



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ผลของการใช้มูลสุกร โค และไก่ ต่อคุณภาพไร้น้ำนางฟ้า
(*Branchinella thailandensis* Sanoamuang,
Saengphan & Murugan, 2002)

Effect of using pig, cattle and chicken manure on quality of
fairy shrimp (*Branchinella thailandensis* Sanoamuang,
Saengphan & Murugan, 2002)

นายสมชาย หวังวิบูลย์กิจ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2557

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ ผลของการใช้มูลสุกร โค และไก่ ต่อคุณภาพไรร้านางฟ้า

(*Branchinella thailandensis* Sanoamuang, Saengphan & Murugan, 2002)

แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้ คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ประจำปีงบประมาณ 2557 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 25,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2556 ถึง กันยายน 2557

หัวหน้าโครงการ นายสมชาย หวังวิบูลย์กิจ

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพน้ำหมักมูลสุกร โคและไก่ โดยใช้มูลแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้น 0.1, 0.2 และ 0.3 กรัม/ลิตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำเป็นเวลา 15 วัน ผลการทดลองพบว่า มูลไก่จะ มีค่าการนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรที่ ออร์โธฟอสเฟต ฟอสเฟตรวม และไนโตรเจนรวมสูงสุด คือ 92.0 ± 6.0 $\mu\text{s/cm}$, 7.42 ± 0.17 , 0.821 ± 0.064 , 0.004 ± 0.004 , 5.866 ± 0.638 , 0.541 ± 0.077 และ 1.980 ± 0.204 ppm ตามลำดับ ส่วนน้ำหมักมูลวัว จะมีปริมาณไนเตรทสูงสุด 0.434 ± 0.087 ppm และในน้ำหมักมูลสุกรจะ มีความเป็นด่างสูงสุด 196.23 ± 0.00 ppm ส่วนผลการศึกษาการเจริญเติบโตของไร้นางฟ้าที่เลี้ยงโดยใช้มูลสุกร โคและไก่ โดยใช้มูลแต่ละชนิดปริมาณ 0.1 กรัม/ลิตร ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เลี้ยงไร้นางฟ้า เป็นระยะเวลา 6 วัน พบว่ามูลไก่ให้ผลดีที่สุด มีน้ำหนัก ความยาว และอัตราการรอดเฉลี่ย 0.093 ± 0.007 กรัม/ตัว 2.32 ± 0.12 เซนติเมตร และ 44.44 ± 9.62 % ตามลำดับ จากผลการทดลองมูลไก่ใช้มีความเหมาะสมต่อการใช้เป็นสารอาหารในการเลี้ยงไร้นางฟ้ามากที่สุด

คำสำคัญ: มูลสุกร มูลโค มูลไก่ ไร้นางฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Effect of using pig, cattle and chicken manure on quality of fairy shrimp
(*Branchinella thailandensis* Sanoamuang, Saengphan & Murugan, 2002)

Researcher: Somchai Wangwibulkit

Faculty: Agricultural technology.....Department: Fisheries Science.

Abstract

The fermented pig, cattle and chicken manure were studied on manures at concentrations of 0.1, 0.2 and 0.3 grams/liter repeatedly tested 3 replications for 15 days. The results showed that the water quality of fermented chicken manure were the highest conductivity, alkalinity, ammonia, nitrite, orthophosphate, phosphate and nitrogen limit is 92.0 ± 6.0 $\mu\text{s}/\text{cm}$, 7.42 ± 0.17 , 0.821 ± 0.064 , 0.004 ± 0.004 , 5.866 ± 0.638 , 0.541 ± 0.077 and 1.980 ± 0.204 ppm, respectively. The fermented cow manure is a nitrate, up 0.434 ± 0.087 ppm and fermented pig manure is alkaline, up 196.23 ± 0.00 ppm. The growth of fairy shrimp, cultured with the pig, cattle and chicken manure each of 0.1 grams/liter conducted 3 replications for 6 days. The results showed that chicken manure gave the best results with weight, length and survival rates averaged 0.093 ± 0.007 g, 2.32 ± 0.12 cm and $44.44 \pm 9.62\%$, respectively. The chicken manure is appropriate to use as feed additives for fairy shrimp culture.

Keyword: pig manure, cattle manure, chicken manure, fairy shrimp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
สารบัญ	III
สารบัญตาราง	IV
สารบัญภาพ	V
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	20
บทที่ 4 ผลการวิจัย	22
บทที่ 5 สรุป	55
บรรณานุกรม	56
ประวัติคณะผู้วิจัย	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยความยาว (เซนติเมตร) \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในบ่อดินอายุ 10-30 วัน ในอัตราความหนาแน่นต่างๆ	3
2	ค่าเฉลี่ยความยาวไร่น้ำนางฟ้าไทย (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ อายุ 5-20 วัน	4
3	อัตราการรอดไร่น้ำนางฟ้าไทย (ร้อยละ) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ อายุ 5-20 วัน	4
4	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไร่น้ำนางฟ้าไทย (กรัม) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ อายุ 5-20 วัน	6
5	ไขมันใน <i>Chlorella vulgaris</i> ที่เจริญเติบโตในอาหาร อินทรีย์ และ อนินทรีย์	6
6	ลักษณะทางเคมีของปุ๋ยมูลสัตว์	8
7	ปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์	9
8	ผลกระทบของระดับออกซิเจนที่ละลายในการสลายตัวของซีโก้	11
9	สารอาหารบางชนิดและอัตราส่วนขององค์ประกอบที่พบในปุ๋ยอินทรีย์	12
10	คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของมูลวัวสด (CD) กากตะกอนอุตสาหกรรมอาหาร (FIS) ผักตบชวา (WH) และ parthenium (PH) ของไส้เดือน	13
11	เปรียบเทียบองค์ประกอบของอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ (กรัม/กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง)	14
12	คุณสมบัติขององค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยมูลสัตว์ชนิดต่างๆ	16
13	คุณสมบัติและองค์ประกอบของมูลสุกรและซีเลื้อย	17
14	คุณสมบัติและองค์ประกอบของปุ๋ยหมักและปุ๋ยมูลโค	17
15	ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในมูลไก่แห้ง	18
16	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในการทดลองใช้มูลโคร่วมกับปูนขาว และยูเรีย	18
17	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในการทดลองใช้มูลโคร่วมกับปูนขาว และยูเรีย	19
18	ปริมาณแอมโมเนีย (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 3	22
19	ปริมาณแอมโมเนีย (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 6	23
20	ปริมาณแอมโมเนีย (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 9	23
21	ปริมาณแอมโมเนีย (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 12	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
22	ปริมาณแอมโมเนีย (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 15	24
23	ปริมาณไนโตรเจน (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 3	26
24	ปริมาณไนโตรเจน (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 6	26
25	ปริมาณไนโตรเจน (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 9	26
26	ปริมาณไนโตรเจน (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 12	27
27	ปริมาณไนโตรเจน (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 15	27
28	ปริมาณไนเตรต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 3	28
29	ปริมาณไนเตรต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 6	29
30	ปริมาณไนเตรต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 9	30
31	ปริมาณไนเตรต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 12	30
32	ปริมาณไนเตรต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 15	30
33	ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 3	32
34	ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 6	32
35	ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 9	33
36	ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 12	33
37	ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 15	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
38	ปริมาณฟอสเฟตรวม (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 3	35
39	ปริมาณฟอสเฟตรวม (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 6	35
40	ปริมาณฟอสเฟตรวม (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 9	36
41	ปริมาณฟอสเฟตรวม (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 12	36
42	ปริมาณฟอสเฟตรวม (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 15	36
44	ปริมาณ TKN (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 3	38
45	ปริมาณ TKN (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 6	38
46	ปริมาณ TKN (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 9	39
47	ปริมาณ TKN (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 12	39
48	ปริมาณ TKN (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 15	39
49	ความเป็นต่าง (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 3	41
50	ความเป็นต่าง (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 6	42
51	ความเป็นต่าง (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 9	42
52	ความเป็นต่าง (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 12	42
53	ความเป็นต่าง (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 15	43
54	การนำไฟฟ้า ($\mu\text{s}/\text{cm}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 3	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
55	การนำไฟฟ้า ($\mu\text{s}/\text{cm}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 6	45
56	การนำไฟฟ้า ($\mu\text{s}/\text{cm}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 9	45
57	การนำไฟฟ้า ($\mu\text{s}/\text{cm}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 12	46
58	การนำไฟฟ้า ($\mu\text{s}/\text{cm}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 15	47
59	ความเป็นกรด - ด่าง ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันวันที่ 3	48
60	ความเป็นกรด - ด่าง ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันวันที่ 6	48
61	ความเป็นกรด - ด่าง ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันวันที่ 9	48
62	ความเป็นกรด - ด่าง ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันวันที่ 12	49
63	ความเป็นกรด - ด่าง ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันวันที่ 15	49
64	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 3	51
65	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 6	51
66	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 9	51
67	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 12	52
68	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 15	52
69	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของโรน้านางฟ้า (กรัม/ตัว) ที่เลี้ยงมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่	54
70	อัตราการรอดของโรน้านางฟ้า (%) ที่เลี้ยงด้วยมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่	54
71	ความยาวเฉลี่ยของโรน้านางฟ้า (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	(A) ไร่น้ำนางฟ้าเพศผู้ (B) ไร่น้ำนางฟ้าเพศเมีย	2
2	ผลของความเข้มข้นไนเตรตเริ่มต้นต่อการเจริญเติบโตของ <i>Chlorella vulgaris</i> ตามเงื่อนไขการเพาะเลี้ยงอื่นๆ : pH = 7 และแสงสว่างเวลา 24 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่อง ปริมาณไนเตรตเริ่มต้น (mg/L) : 5 มิลลิกรัม=1.33, 10 มิลลิกรัม=2.69, 20 มิลลิกรัม=5.38, 30 มิลลิกรัม=7.98, 50 มล.=13.09, 80 มิลลิกรัม=20.94, 100 มิลลิกรัม=26.67, 150 มิลลิกรัม=40.71	5
3	ผลของ pH เริ่มต้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของ <i>C. vulgaris</i> ในการเพาะเลี้ยงเงื่อนไขอื่นๆ ปริมาณสารอาหารเริ่มต้น = 100 มล. (ปริมาณไนเตรต 26.67 mg/L) แสงสว่างเวลา 24 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่อง	7
4	เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ประกอบของสารอาหารโปรตีน คาร์โบไฮเดรตไขมัน เถ้า และปริมาณพลังงานในไร่น้ำนางฟ้า และอาร์ทีเมีย	14
5	ความสัมพันธ์ของอายุกับขนาดความยาวของไร่น้ำนางฟ้าที่เลี้ยงด้วยสาหร่าย ความเข้มข้นแตกต่างกัน (a) ความสัมพันธ์ของความหนาแน่นของสาหร่ายกับระยะเจริญพันธุ์ของไร่น้ำนางฟ้า (b)	15
6	ความตลกของไข่และความยาวของไร่น้ำนางฟ้าในการทดลองใช้ปุ๋ยมูลโคร่วมกับปูนขาว และยูเรีย	19
7	ปริมาณแอมโมเนียในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	24
8	ปริมาณแอมโมเนียในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	25
9	ปริมาณไนโตรเจนในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	28
10	ปริมาณไนโตรเจนในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	29
11	ปริมาณไนเตรตในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	31
12	ปริมาณไนเตรตในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	31
13	ปริมาณออร์โทฟอสเฟตในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	34
14	ปริมาณออร์โทฟอสเฟตในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	34
15	ปริมาณฟอสเฟตรวมในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
16	ปริมาณฟอสเฟตรวมในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	37
17	ปริมาณ total kjeldahl nitrogen ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	40
18	ปริมาณ total kjeldahl nitrogen ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	40
19	ความเป็นต่างในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	43
20	ความเป็นต่างในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	44
21	การนำไฟฟ้าในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	46
22	การนำไฟฟ้าในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	47
23	ความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	50
24	ความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	50
25	อุณหภูมิน้ำ ($^{\circ}\text{C}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	53
26	อุณหภูมิน้ำ ($^{\circ}\text{C}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน	53

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไร่น้ำนางฟ้า (fairy shrimp) เป็นครัสเตเชียนน้ำจืดที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบไปด้วยปริมาณสารอาหารที่จำเป็นหลายชนิด และสารอาหารบางชนิดมีความแตกต่างจากอาหารมีชีวิตชนิดอื่น อีกทั้งยังมีการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วซึ่งเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเพื่อนำมาใช้เป็นอาหารสำหรับสัตว์น้ำ

ปัจจุบันการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยเป็นชนิดหนึ่งของไร่น้ำนางฟ้าที่มีการพัฒนาเทคนิคหลายวิธี เพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพตามความเหมาะสมตามความต้องการ การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้านิยมเลี้ยงด้วยแพลงก์ตอน พืช โดยเฉพาะคลอเรลลา เนื่องจากมีคุณค่าอาหารที่เหมาะสมต่อลักษณะการกินและการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้า ในการเลี้ยงคลอเรลลาจำเป็นต้องมีแหล่งธาตุอาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและเพิ่ม จำนวน ซึ่งเกษตรกรจะใช้ปุ๋ยเคมีเป็นหลัก แต่ปัจจุบันการใช้ปุ๋ยเคมี มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในการวิจัยจึงนำปุ๋ยมูลสัตว์ ได้แก่ มูลสุกร โค และไก่ซึ่งเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่สามารถหาได้ง่ายมาใช้ทดแทนปุ๋ยเคมีในการเลี้ยงคลอเรลลา สำหรับใช้เป็นอาหารเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย เพื่อให้ได้คุณภาพที่เหมาะสมกับการใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังนั้นการวิจัยจะเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่หาง่าย มาใช้ในขั้นตอนการผลิตไร่น้ำนางฟ้าที่ได้คุณภาพเหมาะสมสำหรับการใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ และยังเป็นวิธีการที่ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำหมักมูลโค (วัว) มูลสุกร และมูลไก่ (ไก่ไข่)
2. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าที่เลี้ยงด้วยมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ไร่น้ำนางฟ้า

ไร่น้ำนางฟ้า (fairy shrimp) สามารถจำแนกตามลักษณะอนุกรมวิธานได้ดังนี้ Phylum: Arthropoda

Subphylum: Crustacea

Class: Branchiopoda

Order: Anostraca

ลักษณะโดยทั่วไป

ลักษณะโดยทั่วไปของไร่น้ำนางฟ้ามีรูปร่างที่คล้ายกุ้งขนาดเล็กแต่ว่ายน้ำหงายท้อง และไม่มีเปลือกแข็งตัวใสอ่อนนุ่ม มีขาว่ายน้ำจำนวน 11 คู่ ตัวยาว 1.1-4.5 เซนติเมตร ตัวผู้มีขนาดใหญ่กว่าตัวเมียเล็กน้อย ขณะมีชีวิตอยู่จะว่ายน้ำหงายท้องโดยใช้ขาช่วยกรรเชียงน้ำ บริเวณหัวมีตาขนาดใหญ่ที่มีก้านยาว 1 คู่ มีหนวด 2 คู่ ส่วนหางแยกเป็นสองแฉกมีสีแดงเข้ม ตัวเมียมีถุงไข่ 1 ถุงอยู่ทางด้านท้องหนวดคู่ที่ 2 ของตัวผู้เปลี่ยนแปลงไปใช้สำหรับจับตัวเมียเวลาผสมพันธุ์ หนวดคู่ที่ 2 นี้ใช้ในการจำแนกชนิด (โฆซิต, 2555) ภาพที่ 1 A และ B



ภาพที่ 1 (A) ไร่น้ำนางฟ้าเพศผู้ (B) ไร่น้ำนางฟ้าเพศเมีย

ที่มา: <http://www.fisheries.go.th/if-chiangmai/rai/rai.htm>

การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้า

1. การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน

ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในบ่อดินที่ความหนาแน่น 1 ล้านตัวต่อไร่ โดยการใช้ปุ๋ยในการสร้างอาหารธรรมชาติ พบว่ามีการเจริญเติบโตที่ดี ซึ่งมีความยาวเฉลี่ยสูงสุด 2.282 ± 0.016 ซึ่งแตกต่างจากการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และมีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงสุด 0.132 ± 0.009 กรัม มีอัตราการรอดสูงสุด 63.62% และมีผลผลิตสูงสุด 21 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

33.6 กิโลกรัมต่อไร่ และพบว่าที่ความหนาแน่น 2-3 ล้านตัวต่อไร่ ไร่น้ำนางฟ้าจะเจริญเติบโตได้ในช่วงอายุ 15-20 วัน ซึ่งจะมีการเจริญเติบโตและมีผลผลิตที่หนาแน่นเกินไปพบว่าจะมีการตายเป็นจำนวนมากในช่วงการเลี้ยง หลังจาก 20 วัน ซึ่งการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร อายุ 10 วัน ขนาดประมาณ 1.0 เซนติเมตร ในบ่อดินไม่ควรมีความหนาแน่นเกิน 1 ล้านตัวต่อไร่ ซึ่งไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่มีการเลี้ยงในบ่อดินขนาด 1-2 ไร่ โดยเลี้ยงได้ในระดับความหนาแน่น 1-3 ตัวต่อลิตร ขึ้นอยู่กับ คุณภาพน้ำ คุณภาพดิน ฤดูกาล และอาหาร (โฆษิต, 2555) ตารางที่1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความยาว (เซนติเมตร) \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในบ่อดินอายุ10-30 วัน ในอัตราความหนาแน่นต่างๆ

อายุไร่น้ำนางฟ้า (วัน)	ระดับความหนาแน่น (ล้านตัวต่อไร่)		
	1	2	3
10	1.215 \pm 0.024 ^a	1.083 \pm 0.034 ^b	1.301 \pm 0.023 ^a
15	1.278 \pm 0.045 ^b	1.220 \pm 0.026 ^b	1.446 \pm 0.022 ^a
20	1.796 \pm 0.065 ^a	1.613 \pm 0.023 ^b	1.824 \pm 0.015 ^a
25	2.137 \pm 0.037 ^a	1.795 \pm 0.017 ^c	1.838 \pm 0.028 ^b
30	2.282 \pm 0.016 ^a	1.929 \pm 0.034 ^b	1.943 \pm 0.098 ^b

หมายเหตุ : อักษร ^{a, b} และ ^c ในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ที่มา: โฆษิต และคณะ (2555)

2. อาหารและการกินอาหารของไร่น้ำนางฟ้า

ไร่น้ำนางฟ้ากินอาหารโดยการกรองอาหารที่แขวงลอยอยู่ในน้ำทั้งที่เป็นอินทรีย์สาร และอนินทรีย์สารที่มีขนาดที่เหมาะสม ซึ่งอาหารที่สามารถนำมาเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าได้ เช่น สาหร่ายสีเขียว รำ ข้าว ข้าวโพด ยีสต์ แบนคทีเรีย และสาหร่ายแห้ง เป็นต้น พบว่าการเจริญเติบโตดี เมื่อเลี้ยงด้วยคลอเรลลา รำ หรือใช้รำร่วมกับสาหร่ายสไปรูโรนาผงอย่างละ 50% ซึ่งสามารถทดแทนการใช้สาหร่ายคลอเรลลาได้ ปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสามารถดูได้จากความโปร่งใสของน้ำ โดยใช้เครื่องมือวัดความโปร่งใสของน้ำ (transparency) ในบ่อที่เลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าควรอยู่ระหว่าง 15-20 เซนติเมตร ส่วนที่มีการให้สาหร่ายคลอเรลลาเป็นอาหารจะให้ในอัตรา 0.5-1.0 ล้านเซลล์ต่อมิลลิลิตร ให้วันละ 2 ครั้ง คือ ตอนเช้า และตอนเย็น วิธีการสังเกตว่าอาหารที่ให้เพียงพอหรือไม่ อาจสังเกตจากการขับถ่าย โดยปกติจะมีการขับถ่ายออกมาเป็นสาย ถ้าปริมาณอาหารมีไม่เพียงพอ สิ่งที่ขับถ่ายที่ออกมาจะไม่ต่อเนื่อง (โฆษิต, 2555) จากการศึกษาการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยด้วยสาหร่ายคลอเรลลาร่วมกับอาหารสำเร็จรูปนั้นมีความยาวเฉลี่ยดีที่สุด 1.949 \pm 0.078 เซนติเมตร (ตารางที่ 2) มีอัตราการรอดดีที่สุด 62.00 \pm 3.00 % (ตารางที่ 3) และ น้ำหนักเฉลี่ยดีที่สุด (ตารางที่ 4) เมื่อเปรียบเทียบกับ การเลี้ยงด้วยสาหร่ายคลอเรลลากับอาหารสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว (โฆษิต, 2556)

3. คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยง

คุณภาพน้ำในการเลี้ยงโรนันางฟ้า ควรมีค่าความโปร่งแสงของน้ำอยู่ระหว่าง

35-45 เซนติเมตร ตลอดการเลี้ยง จึงควรมีการเพิ่มปริมาณแพลงก์ตอนพืชและควบคุมสีน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ซึ่งปริมาณปุ๋ยที่เติมจะต้องมีสัมพันธ์กับปริมาณการใช้ของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงควรมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ซึ่งจะอยู่ในช่วง 7.5-7.8 ออกซิเจนละลายในน้ำ (dissolved oxygen) ในบ่อเลี้ยงควรอยู่ในช่วง 5-10 ppm แต่ไม่ควรต่ำกว่า 3.0 ppm ไนโตรเจน และแอมโมเนีย ไม่ควรมีค่ามากกว่า 0.1 ppm ความเป็นด่าง ควรมีค่า 80-120 ppm (โฆษิต, 2555)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยความยาวโรนันางฟ้าไทย (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ อายุ 5 - 20 วัน

อายุโรนันางฟ้า (วัน)	ความยาวของโรนันางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร		
	คลอเรลลา	อาหารผง	อาหารผง : คลอเรลลา
5	1.176 ^a ±0.275	1.100 ^a ±0.050	1.201 ^a ±0.069
10	1.428 ^a ±0.095	1.403 ^a ±0.117	1.401 ^a ±0.047
15	1.672 ^a ±0.260	1.485 ^a ±0.135	1.760 ^a ±0.164
20	1.770 ^a ±0.139	1.792 ^a ±0.118	1.949 ^a ±0.078

หมายเหตุ: อักษร ^a ในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างไม่มีนัยสำคัญ (p>0.05)
ที่มา: โฆษิต (2556)

ตารางที่ 3 อัตรารอดโรนันางฟ้าไทย (ร้อยละ) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆ อายุ 5 - 20 วัน

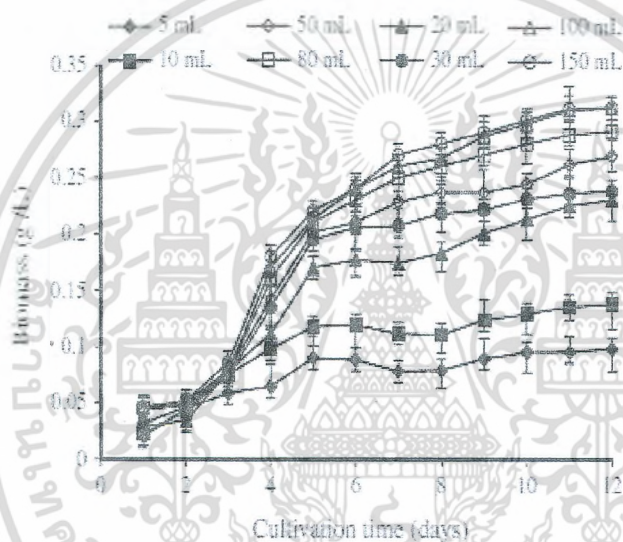
อายุโรนันางฟ้า (วัน)	อัตราการรอดของโรนันางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร		
	คลอเรลลา	อาหารผง	อาหารผง : คลอเรลลา
5	100 ^a ±0.00	100 ^a ±0.00	100 ^a ±0.00
10	89.16 ^a ±3.61	81.50 ^b ±2.29	92.00 ^a ±1.80
15	63.66 ^a ±6.02	58.16 ^a ±7.00	67.83 ^a ±5.50
20	54.66 ^{ab} ±4.50	50.00 ^b ±5.00	62.00 ^a ±3.00

หมายเหตุ: อักษร ^a และ ^b ในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)
ที่มา: โฆษิต (2556)

ผลของความเข้มข้นสารอาหาร

ผลของปริมาณสารอาหารที่มีอยู่มากหรือน้อยนั้นก็จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายที่แตกต่างกันไป จากการศึกษาของ Liang et al. (2010) สารอาหารที่เพียงพอที่ให้สาหร่ายใช้ในการเจริญเติบโตเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตสาหร่ายให้มีปริมาณจำนวนชีวมวลมากในสารอาหารทั้งหมดที่จำเป็นต้องใช้นั้นอยู่ในกลุ่มของ ไนโตรเจน เช่น ไนเตรต (NO₃⁻) แอมโมเนีย (NH₄⁺) หรือ ยูเรีย (NH₂-CO-NH₂) ที่เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในการเจริญเติบโตของสาหร่าย การเจริญเติบโตของ *Chlorella vulgaris* ที่

มีไนเตรดที่แตกต่างกัน พบว่าการเจริญเติบโตมากภายใต้เงื่อนไขที่จำกัดในปริมาณสารอาหาร 5 และ 10 มิลลิลิตรของสารอาหาร อย่างไรก็ตามปริมาณผลผลิต 0.1-0.14 กรัม/ลิตร หลังจาก 12 วันของการเพาะเลี้ยง ในการเปรียบเทียบ *C. vulgaris* มีการเจริญเติบโตที่ตีมากในปริมาณสารอาหารที่เพียงพอ 80-100 มล. ชีวมวลที่ได้ 0.29-0.31 กรัม/ลิตร มีชีวมวลเพิ่มขึ้นประมาณ 150% นอกจากนี้ที่มีอัตราการเจริญเติบโตของ *C. vulgaris*. ยังได้รับการเสริมสารอาหารที่เพียงพอตัวอย่างเช่นอัตราการเจริญเติบโตที่เฉพาะเจาะจงเป็น 0.132 และ 0.229 ของ 5 และ 100 มล. ของสารอาหารที่เพิ่มขึ้นตามลำดับเพิ่มจาก 73% ผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าปริมาณของแหล่งที่มาของสารอาหารที่เป็นส่วนที่จำเป็น เพื่อในการเจริญเติบโตของสาหร่ายและชีวมวลที่สูงขึ้นผลในขณะที่อัตราการเจริญเติบโตสำหรับ *C. vulgaris* ด้วยปริมาณสารอาหารที่มากเกินไป 150 มล. แสดงแนวโน้มเช่นเดียวกับ 100 มล. (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ผลของความเข้มข้นไนเตรดเริ่มต้นต่อการเจริญเติบโตของ *Chlorella vulgaris* ตามเงื่อนไขการเพาะเลี้ยงอื่นๆ : pH = 7 และแสงสว่างเวลา 24 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่อง ปริมาณไนเตรดเริ่มต้น (mg/L) : 5 มิลลิลิตร=1.33 , 10 มิลลิลิตร=2.69 , 20 มิลลิลิตร=5.38 , 30 มิลลิลิตร=7.98 , 50 มล.=13.09 , 80 มิลลิลิตร=20.94 , 100 มิลลิลิตร=26.67 , 150 มิลลิลิตร=40.71

ที่มา: Lam et al. (2012)

องค์ประกอบและปริมาณกรดไขมันในสาหร่าย

การศึกษาของ Liang et al. (2010) ไขมันใน *Chlorella vulgaris* ที่เลี้ยงในอาหาร อินทรีย์และอนินทรีย์รวมถึงไขมันที่เป็นกลาง phospholipid, glycolipid และ Trans-hexadecanoic ร้อยละของไขมันเหล่านี้ในตัวอย่างสาหร่าย (น้ำหนักแห้ง) ร้อยละของ TAG ของไขมันทั้งหมดจะแตกต่างกันตามด้วยชนิดและสภาพทางสรีรวิทยาของการเพาะเลี้ยงระหว่าง 38% และ 65% ในขณะที่ไขมันบางชนิดส่วนใหญ่ประกอบด้วย esters ของ sterols และ ไฮโดรคาร์บอน 60% ที่แสดงให้เห็นใน (ตารางที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไขมันในน้ำนางฟ้าไทย (กรัม) ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรต่างๆอายุ 5 - 20 วัน

อายุโรน้ำนางฟ้า (วัน)	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของโรน้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร		
	คลอเรลลา	อาหารผง	อาหารผง : คลอเรลลา
5	0.013 ^a ±0.030	0.008 ^a ±0.001	0.012 ^a ±0.004
10	0.022 ^a ±0.002	0.020 ^a ±0.005	0.017 ^a ±0.003
15	0.026 ^a ±0.005	0.023 ^a ±0.003	0.028 ^a ±0.006
20	0.032 ^b ±0.004	0.041 ^{ab} ±0.008	0.047 ^a ±0.005

หมายเหตุ: อักษร^a และ ^b ในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

ที่มา: โฆษิต (2556)

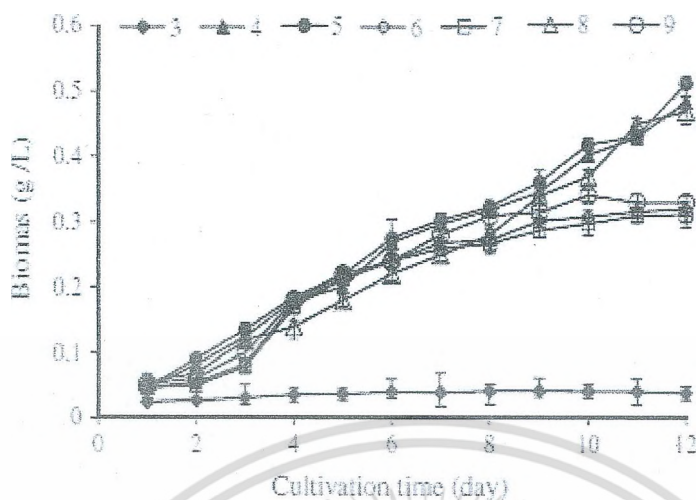
ตารางที่ 5 ไขมันใน *Chlorella vulgaris* ที่เจริญเติบโตในอาหาร อินทรีย์ และ อนินทรีย์

Lipid	Percentage (%) of dry weight	
	Organic media	Inorganic media
Neutral lipid (waxester 80 % and TAG 20 %)	2.8	1.88
Phospholipid	8.6	6.2
Glycolipid	5.7	5.7
Trans-hexadecanoic acid	1.6	2.3

ที่มา: Liang et al. (2010)

ผลของ pH

การศึกษาของ Lam et al. (2012) ปัจจัยที่ควบคุมในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เหมาะสมอยู่ที่ 7-8 ในการเจริญเติบโตของสาหร่าย pH ในอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงสำหรับ *C. vulgaris* ที่การเจริญเติบโตที่ pH 4, 5 และ 8 มีชีวมวลที่สูงที่สุดคือ 0.47-0.51 กรัม/ลิตร ที่ได้หลังจาก 12 วันของการเพาะเลี้ยงนอกจากนี้อัตราการเจริญเติบโตเฉพาะเจาะจงสูงที่ pH 4 (0.265), pH 5 (0.270) และ pH 8 (0.263) เมื่อเทียบกับการเจริญเติบโตของการเพาะเลี้ยงที่สภาวะ pH เป็นกลาง 7 (0.229) ในวันที่ 1 ซึ่งผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่า *C. vulgaris* สามารถปรับตัวได้เป็นอย่างดี ที่ความเป็นกรด-ด่างต่างๆ แต่ที่ pH 3 การเจริญเติบโตของ *C. vulgaris* กลับไม่มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของชีวมวลที่ถูกรวบรวมหลังจาก 12 วันของการเพาะเลี้ยงในทางกลับกันแม้ว่าการเจริญเติบโตของ *C. vulgaris* ดีที่ pH 6, 7 และ 9 ของการสังเกตจากวันที่ 1 ถึงวันที่ 4 และการเจริญเติบโตและฆ่าลงเกือบหยุดนิ่งจากวันที่ 9 ถึงวันที่ 12 มีชีวมวลสูงสุด 0.33 กรัม/ลิตร (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ผลของ pH เริ่มต้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของ *C. vulgaris* ในการเพาะเลี้ยงเงื่อนไขอื่น ๆ ปริมาณสารอาหารเริ่มต้น = 100 มล. (ปริมาณไนเตรต 26.67 mg/L) แสงสว่างเวลา 24 ชั่วโมงอย่างต่อเนื่อง

ที่มา: Lam et al. (2012)

การจำแนกชนิดของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์นั้นแบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลักๆ ตามแหล่งที่มาและการใช้ประโยชน์ซึ่งจะมีองค์ประกอบที่แตกต่างกันออกไปตามชนิด

1. ปุ๋ยคอก เป็นปุ๋ยที่ได้จากสิ่งขับถ่ายของสัตว์ เช่น มูลไก่ มูลสุกร มูลโค มูลกระบือ มูลแพะ มูลแกะ มูลกระต่าย ฯลฯ ซึ่งคุณสมบัติของมูลสัตว์จะองค์ประกอบที่แตกต่างกันในส่วนของปริมาณธาตุอาหารมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่สัตว์กินเข้าไป มูลสัตว์ที่รวบรวมมาได้ ถ้ามีความชื้นสูงจะมีการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ ทำให้มีปริมาณไนโตรเจน ทั้งหมดลดน้อยลง ดังนั้น ควรนำมาทำให้แห้งสนิทแล้วกองรวมกันไว้

2. ปุ๋ยหมัก เป็น ปุ๋ยที่ได้จากการนำเอาวัสดุอินทรีย์ชนิดต่างๆ มาผ่านกระบวนการหมักจนย่อยสลายเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ขึ้นอยู่กับ ช่วงระยะเวลา ชนิดของวัสดุที่ใช้ และกรรมวิธีในการหมักนำวัสดุและมูลสัตว์มาผสมกันในอัตรา 1:1 ให้ความชื้นเริ่มต้นประมาณ 60% ทำกองสูงประมาณ 1 เมตร คลุมกองด้วยพลาสติก ทำการกลับกองทุกๆ 7 วัน ระหว่างหมักในช่วง 7-20 วัน อุณหภูมิภายในกองต้องสูงถึง 60-70 องศาเซลเซียส เพื่อฆ่าจุลินทรีย์ที่เป็นโรคสัตว์ โรคคนและเมล็ดวัชพืชต่างๆซึ่งกระบวนการหมักจะสิ้นสุดลงภายใน 4-5 สัปดาห์ คือ มีค่าสัดส่วนระหว่าง C/N นั้นอยู่ประมาณ 20:1 และ อุณหภูมิจะลดลงเหลือประมาณ 35-45 องศาเซลเซียส ซึ่งวัสดุที่นำมาทำปุ๋ยอินทรีย์ที่มีการย่อยสลายที่เสร็จสิ้นสมบูรณ์จะมีลักษณะเปียกชุ่ม สีน้ำตาล-ดำ มีกลิ่นที่คล้ายดิน (ชุติมณฑน์, 2553)

3. ปุ๋ยพืชสด เป็น ปุ๋ยที่ได้จากการไถกลบพืชสดๆ ลงในดิน ซึ่งธาตุอาหารในพืชสดจะถูกย่อยสลายและปลดปล่อยออกมาให้พืชหลังจากผ่านกระบวนการย่อยสลายในดิน ระยะเวลาที่เหมาะสมในการไถกลบพืชให้เป็นปุ๋ยพืชสด ซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้พืชในตระกูลถั่ว หรือพืชอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาของ El nadi et al. (1995) ได้ศึกษาถึงองค์ประกอบไอออนของสารสกัด ค่า pH และ ค่า EC พบว่าปุ๋ยหมักจะมีค่าที่แตกต่างกัน ใน Ca^{2+} Mg^{2+} และ SO_4^{2-} ในมูลไก่ในทางตรงกันข้าม ความเข้มข้นของ K^+ ในมูลไก่มีมากกว่าใน ชยะอยู่ในเมือง K^+ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ค่า pH มูลทั้งสองที่เป็นกรดเล็กน้อย ดังนั้นความเป็นต่างของดินอาจจะ เป็นกลางเมื่อเมื่อนำปุ๋ยคอกมาใช้ ค่า EC ของมูลไก่มีค่าที่สูงกว่าขยะทั่วไป (ตารางที่ 6) ซึ่งความอุดมสมบูรณ์ของ N, C, K, P, Fe, Cu, Ni และ Pb เริ่มมีมากขึ้นในปุ๋ยมูลไก่ที่มีสูงขึ้น ซึ่งสัดส่วนของ N จะนำไปสู่การลดลงอย่างมากในสัดส่วน C / N สัดส่วนของปุ๋ยอินทรีย์หมักนั้นมีความสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกันในรูปแบบของการสลายตัวในดิน ดังนั้น ปริมาณของมูลไก่เป็น >15 เท่า มากกว่าขยะอยู่ในเมืองเพื่อประโยชน์ของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ที่มีปริมาณ Fe และ Cu ของปุ๋ยคอกทั้งสองที่เปรียบเทียบกัน ทั้งสองปุ๋ยคอกจะไร้สารตะกั่ว

ตารางที่ 6 ลักษณะทางเคมีของปุ๋ยมูลสัตว์

Manure type	EC ($\text{ds}^{-1}\text{m}^{-1}$)	pH	Ionic concentration (Meq l^{-1})						
			Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	SO_4^{2-}	Cl	$\text{CO}_3^{2-}, \text{HCO}_3^-$
Town refuse	8.68	5.00	29.00	38.50	81.56	5.68	49.50	41.57	20.00
compost									
Chicken manure	22.50	6.80	15.50	20.00	195.7	122.76	10.00	90.30	15.00

ที่มา: El nadi et al. (1995)

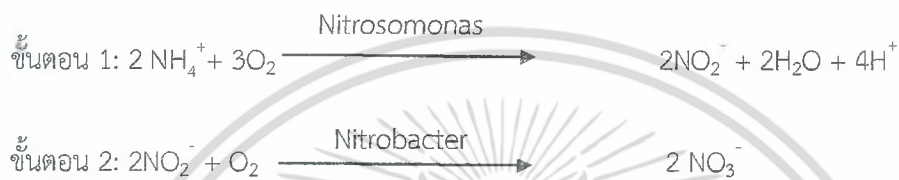
การย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์

ปุ๋ยอินทรีย์ที่อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม สารต่างๆ ที่ละลายได้จะถูกย่อยออกมา ในส่วนของอินทรีย์สารที่ง่ายต่อการทำลายจะถูกย่อยโดยจุลินทรีย์ ซึ่งสารโมเลกุลที่มีลักษณะค่อนข้างใหญ่ก็จะย่อยสลายอย่างช้าๆ และบางส่วนที่ถูกย่อยสลายไปแล้วแต่ยังมี aromatic ring ที่ซับซ้อนอยู่อาจ เกิดเป็นสารชีวโมล ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอินทรีย์วัตถุ ซึ่งสารต่างๆที่กำลังถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์นั้น จะไปอยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ในรูปต่าง ๆ ของ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสจนสุดท้ายจะอยู่ในรูปของอินทรีย์ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส (ตารางที่ 7) ที่จะสามารถนำไปใช้ได้ ส่วนโพแทสเซียม ที่อยู่ในเนื้อเยื่อพืชและสัตว์จะค่อยๆ ถูกย่อยสลายออกมาซึ่งมีความคล้ายคลึงกันเมื่อเทียบกับปุ๋ยเคมีแล้วจะเป็นสัดส่วนที่สม่ำเสมออย่างมาก กระบวนการย่อยสลายของปุ๋ยอินทรีย์ซึ่งเป็นกระบวนการที่เปลี่ยนรูปของสารประกอบอินทรีย์ให้เป็นสารอนินทรีย์เช่น กระบวนการ nitrogen mineralization (ชุติมณฑน์, 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุลินทรีย์ที่หาหน้าที่ในปฏิกิริยาข้างบนนี้มีทั้ง bacteria fungi และ actinomycetes ซึ่งรวมเรียกกันว่า ammonifying microorganisms ซึ่งมีทั้งพวกต้องการออกซิเจน (aerobic) และไม่ต้องการออกซิเจน (anaerobic)

ขั้นตอนที่ 3 nitrification หรือ กระบวนการเกิด NH_4^+ เป็นกระบวนการที่ NH_4^+ ที่ได้จากกระบวนการที่ 2 ถูกเปลี่ยนให้เป็น NO_3^- โดยจุลินทรีย์ผ่านปฏิกิริยาที่เรียกว่า biological oxidation ซึ่งกระบวนการเกิด NO_3^- นี้มี 2 ปฏิกิริยาเกิดขึ้นต่อเนื่องกันโดยการกระทำของแบคทีเรีย 2 กลุ่ม ซึ่งเรียกรวมกันว่า nitrifying bacteria หรือ nitrobacteria ดังสมการ



ในดินที่มีการระบายอากาศดี N ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ NO_3^- ซึ่งพืชก็สามารถเจริญเติบโตได้แม้จะได้รับเฉพาะ NO_3^- เพียงอย่างเดียว เมื่อ NO_3^- เข้าสู่เซลล์พืชจะถูกรีดิวซ์จนได้ NH_4^+ แล้วจึงเข้าร่วมกับสารอินทรีย์บางชนิดสังเคราะห์เป็นกรดอะมิโน อาจเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ NO_3^- และ NH_4^+ ของเซลล์พืชได้ 2 ประเด็น คือ

1. เมื่อพืชดูด NH_4^+ เข้าไปในเซลล์ก็นำไปสังเคราะห์กรดอะมิโนได้ทันที แต่ถ้าพืชดูด NH_4^+ เข้าไปมาก ก็ต้องใช้คาร์โบไฮเดรตมากในเวลาอันรวดเร็วด้วย เนื่องจากการสะสม NH_4^+ ในเซลล์อาจเป็นพิษหากการสังเคราะห์แสงขณะนั้นไม่สูงพอที่ขจัดกรดคาร์โบไฮเดรต
2. ในกรณีที่พืชดูด NO_3^- เข้าไปในเซลล์ จะไม่มีความจำเป็นต้องใช้คาร์โบไฮเดรตในทันที เนื่องจาก NO_3^- ต้องผ่านกระบวนการรีดักชันเป็น NH_4^+ จึงจะนำไปสังเคราะห์กรดอะมิโน (ชุตินพนธ์, 2553)

ผลกระทบของระดับออกซิเจนในการสลายตัวของมูลไก่

ปริมาณของออกซิเจนในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการทำงานของจุลินทรีย์ต่างๆ การศึกษาของ Liang et al. (2013) พบว่าระดับของออกซิเจนที่มีค่าต่ำจะทำให้เกิดปฏิกิริยา denitrification ขึ้นและทำให้โมเลกุลของ NH_3 และไนโตรเจน (N_2) จะถูกปลดปล่อยขึ้นไปในชั้นบรรยากาศ ในการเปรียบเทียบกับจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจน เช่น nitrobacteria ที่เจริญเติบโตไปพร้อมกับความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายอยู่มีค่าที่สูง เป็นผลให้มีไนโตรเจนในสารอินทรีย์ เช่น โปรตีนจะถูกย่อยสลายอย่างสมบูรณ์และการเปลี่ยนแปลงเป็นไนเตรทจากรูปไนโตรเจน จึงนำไปสู่การลดลงของ NH_3 หรือ N_2 ถูกที่ถูกละลายออกมา นอกจากนี้ภายใต้ออกซิเจนที่ละลายอยู่มีค่าต่ำ $\text{PO}_4\text{-P}$ จะถูกแปลงเป็นไปเป็น PH_3 ซึ่งถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศ จึงทำให้เกิดการลดลงของ $\text{PO}_4\text{-P}$ (ตารางที่ 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ผลกระทบของระดับออกซิเจนที่ละลายในการสลายตัวของซีไ้

Components level	Agitation rate (rpm)			
	infiltrate	50	100	200
Total nitrogen (g/L)		0.68±0.01 ^c	0.81±0.01 ^b	1.06±0.02 ^a
Phosphas (g/L)		0.63±0.01 ^c	0.82±0.01 ^b	1.06±0.01 ^a
Potassium (g/L)		1.24±0.02 ^a	1.22±0.03 ^a	1.26±0.03 ^a
Total carbon (mg/L)		1.34±0.5 ^b	145±0.6 ^a	126±0.4 ^c
NH ₄ -N (mg/L)		385±0.5 ^a	252±0.4 ^b	123±0.4 ^c
NO ₃ -N (mg/L)		102±0.2 ^c	464±0.5 ^b	723±0.6 ^a

ที่มา: Liang et al. (2013)

การศึกษาของ Sager et al. (2007) พบว่าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดินและตะกอนแม่น้ำซึ่งจากการศึกษาจะถูกยกมาเปรียบเทียบความเกี่ยวข้องกับการสะสมที่เป็นไปได้ทั้งในระดับผิวโลกและดินที่เพาะปลูกในประเทศและตะกอนแม่น้ำ แต่ดินและข้อมูลตะกอนไม่สามารถเปรียบเทียบอย่างสมบูรณ์ในตะกอนที่ถูกร่อนด้วยตะแกรง 180 (~ 0.08 มม.) และการย่อย HF ในขณะที่ดินที่ถูกร่อนตะแกรงขนาด < 2 มิลลิเมตรและได้รับการย่อยด้วยน้ำ

ปริมาณของ K ในเปลือกโลก (ซึ่งค่าเฉลี่ยลงไปถึงความลึกของ 35 กิโลเมตรด้านล่างทวีปและ 10-13 กิโลเมตรด้านล่างระดับน้ำทะเลในมหาสมุทรขนาดใหญ่) มีประมาณ 26 กรัม/กิโลกรัม ซึ่งความเข้มข้นสูงที่สุดของ K ที่พบ 50-80 กรัม/กิโลกรัมถูกพบในมูลหมูและก๊าซชีวภาพ ปริมาณของ K ลดลงในลำดับปุ๋ยคอกหมู > ปุ๋ยมูลวัว > มูลหมู > มูลสัตว์ปีก > ปุ๋ยหมัก ปริมาณของ Na จากมูลหมูและก๊าซชีวภาพตกค้างมากกว่า 20 กรัม/กิโลกรัม ซึ่งเป็นขนาดที่สูงกว่าปุ๋ยหมัก ในทำนองเดียวกันสัดส่วนของ Na / K สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในมูลหมูกว่าในใส่ปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก ซึ่งในทางตรงกันข้ามปริมาณ Ca ในมูลมีค่าที่ต่ำกว่าในปุ๋ยหมักและในมูลสัตว์ปีก ซึ่งอาหารสัตว์ปีกอาจมี Ca มากกว่า ปริมาณ Mg ในปุ๋ยคอกหมูและมูลหมูสูงที่สุดในปุ๋ยหมักในขณะที่ Mg ต่ำในปุ๋ยคอกวัว ปุ๋ยคอก ปุ๋ยคอกจากมูลสัตว์ปีกและปุ๋ยในการผลิตก๊าซชีวภาพ ดังนั้นสัดส่วนของ Ca / Mg สูงขึ้นในมูลสัตว์ปีกและปุ๋ยหมักสูงกว่าในปุ๋ยคอกวัว ซึ่งปริมาณ Al นั้นสูงอย่างมีนัยสำคัญในปุ๋ยหมัก ในขณะที่ Al and Mg ในปุ๋ยหมักมีค่าประมาณเท่ากับ Al ได้มากน้อยกว่าในอุจจาระ สัดส่วน Al / Fe แตกต่างกันและขัดต่อตัวอย่างทางธรณีวิทยาที่ไม่ได้บ่งบอกถึงสิ่งเกี่ยวกับความเข้มข้นเดียวกันกับอุจจาระ กากตะกอนและปุ๋ยหมัก และดีกว่าปริมาณเฉลี่ยที่เปลือกโลก ค่าเฉลี่ยการเกิดขึ้นของ P ในเปลือกโลกเป็นเรื่องเกี่ยวกับ 1.05 กรัม/กิโลกรัมซึ่งรวมถึงแร่ P ในอุจจาระทุกคนที่สูงขึ้นและมีความเข้มข้นในมูลหมูและปุ๋ยคอกหมู น้อยกว่า ธาตุอาหาร N, P, K สัดส่วน K/P สูงสุดในปุ๋ยคอกวัวและต่ำสุดในมูลหมูและมูลสัตว์ปีก มูลของสัตว์กินพืช วัวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากปุ๋ยหมักที่ได้มาจากพืชในอัตราส่วนของ K/P และ Ca/Mg ในการกระจายของ Zn จากการตรวจสอบอุจจาระและปุ๋ยหมัก กากตะกอนที่มีอยู่ที่เปลือกโลกเฉลี่ยปริมาณ 70 มิลลิกรัม/กิโลกรัมสำหรับดินที่เพาะปลูกของประเทศออสเตรเลียมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 56 และ 89 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ธาตุ Zn ที่พบในมูลหมูและมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัตว์ปีกมีค่าที่สูงขึ้น ในขณะที่ความเข้มข้นเฉลี่ยในตะกอนแม่น้ำที่ปนเปื้อนในระดับปานกลางในที่ราบลุ่มรอบเวียนนาเป็น 100-200 กิโลกรัม/มิลลิกรัม ค่าเฉลี่ยในปุ๋ยคอกหมูมีประมาณ 1,200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สำหรับ Cu ในเปลือกโลกประมาณ 55 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ค่าเฉลี่ยปุ๋ยหมักมีค่าสูงเล็กน้อยและ พบว่ามีมากในมูลหมูและมูลสัตว์ปีก ความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการให้อาหารสัตว์ในฟาร์มด้วยอาหารที่มีองค์ประกอบของ Cu ที่สำคัญสูง สำหรับสัตว์ที่เลี้ยงในฟาร์มตัวอย่างมูลสัตว์ปีกสูงกว่าในกลุ่มตัวอย่างมูลสัตว์ที่สอดคล้องกัน ซึ่งการสะสม Mo ในสิ่งมีชีวิต และ ถ่านหิน มันถูกพบว่าส่วนใหญ่หมายถึงความเข้มข้นที่เปลือกโลก 1.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ยกเว้นในกรณีของปุ๋ยหมักที่พบในพีชชีเขียว ซึ่งอาจมีข้อกำหนดสำหรับ Mo ในดินที่ดูเหมือนว่าเป็นประโยชน์ แต่มีขีดจำกัดการปนเปื้อนไม่ถึง 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ค่าเฉลี่ย Se ในดินออสเตรเลียได้กำหนดให้มี 0.23 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งค่อนข้างต่ำกว่าเมื่อเทียบกับความต้องการสัตว์และทางโภชนาการของมนุษย์ ทุกประเภทของอุจจาระและกากตะกอนน้ำเสีย ในนี้พบ Cu, Zn และ P, ความเข้มข้น Se ที่สูงที่สุดในปุ๋ยคอกหมูที่มีปริมาณเฉลี่ย 3.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ตารางที่ 9) จากการศึกษาของ Yadav et al. (2013) พบว่าลักษณะทางกายภาพและเคมีของมูลวัว CD กากตะกอนอุตสาหกรรมอาหาร (FIS) ผักตบชวา (WH) และ parthenium (PH) ในการทดสอบไส้เดือน (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 9 สารอาหารบางชนิดและอัตราส่วนขององค์ประกอบที่พบในปุ๋ยอินทรีย์

Element	Cattle manure	Poultry dung	Pig dung	Biogas manure	Sewage sludge	Pig manure
Cu (mg kg ⁻¹)	51(8-117) ^b	66(28-182)	108(23-211)	94(1-360)	166(10-612)	282(27-642)
Mn (mg kg ⁻¹)	180(40-312)	339(91-807)	307(74-481)	289(4-1530)	265(21-1941)	358(93-907)
Se (mg kg ⁻¹)	0.59(0.12-0.84)	1.40(0.54-3.19)	1.35(1.08-1.42)	0.80(1.15-3.36)	2.08(0.27-13.1)	3.37(2.01-3.57)
Zn (mg kg ⁻¹)	164(49-405)	314(92-739)	710(48-1439)	349(14-1715)	683(45-1575)	1156(214-1693)
Cu/Se ratio	92(61-189)	75(21-175)	79(44-140)	132(54-336)	58(4-482)	76(15-441)
Mn/Se ratio	397(67-1245)	482(287-1538)	297(244-310)	307(87-2895)	131(15-485)	137(28-554)
Zn/Se ratio	470(82-780)	226(163-693)	448(279-1015)	537(281-1154)	320(30-2891)	325(64-1751)

ที่มา: Sager et al. (2007)

การใช้ปุ๋ย มูลวัว และขี้เถ้า

การใช้ปุ๋ยในแต่ละชนิดนั้นก็มีความแตกต่างกันออกไปตามองค์ประกอบหรือวัตถุประสงค์ของการใช้งานนั้นๆ ซึ่งจากการศึกษาของ Saleque et al. (2004) ธาตุไนโตรเจนถูกนำไปใช้ในรูปแบบของปุ๋ยยูเรียในระหว่างการเตรียมที่ดิน ฟอสเฟต (P) โพแทสเซียม (K) และ กำมะถัน (S) ถูกนำไปในรูปแบบของซูเปอร์ฟอสเฟต muriate ของโพแทสเซียม และ ยิปซัม ตามลำดับในระหว่างการเตรียมดินสุดท้ายมูลวัวและขี้เถ้า มูลวัวที่เก็บได้ และขี้เถ้าความเข้มข้นของสารอาหารอยู่ในมูลวัว และขี้เถ้าพบว่าในปี 1990,ปี 1994 และ 1997 ความเข้มข้นของสารอาหารที่มีค่าเฉลี่ยในมูลวัวเป็น 12:9±01:01 กรัม/กิโลกรัม N, 05:08±00:31 กรัม/กิโลกรัม P, 17:06± 01:05 กรัม/กิโลกรัม K, 02:06±00:32 กรัม/กิโลกรัม S และ 152±12 มิลลิกรัม/กิโลกรัม Zn ในขณะที่ขี้เถ้าเฉลี่ยมี 00:02±00:03 กรัม/กิโลกรัม N 01:00±00:08 กรัม/กิโลกรัม P และ 10:00±01:01 กรัม/กิโลกรัม K ของน้ำหนักแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของมูลวัวสด (CD) กากตะกอนอุตสาหกรรมอาหาร (FIS) ผักตบชวา (WH) และ parthenium (PH) ของไส้เดือน

Property	CD	FIS	WH	PH
pH	8.1±0.1 ^{b)}	6.25±0.27	7.1±0.03	8.00.1
EC (ds m ⁻¹)	1.2±0.01	1.8±0.04	2.2±0.01	2.7±0.03
TOC (g kg ⁻¹)	505±15	380±19	312±7.8	470±31
TKN (g kg ⁻¹)	6.5±0.2	21±0.8	6.8±0.5	7.5±0.3
TAP (g kg ⁻¹)	6.6±0.2	7.90±0.3	3.86±0.2	369±0.3
TK (g kg ⁻¹)	2.8±0.1	3.5±0.25	6.6±0.3	9.0±0.5
TCa (g kg ⁻¹)	1.87±0.08	3.8±0.2	5.75±0.25	2.21±0.05
C:N ratio	77.7±3.3	18.1±0.9	45.9±2.3	62.7±5.1
C:P ratio	76.5±13.1	48.10±2.3	80.82±6.1	127.3±11
OM (%)	87.5±5.5	65.4±3.8	53.7±5.1	81±6.1
Fe (mg kg ⁻¹)	1750±140	1585±110	448±11	1090±55
Cu (mg kg ⁻¹)	31±2.1	89±2.8	221±9.3	73±3.3
Cd (mg kg ⁻¹)	2.10±0.03	4.7±0.04	0.60±0.01	1.10±0.02
Zn (mg kg ⁻¹)	143±8.3	430±9	315±10	298±14
Pb (mg kg ⁻¹)	2.40±0.08	4.0±0.20	0.06±0.008	1.10±0.01

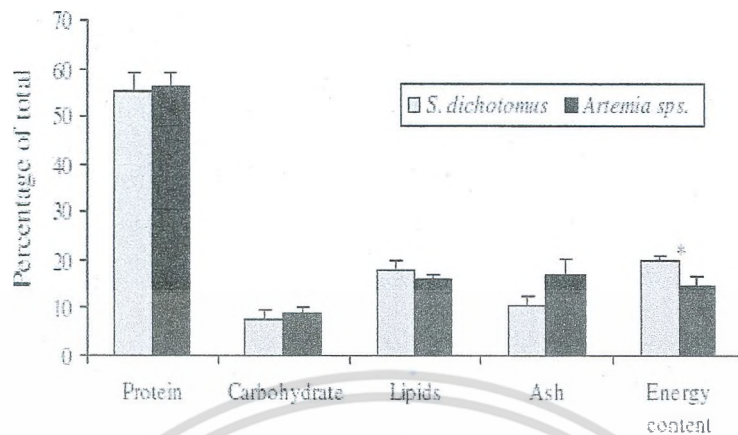
ที่มา: Yadav et al. (2013)

คุณค่าทางโภชนาการของไร่น้ำนางฟ้า

โภชนาการอาหาร ที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำจะมีผลต่อ การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ โดยอาหาร มีชีวิตเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต อัตรารอด และการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์น้ำ ปัจจุบันมีการใช้ไร่น้ำนางฟ้าเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากไร่น้ำนางฟ้าประกอบไปด้วยปริมาณสารอาหารที่จำเป็นหลายชนิด ทำให้สัตว์น้ำมี อัตราการเจริญเติบโตรวดเร็ว และขยายพันธุ์ได้เป็นจำนวนมาก จากการทดลองของ Velu and Munuswamy (2007) ได้วิเคราะห์ปริมาณสารอาหารในไร่น้ำนางฟ้าเปรียบเทียบกับอาร์ทีเมีย พบว่า ส่วนประกอบของไร่น้ำนางฟ้า (*Streptocephalus dichotomus*) คือ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันไม่มีความแตกต่างกัน แต่มีปริมาณต่ำกว่าและมีพลังงานสูงกว่าอาร์ทีเมีย (*Artemia* sp.) ดังภาพที่ 4

การเปรียบเทียบองค์ประกอบของปริมาณสารอาหารในอาหารมีชีวิตแต่ละชนิด จากการวิเคราะห์ของ Sornsuphar et al. (2012) ได้ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) ด้วยอาหาร 4 ชนิด ได้แก่ อาหารสำเร็จรูป ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร (*Streptocephalus sirindhornae*) อาร์ทีเมีย (*Artemia* sp.) และไรแดง (*Moina macropa*) พบว่า ไรแดงมีปริมาณโปรตีนสูงสุด 585±0.8 กรัม/กิโลกรัม รองลงมาคือไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร 546±5 กรัม/กิโลกรัม อาร์ทีเมีย 538±4 กรัม/กิโลกรัม และอาหารทางการค้า 414±2 กรัม/กิโลกรัม ปริมาณไขมันพบสูงสุดในไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร 255±2.3 กรัม/กิโลกรัม อาหารสำเร็จรูปจะมีปริมาณ คาร์โบไฮเดรต 278±2 กรัม/กิโลกรัม และเถ้า 162±0.7 กรัม/กิโลกรัม สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารแต่ละชนิด (ตารางที่ 11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์องค์ประกอบของสารอาหารโปรตีน คาร์โบไฮเดรตไขมัน เถ้า และปริมาณพลังงานในไร่น้ำนางฟ้า และอาร์ทีเมีย
ที่มา: Velu and Munuswamy (2007)

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบองค์ประกอบของอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ (กรัม/กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง)

nutrient composition	dry commercial feed	fairy shrimp nauplii	<i>Artemia</i> nauplii	adult <i>Moina</i>
protein	414±2	546±5	538±4	588±0.8
lipid	64±0	255±2	187±0.3	82±2
carbohydrate	278±2	30±2	59±2	110±1.9
moisture	51±0.5	54±4	88±2	106±0.6
fiber	31±0.6	46±0.2	63±5	56±12
ash	162±0.7	69±0.2	66±4	61±2

ที่มา: Sornsuphar et al. (2012)

การนำไร่น้ำนางฟ้าไปใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำ พบว่าให้ผลที่ดีจากการทดลองเลี้ยงปลาหมอเทศ (*Oreochromis mossambicus*) ด้วยไร่น้ำนางฟ้า (*Streptocephalus dichotomus*) พบว่า มีอัตราการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราส่วนการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่สูง โดยมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีน 12% น้ำตาลอิสระ 34.4% และ protein bound sugars 101% (Prasath et al., 1994) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตระหว่างชนิดของอาหารมีชีวิตในการใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ จากการทดลองของ Velu and Munuswamy (2007) ในการใช้ไร่น้ำนางฟ้า (*Streptocephalus dichotomus*) เลี้ยงปลาทอง (*Carassius auratus*) วิเคราะห์ทางชีวเคมีในเนื้อเยื่อพบว่า มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 1.3% และไขมัน 1.7% ซึ่งมากกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย

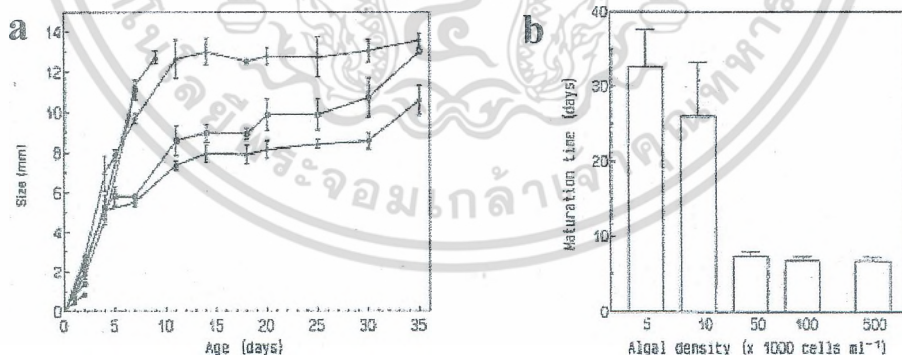
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารสำหรับเลี้ยงไรน้ำนางฟ้า

ไรน้ำนางฟ้ามีการกินอาหารแบบกรอง อาหารส่วนใหญ่ประกอบด้วยสาหร่าย แบคทีเรีย โปรโตซัว โรติเฟอร์ และเศษซากอินทรีย์วัตถุ ขณะที่ไรน้ำนางฟ้าว่ายน้ำในลักษณะหงายท้อง การเคลื่อนไหวของขาว่ายน้ำจะก่อให้เกิดกระแส น้ำ มีการรวมตัวกันอย่างหนาแน่นของอาหารบริเวณร่องระหว่างขาว่ายน้ำจากนั้นอาหารจะถูกพัดเข้าไปติดกับสารเหนียวที่ขับออกมาบริเวณปากและถูกกลืนกินเป็นอาหาร โดยคลอเรลลาเป็นแพลงก์ตอนพืชซึ่งพบว่าเป็นอาหารที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าคลอเรลลามีลักษณะเป็นเซลล์อยู่เดี่ยวๆ หรืออาจอยู่รวมกันเป็นกระจุก เซลล์รูปร่างกลมรีขนาดแตกต่างกัน คลอโรพลาสต์รูปกล้วยหรือแผ่นอยู่ริมเซลล์ อาจมีหรือไม่มีไพรีนอยด์ มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์จนได้จำนวน 4 หรือ 8 ซึ่งยังคงรวมกันอยู่ในผนังเซลล์พ่อแม่ (นุกูล และคณะ, 2549)

ความเข้มข้นของอาหารมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของไรน้ำนางฟ้า จากการทดลองของ Ali and Dumont (1995) ได้ทดลองเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าวัยอ่อน (*Streptocephalus proboscideus*) ด้วยสาหร่าย (*Scenedesmus* sp.) พบว่าที่ความเข้มข้น 0.5×10^3 - 5×10^5 cell/ml พบว่าที่ความเข้มข้น 5×10^4 cell/ml มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต หลังจากการเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าได้ 10 วัน ขนาดของไรน้ำนางฟ้าจะไม่แตกต่างกันมาก (ภาพที่ 5a) และถ้ามีปริมาณสาหร่ายมากจะทำให้ไรน้ำนางฟ้าเข้าสู่ระยะการเจริญพันธุ์ได้เร็วขึ้น (ภาพที่ 5b) ความสัมพันธ์ระหว่างการกรองและอัตราการบริโภคของไรน้ำนางฟ้า (*Streptocephalus proboscideus*) มีความแตกต่างกัน จากการเลี้ยงด้วยสาหร่าย (*Selenastrum capricornutum*) ผลการวิเคราะห์ พบว่า อัตราการบริโภคมีค่าสูงสุดประมาณ 10×10^6 เซลล์/ตัว/ชั่วโมง (Brendonck, 1993) โดยอัตราการบริโภคจะขึ้นอยู่กับชนิด ขนาด และปริมาณอาหารที่ให้ (Dumont et al., 1994)

นอกจากนี้อาหารที่ไรน้ำนางฟ้าได้รับส่งผลต่อความสามารถในการสร้างไข่ การทดลองเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าตัวเต็มวัย (*Streptocephalus proboscideus*) ด้วยสาหร่าย (*Scenedesmus acutus*) โรติเฟอร์ (*Brachionus calyciflorus*) อาหารผสมสาหร่ายและโรติเฟอร์ พบว่า ค่าเฉลี่ยของไข่ที่ไรน้ำนางฟ้าผลิตได้ต่อตัวอยู่ที่ 184 ± 38 , 111 ± 14 และ 160 ± 14 ฟอง/ตัว ตามลำดับ (Ali et al., 1999)



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ของอายุกับ ขนาดความยาวของไรน้ำนางฟ้า ที่เลี้ยงด้วยสาหร่ายความเข้มข้นแตกต่างกัน

(a) ความสัมพันธ์ของขนาดความหนาแน่นของสาหร่ายกับระยะเจริญพันธุ์ของไรน้ำนางฟ้า (b)

ที่มา: Ali and Dumont (1995)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ๋ยมูลสัตว์

ปุ๋ยมูลสัตว์เป็นปุ๋ยอินทรีย์ชนิดหนึ่งซึ่งได้มาจากการเลี้ยงสัตว์ โดยมูลสัตว์ส่วนใหญ่เป็นของแข็ง ประกอบด้วยเศษพืชและสัตว์ซึ่งเป็นอาหารที่สัตว์กินเข้าไปแล้วไม่สามารถย่อยหรือนำไปใช้ประโยชน์ได้หมด จึงเหลือเป็นกากที่สัตว์ขับถ่ายออกมา โดยเศษเหล่านี้ได้ผ่านกระบวนการย่อยสลายไปบางส่วนแล้วในทางเดินอาหาร ดังนั้นส่วนที่เป็นมูลสัตว์จึงอุดมไปด้วยธาตุอาหารชนิดต่างๆ รวมถึงสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้หลายชนิด ส่วนมูลสัตว์แต่ละชนิดจะมีธาตุอาหารชนิดใดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่สัตว์ชนิดนั้นกินเข้าไปเป็นปัจจัยสำคัญรวมถึงปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ ระบบย่อยอาหารของสัตว์ วิธีการให้อาหาร รวมถึงการจัดการรวบรวม มูลสัตว์ และการเก็บรักษา

ปริมาณสารอาหารในมูลสัตว์แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกัน Ano and Ubochi (2007) ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปุ๋ยมูลสัตว์ชนิดต่างๆ พบว่า ปริมาณแคลเซียมอยู่ในช่วง 1.12-1.37 % ค่าเฉลี่ย 1.29% โดยมูลกระต่าย มูลหมู และมูลแพะ มีปริมาณแคลเซียมสูงสุด รองลงมาคือ มูลไก่และมูลวัว ส่วนปริมาณแมกนีเซียม มูลกระต่ายมีปริมาณสูงสุด คือ 1.12 % และมูลหมูมีปริมาณไนโตรเจนสูงสุด คือ 0.25 % และน้อยที่สุดในมูลกระต่าย โดยองค์ประกอบทางเคมีจากปุ๋ยมูลสัตว์เหล่านี้มีความสัมพันธ์กับอาหารที่สัตว์ได้รับ ซึ่งกระต่ายและไก่ถูกเลี้ยงด้วยอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง หมูกถูกเลี้ยงด้วยอาหารที่อุดมด้วยสารอาหาร ในขณะที่วัวและแพะได้รับการเลี้ยงด้วยอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการค่อนข้างต่ำ (ตารางที่ 12)

1. มูลสุกร

การวิเคราะห์คุณสมบัติ และองค์ประกอบ ของมูลสุกร พบว่า มีองค์ประกอบของสารอาหาร ดังตารางที่ 14 (Huang et al., 2004)

2. มูลโค

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารของปุ๋ยมูลวัวของ สายชลและคณะ (2555) พบว่ามีความเป็นกรด-ด่าง 7.9 จัดอยู่ในระดับด่างเล็กน้อย มีค่าสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน เท่ากับ 10 :1 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) 7.14 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) 36.19% ไนโตรเจนเท่ากับ 2.0% ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.3% และโพแทสเซียมทั้งหมด 3.7% เมื่อเทียบกับปุ๋ยหมักพบว่า มีความแตกต่าง โดยมีความเป็นกรด-ด่าง 8.3 จัดอยู่ในระดับด่าง มีค่าสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน เท่ากับ 14 :1 ค่าการนำไฟฟ้า 2.60 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ 56.27% ไนโตรเจน 2.3% ฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.8% และโพแทสเซียมทั้งหมด 2.9 % (ตารางที่ 13, 14)

ตารางที่ 12 คุณสมบัติองค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยมูลสัตว์ชนิดต่างๆ

animal manure	chemical properties %				C:N
	Ca	Mg	N	organic C	
rabbit manure	1.37	2.16	0.25	23.03	16.8
swine manure	1.37	1.30	0.52	27.13	19.8
goat manure	1.37	0.83	0.32	28.43	20.8
poultry manure	1.24	0.89	0.36	29.63	23.9
cow manure	1.12	1.94	0.49	31.30	27.9

ที่มา: Ano and Ubochi (2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 คุณสมบัติและองค์ประกอบของมูลสุกรและขี้เลื่อย

parameter	pig manure	sawdust
pH	8.12±0.08	5.55±0.07
EC (dS ml)	2.90±0.05	0.02±0.00
moisture content (%)	68.3±0.17	8.12±0.35
total organic carbon (%)	36.6±0.77	46.5±2.78
total nitrogen (%)	3.24±0.12	0.07±0.00
total phosphorus (%)	1.72±0.01	0.006±0.000
C:N ratio	11.3±0.58	664±14.6

ที่มา: Huang et al. (2004)

ตารางที่ 14 คุณสมบัติและองค์ประกอบของปุ๋ยหมักและปุ๋ยมูลโค

สมบัติทางเคมีและธาตุอาหาร	ปุ๋ยหมัก	ปุ๋ยมูลโค
pH	7.9	8.3
moisture content at 75 °C, 20 hrs. (%)	22.43	30.04
total nitrogen (%)	2.0	2.3
total phosphate (%)	1.3	0.8
total potash (%)	307	2.9
sodium (%)	0.3	0.1
EC (ds/m)	7.14	2.60
organic carbon (%)	20.99	32.64
organic matter	36.19	56.27
C/N	10:1	14:1
germination index (%)	80.46	89.59

ที่มา: สายชล และคณะ (2555)

3. มูลไก่

ปริมาณธาตุอาหารในมูล ไก่แห้งจะมีปริมาณที่แตกต่างกัน ซึ่งมีความผันแปรไปตามชนิดของวัตถุดิบอาหารรวมทั้งแร่ธาตุที่เสริมลงในอาหาร จากการวิเคราะห์ ปริมาณสารอาหาร ในมูลไก่แห้งจากสถานที่ต่างๆ ในประเทศจีน นำมาวิเคราะห์ปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด (TP) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP) โพแทสเซียมทั้งหมด (TK) ทองแดง (Cu) และสังกะสี (Cu) ได้ผลดังตารางที่ 15 Huang et al. (2011)

ตารางที่ 15 ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ในมูลไก่แห้ง

variable	unit	minimum	maximum	mean	S.D.
TN	%	2.89	5.20	3.73	0.51
	mg	1294.40	5395.15	2508.77	1078.56
	g	34.79	75.16	53.35	8.47
TP	%	1.09	2.18	1.73	0.36
	mg	286.20	1692.77	713.69	337.95
	g/kg	7.27	20.88	14.47	2.94
TK	%	1.35	1.93	1.65	0.14
	mg	290.80	3025.55	941.29	570.28
	g/kg	2.01	10.90	4.54	1.97
Cu	g/kg	0.97	20.35	7.95	3.98
Zn	g/kg	10.27	154.28	57.47	31.46

ที่มา: Huang et al. (2011)

การใช้ประโยชน์จากมูลสัตว์ในการเลี้ยงโรน้านางฟ้า

ปัจจุบันโรน้านางฟ้าได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อใช้เป็นอาหาร เนื่องจากมีความสำคัญด้วยคุณค่าทางโภชนาการสูงที่จำเป็นต่อความต้องการของสัตว์น้ำ และนอกจากนั้นโรน้านางฟ้ายังมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วได้มวลชีวภาพจำนวนมากซึ่งเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยง Munuswamy et al. (1997) ได้พัฒนาเทคนิคการเลี้ยงโรน้านางฟ้า (*Streptocephalus dichotomus*) เพื่อลดต้นทุนการผลิต โดยใช้อินทรีย์วัตถุที่ได้จากการเลี้ยง โค โดยทดลองใช้มูลโคร่วมกับปูนขาว และยูเรีย สำหรับเลี้ยง สาหร่าย และไดอะตอม โดยสาหร่ายและไดอะตอมที่ได้จะถูกนำไปเลี้ยงโรน้านางฟ้า จากการทดลองพบว่า ได้ผลผลิตโรน้านางฟ้า 262 ± 6 ตัว/ลิตร ในชุดทดลอง และ 36 ± 4 ตัว/ลิตร เมื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำในการทดลองจะมีความแตกต่างของปริมาณออกซิเจน (O_2) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) คาร์บอนเนต (CO_3^{2-}) ไบคาร์บอนเนต (HCO_3^-) (ตารางที่ 16) ฟอสเฟต ไนเตรท ไนไตรท์ คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และ คลอโรฟิลล์ ซี (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในการทดลองใช้มูลโคร่วมกับปูนขาว และยูเรีย

period	temperature (°C)	pH	conductivity ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	dissolved oxygen (mg/l)	free CO_2 (mg/l)	carbonates (mg/l)	bicarbonates (mg/l)	
initial	experiment	28.2 ± 0.4	8.1 ± 0.1	380 ± 1.1	9.75 ± 0.18	1.54 ± 0.60	24 ± 1	34 ± 2
	control	28.2 ± 0.4	8.3 ± 0.1	383 ± 2.7	7.72 ± 0.54	1.32 ± 0.49	23 ± 1	34 ± 1
final	experiment	28.6 ± 0.5	8.3 ± 0.1	381 ± 2.2	9.35 ± 0.18	2.20 ± 0.77	10 ± 1	22 ± 1
	control	28.8 ± 0.4	8.4 ± 0.1	392 ± 4.5	6.28 ± 0.13	2.42 ± 0.49	9 ± 2	23 ± 1

ที่มา: Munuswamy et al. (1997)

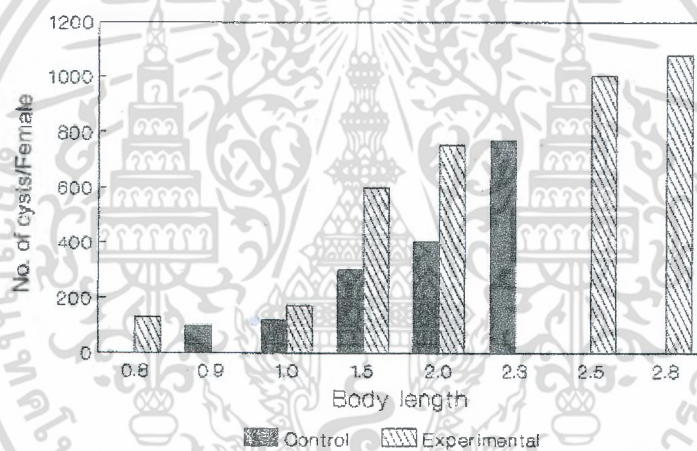
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในการทดลองใช้มูลโคร่วมกับปุ๋ยขาว และยูเรีย

period		phosphate (mg/L) (PO ₄ -P)	nitrate (mg/L) (NO ₃ -N)	nitrite (mg/L) (NO ₂ -N)	chlorophyll a (mg/m)	chlorophyll b (mg/m)	chlorophyll c (mg/m)
initial	experimental	8.32±0.56	13.12±2.10	0.72±0.06	47.38±1.85	6.58±0.22	32.30±2.24
	control	4.42±0.31	13.52±0.421	0.62±0.06	19.26±1.02	3.50±0.21	17.25±0.04
final	experimental	5.20±0.26	8.05±0.37	1.30±0.20	28.88±0.99	4.34±0.13	14.52±0.28
	control	2.12±0.22	5.99±0.23	1.27±0.17	12.50±0.141	1.44±1.14	7.70±0.91

ที่มา: Munuswamy et al. (1997)

ผลการใช้ปุ๋ยมูลโคร่วมกับปุ๋ยขาว และยูเรีย เพิ่มจำนวนสาหร่ายและไดอะตอม แล้วนำไปใช้เลี้ยงไร้นางฟ้า (*Streptocephalus dichotomus*) จากการทดลอง พบว่าทำให้การเจริญเติบโตของไร้นางฟ้า และส่งผลทำให้ไร้นางฟ้าเพศเมียมีการพัฒนาเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ได้เร็วกว่าชุดที่ได้ใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ดังภาพที่ 6 (Munuswamy et al., 1997)



ภาพที่ 6 ความตกของไข่และความยาวของไร้นางฟ้าในการทดลองใช้ปุ๋ยมูลโคร่วมกับปุ๋ยขาว และยูเรีย
ที่มา: Munuswamy et al. (1997)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์

1. สไลด์
2. ดอปเปอร์ และลูกยาง
3. ดอปเปอร์ปลายแตก
4. สายยาง
5. หลอดทดลอง
6. ขวดโหลแก้ว
7. กระจกตวง
8. บีกเกอร์ขนาด 50 มล. 100 มล. และ 1,000 มล.
9. ไมโครทิว
10. คิวเวต
11. สไลด์
12. ที่ก้นนับจำนวน
13. เครื่องมือวัดแสง
14. เทอร์โมมิเตอร์
15. เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง
16. เครื่องปั่นเหวี่ยง
17. กล้องจุลทรรศน์
18. กล้องจุลทรรศน์ถ่ายภาพ
19. ฟอรัมลิน

3.2 วิธีการทดลอง

เตรียมสถานที่ในการทดลอง โดยใช้ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเล และคุณภาพน้ำของหลักสูตร
วิทยาศาสตร์การประมง สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณภาพน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยมี 2
ปัจจัยได้แก่ ปัจจัยที่ 1 มูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ปัจจัยที่ 2 ระดับความเข้มข้น 0, 1, 0.2 และ 0.3 g/L
แต่ละชุดการทดลองทำ 3 ซ้ำ

1. นำมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ตากแห้งบดให้เป็นชิ้นเล็กๆ
2. นำมูลมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่บดไปอบที่อุณหภูมิ 60°C นาน 1 ชั่วโมงเพื่อไล่ความชื้นทำให้เย็นในโถดูดความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการชั่งน้ำหนักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ แต่ละชนิดให้ได้น้ำหนัก 0.05, 0.1 และ 0.15 กรัม ใส่ลงไปในขวดแก้วแล้วใส่น้ำลงไป ในขวดปรับปริมาตรให้ได้ 500 มิลลิลิตร โดยแต่ละมูลที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ทำอย่างละ 3 ซ้ำ

4. ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำได้แก่ ammonia, nitrite–nitrogen, nitrate–nitrogen soluble reactive phosphate, total phosphate, total kjeldahl nitrogen, alkaline, pH temperature และ conductivity ทุกๆ 3 วัน เพื่อหาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ

การทดลองที่ 2 ศึกษาการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าที่เลี้ยงด้วยมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) โดยมีมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ เป็นชุดการทดลองแต่ละชุดการทดลองทำ 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 ใช้มูลวัว

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้มูลสุกร

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้มูลไก่ไข่

1. คัดขนาดไร่น้ำนางฟ้าให้มีขนาดที่ใกล้เคียงกัน วัดขนาดความยาวและชั่งน้ำหนักไร่น้ำนางฟ้า
2. นำเอามูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ โดยใช้ในปริมาณ 0.1 กรัม/ลิตร ในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้า โดยแบ่งเป็นชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองทำอย่างละ 3 ซ้ำ ที่อัตราการเลี้ยงที่ความหนาแน่น 3 ตัว/ลิตร
3. นำเอามูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ มาใส่ถังเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าเพิ่มทุกๆ 3 วัน โดยใช้ในปริมาณ 0.1 กรัม/ลิตร
4. ทำการวัดการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าโดยทำการเก็บผลสุ่มวัดความยาวของลำตัวไร่น้ำนางฟ้าและน้ำหนักสุดท้ายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลค่าดูดกลืนแสงมาเทียบเป็นจำนวนเซลล์ในแต่ละชุดการทดลองวิเคราะห์ความแปรปรวน และหาค่าเฉลี่ยแบบ One-way ANOVA โดยใช้โปรแกรม SPSS

3.4 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการคุณภาพน้ำ และห้องเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเล

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตการประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5 ระยะเวลาในการทดลอง

เดือนตุลาคม 2556 – เดือนกันยายน 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการวิจัย

1. ศึกษาคุณภาพน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่

1.1 ผลการศึกษาแอมโมเนีย พบว่าในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ของความเข้มข้นที่ 0.1, 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร ในวันที่ 3 มีปริมาณแอมโมเนียสูงสุดในมูลวัว 1.652 ± 0.317 ppm มูลไก่ไข่ 4.100 ± 0.536 , 4.100 ± 0.536 ppm และมีค่าต่ำสุด ในมูลวัว 1.045 ± 0.350 ppm มูลสุกร 1.148 ± 0.124 ppm มูลวัว 1.240 ± 0.049 ppm ในวันที่ 6 มีปริมาณแอมโมเนียสูงสุดในมูลไก่ไข่ 4.416 ± 0.090 , 5.402 ± 1.569 , 5.238 ± 0.611 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 1.919 ± 0.432 , 1.812 ± 0.098 , 1.979 ± 0.220 ppm ในวันที่ 9 มีปริมาณแอมโมเนียสูงสุดในมูลไก่ไข่ 2.307 ± 0.340 , 1.875 ± 0.083 , 1.392 ± 0.080 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลสุกร 0.845 ± 0.038 ppm มูลวัว 0.809 ± 0.093 , 0.769 ± 0.043 ppm ในวันที่ 12 ของความเข้มข้นที่ 0.1 กรัม/ลิตรไม่พบแอมโมเนีย ความเข้มข้นที่ 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร มีปริมาณสูงสุดในมูลสุกร 0.296 ± 0.029 ppm มูลไก่ไข่ 0.029 ± 0.029 ppm ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติในวันที่ 12 พบว่าในมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในวันที่ 15 มีปริมาณแอมโมเนียสูงสุดในมูลไก่ไข่ 0.721 ± 0.052 , 0.717 ± 0.004 , 0.821 ± 0.064 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.697 ± 0.232 , 0.613 ± 0.062 , 0.565 ± 0.048 ppm เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าในมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งแอมโมเนียเกิดจากการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ส่วนหนึ่งของแอมโมเนียที่เกิดขึ้นก็จะเปลี่ยนรูปไปอยู่ในรูปของไนไตรท์โดยอาศัยแบคทีเรียในกลุ่ม nitrosomonas และอีกส่วนหนึ่งก็จะถูกแปลงกักต่อนพีชีนำไปใช้ในการเจริญเติบโตซึ่งในช่วงการทดลองนั้นมีแบคทีเรียกักต่อนเกิดขึ้นจึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแอมโมเนีย ตารางที่ 18, 19, 20, 21, 22 และภาพที่ 7, 8

ตารางที่ 18 ปริมาณแอมโมเนีย (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 3

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	1.272 ± 0.072^b	$1.652 \pm 0.317^{b*}$	1.384 ± 0.224^b	1.240 ± 0.049^b
มูลสุกร	1.272 ± 0.072^b	1.045 ± 0.350^b	$1.148 \pm 0.124^{b*}$	$1.444 \pm 0.201^{b*}$
มูลไก่ไข่	1.272 ± 0.072^b	$1.504 \pm 0.231^{b*}$	$4.100 \pm 0.536^{a*}$	$4.787 \pm 0.624^{a*}$

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*} มีการเกิดขึ้นของแบคทีเรียกักต่อน

ตารางที่ 19 ปริมาณแอมโมเนีย (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 6

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	2.327±0.252 ^{c*}	1.919±0.432 ^{c*}	1.812±0.098 ^{c*}	1.979±0.220 ^{c*}
มูลสุกร	2.327±0.252 ^{c*}	2.451±0.359 ^{c*}	3.273±0.670 ^{bc*}	2.606±0.558 ^{c*}
มูลไก่ไข่	2.327±0.252 ^{c*}	4.416±0.090 ^{ab*}	5.402±1.569 ^{a*}	5.238±0.611 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 20 ปริมาณแอมโมเนีย (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 9

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	1.164±0.134 ^{cd*}	0.885±0.066 ^{d*}	0.809±0.093 ^{d*}	0.769±0.043 ^{d*}
มูลสุกร	1.164±0.134 ^{cd*}	0.845±0.038 ^{d*}	2.019±0.753 ^{ab*}	1.125±0.095 ^{cd*}
มูลไก่ไข่	1.164±0.134 ^{cd*}	2.307±0.340 ^{a*}	1.875±0.083 ^{abcd*}	1.392±0.080 ^{bcde*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 21 ปริมาณแอมโมเนีย (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 12

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.389±0.245 ^{a*}	0.000±0.000 ^{a*}	0.021±0.021 ^{a*}	0.000±0.000 ^{a*}
มูลสุกร	0.389±0.245 ^{a*}	0.000±0.000 ^{a*}	0.296±0.029 ^{a*}	0.000±0.000 ^{a*}
มูลไก่ไข่	0.389±0.245 ^{a*}	0.000±0.000 ^{a*}	0.000±0.000 ^{a*}	0.029±0.029 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^a แสดงค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

อักษร ^{a*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

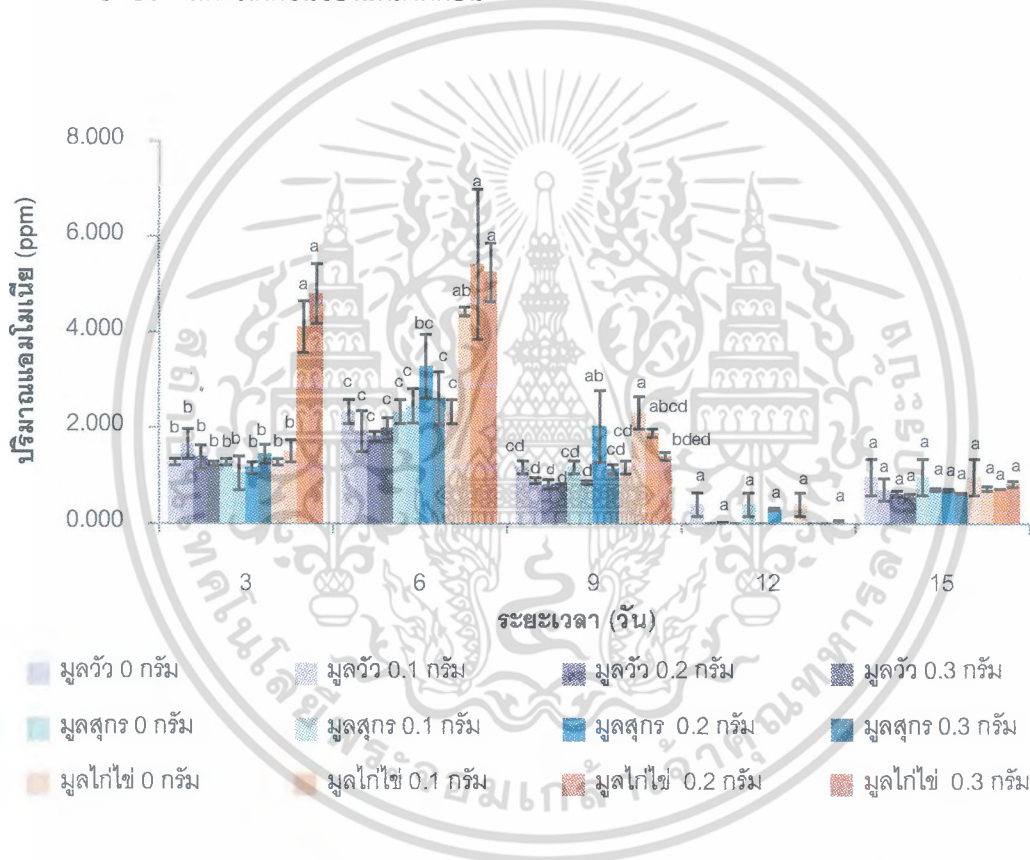
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 22 ปริมาณแอมโมเนีย (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 15

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.965±0.378 ^{a*}	0.697±0.232 ^{a*}	0.613±0.062 ^{a*}	0.565±0.048 ^{a*}
มูลสุกร	0.965±0.378 ^{a*}	0.705±0.029 ^{a*}	0.689±0.033 ^{a*}	0.617±0.014 ^{a*}
มูลไก่ไข่	0.965±0.378 ^{a*}	0.721±0.052 ^{a*}	0.717±0.004 ^{a*}	0.821±0.064 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^a แสดงค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

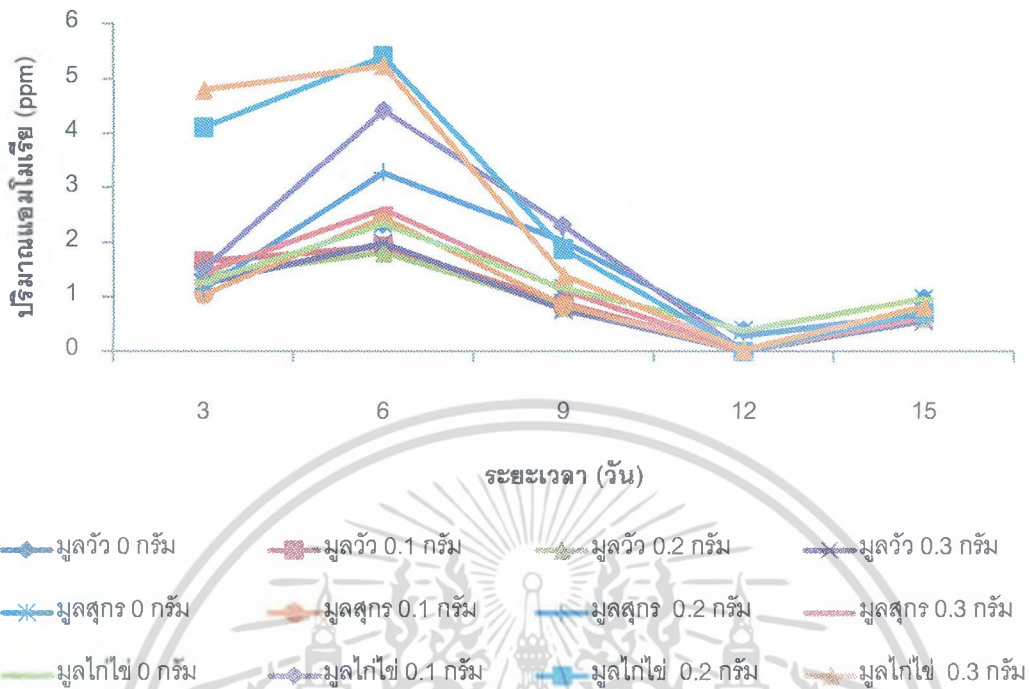
อักษร ^{a*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน



ภาพที่ 7 ปริมาณแอมโมเนียในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 ปริมาณแอมโมเนียในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน

1.2 ผลการศึกษาไนโตรเจน พบว่าในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ของความเข้มข้นที่ 0.1, 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร ในวันที่ 3 มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดในมูลวัว 0.041 ± 0.022 ppm มูลไก่ไข่ 0.025 ± 0.006 , 0.096 ± 0.029 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.000 ± 0.000 ppm มูลสุกร 0.003 ± 0.003 , 0.009 ± 0.009 ppm ในวันที่ 6 มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดในมูลวัว 0.045 ± 0.024 ppm มูลไก่ไข่ 0.064 ± 0.011 , 0.109 ± 0.013 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลสุกร 1.919 ± 0.432 , 0.031 ± 0.014 ppm มูลวัว 0.037 ± 0.014 ppm ในวันที่ 9 มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดในมูลวัว 0.006 ± 0.004 ppm มูลไก่ไข่ 0.022 ± 0.005 , 0.059 ± 0.009 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลสุกร 0.001 ± 0.001 ppm มูลวัว 0.001 ± 0.001 ppm มูลสุกร 0.003 ± 0.003 ppm ในวันที่ 12 มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดในมูลวัว 0.011 ± 0.005 ppm มูลไก่ไข่ 0.013 ± 0.012 ppm มูลวัว 0.008 ± 0.008 ppm และค่าต่ำสุดในมูลสุกร 0.000 ± 0.000 ppm ของความเข้มข้นที่ 0.2 กรัม/ลิตร พบว่ามีค่าต่ำสุดทั้งมูลวัวและมูลสุกร 0.006 ± 0.006 , 0.006 ± 0.004 ppm มูลสุกร 0.000 ± 0.000 ppm ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติในวันที่ 12 พบว่าในมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในวันที่ 15 มีปริมาณไนโตรเจนสูงสุดในมูลไก่ไข่ 0.004 ± 0.004 ppm และความเข้มข้นที่ 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร ไม่พบไนโตรเจน เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าในมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งการเกิดขึ้นของไนโตรเจนนั้นเกิดมาจากการเปลี่ยนรูปมาจากแอมโมเนียจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการสะสมของไนโตรเจนจะมีจำนวนที่น้อยเนื่องจากมีกระบวนการทำงานของแบคทีเรียในกลุ่ม nitrobacter เกิดขึ้นให้เปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรท ตารางที่ 23, 24, 25, 26, 27 และภาพที่ 9, 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 23 ปริมาณไนโตรเจน (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 3

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.001±0.001 ^b	0.041±0.022 ^{b*}	0.018±0.018 ^{b*}	0.014±0.013 ^b
มูลสุกร	0.001±0.001 ^b	0.000±0.000 ^b	0.003±0.003 ^{b*}	0.009±0.009 ^{b*}
มูลไก่ไข่	0.001±0.001 ^b	0.005±0.004 ^{b*}	0.025±0.006 ^{b*}	0.096±0.029 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 24 ปริมาณไนโตรเจน (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 6

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.035±0.009 ^{b*}	0.045±0.024 ^{b*}	0.036±0.020 ^b	0.037±0.014 ^{b*}
มูลสุกร	0.035±0.009 ^{b*}	0.023±0.002 ^b	0.031±0.014 ^b	0.040±0.007 ^{b*}
มูลไก่ไข่	0.035±0.009 ^{b*}	0.044±0.006 ^{b*}	0.064±0.011 ^{b*}	0.109±0.013 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 25 ปริมาณไนโตรเจน (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 9

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.023±0.009 ^{ab*}	0.006±0.004 ^{b*}	0.001±0.001 ^{b*}	0.008±0.008 ^{b*}
มูลสุกร	0.023±0.009 ^{ab*}	0.001±0.001 ^{b*}	0.005±0.005 ^{b*}	0.003±0.003 ^{b*}
มูลไก่ไข่	0.023±0.009 ^{ab*}	0.003±0.001 ^{b*}	0.022±0.005 ^{ab*}	0.059±0.009 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 26 ปริมาณไนโตรเจน (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 12

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.022±0.022 ^{a*}	0.011±0.005 ^{a*}	0.006±0.006 ^{a*}	0.008±0.008 ^{a*}
มูลสุกร	0.022±0.022 ^{a*}	0.000±0.000 ^{a*}	0.006±0.004 ^{a*}	0.000±0.000 ^{a*}
มูลไก่ไข่	0.022±0.022 ^{a*}	0.001±0.001 ^{a*}	0.013±0.012 ^{a*}	0.005±0.004 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^a แสดงค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

อักษร ^{a*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 27 ปริมาณไนโตรเจน (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 15

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.000±0.000 ^{b*}	0.000±0.000 ^{b*}	0.000±0.000 ^{b*}	0.000±0.000 ^{b*}
มูลสุกร	0.000±0.000 ^{b*}	0.000±0.000 ^{b*}	0.000±0.000 ^{b*}	0.000±0.000 ^{b*}
มูลไก่ไข่	0.000±0.000 ^{b*}	0.004±0.004 ^{a*}	0.000±0.000 ^{b*}	0.000±0.000 ^{b*}

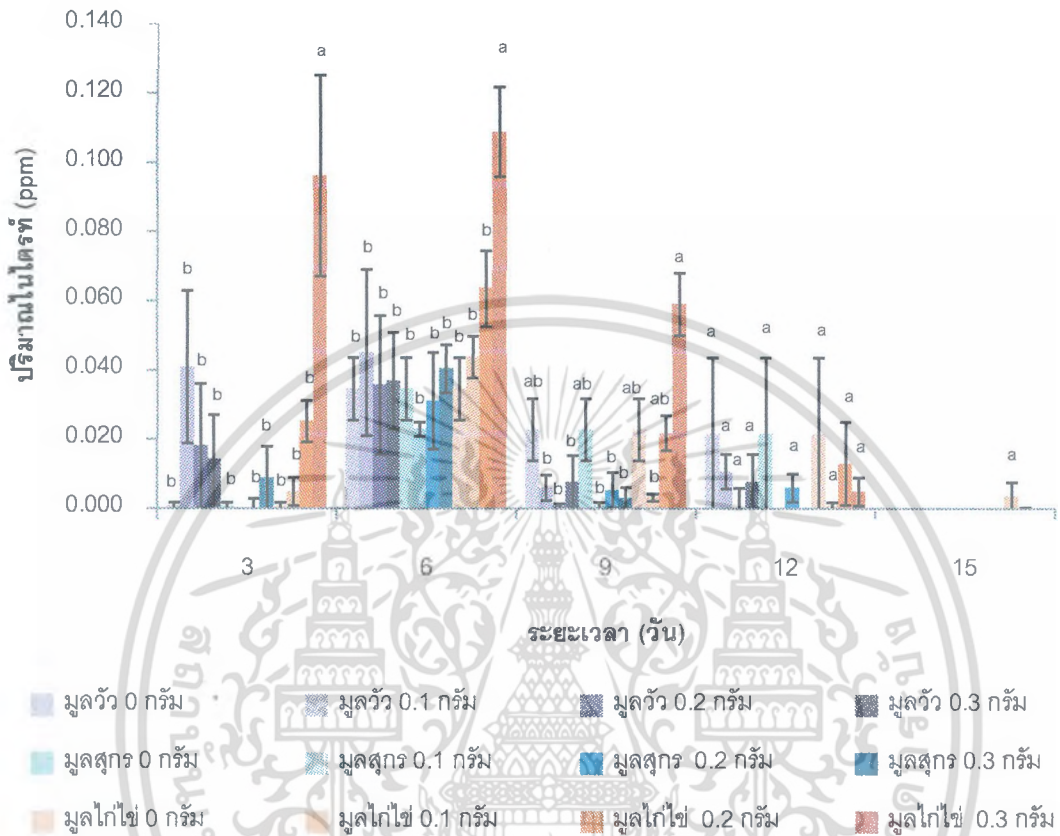
หมายเหตุ: อักษร ^{a,b} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

อักษร ^{a,b*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

1.3 ผลการศึกษาไนเตรท พบว่าในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ของความเข้มข้นที่ 0.1, 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร ในวันที่ 3 มีปริมาณไนเตรทสูงสุดในมูลวัว 0.122±0.036 ppm มูลไก่ไข่ 0.281±0.031, 0.369±0.040 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลไก่ไข่ 0.107±0.005 ppm มูลวัว 0.152±0.008, 0.228±0.049 ppm ในวันที่ 6 มีปริมาณไนเตรทสูงสุดในมูลวัว 0.194±0.074 ppm มูลไก่ไข่ 0.277±0.046, 0.371±0.028 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลสุกร 0.129±0.021, 0.214±0.009, 0.276±0.004 ppm ในวันที่ 9 มีปริมาณไนเตรทสูงสุดในมูลวัว 0.208±0.021 ppm มูลไก่ไข่ 0.264±0.042 ppm มูลวัว 0.386±0.085 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลสุกร 0.116±0.015, 0.213±0.005, 0.258±0.004 ppm ในวันที่ 12 มีปริมาณไนเตรทสูงสุดในมูลวัว 0.271±0.0245, 0.306±0.010, 0.425±0.082 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลสุกร 0.136±0.018, 0.220±0.013, 0.263±0.001 ppm ในวันที่ 15 มีปริมาณไนเตรทสูงสุดในมูลวัว 0.234±0.024, 0.314±0.021, 0.434±0.087 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลสุกร 0.110±0.021, 0.197±0.012, 0.246±0.006 ppm เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าในมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งการเกิดขึ้นของไนเตรทนั้นเกิดจากการเปลี่ยนรูปมาจากไนโตรเจนจากการทดลองปริมาณไนเตรทจะมีค่าเพิ่มขึ้น-ลดลงแตกต่างกันไปเนื่องจากการในช่วงการทดลองมีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอนจึงทำให้ไนเตรทมีจำนวนที่ลดลงหรืออาจเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปฏิกิริยารีดักชันทำให้ไนเตรทเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไนไตรท์อีกครั้ง ตารางที่ 28, 29, 30, 31, 32 และภาพที่ 11, 12



ภาพที่ 9 ปริมาณไนไตรท์ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

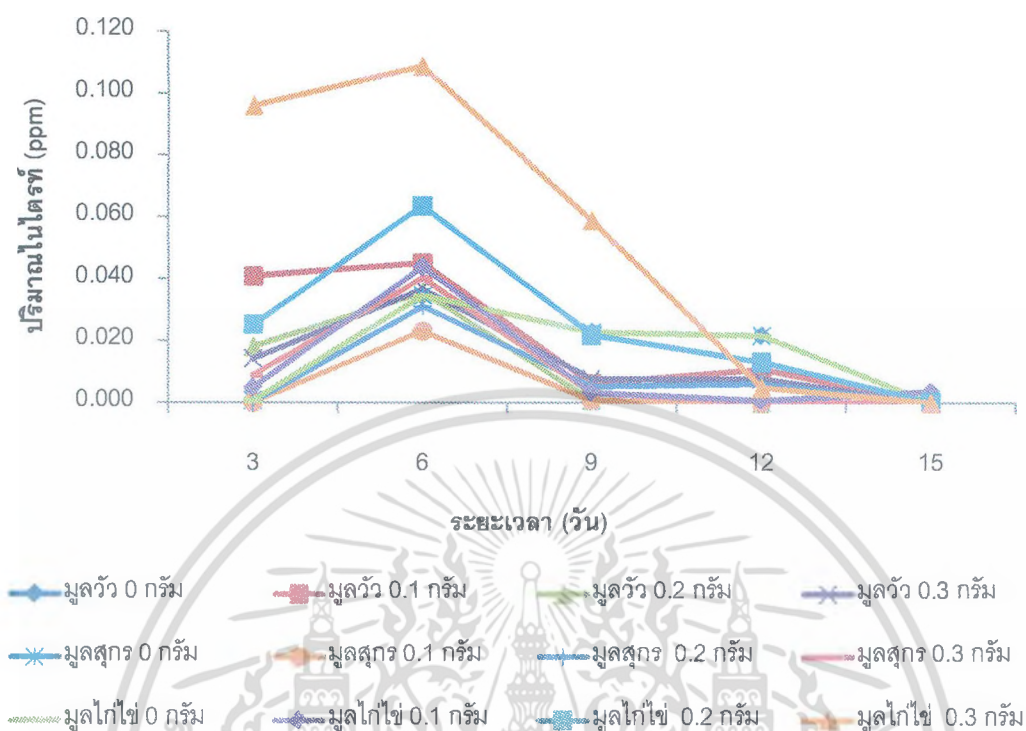
ตารางที่ 28 ปริมาณไนเตรท (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 3

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.004±0.004 ^f	0.110±0.014 ^{a*}	0.152±0.008 ^{de*}	0.228±0.049 ^{bc}
มูลสุกร	0.004±0.004 ^f	0.122±0.036 ^e	0.196±0.010 ^{cd*}	0.277±0.004 ^{b*}
มูลไก่ไข่	0.004±0.004 ^f	0.107±0.005 ^{e*}	0.281±0.031 ^{b*}	0.369±0.040 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e,f} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*,f*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 ปริมาณไนเตรทในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน

ตารางที่ 29 ปริมาณไนเตรท (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 6

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.019±0.005 ^{fm}	0.194±0.074 ^{cde*}	0.243±0.019 ^c	0.351±0.074 ^{ab*}
มูลสุกร	0.019±0.005 ^{fm}	0.129±0.021 ^{e*}	0.214±0.009 ^{cde*}	0.276±0.004 ^{bc*}
มูลไก่ไข่	0.019±0.005 ^{fm}	0.134±0.005 ^{e*}	0.277±0.046 ^{bc*}	0.371±0.028 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e,f} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*,f*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 30 ปริมาณไนเตรท (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น
แตกต่างกันวันที่ 9

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.016±0.001 ^{e*}	0.208±0.021 ^{c*}	0.259±0.017 ^{bc*}	0.386±0.085 ^{a*}
มูลสุกร	0.016±0.001 ^{e*}	0.116±0.015 ^{d*}	0.213±0.005 ^{c*}	0.258±0.004 ^{bc*}
มูลไก่ไข่	0.016±0.001 ^{e*}	0.118±0.012 ^{d*}	0.264±0.042 ^{bc*}	0.318±0.019 ^{ab*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 31 ปริมาณไนเตรท (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น
แตกต่างกันวันที่ 12

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.037±0.001 ^{e*}	0.271±0.024 ^{bc*}	0.306±0.010 ^{bc*}	0.425±0.082 ^{a*}
มูลสุกร	0.037±0.001 ^{e*}	0.136±0.018 ^{d*}	0.220±0.013 ^{cd*}	0.263±0.001 ^{bc*}
มูลไก่ไข่	0.037±0.001 ^{e*}	0.149±0.002 ^{d*}	0.274±0.026 ^{bc*}	0.334±0.031 ^{b*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

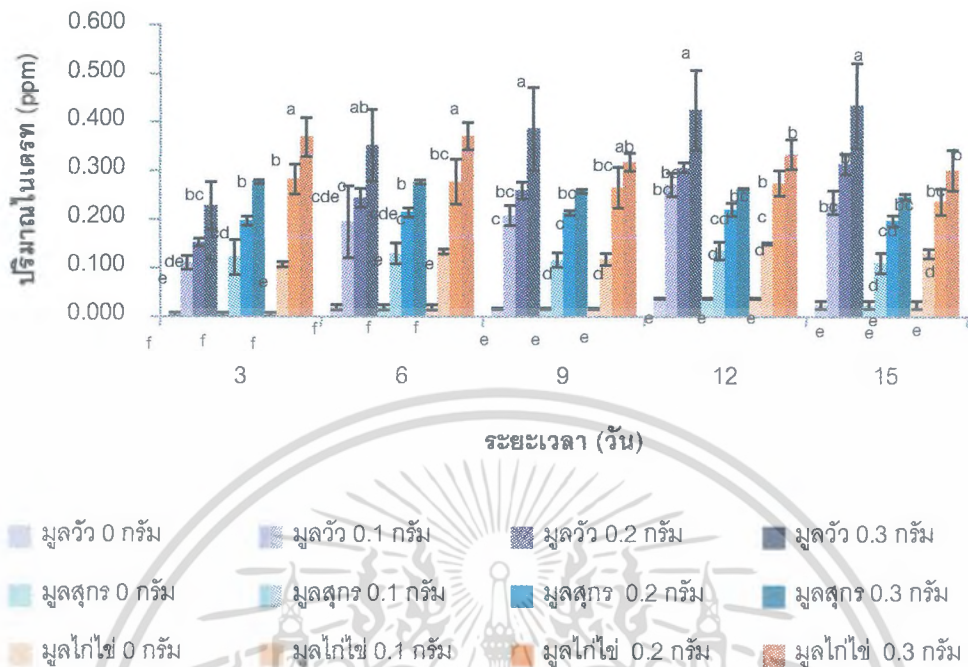
ตารางที่ 32 ปริมาณไนเตรท (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น
แตกต่างกันวันที่ 15

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.024±0.008 ^{e*}	0.234±0.024 ^{bc*}	0.314±0.021 ^{b*}	0.434±0.087 ^{a*}
มูลสุกร	0.024±0.008 ^{e*}	0.110±0.021 ^{de*}	0.197±0.012 ^{cd*}	0.246±0.006 ^{bc*}
มูลไก่ไข่	0.024±0.008 ^{e*}	0.129±0.009 ^{d*}	0.236±0.027 ^{bc*}	0.301±0.042 ^{b*}

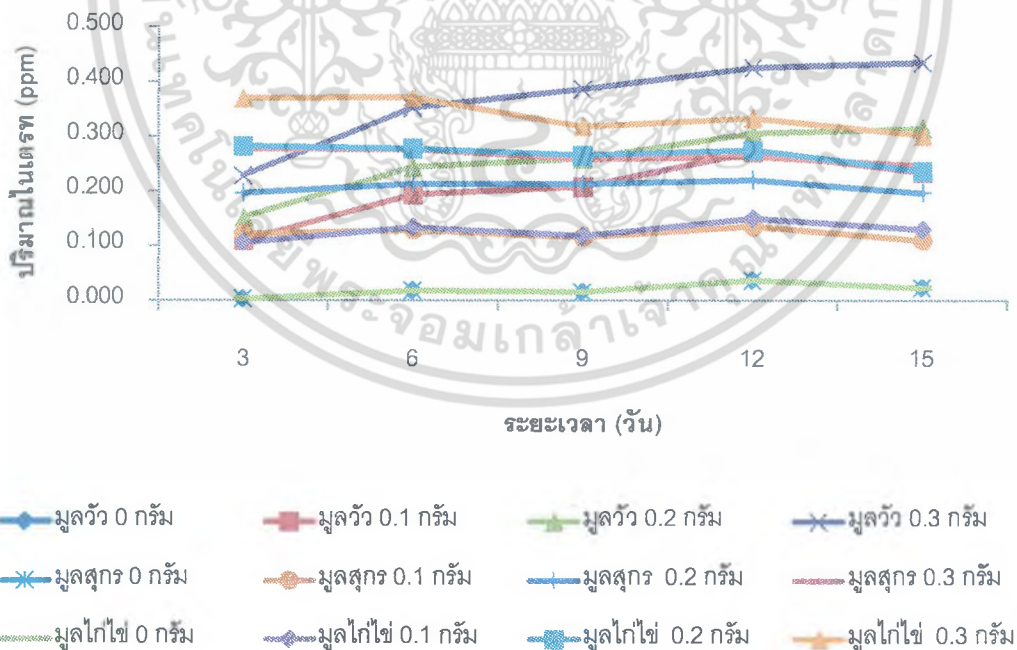
หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 ปริมาณไนเตรทในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน
 หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e,f} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 12 ปริมาณไนเตรทในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลการศึกษาออร์โทฟอสเฟต พบว่าในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ของความเข้มข้นที่ 0.1, 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร ในวันที่ 3 มีปริมาณออร์โทฟอสเฟตสูงสุดในมูลสุกร 1.729 ± 0.432 ppm มูลไก่ไข่ 4.869 ± 1.351 , 8.205 ± 0.418 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 1.112 ± 0.201 , 1.848 ± 0.401 , 2.379 ± 0.860 ppm ในวันที่ 6 มีปริมาณออร์โทฟอสเฟตสูงสุดในมูลสุกร 2.552 ± 0.679 ppm มูลไก่ไข่ 6.137 ± 0.991 ppm มูลสุกร 6.256 ± 0.263 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.408 ± 0.142 , 1.242 ± 0.528 , 1.157 ± 1.157 ppm ในวันที่ 9 มีปริมาณออร์โทฟอสเฟตสูงสุดในมูลไก่ไข่ 2.390 ± 0.177 , 5.714 ± 0.920 , 7.923 ± 1.173 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.841 ± 0.227 , 1.696 ± 0.180 , 2.444 ± 0.801 ppm ในวันที่ 12 มีปริมาณออร์โทฟอสเฟตสูงสุดในมูลสุกร 2.249 ± 0.536 ppm มูลไก่ไข่ 4.122 ± 0.516 , 5.595 ± 0.232 ppm และค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.711 ± 0.339 , 1.502 ± 0.291 , 1.805 ± 0.596 ppm ในวันที่ 15 มีปริมาณออร์โทฟอสเฟตสูงสุดในมูลสุกร 1.816 ± 0.547 ppm มูลไก่ไข่ 4.306 ± 0.737 , 5.866 ± 0.638 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.213 ± 0.094 , 0.484 ± 0.019 , 0.700 ± 0.022 ppm เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าในมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของมูลที่มีองค์ประกอบของฟอสเฟตอยู่จากการทดลองนั้นมีการเพิ่มขึ้น-ลดลงตลอดเนื่องจากออร์โทฟอสเฟตเป็นธาตุอาหารที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ซึ่งในช่วงการทดลองก็มีแพลงก์ตอนเกิดขึ้น ตารางที่ 33, 34, 35, 36, 37 และภาพที่ 13, 14

ตารางที่ 33 ปริมาณออร์โทฟอสเฟต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 3

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	1.144 ± 0.448^d	$1.112 \pm 0.201^{d*}$	$1.848 \pm 0.401^{cd*}$	2.379 ± 0.860^{cd}
มูลสุกร	1.144 ± 0.448^d	1.729 ± 0.432^{cd}	$3.429 \pm 1.128^{bc*}$	$5.335 \pm 0.164^{b*}$
มูลไก่ไข่	1.144 ± 0.448^d	$1.447 \pm 0.722^{cd*}$	$4.869 \pm 1.351^{b*}$	$8.205 \pm 0.418^{a*}$

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 34 ปริมาณออร์โทฟอสเฟต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 6

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	$0.000 \pm 0.000^{e*}$	$0.408 \pm 0.142^{de*}$	$1.242 \pm 0.528^{de*}$	$1.157 \pm 1.157^{de*}$
มูลสุกร	$0.000 \pm 0.000^{e*}$	$2.552 \pm 0.679^{cd*}$	$3.862 \pm 0.812^{bc*}$	$6.256 \pm 0.263^{a*}$
มูลไก่ไข่	$0.000 \pm 0.000^{e*}$	$1.481 \pm 0.741^{de*}$	$6.137 \pm 0.991^{ab*}$	$6.115 \pm 1.498^{ab*}$

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 35 ปริมาณออร์โทฟอสเฟต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 9

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.494±0.117 ^{c*}	0.841±0.227 ^{c*}	1.696±0.180 ^{c*}	2.444±0.801 ^{c*}
มูลสุกร	0.494±0.117 ^{c*}	2.065±0.617 ^{c*}	4.891±0.723 ^{b*}	5.400±0.850 ^{b*}
มูลไก่ไข่	0.494±0.117 ^{c*}	2.390±0.177 ^{c*}	5.714±0.920 ^{b*}	7.923±1.173 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 36 ปริมาณออร์โทฟอสเฟต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 12

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.000±0.000 ^e	0.711±0.339 ^{de*}	1.502±0.291 ^{de*}	1.805±0.596 ^{ce*}
มูลสุกร	0.000±0.000 ^{e*}	2.249±0.536 ^{cd*}	3.353±1.094 ^{bc*}	4.642±1.088 ^{ab*}
มูลไก่ไข่	0.000±0.000 ^{e*}	1.307±0.121 ^{de*}	4.122±0.516 ^{ab*}	5.595±0.232 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

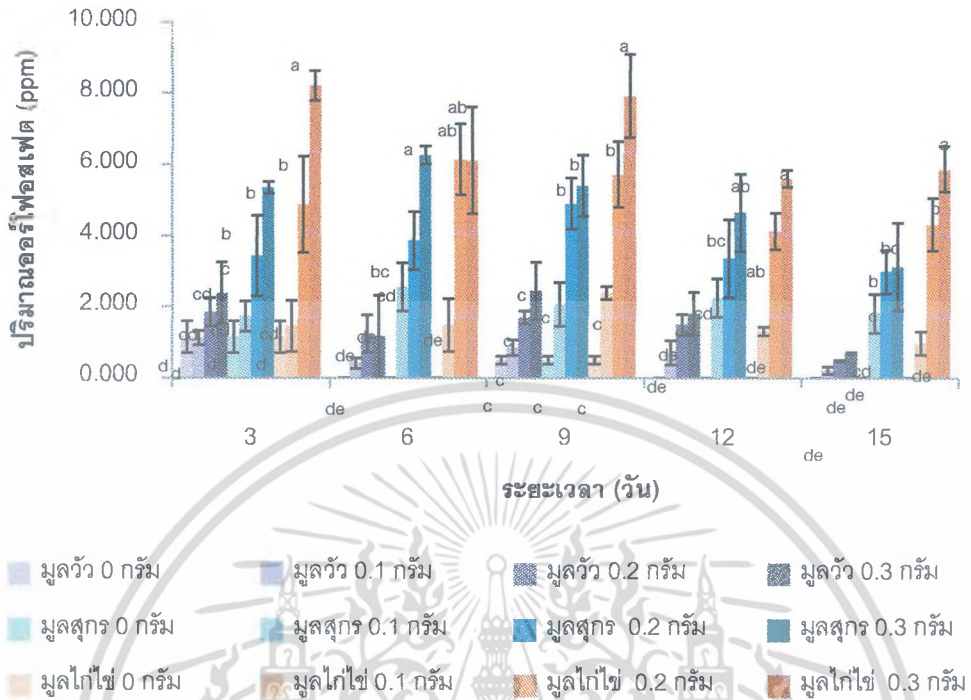
ตารางที่ 37 ปริมาณออร์โทฟอสเฟต (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 15

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.000±0.000 ^{e*}	0.213±0.094 ^{de*}	0.484±0.019 ^{de*}	0.700±0.022 ^{de*}
มูลสุกร	0.000±0.000 ^{e*}	1.816±0.547 ^{cd*}	2.985±0.614 ^{bc*}	3.126±1.234 ^{bc*}
มูลไก่ไข่	0.000±0.000 ^{e*}	0.971±0.330 ^{de*}	4.306±0.737 ^{b*}	5.866±0.638 ^{a*}

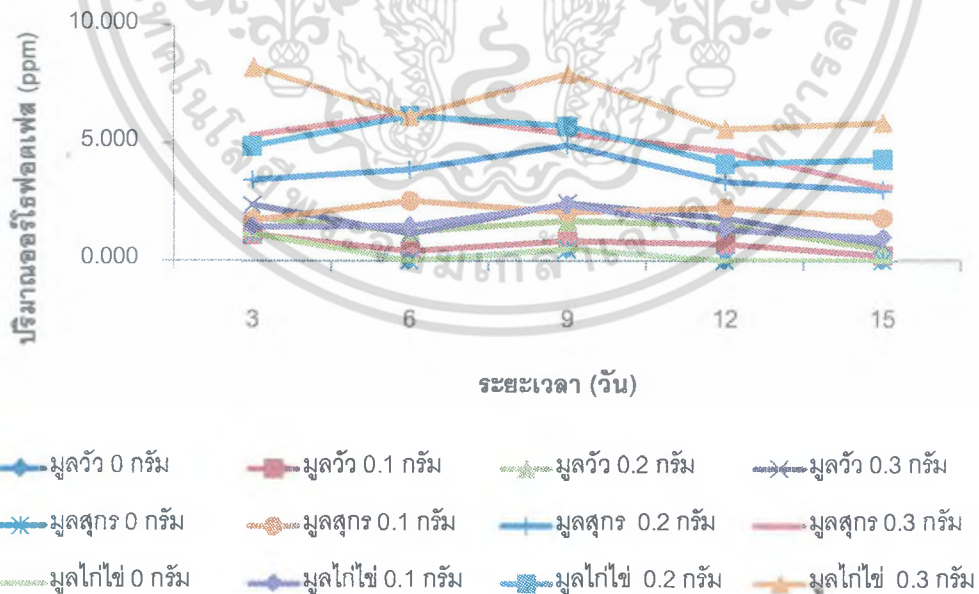
หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 ปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน
หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 14 ปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลการศึกษาฟอสเฟตรวม พบว่าในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ของความเข้มข้นที่ 0.1, 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร ในวันที่ 3 มีปริมาณฟอสเฟตรวมสูงสุดในมูลสุกร และมูลไก่ไข่ของความเข้มข้น 0.1 กรัม/ลิตร 0.205 ± 0.057 , 0.205 ± 0.015 ppm ตามลำดับ ของความเข้มข้นที่ 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร มูลไก่ไข่ 4.869 ± 1.351 , 8.205 ± 0.418 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.075 ± 0.037 ppm มูลไก่ไข่ 0.583 ± 0.050 , 0.934 ± 0.070 ppm ในวันที่ 6 มีปริมาณฟอสเฟตรวมสูงสุดในมูลไก่ไข่ 0.220 ± 0.013 , 0.598 ± 0.114 , 0.921 ± 0.023 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.054 ± 0.027 , 0.117 ± 0.026 , 0.205 ± 0.069 ppm ในวันที่ 9 มีปริมาณฟอสเฟตรวมสูงสุดในมูลสุกร 0.197 ± 0.057 ppm มูลไก่ไข่ 0.518 ± 0.101 , 0.704 ± 0.055 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.000 ± 0.000 , 0.089 ± 0.026 , 0.178 ± 0.074 ppm ในวันที่ 12 มีปริมาณฟอสเฟตรวมสูงสุดในมูลสุกร 0.110 ± 0.070 ppm ของความเข้มข้นที่ 0.2 กรัม/ลิตร มูลสุกร และมูลไก่ไข่พบมากที่สุด 0.332 ± 0.018 , 0.332 ± 0.058 ppm ตามลำดับ ของความเข้มข้นที่ 0.3 กรัม/ลิตร มูลไก่ไข่พบมากที่สุด 0.450 ± 0.035 ppm และค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.000 ± 0.000 , 0.033 ± 0.017 , 0.054 ± 0.054 ppm ในวันที่ 15 มีปริมาณฟอสเฟตรวมสูงสุดในมูลสุกร 0.081 ± 0.055 ppm มูลไก่ไข่ 0.395 ± 0.064 , 0.541 ± 0.077 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.002 ± 0.002 , 0.027 ± 0.027 , 0.059 ± 0.059 ppm เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าในมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของมูลที่มีองค์ประกอบของฟอสเฟตอยู่จากการทดลองจะเห็นได้

ตารางที่ 38 ปริมาณฟอสเฟตรวม (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 3

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.000 ± 0.000^f	$0.075 \pm 0.037^{e**}$	$0.163 \pm 0.047^{de*}$	0.245 ± 0.066^d
มูลสุกร	0.000 ± 0.000^f	0.205 ± 0.057^{de}	0.389 ± 0.014^c	$0.531 \pm 0.054^{b*}$
มูลไก่ไข่	0.000 ± 0.000^f	$0.205 \pm 0.015^{de*}$	$0.583 \pm 0.050^{b*}$	$0.934 \pm 0.070^{a*}$

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e,f} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*,f*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 39 ปริมาณฟอสเฟตรวม (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 6

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	$0.012 \pm 0.012^{d*}$	$0.054 \pm 0.027^{cd*}$	$0.117 \pm 0.026^{cd*}$	$0.205 \pm 0.069^{c*}$
มูลสุกร	$0.012 \pm 0.012^{d*}$	0.197 ± 0.011^c	$0.461 \pm 0.019^{b*}$	$0.581 \pm 0.026^{b*}$
มูลไก่ไข่	$0.012 \pm 0.012^{d*}$	0.220 ± 0.013^c	$0.598 \pm 0.114^{b*}$	$0.921 \pm 0.023^{a*}$

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าในมูลไก่นั้นจะมีปริมาณฟอสเฟตรวมมากที่สุดซึ่งเป็นธาตุอาหารที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ ในช่วงการทดลองก็มีแพลงก์ตอนเกิดขึ้นจึงอาจส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสเฟตรวมที่อาจไม่แน่นอน ตารางที่ 38, 39, 40, 41, 42 และภาพที่ 15, 16

ตารางที่ 40 ปริมาณฟอสเฟตรวม (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 9

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.000±0.000 ^{d*}	0.000±0.000 ^{d*}	0.089±0.026 ^{cd*}	0.178±0.074 ^{c*}
มูลสุกร	0.000±0.000 ^{d*}	0.197±0.057 ^{c*}	0.440±0.020 ^{b*}	0.558±0.011 ^{b*}
มูลไก่ไข่	0.000±0.000 ^{d*}	0.142±0.009 ^{cd*}	0.518±0.101 ^{b*}	0.704±0.055 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 41 ปริมาณฟอสเฟตรวม (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 12

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.000±0.000 ^{c*}	0.000±0.000 ^{c*}	0.033±0.017 ^{c*}	0.054±0.054 ^{c*}
มูลสุกร	0.000±0.000 ^{c*}	0.110±0.070 ^{c*}	0.332±0.018 ^{ab}	0.283±0.082 ^{b*}
มูลไก่ไข่	0.000±0.000 ^{c*}	0.028±0.004 ^{c*}	0.332±0.058 ^{ab}	0.450±0.035 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

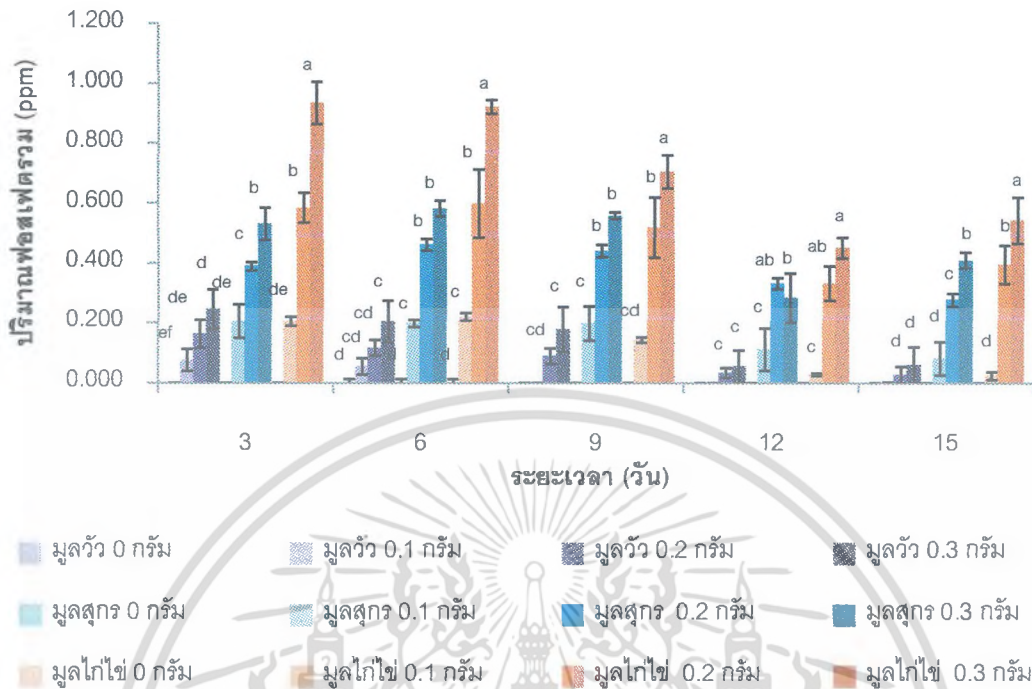
ตารางที่ 42 ปริมาณฟอสเฟตรวม (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 15

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.000±0.000 ^{d*}	0.002±0.002 ^{d*}	0.027±0.027 ^{d*}	0.059±0.059 ^{d*}
มูลสุกร	0.000±0.000 ^{d*}	0.081±0.055 ^{d*}	0.277±0.022 ^{c*}	0.408±0.026 ^{b*}
มูลไก่ไข่	0.000±0.000 ^{d*}	0.024±0.013 ^{d*}	0.395±0.064 ^{b*}	0.541±0.077 ^{a*}

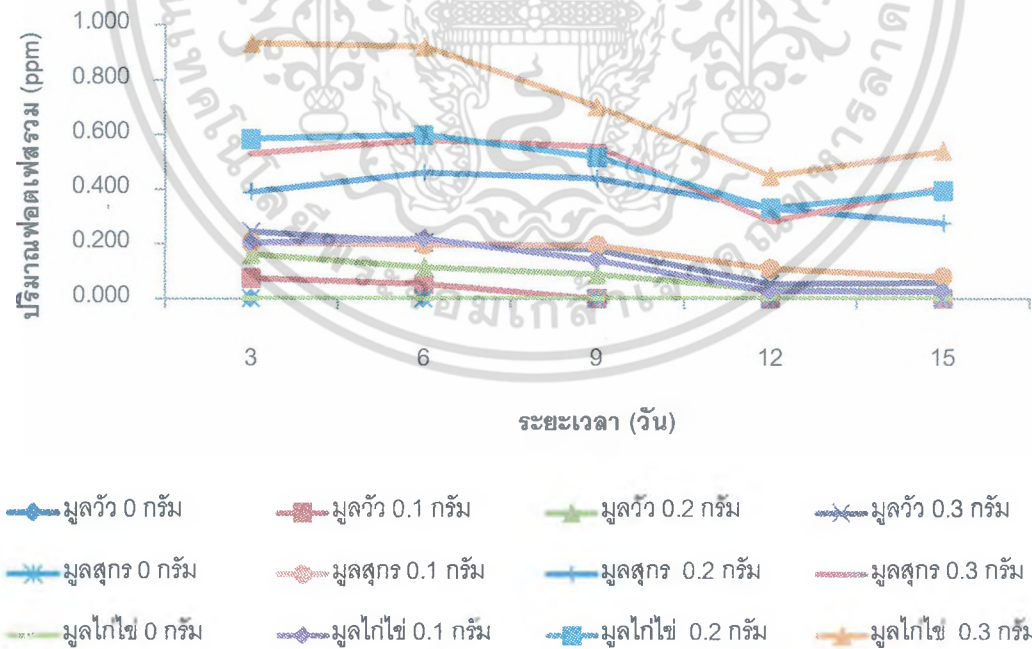
หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 ปริมาณฟอสเฟตรวมน้ำหมักมูลวัว มูลสูตร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน
 หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e,f} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 16 ปริมาณฟอสเฟตรวมน้ำหมักมูลวัว มูลสูตร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ผลการศึกษา total nitrogen (TKN) พบว่าในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ของความเข้มข้นที่ 0.1 , 0.2 , 0.3 กรัม/ลิตร ในวันที่ 3 มีปริมาณ TKN สูงสุดในมูลสุกร และมูลไก่ไข่ 2.134±0.113, 3.989±0.043, 4.154±0.543 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลสุกร 0.725±0.107 ppm มูลวัว 1.171±0.4990, 1.272±0.264 ppm ในวันที่ 6 มีปริมาณ TKN สูงสุดในมูลไก่ไข่ 2.495±0.275, 4.319±1.654, 4.936±0.357 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.640±0.14, 0.640±0.315, 0.895±0.065 ppm ในวันที่ 9 มีปริมาณ TKN สูงสุดในมูลไก่ไข่ 0.842±0.441 ppm มูลสุกร 1.437±0.563 ppm มูลไก่ไข่ 1.336±0.075 ppm และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.204±0.060, 0.464±0.042, 0.725±0.245 ppm ในวันที่ 12 มีปริมาณ TKN สูงสุดในมูลสุกร 1.384±0.265, 1.708±0.195 ppm มูลไก่ไข่ 2.187±0.358 ppm และค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.879±0.095, 0.964±0.151, 1.033±0.239 ppm ในวันที่ 15 มีปริมาณ TKN สูงสุดในมูลไก่ไข่ 1.544±0.064 1.932±0.194, 1.980±0.204 ppm และมีค่าต่ำสุด ในมูลสุกร 1.166±0.124 ppm มูลวัว 1.480±0.205, 1.363±0.230 ppm ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าในมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งเกิดจากสารในกลุ่มของไนโตรเจนและแอมโมเนีย ซึ่งจากผลการทดลองปริมาณ TKN มีมากในมูลไก่ไข่ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในกลุ่มของแอมโมเนียที่จะพบมากในมูลไก่ไข่ ตารางที่ 44, 45, 46, 47, 48 และภาพที่ 17, 18

ตารางที่ 44 ปริมาณ TKN (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 3

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.560±0.229 ^e	1.352±0.324 ^{bcd*}	1.171±0.499 ^{de*}	1.272±0.264 ^{bcd}
มูลสุกร	0.560±0.229 ^e	0.725±0.107 ^e	1.443±0.077 ^{bcd*}	1.740±0.061 ^{bc*}
มูลไก่ไข่	0.560±0.229 ^e	2.134±0.113 ^{b*}	3.989±0.043 ^{a*}	4.154±0.543 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 45 ปริมาณ TKN (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 6

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.698±0.060 ^{c*}	0.640±0.146 ^{c*}	0.640±0.315 ^{c*}	0.895±0.065 ^{bc*}
มูลสุกร	0.698±0.060 ^{c*}	1.448±0.209 ^{bc*}	2.160±0.248 ^{bc*}	1.841±0.131 ^{bc*}
มูลไก่ไข่	0.698±0.060 ^{c*}	2.495±0.275 ^{b*}	4.319±1.654 ^{a*}	4.936±0.357 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
อักษร ^{a*,b*,c*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 46 ปริมาณ TKN (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 9

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.693±0.195 ^{abc*}	0.204±0.060 ^{c*}	0.464±0.042 ^{bc*}	0.725±0.245 ^{abc*}
มูลสุกร	0.693±0.195 ^{abc*}	0.321±0.070 ^{c*}	1.437±0.563 ^{a*}	0.735±0.056 ^{abc*}
มูลไก่ไข่	0.693±0.195 ^{abc*}	0.842±0.441 ^{abc*}	1.331±0.2369 ^{ab*}	1.336±0.075 ^{ab*}

หมายเหตุ: อักษร^{a,b,c} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร^{a*,b*,c*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 47 ปริมาณ TKN (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 12

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.996±0.246 ^{bc*}	0.879±0.095 ^{c*}	0.964±0.151 ^{bc*}	1.033±0.239 ^{bc*}
มูลสุกร	0.996±0.246 ^{bc*}	1.384±0.265 ^{bc*}	1.708±0.195 ^{ab*}	1.336±0.232 ^{bc*}
มูลไก่ไข่	0.996±0.246 ^{bc*}	1.219±0.197 ^{bc*}	1.607±0.275 ^{abc*}	2.187±0.358 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร^{a,b,c} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร^{a*,b*,c*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

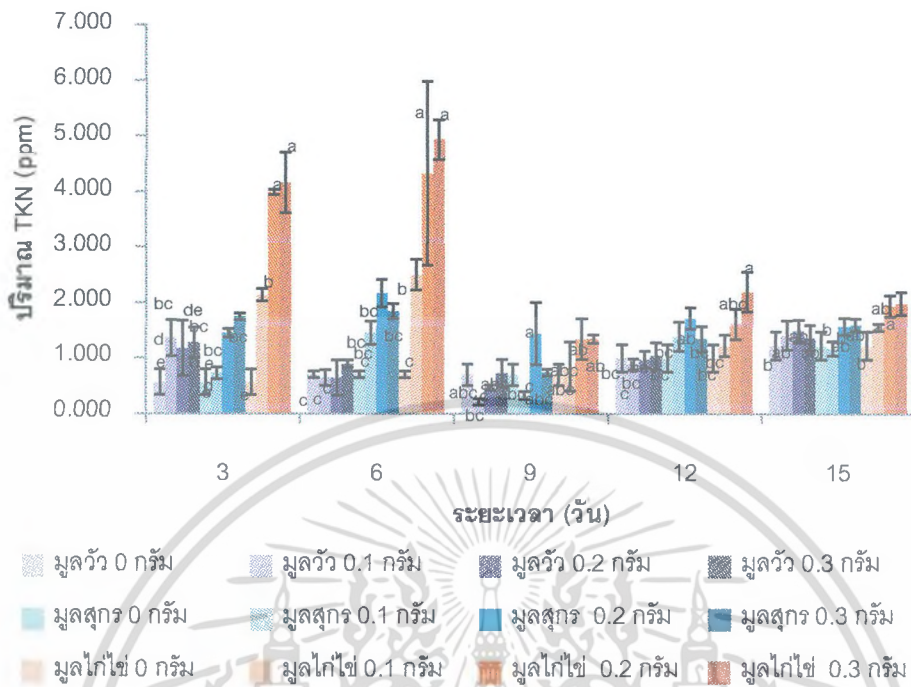
ตารางที่ 48 ปริมาณ TKN (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 15

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	1.219±0.256 ^{b*}	1.405±0.265 ^{ab*}	1.480±0.205 ^{ab*}	1.363±0.230 ^{ab*}
มูลสุกร	1.219±0.256 ^{b*}	1.166±0.124 ^{b*}	1.565±0.157 ^{ab*}	1.591±0.108 ^{ab*}
มูลไก่ไข่	1.219±0.256 ^{b*}	1.544±0.064 ^{ab*}	1.932±0.194 ^{a*}	1.980±0.204 ^{a*}

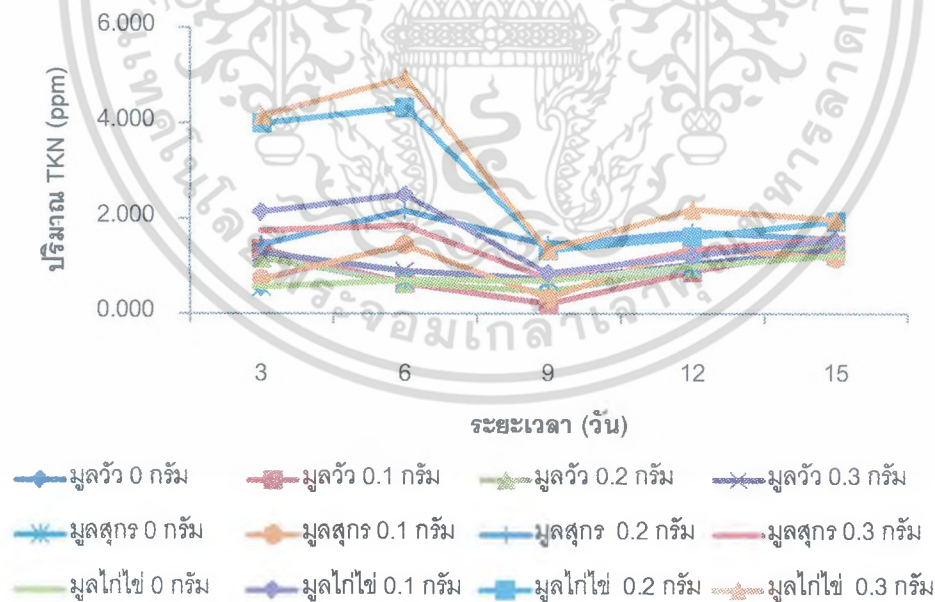
หมายเหตุ: อักษร^{a,b} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร^{a*,b*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 17 ปริมาณ total kjeldahl nitrogen ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน
 หมายเหตุ: อักษร a,b,c,d,e แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 18 ปริมาณ total kjeldahl nitrogen ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ผลการศึกษาความเป็นต่าง พบว่าในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ของความเข้มข้นที่ 0.1, 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร ในวันที่ 3 มีความเป็นต่างสูงสุดในมูลสุกร มูลไก่ไข่ และมูลวัวของความเข้มข้นที่ 0.1 กรัม/ลิตร 98.11 ± 0.00 ppm ของความเข้มข้นที่ 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร สูงสุดในมูลไก่ไข่ 196.23 ± 0.00 , 228.93 ± 32.70 ppm และค่าต่ำสุดของความเข้มข้นที่ 0.1 กรัม/ลิตร ในมูลวัว มูลสุกรและมูลไก่ไข่ 98.11 ± 0.000 ของความเข้มข้นที่ 0.2 กรัม/ลิตร ในมูลวัวและมูลสุกร 98.11 ± 0.00 ppm ของความเข้มข้น 0.3 กรัม/ลิตร ในมูลวัว 98.11 ± 0.00 ในวันที่ 6 มีความเป็นต่างสูงสุดในมูลสุกร 130.82 ± 32.70 ppm มูลไก่ไข่ 228.93 ± 32.70 , 261.64 ± 32.70 ppm และมีค่าต่ำสุดของความเข้มข้นที่ 0.1 กรัม/ลิตร ในมูลวัวและมูลไก่ไข่ 98.11 ± 0.00 ppm ของความเข้มข้นที่ 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร ต่ำสุดที่ในมูลวัว 98.11 ± 0.00 , 130.82 ± 32.70 ppm ในวันที่ 9 มีความเป็นต่างสูงสุดของความเข้มข้นที่ 0.1, 0.2 กรัม/ลิตร ในมูลวัว มูลสุกร มูลไก่ไข่ 98.11 ± 0.00 ppm ของความเข้มข้น 0.3 กรัม/ลิตร ในมูลสุกร 130.82 ± 32.70 ppm และมีค่าต่ำสุด 98.11 ± 0.00 ppm ในวันที่ 12 มีความเป็นต่างสูงสุด 98.11 ± 0.00 ppm. ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติในวันที่ 12 พบว่าในมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในวันที่ 15 มีความเป็นต่างสูงสุดในมูลสุกร 130.82 ± 32.70 ppm ของความเข้มข้นที่ 0.2 กรัม/ลิตร ในมูลสุกรและมูลไก่ไข่ 196.23 ± 0.00 ppm ของความเข้มข้น 0.3 กรัม/ลิตร ในมูลสุกร 196.23 ± 0.00 ppm และมีค่าต่ำสุด 98.11 ± 0.00 ppm เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าในมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงจากการทดลองนั้นจะพบว่าในมูลสุกรและมูลไก่ไข่จะมีค่าความเป็นต่างที่สูงกว่ามูลวัวเนื่องจากในมูลสุกรและมูลไก่อ้นั้นมีองค์ประกอบของคาร์บอนที่สูงกว่าในมูลวัวซึ่งอาจเนื่องจากส่วนประกอบของอาหารที่ที่ใช้เลี้ยงสัตว์ ตารางที่ 49, 50, 51, 52, 53 และภาพที่ 19, 20

ตารางที่ 49 ความเป็นต่าง (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 3

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.05	0.1	0.15
มูลวัว	98.11 ± 0.000^c	98.11 ± 0.000^c	98.11 ± 0.000^c	98.11 ± 0.000^c
มูลสุกร	98.11 ± 0.000^c	98.11 ± 0.000^c	98.11 ± 0.000^c	$163.52 \pm 32.706^{b*}$
มูลไก่ไข่	98.11 ± 0.000^c	98.11 ± 0.000^c	$196.23 \pm 0.000^{ab*}$	$228.93 \pm 32.703^{a*}$

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 50 ความเป็นต่าง (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 6

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	98.11±16.350 ^{c*}	98.11±0.000 ^{c*}	98.11±0.000 ^{c*}	130.82±32.706 ^{c*}
มูลสุกร	98.11±16.350 ^{c*}	130.82±32.706 ^{c*}	196.23±0.000 ^{b*}	196.23±0.000 ^{b*}
มูลไก่ไข่	98.11±16.350 ^{c*}	98.11±0.000 ^{c*}	228.93±32.703 ^{ab*}	261.64±32.703 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 51 ความเป็นต่าง (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 9

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	98.11±0.000 ^{b*}	98.11±0.000 ^{b*}	98.11±0.000 ^{b*}	98.11±0.000 ^{b*}
มูลสุกร	98.11±0.000 ^{b*}	98.11±0.000 ^{b*}	98.11±0.000 ^{b*}	130.82±32.706 ^{a*}
มูลไก่ไข่	98.11±0.000 ^{b*}	98.11±0.000 ^{b*}	98.11±0.000 ^{b*}	98.11±0.000 ^{b*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 52 ความเป็นต่าง (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 12

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	98.11±0.000 ^{a*}	98.11±0.000 ^{a*}	98.11±0.000 ^{a*}	98.11±0.000 ^{a*}
มูลสุกร	98.11±0.000 ^{a*}	98.11±0.000 ^{a*}	98.11±0.000 ^{a*}	98.11±0.000 ^{a*}
มูลไก่ไข่	98.11±0.000 ^{a*}	98.11±0.000 ^{a*}	98.11±0.000 ^{a*}	98.11±0.000 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^a แสดงค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

อักษร ^{a*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

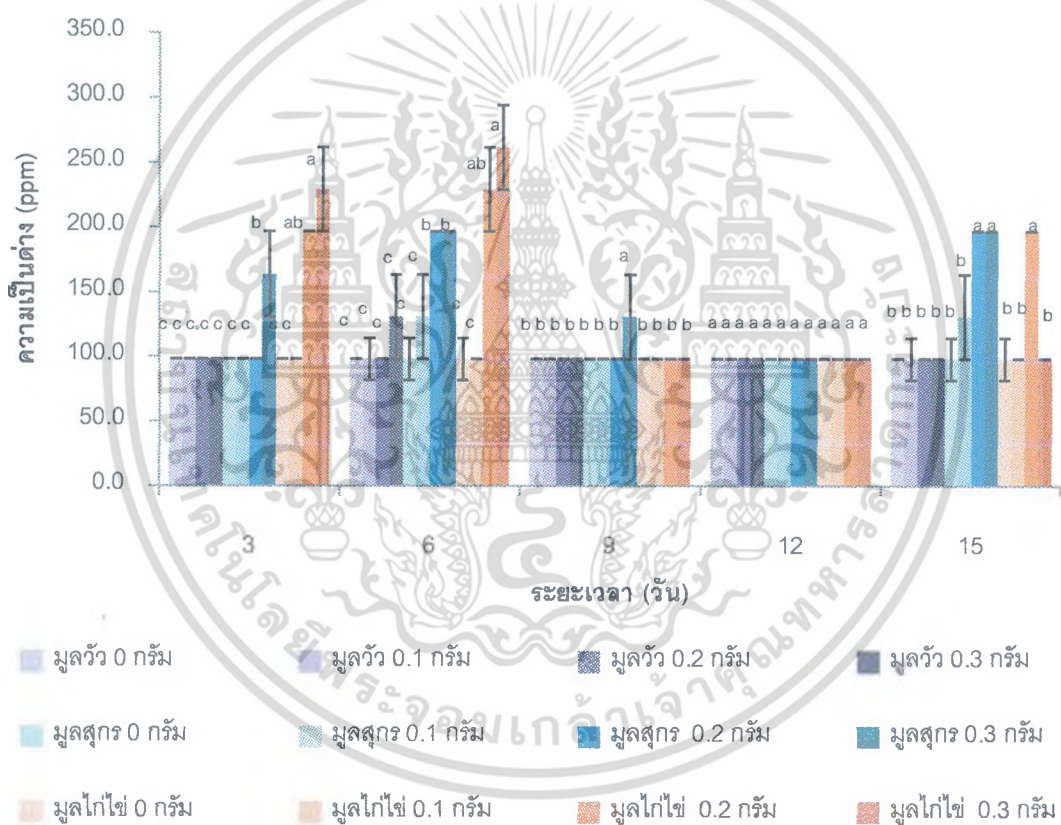
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 3 ความเป็นต่าง (ppm) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 15

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	98.11±16.35 ^{b*}	98.11±0.00 ^{b*}	98.11±0.00 ^{b*}	98.11±0.00 ^{b*}
มูลสุกร	98.11±16.35 ^{b*}	130.82±32.70 ^{b*}	196.23±0.00 ^{a*}	196.23±0.00 ^{a*}
มูลไก่ไข่	98.11±16.35 ^{b*}	98.11±0.00 ^{b*}	196.23±0.00 ^{a*}	98.11±0.00 ^{b*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

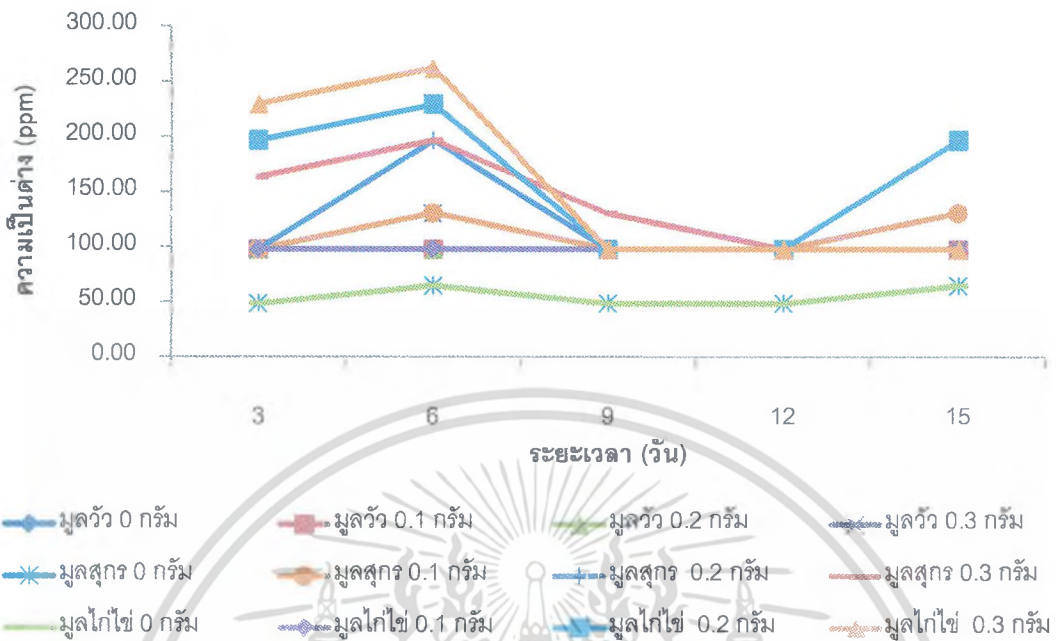
อักษร ^{a*,b*,c*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน



ภาพที่ 19 ความเป็นต่างในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ เป็นระยะเวลา 15 วัน

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 20 ความเป็นต่างในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ เป็นระยะเวลา 15 วัน

1.8 ผลการศึกษานำไฟฟ้า พบว่าในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ของความเข้มข้นที่ 0.1, 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร ในวันที่ 3 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดในมูลไก่ไข่ 33.3 ± 3.33 , 86.6 ± 12.02 , 126.60 ± 8.82 $\mu\text{s/cm}$ และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 6.60 ± 3.33 , 20.0 ± 0.00 , 30.00 ± 5.77 $\mu\text{s/cm}$ ในวันที่ 6 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดในมูลไก่ไข่ 46.60 ± 3.333 , 90.00 ± 23.09 , 116.6 ± 6.67 $\mu\text{s/cm}$ และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 0.00 ± 0.00 , 20.00 ± 5.77 , 23.30 ± 8.82 $\mu\text{s/cm}$ ในวันที่ 9 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดในมูลไก่ไข่ 36.60 ± 3.33 , 70.0 ± 11.55 , 93.3 ± 8.82 $\mu\text{s/cm}$ และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 14.60 ± 1.33 , 13.30 ± 3.33 , 23.30 ± 8.82 $\mu\text{s/cm}$ ในวันที่ 12 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดในมูลไก่ไข่ 43.30 ± 0.88 , 80.30 ± 8.8 , 103.30 ± 4.37 $\mu\text{s/cm}$ และค่าต่ำสุดในมูลวัว 15.30 ± 1.20 , 25.30 ± 2.40 , 29.00 ± 3.79 $\mu\text{s/cm}$ ในวันที่ 15 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดในมูลไก่ไข่ 37.60 ± 0.88 , 72.00 ± 5.51 , 92.00 ± 6.00 $\mu\text{s/cm}$ และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 13.30 ± 1.20 , 21.30 ± 2.60 , 28.60 ± 3.48 $\mu\text{s/cm}$ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าในมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้านั้นจะเกิดขึ้นตามปริมาณไอออน (ธาตุอาหาร) ที่แตกตัวออกจากมูล จากผลการทดลองที่ได้การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าจะพบมากในมูลไก่ไข่และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาผ่านไปนานๆ เนื่องจากมีแพลงก์ตอนเกิดขึ้นในช่วงระหว่างการหมักซึ่งแพลงก์ตอนจะดึงธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตจึงทำให้ค่าการนำไฟฟ้ามีค่าที่ลดลง ตารางที่ 54, 55, 56, 57, 58 และภาพที่ 21, 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 54 การนำไฟฟ้า ($\mu\text{s/cm}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 3

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.000 \pm 0.000 ^g	6.60 \pm 3.333 ^{fg*}	20.0 \pm 0.000 ^{ef*}	30.0 \pm 5.774 ^{de}
มูลสุกร	0.000 \pm 0.000 ^g	20.0 \pm 5.774 ^{ef}	43.3 \pm 3.333 ^{cd*}	53.3 \pm 3.333 ^{c*}
มูลไก่ไข่	0.000 \pm 0.000 ^g	33.3 \pm 3.333 ^{de*}	86.6 \pm 12.019 ^{b*}	126.6 \pm 8.819 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e,f,g} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*,f*,g*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 55 การนำไฟฟ้า ($\mu\text{s/cm}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 6

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.000 \pm 0.000 ^{e*}	0.00 \pm 0.000 ^e	20.0 \pm 5.774 ^{ab*}	23.3 \pm 8.819 ^{de*}
มูลสุกร	0.000 \pm 0.000 ^{e*}	26.6 \pm 6.667 ^{ce*}	50.0 \pm 0.000 ^c	50.0 \pm 5.774 ^c
มูลไก่ไข่	0.000 \pm 0.000 ^{e*}	46.6 \pm 3.333 ^{cd*}	90.0 \pm 23.094 ^{b*}	116.6 \pm 6.667 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 56 การนำไฟฟ้า ($\mu\text{s/cm}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 9

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.000 \pm 0.000 ^{e*}	14.6 \pm 1.333 ^{de*}	13.3 \pm 3.333 ^{de*}	23.3 \pm 8.819 ^{cd*}
มูลสุกร	0.000 \pm 0.000 ^{e*}	20.0 \pm 5.774 ^{cd*}	53.3 \pm 3.333 ^{b*}	56.6 \pm 3.333 ^{b*}
มูลไก่ไข่	0.000 \pm 0.000 ^{e*}	36.6 \pm 3.333 ^{c*}	70.0 \pm 11.547 ^{b*}	93.3 \pm 8.819 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

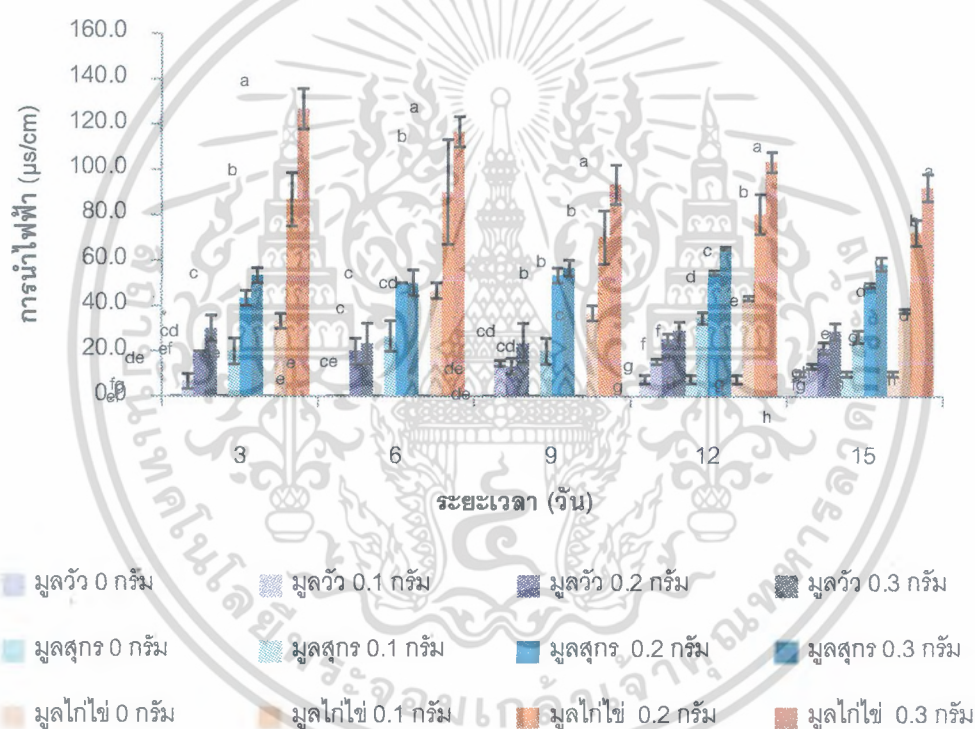
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 57 การนำไฟฟ้า ($\mu\text{s/cm}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 12

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	7.3 \pm 1.856 ^{g*}	15.3 \pm 1.202 ^{g*}	25.3 \pm 2.404 ^{f*}	29.0 \pm 3.786 ^{f*}
มูลสุกร	7.3 \pm 1.856 ^{g*}	34.6 \pm 2.603 ^{ef*}	54.6 \pm 0.882 ^{d*}	65.3 \pm 0.667 ^{c*}
มูลไก่	7.3 \pm 1.856 ^{g*}	43.3 \pm 0.882 ^{e*}	80.3 \pm 8.876 ^{b*}	103.3 \pm 4.372 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e,f,g} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*,e*,f*,g*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน



ภาพที่ 21 การนำไฟฟ้าในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d,e,f,h} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

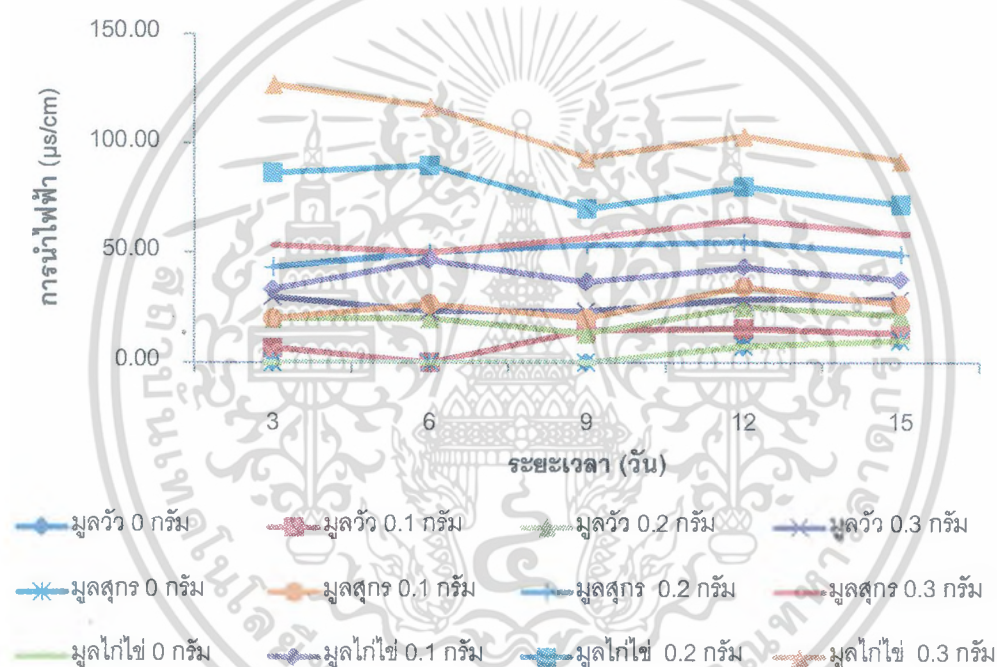
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 58 การนำไฟฟ้า ($\mu\text{s/cm}$) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 15

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	10.0±1.155 ^{h*}	13.3±1.202 ^{sh*}	21.3±2.603 ^{fg*}	28.6±3.480 ^{e*}
มูลสุกร	10.0±1.155 ^{h*}	26.3±2.728 ^{s*}	49.0±1.000 ^{d*}	58.3±2.848 ^{c*}
มูลไก่ไข่	10.0±1.155 ^{h*}	37.6±0.882 ^{d*}	72.0±5.508 ^{b*}	92.0±6.000 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร^{a,b,c,d,e,f,g,h} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร^{a*,b*,c*,d*,e*,f*,g*,h*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน



ภาพที่ 22 การนำไฟฟ้าในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน

1.9 ผลการศึกษาความเป็นกรด-ด่าง พบว่าในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ของความเข้มข้นที่ 0.1, 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร ในวันที่ 3 มีความเป็นกรด-ด่างสูงสุดในมูลมูลไก่ไข่ 7.89 ± 0.21 , 7.24 ± 0.02 , 7.28 ± 0.03 และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 6.83 ± 0.12 , 6.57 ± 0.02 , 6.58 ± 0.03 ในวันที่ 6 มีความเป็นกรด-ด่างสูงสุดในมูลวัว 7.82 ± 0.12 มูลไก่ไข่ 7.83 ± 0.57 , 8.88 ± 0.08 และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 7.28 ± 0.08 , 6.96 ± 0.02 , 6.88 ± 0.02 ในวันที่ 9 มีความเป็นกรด-ด่างสูงสุดในมูลไก่ไข่ 7.34 ± 0.16 มูลสุกร 6.89 ± 0.12 มูลไก่ไข่ 7.41 ± 0.19 และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 6.51 ± 0.02 , 6.31 ± 0.02 , 6.23 ± 0.02 ในวันที่ 12 มีความเป็นกรด-ด่างสูงสุดในมูลไก่ไข่ 8.85 ± 0.05 , 8.98 ± 0.09 , 9.10 ± 0.03 และค่าต่ำสุดในมูลวัว 7.75 ± 0.17 , 7.35 ± 0.07 , 7.16 ± 0.01 ในวันที่ 15 มีความเป็นกรด-ด่างสูงสุดในมูลไก่ไข่ 7.42 ± 0.18 ,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.80±0.03, 6.85±0.02 และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว 6.54±0.02, 6.36±0.00, 6.33±0.00 เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าในมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่างที่ลดลงตามระดับความเข้มข้นเนื่องจากกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์จะทำให้เกิด CO_2 ในช่วงการย่อยสลายทำให้ความเป็นกรด-ด่างมีค่าที่ลดลงและแพลงก์ตอนที่เกิดขึ้นในช่วงการทดลอง ตารางที่ 59, 60, 61, 62, 63 และภาพที่ 23, 24

ตารางที่ 59 ความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันวันที่ 3

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	9.15±0.272 ^a	6.83±0.115 ^{cde*}	6.57±0.022 ^{e*}	6.58±0.029 ^{e*}
มูลสุกร	9.15±0.272 ^a	7.06±0.051 ^{cde*}	6.89±0.076 ^{cde*}	6.76±0.021 ^{de*}
มูลไก่ไข่	9.15±0.272 ^a	7.89±0.205 ^{b*}	7.24±0.015 ^{cd*}	7.28±0.025 ^{c*}

หมายเหตุ: อักษร^{a,b,c,d,e} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
อักษร^{a*,b*,c*,d*,e*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 60 ความเป็นกรด - ด่าง ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันวันที่ 6

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	9.02±0.081 ^{a*}	7.28±0.075 ^{bc*}	6.96±0.023 ^{c*}	6.88±0.015 ^{c*}
มูลสุกร	9.02±0.081 ^{a*}	7.82±0.122 ^{b*}	7.33±0.061 ^{bc*}	7.30±0.178 ^{bc*}
มูลไก่ไข่	9.02±0.081 ^{a*}	7.69±0.172 ^{b*}	7.83±0.566 ^{b*}	8.88±0.084 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร^{a,b,c} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
อักษร^{a*,b*,c*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 61 ความเป็นกรด - ด่าง ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันวันที่ 9

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	8.83±0.027 ^{a*}	6.51±0.024 ^{gh*}	6.31±0.022 ^{hi*}	6.23±0.020 ^{i*}
มูลสุกร	8.83±0.027 ^{a*}	7.14±0.095 ^{cd*}	6.89±0.120 ^{de*}	6.59±0.018 ^{fg*}
มูลไก่ไข่	8.83±0.027 ^{a*}	7.34±0.158 ^{bc*}	6.83±0.024 ^{ef*}	7.41±0.191 ^{b*}

หมายเหตุ: อักษร^{a,b,c,d,e,f,g,h,i} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
อักษร^{a*,b*,c*,d*,e*,f*,g*,h*,i*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 62 ความเป็นกรด – ต่าง ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น
แตกต่างกันวันที่ 12

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	8.42±0.174 ^{b*}	7.75±0.169 ^{c*}	7.35±0.074 ^{d*}	7.16±0.007 ^{d*}
มูลสุกร	8.42±0.174 ^{b*}	8.32±0.085 ^{b*}	8.13±0.163 ^{b*}	8.43±0.029 ^{b*}
มูลไก่ไข่	8.42±0.174 ^{b*}	8.85±0.054 ^{a*}	8.98±0.087 ^{a*}	9.10±0.032 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 63 ความเป็นกรด – ต่าง ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น
แตกต่างกันวันที่ 15

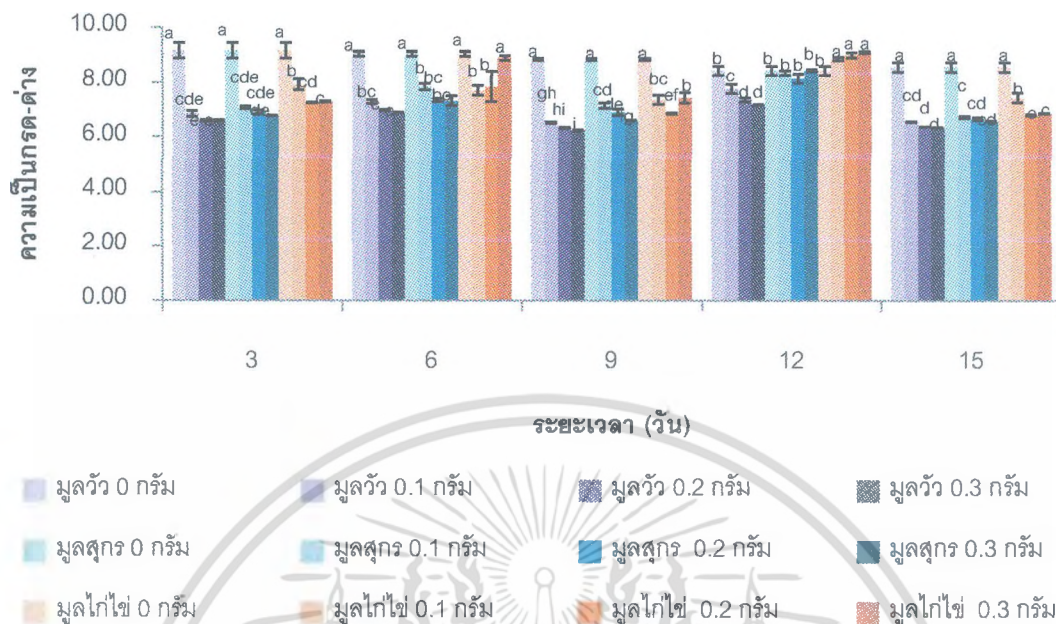
ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	8.55±0.182 ^a	6.54±0.015 ^{cd*}	6.36±0.003 ^{d*}	6.33±0.003 ^{d*}
มูลสุกร	8.55±0.182 ^a	6.72±0.038 ^{c*}	6.66±0.050 ^{cd*}	6.56±0.015 ^{cd*}
มูลไก่ไข่	8.55±0.182 ^{a*}	7.42±0.178 ^{b*}	6.80±0.027 ^{c*}	6.85±0.018 ^{c*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

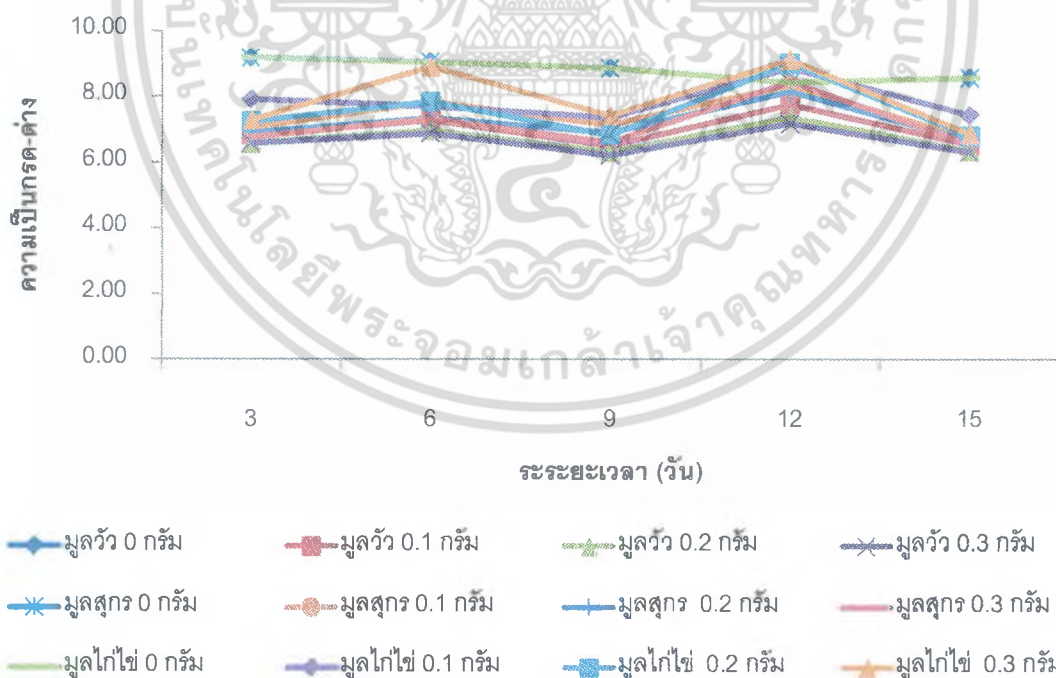
อักษร ^{a*,b*,c*,d*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

1.10 ผลการศึกษาอุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$) พบว่าในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ของความเข้มข้นที่ 0.1, 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร ในวันที่ 3 มีอุณหภูมิไม่ได้ทำการตรวจวัด ในวันที่ 6 มีอุณหภูมิสูงสุดในมูลสุกร $27.30 \pm 0.06^{\circ}\text{C}$ ของความเข้มข้นที่ 0.2, 0.3 กรัม/ลิตร ในมูลสุกรและมูลไก่ไข่ $27.36 \pm 0.03, 27.36 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ และมีค่าต่ำสุดในมูลวัว $27.20 \pm 0.00, 27.16 \pm 0.03, 27.23 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ ในวันที่ 9 มีอุณหภูมิสูงสุดในมูลไก่ไข่ $27.80 \pm 0.00, 27.70 \pm 0.00, 27.66 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ และมีค่าต่ำสุดของความเข้มข้น 0.1, 0.2 กรัม/ลิตร $27.50 \pm 0.00, 27.53 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ ในวันที่ 12 มีอุณหภูมิสูงสุดในมูลสุกร $31.86 \pm 0.09^{\circ}\text{C}$ มูลไก่ไข่ $32.20 \pm 0.00^{\circ}\text{C}, 32.23 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ และค่าต่ำสุดในมูลวัว $31.66 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ มูลสุกร $31.83 \pm 0.07^{\circ}\text{C}$ มูลวัว $31.76 \pm 0.09^{\circ}\text{C}$ ในวันที่ 15 มีอุณหภูมิสูงสุดของความเข้มข้นที่ 0.1 กรัม/ลิตร ในมูลไก่ไข่ $28.70 \pm 0.00^{\circ}\text{C}$ ของความเข้มข้นที่ 0.2 กรัม/ลิตร ในมูลวัวและมูลไก่ไข่ $28.70 \pm 0.00, 28.70 \pm 0.00^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับ ของความเข้มข้นที่ 0.3 กรัม/ลิตร ในมูลสุกร $28.70 \pm 0.000^{\circ}\text{C}$ และมีค่าต่ำสุดในมูลสุกร $28.60 \pm 0.00, 28.66 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ มูลวัว $28.63 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าในมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมินั้นจะแตกต่างกันออกไปตามกระบวนการย่อยสลายและปัจจัยภายนอกในเรื่องของปริมาณแสงที่ไม่สามารถควบคุมได้ ตารางที่ 64, 65, 66, 67, 68 และภาพที่ 25, 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 23 ความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน
 หมายเหตุ: อักษร a,b,c,d,e,f,g,h,i แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 24 ความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 64 อุณหภูมิ (°C) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 3

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	0.00±0.00	0.00±0.00*	0.00±0.00*	0.00±0.00
มูลสุกร	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00*	0.00±0.00*
มูลไก่ไข่	0.00±0.00	0.00±0.00*	0.00±0.00*	0.00±0.00*

หมายเหตุ: ไม่ได้ทำการวัด ตัวเลขที่ * มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 65 อุณหภูมิ (°C) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันวันที่ 6

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	27.26±0.033 ^{abcd*}	27.20±0.000 ^{cd*}	27.16±0.033 ^{cd*}	27.23±0.033 ^{bcd*}
มูลสุกร	27.26±0.033 ^{abcd*}	27.30±0.058 ^{abc*}	27.36±0.033 ^{a*}	27.30±0.000 ^{abc*}
มูลไก่ไข่	27.26±0.033 ^{abcd*}	27.26±0.033 ^{abcd*}	27.33±0.033 ^{ab*}	27.36±0.033 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร^{a,b,c,d} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

อักษร^{a*,b*,c*,d*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 66 อุณหภูมิ (°C) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้น แตกต่างกันวันที่ 9

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	27.86±0.033 ^{a*}	27.50±0.000 ^{cd*}	27.53±0.033 ^{c*}	27.56±0.033 ^{c*}
มูลสุกร	27.86±0.033 ^{a*}	27.50±0.033 ^{c*}	27.53±0.033 ^{c*}	27.43±0.033 ^{d*}
มูลไก่ไข่	27.86±0.033 ^{a*}	27.80±0.000 ^{a*}	27.70±0.000 ^{b*}	27.66±0.033 ^{b*}

หมายเหตุ: อักษร^{a,b,c,d} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

อักษร^{a*,b*,c*,d*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 67 อุณหภูมิ (°C) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน
กันวันที่ 12

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	31.80±0.153 ^{bc*}	31.66±0.033 ^{c*}	31.90±0.058 ^{ac*}	31.76±0.088 ^{c*}
มูลสุกร	31.80±0.153 ^{bc*}	31.86±0.088 ^{ac*}	31.83±0.067 ^{ac*}	31.90±0.000 ^{ac*}
มูลไก่ไข่	31.80±0.153 ^{bc*}	31.80±0.306 ^{bc*}	32.20±0.000 ^{bc*}	32.23±0.033 ^{a*}

หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

ตารางที่ 68 อุณหภูมิ (°C) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน
กันวันที่ 15

ชนิดมูล	ความเข้มข้นมูล (g/l)			
	0	0.1	0.2	0.3
มูลวัว	28.76±0.033 ^a	28.66±0.033 ^{bc*}	28.70±0.000 ^{ab*}	28.63±0.033 ^{bc*}
มูลสุกร	28.76±0.033 ^a	28.60±0.000 ^{c*}	28.66±0.033 ^{bc*}	28.70±0.000 ^{ab*}
มูลไก่ไข่	28.76±0.033 ^{a*}	28.70±0.000 ^{ab*}	28.70±0.000 ^{ab*}	28.66±0.033 ^{bc*}

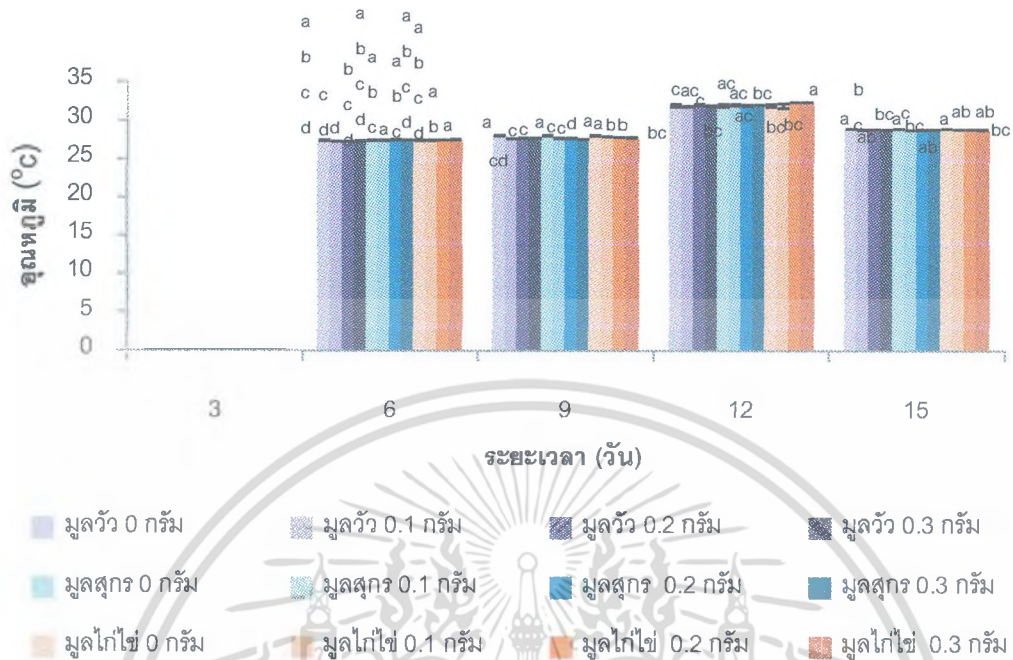
หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อักษร ^{a*,b*,c*,d*} มีการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอน

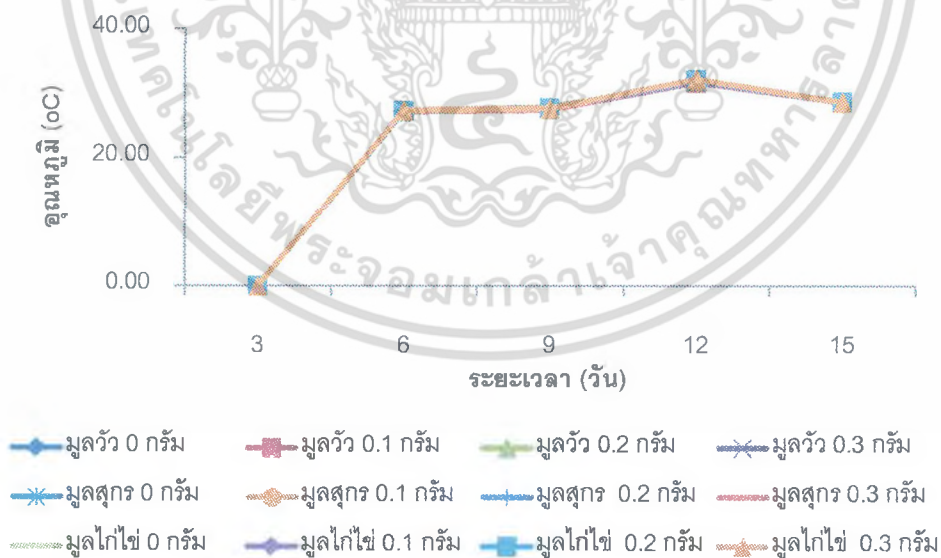
2. ศึกษาการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าที่เลี้ยงด้วยมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่

การเจริญเติบโตของไร่น้ำ

น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองของไร่น้ำนางฟ้าที่เลี้ยงด้วยมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ คือ 0.083 ± 0.013 , 0.053 ± 0.026 , 0.093 ± 0.003 กรัม/ตัว (ตารางที่ 69) ซึ่งมีอัตราการรอด คือ 33.33 ± 16.6 7, 22.22 ± 11.11 , 44.44 ± 5.5 7 % (ตารางที่ 70) และมีความยาวเฉลี่ย คือ 2.15 ± 0.08 , 1.58 ± 0.79 , 2.32 ± 0.07 เซนติเมตร (ตารางที่ 71) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไร่น้ำนางฟ้าที่เลี้ยงด้วยมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้านั้นมีน้ำหนักเฉลี่ย อัตรารอด และความยาวเฉลี่ยที่ต่ำ อาจเนื่องจากการให้มูลในปริมาณที่ไม่พอเหมาะจึงอาจส่งผลทำให้คุณภาพน้ำที่เลี้ยงไม่มีความเหมาะสมหรืออาจให้มูลในปริมาณที่น้อยเกินไปจึงทำให้ได้ผลการทดลองที่ไม่ดีจึงอาจทำให้การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าด้วยมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ เพียงอย่างเดียวอาจไม่เหมาะต่อการเลี้ยง



ภาพที่ 25 อุณหภูมิ (°C) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน
 หมายเหตุ: อักษร ^{a,b,c,d} แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 26 อุณหภูมิ (°C) ในน้ำหมักมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่ ในช่วงระยะเวลา 15 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 69 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของไรรำนางฟ้า (กรัม/ตัว) ที่เลี้ยงด้วยมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่

อายุไรรำนางฟ้า (วัน)	มูลวัว	มูลสุกร	มูลไก่ไข่
6	0.083±0.026 ^a	0.053±0.046 ^a	0.093±0.007 ^a

หมายเหตุ: อักษร ^a แสดงค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตาราง 70 อัตรารอดของไรรำนางฟ้า (%) ที่เลี้ยงด้วยมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่

อายุไรรำนางฟ้า (วัน)	มูลวัว	มูลสุกร	มูลไก่ไข่
6	33.33±28.867 ^a	22.22±19.244 ^a	44.44±9.622 ^a

หมายเหตุ: อักษร ^a แสดงค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

ตาราง 71 ความยาวเฉลี่ยของไรรำนางฟ้า (เซนติเมตร) ที่เลี้ยงด้วยมูลวัว มูลสุกร และมูลไก่ไข่

อายุไรรำนางฟ้า (วัน)	มูลวัว	มูลสุกร	มูลไก่ไข่
6	2.15±0.132 ^a	1.58±1.443 ^a	2.32±0.116 ^a

หมายเหตุ: อักษร ^a แสดงค่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุป

มูลไก่ไข่จะให้ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟต ฟอสเฟตรวม ไนโตรเจนรวม ค่าการนำไฟฟ้า และความเป็นกรด-ด่างสูงสุด ส่วนน้ำหมักมูลวัวจะให้ปริมาณไนเตรทสูงสุด และในน้ำหมักมูลสุกรจะให้ความเป็นด่างสูงสุด

การเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าที่เลี้ยงโดยใช้มูลไก่ไข่ให้ผลน้ำหนักรวมเฉลี่ย ความยาวเฉลี่ย และอัตราการรอดดีที่สุดในรุ่นที่ 1 คือ 0.093 ± 0.007 กรัม/ตัว 2.32 ± 0.116 เซนติเมตร และ 44.44 ± 9.622 % ตามลำดับ การใช้มูลไก่ไข่มีความเหมาะสมที่สุดในการใช้เป็นสารอาหารในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Huang, G., X. Wang and L. Han. 2011. Rapid estimation of nutrients in chicken manure during plant-field composting using physicochemical properties. *Bioresource Technology* 102:1455–1461.
- Lam, M.K., and K.T. Lee. 2012. Potential of using organic fertilizer to cultivate *Chlorella vulgaris* for biodiesel production. *Applied Energy* 94: 303–308.
- Liang, G., Y. Mo and Q. Zhou. 2013. Optimization of digested chicken manure filtrate supplementation for lipid overproduction in heterotrophic culture *Chlorella protothecoides*. *Fuel* 108 :159–165.
- Liang, W., Y. Li, P. Chen, M. Min, Y. Chen, J. Zhu and R.R. Ruan. 2010. Anaerobic digested dairy manure as a nutrient supplement for cultivation of oil-rich green microalgae *Chlorella* sp. *Bioresource Technology* 101 : 2623–2628.
- Munuswamy, N., A.K.A. Nazar, C.S. Velu and H.J. Dumont. 1997. Culturing the fairy shrimp *Streptocephalus dichotomus* Baird using livestock waste—a reclamation study. *Hydrobiologia* 358:199–203.
- Prasath, E.B., N. Munuswamy and A.K.A. Narzar. 1994. Preliminary studies on the suitability of a fairy shrimp *Streptocephalus dichotomus* as live food in aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society* 25:204–207.
- Sager, M., 2007. Trace and nutrient elements in manure, dung and compost samples in Austria. *Soil Biology & Biochemistry* 39:1383–1390.
- Saleque, M.A., M.J. Abedin, N.I. Bhuiyan, S.K. Zaman and G.M. Panauallah. 2004. Long-term effects of inorganic and organic fertilizer sources on yield and nutrient accumulation of lowland rice. *Field Crops Research* 86:53–65.
- Sornsupharp, S., H.U. Dahms and L. Sanoamuang. 2012. Nutrient composition of fairy shrimp *Streptocephalus sirindhornae* nauplii as live food and growth performance of giant freshwater prawn postlarvae. *Aquaculture Nutrition* 12:1–11.
- Velu, C.S. and N. Munuswamy. 2007. Composition and nutritional efficacy of adult fairy shrimp *Streptocephalus dichotomus* as live feed. *Food Chemistry* 100:1435–1442.
- Yadav, A., and V.K. Garg. 2013. Nutrient recycling from Industrial solid wastes and weeds by vermiprocessing using earthworms. *Pedosphere* 23 (5): 668–677.

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติหัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ-นามสกุล นายสมชาย หวังวิบูลย์กิจ
Mr. Somchai Wangwibulkit
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 1104 00691 49 7
3. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์
4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 0 2329 8157, โทรสาร 0 2329 8157 E-mail address kwsomcha@kmitl.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	คุณวุฒิ	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
2529	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ประมง) เกียรตินิยม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2531	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2551	วิทยาศาสตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

การจัดการคุณภาพน้ำเพื่อการประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการจัดการข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย

การใช้วัสดุกรองน้ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*)

การศึกษาคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

เปรียบเทียบอาหาร 3 ชนิด ที่ใช้อุบลาลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ในบ่อคอนกรีต

ผลของระบบหมุนเวียนน้ำที่มีตัวกรองชีวภาพต่อการอนุบาลลูกปลาโรซีบาร์บ

ผลของวิตามิน B₁ และ B₁₂ ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า

คุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของปลาไนที่เลี้ยงในระบบปิด

การเลี้ยงปูทะเลด้วยระบบน้ำต่างกันในพื้นที่จำกัด

การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งขาวแฉะฟิวก (*Litopenaeus vannamei*) ในน้ำที่มีความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลออกซิลาทอเรียระดับต่าง ๆ

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ . 2542. การใช้วัสดุกรองน้ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*). หน้า 97-106. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการในงานนิทรรศการ “30 ปี เกษตรเจ้าคุณทหารลาดกระบัง”. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และอัจฉรี เรืองเดช . 2542. การศึกษาคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ .วารสารเกษตรพระจอมเกล้า.17(2):10-21.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ นที ฮวดจิ่ง และประเทือง ศุภลักษณ์วัจนะ . 2545. เปรียบเทียบอาหาร 3 ชนิด ที่ใช้อุนุบาล ลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ในบ่อคอนกรีต. หน้า 161-170. ใน การประชุมทางวิชาการด้าน เกษตร ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม งานเกษตรภาคใต้ ครั้งที่ 10. คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ . 2545. ผลของระบบหมุนเวียนน้ำที่มีตัวกรองชีวภาพต่อการอนุบาลลูกปลาโรซีบาร์บ (*Barbus conchonus*). หน้า 171-180. ใน การประชุมทางวิชาการด้านเกษตร ทรัพยากร และ สิ่งแวดล้อม งานเกษตรภาคใต้ ครั้งที่ 10. คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ อัจฉรี เรืองเดช และบุปผา จงพัฒน์ . 2548. ผลของวิตามิน B₁ และ B₁₂ ต่อปริมาณ คลอโรฟิลล์และการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า. หน้า 260-266. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40 สาขาประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2549. คุณภาพน้ำ การเจริญเติบโต และอัตราการรอดของปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ที่เลี้ยงในระบบปิด. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 17(2):10-21.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ . 2549. ผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และฟอร์มาลินต่ออัตราการฟักและการพัฒนาตัวอ่อนของไขกุ้งก้ามกรามที่แยกจากแม่กุ้ง. ใน การประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2549. ณ ห้องประชุม กรมประมง, กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2551. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Oscillatoria* sp. และ *Microcystis* sp. และความสัมพันธ์ของปริมาณสาหร่ายต่อกลิ่นโคลนในกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ในบ่อเลี้ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 110 หน้า.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และบุปผา จงพัฒน์. 2549. การประเมินคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียว แกมน้ำเงินสกุลออสซิลาทอเรีย (*Oscillatoria* sp.) ในน้ำที่มีอาหารกึ่งตกค้าง. หน้า 651-662. ใน การ ประชุมวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนครสวรรค์” ครั้งที่ 2. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและวิศวกรรม สิ่งแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์. พิษณุโลก.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และอนัญญา เจริญพรพิภักธ. 2549. การเลี้ยงปูทะเลด้วยระบบน้ำต่างกันในพื้นที่จำกัด. ใน การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7. ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ สำนักวิจัยและส่งเสริม วิชาการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และศรัณย์ มาประจง. 2550. ผลของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลออสซิลาทอเรีย (*Oscillatoria* sp.) ต่อการตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ที่เลี้ยงในน้ำความเค็ม ต่ำ. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ครั้งที่ 3. โรงแรมตักสิลา, จังหวัด มหาสารคาม.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และกฤตพร รำจวนเกียรติ. 2551. ผลของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไมโครซิสทีส (*Microcystis* sp.) ต่อการตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ที่เลี้ยงในน้ำความเค็ม ต่ำ. ใน การประชุมวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนครสวรรค์” ครั้งที่ 4. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและวิศวกรรม สิ่งแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์. พะเยา.
- Wangwibulkit, S., C. Limsuwan and N. Chuchird. 2008. Effects of salinity and pH on the blue-green algae, *Oscillatoria* sp. and *Microcystis* sp., isolated from pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) ponds. KU. Fish. Res. Bull. 32(1):1-9.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิสุนทร นันทกิจ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และปิยพงศ์ โชติพันธ์ . 2541. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมสภาพแวดล้อมในบ่ออนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ. ซีดีรอม. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36 สาขาประมง. มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

นงนุช เลหาะวิสุทธิ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ภววรรณตรี สมบุญโต และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2548. การเลี้ยงปลาทับทิมร่วมกับการผลิตผักสลัดแบบไร้ดินในระบบปิด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 36(5-6) ฉบับพิเศษ:1044-1047.

นงนุช เลหาะวิสุทธิ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และมณีนรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ. 2550. ผลของอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ออัตราการส่วนของลูกปลาหางนกยูง. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ครั้งที่ 3. โรงแรมตักสิลา, จังหวัดมหาสารคาม.

ประวัติผู้วิจัยร่วม

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวอัจฉรี เรืองเดช

Ms. Uscharee Ruangdej

2. เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 102201288 90 2

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. หน่วยงานที่สังกัดและสถานที่ติดต่อ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ 0 2329 8157 โทรสาร 0 2329 8157 E-mail kruschar@kmitl.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2530	ปริญญาตรี	วท.บ. (ประมง) วิทยาศาสตร์บัณฑิต	การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2535	ปริญญาโท	วท.ม. (วิทยาศาสตร์การประมง)	Aquatic	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2544	ปริญญาโท	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต M.Sc.	Environmental Science	Kochi University	Japan
2547	ปริญญาเอก	Ph.D.	Aquatic Environmental Science	Ehime University	Japan

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

สิ่งแวดล้อมทางทะเล การใช้ประโยชน์จากสารทุติยภูมิของสาหร่าย และพีชีน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยสถานภาพในการวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.1.1 การเพิ่มมูลค่าสำหรับยีส่น้ำตาลจากการผลิตสารสกัดเพื่อใช้เป็นตัวเร่งความสมบูรณ์ของพืช

7.1.2 การเพิ่มภูมิคุ้มกันปลาเศรษฐกิจด้วยสารสกัดจากพรรณไม้น้ำสกุลพรมมิ

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

อัจฉรี เรืองเดช ลำพิ่ง พุ่มจันทร์ และนงนุช เลหาหะวิสุทธิ์. 2549. การเพิ่มสีของปลาหมอสีโดยใช้อาหารเสริมแอสตาแซนทิน. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างวันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.

อัจฉรี เรืองเดช และนงนุช เลหาหะวิสุทธิ์. 2549. การจำกัดการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายขนาดเล็กด้วยสารสกัดจากสาหร่ายเม็ดพริกไทย. การประชุมทางวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนครสวรรค์” ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ พิษณุโลก. หน้า 717-724.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และอัจฉรี เรืองเดช . 2542. การศึกษาคุณภาพน้ำและแหล่งค้ดอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 17(2) : 10-21.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ อัจฉรี เรืองเดช และบุปผา จงพัฒน์ . 2548. ผลของวิตามินบี 1 และบี 12 ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์-เอและการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า. การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 43 มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ สาขาประมง ระหว่างวันที่ 1-4 กุมภาพันธ์ 2548 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นงนุช เลหาหะวิสุทธิ์ ลำพิ่ง พุ่มจันทร์ และอัจฉรี เรืองเดช. 2549. การเร่งสีปลาทองโดยใช้สารสีจากธรรมชาติ. การประชุมทางวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนครสวรรค์” ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ พิษณุโลก. หน้า 725-732.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อเรื่อง และสถานภาพในการทำวิจัย

7.4.1 การเพิ่มภูมิคุ้มกันปลาเศรษฐกิจด้วยสารสกัดจากพรรณไม้น้ำสกุลพรมมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้