคัญจากสาหร่าย เช่น EPA/DHA หรือ astaxanthin สามารถนำมาปรับสูตรตามพันธุกรรมและสภาวะภูมิคุ้มกันของแต่ละคน
- **เวชสำอางและผลิตภัณฑ์ชะลอวัย:** astaxanthin ที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสามารถนำมาใช้ทั้งในรูปแบบทาและรับประทานเพื่อชะลอวัยและบำรุงผิว
- **การแพทย์เชิงป้องกัน:** สารจากสาหร่ายสามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมในอาหารฟังก์ชันเพื่อป้องกันโรคต่าง ๆ เช่น โรคหัวใจ เบาหวาน ภูมิคุ้มกันต่ำ หรือการอักเสบเรื้อรัง

Conclusion

While microalgae may be microscopic in size, their potential impact is immense. These photosynthetic microorganisms not only offer a rich source of immunomodulatory and bioactive compounds but also play a vital role in environmental sustainability. Their capacity to capture carbon dioxide and thrive in diverse environments makes them an integral part of climate mitigation strategies. As the world accelerates its transition toward net-zero emissions and sustainable health solutions, microalgae stand out as a dual-benefit solution.

บทสรุป

แม้ว่าสาหร่ายขนาดเล็กจะมีขนาดเล็กมาก แต่ศักยภาพของพวกมันกลับยิ่งใหญ่เกินคาด สิ่งมีชีวิตสังเคราะห์แสงเหล่านี้ไม่เพียงเป็นแหล่งสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและสารเสริมภูมิคุ้มกันที่หลากหลาย แต่ยังมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และเจริญเติบโตได้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย ทำให้สาหร่ายขนาดเล็กเป็นองค์ประกอบสำคัญของกลยุทธ์ลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในขณะที่โลกกำลังก้าวสู่เป้าหมาย Net-Zero และสุขภาพอย่างยั่งยืน สาหร่ายขนาดเล็กจึงมีศักยภาพที่โดดเด่นในฐานะทางเลือกที่ตอบโจทย์ทั้งสองด้านได้พร้อมกัน

Reference

Riccio, G., & Lauritano, C. (2020). *Microalgae with Immunomodulatory Activities*. *Marine Drugs*, 18 (1), 2. <https://doi.org/10.3390/md18010002>

เอกสารอ้างอิง

Riccio, G., & Lauritano, C. (2020). *Microalgae with Immunomodulatory Activities*. *Marine Drugs*, 18 (1), 2. <https://doi.org/10.3390/md18010002>

