# การเพาะเลี้ยง Spirulina sp. ในถังจากโรงงานยาง

พิมพวรรณ ชินสิทธิ์
ศิริกัญ จันทศิลป์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สมด.
QK565.2
W64
2531

# การเพาะเลี้ยง *Spirulina sp.* ในน้ำทิ้งจากโรงงานยาง

พิมพรรณ ตันสกุล[1] และอารักษ์ จันทศิลป์[2]

บทคัดย่อ พิมพรรณ ตันสกุล และอารักษ์ จันทศิลป์ 2531 การเพาะเลี้ยง *Spirulina sp.* ในน้ำทิ้งจากโรงงานยาง ว.ส่งขลานครินทร์

ทดลองเลี้ยง *Spirulina sp.* ในน้ำทิ้งจากโรงงานยาง พบว่า น้ำทิ้งจากโรงงานยางที่ไม่เจือจาง *Spirulina sp.* มีการเติบโตดีที่สุด จากการเติมธาตุอาหารหลักบางตัวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันลงในน้ำทิ้งจากโรงงานยาง พบว่า อัตราการเติบโตของ *Spirulina sp.* สูงสุดเมื่อเติม $NaNO_3$ ความเข้มข้น 2.5 กรัมต่อลิตร ซึ่งสูงกว่าที่เลี้ยงในอาหาร Zarrouk ส่วนการเติม $K_2HPO_4$ และ $K_2SO_4$ พบว่า ไม่จำเป็นและอัตราการเติบโตของ *Spirulina sp.* จะลดลงเมื่อความเข้มข้นของ $K_2HPO_4$ และ $K_2SO_4$ เพิ่มขึ้น นอกจากนั้นเมื่อเติม $NaNO_3$ 2.5 กรัมต่อลิตร และ $K_2HPO_4$ 0.1 กรัมต่อลิตร กับ $NaNO_3$ 2.5 กรัมต่อลิตร และ $K_2SO_4$ 0.5 กรัมต่อลิตรในน้ำทิ้ง พบว่าอัตราการเติบโตของ *Spirulina sp.* ต่ำกว่าที่เลี้ยงในอาหาร Zarrouk มาก

ปีที่
เลขหมู่ QK565.2 .K64 .S81
เลขทะเบียน 025756
13 ส.ย. 2531

---

[1]MSc. (Botany) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ [2]วท.ม. (พืชรูศาสตร์) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

# Cultivation of *Spirulina sp.* in effluent from natural rubber-processing factory

Pimpan Tansakul and Arak Jantasilp.

Abstract. Tansakul, P. and Jantasilp, A. 1988. Cultivation of *Spirulina sp.* in effluent from natural rubber-processing factory. Songklanakarin J. Sci. Technol.

The utilization of effluent discarded from a rubber-processing plant as basic medium for *Spirulina* culture was studied under laboratory conditions. Growth rate of *Spirulina* was highest in undiluted effluent compared to that in concentration of 0, 20 and 60% effluent in distilled water. The requirement for some essential chemical compounds added to the effluent as algal nutrient was also studied. Only $NaNO_3$ was needed in the concentration of 2.5 g/l, whereas the addition of $K_2HPO_4$ and $K_2SO_4$ was unable to promote algal growth and eventually exhibited toxic effect. Two nutrient combinations of $NaNO_3$ (2.5 g/l) + $K_2HPO_4$ (0.1 g/l) and $NaNO_3$ (2.5 g/l) + $K_2SO_4$ (0.5 g/l) mixed in the effluent were tested to determine algal growth, but *Spirulina* growth was poor in both combinations. It is concluded that *Spirulina* was able to exploit effluent from rubber-processing factory as a cheap nutrient source simply supplemented with $NaNO_3$ and showed better growth than in standard Zarrouk medium.

Key words : *Spirulina* cultivation, effluent, rubber factory.

---

Department of Biology, Faculty of Science, Prince of Songkla University. Hat Yai Campus. Thailand.

*Spirulina* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหลายเซลล์ (สุชาติ, 2530) ซึ่งรู้จักกันแพร่หลายในประเทศไทยว่า สาหร่ายเกลียวทอง (สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, 2530) ชนเผ่าพื้นเมืองในประเทศชาด และเม็กซิโกมีการใช้สาหร่ายชนิดนี้เป็นอาหารมาช้านานแล้ว เนื่องจากขึ้นอยู่หนาแน่นตามธรรมชาติ (Nakamura, 1982) สาหร่ายชนิดนี้มีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 60-65 ของน้ำหนักแห้ง (บริษัทสยามแอลจี จำกัด) มีอัตราการเติบโตสูง ทำการเก็บเกี่ยวได้ง่าย เนื่องจากมีขนาดใหญ่เมื่อเทียบกับสาหร่ายเซลล์เดียวอื่น ๆ เช่น *Chlorella* และ *Scenedesmus* จากคุณสมบัติของสาหร่ายเกลียวทองทำให้เกิดการตื่นตัวในหลายประเทศที่จะพัฒนาการเพาะเลี้ยงในระบบอุตสาหกรรม ปัจจุบันได้มีบริษัทญี่ปุ่นมาลงทุนสร้างโรงงานผลิตสาหร่ายเกลียวทองในประเทศไทย เนื่องจากพิจารณาแล้วเห็นว่า มีสภาพภูมิอากาศและปัจจัยต่าง ๆ เหมาะสม แต่ต้นทุนในการผลิตค่อนข้างสูง เพราะต้องให้ธาตุอาหารแก่สาหร่ายในรูปของสารเคมี ดังนั้นถ้านำสาหร่ายเกลียวทองมาเลี้ยงสัตว์จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงตามไปด้วย มีงานวิจัยค้นคว้าที่จะเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองโดยคณะนักวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี ได้ทดลองเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองในบ่อน้ำทิ้งของโรงงานแป้งมันสำปะหลัง เพื่อการใช้ประโยชน์จากน้ำเสียให้เป็นแหล่งผลิตสาหร่ายชนิดนี้ และประโยชน์ในด้านการบำบัดน้ำเสียจากโรงงาน (ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, 2529) สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ (2530) จะทำการค้นคว้าวิจัยเพื่อนำสาหร่ายเกลียวทองไปทดลองเลี้ยงในพื้นที่ดินเค็มในภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยเลี้ยงในบ่อดินที่ปูด้วยแผ่นพลาสติก แล้วให้สารอาหารในรูปของปุ๋ยคอกบ้าน Chaudhari และคณะ (1980) ได้ทดลองเลี้ยง *Spirulina platensis* ในน้ำทิ้งจากบ้านเรือน แล้วเติมธาตุอาหารหลักบางตัว

เนื่องจากทางภาคใต้มีโรงงานยางอยู่เป็นจำนวนมาก จากการศึกษาน้ำที่ปล่อยออกจากโรงงานยาง พบว่ามีไนเตรต 9.88 มก./ลิตร แอมโมเนีย 2.06 มก./ลิตร และฟอสเฟต 2.57 มก./ลิตร (เจษฎา และคุลิต, 2522) การวิจัยครั้งนี้จึงพยายามจะนำน้ำทิ้งจากโรงงานยาง ซึ่งมีสารอาหารต่าง ๆ หลายชนิดมาทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทองเพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนในการผลิตสาหร่ายชนิดนี้ให้เหมาะสมสำหรับนำมาเป็นอาหารสัตว์ นอกจากนี้ยังเป็นการช่วยบำบัดน้ำเสียจากโรงงานยางอีกทางหนึ่งด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมสัตว์เลี้ยง

สัตว์เลี้ยงสำหรับดัดแปลงมาจากต้นแบบของโครงการสำหรับ (IFRPD, 1970-1971) ปรับแต่งภายในตู้ให้มีความเข้ม 3,500 ลักซ์ มีช่วงแสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ให้อากาศโดยใช้เครื่องพ่นอากาศ (air pump) (ภาพที่ 1)

2. การเตรียมน้ำทิ้งจากโรงงานยางและอาหารเหลว Zarrouk

นำน้ำทิ้งจากโรงงานยางไทยปักษ์ใต้ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา มาตั้งทิ้งให้ตกตะกอนนาน ประมาณ 1 ชั่วโมง นำเฉพาะส่วนใสมากรองเอาตะกอนออก น้ำส่วนที่กรองได้นำมาปรับค่าความเป็นกรด-เบส เท่ากับ 8 แล้วนำไปฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งความดันไอที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

อาหารเหลว Zarrouk เตรียมตามวิธีของ Beaker และ Venkataraman (1982)

3. การหาความหนาแน่นเริ่มต้นของ *Spirulina sp.* ที่เหมาะสม

วัดความหนาแน่นของสาหร่ายในรูปของค่า OD (optical density) โดยใช้เครื่องสเปคโตโฟโตมิเตอร์ (Coleman 20A) ที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร และวัดความเป็นกรด-เบส ด้วยมาตรความเป็นกรด-เบส (pH meter 29, Radiometer) ทดลองเลี้ยง *Spirulina* ในอาหารเหลว Zarrouk ในหลอดทดลองความจุ 200 มล. โดยปรับความหนาแน่นเริ่มต้นต่าง ๆ กัน คือ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1.0 เมื่อเลี้ยงครบ 24 ชั่วโมง วัดความหนาแน่นอีกครั้ง เพื่อหาอัตราการเติบโตที่ดีที่สุด และวัดค่าความเป็นกรด-เบส

4. การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำทิ้งจากโรงงานยางต่อการเติบโตของ *Spirulina sp.*

นำน้ำทิ้งที่เตรียมจากขั้นตอนที่ 2 มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นปราศจากเชื้อให้มีระดับความเข้มข้นเป็นร้อยละ 0, 20, 60 และ 100

เลี้ยง *Spirulina* ในน้ำทิ้งที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ดังกล่าวโดยใช้เชื้อ *Spirulina* ที่เลี้ยงในอาหาร Zarrouk ปรับความหนาแน่นของ *Spirulina* ($OD_{560}$) เป็น 0.6 ปริมาตร 200 มล. วัดอัตราการเติบโตของ *Spirulina* ($OD_{560}$) วัดค่าความเป็นกรด-เบส แล้วปรับความหนาแน่นของสาหร่ายให้มีค่า $OD_{560}$ เป็น 0.6 (ผลจากการทดลองในขั้นตอนที่ 3) ทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 วัน

5. การหาปริมาณที่เหมาะสมของ $NaNO_3$ ที่เติมลงในน้ำทิ้งจากโรงงานยาง

เลี้ยง *Spirulina* ในอาหาร Zarrouk เป็นเวลาประมาณ 5-7 วัน แล้วนำสาหร่ายมากรองด้วยผ้ากรองขนาดตา 32 ไมโครมิเตอร์ ล้างสาหร่ายด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากเชื้อหลาย ๆ ครั้งเพื่อให้สารเคมีที่ติดมาจากอาหาร Zarrouk ถูกชะล้างออกไป นำสาหร่ายที่ผ่านการกรองใส่ในบีกเกอร์ที่มีน้ำกลั่นปราศจากเชื้อประมาณ 150 มล.

นำเชื้อสาหร่ายที่เตรียมเรียบร้อยแล้วไปเลี้ยงในน้ำทิ้ง ระดับความเข้มข้นที่สาหร่ายเจริญเติบโตดีที่สุด (ผลจากการทดลองขั้นตอนที่ 4) ซึ่งเติม $NaNO_3$ ความเข้มข้น 0, 0.5 , 1.5 และ 2.5 กรัมต่อลิตร ปริมาตร 200 มล. ปรับความหนาแน่น *Spirulina* เริ่มต้นเป็น OD 0.6 ทุกหลอด

วัดอัตราการเจริญเติบโต วัดค่าความเป็นกรด-เบสและปรับความหนาแน่นของสาหร่ายให้มีค่า 0.6 ทุก 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 วัน

6. การหาปริมาณที่เหมาะสมของ $K_2HPO_4$ ที่เติมลงในน้ำทิ้งจากโรงงานยาง

ทำการทดลองเหมือนขั้นตอนที่ 5 แต่เติมธาตุ $K_2HPO_4$ ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 กรัมต่อลิตร แทน $NaNO_3$

7. การหาปริมาณที่เหมาะสมของ $K_2SO_4$ ที่เติมลงในน้ำทิ้งจากโรงงาน

ทำการทดลองเหมือนขั้นตอนที่ 5 แต่เติม $K_2SO_4$ ความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1 กรัมต่อลิตร แทน $NaNO_3$

8. การศึกษาอัตราการเติบโตของ *Spirulina sp.* ในน้ำทิ้งจากโรงงานยางที่เติม $NaNO_3$ และ$K_2HPO_4$ กับ $NaNO_3$ และ $K_2SO_4$

การศึกษาขั้นตอนนี้เป็นการนำผลจากขั้นตอนที่ 5, 6 และ 7 ที่ให้ผลดีที่สุดมาศึกษาต่อ การทดลองทำเหมือนขั้นตอนที่ 6 แต่เติม $NaNO_3$ ความเข้มข้น 2.5 กรัมต่อลิตร และ $K_2HPO_4$ 0.1 กรัมต่อลิตร กับ $NaNO_3$ 2.5 กรัมต่อลิตร และ $K_2SO_4$ 0.5 กรัมต่อลิตร

9. การหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่น (OD) กับน้ำหนักแห้งของ *Spirulina*

นำ *Spirulina* ที่เลี้ยงในอาหาร Zarrouk มาปรับความหนาแน่นเป็น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1.0 แล้วนำสาหร่ายในแต่ละความหนาแน่นไปหาน้ำหนักแห้งโดยอบที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับน้ำหนักแห้งของสาหร่าย

Central Library
Prince of Songkhla University

ผลการทดลอง

1. การหาความหนาแน่นเริ่มต้นของ *Spirulina sp.* ที่เหมาะสม

อัตราการเติบโตของ *Spirulina* ต่อวันที่เลี้ยงในอาหาร Zarrouk โดยปรับความหนาแน่นเริ่มต้นของสาหร่ายเป็น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 และ 1.0 พบว่าที่ความหนาแน่นเริ่มต้นต่ำ อัตราการเติบโตของสาหร่ายจะต่ำและอัตราการเติบโตจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มความหนาแน่นเริ่มต้นถึง 0.6 หลังจากนั้นอัตราการเติบโตจะเริ่มลดลงที่ความหนาแน่นเริ่มต้น 0.6 พบว่า อัตราการเติบโตเท่ากับ 0.53 ดังนั้นในการทดลองขั้นตอนต่อไป จึงใช้ความหนาแน่นเริ่มต้นของ *Spirulina* ที่ $OD_{560}$ เท่ากับ 0.6 ค่าความเป็นกรด-เบส ค่อนข้างจะคงที่ตลอดการทดลอง (ภาพที่ 2)

2. การหาความเจือจางที่เหมาะสมของน้ำทิ้งจากโรงงานยางต่อการเติบโตของ *Spirulina sp.*

จากการเลี้ยง *Spirulina* ในน้ำทิ้งที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0, 20, 60 และ 100 โดยให้ความหนาแน่นสาหร่ายเริ่มต้น 0.6 พบว่าอัตราการเติบโตของ *Spirulina* สูงขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของน้ำทิ้งจากโรงงานยาง โดยที่*Spirulina* ที่เลี้ยงในน้ำทิ้งไม่เจือจาง มีอัตราการเติบโตสูงสุด ซึ่งวัดค่า OD ได้เท่ากับ 1.003 (500 มก./ลิตร) ดังนั้นการทดลองขั้นตอนต่อไปจะใช้น้ำทิ้งจากโรงงานยางที่ไม่เจือจาง ค่าความเป็นกรด-เบสของ *Spirulina* ที่เลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานยางมีค่าสูงสุดเท่ากับ 10.27 และพบว่าค่าความเป็นกรด-เบส จะสูงขึ้นเมื่ออัตราการเติบโตของ *Spirulina* เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 3)

3. การหาปริมาณที่เหมาะสมของ $NaNO_3$ ที่เติมลงในน้ำทิ้งจากโรงงานยาง

จากการทดลองเลี้ยง *Spirulina* ในน้ำทิ้งซึ่งเติม $NaNO_3$ ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.5 และ 2.5 กรัมต่อลิตร พบว่า เมื่อความเข้มข้นของ $NaNO_3$ เพิ่มขึ้น อัตราการเติบโตของ*Spirulina* จะเพิ่มขึ้นด้วย ที่ความเข้มข้นของ $NaNO_3$ 2.5 กรัมต่อลิตร อัตราการเติบโตของ *Spirulina* เฉลี่ยต่อวันสูงสุดเท่ากับ 1.188 (600 มก./ลิตร) ซึ่งสูงกว่า *Spirulina* ที่เลี้ยงในอาหาร Zarrouk ส่วนค่าความเป็นกรด-เบสจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการเติบโตของ *Spirulina* เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4)

4. การหาปริมาณที่เหมาะสมของ $K_2HPO_4$ ที่เติมลงในน้ำทิ้งจากโรงงานยาง

จากการทดลองเลี้ยง *Spirulina* ในน้ำทิ้งจากโรงงานยาง เติม $K_2HPO_4$ ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 กรัมต่อลิตร พบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ $K_2HPO_4$ อัตราการเติบโตจะลดลง นอกจากนั้นยังพบว่า อัตราการเติบโตของ *Spirulina* ที่เลี้ยงใน $K_2HPO_4$ ทุกความเข้มข้น

ต่ำกว่าในอาหาร Zarrouk ค่าความเป็นกรด-เบส จะลดลงเมื่ออัตราการเติบโตของ *Spirulina* ลดลง *Spirulina* ที่เลี้ยงใน $K_2HPO_4$ ทุกความเข้มข้นมีค่าความเป็นกรด-เบสต่ำกว่าที่เลี้ยงในอาหาร Zarrouk มาก (ภาพที่ 5)

5. การหาปริมาณที่เหมาะสมของ $K_2SO_4$ ที่เติมลงในน้ำทิ้งจากโรงงานยาง

อัตราการเติบโตของ *Spirulina* ที่เลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานยาง เติม $K_2SO_4$ ความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1 กรัมต่อลิตร พบว่ามีอัตราการเติบโตต่ำกว่าที่เลี้ยงโดยไม่เติม $K_2SO_4$ และในวันที่ 2 ของการทดลอง ไม่สามารถนำมาปรับค่าความหนาแน่นของสาหร่ายเริ่มต้นได้ ดังนั้นจึงหยุดการทดลอง (ตารางที่ 1)

6. การศึกษาอัตราการเติบโตของ *Spirulina sp.* ในน้ำทิ้งจากโรงงานยางที่เติม $NaNO_3$ และ $K_2HPO_4$ กับ $NaNO_3$ และ $K_2SO_4$

อัตราการเติบโตของ *Spirulina* ที่เลี้ยงในน้ำทิ้งเติม $NaNO_3$ 2.5 กรัมต่อลิตรและ $K_2HPO_4$ 0.1 กรัมต่อลิตร กับน้ำทิ้งที่เติม $NaNO_3$ 2.5 กรัมต่อลิตร และ $K_2SO_4$ 0.5 กรัมต่อลิตร พบว่า *Spirulina* ที่เลี้ยงโดยเติม $NaNO_3$ และ $K_2HPO_4$ มีอัตราการเติบโตสูงกว่าที่เลี้ยงโดยเติม $NaNO_3$ และ $K_2SO_4$ นอกจากนั้นยังพบว่า *Spirulina* ที่เลี้ยงในอาหารทั้งสองสูตร มีอัตราการเติบโตต่ำกว่าที่เลี้ยงในอาหาร Zarrouk ในวันที่ 3 ของการทดลอง *Spirulina* ที่เลี้ยงในน้ำทิ้งเติม $NaNO_3$ และ $K_2SO_4$ มีอัตราการเติบโตต่ำมากจนไม่สามารถปรับความหนาแน่นเริ่มต้นใหม่ได้ (ตารางที่ 2)

สรุปและวิจารณ์

*Spirulina sp.* ซึ่งเลี้ยงในน้ำทิ้งจากโรงงานยางที่ไม่เจือจาง มีอัตราการเติบโตสูงกว่าที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0, 20 และ 60 จากการเพิ่มธาตุอาหารหลักบางตัวที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ลงในน้ำทิ้งไม่เจือจาง เพื่อเพิ่มอัตราการเติบโตของ *Spirulina* พบว่า $NaNO_3$ ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุดคือ 2.5 กรัมต่อลิตร ช่วยให้อัตราการเติบโตของ *Spirulina* เพิ่มสูงขึ้นและสูงกว่าที่เลี้ยงในอาหาร Zarrouk เล็กน้อย ผลการทดลองนี้ลอดคล้องกับการทดลองของ Chaudhari และคณะ (1980) ซึ่งทดลองเลี้ยง *Spirulina platensis* ในน้ำทิ้งจากบ้านเรือนที่ไม่เจือจาง โดยเติม $NaNO_3$ ความเข้มข้น 2,4,6 และ 8 กรัมต่อลิตร พบว่าการเติบโตของ

*S. platensis* สูงขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ $NaNO_3$ เช่นเดียวกับการเลี้ยง *Spirulina* ในอาหารเตรียมจากดินเหนียวร้อยละ 80 พบว่า มีการเติบโตดีเมื่อเติม $NaNO_3$ ในปริมาณสูงสุด คือ 3.5 กรัมต่อลิตรและมีแนวโน้มจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ $NaNO_3$ เพิ่มขึ้น (อำนาจ, 2530)

ในการทดลองครั้งนี้ไม่ได้เติม $NaHCO_3$ ซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนสำหรับ *Spirulina* ดังนั้นถ้าเติม $NaHCO_3$ ลงในอาหารเลี้ยงในปริมาณที่พอเหมาะอาจช่วยให้ *Spirulina* มีอัตราการเติบโตดียิ่งขึ้น (Nakamura, 1982)

อัตราการเติบโตของ *Spirulina* ในน้ำทิ้งจากโรงงานยางที่เติม $K_2HPO_4$ ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.3 และ 0.5 กรัมต่อลิตร พบว่า อัตราการเติบโตลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ $K_2HPO_4$ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้ อาจเป็นเพราะค่าความเป็นกรด-เบส ซึ่งต่ำมากเมื่อเทียบกับที่เลี้ยงในอาหาร Zarrouk และ *Spirulina* ต้องการสภาพที่มีความเป็นกรด-เบสค่อนข้างสูง (Nakamura, 1982) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองของอำนาจ (2530) ซึ่งเลี้ยง *Spirulina* ในอาหารเตรียมจากดินโดยเติม$K_2HPO_4$ 0, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 และ 0.8 กรัมต่อลิตร ปรากฏว่าทุกความเข้มข้นให้ผลไม่แตกต่างกัน ส่วนการเลี้ยง *Spirulina* ในน้ำทิ้งจากโรงงานยางเติม $K_2SO_4$ ความเข้มข้น 0, 0.5 และ 1 กรัมต่อลิตร พบว่ามีอัตราการเติบโตต่ำมากจนไม่สามารถปรับค่าความหนาแน่นเริ่มต้นได้อาจเป็นเพราะว่าในน้ำทิ้งมีปริมาณ $K_2SO_4$ เพียงพออยู่แล้ว เมื่อเติม $K_2SO_4$ ลงไปอาจจะเป็นพิษต่อสาหร่าย จากการทดลองของ Chaudhari และคณะ (1980) เลี้ยง *S. platensis* ในน้ำทิ้งจากบ้านเรือนและอำนาจ (2530) ซึ่งเลี้ยง *Spirulina* ในอาหารเตรียมจากดิน พบว่าต้องเติม $K_2SO_4$ เพียงเล็กน้อยเท่านั้น คือ 0.1 และ 0.2 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ

จากการทดลองเลี้ยง *Spirulina* ในน้ำทิ้ง 2 สูตร คือ เติม $NaNO_3$ 2.5 กรัมต่อลิตร และ $K_2HPO_4$ 0.1 กรัมต่อลิตร กับ $NaNO_3$ 2.5 กรัมต่อลิตร และ $K_2SO_4$ 0.5 กรัมต่อลิตร พบว่าอัตราการเติบโตต่ำมากทั้ง 2 สูตรอาจเนื่องมาจากในน้ำทิ้งจากโรงงานยางมี $K_2HPO_4$ และ $K_2SO_4$ ในปริมาณเพียงพออยู่แล้ว ดังนั้นเมื่อเติมลงไปอาจจะไปยับยั้งการเติบโตของ *Spirulina* ซึ่งจากการทดลองเลี้ยง *Spirulina* ในน้ำทิ้งซึ่งเติม $NaNO_3$ เพียงชนิดเดียวจะให้ผลดีกว่าเมื่อเติม $K_2HPO_4$ หรือ $K_2SO_4$ ลงไปด้วย

จากผลการทดลองควรจะมีการศึกษาต่อโดยเพิ่มปริมาณ $NaHCO_3$ ซึ่งเป็นแหล่งคาร์บอนลงไปในน้ำทิ้งจากโรงงานยาง และควรวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักบางตัวในน้ำทิ้ง เนื่องจากทางภาคใต้มีโรงงานยางอยู่เป็นจำนวนมาก น่าจะมีการเพาะเลี้ยง *Spirulina* หรือสาหร่ายเซลล์เดียวชนิดอื่นที่มีปริมาณโปรตีนสูง (เพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารเสริมสำหรับสัตว์) ในน้ำทิ้งจากโรงงานยางในระบบเปิดโดยเติมธาตุอาหารอย่างแคลนลงไป ซึ่งนอกจากจะนำน้ำทิ้งมาใช้ประโยชน์อันจะเป็นการลดต้นทุนในการผลิตอาหารสัตว์แล้วยังช่วยกำจัดน้ำเสียอีกทางหนึ่งด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

บริษัทสยามแอลจี จำกัด (ม.ป.พ.) เอกสารแนะนำของบริษัทสยามแอลจี จำกัด

เพชฎาและดุสิต 2522 การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งและการออกแบบระบบกำจัดน้ำทิ้งของโรงงานยาง รายงานวิชาโครงงานทางวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ 2529 ข่าวธุรกิจ เทคโนโลยีชีวภาพ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน ฉบับที่ 5 หน้า 2-3

สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ 2530 สาหร่ายเกลียวทอง กรมประมง (แผ่นปลิว)

สุชาติ องธรรมจิตร์ 2530 สาหร่ายเกลียวทอง (สไปรูลินา) วารสารการประมง 39(6) : 615-622

อำนาจ ศิริเพชร 2530 การเลี้ยง *Spirulina* ในอาหารที่เตรียมจากดิน รายงานวิชาปัญหาพิเศษ ภาควิชาวารีชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

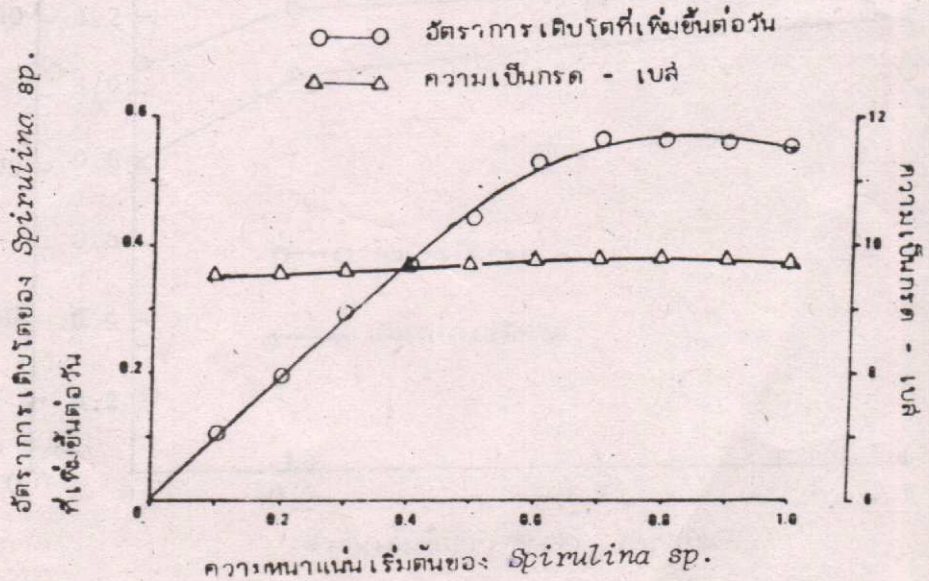
Becker, E.W. and L.V. Venkataraman. 1982. Biotechnology and exploitation of algae. The Indian Approach, Eschborn.

Chaudhari, P.R., K.P. Krinshnamoorthi and M. Vittal Rao. 1980. Growth potential of *Spirulina*, a blue green algae in sewage. Proc. Indian Acad. Sci. (Plant Sci.). 89(3) : 203-211.

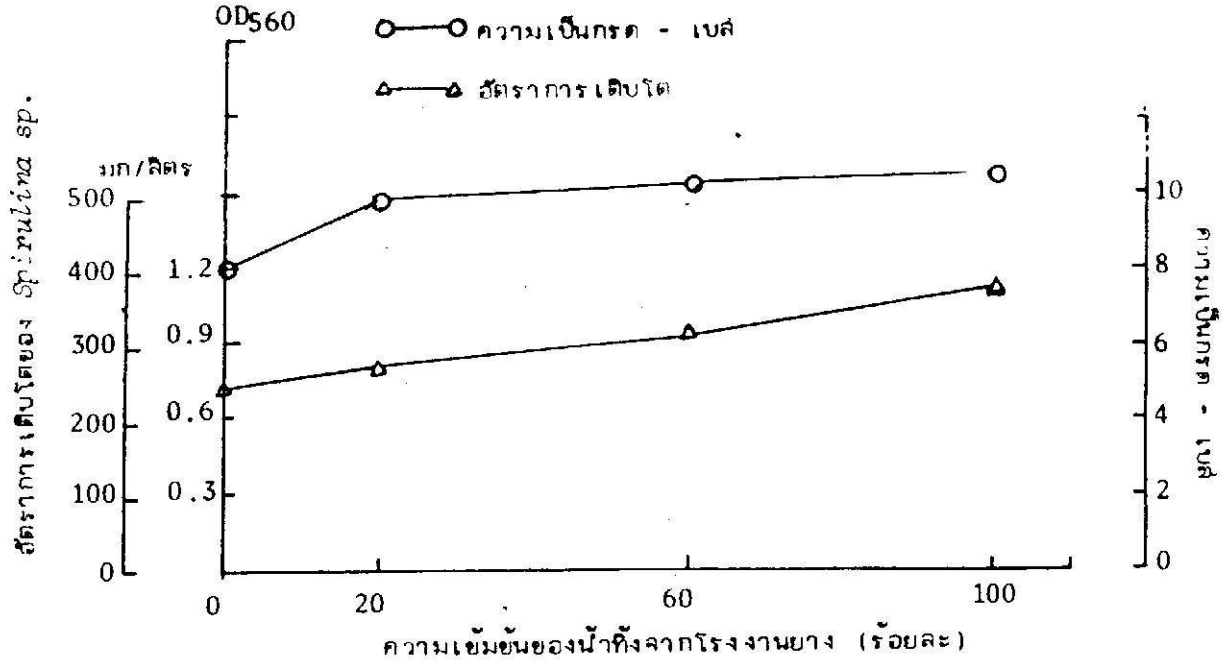
Institute of Food Research and Product Development. 1970-1971. Algae Project. Kasetsart University, Bangkok.

Nakamura, H. 1982. *Spirulina* : Food for hungry world. University of the Trees Press, Boulder Creek, California.

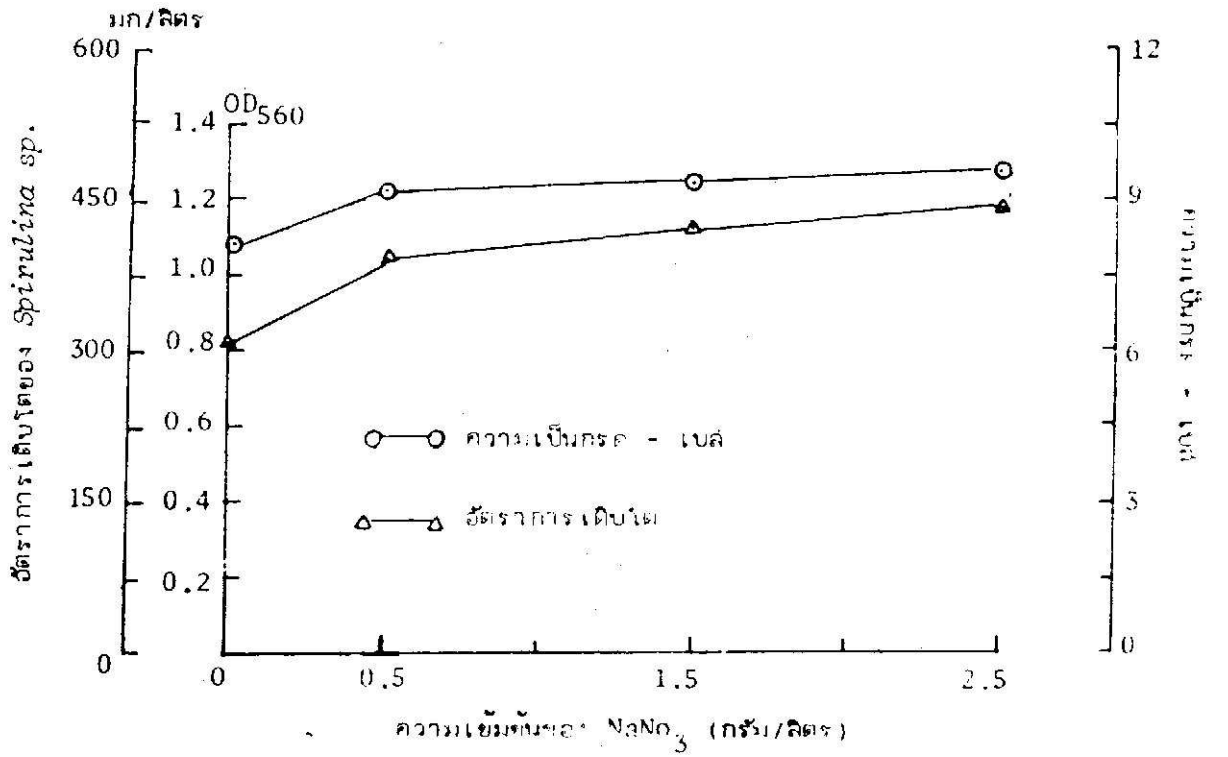
ภาพที่ 1 ตู้เลี้ยงสาหร่ายพร้อมอุปกรณ์



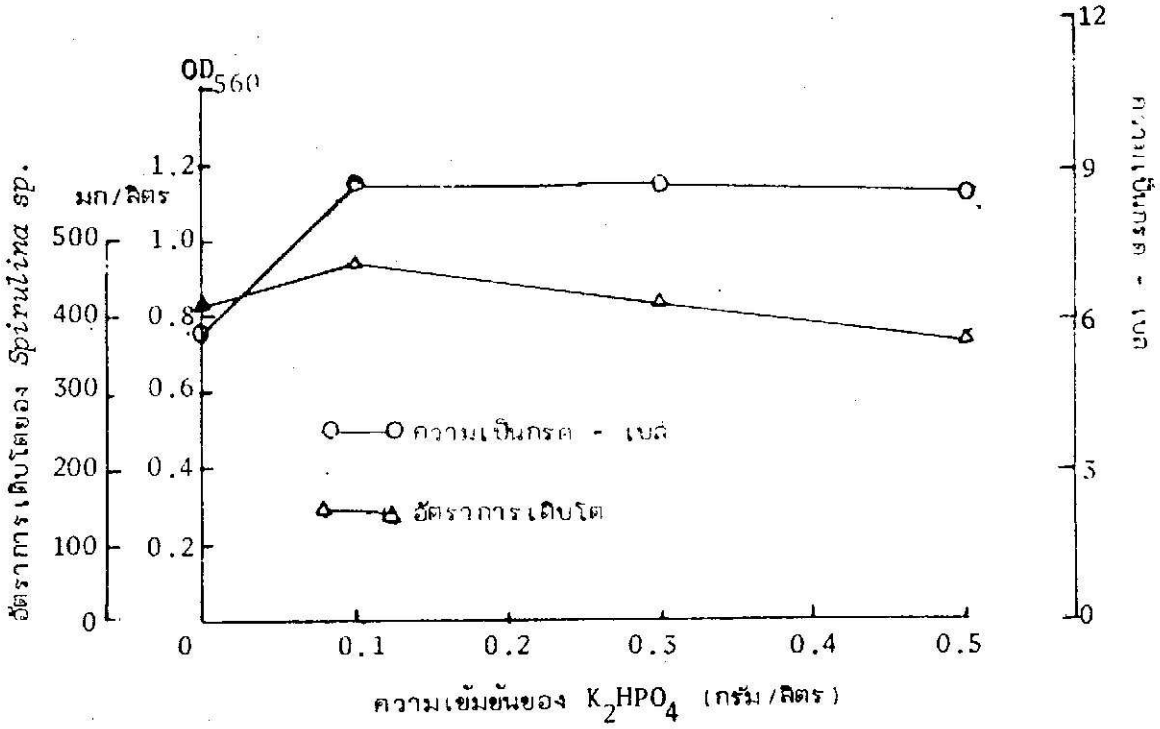

ภาพที่ 2 อัตราการเติบโตที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (increasing OD/day) ของ *Spirulina sp.* ที่ความหนาแน่นเริ่มต้น (initial OD)ต่างๆ




ภาพที่ 3 อัตราการเติบโตของ *Spirulina sp.* และค่าความเป็นกรด - เบส ในน้ำทิ้งจากโรงงานยางความเข้มข้นต่างๆ




ภาพที่ 4 อัตราการเติบโตของ *Spirulina sp.* และค่าความเป็นกรด - เบสในน้ำทิ้งจากโรงงานยางเติม $NaNO_3$




ภาพที่ 5 อัตราการเติบโตของ *Spirulina sp.* และค่าความเป็นกรด - เบส ในน้ำทิ้งจากโรงงานยางเติม $K_2HPO_4$

ตารางที่ 1 อัตราการเติบโตของ *Spirulina sp.* ในน้ำทิ้งจากโรงงานยางที่เติม $K_2SO_4$ 1 และ 0.5 กรัม/ลิตร

| วันที่ | อัตราการเติบโต (OD/วัน) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ความเข้มข้นของ $K_2SO_4$ (กรัม/ลิตร) | | | |
| | 0 | 0.5 | 1 | Zarrouk |
| 1 | 0.86 | 0.68 | 0.70 | 1.10 |
| 2 | 0.88 | 0.58* | 0.58* | 1.12 |
| เฉลี่ย | 0.87 | 0.63 | 0.64 | 1.11 |

* ไม่สามารถปรับค่า OD เป็น 0.6

ตารางที่ 2 อัตราการเติบโตของ *Spirulina sp.* ในน้ำทิ้งจากโรงงานยางที่เติม $NaNO_3$ 2.5 กรัมต่อลิตร และ $K_2HPO_4$ 0.1 กรัมต่อลิตร กับน้ำทิ้งที่เติม $NaNO_3$ 2.5 กรัมต่อลิตร และ $K_2SO_4$ 0.5 กรัมต่อลิตร

| วันที่ | อัตราการเติบโต (OD/วัน) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0 | $NaNO_3+K_2HPO_4$ | $NaNO_3+K_2SO_4$ | Zarrouk |
| 1 | 0.85 | 0.97 | 0.94 | 1.11 |
| 2 | 0.83 | 0.92 | 0.84 | 1.02 |
| 3 | 0.75 | 0.78 | 0.65* | 1.12 |
| 4 | 0.75 | 0.79 | - | 1.10 |
| 5 | 0.74 | 0.79 | - | 1.0 |
| เฉลี่ย | 0.784 | 0.85 | - | 1.07 |

* ไม่สามารถปรับค่า OD เป็น 0.6