การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่าย *Spirulina platensis* ในอาหาร Zarrouk และในน้ำเสียจากบ่อกุ้งที่มีระดับความเข้มข้นของโซเดียมไบคาร์บอเนตต่างกัน

The Growth Study of *Spirulina platensis* in Zarrouk medium Compare to the Growth of *Spirulina platensis* in Wastewater From Shrimp Farming which Containing Different Concentrations of Sodiumbicarbonate

กรภัทร พึ่งฤทธิ์[1] และ**ศิริลักษณ์ เอี่ยมธรรม**[1]

Koraphat Puengrit[1] and Siriluck Iamtham[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของสาหร่าย *S. platensis* ในน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีความเข้มข้นของ $NaHCO_3$ ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน เปรียบเทียบกับสูตรอาหาร Zarrouk โดยทำการเจือจางน้ำเสียที่ความเข้มข้น 0 10 20 40 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทุกความเข้มข้นเติมด้วย $NaHCO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 20 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหาร Zarrouk ใช้ปริมาตรเซลล์สาหร่ายเริ่มต้น 20 มิลลิลิตร วัดการเจริญของสาหร่ายโดยการนับจำนวนเซลล์ทุกวัน เป็นเวลา 30 วัน พบว่า ในน้ำเสียที่ไม่ได้ทำการเจือจาง (100%) ที่เติมด้วย $NaHCO_3$ 60 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญได้ดีที่สุด โดยมีจำนวนเซลล์สูงสุด 18.1 x 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และทำการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย *S. platensis* ในความเข้มข้นของน้ำเสียที่มีการเจริญของสาหร่ายสูงสุด เติมด้วย $NaNO_3$ และ K_2HPO_4 ปริมาณ 1.5 และ 0.5 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในสภาพธรรมชาติและให้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน พบว่า ในน้ำเสียที่เติมด้วย $NaHCO_3$ 60 เปอร์เซ็นต์ $NaNO_3$ และ K_2HPO_4 มีการเจริญได้ดีที่สุด โดยมีจำนวนเซลล์สูงสุด 29.1 x 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการเจริญของสาหร่ายในอาหาร Zarrouk ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ การเพาะเลี้ยงสาหร่ายในน้ำเสีย และน้ำเสียผสมกับอาหาร Zarrouk (1:1) เปรียบเทียบกับสูตรอาหาร Zarrouk พบว่าในน้ำเสียผสมกับอาหาร Zarrouk (1:1) มีการเจริญได้ดีที่สุด โดยมีจำนวนเซลล์สูงสุด 27.6 x 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการเจริญของสาหร่ายในอาหาร Zarrouk ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทำการตรวจคุณภาพน้ำเสียหลังการทดลองพบว่า ค่า BOD_5 และปริมาณโลหะหนัก ลดลง

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าสาหร่าย *S. platensis* สามารถเจริญได้ในน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง ทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการผลิตสาหร่ายในระดับอุตสาหกรรมและยังมีผลพลอยได้ คือการช่วยบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงกุ้งก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

คำสำคัญ : สาหร่ายสไปรูลิน่า น้ำเสีย บ่อเลี้ยงกุ้ง โซเดียมไบคาร์บอเนต

ABSTRACT

The study was aimed to compare the growth of *Spirulina platensis* in wastewater from prawn farming with different concentrations of $NaHCO_3$ and the growth of *S. platensis* in Zarrouk medium.

[1] สายวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

Department of Science, Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

The different concentrations 0, 10, 20, 40, 80 and 100% of wastewater were diluted with fresh water, all treatments were added with 20, 40 and 60% $NaHCO_3$ of Zarrouk medium. The 20 ml of *S. platensis* innoculum were applied to all treatments with 3 duplication. The growth of the algae was determined by direct cell count within 30 days cultured, by one day interval. The algae culture in 100% wastewater, 60% $NaHCO_3$ showed the highest cell count, that was 18.1 x 10^4 cells/ml. To increase the growth of algae to maximum level, $NaNO_3$ and K_2HPO_4 were added at 1.5 and 0.5 g/l in the culture medium respectively with sunlight or fluorescent light source for 16 hours per day. The result showed that the wastewater supplement with 60% $NaHCO_3$, $NaNO_3$ and K_2HPO_4 gave the highest yield, that was 29.1 x 10^4 cells/ml, which was statistically significant difference at the level of 0.05 comparing to the algae growth in Zarrouk medium. Finally, the 3 conditions of the last experiment were established. These included, wastewater only, wastewater with Zarrouk medium at ratio 1:1 and Zarrouk medium. The treatment which was wastewater with Zarrouk medium at ratio1:1 showed the highest cell count of 27.6 x 10^4 cells/ml, which was also statistically significant difference at the level of 0.05 comparing to the algae growth in Zarrouk medium alone. In addition, we also found that BOD_5 value and the level of heavy metal were reduced after the cultivation of the *S. platensis* in wastewater from prawn farming for 30 days.

In conclusion, the use of wastewater from prawn farming would reduce the cost of production in the industrial scale as well as solving pollution problems.

Keywords : *Spirulina platensis*, wastewater, prawn farming, Sodiumbicarbonate

E-mail : **faassli@ku.ac.th**

คำนำ

สาหร่าย *Spirulina platensis* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เนื่องจากประกอบไปด้วยโปรตีนสูงถึง 50 – 70% ของน้ำหนักแห้ง อุดมไปด้วยวิตามินและเกลือแร่ที่สำคัญต่อร่างกายหลายชนิด และยังมีไฟโคไซยานิน (phycocyanin) ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จึงทำให้สาหร่ายสไปรูลิน่าเป็นที่นิยมในการรับประทานเป็นอาหารเสริมสุขภาพ รวมทั้งนำไปใช้เป็นอาหารในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น ปลา และหอยชนิดต่างๆ ในการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *S. platensis* ถึงแม้ว่าจะมีวิธีการที่ไม่ซับซ้อนมากนัก แต่ก็มีต้นทุนในการผลิตที่ค่อนข้างสูง เนื่องจากอาหารที่นำมาเพาะเลี้ยงในปัจจุบันต้องใช้สารเคมีหลายชนิด เช่น โซเดียมไบคาร์บอเนต ซึ่งมีการใช้ในปริมาณมากและมีราคาค่อนข้างแพง (Becker and Venkataraman, 1982) ดังนั้นในระยะเวลาที่ผ่านมาจึงมีการพยายามที่จะพัฒนาการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *S. platensis* โดยการใช้แหล่งอาหารอื่นๆ ในการเพาะเลี้ยง รวมทั้งการนำน้ำเสียจากแหล่งต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่มีปริมาณสารอาหารจำพวกไนเตรทและฟอสเฟตที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพวกสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชทดแทนสารเคมีบางชนิด เพื่อเป็นแนวทางในการคงคุณค่าทางโภชนาการของสาหร่าย *S. platensis* และสามารถลดต้นทุนในการผลิตสาหร่าย *S. platensis* ได้ ทั้งยังเป็นการช่วยบำบัดน้ำเสียให้ดีขึ้นก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงสาหร่าย

การทดลองที่ 1

1.1 นำน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งมาทำการเจือจางน้ำเสียที่ความเข้มข้น 0 10 20 40 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทุกความเข้มข้นเติมด้วย $NaHCO_3$ ที่ระดับความเข้มข้น 20 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหาร Zarrouk

1.2 นำความเข้มข้นของน้ำเสียที่สาหร่ายเจริญได้ดีที่สุดในการทดลองย่อยที่ 1 เติมด้วย $NaNO_3$ และ K_2HPO_4 ปริมาณ 1.5 และ 0.5 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ เพาะเลี้ยงในสภาพธรรมชาติและให้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน

การทดลองที่ 2 ใช้น้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ และน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งกับอาหาร Zarrouk ในอัตราส่วน 1 : 1 เปรียบเทียบกับสูตรอาหาร Zarrouk

จากนั้นทำการปรับค่าความเป็นกรด – ด่าง ของอาหารให้อยู่ระหว่าง 10 ± 1 ด้วย 6 N NaOH

2. การเตรียมเชื้อตั้งต้น

การเตรียมเชื้อสาหร่ายที่จะใช้เป็นเชื้อตั้งต้นสำหรับเพาะเลี้ยง นำสาหร่าย *S. platensis* ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Zarrouk จนมีความหนาแน่นของเซลล์เท่ากับ 1.0 (OD_{560}) กรองด้วยผ้ากรองแพลงก์ตอน ล้างด้วยน้ำกลั่น เพื่อให้อาหารที่ติดมาถูกชะล้างออกไป ชั่งสาหร่ายสด 30 กรัม เติมน้ำให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร ดูดสาหร่าย 200 มิลลิลิตรลงในอาหารที่เตรียมไว้ใน ข้อ 1

3. การวัดการเจริญเติบโตของสาหร่าย

นับจำนวนเซลล์สาหร่าย โดยนำสไลด์ Hemacytometer 1 อัน จะมีตารางสี่เหลี่ยมเล็กๆ 2 ตาราง อยู่พื้นที่ตรงกลางสไลด์ โดยหยดตัวอย่างสาหร่ายที่ต้องการนับจำนวนลงไป 1 หยด ในช่องใส่ตัวอย่างของสไลด์ Hemacytometer ที่มีกระจกปิดสไลด์ปิดอยู่ วางสไลด์ Hemacytometer ทิ้งไว้ 1 นาที ให้สาหร่ายจมลงสู่พื้นสไลด์ นำไปส่องดูผ่านกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า โดยนับทุกเซลล์สาหร่ายที่ปรากฏบนตารางนับจำนวนทั้ง 2 ตาราง แล้วหาค่าเฉลี่ยของจำนวนเซลล์ที่นับได้

4. การวัดคุณภาพน้ำ

นำน้ำเสียที่เตรียมเป็นอาหารเพาะเลี้ยงสาหร่ายในการทดลองที่ 2 มาวัดคุณภาพน้ำทั้งก่อนและหลังการเพาะเลี้ยงสาหร่ายโดยมีตัวชี้วัดดังนี้

1. ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD_5) โดยใช้เครื่อง DO meter ของ Hach รุ่น Sension 6

2. ปริมาณแอมโมเนีย ด้วยเครื่อง DR-2000 ของ HACH

3. ปริมาณไนเตรท ด้วยเครื่อง DR-2000 ของ HACH

4. ปริมาณฟอสเฟต ด้วยเครื่อง DR-2000 ของ HACH

5. ปริมาณโลหะหนัก คือ สังกะสี, ทองแดง และตะกั่ว โดยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรเมทรี (Atomic Absorption Spectrometry, AAS)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการนับจำนวนเซลล์สาหร่าย *S. platensis*

ในการทดลองที่ 1.1 โดยทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย *S. platensis* ในน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่เจือจางด้วยระดับความเข้มข้น 0 10 20 40 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแต่ละความเข้มข้นจะเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณ 20 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหาร Zarrouk เป็นเวลา 30 วัน และตรวจนับจำนวนเซลล์สาหร่าย *S. platensis* แสดงไว้ดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนเซลล์เจริญสูงสุดในแต่ละสูตรอาหาร

อาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง		จำนวนเซลล์ที่เจริญสูงสุด x 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร
ความเข้มข้นของน้ำเสีย	ความเข้มข้นของโซเดียมไบคาร์บอเนต	
0%	20%	3.50 ± 0.28^{a}
	40%	5.66 ± 0.33^{b}
	60%	7.33 ± 0.16^{c}
10%	20%	8.50 ± 0.00^{d}
	40%	10.16 ± 0.16^{e}
	60%	10.66 ± 0.16^{e}
20%	20%	10.33 ± 0.33^{e}
	40%	12.16 ± 0.16^{fg}
	60%	12.33 ± 0.16^{g}
40%	20%	11.50 ± 0.28^{f}
	40%	12.16 ± 0.16^{fg}
	60%	13.16 ± 0.16^{h}
80%	20%	13.66 ± 0.16^{h}
	40%	14.83 ± 0.44^{i}
	60%	16.33 ± 0.33^{j}
100%	20%	15.50 ± 0.28^{i}
	40%	17.16 ± 0.16^{k}
	60%	18.16 ± 0.16^{l}
อาหาร Zarrouk		21.33 ± 0.16^{m}

* ตัวอักษรที่กำกับไว้เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan Multiple Range Test

ในการทดลองที่ 1.2 ทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายในน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่ทำการเติมโซเดียมไนเตรท ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ในปริมาณครึ่งหนึ่งของสูตรอาหาร Zarrouk และโซเดียมไบคาร์บอเนต 20 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหาร Zarrouk เพาะเลี้ยงในสภาพธรรมชาติ และให้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน จากการตรวจนับจำนวนเซลล์ เป็นเวลา 30 วัน แสดงไว้ดัง ตารางที่ 2 ซึ่งพบว่าสาหร่ายสไปรูลิน่าเจริญได้ดีที่สุดในน้ำเสีย 100 เปอร์เซ็นต์ที่เติมด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต 60 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมไนเตรท และไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟตในปริมาณครึ่งหนึ่งของสูตรอาหาร Zarrouk คือมีจำนวนเซลล์ที่เจริญสูงสุด เมื่อให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน เท่ากับ 29.16 ± 0.44 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Feng และ Wu (2006) ที่ได้ทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่าใน human urine พบว่าสาหร่ายเจริญได้ดีกว่าในอาหาร Zarrouk และจากผลการทดลองพบว่าสาหร่ายที่ทำการเพาะเลี้ยงโดยให้แสงฟลูออเรสเซนต์สามารถเจริญได้ดีกว่าสาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในสภาพธรรมชาติ เนื่องจากสาหร่ายที่ทำการเพาะเลี้ยงในสภาพธรรมชาติ อยู่ภายในตัวอาคาร ไม่ได้รับแสงโดยตรง ทำให้อาจได้รับแสงสว่างน้อยไปและเหตุผลอีกประการหนึ่งคือ สาหร่ายที่ได้รับแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์จะได้รับแสงเป็นเวลาที่มากกว่าแสงจากดวงอาทิตย์ในสภาพธรรมชาติ จึงทำให้มีการสังเคราะห์แสงที่มากกว่า เป็นผลให้มีอัตราการเจริญที่มากกว่า แต่อย่างไรก็ตามสาหร่ายในทั้งสองสภาพก็สามารถเจริญได้ในน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีธาตุอาหารเพียงพอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสรัญญา (2542) ที่กล่าวว่าสาหร่ายสไปรูลิน่าสามารถเจริญได้ดีเมื่อได้รับแสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน โดยจำนวนเซลล์สาหร่ายจะเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัวในช่วงวันที่ 12-16 ของการเพาะเลี้ยง และการทดลองของสมเกียรติ และยุวดี (2542)ที่พบว่าน้ำทิ้งจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพมูลสุกรสามารถนำมาเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลิน่าได้ โดยการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการจะทำให้ได้สาหร่ายมีจำนวนเซลล์ที่สูงกว่าการเลี้ยงในสภาพกลางแจ้งคือมีจำนวนเซลล์สูงสุด 7,060 x 10^2 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และ 4,616 x 10^2 เซลล์ต่อมิลลิลิตรตามลำดับ

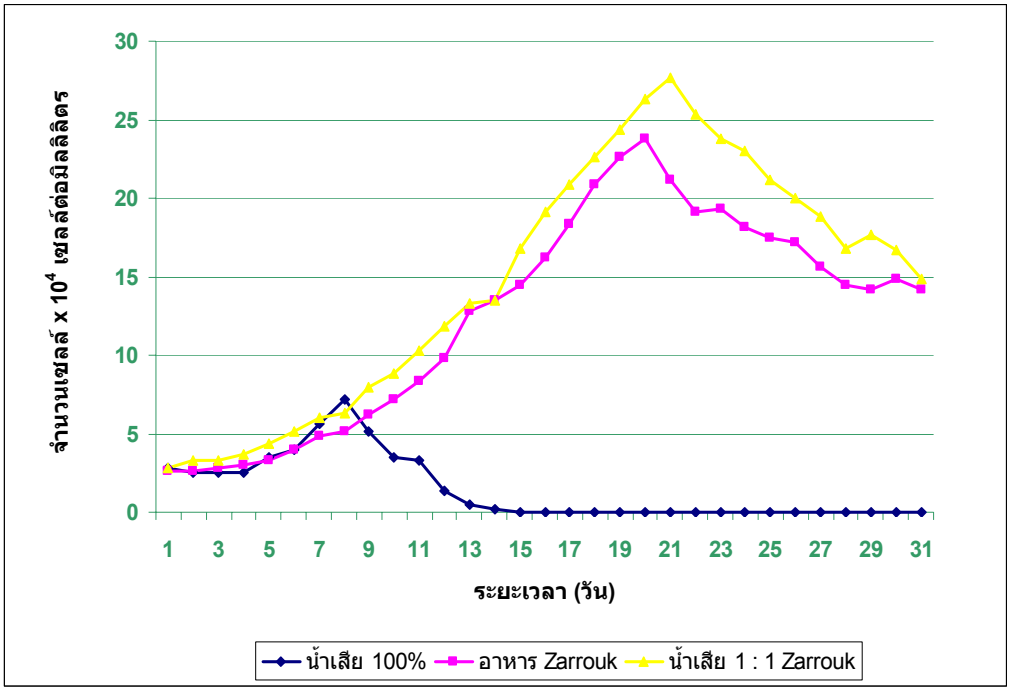
ตารางที่ 2 แสดงจำนวนเซลล์เจริญสูงสุดในแต่ละสูตรอาหาร

อาหารที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง	**จำนวนเซลล์ที่เจริญสูงสุด x 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร**	
	ในสภาพธรรมชาติ	**ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน**
น้ำเสีย + $NaHCO_3$ 20% + $NaNO_3$ และK_2HPO_4	18.16 ± 0.16[b]	24.33 ± 0.33[e]
น้ำเสีย + $NaHCO_3$ 40% + $NaNO_3$ และK_2HPO_4	22.50 ± 0.28[d]	27.16 ± 0.44[f]
น้ำเสีย + $NaHCO_3$ 60% + $NaNO_3$ และK_2HPO_4	24.50 ± 0.28[e]	29.16 ± 0.44[g]
อาหาร Zarrouk	21.33 ± 0.16[c]	28.83 ± 0.16[g]
น้ำเสีย	8.16 ± 0.16[a]	8.83 ± 0.16[a]

* ตัวอักษรที่กำกับไว้เหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธี Duncan Multiple Range Test

จากการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายในน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งเปรียบเทียบกับสูตรอาหาร Zarrouk เป็นเวลา 30 วัน จากการตรวจนับจำนวนเซลล์ทุกวัน แสดงไว้ดัง ภาพที่ 1 พบว่าการเพาะเลี้ยงสาหร่ายในน้ำเสีย100 เปอร์เซนต์ และน้ำเสียผสมกับอาหาร Zarrouk (1:1) เปรียบเทียบกับสูตรอาหาร Zarrouk พบว่าในน้ำเสียผสมกับอาหาร Zarrouk (1:1) มีการเจริญได้ดีที่สุด โดยมีจำนวนเซลล์สูงสุด 27.6 x 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ส่วนในน้ำเสีย100 เปอร์เซ็นต์สาหร่ายสามารถเจริญโดยมีจำนวนเซลล์เจริญสูงสุด 7.1 x 10^4 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ในช่วง 8 วันแรก แต่ปริมาณธาตุอาหารที่มีในน้ำเสียถูกใช้หมดไปอย่างรวดเร็ว สาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในน้ำเสียจึงหยุดการเจริญเติบโต ในขณะที่สาหร่ายที่เพาะเลี้ยงในสูตรอาหาร Zarrouk เจริญต่อไปได้จนจำนวนเซลล์สูงสุดใน 12 วันต่อมา

ผลการทดลองนี้จึงแสดงให้เห็นว่าในน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งมีธาตุอาหารที่สาหร่าย *S. platensis* ต้องการอย่างครบถ้วน เมื่อเทียบกับในอาหาร Zarrouk เพียงแต่มีปริมาณที่ต่ำกว่า แต่สามารถนำมาใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงสาหร่ายได้ โดยควรมีการเติมน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งลงไปในระหว่างการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *S. platensis* หลังจากเริ่มทำการเพาะเลี้ยงในช่วงที่สาหร่ายกำลังเจริญประมาณระยะกลางหรือระยะปลายของระยะเอกซ์โพเนนเชียล ตามสภาวะที่ทำการเพาะเลี้ยงในขณะนั้น ส่วนการกำหนดระยะเวลาการเติมและปริมาณสารอาหารที่เติมนั้น ควรได้มีการทดลองต่อไป



ภาพที่ 1 แสดงจำนวนเซลล์เจริญสูงสุดในแต่ละสูตรอาหาร

2. ผลการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง

ผลการตรวจวิเคราะห์ของน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง ก่อนและหลังทำการทดลอง แสดงไว้ดัง ตารางที่ 3 จากการทดลองพบว่า ปริมาณของฟอสเฟต ไนเตรท และแอมโมเนีย มีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากได้ทำการตรวจคุณภาพน้ำหลังการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่ายจนครบ 30 วัน ซึ่งสาหร่ายในน้ำเสียได้ตายลงหมดหลังทำการเพาะเลี้ยงไปได้เพียง 15 วัน เมื่อเซลล์สาหร่ายตายจะทำให้เซลล์ปลดปล่อยสารที่สะสมไว้ในเซลล์ออกมา จึงทำ

ให้ปริมาณของสารดังกล่าวเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณโลหะหนัก คือ สังกะสี (Zn) ตะกั่ว (Pb) และทองแดง (Cu) ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Apiratikul (2006) ที่พบว่าสาหร่ายช่อพริกไทยสามารถดูดซับโลหะหนัก ตะกั่ว ได้สูงสุด รองลงมาคือ ทองแดง และแคดเมียม ตามลำดับ

หลังการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย *S. platensis* ในน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง พบว่าค่า BOD_5 ลดลงจากก่อนการทดลอง 54.5 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับการทดลองของสุขใจ และนวลพรรณ (2530) ได้ทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย *S. platensis* เพื่อการกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าไก่ พบว่าหลังจากการเพาะเลี้ยงสาหร่ายแล้ว ค่า BOD_5 ลดลงอยู่ในช่วง 15-25 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง ก่อนและหลังการทดลอง

พารามิเตอร์	**ความเข้มข้น** (mg/l)	
	ก่อนการทดลอง	**หลังการทดลอง**
PO_4-P	0.12	0.43
NH_3-N	2.14	3.52
NO_3-N	5	8
สังกะสี (Zn)	0.053	0.016
ตะกั่ว (Pb)	0.049	0.021
ทองแดง (Cu)	0.036	0.008
BOD_5	4.48	2.04

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย *S. platensis* ในน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน คือ 0 20 40 80 และ 100 เปอร์เซ็นต์ และเติมด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน คือ 20 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ของสูตรอาหาร Zarrouk เปรียบเทียบกับสูตรอาหาร Zarrouk เป็นเวลา 30 วัน ทำการนับจำนวนเซลล์สาหร่าย *S. platensis* ทุกวัน พบว่า สาหร่าย *S. platensis* สามารถเจริญได้ดีที่สุดในน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่ไม่ได้ทำการเจือจางและเติมด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต ในปริมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนเซลล์สูงสุดในวันที่ 16 ของการเพาะเลี้ยง และมีการเจริญมากกว่าเกือบทุกสูตรอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

ส่วนการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย *S. platensis* ในน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง โดยเติมโซเดียมไบคาร์บอเนต 20 40 และ 60 เปอร์เซ็นต์ โซเดียมไนเตรทและโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ปริมาณครึ่งหนึ่งของสูตร Zarrouk เปรียบเทียบกับสูตรอาหาร Zarrouk ในสภาพธรรมชาติและให้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 30 วัน ทำการนับจำนวนเซลล์ทุกวัน พบว่า สาหร่ายที่ทำการเพาะเลี้ยงในน้ำเสียที่เติมด้วยโซเดียมไบคาร์บอเนต 60 เปอร์เซ็นต์ และโซเดียมไนเตรทและโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต โดยให้แสง

จากหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน มีการเจริญได้ดีที่สุด มีจำนวนเซลล์สูงสุดในวันที่ 21 ของการเพาะเลี้ยง และมีการเจริญมากกว่าทุกสูตรอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ในการทดลองเพาะเลี้ยงสาหร่าย *S. platensis* ในน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้ง และน้ำเสียผสมกับอาหาร Zarrouk อัตราส่วน 1: 1 เปรียบเทียบกับสูตรอาหาร Zarrouk เป็นเวลา 30 วัน ทำการนับจำนวนเซลล์ทุกวัน และตรวจสอบคุณภาพของน้ำทั้งก่อนและหลังการเพาะเลี้ยงสาหร่าย พบว่า จำนวนเซลล์ของสาหร่ายในน้ำเสียที่ผสมกับอาหาร Zarrouk เจริญได้ดีที่สุด โดยมีจำนวนเซลล์สูงสุดในวันที่ 21 ของการเพาะเลี้ยง ซึ่งมีการเจริญมากกว่าสูตรอาหาร Zarrouk อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทำการตรวจคุณภาพน้ำเสียหลังการทดลองเลี้ยงสาหร่าย เป็นเวลา 30 วัน พบว่า ค่า BOD_5 และปริมาณโลหะหนัก ลดลง

เอกสารอ้างอิง

สมเกียรติ สุวรรณคีรี และยุวดี พีรพรพิศาล. 2542. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง Spirulina platensis ด้วยน้ำทิ้งจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพมูลสุกรของฟาร์มเลี้ยงสุกร 2 แหล่ง จังหวัดราชบุรี. สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 15 น.

สรัญญา ทองเล็ก. 2542. การเพิ่มผลผลิตสาหร่ายเกลียวทองโดยการจัดความถี่ในการสัมผัสแสง.วิทยานิพนธ์ สายวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. 110 น.

สุขใจ โสมะฐิติ และนวลพรรณ ณ ระยอง. 2530. การผลิตและการใช้สาหร่าย *Spirulina platensis* เพื่อการกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานฆ่าไก่และนำน้ำทิ้งโรงงานปลาป่นมาใช้ในการผลิตสาหร่าย *Spirulina platensis*. รายงานการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13 (20 – 23 ตุลาคม). 606 -609.

Apiratikul R. 2006. Sorption of heavy metals by green macro alga, *Caulerpa lentillifera* and modified zeolite from coal fly ash. Thesis in Doctor of Philosophy, Chulalongkorn University Bangkok. 92 p.

Becker, E. W. and L.V. Venkataraman. 1982. Biotechnology and Exploitation of Algae. The Indian Approach German Agency for Technical Cooperation (GTZ), Postfach. 216 p.

Feng, D. and Z. Wu. 2006. Culture of *Spirulina platensis* in human urine for biomass production and O_2 evolution. J. Zhejians University Science B. 7(1): 34-37.