การสะสมและกำจัดแมงกานีสของสาหร่ายเกลียวทอง Spirulina platensis ในน้ำเสียสังเคราะห์

นางสาว ดวงมณี เดชเดชาชาญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาลัย
ปีการศึกษา 2547

ISBN 974 – 53 – 1426 – 9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I22211573

MANGANESE ACCUMULATION AND REMOVAL BY SPIRULINA PLATENSIS IN SYNTHETIC WASTEWATER

Miss Duangmanee Dejdeachacharn

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Environmental Science (Inter Department)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974 – 53 – 1426 - 9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสะสมและกำจัดแมงกานีสของสาหร่ายเกลียวทอง Spirulina platensis ในน้ำเสียสังเคราะห์
โดย	นางสาวดวงมณี เดชเดชาชาญ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. กัลยา ติงศภัทิย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลวรรรณ อุทุมพฤกษ์พร)

..... กรรมการ
(ดร.สรวิศ เผ่าทองสุข)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดวงมณี เดชเดชาชาญ : การสะสมและกำจัดแมงกานีสของสาหร่ายเกลียวทอง (Spirulina platensis) ในน้ำเสียสังเคราะห์. MANGANESE ACCUMULATION AND REMOVAL BY SPIRULINA PLATENSIS IN SYNTHETIC WASTEWATER อ.ที่ปรึกษา: รศ.ดร.สมเกียรติ ปียะธีรธิติวรกุล, 59 หน้า. ISBN 974-53-1426-9.

ทดลองเลี้ยงสาหร่ายเกลียวทอง (Spirulina platensis) ซึ่งได้จากสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เลี้ยงในสารละลายอาหารสูตรของ Zarrouk เพื่อทำการศึกษาความสามารถในการสะสมแมงกานีสของสาหร่าย และการลดแมงกานีสในน้ำเสียสังเคราะห์ ทดลองเลี้ยงภายใต้ความเข้มแสง 10,000 ลักซ์ ให้แสงสว่าง 12 ชั่วโมง มืด 12 ชั่วโมง อุณหภูมิห้อง มีการให้อากาศตลอดเวลา พบว่าที่ความเข้มข้นของแมงกานีสในสารละลายอาหารเริ่มต้นเท่ากับ 16 และ 32 มิลลิกรัมต่อลิตรสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่าย ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร สาหร่ายมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด โดยมีอัตราการเติบโตจำเพาะเท่ากับ 0.336 การศึกษาการสะสมแมงกานีสของสาหร่ายพบว่าสาหร่ายสามารถสะสมแมงกานีสได้ดีที่สุดที่ค่าความเป็นกรด – ด่างเท่ากับ 9 ความเข้มข้นของแมงกานีสเริ่มต้นในสารละลายอาหารเท่ากับ 4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยสามารถสะสมแมงกานีสได้สูงสุดเท่ากับ 20.32 ug/mg dw มี อัตราการสะสมจำเพาะเท่ากับ 4.06 ug/minute. mg dw สาหร่ายเกลียวทองสามารถสะสมแมงกานีสได้อย่างรวดเร็วในเวลา 5 นาทีแรกหลังจากนั้นการสะสมจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆแต่การสะสมจะสิ้นสุดเมื่อความเข้มข้นแมงกานีสในเซลล์สาหร่ายมีค่าเท่ากับ 30 ug/mg dw สาหร่ายเกลียวทองเป็นสาหร่ายที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงประกอบด้วยโปรตีน 63 – 68% ของน้ำหนักแห้ง ดังนั้นสาหร่ายที่มีการสะสมของแมงกานีสจึงสามารถนำมาใช้ผสมเป็นอาหารสัตว์ได้ ในการทดลองนี้สาหร่ายที่มีความเหมาะสม คือ สาหร่ายที่เพาะเลี้ยงโดยใช้ความเข้มข้นแมงกานีสเริ่มต้นเท่ากับ 8 mg/l ค่าความเป็นกรด – ด่างเท่ากับ 9 โดยมีการสะสมแมงกานีสเท่ากับ 18.8 ug/mg dw

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา) ลายมือชื่อนิสิต ดวงมณี เดชเดชาชาญ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2547

4489126720 : MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE (INTER DEPARTMENT)
KEY WORD: BLUEGREEN ALGAE / HEAVY METAL / WASTE WATER

DUANGMANEE DEJDEACHACHARN: MANGANESE ACCUMULATION AND REMOVAL BY SPIRULINA PLATENSIS IN SYNTHETIC WASTEWATER. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. SOMKIATE PIYATERATITIVORAKUN, 59 pp.
ISBN 974-53-1426-9.

Manganese accumulation and reduction from synthetic wastewater study on Spirulina (Spirulina platensis) obtained from Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University was able to accumulate manganese.Spirulina was cultured in Zarrouk's medium under the light intensity of 10,000 lux at room temperature with aeration. Initial manganese concentration at 16 mg/l and 32 mg/l inhibited the growth of spirulina. The suitable concentration of manganese for growing Spirulina was 8 mg/l at specific growth rate of 0.336. Accumulation of Mn by Spirulina platensis was the highest at pH 9 and manganese concentration of 4 mg/l, The highest manganese absorption capacity was 20.32 ug/mg dry weight. The specific uptake rate was 4.06 ug/minute. mg dw. Spirulina accumulated manganese rapidly within 5 minutes after that The uptake rate was slow and ended when manganese in the cell was 30 ug/mg dw. Spirulina has high nutrition compose of 63 – 68% protein of dry weight. Thus, spirulina which has manganese accumulation can be used for mixing in animal feed. This experiment,spirulina which cultured in initial concentration of manganese 8 mg/l at pH 9, had an absorption capacity was 18.8 ug Mn/mg dry weight.

Student's signature .....

Field of study Environmental Science (Interdepartment) Advisor's signature .....

Academic year 2004

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยการให้คำปรึกษา แนะนำ และสนับสนุน การดำเนินงานทุกด้านเป็นอย่างดีจากอาจารย์ที่ปรึกษาของข้าพเจ้า รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะคุณธิติวรกุล ซึ่งข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยในการประสิทธิประสาทความรู้ทางวิชาการแก่ข้าพเจ้า

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจากเพื่อนๆ พี่ๆ เจ้าหน้าที่ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การอนุเคราะห์เชื้อสาหร่ายสไปรูไลนา (Spirulina platensis)

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ให้ความอุปการะและสนับสนุนข้าพเจ้าด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณนางสาวนภาศรี สุวรรณโชติ สำหรับแรงผลักดันและกำลังใจ

ขอขอบคุณ บริษัท เดนท์สุ มีเดีย พาเลท (ประเทศไทย) จำกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสฤษฏ กุล แจ่มสมบูรณ์ (President & C.E.O.) ที่ให้กำลังใจและการสนับสนุนให้วิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์สำเร็จลงด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่
1 บทนำ 1
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 สาหร่ายสไปรูไลนา (Spirulina spp.) 3
2.1.1 การจัดอนุกรมวิธานของสาหร่ายสไปรูไลนา 3
2.1.2 ลักษณะทั่วไปของสาหร่ายสไปรูไลนา 5
2.1.3 การเจริญเติบโตของสาหร่ายสไปรูไลนา 7
2.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสไปรูไลนา 7
2.2.1 แสง 8
2.2.2 ความเป็นกรด – ด่าง 9
2.2.3 อุณหภูมิ 9
2.2.4 ความเค็ม 10
2.2.5 การกวน 11
2.2.6 ความหนาแน่นเริ่มต้นของสาหร่าย 11
2.3 แหล่งอาหารของสาหร่ายสไปรูไลนา 11
2.3.1 ธาตุคาร์บอน 11
2.3.2 ธาตุไนโตรเจน 12
2.3.3 ธาตุฟอสฟอรัส 13
2.4 วิธีการเพาะเลี้ยงและขยายจำนวนสาหร่ายสไปรูไลนา 14
2.5 คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายสไปรูไลนา 15

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

2.6 การใช้ประโยชน์จากสาหร่ายสไปรูไลนา 20
2.6.1 ใช้เป็นอาหารของมนุษย์ 20
2.6.2 ใช้ในทางการแพทย์ 21
2.6.3 ใช้เป็นอาหารสัตว์ 21
2.6.4 ใช้แก้ไขปัญหามลภาวะเป็นพิษทางน้ำ 24
2.7 โลหะหนัก 25
2.7.1 แมงกานีส 25
2.7.2 คุณสมบัติของแมงกานีสบริสุทธิ์ 26
2.7.3 การนำแมงกานีสมาใช้ประโยชน์ 26
2.7.4 ความจำเป็นของแมงกานีสต่อร่างกาย 27
2.7.5 ความต้องการแมงกานีสในสัตว์ 28
2.7.6 อาการขาดธาตุแมงกานีส 29
2.7.7 ความเป็นพิษของแมงกานีส 29
2.8 การกำจัดโลหะหนักโดยจุลินทรีย์ 30
2.8.1 กรรมวิธีในการดูดซับโลหะหนักออกจากสารละลายโดยจุลินทรีย์ 31
2.8.2 กระบวนการสะสมโลหะโดยจุลินทรีย์ 31
3 อุปกรณ์และวิธีการ 34
3.1 สถานที่ศึกษา 34
3.2 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี 34
3.3 จุลินทรีย์ 34
3.4 การเตรียมสารอาหารเลี้ยงเชื้อ 35
3.5 วิธีการดำเนินการทดลอง 36
3.5.1 การเตรียมเชื้อตั้งต้น 36
3.5.2 การวัดความเจริญของสาหร่าย 37
3.5.3 การศึกษาผลของปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสต่อการเจริญของสาหร่ายสไปรูไลนา และการสะสมแมงกานีสในเซลล์สาหร่าย 38
3.5.4 การศึกษาการสะสมแมงกานีสในน้ำเสียสังเคราะห์ 39
4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 40
4.1 ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่ายสไปรูไลนา 40

บทที่ หน้า

4.2 ผลของปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสที่มีต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสไปรูไลนา 45
4.3 การสะสมแมงกานีสโดยสาหร่ายสไปรูไลนาในน้ำเสียสังเคราะห์ 47
4.3.1 ความเข้มข้นแมงกานีสเริ่มต้น 47
4.3.2 ความเป็นกรด – ด่าง 47
4.3.3 เวลา 48
4.3.4 การสะสมแมงกานีสในช่วงยาว 48
4.3.5 การใช้สาหร่ายสไปรูไลนาที่มีการสะสมของแมงกานีสเป็นอาหารสัตว์ 53
5 สรุปและข้อเสนอแนะ 55
เอกสารอ้างอิง 56
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 59

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของสาหร่ายสไปรูไลนา.....16
ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบกรดอะมิโนของสาหร่ายสไปรูไลนาและอาหารโปรตีนอื่นกับค่ามาตราฐาน FAO 18
ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบคุณค่าทางอาหาร คิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักสาหร่ายแห้ง 100 กรัม 18
ตารางที่ 4 ตารางแสดงวิตามินและแร่ธาตุของสาหร่ายสไปรูไลนาแห้ง 1 กิโลกรัม..... 19
ตารางที่ 5 ปริมาณธาตุต่างๆที่สัตว์ต้องการ 28
ตารางที่ 6 แสดงสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อของ Zarrouk 35

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

ภาพที่ 1 ภาพแสดงลักษณะรูปร่างของสาหร่ายสไปรูไลนา 4

ภาพที่ 2 ภาพแสดงวงจรชีวิตของสาหร่ายสไปรูไลนา..... 6

ภาพที่ 3 ภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนที่สภาพความเป็นกรด – ด่างต่างกัน...12

ภาพที่ 4 ภาพแสดงการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายเกลียวทองในด้านต่างๆ 23

ภาพที่ 5 ภาพแสดงการเติบโตของสาหร่ายสไปรูไลนาในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรของ Zarrouk ปริมาตร 1 ลิตร ค่า $O.D._{560}$ ของสาหร่ายเริ่มต้นให้มีค่า 0.1..... 41

ภาพที่ 6 ภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า $O.D._{560}$และน้ำหนักแห้งของสาหร่ายสไปรูไลนา..... 42

ภาพที่ 7 ภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด – ด่างของสาหร่ายสไปรูไลนาในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรของ Zarrouk ปริมาตร 1 ลิตร ค่า $O.D._{560}$ ของสาหร่ายเริ่มต้นให้มีค่า 0.1.....44

ภาพที่ 8 ภาพแสดงการเจริญเติบโตของสาหร่ายสไปรูไลนาเมื่อเติมสารละลายแมงกานีสความเข้มข้นต่างๆลงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรของ Zarrouk ปริมาตร 1 ลิตร ค่า $O.D._{560}$ ของสาหร่ายเริ่มต้นให้มีค่า 0.1 46

ภาพที่ 9 ภาพแสดงการเปรียบเทียบการสะสมแมงกานีสที่ความเข้มข้นแมงกานีสในสารละลายเริ่มต้นเท่ากับ 0,2,4,8,16 และ 32 มิลลิกรัมต่อลิตรที่เวลา 5 วัน 49

ภาพที่ 10 ภาพแสดงการเปรียบเทียบการดูดซับแมงกานีสที่ความเข้มข้นแมงกานีสในสารละลายเริ่มต้นเท่ากับ 2 มิลลิกรัมต่อลิตรที่เวลาต่างๆ เมื่อค่าความเป็นกรด – ด่างเท่ากับ 8,9,10 และ11 50

ภาพที่ 11 ภาพแสดงการเปรียบเทียบการดูดซับแมงกานีสที่ความเข้มข้นแมงกานีสในสารละลายเริ่มต้นเท่ากับ 4 มิลลิกรัมต่อลิตรที่เวลาต่างๆ เมื่อค่าความเป็นกรด – ด่างเท่ากับ 8,9และ10 51

ภาพที่ 12 ภาพแสดงการเปรียบเทียบการดูดซับแมงกานีสที่ความเข้มข้นแมงกานีสในสารละลายเริ่มต้นเท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตรที่เวลาต่างๆ เมื่อค่าความเป็นกรด – ด่างเท่ากับ 8 และ 9 52