



246381



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบที่เหมาะสม และการจัดการการเพาะเลี้ยง  
ไร่น้ำนางฟ้าเชิงพาณิชย์ในประเทศไทย”

โดย ศาสตราจารย์ ดร.ละออศรี เสนาะเมือง และคณะ

สิงหาคม พ.ศ. 2552

b00251196

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



246381



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์



โครงการ “การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบที่เหมาะสม และการจัดการการเพาะเลี้ยง  
ไร่น้ำนางฟ้าเชิงพาณิชย์ในประเทศไทย”

โดย ศาสตราจารย์ ดร.ละออศรี เสนาะเมือง และคณะ

สิงหาคม พ.ศ. 2552

## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

**โครงการ “ การวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบที่เหมาะสม และการจัดการการเพาะเลี้ยง  
ไร่น้ำนางฟ้าเชิงพาณิชย์ในประเทศไทย ”****คณะผู้วิจัย และสังกัด**

1. ศ.ดร. ละออศรี เสนาะเมือง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2. ผศ. โหมยิต ศรีภูธร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล  
อีสาน วิทยาเขตสกลนคร
3. ดร. เกษม เชตะวัน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล  
อีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์
4. นายสุวิน นวะชะธีระ ประธานชมรมคนรักไร่น้ำนางฟ้า ตำบลแห่ใต้ อำเภอโกสุม  
พิสัย จังหวัดมหาสารคาม
5. ผศ.ดร. กมศร ถมไธสง ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

## Executive summary

การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในบ่อดิน โดยใช้ไข่ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจำนวน 2 ล้านฟองต่อไร่ พบว่าไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงอายุ 25 วัน ในจังหวัดต่างๆ มีค่าการเติบโตที่ใกล้เคียงกัน และไม่แตกต่างกันทางสถิติ จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าการพัฒนาการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเชิงพาณิชย์ในบ่อดินสามารถทำได้ในทุกจังหวัด และสามารถเลี้ยงในจังหวัดอื่นๆ ของประเทศไทยได้ ซึ่งอาจจะให้ผลผลิตที่แตกต่างกันตามสภาวะแวดล้อมของแต่ละจังหวัด การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในบ่อดิน เมื่ออายุประมาณ 15 วัน ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจะเจริญวัยเต็มที่และมีถุงไข่ขนาดใหญ่สมบูรณ์เมื่ออายุประมาณ 25 วัน ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในบ่อดินขนาด 1 ไร่ เมื่อทำการเริ่มเลี้ยงครั้งแรกในบ่อดินจะให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 15-17 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถรวบรวมผลผลิตตัวไร่น้ำนางฟ้ามาเก็บไข่ในบ่อคอนกรีต 1-2 วันแล้วทำการแช่แข็งจำหน่ายกิโลกรัมละ 500 บาท เป็นเงินประมาณ 7,500-8,500 บาท ซึ่งมีต้นทุนในการผลิตได้แก่ ค่าสูบน้ำ 200 บาท ค่าไข่ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร 3,000 บาท ค่าแรงงาน 1,500 บาท ค่าปุ๋ยและวัสดุปูน 500 บาท ค่าการจัดการอื่นๆ ประมาณ 300 บาท รวมต้นทุนประมาณ 5,500 บาทต่อไร่ ซึ่งมีกำไรในการจำหน่ายตัวเต็มวัยประมาณ 2,000-3,000 บาท ยังไม่รวมการจำหน่ายผลผลิตไข่ไร่น้ำนางฟ้า และในการเลี้ยงครั้งต่อไปสามารถฟักไข่ที่สะสมอยู่ในบ่อดิน ได้โดยตรงไม่ต้องลงทุนค่าไข่อีก ซึ่งจำนวนตัวและไข่ไร่น้ำจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในการเลี้ยงครั้งต่อไป จากการทดลองยังพบว่าไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรมีความทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและให้ผลผลิตไข่จำนวนมาก เหมาะสมสำหรับเลี้ยงในบ่อดินขนาด 800-1,600 ตารางเมตร และการเลี้ยงในบ่อดินที่มีการตากแห้งได้อย่างต่อเนื่องจะสามารถสะสมไข่ทำให้ได้ผลผลิตไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรสูงถึง 50 กิโลกรัมต่อไร่ ในการเลี้ยงรุ่นที่ 10-12 ใช้เวลาประมาณ 1 ปี (รุ่นละประมาณ 1 เดือน)

การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในกระชังโดยใช้ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร อายุ 5 วัน ที่ระดับความหนาแน่น 30,000 ตัวต่อกระชังขนาด 2x6 เมตร (5,000 ตัวต่อตารางเมตร) การเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร ที่อายุ 30 วัน ทั้ง 4 จังหวัดมีความยาวเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกัน มีค่าเฉลี่ยของความยาวใกล้เคียงกับการเลี้ยงในบ่อดินที่อายุ 25 วัน พบว่า การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในกระชังที่อายุ 15 วันให้ผลผลิตสูงที่สุด 500 กรัมต่อตารางเมตร (3,000 กรัมต่อกระชัง) และพบว่าเมื่อไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร อายุ 20-30 วันจะมีแนวโน้มของผลผลิตลดลงอาจมีสาเหตุจากการอุดตันของกระชัง ดังนั้นถ้ามีการจัดการระบบการเลี้ยงโดยการเปลี่ยนหรือทำความสะอาดกระชังน่าจะสามารถลดการตายและเพิ่มผลผลิตไร่น้ำนางฟ้าได้มากขึ้น การเลี้ยงในกระชังมีผลผลิตต่อพื้นที่สูงกว่าการเลี้ยงในบ่อดิน เนื่องจากสามารถป้องกันศัตรูได้ และยังเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ง่าย ต้นทุนและผลตอบแทนในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในกระชัง ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 3-3.5 กรัมต่อกระชัง สามารถรวบรวมผลผลิตตัวไร่น้ำนางฟ้ามาเก็บไข่ในบ่อคอนกรีต 1-2 วันแล้วทำการแช่แข็งจำหน่ายกิโลกรัมละ 500 บาท เป็นเงินประมาณ 1,500-1,750 บาท ซึ่งมีต้นทุนในการผลิตได้แก่ ค่ากระชัง 300 บาท ค่าพันธุ์ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจากบ่อดิน (อายุ 5 วัน ความยาวเฉลี่ย 0.5 ซม.) 30,000 ตัวๆละ 0.015 บาท เป็นเงิน 450 บาท ค่าปุ๋ยและอื่นๆประมาณ 150 บาท รวมต้นทุนประมาณ 900

บาทต่อกระชัง และมีกำไรในการจำหน่ายตัวเต็มวัย 600-850 บาท ยังไม่รวมการจำหน่ายผลผลิตไข่ (ประมาณ  $1.5 \times 10^6$  ฟอง เป็นเงิน 4,500 บาท)

**การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินโดยใช้ไข่ไร่น้ำนางฟ้าไทยจำนวน 1 ล้านฟองต่อไร่**  
พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยมีการการเจริญเติบโต ผลผลิต และอัตราการรอด ในแต่ละจังหวัดที่แตกต่างกัน ในช่วงอายุ 3, 6, 9, 12, 15 และ 18 วัน ขณะที่อายุ 21 วันไม่แตกต่างกันในแต่ละจังหวัด และสามารถเลี้ยงได้ในบ่อดินทุกจังหวัด ไร่น้ำนางฟ้าไทยมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็ว มีขนาดใหญ่ วงจรชีวิตสั้น และสามารถเก็บผลผลิตได้เร็ว แต่จะพบว่ามีความทนทานน้อยกว่าไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยที่อายุ 21 วัน ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 39.56-43.19 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถรวบรวมผลผลิตตัวไร่น้ำมาเก็บไข่ในบ่อคอนกรีต 1-2 วันแล้วทำการแช่แข็งจำหน่ายกิโลกรัมละ 500 บาท เป็นเงินประมาณ 19,780-21,594 บาท ซึ่งมีต้นทุนในการผลิตได้แก่ ค่าสูบน้ำ 300 บาท ค่าไข่ไร่น้ำนางฟ้าไทย 5,000 บาท (1 ล้านฟอง) ค่าแรงงาน 3,000 บาท ค่าปุ๋ยและวัสดุปูน 1,080 บาท ค่าการจัดการอื่นๆประมาณ 500 บาท รวมต้นทุนประมาณ 9,880 บาทต่อไร่ และมีกำไรในการจำหน่ายตัวเต็มวัย 9,900-11,714 บาทยังไม่รวมการจำหน่ายผลผลิตไข่ จากการทดลองพบว่า การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดินขนาดใหญ่จะควบคุมศัตรูและคุณภาพน้ำได้ยากและไร่น้ำนางฟ้าไทยจะทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมต่างๆน้อยกว่าไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร จึงน่าจะเหมาะสมกับการเลี้ยงในบ่อดินขนาดเล็กประมาณ 200-400 ตารางเมตร และยังพบว่าความทนทานของไข่ไร่น้ำนางฟ้าไทยในสภาวะที่สะสมอยู่ในบ่อดินค่อนข้างต่ำทำให้มีความสามารถในการฟักตัวในการเลี้ยงรุ่นถัดไป

**การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังโดยใช้ไร่น้ำนางฟ้าไทยอายุ 3 วัน มีความยาวและน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นใกล้เคียงกัน** ทำการเลี้ยงที่จำนวน 15,000 ตัวต่อกระชัง (2,500 ตัวต่อตารางเมตร) พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยมีการเติบโตที่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับการเลี้ยงในบ่อดิน และในช่วงอายุ 18 วัน มีผลผลิตต่อกระชังสูงที่สุดในทุกจังหวัดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าในช่วงอายุ 21 วัน มีแนวโน้มของผลผลิตลดลง เนื่องจากไร่น้ำนางฟ้าเริ่มแน่นกระชังเกิดการแย่งอาหาร ออกซิเจน และกระชังมีการอุดตัน ดังนั้นการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังที่อายุ 18 วันสามารถให้ผลผลิตดีที่สุดเป็นช่วงอายุที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวผลผลิตตัวและนำมาเก็บไข่ได้มากที่สุด การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังจะมีการเจริญเติบโตทั้งขนาดและน้ำหนักที่มากกว่าไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในกระชังประมาณ 2 เท่า เนื่องจากไร่น้ำนางฟ้าไทยมีวงชีวิตสั้น สืบพันธุ์ได้เร็ว ขยายพันธุ์ได้ง่าย และถ้าอยู่ในช่วงที่อุณหภูมิที่เหมาะสมคือช่วง ฤดูร้อน ไร่น้ำนางฟ้าจะมีการเจริญเติบโตเร็วขึ้นสามารถเริ่มวางไข่ในช่วงอายุเพียง 5-7 วัน เท่านั้น แต่ไร่น้ำนางฟ้าไทยจะมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมน้อยกว่าไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร ดังนั้นในการเลี้ยงจึงต้องใช้เทคนิค ประสิทธิภาพ และมีการดูแลที่มากกว่า จากผลการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชัง พบว่าสามารถป้องกันศัตรูของไร่น้ำได้และให้ผลผลิตที่ค่อนข้างแน่นอน รวมทั้งสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ง่าย ให้ผลผลิตอยู่ในช่วง 2,198.2-2,449.5 กรัมต่อกระชัง มีต้นทุนและผลตอบแทนในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในกระชังจากการรวบรวมผลผลิตตัวไร่น้ำมาเก็บไข่

ในบ่อคอนกรีต 1-2 วัน แล้วทำการแช่แข็งจำหน่ายกิโลกรัมละ 500 บาท เป็นเงินประมาณ 1,099-1,224 บาท ซึ่งมีต้นทุนในการผลิต ได้แก่ ค่ากระชัง 300 บาท ค่าพันธุ์ไรร้านางฟ้าไทย (อายุ 3 วัน ความยาวเฉลี่ย 0.9 ซม.) 15,000 ตัวๆละ 0.025 บาท เป็นเงิน 375 บาท ค่าปุ๋ยและอื่นๆประมาณ 150 บาท รวมต้นทุนประมาณ 825 บาทต่อกระชัง และมีกำไรในการจำหน่ายตัวเต็มวัยประมาณ 274-399 บาทต่อกระชัง ยังไม่รวมผลผลิตไข่ (ประมาณ 500,000 ฟอง เป็นเงิน 2,500 บาท)

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการพัฒนาเลี้ยงไรร้านางฟ้าสิรินธรและไรร้านางฟ้าไทยในบ่อดินและในกระชัง สามารถทำได้เกือบทุกพื้นที่ของประเทศไทย โดยมีปัจจัยที่สำคัญคือต้องเป็นบ่อดินที่สามารถตากให้แห้งและควบคุมปริมาณน้ำได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฟักไข่ และการสร้างอาหารประเภทคลอเรลลาให้กับไรร้าน้ำ จากการศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อทดลอง พบว่า เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงไรร้านางฟ้าได้เป็นอย่างดี เนื่องจากบ่อดินจะสามารถทำให้สารพิษต่างๆสลายตัวได้ง่าย และดินยังดูดซับสารพิษไว้ได้เป็นอย่างดี เมื่อทำการตากบ่อตามกระบวนการเตรียมบ่อก็จะสามารถทำให้สารพิษเหล่านั้นสลายไป สามารถเลี้ยงไรร้านางฟ้าในรุ่นถัดไปได้โดยไม่ต้องลงทุนค่าพันธุ์และค่ากระชังอีก หรืออาจกล่าวได้ว่าไรร้านางฟ้าเป็นสัตว์มหัศจรรย์ เนื่องจากลงทุนค่าพันธุ์เพียงครั้งเดียวก็จะสามารถมีไข่ไรร้าน้ำสะสมเพิ่มขึ้น และเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนมากขึ้นในรุ่นต่อไป ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จะสามารถพัฒนาการเลี้ยงไรร้านางฟ้าในรูปแบบต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมในทุกพื้นที่ของประเทศ เพื่อเป็นอาชีพเสริมเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร หรือสร้างอาชีพให้กับคนว่างงานในปัจจุบัน และยังเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า สร้างมูลค่าเพิ่มของสินค้าเกษตรเพื่อส่งออกและลดการนำเข้าจากต่างประเทศได้เป็นอย่างดี

การศึกษาชนิดและปริมาณของแคโรทีนอยด์ ด้วยวิธีคัดแปลงจาก Britton (2002) เพื่อให้เหมาะสมกับตัวอย่างที่วิเคราะห์ ได้แก่ ไรร้านางฟ้า ไรแดง และอาร์ทีเมีย โดยใช้ตัวอย่างแช่แข็ง เพื่อสามารถใช้ทดแทนอาร์ทีเมียแช่แข็งนำเข้าจากต่างประเทศในอนาคต พบว่าปริมาณคาโรทีนอยด์ในไรร้านางฟ้าทั้งไทยและสิรินธรมีสูงกว่าใน อาร์ทีเมีย และไรแดง ตามลำดับ และยังมีสูงกว่าไรร้านางฟ้า *S. dichotomus* ของอินเดีย (Munuswamy et al., 1992; Velu and Munuswamy, 2003) และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับใช้ตัวอย่างสดของไรร้านางฟ้าสิรินธร (จาก 4 จังหวัด) พบว่าตัวอย่างไรร้านางฟ้าสิรินธรตัวสด จะมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวมสูงกว่าตัวอย่างไรร้าน้ำแช่แข็ง และพบสารประกอบหลักมากกว่าด้วย คือ ลูทีน (lutein) แคนทาแซนทิน (canthaxanthin) แอสตาแซนทิน (astaxanthin) และเบตาแคโรทีน ( $\beta$ -carotene) และสามารถสรุปได้ว่าชนิดของคาโรทีนอยด์หลักที่พบในปริมาณมากที่สุดไรร้านางฟ้าสิรินธรและไทยทั้งตัวสดและแช่แข็ง คือ สารสีกลุ่ม แอสตาแซนทิน ซึ่งแอสตาแซนทินเป็นสารที่มีคุณสมบัติต่อต้านอนุมูลอิสระมากกว่าคาโรทีนอยด์ชนิดอื่นถึง 10 เท่า (Miki, 1991) ช่วยในการเร่งสีส้มแดงและเร่งการเติบโตในสัตว์น้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับคาโรทีนอยด์มีความสำคัญในการเพิ่มสี ต่อต้านอนุมูลอิสระ เป็นแหล่งโปรวิตามินเอ เพิ่มการเจริญเติบโต เพิ่มศักยภาพเซลล์สืบพันธุ์ และมีผลต่อการพัฒนาของรังไข่และตัวอ่อนในกุ้ง (Linan-Cabello, 2002) และคาโรทีนอยด์มีคุณสมบัติช่วยเพิ่มเม็ดสีทำให้ปลา มีสีสนสวยงามยิ่งขึ้นและปลาทองที่ได้รับไรร้านางฟ้าเป็นอาหารทำให้ปลาทองมีประสิทธิภาพในการ

เปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อถึงร้อยละ 54.24 ซึ่งสูงกว่าปลาทองที่ได้อาร์ทีเมียเป็นอาหาร จากการรายงานของ Velu et al. (2003) พบว่ากุ้งและปลาทองที่ได้รับไร่น้ำนางฟ้าเป็นอาหารสีส้มสวยงามมากกว่าที่ได้รับอาหารเม็ดเพียงอย่างเดียวเนื่องจากได้รับสารประเภทแคโรทีนอยด์จากไร่น้ำนางฟ้า ที่มีการสะสมอยู่ปริมาณมาก และ ละออศรี และคณะ (2549) รายงานว่าปลาหมอสีที่ได้รับไร่น้ำนางฟ้าสีนอร์เป็นอาหารเสริม ช่วยลดอัตราการแลกเนื้อได้ดีกว่าปลาหมอสีที่ได้รับอาหารเสริมเพียงอย่างเดียว หรือปลาหมอสีที่ได้รับอาร์ทีเมีย ซึ่งมีอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ย 1.10 1.23 และ 1.35 กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ปลาหมอสีที่ได้รับการเสริมไร่น้ำนางฟ้า ช่วยให้ปลาหมอสีมีมุก มาร์ค และด้านข้างของลำตัวแดงเด่นชัดขึ้น จึงกล่าวได้ว่าไร่น้ำนางฟ้ามีศักยภาพในการใช้เป็นอาหารในอุตสาหกรรมสัตว์น้ำสัตว์น้ำได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในรูปของอาหารมีชีวิต ซึ่งนอกจากจะช่วยในการเร่งสี เติบโต และอัตราการรอดแล้วยังสามารถช่วยลดการเน่าเสียของคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงด้วย

**การศึกษาชนิดและศัตรูของไร่น้ำนางฟ้า** การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าในบ่อกลางแจ้งทั้งในบ่อดินและกระชัง พบว่าเป็นรูปแบบการเลี้ยงที่สามารถพัฒนาได้ในเชิงการค้าของประเทศ แต่ก็มีศัตรูจำนวนมาก เนื่องจากไร่น้ำนางฟ้าเป็นสัตว์ที่ว่ายน้ำช้าและมีลำตัวอ่อนนุ่ม จึงสามารถถูกกินได้ง่ายจากศัตรูทั้งที่มีขนาดเล็กและที่มีขนาดใหญ่กว่าตัวไร่น้ำนางฟ้า ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุด โดยสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ 1) กลุ่มที่แย่งอาหารหรือรบกวนการดำรงชีวิตของไร่น้ำนางฟ้า ได้แก่ โรติเฟอร์ ไรแดง และตัวอ่อนโคพิพอด เป็นต้น กลุ่มนี้จะมีขนาดใกล้เคียงกับตัวอ่อนไร่น้ำนางฟ้าและเล็กกว่าตัวเต็มวัยของไร่น้ำนางฟ้า ถ้ามีในปริมาณมากจะแย่งอาหาร ออกซิเจน ทำให้มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของไร่น้ำนางฟ้าได้ และ 2) กลุ่มที่กินไร่น้ำนางฟ้าเป็นอาหารโดยตรง ได้แก่ ลูกน้ำยุงระยะตัวมิ่ง ตัวอ่อนแมลงปอ ตัวอ่อนแมลงปีกแข็ง (แมงอืด) มวนกรรเชียง ลูกอ๊อดกบ และปลาหมอ เป็นต้น กลุ่มนี้จะเป็นอันตรายมากกว่ากลุ่มแรกสามารถทำให้ไร่น้ำนางฟ้าหมดบ่อได้ โดยจะมีตั้งแต่ขนาดเล็กกว่าไร่น้ำนางฟ้าถึงขนาดใหญ่กว่า ดังนั้นศัตรูดังกล่าวจะเป็นสาเหตุหลักในการ ไร่น้ำนางฟ้าทำให้มีอัตราการรอดต่ำ เก็บผลผลิตได้น้อย ไร่น้ำนางฟ้าไม่โต และโดนศัตรูเข้าทำลายหมดบ่อก่อนที่จะเก็บผลผลิต

**วิธีป้องกันและแก้ไข** ควรมีการเตรียมบ่อที่ถูกต้องตามหลักวิชาการก่อนที่จะปล่อยน้ำเข้าบ่อ ได้แก่ การกำจัดศัตรูที่มีอยู่ในบ่อโดยหว่านปูนเผา (CaO) ในอัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่เพื่อฆ่าศัตรูที่ปนอยู่กับโคลน (กบ เขียด งู ปลาหมอ และปลาช่อน เป็นต้น) แล้วตากบ่อให้แห้ง และล้อมบ่อด้วยมุ้งอวนในลอนสีฟ้า การปล่อยน้ำเข้าบ่อควรใช้มุ้งอวนในลอนสีฟ้าในการกรองทุกครั้งเพื่อป้องกันศัตรูเข้ามาบ่อกับน้ำ และควรตรวจสอบคุณภาพน้ำทุกครั้งก่อนปล่อยไร่น้ำลงเลี้ยง แต่ถ้ามีศัตรูที่เกิดขึ้นในระหว่างการเลี้ยงซึ่งเป็นศัตรูที่มาทางอากาศ เช่น ตัวอ่อนแมลงปอ ตัวอ่อนแมลงปีกแข็ง และแมลงน้ำทุกชนิดที่มีปีกสามารถใช้ไฟล่อบริเวณกรอบท่อพีวีซีที่ลอยน้ำได้ภายในใต้น้ำมันติเซลเพื่อให้แมลงมาติดกับคราบน้ำมันในช่วงกลางคืน และยังสามารถใช้อวนในลอนสีฟ้าลาก แล้วแยกเอาศัตรูออกและทำการย้ายไปเลี้ยงในบ่อใหม่ที่เตรียมไว้ ซึ่งจะได้ผลในการเลี้ยงในช่วงฤดูหนาวเนื่องจากสามารถตัดวงจรศัตรูไร่น้ำนางฟ้าได้

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรและไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน และในกระชัง ในพื้นที่จังหวัดสกลนคร กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าเชิงพาณิชย์ โดยการเพาะฟักไข่ไร่น้ำนางฟ้าจำนวน  $1 \times 10^6$  ฟอง ในบ่อพื้นที่ 1 ไร่ เป็นเวลา 25 วัน ศึกษาการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้า ช่วงอายุ 10, 15, 20 และ 25 วัน ทำการสุ่มไร่น้ำนางฟ้าในบ่อ 4 จุดๆ ละ 100 ตัว รวม 400 ตัว ผลการทดลองพบว่า ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศผู้ในจังหวัดมหาสารคาม มีความยาวลำตัวมากที่สุด เท่ากับ  $2.32 \pm 0.04$  ซม. รองลงมา ได้แก่ ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจากจังหวัดกาฬสินธุ์ สกลนคร และขอนแก่น มีความยาว เท่ากับ  $2.22 \pm 0.04$ ,  $2.16 \pm 0.11$  และ  $2.15 \pm 0.032$  ซม. ตามลำดับ ส่วนไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรเพศเมียจากจังหวัดมหาสารคาม มีความยาวมากที่สุด เท่ากับ  $2.26 \pm 0.04$  ซม. รองลงมา ได้แก่ ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจากจังหวัดขอนแก่น สกลนคร และกาฬสินธุ์ มีความยาว เท่ากับ  $2.17 \pm 0.04$ ,  $2.13 \pm 0.06$  และ  $2.12 \pm 0.10$  ซม. ตามลำดับ สำหรับการเติบโตด้านน้ำหนักตัว พบว่าไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในจังหวัดมหาสารคาม มีน้ำหนักต่อตัวมากที่สุด เท่ากับ  $0.11 \pm 0.01$  กรัม รองลงมา ได้แก่ ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรจากจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ และสกลนคร มีน้ำหนักต่อตัว เท่ากับ  $0.100 \pm 0.01$ ,  $0.097 \pm 0.15$  และ  $0.094 \pm 0.00$  กรัม ตามลำดับ ด้านผลผลิตต่อไร่ พบว่าจังหวัดกาฬสินธุ์ ให้ผลผลิตต่อไร่สูงที่สุด เท่ากับ  $17.13 \pm 3.72$  กิโลกรัม รองลงมา ได้แก่ จังหวัดมหาสารคาม สกลนคร และขอนแก่น โดยมีผลผลิตต่อไร่ เท่ากับ  $16.83 \pm 3.29$ ,  $16.17 \pm 2.12$  และ  $15.30 \pm 5.77$  กิโลกรัม ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าในบ่อดินอายุ 25 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีการเติบโตด้านความยาวเพศผู้ เพศเมีย น้ำหนักตัว อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย และผลผลิตต่อไร่ ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรในกระชังในแต่ละจังหวัดโดยใช้ไร่น้ำนางฟ้าอายุ 5 วัน มีความยาวเฉลี่ย  $1.29 \pm 0.026$  ซม. ทำการเลี้ยงในกระชังขนาด  $2 \times 3 \times 1$  เมตร ด้วยอัตราการปล่อยที่ระดับความหนาแน่น 5,000 ตัวต่อตารางเมตร จำนวน 4 กระชัง ทำการเก็บข้อมูลการเติบโตและผลผลิต ในช่วงอายุ 10, 15, 20, 25 และ 30 วัน พบว่าการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรช่วงอายุ 15 วัน ในทุกจังหวัด ให้ผลผลิตดีกว่าการเลี้ยงในช่วงอายุ 10, 20, 25 และ 30 วัน โดยไร่น้ำนางฟ้าในจังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น มหาสารคาม และสกลนคร มีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $2.28 \pm 0.711$ ,  $2.18 \pm 0.106$ ,  $1.99 \pm 0.099$  และ  $1.75 \pm 0.025$  ซม. ตามลำดับ ไร่น้ำนางฟ้าที่เลี้ยงในจังหวัดสกลนคร มหาสารคาม กาฬสินธุ์ และขอนแก่น ให้ผลผลิตเฉลี่ย เท่ากับ  $3,556.7 \pm 242$ ,  $3,483.2 \pm 259$ ,  $3,472.5 \pm 271$  และ  $3,386.2 \pm 199.5$  กรัมต่อกระชัง ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าไร่น้ำนางฟ้าช่วงอายุ 15 วัน ในทุกจังหวัดมีการเติบโตด้านความยาวที่แตกต่างกัน ( $p < 0.05$ ) แต่มีผลผลิตต่อกระชังไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยในบ่อดิน โดยเพาะฟักไข่ไร่น้ำนางฟ้าไทยจำนวน  $1 \times 10^6$  ฟองต่อไร่ ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 21 วัน ศึกษาการเจริญเติบโตช่วงอายุ 3, 6, 9, 12, 15, 18 และ 21 วัน พบว่า ไร่น้ำ

นางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด 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 สำหรับไร่นางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีความยาวเฉลี่ย 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 สำหรับไร่นางฟ้าไทยในบ่อดินจังหวัดสกลนครมีผลผลิต เท่ากับ  $53.983 \pm 0.681$  กรัมต่อตารางเมตร รองลงมา คือจังหวัด กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม ให้ผลผลิต เท่ากับ  $51.717 \pm 1.966$ ,  $50.157 \pm 5.038$  และ  $49.453 \pm 7.887$  กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การเพาะเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยในบ่อดินอายุ 21 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีความยาว น้ำหนักตัว และผลผลิตต่อตารางเมตร ไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ )

การเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยในกระชังในแต่ละจังหวัดใช้ไร่นางฟ้าไทยอายุ 3 วัน ด้วยอัตราการปล่อยที่ระดับความหนาแน่น 2,500 ตัวต่อตารางเมตร จำนวน 4 กระชัง ทำการเก็บข้อมูลการเติบโตและผลผลิต ในช่วงอายุ 6, 9, 12, 15, 18 และ 21 วัน พบว่า ไร่นางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย เท่ากับ  $0.329 \pm 0.006$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น และมหาสารคาม น้ำหนักตัวเฉลี่ย เท่ากับ  $0.324 \pm 0.008$ ,  $0.307 \pm 0.035$  และ  $0.304 \pm 0.027$  ตามลำดับ สำหรับไร่นางฟ้าไทยจังหวัดสกลนครมีความยาวเฉลี่ย เท่ากับ  $3.037 \pm 0.074$  กรัม รองลงมา คือ จังหวัดมหาสารคาม กาฬสินธุ์ และขอนแก่น เท่ากับ  $3.030 \pm 0.062$ ,  $2.983 \pm 0.113$  และ  $2.850 \pm 0.035$  เซนติเมตร ตามลำดับ สำหรับไร่นางฟ้าที่เลี้ยงในจังหวัดสกลนคร กาฬสินธุ์ ขอนแก่นและมหาสารคาม ให้ผลผลิต 2,449.50 $\pm$ 379.242, 2,403.75 $\pm$ 258.969, 2,245.05 $\pm$ 418.154 และ 2,198.20 $\pm$ 267.203 กรัมต่อกระชัง ตามลำดับ ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าการเพาะเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยในกระชังอายุ 21 วัน ทั้ง 4 จังหวัด มีน้ำหนักเฉลี่ยและความยาวไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) แต่มีผลผลิตต่อกระชังแตกต่างกัน ( $p < 0.05$ )

การวิเคราะห์หาปริมาณของแคโรทีนอยด์ในไร่นางฟ้าสิรินธรและไร่นางฟ้าไทยเปรียบเทียบกับอาร์ทีเมียและไรแดง โดยใช้ตัวอย่างแช่แข็ง พบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในไร่นางฟ้าสิรินธร ไร่นางฟ้าไทย อาร์ทีเมีย และไรแดง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $75.12 \pm 1.49$ ,  $66.48 \pm 1.57$ ,  $10.69 \pm 1.04$  และ  $7.35 \pm 0.43$  ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์หาชนิดของแคโรทีนอยด์โดยวิธี HPLC พบว่าไร่นางฟ้าทั้งสองชนิดมี เบตาแคโรทีน ( $\beta$ -carotene) แอสตาแซนทิน (astaxanthin) ลูทีน (lutein) และ แคนทาแซนทิน (canthaxanthin) โดยมีเบตาแคโรทีนและ แอสตาแซนทินเป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนการวิเคราะห์หาปริมาณของแคโรทีนอยด์รวมในไร่นางฟ้าสิรินธรโดยใช้ตัวอย่างสด ในจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม และสกลนคร พบว่ามีปริมาณแคโรทีนอยด์รวมสูงกว่าไร่นางฟ้าแช่แข็ง โดยมีค่าเท่ากับ  $222.60 \pm 5.17$ ,  $207.77 \pm 5.52$ ,  $146.87 \pm 5.55$  และ  $140.43 \pm 4.25$  ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ศัตรูที่พบในการเลี้ยงไร่นางฟ้าในบ่อดินในช่วงการเลี้ยง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มที่แย่งอาหารและรบกวนการดำรงชีวิตของไร่นางฟ้า ได้แก่ โรติเฟอร์ ไรแดง และตัวอ่อนของโคฟีพอด กลุ่มนี้สามารถเกาะที่บริเวณขาว่ายน้ำทำให้ไร่นางฟ้าแลกเปลี่ยนออกซิเจนไม่สะดวก และ (2) กลุ่มที่กินไร่นางฟ้าเป็นอาหารโดยตรง ได้แก่ ลูกปลาขนาดเล็ก ลูกอ๊อดกบ เขียด มวนน้ำจืด ลูกน้ำบูย ตัวอ่อนแมลงปีกแข็ง และตัวอ่อนแมลงมีปีกทุกชนิด ซึ่งกลุ่มนี้จะเป็นอันตรายมากกว่ากลุ่มแรก โดยสามารถกินไร่นางฟ้าจนหมดบ่อได้ วิธีการป้องกันและแก้ไข คือ ควรมีการเตรียมบ่อที่ดี และมีวิธีการกำจัดศัตรูระหว่างการเลี้ยงโดยใช้ไฟฟ้าล่อและดักด้วยน้ำมันดีเซล ส่วนการเลี้ยงในกระชังพบว่าสามารถป้องกันศัตรูของไร่นางฟ้าได้ดีกว่า และยังสามารถเก็บผลผลิตได้สะดวกกว่าการเลี้ยงในบ่อดิน แต่ต้องระวังการอุดตันของกระชัง

การเปรียบเทียบผลตอบแทนในการเลี้ยงไร่นางฟ้าสิรินธรและไร่นางฟ้าไทยในบ่อดินขนาด 1,600 ตารางเมตร ระยะเวลา 25 วัน พบว่าการเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยมีผลตอบแทน (4,900-6,714 บาท) ซึ่งสูงกว่าการเลี้ยงไร่นางฟ้าสิรินธร (2,000-3,000 บาท) แต่พบว่าไร่นางฟ้าไทยไม่สามารถสะสมไข่และเพิ่มจำนวนได้อย่างต่อเนื่องในบ่อดิน ส่วนไร่นางฟ้าสิรินธรสามารถสะสมไข่ได้ในบ่อดินและสามารถฟักไข่สำหรับเลี้ยงในรุ่นถัดไป ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ จากการทดลองยังพบว่าไร่นางฟ้าสิรินธรมีความทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและให้ผลผลิตไข่ได้มากกว่าไร่นางฟ้าไทย ไร่นางฟ้าสิรินธรจึงเหมาะสมกับการเลี้ยงในบ่อดินขนาดใหญ่ประมาณ 800-1,600 ตารางเมตร สำหรับผลตอบแทนในการเลี้ยงไร่นางฟ้าสิรินธรและไร่นางฟ้าไทยในกระชัง พบว่าทั้งสองชนิดสามารถเก็บผลผลิตได้ที่การเลี้ยงเพียง 15 วัน โดยพบว่าไร่นางฟ้าสิรินธรที่เลี้ยงในกระชังมีผลตอบแทน (600-850 บาท) ที่สูงกว่าไร่นางฟ้าไทย (274-399 บาท)

คำสำคัญ : ไร่นางฟ้า ไร่นางฟ้าสิรินธร ไร่นางฟ้าไทย การเจริญเติบโต บ่อดิน กระชัง แคร่โรตี  
นอยด์

## ABSTRACT

246381

The objective of this study was to compare growth and production of two fairy shrimps, *Streptocephalus sirindhornae* Sanoamuang, Murugan, Weekers and Dumont and *Branchinella thailandensis* Sanoamuang, Saengphan and Murugan, cultured in earthen ponds and cages in Sakhon Nakhon, Khon Kaen, Kalasin and Maha Sarakham provinces. For cultures of *S. sirindhornae* in earthen ponds of each province, cysts of the fairy shrimps were hatched and they were reared in 1 rai (1,600 m<sup>2</sup>) ponds for 25 days at an initial rate of 1x10<sup>6</sup> cysts. Growth of the fairy shrimps was observed by random samplings of 400 individuals from 4 stations in the ponds when they were at the ages of 10, 15, 20 and 25 days. The results showed that males of *S. sirindhornae* from Maha Sarakham province had the longest body length of 2.32±0.04 cm, followed by that from Kalasin, Sakhon Nakhon and Khon Kaen provinces (2.22±0.04, 2.16±0.11 and 2.15±0.03 cm, respectively). In addition, females of *S. sirindhornae* from Maha Sarakham province also had the longest body length of 2.26±0.04 cm, followed by that from Khon Kaen, Sakon Nakhon and Kalasin provinces (2.17±0.04, 2.13±0.06 and 2.12±0.10 cm, respectively). *S. sirindhornae* reared in Maha Sarakham province showed the highest body weight of 0.11±0.01 g, followed by that from Khon Kaen, Kalasin and Sakon Nakhon (0.100±0.01, 0.097±0.15 and 0.094±0.00 g, respectively). The highest production of 17.13±3.72 kg rai<sup>-1</sup> was recorded in Kalasin province, followed by that from Maha Sarakham, Sakon Nakhon and Khon Kaen provinces (16.83±3.29, 16.17±2.12 and 15.33±5.77 kg rai<sup>-1</sup>, respectively). The statistic analyses of all treatments in 4 provinces were not significantly different (p>0.05).

For cultures of *S. sirindhornae* in cages of each province, 5-day old fairy shrimps at an average body length of 1.29±0.026 cm were cultured in 2x3x1 m cages (4 replicates) at a density of 5,000 individuals m<sup>-2</sup>. Growth and production of the fairy shrimps at the ages of 10, 15, 20, 25 and 30 days were recorded. The results demonstrated that *S. sirindhornae* at the age of 15 days from all provinces had the highest production than that at the ages of 10, 20, 25 and 30 days. The body lengths of *S. sirindhornae* cultured at Kalasin, Khon Kaen, Maha Sarakham and Sakhon Nakhon provinces were 2.28±0.711, 2.18±0.106, 1.99±0.099 and 1.75±0.025 cm, respectively. The fairy shrimp productions of 3,556.7±242; 3,483.2±259; 3,472.5±271 and 3,386.2±199.5 g cage<sup>-1</sup> were recorded from Sakhon Nakhon, Maha Sarakham, Kalasin and Khon Kaen provinces respectively. The growth of *S. sirindhornae* at the age of 15-day-old in all provinces had significantly different (p<0.05), whereas their productions were not significantly different (p>0.05).

For cultures of *B. thailandensis* in earthen ponds of each province, fairy shrimp cysts were hatched and they were reared in 1 rai (1600 m<sup>2</sup>) ponds for 25 days at an initial rate of  $1 \times 10^6$  cysts. Growth and production of fairy shrimps were recorded at the ages of 3, 6, 9, 12, 15, 18 and 21 days. The results showed that *B. thailandensis* from Sakhon Nakhon province had the highest body weight of  $0.493 \pm 0.0058$  g followed by that from Kalasin, Khon Kaen and Maha Sarakham provinces ( $0.324 \pm 0.008$ ,  $0.307 \pm 0.035$  and  $0.304 \pm 0.027$  g, respectively). *B. thailandensis* reared in Sakhon Nakhon province had the longest body length of  $3.037 \pm 0.074$  cm, followed by that from Kalasin, Khon Kaen and Maha Sarakham provinces ( $3.667 \pm 0.123$ ,  $3.647 \pm 0.042$  and  $3.637 \pm 0.104$  cm, respectively). The highest production of  $51.717 \pm 1.966$  g m<sup>-2</sup> was recorded in Sakhon Nakhon province, followed by that from Kalasin, Khon Kaen and Maha Sarakham provinces ( $51.717 \pm 1.966$ ,  $50.157 \pm 5.038$  and  $49.453 \pm 7.887$  g m<sup>-2</sup> respectively). The statistic analyses of all treatments in 4 provinces were not significantly different ( $p > 0.05$ ).

For cultures of *B. thailandensis* in cages of each province, 3-day old fairy shrimps were cultured in 2x3x1 m cages (4 replicates) at a density of 2,500 individuals m<sup>-2</sup>. Growth and production of the fairy shrimps at the ages of 6, 9, 12, 15, 18 and 21 days were recorded. The results showed that *B. thailandensis* from Sakhon Nakhon had the highest body weight of  $0.329 \pm 0.006$  g followed by that from Kalasin, Khon Kaen and Maha Sarakham provinces ( $0.324 \pm 0.008$ ,  $0.307 \pm 0.035$  and  $0.304 \pm 0.027$  g, respectively). *B. thailandensis* reared in Sakhon Nakhon province had the longest body length of  $3.037 \pm 0.074$  g, followed by that from Maha Sarakham, Kalasin and Khon Kaen provinces ( $3.030 \pm 0.062$ ,  $2.983 \pm 0.113$  and  $2.850 \pm 0.035$  cm, respectively). The highest production of  $2,449.50 \pm 379.242$  g cage<sup>-1</sup> was recorded in Sakhon Nakhon province, followed by that from Kalasin, Khon Kaen and Maha Sarakham provinces ( $2,403.75 \pm 258.969$ ,  $2,245.05 \pm 418.154$  and  $2,198.20 \pm 267.203$  g cage<sup>-1</sup>, respectively). The statistic analyses of all treatments in 4 provinces were not significantly different ( $p > 0.05$ ).

Total carotenoids of *S. sirindhornae*, *B. thailandensis*, *Artemia* sp. and *Moina micrura* were analyzed and compared. Characterization of carotenoid complex from frozen samples reveals high levels of carotenoids in *S. sirindhornae* ( $75.12 \pm 1.49$  µg g<sup>-1</sup> wet weight) and *B. thailandensis* ( $66.48 \pm 1.57$ ) compared with that of *Artemia* sp. ( $10.69 \pm 1.04$ ) and *Moina micrura* ( $7.35 \pm 0.43$ ). Based on HPLC method, a variety of carotenoprotein complexes such as β-carotene, astaxanthin, lutein and canthaxanthin were found. Both fairy shrimp had β-carotene and astaxanthin as predominant groups. Analyses of fresh samples of *S. sirindhornae* from Khon Kaen, Kalasin, Maha Sarakham and Sakon

Nakhon contain higher concentrations of total carotenoids than that from frozen samples ( $222.60 \pm 5.17$ ,  $207.77 \pm 5.52$ ,  $146.87 \pm 5.55$  and  $140.43 \pm 4.25 \mu\text{g g}^{-1}$  dry weight, respectively).

Two groups of fairy shrimp enemies were recorded in earthen pond cultures: (1) food and oxygen competitors such as rotifers, *Moina micrura* and copepod nauplii; and (2) true predators such as small fish, frog tadpoles, puddle frogs, freshwater bugs, mosquito larvae and aquatic insect larvae. The second group had a strong impact on the production of the fairy shrimp. To get rid of these predators, the ponds should be well prepared at the beginning or using light and diesel to trap the predators. For cultures in cages, a lower density of predators was found. In addition, it was more convenient to harvest the fairy shrimp in cages but the cages were easily clogged by sediments.

Based on fairy shrimp cultures in  $1,600 \text{ m}^2$  earthen ponds, return of investment from *B. thailandensis* cultures (4,900-6,714 Baht) was higher than that of *S. sirindhornae* cultures (2,000-3,000 Baht). However, females of *B. thailandensis* were unable to produce sufficient eggs for continuous cultures in earthen ponds, whereas several generations of *S. sirindhornae* were cultured successfully in earthen ponds and their eggs accumulated in the mud. For cultures in cages for 15 days, their return of investment of *S. sirindhornae* cultures (600-850 Baht) was higher than that of *B. thailandensis* (274-399 Baht).

**Keywords:** fairy shrimp, *Streptocephalus sirindhornae*, *Branchinella thailandensis*, growth, earthen ponds, cages, carotenoids