

ผลของน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทย

Effects of Fermented Water of Yeast Fermented Cassava Pulp on Growth Performance and Survival Rate of Thai Fairy Shrimp (*Branchinella thailandensis*)

ชนวรรณ โทวรรณ¹ บัณฑิตา สวัสดิ์¹ จุฑารัตน์ แก่นจันทร์¹ พุทธชาติ อิ่มใจ¹ เหล็กไหล จันทะบุตร¹

E-mail: chanawan.grape@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทย โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ โดยการใช้ น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันคือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อลิตรเลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผล การศึกษาพบว่า น้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย และอัตราการรอดตายมีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ ระดับ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือ 3, 2 และ 1 มิลลิลิตรต่อลิตรตามลำดับ อย่างไรก็ตามการใช้ น้ำหมักจากกากมัน สำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร ส่งผลให้ไร่น้ำนางฟ้าไทยมีอัตราการรอดตายต่ำ และค่าของแอมโมเนียในน้ำอยู่ในระดับ ที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย นอกจากนี้ไร่น้ำนางฟ้าไทยที่มีการเลี้ยงด้วยน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ ระดับเพิ่มขึ้นจะมีสีซีดลง ดังนั้นการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยโดยใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร จึงเหมาะสำหรับการเลี้ยงในระยะเวลาสั้น ๆ ไม่ควรเกิน 1 สัปดาห์

คำสำคัญ: ไร่น้ำนางฟ้าไทย น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย

Abstract

The study on effects of fermented water of yeast fermented cassava pulp (*Manihot esculenta*, Crantz) on growth performance and survival rate of Thai fairy shrimp (*Branchinella thailandensis*) was determined using a completely randomized design with 5 treatments and 3 replications. Fermented water of yeast fermented cassava pulp was utilized at different concentrations of 0, 1, 2, 3 and 4 milliliter per liter for 2 weeks. The results showed that the average weight, average daily weight, average specific growth rate and the survival rate of Thai fairy shrimp were significant differences ($p < 0.05$) between each treatment groups. The best fermented water of yeast fermented cassava pulp concentration effects on growth performance was 4 milliliter per liter followed by the concentrations of 3, 2 and 1 milliliter per liter, respectively. According to the survival rate, at concentration of 4 milliliter per liter of yeast fermented cassava found the lowest survival rate and high ammonia values which were not suitable for Thai fairy shrimp culture. However, when increasing of the concentrations of fermented water of yeast fermented cassava pulp, the Thai fairy shrimp became more colorless. It can be concluded that the best concentration of fermented water of yeast fermented cassava pulp for Thai fairy shrimp culture was 4 milliliter per liter for a short period rearing but should not over a periods of one week.

Keywords: Thai fairy shrimp, fermented water of yeast fermented cassava pulp, growth performance, survival rate

ความเป็นมาของปัญหา

ไร่น้ำนางฟ้า (Fairy Shrimp) เป็นสัตว์น้ำที่มีลักษณะคล้ายกุ้ง พบในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไป ส่วนใหญ่พบมากในช่วงฤดูฝน ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย (Sanoamuang et al., 2000) คนอีสานเรียกว่า แมงอ่อนช้อย หรือแมงหางแดง เนื่องจากมี ลำตัวใส และมีหางแดง (ชนะกิจ และคณะ, 2556) ในประเทศไทยมี 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร (*Streptocephalus sirindhornae*) ไร่น้ำนางฟ้าไทย (*Branchinella thailandensis*) และไร่น้ำนางฟ้าสยาม (*Streptocephalus siamensis*) สายพันธุ์

¹ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่นิยมนำมาเพาะเลี้ยงมี 2 สายพันธุ์คือ ไร่น้ำนางฟ้าสิริธรและไร่น้ำนางฟ้าไทยเนื่องจากมีการเจริญเติบโตเร็ว (นุกูล, 2548) ไร่น้ำนางฟ้ามีความสำคัญทางด้านการเป็นอาหารสัตว์น้ำหรือปลาสวยงาม เพื่อทดแทนอาร์ทีเมีย และช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ (ยุพินท์, 2549) ไร่น้ำนางฟ้าแห้งแข็งมีราคา กิโลกรัมละ 300 บาท ส่วนไร่น้ำนางฟ้ามีชีวิตมีราคาตัวละ 10-30 สตางค์ นอกจากนี้ประเทศไทยยังส่งออกไร่น้ำนางฟ้าไปจำหน่ายหลายประเทศได้แก่ ญี่ปุ่น ฮองกง สิงคโปร์ และอเมริกา ซึ่งมีแนวโน้มความต้องการไร่น้ำนางฟ้าสูงขึ้นในทุกๆปี (ปริญา และปัทมา, 2559) ไร่น้ำนางฟ้าไทยเป็นสัตว์น้ำจืดที่มีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สามารถนำมาเป็นอาหารปลาสวยงามและสัตว์น้ำเศรษฐกิจทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม รวมทั้งสามารถนำมาทดแทนอาร์ทีเมียเพื่อลดการนำเข้าอาร์ทีเมียได้ (พุทธพรณี และคณะ, 2550) ในปัจจุบันสามารถนำไขไร่น้ำนางฟ้าไปเพาะเลี้ยงและเพิ่มการผลิตจนสามารถส่งขายให้กับธุรกิจการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามได้ในราคาสูง ไร่น้ำนางฟ้าไทยมีคุณค่าทางอาหารสูง คือ มีโปรตีน 64.94 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 16.24 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 7.57 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 5.12 เปอร์เซ็นต์ เกล็ด 6.42 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 90.22 เปอร์เซ็นต์ (ปริญา และปัทมา, 2559) มีปริมาณแคลโรทีนอยด์ 254.41 ± 21.50 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (Dararat et al., 2012) นอกจากนี้ยังพบสาร Canthaxanthine ซึ่งเป็นรงควัตถุกลุ่มแคโรทีนอยด์จำนวนมาก ทำให้ไร่น้ำนางฟ้าไทยเป็นสัตว์น้ำที่เหมาะสมในการนำมาเป็นอาหารสัตว์น้ำ เช่น กุ้งก้ามกราม ปลาน้ำจืด และกลุ่มของปลาสวยงามที่ราคาแพง เช่น ปลาหมอสี ปลาทอง และปลาการ์ฟ (ละอองศรี และคณะ, 2549) ไร่น้ำนางฟ้าไทยเป็นสัตว์น้ำที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว อาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยคือ คลอโรเซลลา (จามรี และคณะ, 2559) การผลิตคลอโรเซลลาส่วนใหญ่นิยมใช้สูตรปุ๋ยเคมี ปัจจุบันปุ๋ยเคมีมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ (ชนะกิจ และคณะ, 2556) ดังนั้น การศึกษาการนำเศษวัสดุที่เหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มมูลค่าและเกิดประโยชน์ สามารถนำวัสดุบดอาหารสัตว์ในท้องถิ่น หาซื้อได้ง่าย และมีราคาถูก กากมันสำปะหลังมีคุณค่าทางโภชนาการคือมีโปรตีน 2.01 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 14.22 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1 เปอร์เซ็นต์ (ผกาพรรณ และปรีชา, 2545) กากมันสำปะหลังแห้งได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ผสมในสูตรอาหารสัตว์หลายชนิด ปัจจุบันมีการนำกากมันมาแปรรูปหมักร่วมกับยีสต์เพื่อช่วยเพิ่มโปรตีนและพลังงานตลอดจนคุณค่าทางโภชนาการอื่นตามความต้องการของสัตว์ ที่สำคัญน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์มีต้นทุนผลิตต่ำ ซึ่งเกษตรกรสามารถผลิตอาหารใช้ได้ในฟาร์มและสามารถช่วยวิกฤตอาหารสัตว์ที่ราคาแพง (อภิรักษ์, 2555) กากมันสำปะหลังหมักยีสต์มีโปรตีน 17.2 เปอร์เซ็นต์ (Khampa et al., 2009) และยีสต์มีชีวิตสามารถเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยให้มีการเจริญเติบโตดีและได้ผลผลิตที่ดีขึ้นแต่พบว่า สีของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่ได้มีสีซีดและไม่สดเหมือนกับที่เลี้ยงด้วยคลอโรเซลลา (จามรี, 2556) แต่สามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีที่ใช้เลี้ยงคลอโรเซลลาด้วย การศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการเพาะเลี้ยงปลาหรือสัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดอื่นได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันต่ออัตราการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าไทย
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันต่ออัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประเภทของการวิจัย

งานวิจัยเชิงปริมาณ ประเภทเชิงการทดลอง (Experimental research)

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โดยมี 5 ชุดการทดลอง (Treatment) แต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ (Replication) โดยศึกษาผลของการใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันในการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย ได้แก่

ชุดวิจัยที่ 1 = ไม่ใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ (สูตรอาหารควบคุม)

ชุดวิจัยที่ 2 = การใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ 1 มิลลิลิตรต่อลิตร

ชุดวิจัยที่ 3 = การใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ 2 มิลลิลิตรต่อลิตร

ชุดวิจัยที่ 4 = การใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ 3 มิลลิลิตรต่อลิตร

ชุดวิจัยที่ 5 = การใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร

2.1 การเตรียมอาหารสำหรับการวิจัย

2.1.1 การเตรียมคลอเรลลาหรือน้ำเขียว มีวิธีการเตรียมดังนี้ คือ จัดเตรียมบ่อซีเมนต์กลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 80 เซนติเมตร สูง 45 เซนติเมตร และลึก 35 เซนติเมตร ทำความสะอาดบ่อซีเมนต์กลมและตากบ่อซีเมนต์กลมทิ้งไว้อย่างน้อย 1 วัน เติมน้ำบ่อซีเมนต์กลมให้ได้ปริมาตร 150 ลิตร ซึ่งน้ำหนักของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงคลอเรลลา ใช้สูตรการเพาะเลี้ยงคลอเรลลาของศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คือ ยูเรีย (46-0-0) 30 กรัม ปุ๋ย (16-20-0) 15 กรัม รำ 50 กรัม และปูนขาว 9 กรัม เติมน้ำลงในส่วนผสมและคนให้ส่วนผสมของอาหารละลาย แล้วจึงเทสารละลายของส่วนผสมลงบ่อซีเมนต์กลม จากนั้นนำหัวเชื้อสาหร่ายคลอเรลลา 30 ลิตร เทผสมลงในบ่อซีเมนต์กลมให้เข้ากันหมั่นคนทุกวัน และให้คลอเรลลาถูกแสงแดด และเติมอากาศตลอดเวลาเมื่อคลอเรลลาอายุประมาณ 5-7 วัน กรองคลอเรลลาด้วยผ้ากรองขนาดตาไม่เกิน 60 ไมโครเมตร ก่อนนำมาเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย

2.1.2 การเตรียมน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์มีวิธีการเตรียมดังนี้ คือ จัดเตรียมถังพลาสติกและทำความสะอาดถังพลาสติก ซึ่งน้ำหนักของส่วนผสม คือ หัวเชื้อผลิตมันหมักยีสต์ 0.3 กิโลกรัม กากน้ำตาล 3 กิโลกรัม ยูเรีย 1.3 กิโลกรัม และน้ำสะอาด 200 ลิตร สูตรของสปีทริกซ์ดี ผสมวัตถุดิบทั้งหมดในถังผสมและคนให้ละลายเข้ากันโดยใช้ไม้คนบ่อยๆ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง จากนั้นนำส่วนผสมแล้วมาคลุกเคล้ากับกากมันสำปะหลังสด โดยมีอัตราของส่วนผสมคือน้ำหมักยีสต์ 1 ลิตร ต่อ กากมันสด 6 กิโลกรัม จากนั้นปิดฝาถังพลาสติกและหมักเป็นเวลาอย่างน้อย 14 วัน เมื่อครบกำหนดแล้วนำน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์มากรองผ่านผ้ากรองเพื่อแยกน้ำหมักออกจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ และนำน้ำหมักที่ได้ไปใช้ในการทดลองเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย

2.2 การเตรียมไร่น้ำนางฟ้าไทยสำหรับการวิจัย

ไข่ของไร่น้ำนางฟ้าไทยนำมาจากวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี นำไข่มาฟักโดยการแช่น้ำเป็นเวลา 15 ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมง แล้วนำไร่น้ำนางฟ้าไทยที่ฟักออกมาเป็นตัวไปอนุบาลตัวอ่อนไร่น้ำนางฟ้าไทย 7 วัน จากนั้นนำไร่น้ำนางฟ้าไทยที่มีอายุ 7 วันมาใช้ในการทดลอง

2.3 การดำเนินการทดลอง

นำไร่น้ำนางฟ้าไทยอายุ 7 วัน มาเลี้ยงในกะละมังพลาสติก แล้วใส่น้ำปริมาณ 10 ลิตร จำนวน 10 ตัวต่อลิตร ให้อาหารไร่น้ำนางฟ้าไทยตามแผนการทดลองวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำต่อสัปดาห์และทำการเติมน้ำใหม่ให้ได้ระดับเดิมและเติมอากาศตลอดเวลา

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือในการชั่งน้ำหนักและการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยเครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง และสมุดบันทึก

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าไทย โดยการชั่งน้ำหนักก่อนเริ่มทำการทดลอง และทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักทุกสัปดาห์ระหว่างทำการทดลอง โดยทำการชั่งน้ำหนักรวมในแต่ละชุดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการวิจัยนำข้อมูลที่ได้อ่านวิเคราะห์ผลการตอบสนองของไร่น้ำนางฟ้าไทยต่ออาหารวิจัย ดังนี้ 1) น้ำหนักเฉลี่ย (กรัมต่อตัว) 2) น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่ม (กรัมต่อตัวต่อวัน) 3) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) 4) อัตราการรอดตาย (survival rate ; เปอร์เซ็นต์)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มวิจัยด้วยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ในการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทย ขนาดน้ำหนักเริ่มต้น 0.0008 กรัมต่อตัว ด้วยการใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร ตามลำดับ เป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย และอัตราการรอดตายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างความเข้มข้นที่ 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า ความเข้มข้นที่ 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) แต่มีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตมีค่ามากที่สุดที่ระดับ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร รองลงมาคือ 3 และ 2 มิลลิลิตรต่อลิตรตามลำดับ ส่วนของอัตราการรอดตาย พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับ 3 มิลลิลิตรต่อลิตร มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 68.33 ± 4.65 เปอร์เซ็นต์

รองลงมาคือ 2, 4 และ 1 มิลลิลิตรต่อลิตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1

การใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ในการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงนาน 2 สัปดาห์ พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ ที่ระดับแตกต่างกันมีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย และอัตราการรอดตายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$) เมื่อเทียบกับชุดควบคุม อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างความเข้มข้นที่ 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร ตามลำดับ พบว่า ความเข้มข้นที่ 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>.05$) แต่มีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตมีค่ามากที่สุดที่ระดับ 4 มิลลิลิตรต่อลิตร ส่วนของอัตราการรอดตาย พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับ 1 มิลลิลิตรต่อลิตร มากที่สุด รองลงมาคือ 2 และ 3 มิลลิลิตรต่อลิตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

พารามิเตอร์	ความเข้มข้นของน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ (มิลลิลิตรต่อลิตร)					F-Test	C.V. (%)
	0	1	2	3	4		
น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	0.0008±0.11 ^a	0.0008±0.16 ^a	0.0008±0.16 ^a	0.0008±0.16 ^a	0.0008±0.16 ^a	0.991	15.23
น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	0.1578±0.00 ^{ab}	0.1168±0.01 ^b	0.1297±0.01 ^b	0.1549±0.02 ^{ab}	0.1801±0.01 ^a	0.047	15.57
น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่ม (กรัม/ตัว/วัน)	0.0105±0.00 ^{ab}	0.0077±0.00 ^b	0.0086±0.00 ^b	0.0103±0.00 ^{ab}	0.0120±0.00 ^a	0.048	15.53
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์/ตัว/วัน)	35.17±0.71 ^{ab}	33.10±0.33 ^b	33.77±0.79 ^{ab}	34.90±0.69 ^{ab}	35.99±0.32 ^a	0.080	3.40
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	71.000±1.32 ^a	58.000±3.5 ^b	53.333±5.20 ^{bc}	49.667±4.19 ^{bc}	40.33±1.04 ^c	0.004	12.69

หมายเหตุ : ^{a-b-c} อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$) เปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 2 อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ต่อระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

พารามิเตอร์	ความเข้มข้นของน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ (มิลลิลิตรต่อลิตร)					F-Test	C.V. (%)
	0	1	2	3	4		
น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	0.0008±0.11 ^a	0.0008±0.16 ^a	0.0008±0.16 ^a	0.0008±0.16 ^a	0.0008±0.16 ^a	0.991	15.23
น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม/ตัว)	0.0561±0.01 ^a	0.0304±0.01 ^b	0.0452±0.01 ^{ab}	0.0462±0.01 ^{ab}	0.0553±0.00 ^a	0.069	15.23
น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่ม (กรัม/ตัว/วัน)	0.0079±0.00 ^a	0.0042±0.00 ^b	0.0063±0.00 ^{ab}	0.0065±0.00 ^{ab}	0.0078±0.00 ^a	0.069	22.37
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์/ตัว/วัน)	60.44±1.31 ^a	51.12±2.21 ^b	57.05±2.93 ^{ab}	57.76±1.30 ^{ab}	60.27±1.65 ^a	0.070	6.54
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	80.000±2.78 ^a	60.667±3.88 ^b	63.667±4.91 ^b	68.333±4.65 ^{ab}	61.00±2.65 ^b	0.062	11.65

หมายเหตุ : ^{a-b-c} อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$) เปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

คุณภาพน้ำในการเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยด้วยน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์เมื่อเลี้ยงเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ คุณภาพน้ำทางด้านอุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$) และอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อโรน้านางฟ้าไทย ส่วนค่าแอมโมเนียมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) อยู่ในเกณฑ์ที่เป็นอันตรายต่อโรน้านางฟ้าไทย โดยการใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ในปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าของแอมโมเนียเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งส่งผลทำให้เป็นพิษต่อโรน้านางฟ้าไทย ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 คุณภาพน้ำที่เลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยด้วยน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ต่อระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์

พารามิเตอร์	ความเข้มข้นของน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ (มิลลิลิตรต่อลิตร)					F-Test	C.V. (%)
	0	1	2	3	4		
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.53±0.15	27.43±0.15	27.30±0.05	27.07±0.08	27.37±0.19	0.344	0.99
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.10±0.22	6.10±0.13	5.90±0.13	6.17±0.15	6.07±0.21	0.939	5.66
แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.50±0.00 ^a	1.50±0.00 ^b	1.50±0.00 ^b	3.00±0.00 ^c	3.00±0.00 ^c	<.0001	-
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.94±0.12	8.23±0.04	8.07±0.06	8.23±0.13	8.09±0.05	0.301	2.14

หมายเหตุ: ^{a-b-c} อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำที่เลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยด้วยน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ต่อระดับความเข้มข้นต่างกันเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์

พารามิเตอร์	ความเข้มข้นของน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ (มิลลิลิตรต่อลิตร)					F-Test	C.V. (%)
	0	1	2	3	4		
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.23±0.10	27.13±0.08	27.17±0.13	27.10±0.08	27.10±0.16	0.889	0.85
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.43±0.08	5.47±0.15	5.47±0.13	5.67±0.10	5.73±0.21	0.610	5.07
แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.50±0.00 ^a	1.50±0.00 ^b	1.50±0.00 ^b	3.00±0.00 ^c	3.00±0.00 ^c	<.0001	-
ความเป็นกรดเป็นด่าง	8.66±0.23	8.76±0.04	8.67±0.09	8.63±0.07	8.64±0.18	0.518	3.53

หมายเหตุ: ^{a-b-c} อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เปรียบเทียบด้วยวิธี DMRT

อภิปรายผล

การศึกษาผลของน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของโรน้านางฟ้าไทย พบว่า อัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม อย่างไรก็ตามการใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับความเข้มข้น 4 มิลลิลิตรต่อลิตรมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดเมื่อเทียบกับการใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับความเข้มข้นอื่น แต่เมื่อเทียบกับการใช้คลอเรลลาเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยจะต่ำกว่า ซึ่งการเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยด้วยคลอเรลลาเหมาะสมกว่าการใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์สอดคล้องกับขณะกิจ และคณะ (2556) และนุกูล (2548) รายงานถึงอาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยคือ คลอเรลลา แต่บางช่วงเวลาหรือสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงทำให้ปริมาณของคลอเรลลาไม่เพียงพอต่อโรน้านางฟ้าไทยจึงมีการให้อาหารอื่นมาเสริมหรือทดแทน เช่นเดียวกับ โฆษิต และละออศรี (2550) และโฆษิต (2552) ได้ทำการศึกษาแหล่งอาหารที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยเพื่อทดแทนคลอเรลลา พบว่าสามารถใช้ยีสต์และน้ำหมักชีวภาพทดแทนคลอเรลลาได้ และมีการทดลองสูตรอาหารที่ใช้ร่วมกันทั้ง 3 ชนิด (ยีสต์ น้ำหมักชีวภาพ และคลอเรลลา) โรน้านางฟ้าไทยมีการอัตราการเจริญเติบโตดี และมีการเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยโดยอาหารผงสำหรับทดแทนคลอเรลลาได้ (โฆษิต, 2556) รวมทั้งจิตติมา และจิตรา (2545) ที่ใช้จุลินทรีย์ EM (Effective Microorganism) ที่ 1.2 มิลลิลิตรต่อลิตรและ ร้าละเอียด 1.6 มิลลิกรัม (นุกูล, 2548) ทำให้การเจริญเติบโตของโรน้านางฟ้าไทยดีที่สุด แต่ในการใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ 1 มิลลิลิตรต่อลิตร และการใช้น้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับเพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้สีของโรน้านางฟ้าไทยมีสีที่ซีดลง เนื่องจากน้ำหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์มีปริมาณของสารแคโรทีนอยด์ต่ำ จึงทำให้โรน้านางฟ้าไทยมีสีซีดลง สอดคล้องกับจามรี และปริญญา (2556) รายงานว่าการเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยด้วยยีสต์มีผลต่อการเจริญเติบโตได้ดี แต่สีของโรน้านางฟ้าไทยที่ได้มีสีซีด และสีไม่เข้มเหมือนกับโรน้านางฟ้าไทยที่

เลี้ยงด้วยคลอเรลลา เพราะคลอเรลลามีคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี เบต้าแคโรทีน และแซนโทฟิลล์ ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้อาหารสีที่สูง รวมทั้งมีโปรตีนสูง จึงทำให้น้ำมันงาที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาจึงมีสีเข้ม และมีการเจริญเติบโตดี ส่วนอัตราการรอดตายของไร่นางฟ้าที่เลี้ยงด้วยน้ำมันงาหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ต่างกัน ทำให้มีอัตราการรอดตายประมาณ 40.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้อยกว่าจิตติมาและจิตรา (2545) ที่เลี้ยงไร่นางฟ้าไทยด้วย EM มีอัตราการรอดตาย 75.50 เปอร์เซ็นต์ การเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยด้วยน้ำมันงาหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ปริมาณความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นและเลี้ยงในระยะเวลาสั้น จะมียอัตราการรอดตายลดลง เนื่องจากมีปริมาณของแอมโมเนียในน้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยมีปริมาณแอมโมเนีย 1.5 - 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม สอดคล้องกับบุญกุล และคณะ (2549) และศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุทัยธานี (2556) รายงานว่าปริมาณของแอมโมเนียในโตรเจนรวมในน้ำไม่ควรเกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับการเพาะเลี้ยงไร่นางฟ้าไทย ถ้าค่าของแอมโมเนียมากเกินไปจะส่งผลทำให้เป็นพิษต่อไร่นางฟ้าไทยทำให้ไร่นางฟ้าไทยตายได้ และส่งผลให้ไร่นางฟ้าไทยเป็นโรคจุดดำ การเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยด้วยน้ำมันงาหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทำให้ไร่นางฟ้าไทยมีการเจริญเติบโตดี แต่ไม่ควรนำมาเลี้ยงในระยะยาวเกิน 1 สัปดาห์ เพราะจะทำให้ไร่นางฟ้าไทยมีอัตราการรอดตายต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของโฆษิต (2556) ที่นำอาหารผงสำเร็จรูปมาเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยร่วมกับคลอเรลลาอาจใช้ทดแทนได้ทั้งหมดในช่วงการเลี้ยงสั้นๆ ในกรณีที่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงคลอเรลลาได้

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของการใช้น้ำมันงาหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของไร่นางฟ้าไทย พบว่า การเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยด้วยการใช้น้ำมันงาหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ที่ระดับ 4 มิลลิกรัมต่อลิตรทำให้ไร่นางฟ้าไทยมีการเจริญเติบโต และมีอัตราการรอดตายดี ควรเลี้ยงในระยะเวลาดำเนินการ หรือในช่วงฤดูฝนที่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงคลอเรลลาได้ แต่ไม่ควรเกิน 1 สัปดาห์ เนื่องจากน้ำมันงาหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ส่งผลให้ไร่นางฟ้าไทยมีอัตราการรอดตายต่ำ และมีสีซีดลง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

น้ำมันงาหมักจากกากมันสำปะหลังหมักยีสต์สามารถนำไปเป็นอาหารของไร่นางฟ้าไทยได้ แต่ในช่วงการเลี้ยงสั้นๆ

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดอื่น เพื่อให้ทราบปริมาณที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแต่ละชนิด

เอกสารอ้างอิง

- โฆษิต ศรีภูธร. (2556). ศึกษาการเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยโดยอาหารผงสำหรับทดแทนสาหร่ายคลอเรลลา. วารสารเทคโนโลยีราชชมงคลอีสาน. 6(1), 66-80.
- โฆษิต ศรีภูธร. (2552). การพัฒนาการเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยและสิริธรในเชิงพาณิชย์และการใช้เป็นอาหารกึ่งก้ามกราม. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- โฆษิต ศรีภูธร และละออศรี เสนาะเมือง. (2550). การเพาะเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยโดยใช้น้ำมันงาหมักชีวภาพและยีสต์เป็นอาหาร. วารสารวิทยาศาสตร์. 6(1), 369-375.
- จามรี เครือหงษ์ จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน์ สุรภี ประชุมพล และ ปริญญา พันบุญมา. (2559). การเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยด้วยยีสต์มีชีวิตร่วมกับจุลินทรีย์ EM. วารสารแก่นเกษตร. 44 (ฉบับพิเศษ 1), 636-642.
- จามรี เครือหงษ์ และ ปริญญา พันบุญมา. (2556). ผลผลิตและการเจริญเติบโตของไร่นางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยยีสต์มีชีวิต. การประชุมวิชาการระดับชาติ “ศรีนครินทร์วิโรฒวิชาการ” ครั้งที่ 7, 348-354.
- จิตติมา หมั่นกิจ และจิตรา จินกิจ. (2545). ผลของ (EM) ต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของไร่นางฟ้าไทย. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50, 498-505.
- ชนะกิจ แสงอรุณ จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน์ ทศนุพันธ์ กุศลสถิตย์ และจามรี เครือหงษ์. (2556). การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของไร่นางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาจากปุ๋ยมูลสัตว์. วารสารวิจัยเทคโนโลยีราชชมงคลตะวันออก. 6(1), 10-17.
- บุญกุล แสงพันธุ์ โฆษิต ศรีภูธร และละออศรี เสนาะเมือง. (2549). ไร่นางฟ้า: จิวแต่แจ้ว. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังน่านาวิทยาน.
- บุญกุล แสงพันธุ์ และละออศรี เสนาะเมือง. (2547). ผลของความเข้มข้นของอาหารต่อการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของไร่นางฟ้าไทย. คณะวิชาประมง วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี.

- นุกูล แสงพันธ์. (2548). การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยเพื่อการค้าในประเทศไทย. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 12(2), 125-313.
- ปริญญา พันบุญมา และปัทมา วิริยพัฒนทรัพย์. (2559). ผลของระยะเวลาการขนส่งต่ออัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทย (*Branchinella thailandensis*) ที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 12. 573-579.
- ผกาพรรณ สุกุลมัน และปรีชา อินุรักษ์. (2545). การใช้กากแป้งมันและกากปาล์มเลี้ยงกระปือ. รายงานผลการดำเนินงานโครงการส่งเสริมการใช้ไบโอมันสำหรับใช้เป็นอาหารสัตว์ในประเทศไทยปี 2545. ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตโคและกระปือ สถาบันสุวรรณวาทกสิกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 158-166.
- พุทธพรณี บุญมาก นุกูล แสงพันธ์ และละออศรี เสนาะเมือง. (2550). ชีวิตวิทยาและความตกไข่ของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรและไร่น้ำนางฟ้าไทย. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 12(2), 125-131.
- ยุพินท์ วิวัฒน์ชัยเศรษฐ์. (2549). ไร่น้ำนางฟ้าเพื่อคุณภาพชีวิต. วารสารการประมง. 59 (1), 59-66.
- ละออศรี เสนาะเมือง ภัทยาภาคมฤต วาสนา ศิริแสน และศิริวงศ์ บูรรุ่งโรจน์. (2549). การใช้ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรและอาร์ทีเมียเป็นอาหารเสริมต่อสมรรถนะปลาหมอสีในไร่น้ำนางฟ้า: จิวแต่แจ้ว. 61-69.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุทัยธานี. (2556). การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้า. วารสารกรมประมง. พิมพ์ครั้งที่ 1.
- อภิรักษ์ จินพละ. (2555). เคล็ดลับการผลิตกากน้ำมันหมักยีสต์ เพื่อเป็นอาหารโคเนื้อ-โคนม-แพะแกะ และสัตว์ปีก. <<http://pvlo-lbr.dld.go.th>> (สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2560).
- Dararat, W., lomthaisong K., and Sanoamuang L. (2012). Biochemical composition of three species of shrimp (Branchiopoda:Anostraca) from Thailand. *Journal of crustacean biology*. 32(1), 81-87.
- Khampa S, Chaowarat. P, Singharert. R, and Wanapat. M. (2009). Supplementation Yeast Fermented Cassava Chip (YFCC) as a Replacement Concentrate and Ruzi Grass on Rumen Ecology in Native cattle. *Pakistan Journal of Nutrition*. 8(5), 597-600.
- Sanoamuang, L., Murugan, G., Weekers, P. H. H., and H. J. Dumont. (2000). *Streptocephalus sirindhornae*, new species of freshwater fairy shrimp (Anostraca) from Thailand. *Journal of Crustacean Biology*. 20, 559-565.