**Thesis Title** Productivity of *Spirulina platensis* Grown on Dry Chicken

Manure and the Utilization of Dietary Spirulina

Supplementation on the Growth Performance and Flesh Fatty

Acid Profile of Cultured Red Tilapia

**Author** Mr. Thepparath Ungsethaphand

**Degree** Doctor of Philosophy (Biotechnology)

**Thesis Advisory Committee** 

Assoc. Prof. Dr. Yuwadee Peerapornpisal Advisor

Assoc. Prof. Dr. Niwoot Whangchai Co-advisor

Asst. Prof. Dr. Uraporn Sardsud Co-advisor

## **ABSTRACT**

Three experiments were conducted to evaluate the productivity and chemical composition of *Spirulina platensis* using dry egg-laying chicken manure (DCM) as nitrogen sources and the effect of feeding *S. platensis* on the growth and carcass composition and the fatty acids profile of hybrid red tilapia (*Oreochromis mossambicus*  $\times$  *O. niloticus*). In experiments 1 and 2, the experiments were carried out in daylight – in open concrete tanks located in a greenhouse. The depth of the cultures was always 15 cm with 100 L of culture medium and an initial biomass concentration of 500 mg/L. The initial pH was adjusted to 9.5  $\pm$  0.2 by means of NaOH (6 M) solution. In experiment 1, the culture media were prepared in triplicate with four treatments of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 kg of DCM (DCM 0.5, DCM 1.0, DCM 1.5 and DCM 2.0 respectively). At the end of the experiment, biomass concentration

(as dry weight) after 14 days of cultivation, was not significantly different (p>0.05) in all treatments. The highest protein content of S. platensis was observed (64.05%) in the biomass harvested from a culture medium of 2.0 kg of DCM and this was statistically significant (p<0.05). In experiment 2, the culture media were prepared in triplicate to test the effect of unsupplemented DCM, or DCM supplemented with 2.0 mg/L of urea (DCM+U) and/or 40 mg/L of sodium bicarbonate (DCM+U+B or DCM+B) respectively. The best cellular growth and highest protein content of S. platensis were observed in the biomass harvested from the culture medium of DCM+U. In experiment 3, dry Spirulina powder was incorporated into four isonitrogenous (30% crude protein) and isocaloric (16.3 KJ/g) diets at 0, 5, 10, and 20% (S00, S05, S10 and S20 respectively) of the fish meal-based diet. The test diets were fed to triplicate groups of fish (initial weight of  $10.89 \pm 0.16$  g) at 2% body weight, twice a day for 120 days. At the end of the experiment, the final weight gain (WG), daily weight gain (DWG), feed conversion ratio (FCR), and survival rate of fish were not affected by Spirulina supplementation (p>0.05). There was no significant difference (p>0.05) in all carcass proximate composition parameters in the fish fed Spirulina diets as compared to a fish meal-based control diet. The fatty acid profiles of fish differed among treatments; fish fed diets S10 and S20 exhibited significant (p<0.05) increases in γ-linolenic acid (GLA, 18:3 n-6) and dihomo-GLA (DGLA, 20:3 n-6), but other n-3 fatty acids including arachidonic acid (ALA), eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) did not differed among treatments (p>0.05).

In conclusion, the use of DCM as a cheap nitrogen source could be an interesting alternative to the traditional nitrate-based media for *S. platensis* culture. Using DCM+U

resulted in the best cellular growth and highest protein content. The present study suggests that *S. platensis* could be substituted by up to 20% in a fish meal-based diet of hybrid red tilapia without any adverse effects of fish growth and the chemical composition of the carcass. Furthermore, fillet lipids of fish fed the S20 diet, remained highly nutritious for human consumption, for example, with a high GLA content, lower total saturates and an abundance of total n-6 PUFA.



## ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Copyright<sup>©</sup> by Chiang Mai University All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยาน**ิพน**ช์

การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายสไปรูลินาที่เลี้ยงด้วยมูลไก่แห้งเป็น อาหารเสริมในอาหารต่อประสิทธิภาพการเติบโตและโครงสร้าง กรดไขมันในเนื้อปลาทับทิม

ผู้เขียน

นายเทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์

ปริญญา

วิทยาศาสตรคุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)

## คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ. คร. ยุวดี พีรพรพิศาล รศ. คร. นิวุฒิ หวังชัย ผศ. คร. อุราภรณ์ สอาคสุด อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

## บทคัดย่อ

สึกษาผลผลิต องค์ประกอบทางเคมี องค์ประกอบของกรดไขมัน ในสาหร่ายสไปรูลินา (Spirulina platensis) ที่เลี้ยงด้วยมูลไก่แห้ง และการใช้ประโยชน์จากสไปรูลินาเสริมในอาหารเลี้ยง ปลานิลแดง (Oreochromis mossambicus × O. niloticus) ต่อประสิทธิภาพการเติบโตและ องค์ประกอบทางเคมีและโครงสร้างกรดไขมันในเนื้อปลา โดยแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง ในการ ทดลองที่ 1 และ 2 เพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาในบ่อกลมคอนกรีตวางในอาคารหลังคาโปร่งใส ได้รับแสงแดดเต็มที่ โดยรักษาปริมาตรน้ำในบ่อทดลองเท่ากับ 100 ล. ที่ความลึก 15 ซม ตลอดการ ทดลอง เดิมหัวเชื้อสาหร่ายเริ่มต้น 500 มก/ล ปรับค่าความเป็นกรดค่างให้เท่ากับ 9.5 ± 0.2 เมื่อ เริ่มต้นการทดลองด้วยสารละลาย NaOH (6 M) ในการทดลองแรก เตรียมอาหารเลี้ยงสาหร่าย โดย ใช้มูลไก่แห้งเป็นทรีตเมนต์จำนวน 4 ระดับ ได้แก่ 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 กก ต่อน้ำ 100 ล (DCM 0.5, DCM 1.0, DCM 1.5 และ DCM 2.0) จำนวน 3 ซ้ำ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 14 วัน พบว่า ผลผลิต น้ำหนักแห้งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ในทุกทรีตเมนต์ อย่างไรก็ตาม ปริมาณโปรตีนที่พบมีค่าสูงสุด (61.05%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ในสาหร่ายที่เลี้ยงใน น้ำเลี้ยง DCM 2.0 ในการทดลองที่ 2 เตรียมน้ำเลี้ยงสาหร่ายจำนวน 3 ซ้ำ จากมูลไก่แห้ง แล้วเสริม ด้วยยูเรีย 2.0 มก/ล (DCM+U) โซเดียมใบคาร์บอนเนต 40 มก/ล (DCM+B) และเสริมทั้งยูเรีย และ

โซเคียมใบคาร์บอนเนต (DCM+U+B) ผลการทคลองพบว่า ปริมาณผลผลิตและปริมาณโปรตีนใน สาหร่ายสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ในสาหร่ายที่เลี้ยงด้วยน้ำเลี้ยง DCM+U

สำหรับการทดลองที่ 3 ผลิตอาหารทดลองที่มีปริมาณ โปรตีน (30%) และพลังงาน (16.3 KJ/g) เท่ากันทุกสูตร โดยใช้ผงสาหร่ายสไปรูลินาแห้งจากการทดลองที่ 2 ผสมในอาหารทดลอง เลี้ยงปลานิลแดงเพื่อทดแทนปลาปนในอัตรา 0, 5, 10 และ 20% (S00, S05, S10 และ S20) จำนวน 3 ซ้ำ ทดลองเลี้ยงปลานิลแดงขนาดเริ่มต้น  $10.89 \pm 0.16$  ก โดยให้อาหารในอัตรา 2%ของน้ำหนัก ตัวต่อวัน วันละ 2 ครั้ง รวมระยะเวลาทดลอง 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า การเสริม สาหร่ายสไปรูลินาทดแทนปลาปนใม่ส่งผลใดๆต่อ น้ำหนักเพิ่ม การเติบโตต่อวัน อัตราการเปลี่ยน อาหารเป็นเนื้อ อัตรารอด และองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) แต่พบว่ามีผลกระทบต่อโครงสร้างกรดไขมันในเนื้อปลา โดยปลาที่กินอาหาร S10 และ S20 มี ปริมาณกรดไขมัน  $\gamma$ -linolenic acid (GLA, 18:3 n-6) and dihomo-GLA (DGLA, 20:3 n-6) สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณกรดไขมันกลุ่ม n-3 รวมทั้ง arachidonic acid (ALA), eicosapentaenoic acid (EPA) และ docosahexaenoic acid (DHA) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

จากการทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่า สามารถใช้ DCM เป็นแหล่งในโตรเจนราคาถูก ในการ เพาะเลี้ยงสาหร่ายสไปรูลินาได้ โดยใช้สูตร DCM+U จะให้ผลผลิตที่ดีทั้งการเติบโตของสาหร่าย และมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าสูตรอื่น นอกจากนี้ยังสามารถใช้ผงสาหร่ายสไปรูลินาแห้งผสมใน อาหารเลี้ยงปลานิลแดงทดแทนปลาปนได้ถึง 20% โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการเติบโตและ องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา นอกจากนี้ ยังทำให้เนื้อปลามีคุณภาพสูงขึ้นดีต่อสุขภาพของ ผู้บริโภคเพราะมีปริมาณกรดไขมัน GLA และ n-6 PUFA สูง ในขณะที่ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัว ลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม Copyright<sup>©</sup> by Chiang Mai University All rights reserved