

(2548) แล้วนำไข่มาล้างน้ำสะอาดอีกครั้ง ตากไข่ให้แห้ง นำมากรองผ่านตะแกรงขนาด 200 ไมโครเมตร เพื่อแยกตะกอนออกจนได้ไข่ที่สะอาด จากนั้นทำการสุมนับไข่ผ่านกล้องสเตอริโอและประเมินหาจำนวนไข่ทั้งหมด

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลการเติบโตด้านความยาว น้ำหนัก อัตราส่วนเพศ และผลผลิต มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ (ANOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่  $P \leq 0.05$  ตามวิธี Duncan's multiple range test (ระพินทร์, 2549)

### สถานที่ทำการวิจัย

1. บ่อดินขนาด 1 ไร่ ในจังหวัด สกลนคร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม จังหวัดละ 3 บ่อ รวม 12 บ่อ
2. ห้องปฏิบัติการแพลงก์ตอนสัตว์น้ำจืด ศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
3. ห้องปฏิบัติการชีวเคมี ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

### ผลการวิจัย

#### กิจกรรมที่ 1 การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในบ่อดิน

##### 1. การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้ในบ่อดิน

1.1 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้ อายุ 5 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร จังหวัดมหาสารคามมีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $0.93 \pm 0.02$  เซนติเมตร รองลงมา คือ จังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ และสกลนคร มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $0.92 \pm 0.02$ ,  $0.91 \pm 0.01$  และ  $0.90 \pm 0.01$  เซนติเมตร ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้ อายุ 5 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

1.2 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้ อายุ 10 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจังหวัดขอนแก่นมีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $1.60 \pm 0.02$  เซนติเมตร รองลงมา คือ จังหวัดกาฬสินธุ์ สกลนคร และมหาสารคาม มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ  $1.59 \pm 0.15$ ,  $1.51 \pm 0.11$  และ  $1.48 \pm 0.06$  เซนติเมตร ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้ อายุ 10 วัน ทั้ง 4 จังหวัดมีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

1.3 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้ อายุ 15 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจังหวัดมหาสารคามมีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $1.93 \pm 0.17$  เซนติเมตร รองลงมา

คือ จังหวัดสกลนคร ขอนแก่น และกาฬสินธุ์ มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $1.72 \pm 0.18$ ,  $1.65 \pm 0.03$  และ  $1.65 \pm 0.11$  เซนติเมตร ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้ อายุ 15 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

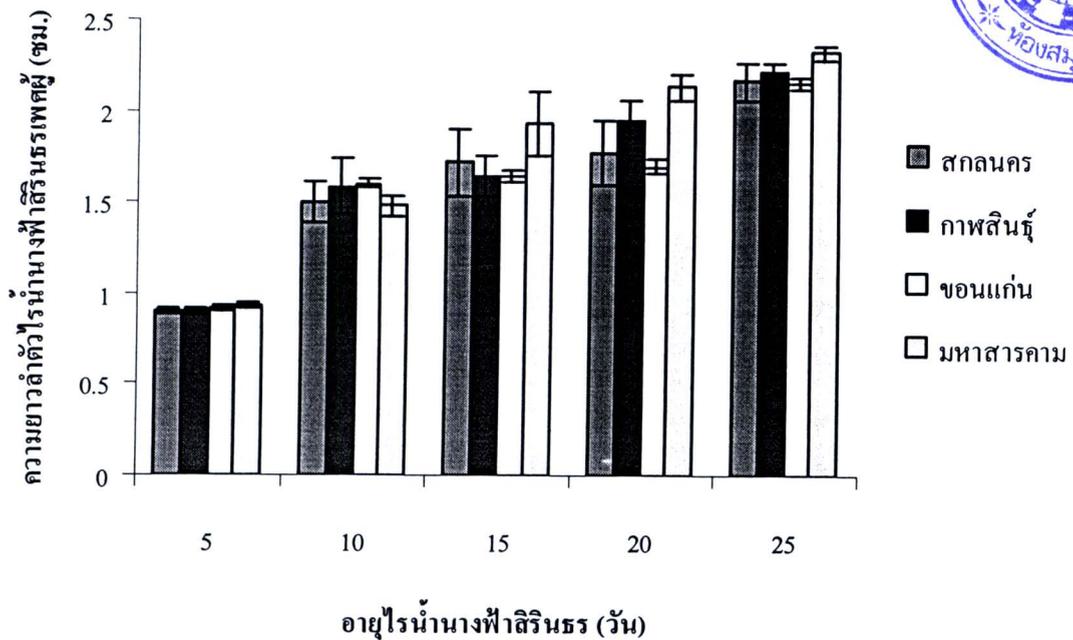
1.4 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้ อายุ 20 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจังหวัดมหาสารคาม มีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $2.13 \pm 0.07$  เซนติเมตร รองลงมา คือ จังหวัดกาฬสินธุ์ สกลนคร และขอนแก่น มีความยาวเฉลี่ยเท่ากับ  $1.95 \pm 0.10$ ,  $1.77 \pm 0.17$  และ  $1.70 \pm 0.05$  เซนติเมตร ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้ อายุ 20 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

1.5 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้ อายุ 25 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจังหวัด มหาสารคาม มีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $2.32 \pm 0.04$  เซนติเมตร รองลงมา คือ จังหวัดกาฬสินธุ์ สกลนคร และขอนแก่น มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $2.22 \pm 0.04$ ,  $2.16 \pm 0.11$  และ  $2.15 \pm 0.03$  เซนติเมตร ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้ อายุ 25 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ดังตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1 และ 3

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยด้านความยาว (เซนติเมตร) ของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้ที่เลี้ยงในบ่อดินจังหวัดต่าง ๆ

อายุไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร (วัน)	ค่าเฉลี่ยความยาว (เซนติเมตร) $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร			
	สกลนคร	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	มหาสารคาม
5	$0.90^a \pm 0.01$	$0.91^a \pm 0.01$	$0.92^a \pm 0.02$	$0.93^a \pm 0.02$
10	$1.51^a \pm 0.11$	$1.59^a \pm 0.15$	$1.60^a \pm 0.02$	$1.48^a \pm 0.06$
15	$1.72^a \pm 0.18$	$1.65^a \pm 0.11$	$1.65^a \pm 0.03$	$1.93^a \pm 0.17$
20	$1.77^a \pm 0.17$	$1.95^a \pm 0.10$	$1.70^a \pm 0.05$	$2.13^a \pm 0.07$
25	$2.16^a \pm 0.11$	$2.22^a \pm 0.04$	$2.15^a \pm 0.03$	$2.32^a \pm 0.04$

หมายเหตุ : อักษร<sup>a</sup> ในแนวนอนที่เหมือนกันแสดงค่าความไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )



ภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยด้านความยาว (เซนติเมตร) ของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้ ที่เลี้ยงในบ่อดินจังหวัด ต่างๆ

## 2. การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศเมียในบ่อดิน

2.1 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศเมีย อายุ 5 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจังหวัดมหาสารคาม มีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $0.87 \pm 0.05$  เซนติเมตร รองลงมา คือ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น และสกลนคร มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $0.84 \pm 0.01$ ,  $0.83 \pm 0.01$  และ  $0.82 \pm 0.02$  เซนติเมตร ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศเมียอายุ 5 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

2.2 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศเมีย อายุ 10 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจังหวัดกาฬสินธุ์ มีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $1.47 \pm 0.28$  เซนติเมตร รองลงมา คือ จังหวัดสกลนคร มหาสารคาม และขอนแก่น มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $1.42 \pm 0.27$ ,  $1.35 \pm 0.03$  และ  $1.06 \pm 0.11$  เซนติเมตร ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศเมียอายุ 10 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

2.3 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศเมีย อายุ 15 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจังหวัดมหาสารคาม มีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $1.88 \pm 0.21$  เซนติเมตร รองลงมา คือ จังหวัด สกลนคร กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $1.81 \pm 0.15$ ,  $1.66 \pm 0.07$

และ  $1.59 \pm 0.05$  เซนติเมตร ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศเมียอายุ 15 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

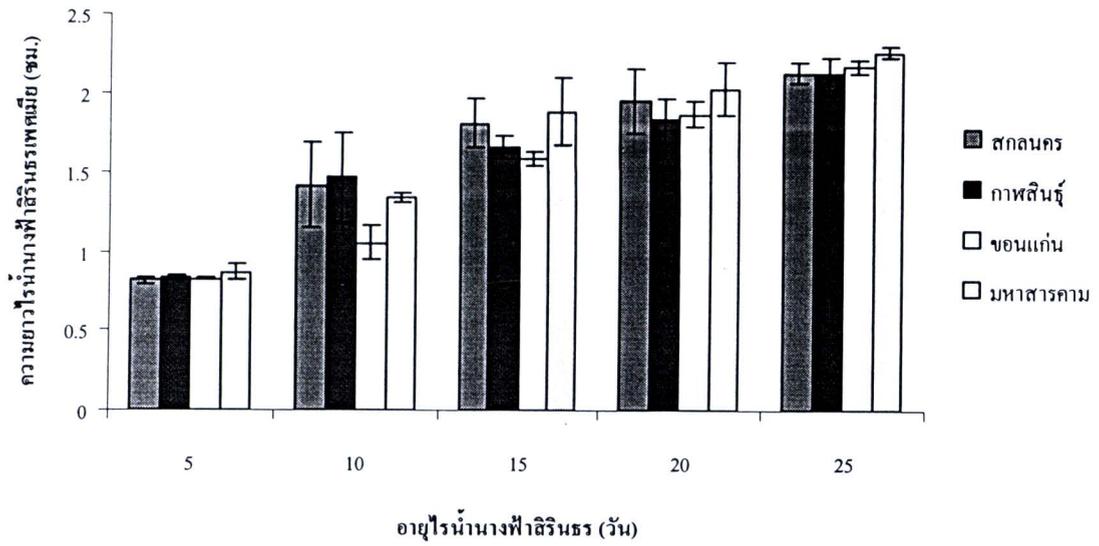
2.4 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศเมีย อายุ 20 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจังหวัดมหาสารคามมีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $2.03 \pm 0.17$  เซนติเมตร รองลงมาคือ จังหวัด สกลนคร ขอนแก่น และกาฬสินธุ์ มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $1.95 \pm 0.20$ ,  $1.87 \pm 0.08$  และ  $1.83 \pm 0.14$  เซนติเมตร ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้า สิรินธรเพศเมียอายุ 20 วันทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

2.5 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศเมีย อายุ 25 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจังหวัดมหาสารคามมีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $2.26 \pm 0.04$  เซนติเมตร รองลงมาคือ จังหวัดขอนแก่น สกลนคร และกาฬสินธุ์ มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $2.17 \pm 0.04$ ,  $2.13 \pm 0.06$  และ  $2.12 \pm 0.10$  เซนติเมตร ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศเมียอายุ 25 วันทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ดังตารางที่ 2 และภาพที่ 2 และ 3

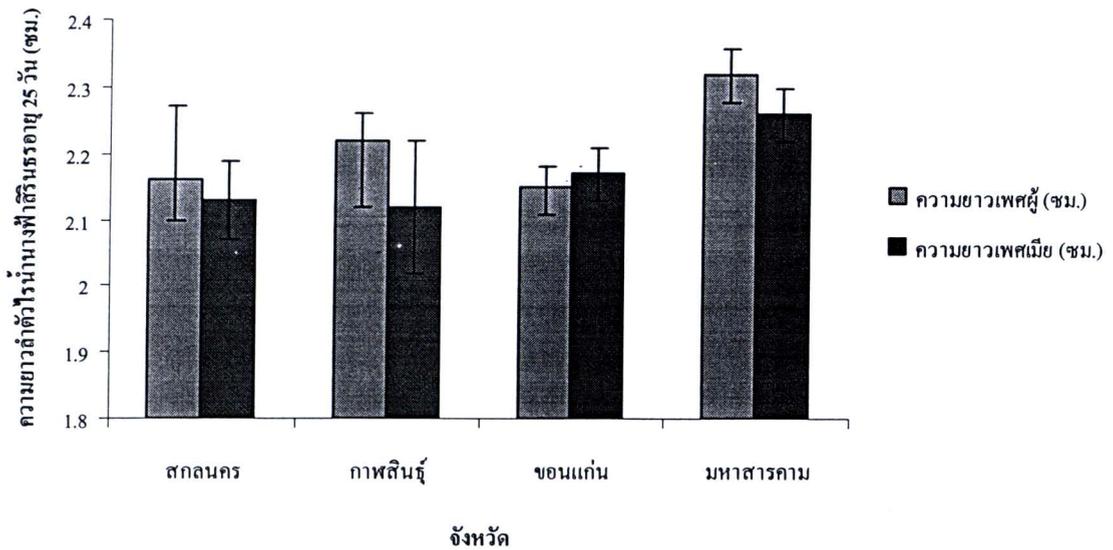
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยด้านความยาว (เซนติเมตร)  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศเมียที่เลี้ยงในบ่อดินจังหวัดต่างๆ

อายุไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร (วัน)	ค่าเฉลี่ยความยาว (เซนติเมตร) $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร			
	สกลนคร	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	มหาสารคาม
5	$0.82^a \pm 0.02$	$0.84^a \pm 0.01$	$0.83^a \pm 0.01$	$0.87^a \pm 0.05$
10	$1.42^a \pm 0.27$	$1.47^a \pm 0.28$	$1.06^a \pm 0.11$	$1.35^a \pm 0.03$
15	$1.81^a \pm 0.15$	$1.66^a \pm 0.07$	$1.59^a \pm 0.05$	$1.88^a \pm 0.21$
20	$1.95^a \pm 0.20$	$1.83^a \pm 0.14$	$1.87^a \pm 0.08$	$2.03^a \pm 0.17$
25	$2.13^a \pm 0.06$	$2.12^a \pm 0.10$	$2.17^a \pm 0.04$	$2.26^a \pm 0.04$

หมายเหตุ : อักษร<sup>a</sup> ในแนวนอนที่เหมือนกันแสดงค่าความไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยด้านความยาว (เซนติเมตร) ของไร่นางฟ้าสิรินธรเพศเมีย ที่เลี้ยงในบ่อดิน ในจังหวัดต่างๆ



ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยด้านความยาวไร่นางฟ้าสิรินธรเพศผู้และเพศเมีย อายุ 25 วัน

### 3. ร้อยละเพศผู้ ร้อยละเพศเมีย น้ำหนักต่อตัว และผลผลิตรวม

3.1 ผลของการเติบโตด้านน้ำหนักไรรำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในบ่อดินทั้ง 4 จังหวัด อายุ 25 วัน พบว่า ไรรำนางฟ้าในจังหวัดมหาสารคาม มีการเติบโตสูงที่สุด คือ มีน้ำหนักต่อตัวเฉลี่ย (เพศผู้และเพศเมีย) เท่ากับ  $0.11 \pm 0.01$  กรัม รองลงมา ได้แก่ การเพาะเลี้ยงไรรำนางฟ้าในจังหวัด ขอนแก่น กาฬสินธุ์ และสกลนคร มีน้ำหนักต่อตัว เท่ากับ  $0.100 \pm 0.01$ ,  $0.097 \pm 0.15$  และ  $0.094 \pm 0.00$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไรรำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในบ่อดินอายุ 25 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 4

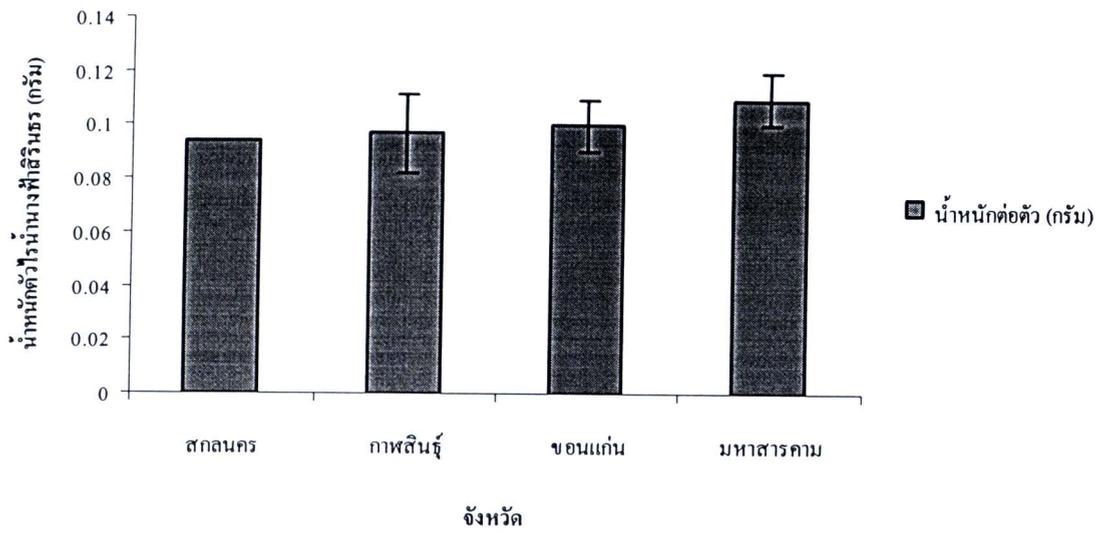
3.2 อัตราส่วนเพศผู้และเพศเมียในการเพาะเลี้ยงไรรำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในบ่อดินทั้ง 4 จังหวัด อายุ 25 วัน พบว่า ไรรำนางฟ้าที่อัตราส่วนเพศผู้มากที่สุด คือ จังหวัดขอนแก่น โดยมีอัตราส่วนร้อยละ  $58.7 \pm 4.16$  รองลงมา ได้แก่ จังหวัดมหาสารคาม กาฬสินธุ์ และสกลนคร โดยมีอัตราส่วนร้อยละ  $54.8 \pm 10.9$ ,  $47.7 \pm 20.5$  และ  $47.2 \pm 8.91$  ตามลำดับ และพบว่าไรรำนางฟ้ามีอัตราส่วนเพศเมียมากที่สุด คือ จังหวัดสกลนคร โดยมีอัตราส่วนร้อยละ  $52.8 \pm 8.90$  รองลงมา ได้แก่ จังหวัดกาฬสินธุ์ มหาสารคาม และขอนแก่น โดยมีอัตราส่วนร้อยละ  $52.3 \pm 20.6$ ,  $45.2 \pm 10.9$  และ  $41.3 \pm 4.16$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไรรำนางฟ้าสิรินธรทั้ง 4 จังหวัด มีอัตราส่วนเพศผู้และเพศเมียไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 5

3.3 ผลผลิตที่ได้จากการเพาะเลี้ยงไรรำนางฟ้าสิรินธรในบ่อดินเป็นเวลา 25 วัน พบว่า ในจังหวัด กาฬสินธุ์ ให้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด เท่ากับ  $17.13 \pm 3.72$  กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา ได้แก่ จังหวัดมหาสารคาม สกลนคร และขอนแก่น โดยมีผลผลิตต่อไร่ เท่ากับ  $16.83 \pm 3.29$ ,  $16.17 \pm 2.12$  และ  $15.33 \pm 5.77$  กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การเพาะเลี้ยงไรรำนางฟ้าในบ่อดินอายุ 25 วัน ทั้ง 4 จังหวัด ให้ผลผลิตต่อไร่ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ดังตารางที่ 3 และภาพที่ 6

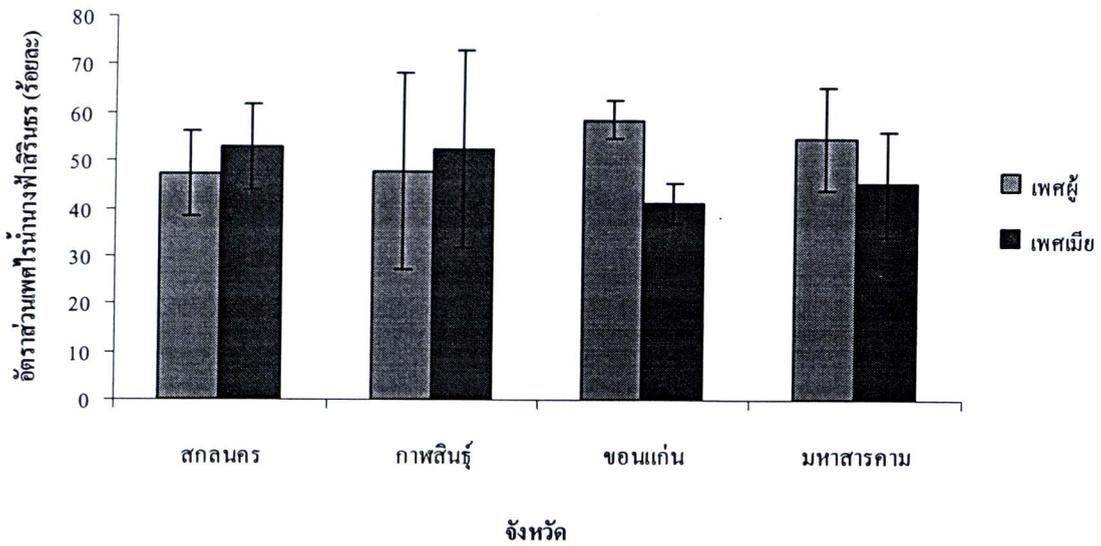
ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยด้านร้อยละเพศผู้, ร้อยละเพศเมีย, น้ำหนักต่อตัว และผลผลิตรวมของไรรำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในบ่อดินจังหวัดต่างๆ อายุ 25 วัน

ไรรำนางฟ้าสิรินธร	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไรรำนางฟ้าสิรินธรในจังหวัดต่างๆ			
	สกลนคร	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	มหาสารคาม
น้ำหนักต่อตัว (กรัม)	$0.094^a \pm 0.00$	$0.097^a \pm 0.15$	$0.100^a \pm 0.01$	$0.11^a \pm 0.01$
ร้อยละเพศผู้	$47.2^a \pm 8.91$	$47.7^a \pm 20.5$	$58.7^a \pm 4.16$	$54.8^a \pm 10.9$
ร้อยละเพศเมีย	$52.8^a \pm 8.90$	$52.3^a \pm 20.6$	$41.3^a \pm 4.16$	$45.2^a \pm 10.9$
ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	$16.17^a \pm 2.12$	$17.13^a \pm 3.72$	$15.33^a \pm 5.77$	$16.83^a \pm 3.29$

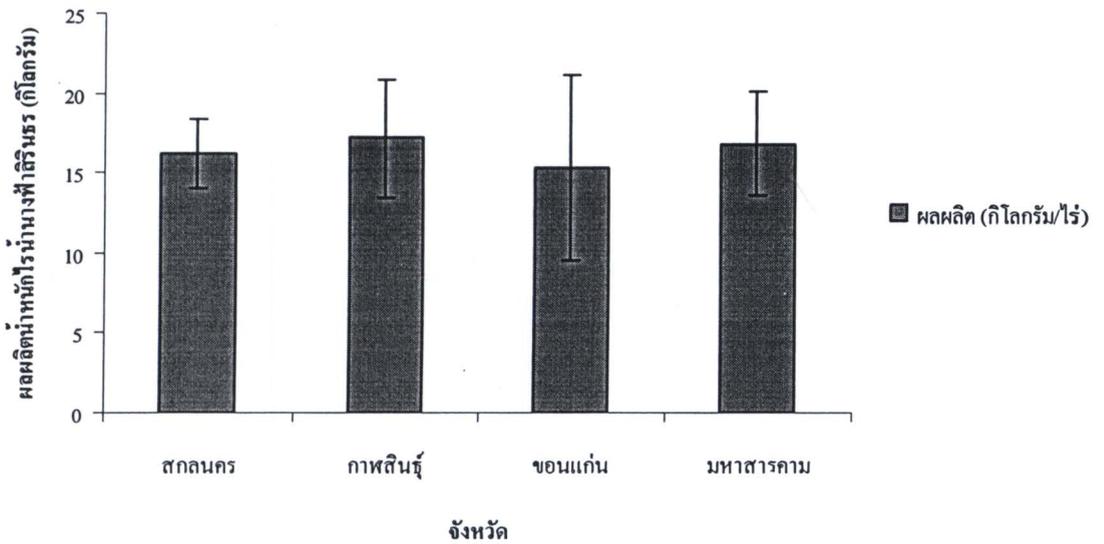
หมายเหตุ : อักษร<sup>a</sup> ในแนวนอนที่เหมือนกันแสดงค่าความไม่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p > 0.05$ )



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนัก (กรัม) ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรอายุ 25 วัน



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยด้านอัตราส่วนเพศของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร อายุ 25 วัน (ร้อยละ)



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยด้านผลผลิตน้ำหนักรวมของไรร้านางฟ้า สิรินคร อายุ 25 วัน (กิโลกรัมต่อไร่)

#### 4. อัตรารอดและผลผลิตไข่ ของไรร้านางฟ้าสิรินทรที่นำมาเก็บไขในบ่อคอนกรีต

จากการเลี้ยงไรร้านางฟ้าสิรินทรในบ่อคอนกรีตเป็นเวลา 25 วัน นำมาเก็บไขในบ่อคอนกรีตในอัตราความหนาแน่น 30 ตัวต่อลิตร โดยใช้น้ำจำนวน 2 ลูกบาศก์เมตร รวมไรร้านางฟ้าคละเพศทั้งหมดที่ทดลอง 60,000 ตัว ทำการเก็บไขเป็นเวลา 5 วัน เพื่อศึกษาอัตราการรอดและจำนวนไข่ที่ได้ในแต่ละวันที่เหมาะสมที่สุด โดยทำการสุ่มชั่งน้ำหนักจำนวนตัวที่มีชีวิตเพื่อประเมินหาอัตราการรอดตาย และเก็บผลผลิตไข่ไรร้านางฟ้าปล่อยออกมาทุกวัน พบว่า วันที่ 1 มีอัตราการรอดตาย 100% ได้ไข่จำนวน  $1.993 \times 10^6$  ฟอง, วันที่ 2 มีอัตราการรอดตาย 94.16% ได้ไข่จำนวน  $2.012 \times 10^6$  ฟอง, วันที่ 3 มีอัตราการรอดตาย 76.57% ได้ไข่จำนวน  $1.048 \times 10^6$  ฟอง, วันที่ 4 มีอัตราการรอดตาย 62.08% ได้ไข่จำนวน  $0.902 \times 10^6$  ฟอง และวันที่ 5 มีอัตราการรอดตาย 55.88% ได้ไข่จำนวน  $0.797 \times 10^6$  ฟอง รวมจำนวนไข่ทั้งหมดที่ได้ 5 วัน เท่ากับ  $6.752 \times 10^6$  ฟอง ซึ่งพบว่าในวันที่ 2 ไรร้านางฟ้ามีอัตราการรอดที่สูงเหมาะสมสำหรับเก็บเกี่ยวผลผลิตตัว แต่ถ้าต้องการผลผลิตไข่ควรเก็บเกี่ยวในวันที่ 5 ดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** อัตรารอด และผลผลิตไข่ของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรนำมาเก็บไข่ในบ่อคอนกรีต ปริมาตรน้ำ 2 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 60,000 ตัว (ในอัตราความหนาแน่น 30 ตัวต่อลิตร)

ระยะเวลาเก็บไข่ (วันที่)	อัตรารอดและผลผลิตไข่ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร	
	อัตรารอด (%)	จำนวนไข่ (ฟอง)
1	100	1.993 x10 <sup>6</sup>
2	<u>94.16</u>	2.012 x10 <sup>6</sup>
3	76.57	1.048 x10 <sup>6</sup>
4	62.08	0.902 x10 <sup>6</sup>
5	55.88	0.797 x10 <sup>6</sup>
รวม		<u>6.752 x10<sup>6</sup></u>

#### 5. คุณสมบัติของน้ำจากการทดลอง

จากการทดลองทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุก 5 วันในแต่ละชุดการทดลอง โดยแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือเวลา 06.00 น.และ 15.00 น. ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ (°C), ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH), ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l), แอมโมเนีย (mg/l), ไนไตรท์ (mg/l), ความเป็นด่างของน้ำ (mg/l as CaCO<sub>3</sub>), ความกระด้างของน้ำ (mg/l as CaCO<sub>3</sub>), และความโปร่งใส (เซนติเมตร)

คุณสมบัติของน้ำจากการทดลอง ได้มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทุก 5 วัน พบว่า คุณสมบัติของน้ำที่วัดได้อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อไร่น้ำนางฟ้า โดยละออสรี (2541) ได้กล่าวถึงการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าว่าควรมีคุณสมบัติของน้ำให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม กับการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้า โดยมีอุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 25–35 องศาเซลเซียส ค่าพีเอชของน้ำอยู่ระหว่าง 6.5–9.0 ปริมาณออกซิเจนที่อยู่ในน้ำไม่น้อยกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าแอมโมเนียทั้งหมด (Total ammonia) ไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนไตรท์ ไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร นูกุล และคณะ (2549) กล่าวว่าคุณภาพน้ำในการเพาะเลี้ยงเป็นเรื่องที่สำคัญ ถึงแม้ไร่น้ำนางฟ้าสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพน้ำที่มีความแตกต่างกันมากก็ตาม แต่ไร่น้ำนางฟ้าที่เลี้ยงแบบหนาแน่นมักพบปัญหาซึ่งเกิดจากการมีแอมโมเนียและไนไตรท์ที่สูงอย่างต่อเนื่องในบ่อเลี้ยง ส่วนใหญ่มักจะพบในบ่อเลี้ยงระดับ โรงเพาะเลี้ยง แต่จากผลการทดลองพบว่า การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าในบ่อดินจะไม่พบปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะสมและเป็นอันตรายต่อไร่น้ำนางฟ้า เนื่องจากบ่อดินมีพื้นที่กว้างทำให้ผิวน้ำสามารถสัมผัสกับอากาศได้มากเกิดการย่อยสลายสารพิษต่างๆอยู่ในรูปที่ไม่เป็นพิษและดินยังสามารถดูดซับสารพิษได้ดีและเมื่อทำการเตรียมบ่อในครั้งต่อไปก็จะทำให้สารพิษต่างๆ ย่อยสลายไปได้เช่นกัน (ตารางภาคผนวกที่ 2)

## กิจกรรมที่ 2 การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในกระชัง

ผลจากการศึกษาการเติบโตด้านความยาวและผลผลิตในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าในกระชัง พบว่าการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรช่วงอายุ 15 วัน ให้ผลผลิตไร่น้ำสูงที่สุด ทั้ง 4 จังหวัด โดยในจังหวัดสกลนคร มีความยาวเฉลี่ย  $1.75 \pm 0.025$  เซนติเมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ย  $3,556.7 \pm 242$  กรัมต่อกระชัง, จังหวัดกาฬสินธุ์ มีความยาวเฉลี่ย  $2.28 \pm 0.711$  เซนติเมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ย  $3,472.5 \pm 271$  กรัมต่อกระชัง, จังหวัดขอนแก่น มีความยาวเฉลี่ย  $2.18 \pm 0.106$  เซนติเมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ย  $3,386.2 \pm 199.5$  กรัมต่อกระชัง, และจังหวัดมหาสารคาม มีความยาวเฉลี่ย  $1.99 \pm 0.099$  เซนติเมตร ให้ผลผลิตเฉลี่ย  $3,483.2 \pm 259$  กรัมต่อกระชัง ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรช่วงอายุ 15 วันในทุกจังหวัด มีการเติบโตด้านความยาวที่แตกต่างกัน ( $p < 0.05$ ) โดยในจังหวัดกาฬสินธุ์มีความยาวลำตัวสูงที่สุด แต่พบว่า มีผลผลิตต่อกระชังที่ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) เนื่องจากผลผลิตจะมีความสัมพันธ์กับจำนวนและน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าด้วย (ตารางที่ 5-6 และภาพที่ 7-8)

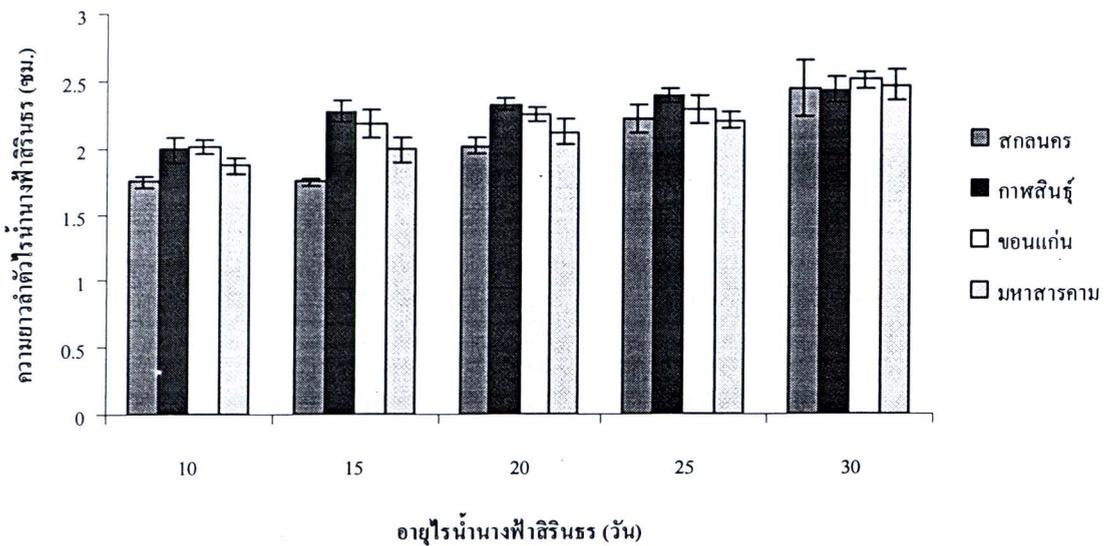
จากการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในกระชังจนถึงอายุ 30 วัน พบว่า ในจังหวัดสกลนคร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม มีความยาวเพศผู้เฉลี่ย เท่ากับ  $2.47 \pm 0.027$ ,  $2.48 \pm 0.125$ ,  $2.59 \pm 0.084$  และ  $2.51 \pm 0.369$  เซนติเมตรตามลำดับ มีความยาวเพศเมียเฉลี่ย เท่ากับ  $2.42 \pm 0.074$ ,  $2.25 \pm 0.057$ ,  $2.43 \pm 0.089$  และ  $2.43 \pm 0.034$  เซนติเมตร ตามลำดับ มีน้ำหนักเพศผู้เฉลี่ย เท่ากับ  $0.147 \pm 0.007$ ,  $0.116 \pm 0.013$ ,  $0.11 \pm 0.009$  และ  $0.09 \pm 0.426$  กรัม ตามลำดับ และมีน้ำหนักเพศเมียเฉลี่ย เท่ากับ  $0.153 \pm 0.008$ ,  $0.116 \pm 0.014$ ,  $0.108 \pm 0.007$  และ  $0.08 \pm 0.004$  กรัม ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในกระชังที่อายุ 30 วัน มีความยาวเพศผู้และความยาวเพศเมียที่ไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละจังหวัด แต่มีแนวโน้มของน้ำหนักเฉลี่ยทั้งเพศผู้และเพศเมียที่แตกต่างกัน ( $p < 0.05$ ) โดยในจังหวัดสกลนครมีค่าสูงที่สุด (ตารางที่ 7 และภาพที่ 9-10)

จากการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำในบ่อดทดลอง พบว่า ในจังหวัดสกลนคร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม มีค่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เป็นพิษต่อไร่น้ำนางฟ้า ในจังหวัดสกลนครมีปริมาณของไนโตรเจนและแอมโมเนียค่อนข้างสูงกว่าทุกจังหวัด แต่ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อไร่น้ำนางฟ้า (ตารางที่ 9-12) ตาม ละอองศรี (2541) และนุกูล และคณะ (2549) แต่จากการทดลองพบว่าการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าในกระชังยังมีการถ่ายเทน้ำในบ่อดินจากนอกกระชังอยู่ตลอดเวลาทำให้ค่าคุณภาพน้ำใกล้เคียงกับการเลี้ยงในบ่อดิน แต่อย่างไรก็ตามการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าในกระชังจะมีความเสี่ยงจากวิกฤติของคุณภาพน้ำมากกว่าบ่อดินเนื่องจากความหนาแน่นของไร่น้ำนางฟ้าในกระชังจะมากกว่าในบ่อดินหลายเท่า และมักจะเกิดการอุดตันของตะไคร่น้ำที่เกาะกับกระชังทำให้น้ำหมุนเวียนไม่สะดวก

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยด้านความยาว (เซนติเมตร) ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในกระชังของจังหวัดต่างๆ

อายุไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร (วัน)	สกลนคร	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	มหาสารคาม
10	1.75 <sup>c</sup> ±0.043	1.99 <sup>a</sup> ±0.099	2.01 <sup>a</sup> ±0.049	1.87 <sup>b</sup> ±0.063
15	1.75 <sup>d</sup> ±0.025	2.28 <sup>a</sup> ±0.071	2.18 <sup>b</sup> ±0.106	1.99 <sup>c</sup> ±0.099
20	2.02 <sup>d</sup> ±0.061	2.33 <sup>a</sup> ±0.049	2.25 <sup>b</sup> ±0.050	2.12 <sup>c</sup> ±0.096
25	2.22 <sup>c</sup> ±0.104	2.39 <sup>a</sup> ±0.053	2.29 <sup>b</sup> ±0.106	2.21 <sup>c</sup> ±0.057
30	2.45 <sup>a</sup> ±0.205	2.43 <sup>a</sup> ±0.096	2.51 <sup>a</sup> ±0.064	2.47 <sup>a</sup> ±0.109

หมายเหตุ : อักษร<sup>a, b, c, d</sup> ในแนวนอนที่ไม่เหมือนกันแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

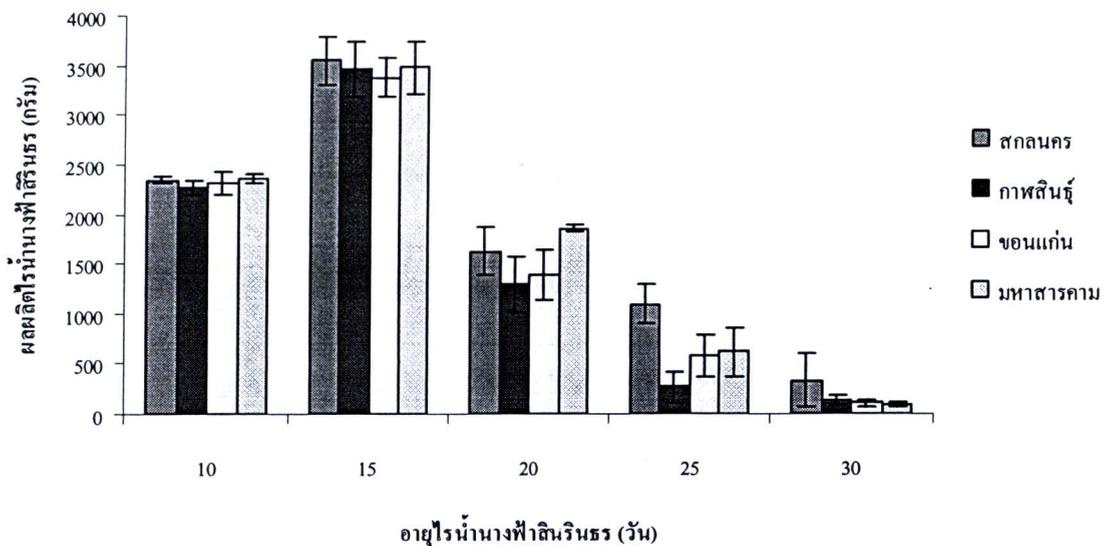


ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยด้านความยาว (เซนติเมตร) ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในกระชังของจังหวัดต่างๆ

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยด้านผลผลิตต่อกระชัง (กรัม) ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในกระชัง ในจังหวัดต่างๆ

ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร อายุ (วัน)	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร (กรัม/กระชัง)			
	สกลนคร	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	มหาสารคาม
10	2,344.5 <sup>a</sup> ±31.69	2,270.5 <sup>a</sup> ±69.28	2,304.0 <sup>a</sup> ±113.4	2,360.3 <sup>a</sup> ±55.6
15	3,556.7 <sup>a</sup> ±242	3,472.5 <sup>a</sup> ±271	3,386.2 <sup>a</sup> ±199.5	3,483.2 <sup>a</sup> ±259
20	1,628.7 <sup>ab</sup> ±251	1287.5 <sup>b</sup> ±280	1,383.7 <sup>b</sup> ±253.4	1,858.5 <sup>a</sup> ±42.9
25	1,092.6 <sup>a</sup> ±191	267.5 <sup>c</sup> ±157	581.90 <sup>b</sup> ±206.8	615.50 <sup>b</sup> ±215.9
30	334.20 <sup>a</sup> ±275	131.5 <sup>ab</sup> ±49.00	113.70 <sup>ab</sup> ±34.24	90.00 <sup>b</sup> ±19.40

หมายเหตุ: อักษร <sup>a, b, c</sup> ในแนวนอนที่ไม่เหมือนกันแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)

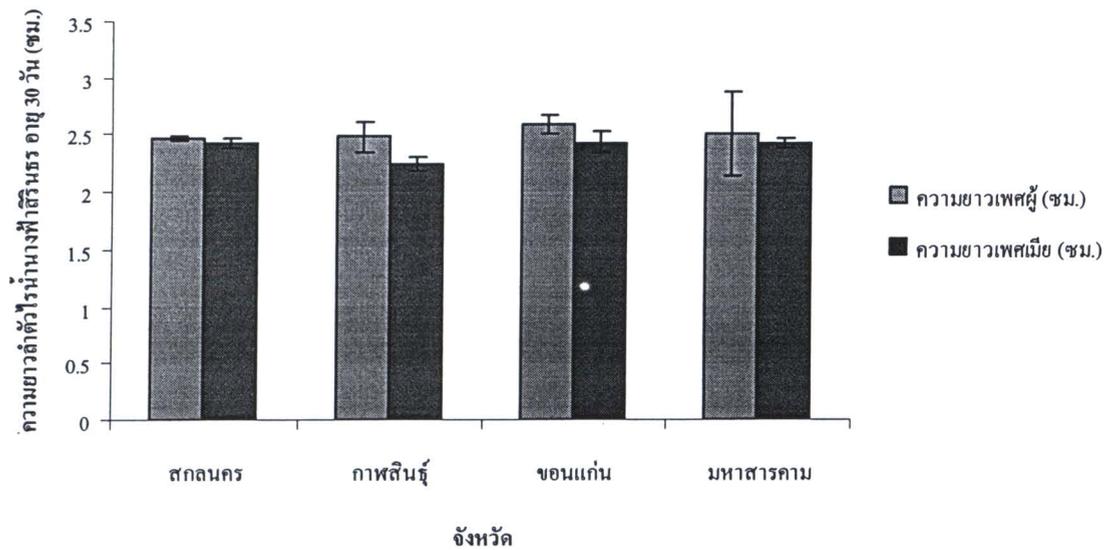


ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยด้านผลผลิตต่อกระชัง (กรัม) ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในกระชัง ในจังหวัดต่างๆ

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยด้านความยาวเพศผู้ ความยาวเพศเมีย น้ำหนักเพศผู้ น้ำหนักเพศเมีย และสัดส่วนเพศของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในกระชัง ในต่างๆ

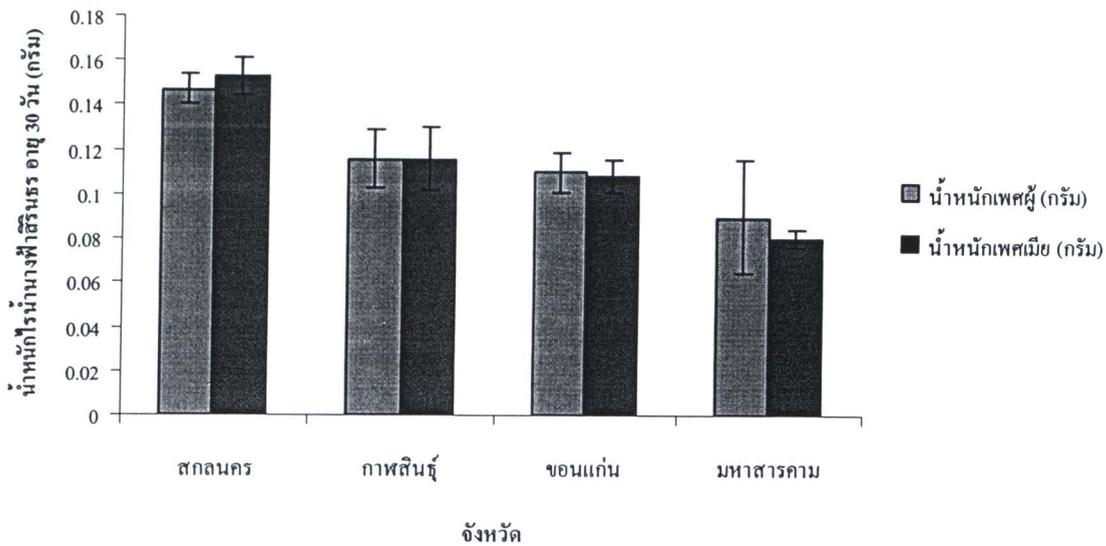
ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร (วัน)	สกลนคร	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	มหาสารคาม
ความยาวเพศผู้ (ซม.)	2.47 <sup>a</sup> ±0.027	2.48 <sup>a</sup> ±0.125	2.59 <sup>a</sup> ±0.084	2.51 <sup>a</sup> ±0.369
ความยาวเพศเมีย (ซม.)	2.42 <sup>a</sup> ±0.074	2.25 <sup>b</sup> ±0.057	2.43 <sup>a</sup> ±0.089	2.43 <sup>a</sup> ±0.034
น้ำหนักเพศผู้ (กรัม)	0.147 <sup>a</sup> ±0.007	0.116 <sup>b</sup> ±0.013	0.11 <sup>b</sup> ±0.009	0.09 <sup>c</sup> ±0.026
น้ำหนักเพศเมีย (กรัม)	0.153 <sup>a</sup> ±0.008	0.116 <sup>b</sup> ±0.014	0.108 <sup>b</sup> ±0.007	0.08 <sup>c</sup> ±0.004

หมายเหตุ: อักษร<sup>a, b, c</sup> ในแนวนอนที่ไม่เหมือนกันแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยด้านความยาวไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้และเพศเมียที่เลี้ยงในกระชัง อายุ 30 วันในจังหวัดต่างๆ





ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักโปรตีนที่ละลายในน้ำของไก่เนื้อเพศผู้และเพศเมียที่เลี้ยงในกระชัง อายุ 30 วัน ในจังหวัดต่างๆ

### กิจกรรมที่ 3 การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน

#### 1. การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน

1.1 การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน อายุ 3 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดมหาสารคามมีการเติบโตสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ  $0.033 \pm 0.006$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดสกลนคร กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.030 \pm 0$ ,  $0.030 \pm 0$  และ  $0.030 \pm 0$  เซนติเมตร ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 3 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

1.2 การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน อายุ 6 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดมหาสารคามและ กาฬสินธุ์ มีการเติบโตสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.193 \pm 0.006$ ,  $0.193 \pm 0.006$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดสกลนคร และขอนแก่น มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.190 \pm 0$  และ  $0.190 \pm 0$  กรัม ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 6 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

1.3 การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน อายุ 9 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดมหาสารคามมีการเติบโตสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.253 \pm 0.0153$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ และสกลนคร มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.250 \pm 0.010$ ,  $0.243 \pm 0.0153$  และ

0.240±0.020 กรัม ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 9 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ )

1.4 การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน อายุ 12 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดกาฬสินธุ์มีการเติบโตสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $3.17\pm 0.006$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดมหาสารคาม ขอนแก่น และสกลนคร มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.340\pm 0.010$ ,  $0.307\pm 0.006$  และ  $0.300\pm 0.010$  กรัม ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 12 วัน จังหวัดกาฬสินธุ์ มีน้ำหนักแตกต่างกัน ( $p<0.05$ ) กับจังหวัดอื่นๆ

1.5 การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน อายุ 15 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดกาฬสินธุ์มีการเติบโตสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.380\pm 0.173$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดสกลนคร มหาสารคาม และขอนแก่น มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.370\pm 0.020$ ,  $0.353\pm 0.021$  และ  $0.327\pm 0.021$  กรัม ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 15 วัน จังหวัดกาฬสินธุ์ มีน้ำหนักแตกต่างกัน ( $p<0.05$ ) กับจังหวัดมหาสารคาม และขอนแก่น

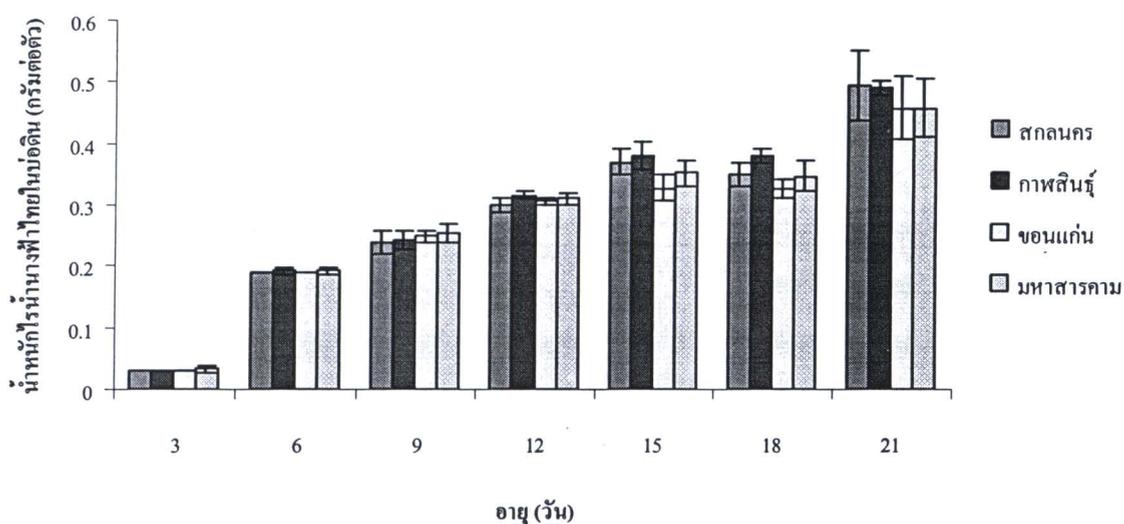
1.6 การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน อายุ 18 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดกาฬสินธุ์มีการเติบโตสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.380\pm 0.010$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดสกลนคร มหาสารคาม และขอนแก่น มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.350\pm 0.018$ ,  $0.347\pm 0.052$  และ  $0.327\pm 0.015$  กรัม ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 18 วัน จังหวัดกาฬสินธุ์ มีน้ำหนักแตกต่างกัน ( $p<0.05$ ) กับจังหวัดอื่นๆ

1.7 การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน อายุ 21 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีการเติบโตสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.493\pm 0.0058$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น และ มหาสารคาม มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.490\pm 0.010$ ,  $0.457\pm 0.050$  และ  $0.457\pm 0.047$  กรัม ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 21 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) ดังตารางที่ 8 ภาพที่ 11

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงในบ่อดินจังหวัด ต่างๆ

อายุไร่น้ำนางฟ้าไทย	ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก (กรัมต่อตัว) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของไร่น้ำนางฟ้าไทย			
	สกลนคร	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	มหาสารคาม
3	0.030 <sup>a</sup> ±0	0.030 <sup>a</sup> ±0	0.030 <sup>a</sup> ±0	0.033 <sup>a</sup> ±0.006
6	0.190 <sup>a</sup> ±0	0.193 <sup>a</sup> ±0.006	0.190 <sup>a</sup> ±0	0.193 <sup>a</sup> ±0.006
9	0.240 <sup>a</sup> ±0.020	0.243 <sup>a</sup> ±0.0153	0.250 <sup>a</sup> ±0.010	0.253 <sup>a</sup> ±0.0153
12	0.300 <sup>b</sup> ±0.010	0.317 <sup>a</sup> ±0.006	0.307 <sup>ab</sup> ±0.006	0.310 <sup>ab</sup> ±0.010
15	0.370 <sup>a</sup> ±0.020	0.380 <sup>a</sup> ±0.023	0.327 <sup>b</sup> ±0.021	0.353 <sup>ab</sup> ±0.021
18	0.350 <sup>ab</sup> ±0.018	0.380 <sup>a</sup> ±0.011	0.327 <sup>b</sup> ±0.015	0.347 <sup>b</sup> ±0.025
21	0.493 <sup>a</sup> ±0.0058	0.490 <sup>a</sup> ±0.010	0.457 <sup>a</sup> ±0.050	0.457 <sup>a</sup> ±0.047

หมายเหตุ : อักษร<sup>a, b, c</sup> ในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)



ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงในบ่อดินจังหวัด ต่างๆ

## 2. การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน

2.1 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน อายุ 3 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 1.030±0.026 กรัม รองลงมา คือ จังหวัดมหาสารคาม กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 1.023±0.152, 1.020±0.020 และ 1.010±0.101 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 3 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน (p>0.05)

2.2 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน อายุ 6 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $2.750 \pm 0.095$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดมหาสารคาม กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $2.677 \pm 0.100$ ,  $2.673 \pm 0.118$  และ  $2.643 \pm 0.135$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 6 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

2.3 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน อายุ 9 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $3.027 \pm 0.021$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัด กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $3.017 \pm 0.021$ ,  $2.990 \pm 0.010$  และ  $2.973 \pm 0.025$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 9 วัน จังหวัดสกลนครมีความยาวแตกต่างกัน ( $p < 0.05$ ) กับจังหวัดมหาสารคาม และขอนแก่น

2.4 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน อายุ 12 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $3.263 \pm 0.055$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดกาฬสินธุ์ มหาสารคาม และขอนแก่น มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $3.237 \pm 0.055$ ,  $3.193 \pm 0.085$  และ  $3.190 \pm 0.079$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 12 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

2.5 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน อายุ 15 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $3.343 \pm 0.070$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดกาฬสินธุ์ มหาสารคาม และขอนแก่น มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $3.307 \pm 0.086$ ,  $3.157 \pm 0.035$  และ  $3.143 \pm 0.040$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 15 วัน จังหวัดสกลนครมีความยาวแตกต่างกัน ( $p < 0.05$ ) กับจังหวัดมหาสารคาม และขอนแก่น

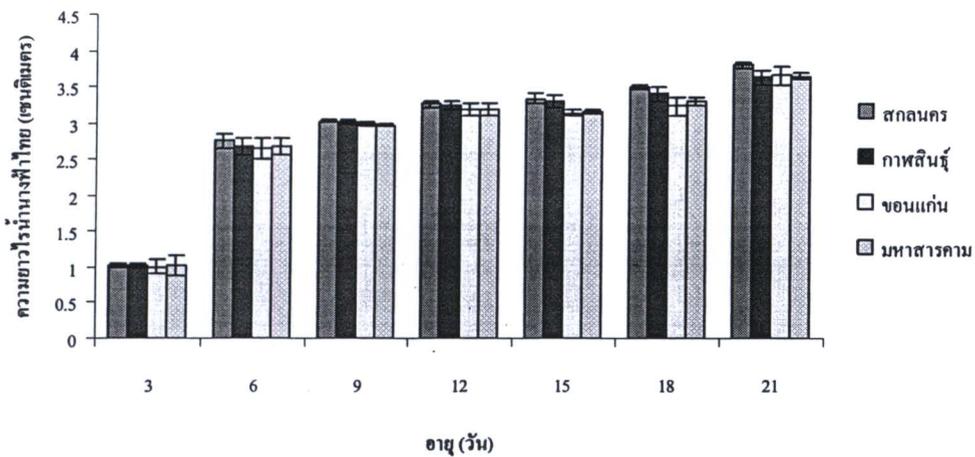
2.6 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน อายุ 18 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $3.497 \pm 0.021$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดกาฬสินธุ์ มหาสารคาม และขอนแก่น มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $3.407 \pm 0.109$ ,  $3.310 \pm 0.054$  และ  $3.243 \pm 0.130$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 18 วัน จังหวัดสกลนคร มีความยาวแตกต่างกัน ( $p < 0.05$ ) กับจังหวัดอื่นๆ

2.7 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน อายุ 21 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $3.803 \pm 0.040$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดขอนแก่น มหาสารคาม และกาฬสินธุ์ มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $3.667 \pm 0.123$ ,  $3.647 \pm 0.042$  และ  $3.637 \pm 0.104$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 21 วัน จังหวัดสกลนคร มีความยาวแตกต่างกัน ( $p < 0.05$ ) กับจังหวัดอื่นๆ ดังตารางที่ 9 ภาพที่ 12

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยด้านความยาวของไร่นางฟ้าไทยในบ่อดินจังหวัดต่างๆ

อายุไร่นางฟ้า ไทย	ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก (กรัมต่อตัว) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของไร่นางฟ้าไทย			
	สกลนคร	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	มหาสารคาม
3	1.030 <sup>a</sup> ±0.026	1.020 <sup>a</sup> ±0.020	1.010 <sup>a</sup> ±0.101	1.023 <sup>a</sup> ±0.152
6	2.750 <sup>a</sup> ±0.095	2.673 <sup>a</sup> ±0.118	2.643 <sup>a</sup> ±0.135	2.677 <sup>a</sup> ±0.100
9	3.027 <sup>a</sup> ±0.021	3.017 <sup>a</sup> ±0.021	2.990 <sup>ab</sup> ±0.010	2.973 <sup>b</sup> ±0.025
12	3.263 <sup>a</sup> ±0.055	3.237 <sup>a</sup> ±0.055	3.190 <sup>a</sup> ±0.079	3.193 <sup>a</sup> ±0.085
15	3.343 <sup>a</sup> ±0.070	3.307 <sup>a</sup> ±0.086	3.143 <sup>b</sup> ±0.040	3.157 <sup>b</sup> ±0.035
18	3.497 <sup>a</sup> ±0.021	3.407 <sup>ab</sup> ±0.109	3.243 <sup>b</sup> ±0.130	3.310 <sup>ab</sup> ±0.054
21	3.803 <sup>a</sup> ±0.040	3.637 <sup>b</sup> ±0.104	3.667 <sup>b</sup> ±0.123	3.647 <sup>b</sup> ±0.042

หมายเหตุ : อักษร<sup>a, b, c</sup> ในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)



ภาพที่ 12 ค่าเฉลี่ยด้านความยาวของไร่นางฟ้าไทยในบ่อดินจังหวัดต่างๆ

### 3. น้ำหนักเฉลี่ยต่อตารางเมตร และอัตราการรอดไร่นางฟ้าไทยในบ่อดิน

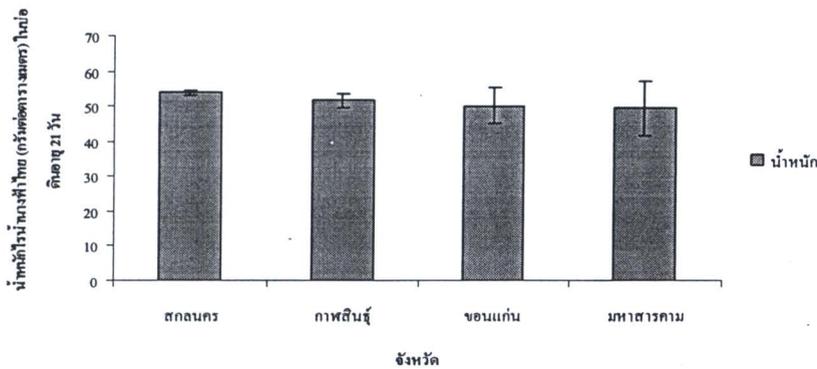
การเลี้ยงไร่นางฟ้าในบ่อดินเป็นเวลา 21 วัน พบว่า ในบ่อดินจังหวัด สกลนคร มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 53.983±0.681 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมา คือจังหวัด กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 51.717±1.966, 50.157±5.038 และ 49.453±7.887 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 21 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน (p>0.05) ดังตารางที่ 3 ภาพที่ 6 ส่วนอัตราการรอดในการเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยในบ่อดินเป็นเวลา 21 วัน พบว่า จังหวัดขอนแก่น มีอัตราการรอดตายของไร่นางฟ้าไทยมากที่สุด เท่ากับร้อยละ 25.133±0.907 รองลงมาคือจังหวัดสกลนคร

มหาสารคาม และกาฬสินธุ์ โดยมีอัตราการรอดตายเฉลี่ย เท่ากับ ร้อยละ  $25.033 \pm 0.551$ ,  $24.767 \pm 1.504$  และ  $24.333 \pm 0.473$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 21 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีอัตราการรอดไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ตารางที่ 10 ภาพที่ 13 และ 14

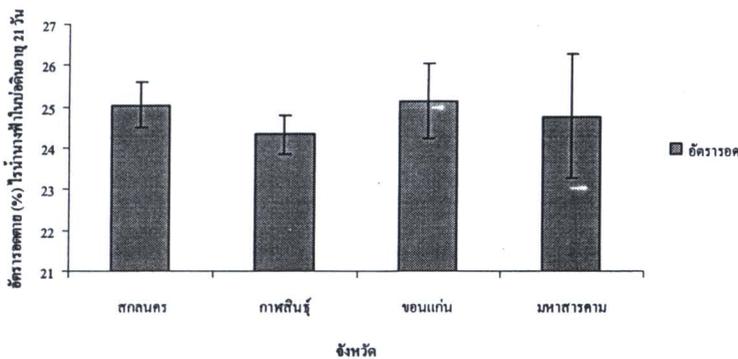
ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักเฉลี่ยต่อตารางเมตร และอัตราการรอดตายไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินจังหวัดต่างๆ

อายุไร่น้ำนางฟ้าไทย	ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก (กรัมต่อตัว) $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของไร่น้ำนางฟ้าไทย			
	สกลนคร	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	มหาสารคาม
1. น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตารางเมตร)	$53.983^a \pm 0.681$	$51.717^a \pm 1.966$	$50.157^a \pm 5.038$	$49.453^a \pm 7.887$
2. อัตรารอด (ร้อยละ)	$25.033^a \pm 0.551$	$24.333^a \pm 0.473$	$25.133^a \pm 0.907$	$24.767^a \pm 1.504$

หมายเหตุ : อักษร<sup>a</sup> ในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.05$ )



ภาพที่ 13 ค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักเฉลี่ยต่อตารางเมตร ไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินจังหวัด ต่างๆ



ภาพที่ 14 ค่าเฉลี่ยด้านอัตราการรอดตายไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินจังหวัดต่างๆ



## กิจกรรมที่ 4 การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง

### 1. การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง

- 1.1 การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 3 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดมหาสารคามมีการเติบโตสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.25 \pm 0.003$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดสกลนคร กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.024 \pm 0.002$ ,  $0.023 \pm 0.003$  และ  $0.023 \pm 0.002$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 3 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )
- 1.2 การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 6 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีการเติบโตสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.036 \pm 0.003$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดมหาสารคาม กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.035 \pm 0.003$ ,  $0.034 \pm 0.003$  และ  $0.034 \pm 0.003$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 6 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )
- 1.3 การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 9 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดขอนแก่นมีการเติบโตสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.079 \pm 0.003$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดมหาสารคาม สกลนคร และ กาฬสินธุ์ มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.077 \pm 0.004$ ,  $0.073 \pm 0.006$  และ  $0.067 \pm 0.005$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 9 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักมีความแตกต่างกัน ( $p < 0.05$ )
- 1.4 การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 12 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีการเติบโตสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.123 \pm 0.005$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดมหาสารคาม กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.111 \pm 0.018$ ,  $0.095 \pm 0.004$  และ  $0.091 \pm 0.001$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 12 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักมีความแตกต่างกัน ( $p < 0.05$ )
- 1.5 การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 15 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีการเติบโตสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.163 \pm 0.209$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดมหาสารคาม กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.146 \pm 0.024$ ,  $0.140 \pm 0.244$  และ  $0.114 \pm 0.001$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 15 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักมีความแตกต่างกัน ( $p < 0.05$ )
- 1.6 การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 18 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดกาฬสินธุ์มีการเติบโตสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.248 \pm 0.007$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดมหาสารคาม สกลนคร และขอนแก่น มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $0.234 \pm 0.020$ ,  $0.233 \pm 0.009$  และ

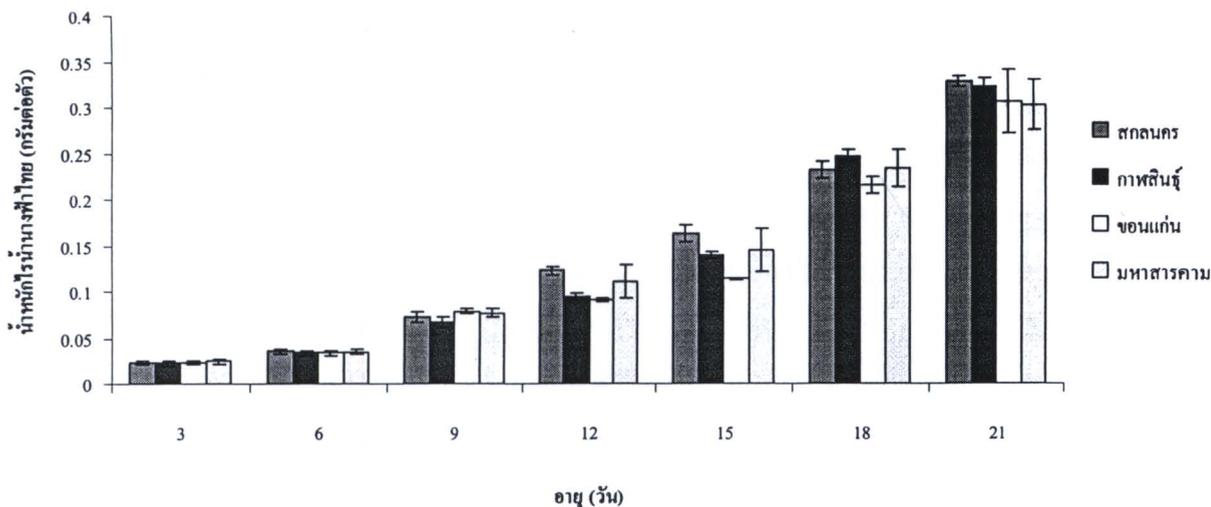
0.217±0.009 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 18 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักมีความแตกต่างกัน (p<0.05)

1.7 การเติบโตด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 21 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีการเติบโตสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 0.329±0.006 กรัม รองลงมา คือ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 0.324±0.008, 0.307±0.035 และ 0.304±0.027 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 21 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน (p>0.05)

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังจังหวัดต่างๆ

อายุไร่น้ำนางฟ้าไทย	ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก (กรัม) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของไร่น้ำนางฟ้าไทย			
	สกลนคร	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	มหาสารคาม
3	0.024 <sup>a</sup> ±0.002	0.023 <sup>a</sup> ±0.003	0.023 <sup>a</sup> ±0.002	0.25 <sup>a</sup> ±0.003
6	0.036 <sup>a</sup> ±0.003	0.034 <sup>a</sup> ±0.003	0.034 <sup>a</sup> ±0.003	0.035 <sup>a</sup> ±0.003
9	0.073 <sup>ab</sup> ±0.006	0.067 <sup>b</sup> ±0.005	0.079 <sup>a</sup> ±0.003	0.077 <sup>a</sup> ±0.004
12	0.123 <sup>a</sup> ±0.005	0.095 <sup>bc</sup> ±0.004	0.091 <sup>c</sup> ±0.001	0.111 <sup>ab</sup> ±0.018
15	0.163 <sup>a</sup> ±0.009	0.140 <sup>ab</sup> ±0.004	0.114 <sup>b</sup> ±0.001	0.146 <sup>ab</sup> ±0.024
18	0.233 <sup>ab</sup> ±0.009	0.248 <sup>a</sup> ±0.007	0.217 <sup>b</sup> ±0.009	0.234 <sup>ab</sup> ±0.020
21	0.329 <sup>a</sup> ±0.006	0.324 <sup>a</sup> ±0.008	0.307 <sup>a</sup> ±0.035	0.304 <sup>a</sup> ±0.027

หมายเหตุ : อักษร<sup>a,b,c</sup> ในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)



ภาพที่ 15 ค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังจังหวัดต่างๆ

## 2. การเจริญเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง

2.1 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 3 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดขอนแก่นมีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $0.95 \pm 0.010$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดกาฬสินธุ์ มหาสารคาม และ สกลนคร มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $0.947 \pm 0.051$ ,  $0.943 \pm 0.038$  และ  $0.937 \pm 0.050$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 3 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

2.2 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 6 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดขอนแก่นมีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $1.420 \pm 0.070$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดสกลนคร มหาสารคาม และ กาฬสินธุ์ มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $1.390 \pm 0.010$ ,  $1.350 \pm 0.050$  และ  $1.327 \pm 0.110$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 6 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

2.3 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 9 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดมหาสารคาม มีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $1.997 \pm 0.061$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น และสกลนคร มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $1.973 \pm 0.146$ ,  $1.943 \pm 0.178$  และ  $1.880 \pm 0.066$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 9 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

2.4 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 12 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนคร มีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $2.373 \pm 0.143$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดมหาสารคาม กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $2.300 \pm 0.129$ ,  $2.243 \pm 0.196$  และ

2.243±0.147 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 12 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ )

2.5 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 15 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนคร มีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 2.580±0.080 กรัม รองลงมา คือ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 2.563±0.096, 2.487±0.015 และ 2.487±0.132 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 15 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ )

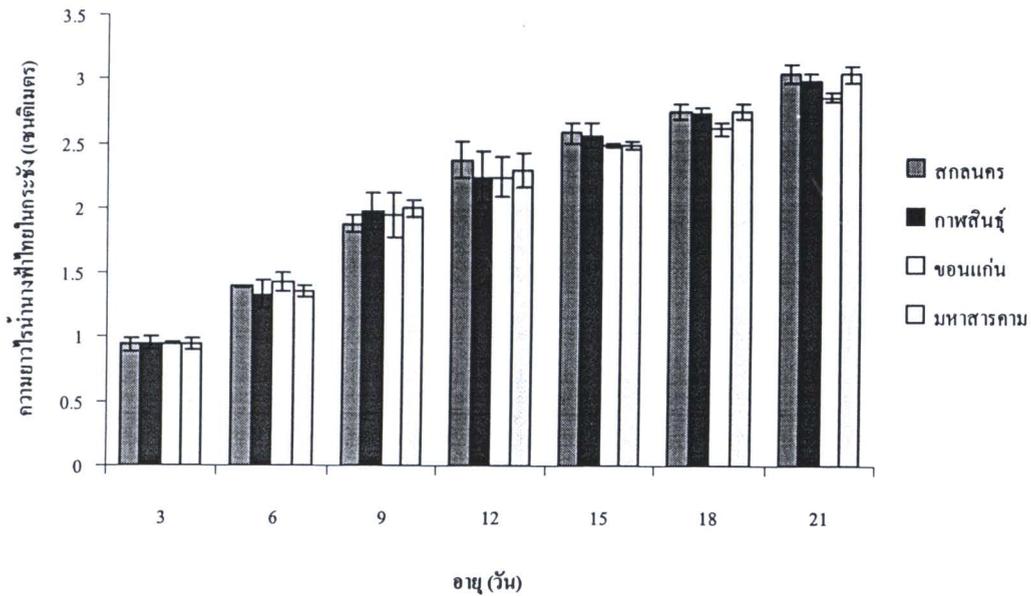
2.6 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 18 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนคร มีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 2.740±0.057 กรัม รองลงมา คือ จังหวัดมหาสารคาม กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 2.740±0.056, 2.730±0.040 และ 2.613±0.051 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 18 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ )

2.7 การเติบโตด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 21 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนคร มีการเติบโตสูงที่สุด มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 3.037±0.074 กรัม รองลงมา คือ จังหวัดมหาสารคาม กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ 3.030±0.062, 2.983±0.113 และ 2.850±0.035 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 21 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) ดังตารางที่ 12 ภาพที่ 16

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังจังหวัดต่างๆ

อายุไร่น้ำนางฟ้าไทย	ค่าเฉลี่ยความยาว (เซนติเมตรต่อตัว) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของไร่น้ำนางฟ้าไทย			
	สกลนคร	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	มหาสารคาม
3	0.937 <sup>a</sup> ±0.050	0.947 <sup>a</sup> ±0.051	0.950 <sup>a</sup> ±0.010	0.943 <sup>a</sup> ±0.038
6	1.390 <sup>a</sup> ±0.010	1.327 <sup>a</sup> ±0.110	1.420 <sup>a</sup> ±0.070	1.350 <sup>a</sup> ±0.050
9	1.880 <sup>a</sup> ±0.066	1.973 <sup>a</sup> ±0.146	1.943 <sup>a</sup> ±0.178	1.997 <sup>a</sup> ±0.061
12	2.373 <sup>a</sup> ±0.143	2.243 <sup>a</sup> ±0.196	2.243 <sup>a</sup> ±0.147	2.300 <sup>a</sup> ±0.129
15	2.580 <sup>a</sup> ±0.080	2.563 <sup>a</sup> ±0.096	2.487 <sup>a</sup> ±0.015	2.487 <sup>a</sup> ±0.132
18	2.740 <sup>a</sup> ±0.057	2.730 <sup>a</sup> ±0.040	2.613 <sup>b</sup> ±0.051	2.740 <sup>a</sup> ±0.056
21	3.037 <sup>a</sup> ±0.074	2.983 <sup>ab</sup> ±0.053	2.850 <sup>b</sup> ±0.035	3.030 <sup>a</sup> ±0.062

หมายเหตุ : อักษร<sup>a, b, c</sup> ในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p<0.05$ )



ภาพที่ 16 ค่าเฉลี่ยด้านความยาวของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังจังหวัดต่างๆ

### 3. น้ำหนักรวมไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง

3.1 น้ำหนักรวมไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 3 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดมหาสารคาม มีน้ำหนักรวมสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $380.00 \pm 48.218$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดสกลนคร กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $365.00 \pm 31.225$ ,  $350.0 \pm 48.218$  และ  $350.00 \pm 22.913$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 3 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

3.2 น้ำหนักรวมไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 6 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนคร มีน้ำหนักรวมสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $513.05 \pm 54.288$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดมหาสารคาม ขอนแก่น และ กาฬสินธุ์ มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $489.15 \pm 57.605$ ,  $477.05 \pm 33.894$  และ  $473.30 \pm 45.084$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 6 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

3.3 น้ำหนักรวมไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 9 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดมหาสารคาม มีน้ำหนักรวมสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $1,039.45 \pm 37.038$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดขอนแก่น สกลนคร และ กาฬสินธุ์ มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $1,038.40 \pm 1.987$ ,  $985.30 \pm 72.231$  และ  $897.20 \pm 59.067$  ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 9 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักมีความแตกต่างกัน ( $p < 0.05$ )

3.4 น้ำหนักรวมไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 12 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัดสกลนคร มีน้ำหนักรวมสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ  $1,577.90 \pm 105.045$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัด

มหาสารคาม กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 1,413.15±206.540, 1,206.85±87.955 และ 1,151.50±60.599 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 12 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักมีความแตกต่างกัน (p<0.05)

3.5 น้ำหนักรวมไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 15 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัด สกลนคร มีน้ำหนักรวมสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 2,010.85±241.006กรัม รองลงมา คือ จังหวัด มหาสารคาม กาฬสินธุ์ และขอนแก่น มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 1,782.25±306.817, 1,729.50±314.212 และ 1,401.80±56.101 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 15 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักมีความแตกต่างกัน (p<0.05)

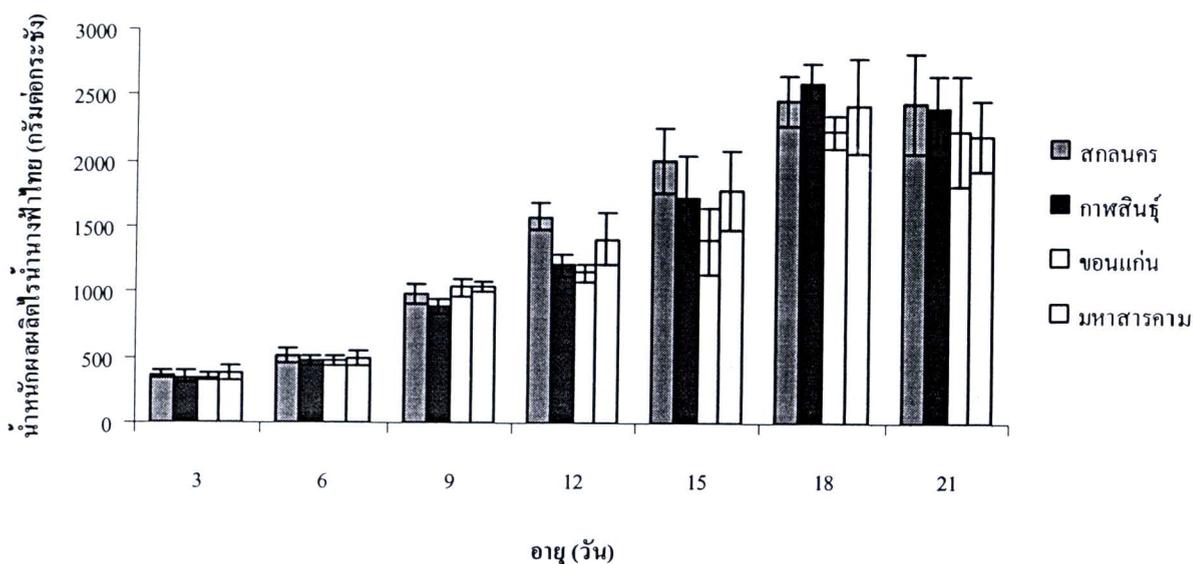
3.6 น้ำหนักรวมไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 18 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัด กาฬสินธุ์ มีน้ำหนักรวมสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 2,605.20±141.289 กรัม รองลงมา คือ จังหวัด สกลนคร มหาสารคาม และขอนแก่น มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 2,468.50±87.909, 2,431.05±369.328 และ 2,235.35±125.303 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 18 วัน ทั้ง 4 จังหวัด จังหวัด มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน (p>0.05)

3.7 น้ำหนักรวมไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 21 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยจังหวัด สกลนคร มีน้ำหนักรวมสูงที่สุด มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 2,449.50±79.242 กรัม รองลงมา คือ จังหวัด กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม มีน้ำหนักเฉลี่ย เท่ากับ 2,403.75±258.969, 2,245.05±418.154 และ 2,198.20±267.203 ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังอายุ 21 วัน ทั้ง 4 จังหวัด จังหวัด มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน (p>0.05) ดังตารางที่ 13 ภาพที่ 17

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังจังหวัดต่างๆ

อายุไร่น้ำนางฟ้าไทย	ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก (กรัมต่อกระชัง) ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของไร่น้ำนางฟ้าไทย			
	สกลนคร	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	มหาสารคาม
3	365.00 <sup>a</sup> ±31.225	350.00 <sup>a</sup> ±48.218	350.00 <sup>a</sup> ±22.913	380.00 <sup>a</sup> ±48.218
6	513.05 <sup>a</sup> ±54.288	473.30 <sup>a</sup> ±45.084	477.050 <sup>a</sup> ±33.894	489.15 <sup>a</sup> ±57.605
9	985.30 <sup>b</sup> ±72.231	897.20 <sup>ab</sup> ±59.067	1,038.40 <sup>a</sup> ±61.987	1,039.45 <sup>a</sup> ±37.038
12	1,577.90 <sup>a</sup> ±105.045	1,206.85 <sup>bc</sup> ±87.955	1,151.50 <sup>c</sup> ±60.599	1,413.15 <sup>ab</sup> ±206.540
15	2,010.85 <sup>a</sup> ±241.006	1,729.50 <sup>ab</sup> ±314.212	1,401.80 <sup>a</sup> ±256.101	1,782.25 <sup>ab</sup> ±306.817
18	2,468.50 <sup>a</sup> ±187.909	2,605.20 <sup>a</sup> ±141.289	2,235.35 <sup>a</sup> ±125.303	2,431.05 <sup>a</sup> ±369.328
21	2,449.50 <sup>a</sup> ±379.242	2,403.75 <sup>a</sup> ±258.969	2,245.05 <sup>a</sup> ±418.154	2,198.20 <sup>a</sup> ±267.203

หมายเหตุ : อักษร<sup>a, b, c</sup> ในแนวนอนแสดงค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05)



ภาพที่ 17 ค่าเฉลี่ยด้านน้ำหนักของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังจังหวัดต่างๆ

**กิจกรรมที่ 5** การวิเคราะห์หาปริมาณของแคโรทีนอยด์ในไร่น้ำนางฟ้าไทย ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร อาร์ทีเมีย และไรแดง

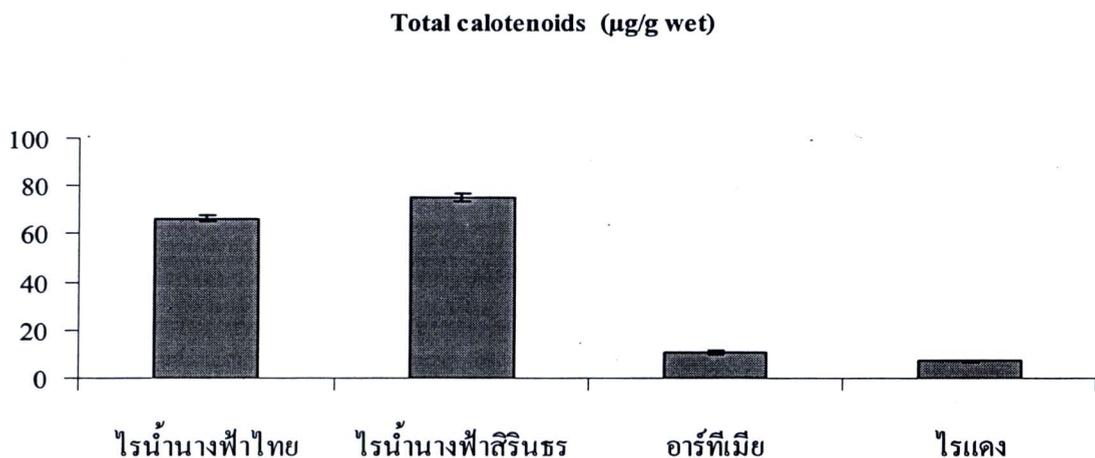
การสกัดแคโรทีนอยด์ด้วยวิธีที่ปรับปรุง (Modified method) จากวิธีของ Britton, (2002) โดยปรับปรุงเทคนิคและวิธีการในการสกัดให้เหมาะสมสำหรับตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ไร่น้ำนางฟ้าไทย ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร อาร์ทีเมีย และไรแดง จากตัวอย่างแช่แข็ง นำสารแคโรทีนอยด์ที่นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาว 450 นาโนเมตร และคำนวณประมาณแคโรทีนอยด์รวม ผลปรากฏว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวม เท่ากับ  $66.48 \pm 1.57$  ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักเปียก ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวม เท่ากับ  $75.12 \pm 1.49$  ไมโครกรัมต่อกรัม อาร์ทีเมียมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวม เท่ากับ  $10.69 \pm 1.04$  ไมโครกรัมต่อกรัม และ ไรแดงมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวม เท่ากับ  $7.35 \pm 0.43$  ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักเปียก ดังตารางที่ 14 ภาพที่ 18 เมื่อนำแคโรทีนอยด์รวมมาจำแนกชนิดด้วย HPLC พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร และ ไร่น้ำนางฟ้าไทย มีสารประกอบจำพวก เบตาแคโรทีน ( $\beta$ -carotene) และแอสตาแซนทิน (Astaxanthin) เป็นหลัก ดังตารางที่ 15 ภาพที่ 19

การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของแคโรทีนอยด์ในไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจากตัวอย่างสดทั้ง 4 จังหวัด คือ จังหวัด สกลนคร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรสดมีปริมาณสารแคโรทีนอยด์ที่สูงกว่าตัวอย่างแช่แข็ง โดย ไร่น้ำนางฟ้าในจังหวัดขอนแก่นมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวมสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ  $222.60 \pm 5.17$  ไมโครกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง รองลงมาคือ จังหวัด

ภาพลึนธุ์ มหาสารคาม และสกลนคร มีค่าเท่ากับ  $207.77 \pm 5.52$ ,  $146.87 \pm 5.55$  และ  $140.43 \pm 4.25$  ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ดังตารางที่ 16 ภาพที่ 20 เมื่อนำโรนํานางฟ้าสิรินธรทั้ง 4 จังหวัด มาวิเคราะห์หาชนิดของแคโรทีนอยด์โดยวิธี HPLC พบสารแคโรทีนอยด์ชนิด ลูทีน (Lutein) แคนทาแซนทิน (Canthaxanthin) แอสตาแซนทิน (Astaxanthin) และเบตาแคโรทีน (β-carotene) ดัง ตารางที่ 16 ภาพที่ 21, 22, 23 และ 24

ตารางที่ 14 ค่าการดูดกลืนแสง A450 นาโนเมตร และปริมาณแคโรทีนอยด์รวมของตัวอย่างโรนํานางฟ้าไทย โรนํานางฟ้าสิรินธร อาร์ทีเมีย และไรแดง

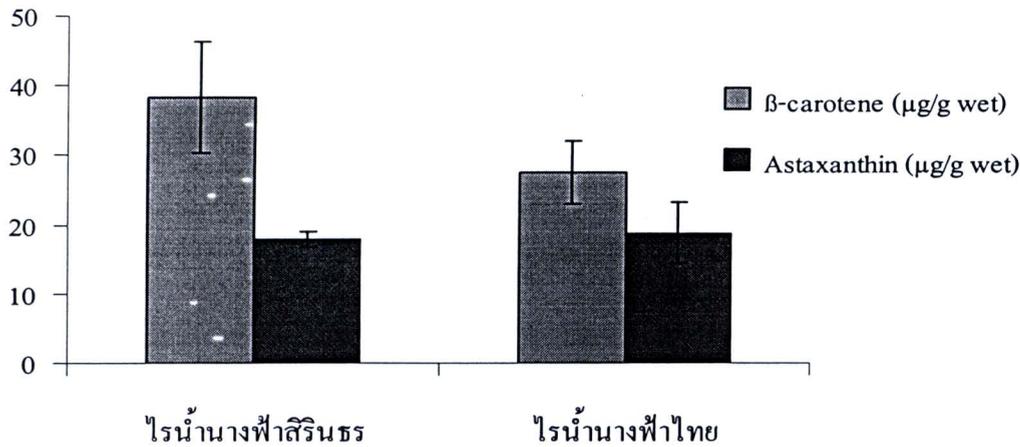
ตัวอย่าง	A450	Total carotenoid (µg/g wet)
โรนํานางฟ้าไทย	$0.831 \pm 0.002$	$66.48 \pm 1.57$
โรนํานางฟ้าสิรินธร	$0.939 \pm 0.019$	$75.12 \pm 1.49$
อาร์ทีเมีย	$0.767 \pm 0.26$	$10.69 \pm 1.04$
ไรแดง	$0.181 \pm 0.011$	$7.35 \pm 0.43$



ภาพที่ 18 ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมของโรนํานางฟ้าไทย โรนํานางฟ้าสิรินธร อาร์ทีเมีย และไรแดง

ตารางที่ 15 ชนิดของแคโรทีนอยด์ที่พบในไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร และไร่น้ำนางฟ้าไทย

ชนิดของไร่น้ำนางฟ้า	$\beta$ -carotene ( $\mu\text{g/g wet}$ )	Astaxanthin ( $\mu\text{g/g wet}$ )
ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร	38.35 $\pm$ 7.96	17.96 $\pm$ 1.21
ไร่น้ำนางฟ้าไทย	27.53 $\pm$ 4.6	18.83 $\pm$ 4.41

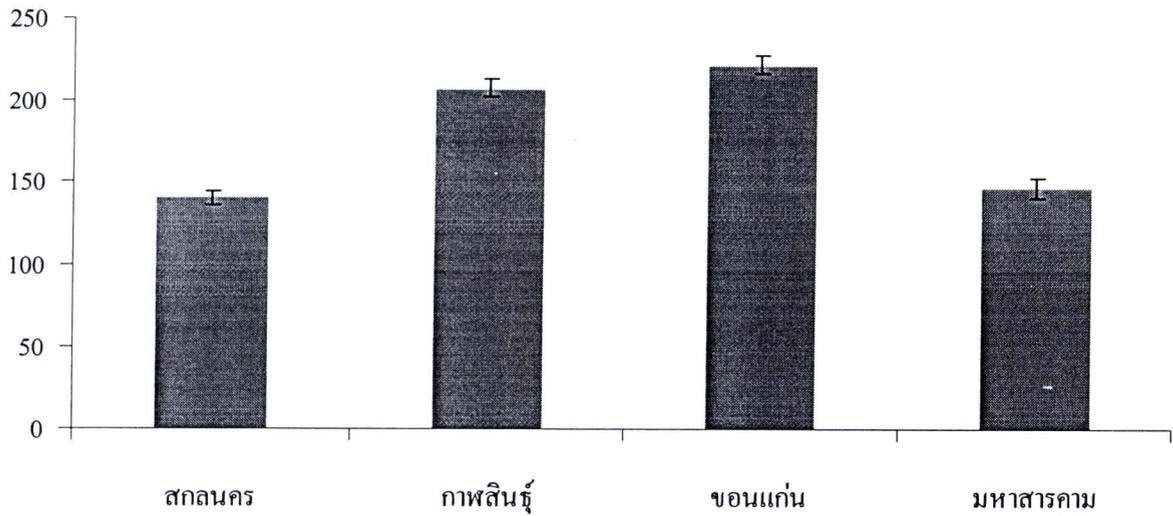


ภาพที่ 19 ชนิดของแคโรทีนอยด์ที่พบในไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร และไร่น้ำนางฟ้าไทย

ตารางที่ 16 ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงใน 4 จังหวัด

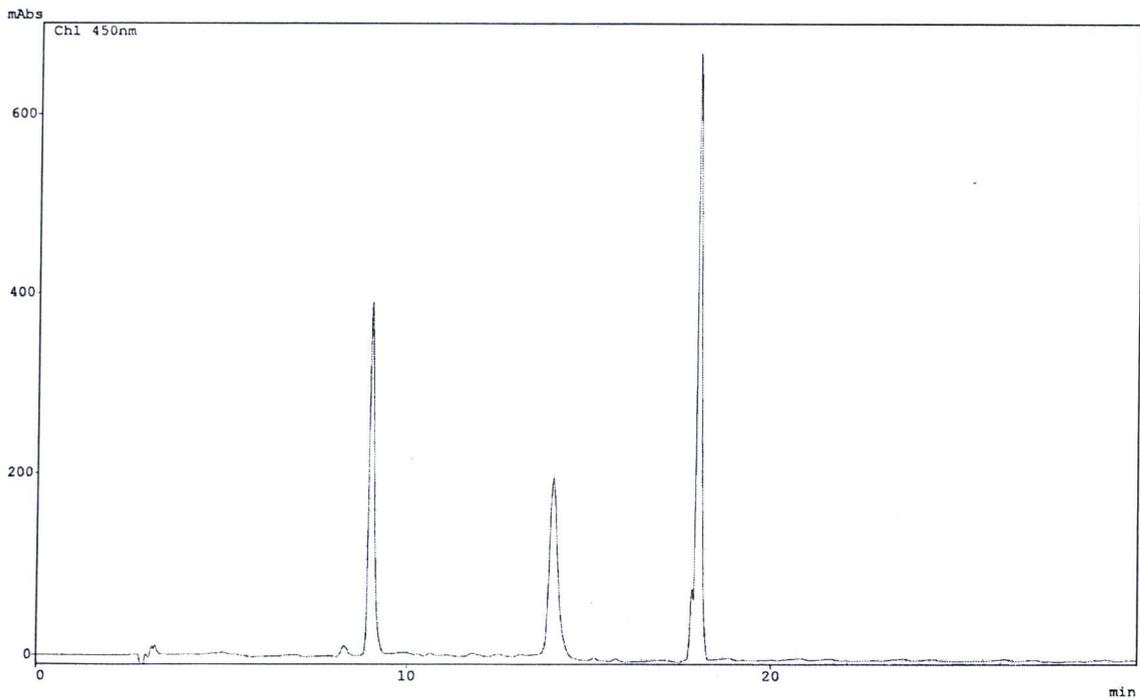
Carotenoid	Carotenoid composition (%)			
	สกลนคร	กาฬสินธุ์	ขอนแก่น	มหาสารคาม
Lutein	0.27	0.1	0.1	0.3
Canthaxanthin	17.72	12.25	12.43	19.4
Astaxanthin	51.9	29.74	28.11	23.87
$\beta$ -carotene	30.11	57.91	59.36	56.43
Total carotenoid content ( $\mu\text{g/g dry wet.}$ )	140.43 $\pm$ 4.25	207.77 $\pm$ 5.52	222.60 $\pm$ 5.17	146.87 $\pm$ 5.55

Total carotenoid content ( $\mu\text{g g}^{-1}$  dry wet.)



ภาพที่ 20 ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงใน 4 จังหวัด

\*\*\* Chromatogram \*\*\*



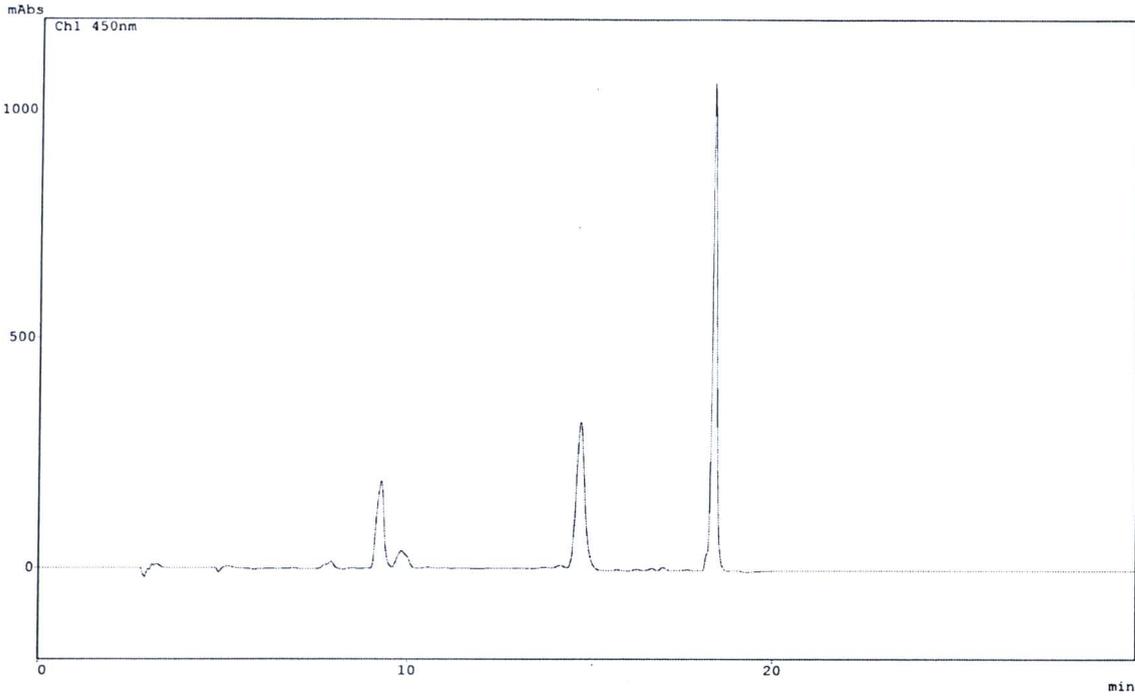
<Temporary>

4 - 2/3

09/03/14 16:41:52

ภาพที่ 21 Chromatogram ของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจากจังหวัดสกลนคร

\*\*\* Chromatogram \*\*\*



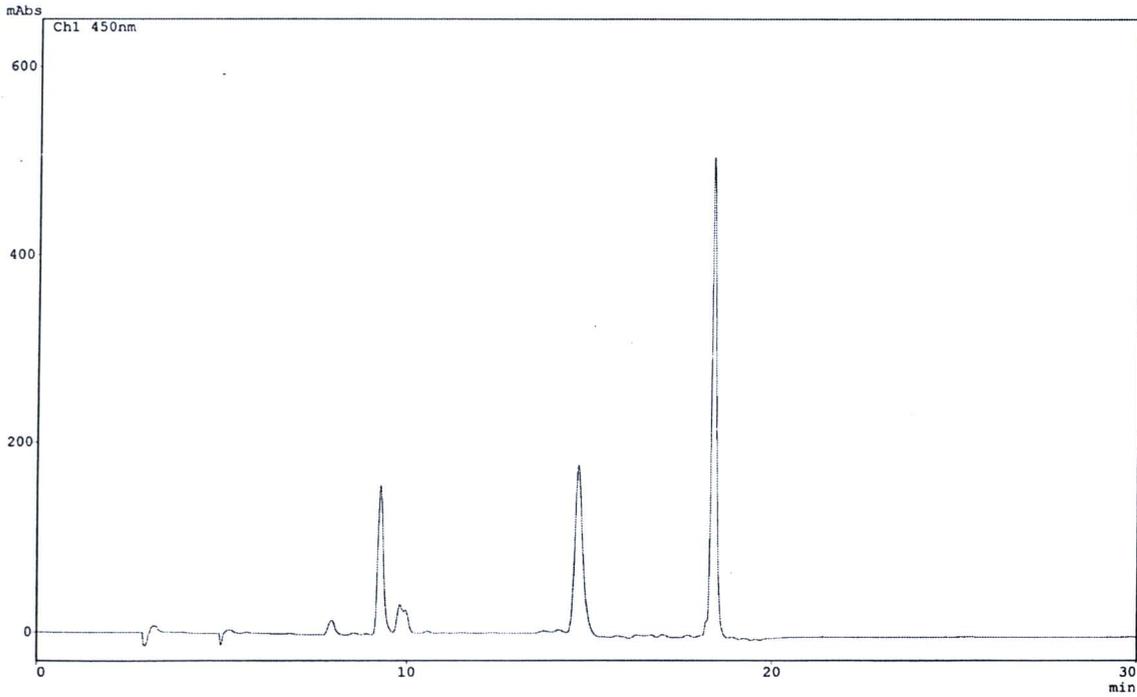
<Temporary>

29 - 2/3

09/03/12 16:53:16

ภาพที่ 22 Chromatogram ของโรนํานางฟ้าสิรินธรจากจังหวัดกาฬสินธุ์

\*\*\* Chromatogram \*\*\*

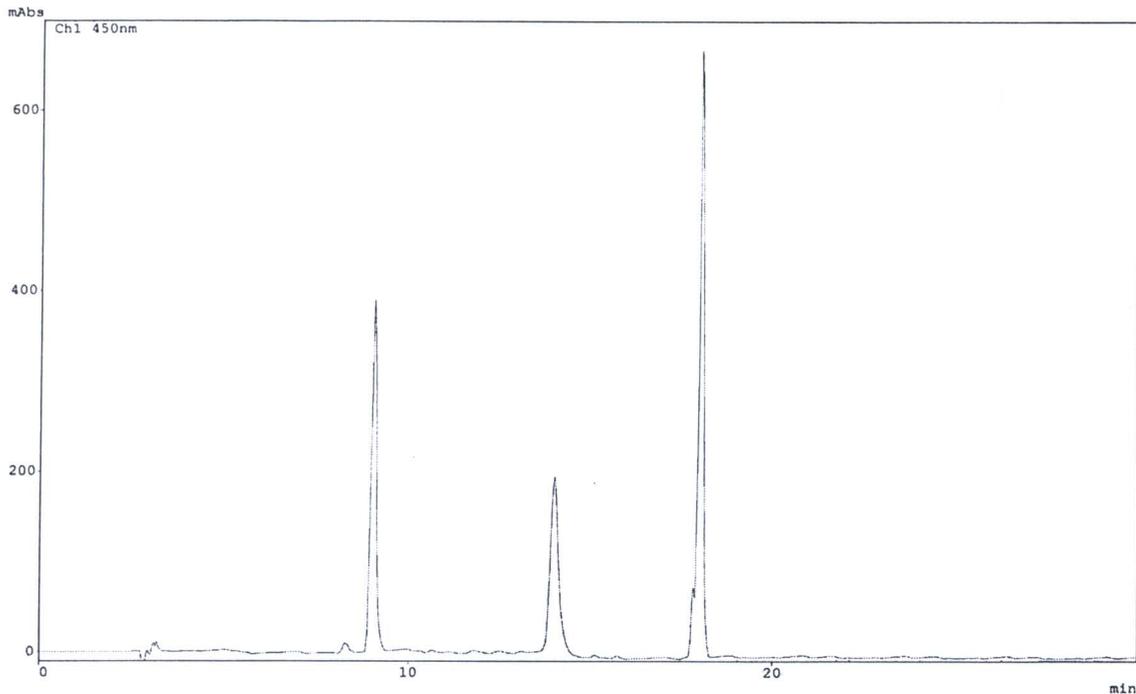


<Temporary>

34 - 2/3

09/03/12 17:03:01

ภาพที่ 23 Chromatogram ของโรนํานางฟ้าสิรินธรจากจังหวัดขอนแก่น



<Temporary>

4 - 2/3

09/03/14 16:41:52

ภาพที่ 24 Chromatogram ของโรนํานางฟ้าสิรินธรจากจังหวัดมหาสารคาม

### กิจกรรมที่ 6 ศัตรูของโรนํานางฟ้า การป้องกัน และการกำจัด

โรนํานางฟ้าเป็นสัตว์ที่ว่ายน้ำช้าและมีลำตัวอ่อนนุ่ม จึงสามารถถูกกินได้ง่ายจากศัตรูทั้งที่มีขนาดเล็กและที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวโรนํานางฟ้า (ภาคผนวกที่ 3) จากการเลี้ยงโรนํานางฟ้าในบ่อดินและกระชัง พบว่า ศัตรูคือปัญหาที่สำคัญที่สุด ซึ่งมีผลต่ออัตราการรอดของโรนํานางฟ้าไทยและโรนํานางฟ้าสิรินธร ศัตรูที่พบในบ่อเลี้ยงสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่แย่งอาหารหรือรบกวนการดำรงชีวิตของโรนํานางฟ้า ได้แก่ โรติเฟอร์ ไรแดง และตัวอ่อนโคพิพอด เป็นต้น กลุ่มนี้ถ้ามีในปริมาณมากอาจทำให้โรนํานางฟ้าตายได้ เนื่องจากจะเกาะที่บริเวณขาว่ายน้ำทำให้โรนําน้ำแลกเปลี่ยนออกซิเจนไม่สะดวก และ 2) กลุ่มที่กินโรนํานางฟ้าเป็นอาหาร โดยตรง ได้แก่ ลูกน้ำยุงระยะตัวม้อง ตัวอ่อนแมลงปอ ตัวอ่อนแมลงปีกแข็ง (แมงอืด) มวนกรรเชียง ลูกอ๊อดกบ และปลาหมอ เป็นต้น กลุ่มนี้จะเป็นอันตรายมากกว่ากลุ่มแรกสามารถทำให้โรนํานางฟ้าหมดบ่อได้ โดยจะมีตั้งแต่ขนาดเล็กกว่าโรนํานางฟ้าถึงขนาดใหญ่กว่าสาเหตุหลักของโรนํานางฟ้าที่มีอัตราการรอดต่ำและไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ คือ โรนํานางฟ้าไม่โต และโดนศัตรูเข้าทำลายก่อนที่จะเก็บผลผลิตได้ สามารถสรุปสาเหตุได้ 2 ประการ คือ 1.) การขาดอาหาร เนื่องจากมีศัตรูกลุ่มที่แย่งอาหารมีจำนวนมากทำให้โรนํานางฟ้าขาดอาหาร, รบกวนการว่ายน้ำและการกรองกินอาหารของโรนํานางฟ้าทำให้โรนํานางฟ้าโตช้ากว่าปกติ และศัตรูกลุ่มที่กินโรนํานางฟ้าเป็น

อาหารสามารถเพิ่มปริมาณมากขึ้นทำให้ไร่น้ำนางฟ้าโดนกินหมดบ่อภายในไม่กี่วันถ้าไม่มีการแก้ไข และประการที่ 2.) การทดลองเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าในฤดูหนาวพบว่าไร่น้ำนางฟ้าโตช้า ทำให้ศัตรูเพิ่มปริมาณมากขึ้นในบ่อ มีผลกระทบต่ออัตราการรอดและผลผลิตของไร่น้ำนางฟ้าเช่นกัน

### ชนิดของศัตรูกลุ่มที่กินไร่น้ำนางฟ้าเป็นอาหาร (รูปภาคผนวกที่ 3)

ลูกน้ำยุงระยะต่างๆ โดยเฉพาะระยะตัวมิ่ง ถึงแม้ลูกยุงจะมีขนาดเล็กกว่าไร่น้ำนางฟ้าแต่ลูกน้ำยุงจะกัดติดแน่นบริเวณส่วนหัวหรือลำตัวจนกว่าไร่น้ำนางฟ้าจะตาย ซึ่งบางครั้งอาจจะกัดกินไร่น้ำนางฟ้าแค่บางส่วนเมื่อไร่น้ำนางฟ้าตายก็จะกัดกินไร่น้ำนางฟ้าตัวอื่นต่อไป

ตัวอ่อนแมลงปอ จะมีขนาดความยาวใกล้เคียงกับไร่น้ำนางฟ้า และสามารถเกิดขึ้นในบ่อเลี้ยงไร่น้ำหลังจากไร่น้ำมีอายุ 1-2 สัปดาห์ เนื่องจากเป็นช่วงที่แมลงปอบินมาไข่และฟักจนเป็นตัวอ่อนที่เรียกว่า Dragon fly ซึ่งเป็นระยะที่กินไร่น้ำเป็นอาหาร

ตัวอ่อนแมลงปีกแข็ง (แมงอืด) มีรายงานว่าตัวอ่อนของแมลงปีกแข็ง ภาษาท้องถิ่นภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียก แมงอืด พบว่าเป็นศัตรูร้ายแรงที่สุดของไร่น้ำนางฟ้าจะมีวงจรชีวิตอยู่ในน้ำไข่สามารถฝังตัวในดินและฟักออกเป็นตัวเช่นเดียวกับไร่น้ำนางฟ้า ถ้าไร่น้ำนางฟ้าที่เลี้ยงในบ่อดินโตช้าจะถูกแมงอืดกัดจนหมดบ่อได้ โดยใช้เข็มที่แหลมคมกัดและดูดกินเฉพาะน้ำในตัวไร่น้ำนางฟ้า เมื่อไร่น้ำนางฟ้าตายก็จะไปกัดตัวใหม่เรื่อยๆ กรณีที่พบว่าแมงอืดเกิดขึ้นในบ่อต้องรีบแก้ไข

มวนกรรเชียง เป็นมวนน้ำชนิดหนึ่งที่พบอยู่ในบ่อดินหรือแหล่งที่มีน้ำขัง โดยเฉพาะในบ่อเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าเมื่อทำการเติมน้ำมวนกรรเชียงจะบินมาลงในบ่อ ซึ่งเป็นศัตรูที่ป้องกันได้ค่อนข้างยากมวนกรรเชียงจะสามารถกัดไร่น้ำให้ตายได้โดยเฉพาะไร่น้ำนางฟ้าที่ยังมีขนาดเล็กประมาณ 0.5-1.0 เซนติเมตร โดยจะใช้ขาเกาะกับลำตัวจนไร่น้ำนางฟ้าดิ้นไม่หลุดและใช้เขี้ยวกัดบริเวณลำตัวของไร่น้ำนางฟ้าจนตาย

ลูกอ๊อดกบ หลังจากเตรียมบ่อและลงน้ำใหม่หรือช่วงที่มีฝนตก กบจะมาผสมพันธุ์ในบ่อและวางไข่ ไข่จะลอยเป็นกลุ่มอยู่บริเวณผิวน้ำ ถ้าสังเกตเห็นควรรีบใช้กระชอนช้อนออกก่อนที่ไข่จะฟักเป็นตัว เมื่อไข่ฟักเป็นตัวลูกอ๊อดและดูไข่แดงขุ่นลูกอ๊อดจะเริ่มกินอาหาร โดยจะกินแพลงก์ตอนสัตว์และไร่น้ำนางฟ้าเป็นอาหาร ซึ่งพบว่าแต่ละครอกจะมีลูกอ๊อดจำนวนมากและเมื่อลูกอ๊อดโตขึ้นก็จะกินไร่น้ำนางฟ้าในบ่อมากขึ้นเรื่อยๆ จนกว่าลูกอ๊อดจะกลายเป็นลูกกบใช้เวลาประมาณ 1 เดือน

ปลาหมอ หลังจากที่มีฝนตกปลาหมอจะมาผสมพันธุ์วางไข่ในบ่อ ไข่จะมีขนาดเล็กลอยอยู่บริเวณผิวน้ำถ้าไม่สังเกตจะมองไม่เห็น เมื่อไข่ฟักเป็นตัวและดูไข่แดงขุ่น ลูกปลาหมอจะกินจะกินสารอินทรีย์ โรติเฟอร์ ไรแดง และลูกไร่น้ำนางฟ้าระยะนอเพเลียสเป็นอาหาร ซึ่งลูกปลาหมอจะไม่ใช้ศัตรูของไร่น้ำนางฟ้าตัวเต็มวัยแต่พ่อแม่พันธุ์ปลาหมอจะกินไร่น้ำนางฟ้าจำนวนมากเป็นอาหาร ดังนั้นถ้ามีปลาหมอ 1 ตัวน้ำหนัก 100 กรัมจะสามารถกินไร่น้ำนางฟ้าได้วันละ 3 กรัม (ไร่น้ำนางฟ้า 50-100 ตัวต่อตัวต่อวัน)

## ชนิดของศัตรูที่พบในการเพาะเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยและไร่นางฟ้าสิรินธร

1. ชนิดที่พบในการเลี้ยงในบ่อดิน ได้แก่ โรติเฟอร์ ไรแดง และตัวอ่อนโคฟีพอด ลูกน้ำขุ่นระยะตัวโม่ง ตัวอ่อนแมลงปอ ตัวอ่อนแมลงปีกแข็ง (แมงอืด) มวนกรรเชียง ลูกอ๊อดกบ ลูกอ๊อดเขียด กบ เขียด ปลาหมอ และปลาช่อน

2. ชนิดที่พบในการเลี้ยงในกระชัง ได้แก่ โรติเฟอร์ ไรแดง และตัวอ่อนโคฟีพอด ลูกน้ำขุ่นระยะตัวโม่ง ตัวอ่อนแมลงปอ ตัวอ่อนแมลงปีกแข็ง (แมงอืด) และมวนกรรเชียง

ศัตรูดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อ การเลี้ยงไร่นางฟ้าทั้งในบ่อดินและกระชัง ซึ่งศัตรูจะเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณมากขึ้น ทำให้จำนวนของไร่นางฟ้าลดลงทุกวันระหว่างการเลี้ยง ถ้าไม่มีวิธีแก้ไขที่ดีก็อาจจะต้องสูญเสียไร่นางฟ้าจำนวนมากหรือหมดทั้งบ่อ ดังนั้นการเลี้ยงไร่นางฟ้าทุกครั้งควรมีการป้องกันและแก้ไขจากศัตรูดังนี้

### วิธีการป้องกัน

1. ควรมีการเตรียมบ่อที่ถูกต้องตามหลักวิชาการก่อนที่จะปล่อยน้ำเข้าบ่อ ได้แก่ การกำจัดศัตรูที่มีอยู่ในบ่อโดยหว่านปูนเผา (CaO) ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่เพื่อฆ่าศัตรูที่ปนอยู่กับโคลน โดยเน้นว่าบริเวณที่เป็นแอ่งมีน้ำขังซึ่งอาจจะมีกบ เขียด งู ปลาหมอ ปลาช่อน และศัตรูชนิดอื่นๆชอนอยู่ แล้วตากบ่อให้แห้ง และกำจัดวัชพืชที่เป็นแหล่งที่อยู่ของศัตรูออกให้หมด แต่วิธีที่สามารถป้องกันศัตรูได้อีกวิธีหนึ่งคือการล้อมบ่อด้วยมุ้งอวนไนลอนสีฟ้าอาจทำได้กรณีบ่อเลี้ยงมีขนาดเล็ก

2. ในการปล่อยน้ำเข้าบ่อควรใช้มุ้งอวนไนลอนสีฟ้าในการกรองเพื่อป้องกันศัตรู เช่น ไข่ปลา ลูกปลา ลูกอ๊อด กบ เขียด มวน แมลงน้ำ รวมทั้งสัตว์น้ำอื่นๆที่จะเข้าไปทำลายไร่นางฟ้า

### วิธีการกำจัด

1. ใช้ไฟฟ้าล่อ ซึ่งจะสามารถใช้ได้ผลกับพวกตัวอ่อนแมลงปอ ตัวอ่อนแมลงปีกแข็ง และแมลงน้ำทุกชนิด โดยบริเวณที่ใช้ไฟล่อจะใช้ท่อพีวีซีขนาด 2 นิ้วทำเป็นกรอบสี่เหลี่ยมขนาด 2X2 เมตร ซึ่งสามารถลอยน้ำได้ โดยทำการหย่อนหลอดไฟเหนือน้ำประมาณ 30 เซนติเมตรบริเวณกลางกรอบพีวีซี และใช้น้ำมันใส่ไว้ภายในกรอบพีวีซี เมื่อเปิดไฟในเวลากลางคืน แมลงดังกล่าวจะมาเล่นไฟและว่ายน้ำขึ้นมาชนกับน้ำมันและตายติดอยู่กับคราบน้ำมันที่ลอยอยู่บริเวณผิวน้ำภายในกรอบพีวีซี ซึ่งสามารถตัดออกในตอนเช้าและเติมน้ำมันลงไปอีก โดยทั่วไปจะเปิดไปล่อประมาณ 3-5 คืน ก็สามารถลดปริมาณศัตรูดังกล่าวได้มากกว่าร้อยละ 90 (รูปภาคผนวกที่ 3 )

2. การกำจัดศัตรูโดยใช้อวนไนลอนสีฟ้าลากออก หากสำรวจพบมีศัตรูไร่นางฟ้าในบ่อเลี้ยงควรใช้มุ้งอวนไนลอนสีฟ้าลากและแยกเอาศัตรูออกจากไร่นางฟ้าให้มากที่สุดซึ่งจะสามารถทำได้ยากในกรณีนี้

ไร่น้ำนางฟ้าและศัตรูมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตามแต่ละพื้นที่มักจะพบปัญหาที่แตกต่างกัน คงต้องสังเกตและแก้ปัญหาเป็นกรณีๆ ไป (รูปภาคผนวกที่ 3)

### กิจกรรมที่ 7 ต้นทุนและผลตอบแทนในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าในบ่อดินและกระชัง

ต้นทุนและผลตอบแทนในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในบ่อดิน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในบ่อดินขนาด 1 ไร่ อายุ 25 วัน ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 15-17 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถรวบรวมผลผลิตตัวไร่น้ำมาเก็บไข่ในบ่อคอนกรีต 1-2 วันแล้วทำการแช่แข็ง จำหน่ายกิโลกรัมละ 500 บาท เป็นเงินประมาณ 7,500-8,500 บาท ซึ่งมีต้นทุนในการผลิตได้แก่ ค่าสูบน้ำ 200 บาท ค่าไข่ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร 1 ล้านฟอง 3,000 บาท ค่าแรงงาน 1,500 บาท ค่าปุ๋ยและวัสดุปูน 500 บาท ค่าการจัดการอื่นๆ ประมาณ 300 บาท รวมต้นทุนประมาณ 5,500 บาทต่อไร่ และมีกำไรจากการจำหน่ายตัวเต็มวัยประมาณ 2,000-3,000 บาท ซึ่งยังไม่รวมผลผลิตจากการจำหน่ายไข่ไร่น้ำนางฟ้า ดังตารางที่ 17

ต้นทุนและผลตอบแทนในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในกระชัง พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในกระชังขนาด 2x3x1 เมตร อายุ 15 วัน ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 3-3.5 กรัมต่อกระชัง สามารถรวบรวมผลผลิตตัวไร่น้ำมาเก็บไข่ในบ่อคอนกรีต 1-2 วันแล้วทำการแช่แข็ง จำหน่ายกิโลกรัมละ 500 บาท เป็นเงินประมาณ 1,500-1,750 บาท ซึ่งมีต้นทุนในการผลิต ได้แก่ ค่ากระชัง 300 บาท ค่าพันธุ์ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจากบ่อดิน (อายุ 5 วัน ความยาวเฉลี่ย 0.5 เซนติเมตร) 30,000 ตัวๆละ 0.015 บาท เป็นเงิน 450 บาท ค่าปุ๋ยและอื่นๆ ประมาณ 150 บาท รวมต้นทุนประมาณ 900 บาทต่อกระชัง และน่าจะมีกำไรในการจำหน่ายตัวเต็มวัยประมาณ 600-850 บาท ซึ่งยังไม่รวมผลผลิตจากการจำหน่ายไข่ไร่น้ำนางฟ้า ประมาณ  $1.5 \times 10^6$  ฟอง เป็นเงิน 4,500 บาท ดังตารางที่ 17

ต้นทุนและผลตอบแทนในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงในบ่อดินขนาด 1 ไร่ อายุ 21 วัน ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 39.56-43.19 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถรวบรวมผลผลิตตัวไร่น้ำมาเก็บไข่ในบ่อคอนกรีต 1-2 วันแล้วทำการแช่แข็ง จำหน่ายกิโลกรัมละ 500 บาท เป็นเงินประมาณ 19,780-21,594 บาท ซึ่งมีต้นทุนในการผลิตได้แก่ ค่าสูบน้ำ 300 บาท ค่าไข่ไร่น้ำนางฟ้าไทย 1 ล้านฟองราคา 10,000 บาท (เนื่องจากไร่น้ำนางฟ้าไทยเพศเมียให้ไข่ในปริมาณน้อยและสามารถเก็บได้ยากจึงมีราคาแพง) ค่าแรงงาน 3,000 บาท ค่าปุ๋ยและวัสดุปูน 1,080 บาท ค่าการจัดการอื่นๆประมาณ 500 บาท รวมต้นทุนประมาณ 14,880 บาทต่อไร่ และน่าจะมีกำไรในการจำหน่ายตัวเต็มวัยประมาณ 4,900-6,714 บาท ซึ่งยังไม่รวมผลผลิตจากการจำหน่ายไข่ไร่น้ำนางฟ้า ดังตารางที่ 17

ต้นทุนและผลตอบแทนในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงในกระชังขนาด 2x3x1 เมตร อายุ 21 วัน ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 2,198.2-2,449.5 กรัมต่อกระชัง สามารถรวบรวมผลผลิตตัวไร่น้ำมาเก็บไข่ในบ่อคอนกรีต 1-2 วันแล้วทำการแช่แข็ง จำหน่ายกิโลกรัมละ 500 บาท เป็นเงินประมาณ 1,099-1,224 บาท ซึ่งมีต้นทุนในการผลิต ได้แก่ ค่ากระชัง 300 บาท ค่าพันธุ์ไร่น้ำ

นางฟ้าไทย (อายุ 3 วัน มีความยาวเฉลี่ย 0.9 เซนติเมตร) 15,000 ตัวๆละ 0.025 บาท เป็นเงิน 375 บาท ค่าปุ๋ยและอื่นๆประมาณ 150 บาท รวมต้นทุนประมาณ 825 บาทต่อกระชัง และน่าจะมียังกำไรในการจำหน่ายตัวเต็มวัยประมาณ 274-399 บาท ซึ่งยังไม่รวมผลผลิตจากการจำหน่ายไขไร่น้ำนางฟ้าประมาณ 500,000 ฟอง เป็นเงิน 2,500 บาท ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลตอบแทน ต้นทุนและรายได้ของการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรและไร่น้ำนางฟ้าไทยรูปแบบต่างๆใน 4 จังหวัด

ผลตอบแทน ต้นทุน และรายรับ	บ่อดิน (ขนาด 1,600 ตารางเมตร)		กระชัง (ขนาด 2x3x1 เมตร)	
	ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร	ไร่น้ำนางฟ้าไทย	ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร	ไร่น้ำนางฟ้าไทย
ผลตอบแทน	7,500-8,500	19,780-21,594	1,500-1,750	1,099-1,224
ต้นทุนรวม	5,500	14,880	900	825
รายรับ (ผลตอบแทน-ต้นทุนรวม)	2,000-3,000	4,900-6,714	600-850	274-399

### สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

#### กิจกรรมที่ 1 การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในบ่อดิน

ผลการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในบ่อดิน ทั้ง 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสกลนคร มหาสารคาม กาฬสินธุ์ และขอนแก่น เป็นเวลา 25 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้ามีการเติบโต และมีผลผลิตที่ไม่แตกต่างกัน ( $p>0.05$ ) และมีค่าของคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงที่เหมาะสม ดังนี้

1. การเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่อายุ 25 วัน ในจังหวัดมหาสารคามมีแนวโน้มความยาว และน้ำหนักที่สุกเท่ากับ  $2.26\pm 0.04$  เซนติเมตร รองลงมา คือ จังหวัดขอนแก่น สกลนครและกาฬสินธุ์ มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $2.17\pm 0.04$ ,  $2.13\pm 0.06$  และ  $2.12\pm 0.10$  เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ก็ไม่แตกต่างจากจังหวัดอื่นๆ ( $p>0.05$ )

2. เมื่อเปรียบเทียบความยาวลำตัวของเพศผู้และเพศเมีย พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าเพศผู้มีความยาวลำตัวมากกว่าไร่น้ำนางฟ้าเพศเมียเล็กน้อย เนื่องจากมีหนวดคู่ที่ 2 ที่มีขนาดใหญ่เพื่อช่วยในการผสมพันธุ์

3. สัดส่วนเพศ พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรมีอัตราส่วนร้อยละของเพศผู้และเพศเมียที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 4 จังหวัดใกล้เคียงร้อยละ 50 หรืออาจสรุปได้ว่ามีสัดส่วนระหว่างเพศผู้ต่อเพศเมียใกล้เคียง 1:1 ซึ่งมีแนวโน้มเช่นเดียวกับที่สำรวจพบในแหล่งน้ำธรรมชาติ



4. ผลผลิตของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร จังหวัดกาฬสินธุ์มีผลผลิตน้ำหนักรวมต่อไร่สูงที่สุดเท่ากับ  $17.13 \pm 3.72$  รองลงมา คือ จังหวัดมหาสารคาม สกลนคร และขอนแก่น โดยมีผลผลิต เท่ากับ  $16.83 \pm 3.29$ ,  $16.17 \pm 2.12$  และ  $15.33 \pm 5.77$  กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ดังนั้นน่าจะแสดงให้เห็นว่าในพื้นที่ทั้ง 4 จังหวัด สามารถเป็นบ่อต้นแบบในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรได้ และในจังหวัดอื่นๆของประเทศก็น่าจะพัฒนาเลี้ยงเชิงการค้าได้เช่นเดียวกัน แต่ต้องปรับเทคนิคและวิธีการเลี้ยงให้เหมาะสม

5. การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในบ่อดินเป็นเวลา 25 วัน นำมาเก็บไข่ในบ่อคอนกรีต ปริมาตรน้ำ 2 ลิตร จำนวน 60,000 ตัว (อัตราความหนาแน่น 30 ตัวต่อลิตร) เป็นเวลา 5 วัน พบว่า อัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร ร้อยละ 55.88 และให้ผลผลิตไข่รวมเท่ากับ  $6.752 \times 10^6$  ฟองต่อไร่ ผลผลิตตัวที่สูงก็สามารถเก็บเกี่ยวในวันที่ 2 ซึ่งมีอัตราการรอดที่สูง แต่ถ้าต้องการผลผลิตไข่ก็สามารถเก็บไข่ในบ่อคอนกรีตได้นานถึง 5 วัน ซึ่งต้องทำการดูดเก็บไข่และตะกอนของเสีย รวมทั้งเปลี่ยนถ่ายน้ำ 100% ทุกวัน

6. คุณสมบัติของน้ำในบ่อทดลองเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร ทั้ง 4 จังหวัด ได้แก่ สกลนคร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม มีค่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าได้เป็นอย่างดี เนื่องจากบ่อดินจะเป็นบ่อระบบเปิดสามารถทำให้สารพิษต่างๆ สลายตัวได้ง่าย และดินยังดูดซับสารพิษไว้ได้เป็นอย่างดี แต่เมื่อทำการตากบ่อสารพิษเหล่านั้นก็จะสลายไปเช่นกัน

7. การพัฒนาเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าในบ่อดินน่าจะสามารถทำได้ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย แต่ที่สำคัญต้องเป็นบ่อที่สามารถตากให้แห้งได้ง่าย และสามารถควบคุมปริมาณน้ำได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการฟักไข่ และการสร้างอาหารประเภทคลอเรลลาให้กับไร่น้ำนางฟ้า อาจกล่าวได้ว่าไร่น้ำนางฟ้าเหมาะสมที่จะเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจได้ เนื่องจากลงทุนไข่เพื่อฟักเป็นตัวอ่อนแล้วเลี้ยงในบ่อดินเพียงครั้งเดียว ก็จะสามารถมีไข่ไร่น้ำนางฟ้าสะสมเพิ่มขึ้นในบ่อดินและเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนมากขึ้นในรุ่นต่อไป โดยไม่ต้องลงทุนซื้อไข่ใหม่

8. ผลตอบแทนในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในบ่อดินจากการทดลองให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 15-17 กิโลกรัมต่อไร่ (มีรายรับในการจำหน่ายตัวเต็มวัยประมาณ 2,000-3,000 บาท) ซึ่งยังไม่รวมผลผลิตจากการจำหน่ายไข่ไร่น้ำนางฟ้า พบว่ามีผลผลิตที่ต่ำแต่ก็สามารถพัฒนาการเพิ่มผลผลิตขึ้นอย่างต่อเนื่องในรุ่นถัดๆ ไป โดยในการเลี้ยงครั้งต่อไปสามารถฟักไข่ที่สะสมอยู่ในบ่อดิน (ไม่ต้องลงทุนค่าไข่อีก) จากการทดลองพบว่าไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรมีความทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม และให้ผลผลิตไข่ได้มากกว่าไร่น้ำนางฟ้าไทย เหมาะสมกับการเลี้ยงในบ่อดินขนาดใหญ่ประมาณ 800-1,600 ตารางเมตร และพบว่าการเลี้ยงในบ่อดินอย่างต่อเนื่องจะสามารถสะสมไข่มากขึ้นและให้ผลผลิตตัวไร่น้ำนางฟ้าสูงถึง 50 กิโลกรัมต่อไร่ในรุ่นที่ 10-12 ใช้เวลาประมาณ 1 ปี และบางพื้นที่มีการสะสมไข่มารวม 10 ปีทำให้มีไร่น้ำนางฟ้าเกิดขึ้นอย่างมหาศาล

## กิจกรรมที่ 2 การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในกระชัง

จากการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าในกระชัง 4 จังหวัด ได้แก่ สกลนคร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม โดยใช้ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร อายุ 5 วัน จากแหล่งเดียวกันและมีความยาวเฉลี่ยเริ่มต้นใกล้เคียงกัน ทำการเลี้ยงที่จำนวน 30,000 ตัวต่อกระชัง (5,000 ตัวต่อตารางเมตร) เพาะเลี้ยงใน 4 จังหวัดละ 4 กระชัง ทำการเก็บข้อมูลในช่วงอายุ 10-30 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้ามีการเติบโต และผลผลิตที่แตกต่างกัน ( $p < 0.05$ ) และมีค่าของคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงที่เหมาะสม ดังนี้

1. การเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร อายุ 30 วัน ทั้ง 4 จังหวัด พบว่ามีความยาวเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งเพศผู้มีความยาวมากกว่าเพศเมียเล็กน้อย อาจเนื่องจากมีหนวดคู่ที่ 2 ที่มีขนาดใหญ่เพื่อช่วยในการผสมพันธุ์ และพบว่ามีค่าเฉลี่ยของความยาวใกล้เคียงกับการเลี้ยงในบ่อดินที่อายุ 25 วัน แสดงว่าการเลี้ยงในกระชังไร่น้ำนางฟ้ามีการเติบโตช้ากว่าในบ่อดินเนื่องจากมีความหนาแน่นที่มากกว่า

2. ผลผลิตของไร่น้ำนางฟ้าที่เลี้ยงในกระชังทั้ง 4 จังหวัด พบว่าสามารถเก็บผลผลิตได้ในช่วงอายุ 15 วันซึ่งจะให้ผลผลิตดีที่สุด ถึงแม้ว่าไร่น้ำนางฟ้าในแต่ละจังหวัดจะมีขนาดที่แตกต่างกัน แต่ผลผลิตรวมที่ได้ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) สามารถให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยถึง 500 กรัมต่อตารางเมตร และพบว่าเมื่อไร่น้ำอายุ 20-30 วัน จะมีแนวโน้มของผลผลิตลดลงเรื่อยๆ อาจมีสาเหตุของการอดตันของกระชังทำให้ไม่สามารถถ่ายน้ำได้สะดวก ไร่น้ำนางฟ้าขาดออกซิเจนและมีอาหารไม่เพียงพอ และพบว่าการตายจำนวนมากในช่วงสัปดาห์สุดท้ายของการทดลอง เนื่องจากมีฝนตกชุกในพื้นที่ทดลองของทุกจังหวัด แต่จากผลการทดลองนี้พบว่าไร่น้ำนางฟ้าอายุ 15 วัน มีผลผลิตน้ำหนักรวมต่อกระชังสูงที่สุดที่สามารถเก็บเกี่ยวได้ แต่ถ้านำผลการทดลองนี้มาพัฒนาเพิ่มการจัดการระบบการเลี้ยงในกระชังก็น่าจะสามารถเลี้ยงให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เช่น การเปลี่ยนกระชังใหม่เพื่อป้องกันการอดตันหรือการล้างกระชังให้สะอาด เนื่องจากไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่ช่วงอายุ 15 วันยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่

3. คุณสมบัติของน้ำในบ่อทดลองเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร ทั้ง 4 จังหวัด ได้แก่ สกลนคร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม มีค่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าได้เป็นอย่างดี แต่อาจจะมีบางช่วงที่คุณภาพน้ำไม่เหมาะสมต่อการเลี้ยง เนื่องมาจากการเติมปุ๋ยลงในบ่อทุกสัปดาห์ ทำให้คุณภาพน้ำในช่วงแรกของการเติมปุ๋ยอาจมีปริมาณแอมโมเนียและไนไตรท์ที่สูงกว่าปกติ แต่ก็ยังอยู่ในช่วงที่สามารถเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าได้ และอาจจะต้องเพิ่มการจัดการบางประการ เช่น การเพิ่มปริมาณปูนขาวเพื่อเพิ่มค่าความเป็นด่างของน้ำในช่วงการเลี้ยงที่มีฝนตกชุก

4. การพัฒนาเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าในกระชังน่าจะสามารถทำได้ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย และสามารถปรับใช้กับบ่อดินที่ไม่สามารถตากบ่อให้แห้งได้ เนื่องจากการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้ากระชังเพียง 15 วันก็สามารถเก็บผลผลิตได้ทันที จากนั้นนำกระชังมาตากแดดให้แห้งตะไคร่น้ำก็จะหลุดออกได้ง่ายหรือสามารถนำกระชังมาล้างเพื่อเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้ารุ่นใหม่ได้ ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาในการเลี้ยงถึง 2 เท่า เมื่อเทียบกับการเลี้ยงในบ่อคอนกรีต และพบว่าการเลี้ยงในกระชังมีผลผลิตต่อพื้นที่สูงกว่าการเลี้ยงในบ่อดิน รวมทั้งในกระชังจะพบศัตรูน้อยกว่าในบ่อดินและยังง่ายต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิตสามารถลด

ค่าแรงงานได้ แต่ถ้าเก็บเกี่ยวไรร้านางฟ้าสิรินธรช่วงอายุ 15 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่ไรร้านางฟ้าเพศเมียเริ่มมีไข่ (นุกูล และละออศรี, 2547) แต่มีปริมาณน้อยและมีขนาดเล็ก ไข่ส่วนใหญ่จะยังไม่สมบูรณ์ทำให้มีอัตราการฟักที่ต่ำ ดังนั้นถ้าปรับเทคนิคการเลี้ยงในกระชังดังที่กล่าวมาแล้วและเก็บเกี่ยวในช่วงอายุประมาณ 20-25 วันน่าจะสามารรถเก็บผลผลิตตัวและไข่ได้มากขึ้น

5. ผลตอบแทนในการเลี้ยงไรร้านางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในกระชัง อายุ 15 วัน ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 3-3.5 กรัมต่อกระชังขนาด 2x3x1 เมตร (มีรายรับในการจำหน่ายตัวเต็มวัยประมาณ 600-850 บาท) ซึ่งยังไม่รวมผลผลิตจากการจำหน่ายไข่ไรร้านางฟ้าประมาณ  $1.5 \times 10^6$  ฟอง เป็นเงิน 4,500 บาท และในการเลี้ยงครั้งต่อไปจะสามารถนำไข่ที่ได้มาฟักและอนุบาลเพื่อเลี้ยงในกระชังโดยไม่ต้องลงทุนค่าพันธุ์และค่ากระชังอีกโดยสามารถคิดค่าเสื่อมราคากระชังปีละ 10 %

### กิจกรรมที่ 3 การเพาะเลี้ยงไรร้านางฟ้าไทยในบ่อดิน

ผลการเลี้ยงไรร้านางฟ้าไทยในบ่อดิน ทั้ง 4 จังหวัด ได้แก่ สกลนคร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม เป็นเวลา 21 วัน พบว่า ไรร้านางฟ้าไทยมีการเจริญเติบโต ผลผลิต และอัตราการรอด ในแต่ละจังหวัดที่แตกต่างกันในบางช่วงอายุ ดังนี้

1. การเจริญเติบโตน้ำหนักของไรร้านางฟ้าไทยทั้ง 4 จังหวัด พบว่า การเลี้ยงไรร้านางฟ้าไทย ในช่วงอายุ 3, 6, 9 และ 21 วัน มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักที่ไม่แตกต่างกันในแต่ละจังหวัด ( $p > 0.05$ ) ส่วนการเลี้ยงในช่วงอายุ 12, 15, 18 วัน มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักที่แตกต่างกันบางจังหวัด ( $p < 0.05$ ) อาจเนื่องมาจากในช่วงวันที่ 12-18 เป็นช่วงที่ไรร้านางฟ้าโตเต็มที่และให้ไข่มากซึ่งจะมีความอ่อนแอกว่าปกติ ดังนั้นจึงเป็นช่วงที่ไรร้านางฟ้ามีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำและอาหาร ทำให้มีอัตราการตายที่แตกต่างกันในแต่ละจังหวัด ส่งผลให้มีน้ำหนักรวมที่แตกต่างกันด้วย

2. การเจริญเติบโตด้านความยาวของไรร้านางฟ้าไทยในบ่อดิน พบว่า การเลี้ยงไรร้านางฟ้าไทยในช่วงอายุ 3, 6 และ 12 วัน มีการเจริญเติบโตด้านความยาวที่ไม่แตกต่างกันในแต่ละจังหวัด ( $p > 0.05$ ) ส่วนการเลี้ยงไรร้านางฟ้าไทยในช่วงอายุ 9, 15, 18 และ 21 วัน การเจริญเติบโตด้านความยาวที่แตกต่างกันบางจังหวัด ( $p < 0.05$ ) มีแนวโน้มเช่นเดียวกับน้ำหนักของไรร้านางฟ้า

3. น้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อตารางเมตร) และอัตราการรอดตาย (ร้อยละ) ของไรร้านางฟ้าไทยในบ่อดิน ที่อายุ 21 วัน พบว่า มีน้ำหนักเฉลี่ยของผลผลิตและอัตราการรอดที่ไม่แตกต่างกันในแต่ละจังหวัด ( $p > 0.05$ )

4. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงไรร้านางฟ้าไทยในบ่อดิน สามารถเลี้ยงได้ในบ่อดินทุกพื้นที่ของประเทศไทย ไรร้านางฟ้าไทยมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว มีขนาดใหญ่ วงจรชีวิตสั้น สามารถเก็บผลผลิตได้เร็ว แต่จะพบว่ามีความทนทานน้อยกว่าไรร้านางฟ้าสิรินธร ดังนั้นการเลี้ยงไรร้านางฟ้าไทยต้องการการดูแลที่ใกล้ชิดกว่า ควรมีการตรวจเช็คคุณภาพน้ำ ศัตรูอย่างละเอียด ดังนั้นก่อนการเลี้ยงไรร้านางฟ้า

นางฟ้าทุกครั้ง ควรมีการตรวจวัดคุณภาพน้ำที่จะใช้เลี้ยง เต็มปูนขาวเพื่อปรับคุณภาพน้ำ ควรใช้วัสดุล้อม ป้องกันศัตรู และปรับปริมาณการใส่ปุ๋ยในการสร้างอาหารให้เพียงพอต่อความต้องการ

5. ผลตอบแทนในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงในบ่อ ดินขนาด 1 ไร่ อายุ 21 วัน ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 39.56-43.19 กิโลกรัมต่อไร่ (มีรายรับในการจำหน่ายตัว เต็มวัยประมาณ 4,900-6,714 บาท) ซึ่งยังไม่รวมผลผลิตจากการจำหน่ายไข่ไร่น้ำนางฟ้า จากการทดลอง พบว่าการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินขนาดใหญ่จะควบคุมศัตรูและคุณภาพน้ำได้ยาก เนื่องจากไร่น้ำ นางฟ้าไทยมีความทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ น้อยกว่าไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร จึงน่าจะ เหมาะสมกับการเลี้ยงในบ่อดินขนาดเล็กประมาณ 200-400 ตารางเมตร และพบว่าไม่สามารถเลี้ยงใน ครั้งต่อไปได้ เนื่องจากมีการสะสมของไข่และฟักในรุ่นต่อไปน้อยมาก

#### กิจกรรมที่ 4 การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง

จากการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง 4 จังหวัด ได้แก่ สกลนคร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และ มหาสารคาม โดยใช้ไร่น้ำนางฟ้าไทย อายุ 3 วัน มีความยาวและน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นใกล้เคียงกัน ทำการ เลี้ยงที่จำนวน 15,000 ตัวต่อกระชัง (2,500 ตัวต่อตารางเมตร) ใน 4 จังหวัด จังหวัดละ 4 กระชัง ทำการ เก็บข้อมูลในช่วงอายุ 3, 6, 9, 12, 15, 18 และ 21 วัน พบว่า ไร่น้ำนางฟ้ามีการเติบโตและผลผลิตที่ แตกต่างกัน ( $p < 0.05$ ) ดังนี้

1. การเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าไทย ตั้งแต่ช่วงอายุ 3-21 วัน ทั้ง 4 จังหวัด พบว่า มี น้ำหนักเฉลี่ยของช่วงอายุ 9, 12, 15, และ 18 วัน มีความแตกต่างกันในบางจังหวัด ( $p < 0.05$ ) ส่วนช่วงอายุ ในช่วงวันที่ 3, 6 และ 21 วัน มีความยาวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในแต่ละจังหวัด ( $p > 0.05$ ) อาจเนื่องมาจาก ในช่วงวันที่ 9-18 เป็นช่วงที่ไร่น้ำนางฟ้าเริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ดังนั้นจึงเป็นช่วงที่ไร่น้ำนางฟ้ามีความ อ่อนแอที่สุดโดยเพศเมียจะตายมากกว่าเพศผู้

2. การเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าไทยตั้งแต่ช่วงอายุ 3-21 วัน ทั้ง 4 จังหวัด พบว่ามีความ ยาวเฉลี่ยของช่วงอายุ 18 และ 21 วัน มีความยาวแตกต่างกันในแต่ละจังหวัด ( $p < 0.05$ ) ส่วนช่วงอายุ 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน มีความยาวเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในแต่ละจังหวัด ( $p > 0.05$ )

3. ผลผลิตของไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังทั้ง 4 จังหวัด พบว่าผลผลิตของช่วงอายุ 9, 12 และ 15 วัน มีความแตกต่างกันในบางจังหวัด ( $p < 0.05$ ) และในช่วงอายุ 18 วัน มีผลผลิตต่อกระชังสูงที่สุด และไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) และพบว่าในช่วงอายุ 21 วัน บางจังหวัดมีแนวโน้มของผลผลิตลดลง เนื่องจากไร่น้ำนางฟ้าเริ่มแน่นกระชังเกิดการแย่งอาหาร ออกซิเจน และพบว่ามีศัตรูเข้าไปในกระชังทำ ให้ไร่น้ำบางส่วนตาย จึงมีผลผลิตรวมลดลง ดังนั้นผลจากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการเลี้ยงไร่น้ำ นางฟ้าไทยในกระชังที่ระดับความหนาแน่น 2,500 ตัวต่อตารางเมตร ที่อายุ 18 วัน ให้ผลผลิตดีที่สุด ซึ่งเป็นช่วงอายุที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวผลผลิตตัวและจะสามารถนำมาเก็บไข่ได้มากที่สุด

4. การพัฒนาการเลี้ยงโรนันางฟ้าไทยในกระชังสามารถทำได้ทุกพื้นที่ของประเทศไทย และสามารถปรับใช้เลี้ยงได้ในบ่อดินที่ไม่สามารถตากบ่อให้แห้งได้ และพบว่าการเลี้ยงโรนันางฟ้าไทย จะมีการเจริญเติบโตทั้งขนาดและน้ำหนักที่มากกว่าโรนันางฟ้าสินรินทรประมาณ 2 เท่า เนื่องจากโรนันางฟ้าไทยมีวงชีวิตสั้น สืบพันธุ์ได้เร็ว ขยายพันธุ์ได้ง่าย และถ้าอยู่ในช่วงที่อุณหภูมิที่เหมาะสมคือช่วงฤดูร้อน โรนันางฟ้าจะมีการเจริญเติบโตเร็วขึ้นสามารถเริ่มวางไข่ในช่วงอายุเพียง 7 วัน เท่านั้น แต่โรนันางฟ้าไทยจะมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมน้อยกว่าโรนันางฟ้าสินรินทร ดังนั้นในการเลี้ยงจึงต้องใช้เทคนิค ประสบการณ์ และมีการดูแลที่มากกว่า จากผลการเลี้ยงโรนันางฟ้าไทยในกระชังพบว่า เป็นวิธีการเลี้ยงที่ดีที่สุด สามารถป้องกันศัตรูของโรนันางฟ้าได้และให้ผลผลิตที่ค่อนข้างแน่นอน รวมทั้งสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ง่าย

5. ผลตอบแทนในการเลี้ยงโรนันางฟ้าไทยในกระชัง อายุ 21 วัน ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 2,198.2-2,449.5 กรัมต่อกระชังขนาด 2x3x1 เมตร สามารถรวบรวมผลผลิตตัวโรนันางฟ้ามาเก็บไข่ในบ่อคอนกรีต 1-2 วันแล้วทำการแช่แข็ง (มีรายรับในการจำหน่ายตัวเต็มวัยประมาณ 274-399 บาท) ซึ่งยังไม่รวมผลผลิตจากการจำหน่ายไข่โรนันางฟ้าประมาณ 500,000 ฟอง เป็นเงิน 2,500 บาท และในการเลี้ยงครั้งต่อไปจะสามารถนำไข่ที่ได้มาฟักและอนุบาลเพื่อเลี้ยงในกระชังต่อไป ซึ่งไม่ต้องลงทุนค่าตัวอ่อน และค่ากระชังอีก โดยสามารถคิดค่าเสื่อมของกระชังปีละ 10%

#### กิจกรรมที่ 5 การวิเคราะห์หาปริมาณของแคโรทีนอยด์ในโรนันางฟ้าเปรียบเทียบกับไรแดงและอาร์ทีเมีย

การศึกษาถึงศักยภาพในการใช้โรนันางฟ้าเพื่อทดแทนการใช้ไรแดง และอาร์ทีเมีย ในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสวยงาม โดยใช้ตัวอย่างแช่แข็ง ทำการวิเคราะห์ชนิดของแคโรทีนอยด์ และการสกัดด้วยวิธีที่ปรับปรุง (modified method) จากวิธีของ Britton (2002) พบว่า โรนันางฟ้าทั้งสองชนิดมีปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สูงกว่าไรแดง และอาร์ทีเมีย จากนั้นมีการพัฒนาการวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณแคโรทีนอยด์รวม โดยใช้ตัวอย่างสดของโรนันางฟ้าสินรินทรทั้ง 4 จังหวัด ในการวิเคราะห์ด้วยวิธีการที่ปรับปรุงมากขึ้น พบว่าตัวอย่างโรนันางฟ้าสินรินทรตัวสด มีปริมาณแคโรทีนอยด์รวมที่มากขึ้น และมีสารประกอบหลักเพิ่มมากขึ้นด้วยคือ ลูทีน (lutein) แคนทาแซนทิน (canthaxanthin) แอสตาแซนทิน (astaxanthin) และเบตาแคโรทีน ( $\beta$ -carotene)

ผลกระทบจากการเลี้ยงโรนันางฟ้าในบ่อดินและกระชัง พบว่า ศัตรูที่พบในบ่อเลี้ยงส่วนใหญ่จะมาจากธรรมชาติเพราะเมื่อนำน้ำเข้าบ่อ ก็เกิดการเจริญเติบโตหลังจากการเลี้ยงโรนันางฟ้าเพียงไม่กี่วัน ตัวอย่างเช่น ลูกปลาขนาดเล็ก กบ เขียด แมงอืด มวนน้ำชนิดต่างๆ เป็นต้น ซึ่งศัตรูพวกนี้สามารถเข้ามาในบ่อเลี้ยงได้ อาจจะเป็นเพราะตัวกรองน้ำเข้าบ่อมีขนาดใหญ่ ทำให้ศัตรูที่มีขนาดเล็กหลุดเข้ามาแล้วมาเจริญเติบโตในบ่อของโรนันางฟ้าจนเกิดปัญหา และศัตรูที่พบในบ่อเลี้ยงสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มที่แย่งอาหารและรบกวนการดำรงชีวิตของโรนันางฟ้า กลุ่มนี้ถ้ามีในปริมาณมากอาจทำให้โรนันางฟ้า