



รายงานการวิจัย

เรื่อง

ผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย
และคุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทย

Effects of Supplementation of Yeast Fermented Cassava Pulp on
Growth Performance, Survival and Nutrition of Thai Fairy Shrimp
(*Branchinella thailandensis*)

ชนวรรณ โทวรรณ

บัณฑิตา สวัสดิ์

จตุรรัตน์ แก่นจันทร์

พุทธชาติ อิ่มใจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2561)



รายงานการวิจัย

เรื่อง

ผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และ
คุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทย

Effects of Supplementation of Yeast Fermented Cassava Pulp on
Growth Performance, Survival and Nutrition of Thai Fairy Shrimp
(*Branchinella thailandensis*)

ชนวนรรณ โทวรรณ

บัณฑิตา สวัสดิ์

จุกวรัตน์ แก่นจันทร์

พุทธชาติ อิมใจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2561)

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

ไร่น้ำนางฟ้า (Fairy Shrimp) เป็นสัตว์น้ำชนิดหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายกุ้ง พบในแหล่งน้ำธรรมชาติ ส่วนใหญ่พบมากในช่วงฤดูฝนทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย (Sanoamuang et al., 2000) คนอีสานมักเรียกว่า แมงอ่อนซ้อย หรือแมงหางแดง เนื่องจากมีลำตัวใส และมีหางแดง (ชนะกิจ และคณะ, 2556) ในประเทศไทยมี 3 สายพันธุ์ ได้แก่ ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร (*Streptocephalus sirindhornae*) ไร่น้ำนางฟ้าไทย (*Branchinella thailandensis*) และไร่น้ำนางฟ้าสยาม (*Streptocephalus siamensis*) สายพันธุ์ที่นิยมนำมาเพาะเลี้ยงมี 2 สายพันธุ์คือ ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรและไร่น้ำนางฟ้าไทยเนื่องจากมีการเจริญเติบโตเร็ว (นุกูล, 2548) และไร่น้ำนางฟ้ามีความสำคัญคือ สามารถนำมาทดแทนอาร์ทีเมียเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อน หรือปลาสวยงามเพื่อลดต้นทุนการผลิตได้ (ยุพินท์, 2549) รวมทั้งไร่น้ำนางฟ้าแช่แข็งกิโลกรัมละ 300 บาท ส่วนไร่น้ำนางฟ้ามีชีวิตตัวละ 10-30 สตางค์ นอกจากนี้ประเทศไทยยังส่งออกไร่น้ำนางฟ้าไปจำหน่ายหลายประเทศได้แก่ ญี่ปุ่น ฮองกง สิงคโปร์ และอเมริกา ซึ่งมีแนวโน้มความต้องการไร่น้ำนางฟ้าสูงขึ้นทุกปี (ปริญา และปัทมา, 2559)

ไร่น้ำนางไทย (*Branchinella thailandensis*) เป็นสัตว์น้ำจืดที่มีความสำคัญต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สามารถนำมาเป็นอาหารปลาสวยงามและสัตว์น้ำเศรษฐกิจทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม ไร่น้ำนางไทยสามารถนำมาทดแทนอาร์ทีเมียเพื่อลดการนำเข้าอาร์ทีเมีย ซึ่งไข่ของอาร์ทีเมียนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อนำมาเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนจำนวนไม่ต่ำกว่า 200-600 ตันต่อปี รวมมูลค่า 500 ล้านบาท และมีแนวโน้มในการนำเข้าอาร์ทีเมียเพิ่มขึ้น (พุทธพรณี และคณะ, 2550) แต่ปัจจุบันนี้สามารถนำไข่ไร่น้ำนางฟ้าไปเพาะเลี้ยงและเพิ่มผลิตจนสามารถส่งขายให้กับธุรกิจการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามได้ในราคาสูง ไร่น้ำนางไทยมีคุณค่าทางอาหารสูง 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) มีปริมาณแคโรทีนอยด์ 254.41 ± 21.50 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (Dararat et al., 2012) นอกจากนี้ยังพบสาร Canthaxanthine ซึ่งเป็นรงควัตถุกลุ่มแคโรทีนอยด์จำนวนมาก ทำให้ไร่น้ำนางฟ้าไทยเป็นสัตว์น้ำที่เหมาะสมในการนำมาเป็นอาหารสัตว์น้ำ เช่น กุ้งก้ามกราม ปลากุ้ย และกลุ่มของปลาสวยงามที่ราคา

แพง เช่น ปลาหมอสี ปลาทอง และปลาคาร์ฟ (ละอองศรี และคณะ, 2549) ไร่น้ำนางฟ้าไทยเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว อาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยคือ คลอเรลลา (จามรี และคณะ, 2559) การผลิตคลอเรลลาส่วนใหญ่นิยมใช้สูตรปุ๋ยเคมี ปัจจุบันปุ๋ยเคมีมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ (ชนะกิจ และคณะ, 2556) ดังนั้นการศึกษาการนำเศษวัสดุคอกเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแ่งมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มมูลค่าและเกิดประโยชน์ สามารถนำวัสดุคอกอาหารสัตว์ในท้องถิ่น หาซื้อได้ง่าย และที่มีราคาถูก ไร่น้ำนางฟ้าไทยสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ และยังสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีที่ใช้เลี้ยงคลอเรลลาด้วย

กากมันสำปะหลังเป็นเศษวัสดุคอกเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแ่งมันสำปะหลัง คุณค่าทางโภชนาการของกากมันสำปะหลังสดมีความชื้นประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำมาทำให้แห้งจะมีโปรตีน 2.01 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 14.22 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 1 เปอร์เซ็นต์ (ผกาพรรณ และปรีชา, 2545) กากมันสำปะหลังแห้งได้นำไปใช้ประโยชน์ผสมในสูตรอาหารสัตว์หลายชนิด โดยวัสดุคอกทั้งสองชนิดนี้จัดเป็นวัสดุคอกเศษเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีเยื่อใยค่อนข้างสูงทางอาหารในระดับที่ดี อีกทั้งยังมีราคาถูก ปัจจุบันมีการนำกากมันมาแปรรูปหมักร่วมกับยีสต์เพื่อช่วยเพิ่มโปรตีนและพลังงานตลอดจนคุณค่าทางโภชนาการอื่นตามความต้องการของสัตว์ ที่สำคัญหมักยีสต์มีต้นทุนผลิตต่ำ ซึ่งเกษตรกรสามารถผลิตอาหารใช้ได้ในฟาร์มและสามารถช่วยวิกฤตอาหารสัตว์ที่ราคาแพง (อภิรักษ์, 2555) กากมันหมักยีสต์มีโปรตีน 17.2 เปอร์เซ็นต์ และยีสต์มีชีวิตสามารถเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าให้มีการเจริญเติบโตดีและได้ผลผลิตที่ดีขึ้นแต่พบว่า สีของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่ได้มีสีซีดและไม่สดเหมือนกับที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลา (จามรี, 2556)

ดังนั้นในการวิจัยนี้ต้องการจะศึกษาการนำกากมันหมักยีสต์เสริมในการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทย สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการเพาะเลี้ยงปลาหรือสัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดอื่นได้ ซึ่งนำไปใช้ในการเลี้ยงแบบเชิงพาณิชย์ทำให้ระยะเวลาในการเลี้ยงสั้นลง การเจริญเติบโตดี และเป็นการลดต้นทุนการผลิตสัตว์น้ำได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างกันต่ออัตราการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าไทย
2. เพื่อศึกษาผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างกันต่ออัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทย
3. เพื่อศึกษาผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างกันต่อคุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทย

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษามูลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทย

สมมติฐานงานวิจัย

ไร่น้ำนางฟ้าเป็นสัตว์น้ำจืดขนาดเล็กมีลักษณะคล้ายกุ้งพบเฉพาะในประเทศไทยส่วนใหญ่พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย ซึ่งไร่น้ำนางฟ้ามีอยู่ 3 สายพันธุ์ คือ ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธร ไร่น้ำนางฟ้าไทย และไร่น้ำนางฟ้าสยาม ไร่น้ำนางฟ้าถูกนำมาทดแทนอาร์ทีเมียเนื่องจากอาร์ทีเมียต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และพบว่าไร่น้ำนางฟ้ามีศักยภาพโภชนะสูง และมีประสิทธิภาพดีกว่าอาร์ทีเมีย ไร่น้ำนางฟ้าจึงเหมาะสำหรับการใช้ทดแทนอาร์ทีเมีย โดยเฉพาะไร่น้ำนางฟ้าไทยมีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว ขนาดตัวที่ใหญ่กว่า ไร่น้ำนางฟ้าชนิดอื่นและมีคุณค่าทางโภชนะการสูง ปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยกันแพร่หลาย ไร่น้ำนางฟ้าไทยเป็นอาหารธรรมชาติที่ดีสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อนเศรษฐกิจ

อาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยคือ คลอเรลลา แต่บางช่วงเวลาหรือสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงทำให้ปริมาณของคลอเรลลาไม่เพียงพอต่อไร่น้ำนางฟ้าไทยจึงมีการให้อาหารอื่นมาเสริมหรือทดแทน เช่น ยีสต์ กากน้ำตาล น้ำหมักชีวภาพ และอาหารผง กากมันหมักยีสต์ก็เป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งที่นำมาใช้เป็นอาหารทดแทนหรืออาหารเสริมของคลอเรลลา เนื่องจากมันสำปะหลังเป็นการนำเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังและโรงงานผลิต ฟรุคโตส มีราคาถูก และมีโปรตีนต่ำ จึงมีการนำมันสำปะหลังมาใช้ประโยชน์มากขึ้น โดยการนำมาหมักยีสต์เพื่อเพิ่มปริมาณโปรตีนและคุณค่าทางอาหารเพิ่มมากขึ้น การวิจัยในครั้งนี้เพื่อศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์

นิยามเฉพาะ

อัตราการรอดตาย หมายถึง การสำรวจอัตราการรอดตายทุกสัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการวิจัย แล้วนำเอาสัตว์วิจัยมานับจำนวน และนำมาเปรียบเทียบจำนวนของสัตว์วิจัยเริ่มแรกว่ามีอัตราการรอดตายมากน้อยเพียงใด

การเจริญเติบโต หมายถึง การนำสัตว์วิจัยเลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆเพื่อจะหาว่ากากมันหมักยีสต์นั้นทำให้สัตว์วิจัยมีการเจริญเติบโตที่ดี และนำมาเปรียบเทียบว่าสัตว์วิจัยมีการเจริญเติบโตมากน้อยเพียงใด

โรน่านางฟ้าไทย หมายถึง โรน่านางฟ้าไทยเป็นสัตว์น้ำจืดชนิดหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายกุ้ง ตัวสีส้มแดงตลอดทั้งตัว ลำตัวยาวประมาณ 1.7 - 4.3 เซนติเมตร ตัวเมียมีสีเข้มกว่าตัวผู้ มีถุงไข่ 1 ถุง ไข่กลมคล้ายกับไข่ของโรน่านางฟ้าสิรินธรแต่มีขนาดใหญ่กว่าประมาณสองเท่า

กากมันหมักยีสต์ หมายถึง เศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมัน ได้แก่ มันสำปะหลัง (เปียก) โดยการนำมาแปรรูปหมักร่วมกับน้ำหมักยีสต์เพื่อช่วยเพิ่มโปรตีนและพลังงานตลอดจนคุณค่าทางโภชนาการอาหารอื่นๆ ตามความต้องการของสัตว์ที่สำคัญ มันหมักยีสต์มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ และเกษตรกรสามารถผลิตใช้ตัวเองในฟาร์มสามารถช่วยแก้ปัญหาวิกฤตอาหารสัตว์ราคาแพงในปัจจุบัน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางอาหารของโรน่านางฟ้าไทย
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาอาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงโรน่านางฟ้าจากเศษวัสดุคูลิบเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มมูลค่าและเกิดประโยชน์
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาอาหารสัตว์น้ำชนิดอื่นได้ รวมทั้งยังสามารถนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรได้
4. ได้เผยแพร่ผลงานวิจัย เพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านวิชาการ เช่น ด้านการเรียนการสอนและเพื่อนำผลงานวิจัยที่ได้สู่การนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการระดับชาติหรือนานาชาติ ตลอดจนเพื่อตีพิมพ์ ผลงานวิจัยเผยแพร่ในวารสารระดับชาติหรือนานาชาติ

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไร่น้ำนางฟ้าไทย

2.1.1 อนุกรมวิธานของไร่น้ำนางฟ้าไทย

พุทธพรณี และคณะ (2550) ไร่น้ำนางฟ้าไทย (Freshwater fairy shrimp) สามารถจำแนกตามลักษณะอนุกรมวิธานได้ดังนี้

Kingdom : Animalia

Phylum : Arthropoda

Family : Thamnocephalidae

Genus : *Branchinella*

Species : *Branchinella thailandensis*

2.1.2 ลักษณะทั่วไปของไร่น้ำนางฟ้าไทย

ไร่น้ำนางฟ้าไทยจัดเป็นสัตว์น้ำจืดชนิดหนึ่งที่มีลักษณะรูปร่างคล้ายกุ้งขนาดเล็กแต่ไม่มีเปลือกแข็งหุ้ม จัดอยู่ในประเภทสัตว์โบราณ เนื่องจากมีขาว่ายน้ำจำนวน 11 คู่ และมีพฤติกรรมการว่ายน้ำแบบหงายท้องโดยใช้ขาว่ายน้ำกรรเชียงน้ำและโบกพัดอาหารเข้าปาก ตัวผู้มีขนาดใหญ่กว่าตัวเมียเล็กน้อย และตัวเมียมีถุงไข่ 1 ถุงบริเวณกลางลำตัวด้านท้อง ลำตัวยาวโดยเฉลี่ย 2 เซนติเมตร ส่วนหางแยกเป็นสองแฉกมีสีส้มแดงบริเวณหัวมีตาขนาดใหญ่มีก้านตายาว 1 คู่มีหนวด 2 คู่ หนวดคู่ที่ 2 ของตัวผู้จะเปลี่ยนแปลงไปใช้สำหรับการจับตัวเมียเมื่อถึงเวลาผสมพันธุ์และใช้ในการจำแนกชนิด (ยงยุทธ, 2556)

2.1.3 การสืบพันธุ์ของไร่น้ำนางฟ้าไทย

การสืบพันธุ์ของไร่น้ำนางฟ้าไทยตั้งอยู่บริเวณปล้องที่ 1 และปล้องที่ 2 ของส่วนที่ตั้งอวัยวะเพศ (genital segment) หรืออาจขยายไปจนถึงปล้องแรกของส่วนท้องในเพศผู้ประกอบด้วยอัณฑะ (testis หรือ testicle) ท่อน้ำเชื้อ (vas deferens) และอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (pennis) อย่างละ 1 คู่ อัณฑะมีลักษณะเป็นท่อคู่ขนานกับลำไส้ (intestine) ท่อน้ำเชื้อต่อกับอัณฑะที่บริเวณผิวด้านบนใกล้กับส่วนหน้าสุด มีรูปร่างเป็นห่วง (loop) อยู่ด้านบน และเปิดออกที่อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ซึ่งยื่นออกจากส่วนที่ตั้งของอวัยวะเพศ อวัยวะเพศผู้ประกอบด้วย 2 คือ ส่วนฐานซึ่งคงที่ (non-eversible basal) และส่วนปลายดึงกลับได้ (eversible distal portion) ซึ่งจะยื่นออกมาเฉพาะช่วงที่การผสมพันธุ์ เพศเมียมีรังไข่

(ovary) และท่อหน้าไข่ (lateral oviductal pouches) อย่างละ 1 คู่ และมีถุงหน้าท้อง (brood pouch) 1 ถุง ซึ่งภายในถุงมีไข่ (brood sac) 1 ถุง และต่อมผลิตสารเคลือบผิวไข่ (shell gland) ซึ่งจะมองเห็นชัดเจนในช่วงที่มีการสืบพันธุ์ รังไข่มีลักษณะเป็นท่อยาว ทั้งสองข้างของลำไส้ เริ่มจากบริเวณส่วนปล้องที่ 4 หรือ 5 จนถึงส่วนที่ตั้งอวัยวะเพศ ท่อหน้ารังไข่เริ่มจากด้านข้างของรังไข่และมีลักษณะคล้ายถุงที่ยืดหยุ่น ถุงหน้าท้องมีลักษณะเป็นท่อกว้าง รูปร่างกลมยาวหรือกลมรี ปลายเรียวลงคล้ายกรวย มีช่องเปิดที่ปลายสุด ต่อมผลิตสารเคลือบผิวไข่อยู่รอบๆ ส่วนหน้าของถุงไข่ซึ่งอยู่ภายในถุงหน้าท้อง ไข่ที่สร้างจากรังไข่จะเคลื่อนที่ผ่านท่อหน้าไข่และเข้าสู่ถุงไข่ตามลำดับก่อนการผสมพันธุ์เพศผู้เพศเมียอาจว่ายน้ำเป็นวงกลมด้วยกันเป็นระยะเวลาสั้นๆ เพศผู้ใช้หนวดคู่ที่สองจับเพศเมียจากด้านหลังบริเวณส่วนหน้าของปล้องที่ตั้งอวัยวะเพศสืบพันธุ์ จากนั้นงอส่วนท้ายของลำตัวจนอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศผู้เข้าสู่ถุงไข่ของเพศเมียครั้งละ 1 ข้าง การปฏิสนธิเริ่มขึ้นเมื่อไข่ผ่านเข้าสู่ถุงไข่ จากนั้นไข่จะพัฒนาการและถูกเคลือบผิวตามลำดับของไข่ที่ปฏิสนธิแล้วจะอยู่ในถุงไข่นาน 1 วัน หรือมากกว่านั้นก่อนที่จะปล่อยออกมา จำนวนไข่ที่ผลิตการเพศเมียแต่ละตัวจะปล่อยไข่ออกมา 1-10 กว่าครั้ง ครั้งละประมาณ 10-1,000 ฟอง (วิกิจ และคณะ, 2552)



ภาพที่ 2.1 ลักษณะเพศผู้และเพศเมียของไร่น้ำนางฟ้าไทย

ไร่น้ำนางฟ้าไทยมีการปรับตัวเพื่อที่จะอยู่อาศัยในแหล่งน้ำชั่วคราว เช่น คลองข้างถนน นาข้าว และปลักควายที่มีน้ำขังเฉพาะหน้าฝนระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนสิงหาคม ไร่น้ำนางฟ้าไทยเป็นสัตว์ที่ค่อนข้างหายาก โดยแหล่งที่อยู่อาศัยของไร่น้ำนางฟ้าไทยมีลักษณะเป็นบ่อหรือคลองที่มีน้ำขังอยู่ชั่วคราวในฤดูฝน (temporary pond) เท่านั้น ในช่วงฤดูแล้งจะแห้งก่อนที่น้ำจะแห้งตัวเมียจะผลิตไข่ที่มีเปลือกหนาเป็นจำนวนมาก เมื่อน้ำแห้งไข่เหล่านี้จะอยู่ในระยะพักตัว เมื่อฝนตกมาใหม่ในปีถัดไปไข่สามารถฟักเป็นตัวอ่อนและเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยต่อไป อาหารของไร่น้ำนางฟ้าส่วนใหญ่ประกอบด้วยแบคทีเรีย โปรโตซัว สาหร่าย โรติเฟอร์ และเศษซากอินทรีย์วัตถุ ขณะที่ไร่น้ำนางฟ้าไทยว่ายน้ำในลักษณะหงายท้อง

การเคลื่อนไหวของขาว่ายน้ำจะก่อให้เกิดกระแส น้ำ ทำให้เกิดการรวมตัวอย่างหนาแน่นของอาหารในบริเวณร่องระหว่างขาว่ายน้ำ จากนั้นอาหารจะถูกพัดเข้าไปติดกับสารเหนียวที่ขับออกบริเวณปากและถูกกลืนกินเป็นอาหาร (นุกูล และละออศรี, 2547)

2.1.4 การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย

การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย สามารถเลี้ยงในภาชนะต่างๆ เช่น บ่อซีเมนต์ ถังพลาสติก บ่อดิน และกระชัง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการเลี้ยง ปัจจัยที่สำคัญในการเลี้ยงคือ แสงแดด ไร่น้ำนางฟ้าไทยต้องการแสงแดดด้วยเพื่อช่วยในการสังเคราะห์อาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทย สำหรับบ่อดินเป็นบ่อเปิดรับแสงแดดได้ทั่วทั้งบ่อ หากสร้างโรงเรือนต้องให้ได้รับแสงอาทิตย์ด้วยโรงเรือนแบบเปิดในช่วงฤดูร้อนควรทำหลังคามีสแลนคลุมบังพื้นที่ 50 เปอร์เซ็นต์ หากหน้าหนาวไม่มีแสงแดดจะเปิดสแลนออกเพื่อให้ได้รับแสงแดด 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำควรมีน้ำสะอาดเพื่อใช้ในการเลี้ยง เช่น น้ำประปา และน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ไร่น้ำนางฟ้าไทยไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ราคาแพงน้ำประปาเหมาะสมที่สุดแต่ต้องเป็นน้ำที่ปราศจากคลอรีน โดยการเปิดน้ำประปาลงไปบ่อทิ้งไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อให้คลอรีนเจือจางลง เพราะคลอรีนมีผลกระทบต่อ การเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย ไร่น้ำนางฟ้าไทยกินอาหารของจำพวกสาหร่าย อินทรีย์สาร แบคทีเรีย (ยงยุทธ, 2556)

2.1.5 ประโยชน์ของไร่น้ำนางฟ้าไทย

ไร่น้ำนางฟ้าไทยสามารถใช้ทดแทนกุ้งฝอย หรืออาร์ทีเมีย (Artemia) เพื่อใช้เป็นอาหารอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน หรือปลาสวยงามเพื่อลดต้นทุนการผลิตการเลี้ยงปลาหมอสีด้วยไร่น้ำนางฟ้าไทยเพียง 2 วัน จะทำให้ปลามีสีแดงสดอย่างชัดเจน และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระทำให้ปลาแข็งแรง ปัจจุบันในแต่ละปีประเทศไทยมีแนวโน้มการนำเข้าอาร์ทีเมียสูงมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณ พบว่าไร่น้ำนางฟ้ามีโปรตีนสูงถึง 64-69 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอาร์ทีเมียมีโปรตีนเพียง 56 เปอร์เซ็นต์ จึงนำไร่น้ำนางฟ้าไทยมาอนุบาลลูกสัตว์น้ำวัยอ่อนทดแทนอาร์ทีเมียเพื่อช่วยลดการนำเข้าของอาร์ทีเมีย นอกจากนี้ประเทศไทยยังมีการส่งออกของไร่น้ำนางฟ้าไทยเพื่อจำหน่ายในหลายประเทศ (จิตติมา และจิตรา, 2545) ซึ่งไร่น้ำนางฟ้าไทยมีคุณค่าทางโภชนาการ และปริมาณของกรดอะมิโน ดังตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของไร่น้ำนางฟ้าไทย

คุณค่าทางโภชนาการ	ปริมาณ (หน่วยเปอร์เซ็นต์)
โปรตีน	64.94
คาร์โบไฮเดรต	17.96
ไขมัน	5.07
เถ้า	8.40

ที่มา : ยงยุทธ (2556)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณกรดอะมิโนของไร่น้ำนางฟ้าไทย

ชนิดของกรดอะมิโน	ปริมาณ (หน่วยต่อมิลลิกรัม)
อะลานีน	18.64
อาร์จีนีน	3.54
กรดแอสพาร์ติก	24.82
ซีสทีน	11.14
กรดกลูตามิก	55.69
ไกลซีน	16.79
ฮีสทีดีน	33.17
ไฮดรอกซีโพรลีน	1.56
ไอโซลิวซีน	33.84
ลิวซีน	68.2
ไลซีน	125.5
เมทไทโอนีน	13.84
เฟนิลอะลานีน	74.37
โพรลีน	19.3
เซอรีน	4.92
ทรีโอนีน	7.27
ทรีโทเฟน	9.45
ไทโรซีน	51.69
วาเลีน	22.42
กรดอะมิโนที่จำเป็น	391.6

ที่มา : Dararat et al. (2012)

2.2 มันสำปะหลัง

2.2.1 ลักษณะทั่วไปของมันสำปะหลัง

มันสำปะหลังมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Manihot esculenta* Crantz (L.) Crantz วงศ์ Euphorbiaceae ชื่อสามัญ Cassava, Tapioca, Manioc, mandioca หรือ yucca ส่วนชื่อท้องถิ่นของไทย เช่น ตำบ่วย หรือตำบ่วย (ภาคเหนือ) มันตันหรือมันไม้ (ภาคใต้) มันหิว (พังงา) มันสำปะหลัง หรือสำปะหลัง (ภาคกลาง)

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมันสำปะหลังเป็นไม้พุ่มยืนต้นมีอายุอยู่ได้หลายปี ลักษณะลำต้นสูงแตกต่างกันตามพันธุ์ และสภาพแวดล้อม มีความสูงประมาณ 1-5 เมตร ลักษณะของใบมันสำปะหลังเป็นแบบใบเดี่ยว (single leaf) สีของใบแตกต่างกันตามพันธุ์เช่นเดียวกับสีของลำต้น รากของมันสำปะหลังสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ รากจริง (wiry root) และรากสะสม (storage roots) รากสะสมนี้จะเจริญกลายเป็นหัวมันสำปะหลัง โดยทั่วไปในต้นมันสำปะหลังต้นหนึ่งจะมีรากสะสมอาหารหรือหัวอยู่ประมาณ 5-20 หัวต่อต้น (จำลอง, 2547)



ภาพที่ 2.2 มันสำปะหลัง

ที่มา : อัทธ์ (2558)

2.2.2 มันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นผลิตภัณฑ์ร่วมจากอุตสาหกรรมการผลิตแป้งมันสำปะหลัง ในการผลิตแป้งมันสำปะหลัง ถ้าใช้หัวมันสำปะหลัง 100 เปอร์เซ็นต์จะทำให้ได้กากมันสำปะหลัง 7 เปอร์เซ็นต์ และจากรายงานของสถิติการเกษตรปี 2555 ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่ามีปริมาณผลผลิตของหัวมันสดในปี 2555 มีปริมาณ 26.6 ล้านตันต่อปี ดังนั้นจะมีมันสำปะหลังจากกระบวนการผลิตปริมาณประมาณ 1.9 ล้านตันต่อปี มันสำปะหลังเป็นส่วนที่เหลือจากการสกัดแป้งออก แต่ยังคงมีส่วนที่เป็นแป้งเหลืออยู่

ประมาณ 64.6 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้ง และมีโปรตีนประมาณ 1.8 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 5.0 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.2 เปอร์เซ็นต์ และสัตว์สามารถย่อยและใช้ประโยชน์ได้ถึง 74 เปอร์เซ็นต์ (สมเจต, 2530)

2.3 กากมันหมักยีสต์

มันสำปะหลังเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ที่ผลิตจากวัตถุดิบพิเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม แป้งมันได้แก่ มันสำปะหลัง (กากเปียก) โดยการนำมาแปรรูปหมักร่วมกับน้ำหมักยีสต์เพื่อช่วยเพิ่มโปรตีน และพลังงานตลอดจนคุณค่าทางโภชนาการอื่นๆ ตามความต้องการของสัตว์ที่สำคัญ กากมันหมักยีสต์มีต้นทุนการผลิตต่ำ ซึ่งเกษตรกรสามารถผลิตใช้ได้ในฟาร์มสามารถช่วยแก้ปัญหาวิกฤตอาหารสัตว์ราคาแพงในปัจจุบัน ตลอดจนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในโคนม-โคเนื้ออีกด้วย กระบวนการผลิตมันสำปะหลังสดหมักยีสต์กรณีทำเป็นบ่อหมัก ซึ่งส่วนผสมในการหมักกากมันหมักยีสต์มีส่วนผสมที่สำคัญในการหมักดังนี้ ยีสต์ขนมปัง, น้ำตาล, น้ำตาลทรายแดง, กากน้ำตาล, ปุ๋ยยูเรีย และมันสำปะหลังสดจำนวน 6 ตัน ในการผสม (สิทธิศักดิ์และคณะ, 2553) กากมันหมักยีสต์มีคุณค่าทางโภชนาการดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2.3 คุณค่าทางโภชนาการของกากมันหมักยีสต์

คุณค่าทางโภชนาการ	กากมันหมักยีสต์
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	12.1
เยื่อใย (เปอร์เซ็นต์)	20
พลังงาน (กิโลแคลอรี/กิโลกรัม)	3,547.6

ที่มา : อภินันท์ (2555)

2.3.1 ประโยชน์ของกากมันหมักยีสต์

การนำมันสำปะหลังมาแปรรูปหมักร่วมกับน้ำยีสต์เพื่อช่วยเพิ่มโปรตีน และสามารถกำจัดกัมมะถัน (สารฟอกขาว) ที่ปนเปื้อนมาในกากมันสำปะหลัง ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพในระบบสืบพันธุ์ดีขึ้น แก้ปัญหาการแท้งลูกในสัตว์ กากมันหมักยีสต์มีต้นทุนต่ำ ซึ่งทำให้เกษตรกรลดต้นทุนและการผลิตอาหารใช้เองภายในฟาร์มของเกษตรกร (สิทธิศักดิ์ และคณะ, 2553)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จามรี และคณะ (2559) การเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยด้วยยีสต์มีชีวิตร่วมกับการใช้จุลินทรีย์ EM วางแผนการวิจัยแบบสุ่มตลอด 2 ปัจจัย (3x4 Factorial in Completely Randomized Design) มี 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 เลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยด้วยความหนาแน่น 10, 20 และ 30 ตัวต่อลิตร ปัจจัยที่ 2 ใช้จุลินทรีย์ EM 0 (ชุดควบคุม), 1, 2 และ 3 มิลลิลิตรต่อลิตร ในถึงวิจัยที่มีปริมาณน้ำ 30 ลิตร พบว่า ความหนาแน่นและปริมาณการใช้จุลินทรีย์ EM มีอิทธิพลร่วมกันที่ทำให้โรน้านางฟ้าไทยมีการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และผลผลิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การใช้จุลินทรีย์ EM 1 มิลลิลิตรต่อลิตร มีผลผลิตตัวเฉลี่ย 1.25 ± 0.24 กรัมต่อลิตร แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับการใช้จุลินทรีย์ EM ปริมาณ 0, 2 และ 3 มิลลิลิตรต่อลิตร มีผลให้ โรน้านางฟ้าไทยให้ผลผลิตเฉลี่ย 1.15 ± 0.33 , 1.17 ± 0.24 และ 1.09 ± 0.24 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ปัจจัยการใช้จุลินทรีย์ EM มีแนวโน้มทำให้ค่าไนโตรเจนสูงขึ้น เมื่อใส่จุลินทรีย์ EM มากขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ค่าของแอมโมเนียไนโตรเจนรวมจากการใช้จุลินทรีย์ EM 1 และ 2 มิลลิลิตรต่อลิตร มีค่าใกล้เคียงกันเท่ากับ 0.907 ± 0.498 และ 1.051 ± 0.575 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ น้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับไม่ใส่จุลินทรีย์ EM (ชุดควบคุม) และ ใส่จุลินทรีย์ EM 3 มิลลิลิตรต่อลิตร ค่าของแอมโมเนียไนโตรเจนรวมเท่ากับ 0.907 ± 0.498 และ 1.051 ± 0.575 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

โฆษิต (2556) ศึกษาการเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยด้วยอาหารผงเปรียบเทียบกับสาหร่ายคลอเรลลา พบว่าเป็นอาหารที่เหมาะสมที่สุดสำหรับโรน้านางฟ้า สูตรอาหารผงที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยสาหร่ายสไปรูลินาผง 50 เปอร์เซ็นต์ ปลาป่น 40 เปอร์เซ็นต์ เบตากลูแคน 9 เปอร์เซ็นต์ และวิตามินซี 1 เปอร์เซ็นต์ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ สำหรับเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยเริ่มต้นที่อายุ 5 วัน ด้วยอาหาร 3 สูตร ได้แก่ 1) สาหร่ายคลอเรลลา 2×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร 2) อาหารผง 1.0 มิลลิกรัมต่อตัว 3) อาหารผง 0.5 มิลลิกรัมต่อตัว: สาหร่ายคลอเรลลา 1×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ทำการทดลองเลี้ยง 15 วัน ในถึงพลาสติกบรรจุน้ำ 2 ลิตร จำนวน 3 ซ้ำ ที่ระดับความหนาแน่นของโรน้านางฟ้าไทย 30 ตัวต่อลิตร ผลการทดลองพบว่าความยาวลำตัวของโรน้านางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 สูตร เท่ากับ 1.770 ± 0.139 , 1.792 ± 0.118 และ 1.949 ± 0.078 เซนติเมตร ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) มีน้ำหนัก เท่ากับ 0.032 ± 0.004 , 0.041 ± 0.008 และ 0.047 ± 0.005 กรัม และอัตราการรอดเท่ากับร้อยละ 54.66 ± 4.50 , 50.00 ± 5.00 และ 62.00 ± 3.00 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) คุณภาพน้ำในการทดลองพบว่าทุกการทดลองมีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงของโรน้านางฟ้าไทย การทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าอาหารผสมระหว่างอาหารผงต่อสาหร่ายคลอเรลลา

ไร่น้ำนางฟ้าไทยมีการเจริญเติบโต และอัตราการรอดดีที่สุด ซึ่งเป็นไปได้ที่จะใช้อาหารผงสำเร็จรูปร่วมกับสาหร่ายคลอเรลลาในการเลี้ยงเชิงพาณิชย์

ชนะกิจ และคณะ (2556) ศึกษาการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทย (*Branchinella thailandensis*) ที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาจากปุ๋ยมูลสัตว์ คือ มูลโคเนื้อ มูลไก่ไข่ และมูลสุกรขุน มีจุดประสงค์เพื่อการศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตายและผลผลิตของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงเป็นระยะเวลา 9 วัน ด้วยคลอเรลลาจากปุ๋ยมูลสัตว์ ที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 10, 20 และ 30 ตัวต่อลิตร โดยมีคลอเรลลาที่เจริญจากปุ๋ยเคมีเป็นตัวควบคุม ผลการ ศึกษาพบว่า ที่ระดับความหนาแน่น 10 ตัวต่อลิตร การเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาจากปุ๋ยมูลสุกรขุน มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด (0.064 กรัมต่อตัว) ซึ่งน้อยกว่าการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าที่เลี้ยงด้วยปุ๋ยเคมี (0.075 กรัมต่อตัว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนที่ระดับความหนาแน่นที่ระดับ 20 และ 30 ตัวต่อลิตร น้ำหนักเฉลี่ยของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาจากมูลไก่ไข่ มูลสุกรขุน และปุ๋ยเคมีไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยมีค่าระหว่าง 0.041-0.042 กรัมต่อตัว และ 0.031-0.033 กรัมต่อตัวตามลำดับ ส่วนน้ำหนักไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาจากมูลโคเนื้อมีค่าน้อยที่สุด (0.011-0.026 กรัมต่อตัว) แต่มีค่าน้อยกว่าไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยวิธีการอื่นทุกระดับความหนาแน่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ความหนาแน่นที่เหมาะสมที่สุดในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยด้วยคลอเรลลาที่ใช้มูลสัตว์เป็นปุ๋ยคือ ระดับความหนาแน่นระดับ 20 ตัวต่อลิตร

พุทธพรณี และคณะ (2550) ศึกษาอาหารของไร่น้ำนางฟ้าส่วนมากเป็นสาหร่ายขนาดเล็กที่สำคัญที่สุดคือคลอเรลลา (*Chlorella* sp.) แบคทีเรียซากอินทรีย์รวมถึงแพลงก์ขนาดเล็กการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าอาจใช้อาหารอื่นทดแทนสาหร่าย เช่น ไข่ยีสต์ 0.8-1.0 มิลลิลิตรต่อตัวต่อวัน ผสมกับกากน้ำตาล 1.0 มิลลิลิตร หรือใช้น้ำหมักชีวภาพ 1.0 มิลลิลิตร ผสมกับกากน้ำตาล 1.0 มิลลิลิตร ให้กินต่อตัวต่อวัน แต่ไม่ควรให้ติดต่อกันนานจะทำให้คุณภาพน้ำเสียและทำให้ไร่น้ำนางฟ้าสีซีดเพราะยีสต์และน้ำหมักชีวภาพไม่มีคลอโรฟิลล์ ดังนั้นจึงควรให้สลับกับสาหร่าย

นุกูล และละออศรี (2547) ศึกษาผลของความเข้มข้นของอาหารต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทย โดยทำการวิจัยเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยที่มีอายุแตกต่างกัน (1-5, 6-10 และ 11-20 วัน) โดยให้แยกอาหารทีละชนิด (สาหร่ายคลอเรลลา รำละเอียด สาหร่ายสไปรูลินาผง) ที่เข้มข้นแตกต่างกัน นอกจากนั้นได้วิจัยให้อาหารผสมทั้ง 3 ชนิดในอัตราส่วนที่แตกต่างกันด้วย ในแต่ละการวิจัยใช้ตัวอ่อนไร่น้ำนางฟ้าไทยระยะนอเพลียสที่มีอายุ 1 วัน จำนวน 20 ตัว เลี้ยงในถังพลาสติกที่มีน้ำประปาปริมาณ 2 ลิตร โดยใช้ระบบน้ำนิ่งที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและมีการเติมอากาศเล็กน้อย ผลการศึกษพบว่า ทั้งคลอเรลลาหรือรำละเอียดสามารถใช้เป็นอาหารไร่น้ำนางฟ้าไทยได้ดีโดยไม่ต้องผสมกันกับอาหารชนิดอื่น

จิตติมา และจิตรา (2545) ศึกษาการใช้ EM ในน้ำที่เลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย พบว่าไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงในน้ำที่ใส่ EM 1.2 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร มีน้ำหนักและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มวิจัยอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนอัตราการรอดตายเฉลี่ยของไร่น้ำนางฟ้าไทยในทุกกลุ่มวิจัยไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยในน้ำของกลุ่มวิจัยที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าเฉลี่ย 0.41, 0.34, 0.30 และ 0.28 ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากกลุ่มจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายไนโตรเจน ซึ่งบางชนิดของแบคทีเรียในกลุ่มนี้มีเอ็นไซม์ ammonia monooxygenase ซึ่งสามารถออกซิไดซ์แอมโมเนียให้เป็นสารพวกไฮดรอกซีลามีน (hydroxylamine) ซึ่งช่วยลดปริมาณแอมโมเนียในน้ำ (Ward, 1996) ปริมาณออกซิเจนละลาย 4 มิลลิลิตร ในทุกกลุ่มวิจัยค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในทุกกลุ่มวิจัยอยู่ในช่วง 6.2-6.5 การใช้ EM ที่ระดับ 1.2 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรในน้ำที่เลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยทุกสัปดาห์มีแนวโน้มที่ช่วยให้แอมโมเนียในน้ำลดลงและไร่น้ำนางฟ้ามีการเจริญเติบโตดีขึ้น

ธัญหทัย และคณะ (ม.ป.ป.) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางโภชนาของกากกากมันหมักยีสต์ และผลการใช้กากกากมันหมักยีสต์ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไทยไข่ วางแผนการวิจัยแบบสุ่มสมบูรณ์โดยใช้ลูกไก่ไทยไข่ละโว้เพศอายุ 14 วัน จำนวน 96 ตัว แบ่งออกเป็น 4 ทรีตเมนต์ ทรีตเมนต์ละ 3 ซ้ำ ไก่วิจัยเลี้ยงในกรงวิจัยขนาดความกว้าง $1.0 \times 1.5 \times 1.8$ เมตร จำนวน 12 กรงๆละ 8 ตัว ดังนี้ โดยแต่ละทรีตเมนต์จะได้รับอาหารแตกต่างกัน ทรีตเมนต์ 1 ได้รับอาหารสำเร็จรูปทางการค้าเพียงอย่างเดียว (กลุ่มควบคุม) ทรีตเมนต์ 2, 3 และ 4 ได้รับกากมันสำปะหลังหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักสด ตามลำดับระยะเวลาการวิจัย 92 วัน ผลการวิจัยพบว่า กากกากมันหมักยีสต์อายุการหมัก 21 วัน มีค่า DM, CP และ GE เท่ากับ 20.13, 10.34 และ 3,545.85 แคลอรีต่อกรัม ตามลำดับ สำหรับสมรรถภาพการผลิตของไก่ไทยไข่พบว่า การใช้กากกากมันหมักยีสต์ทดแทนอาหารสำเร็จรูปทางการค้าที่ระดับ 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสดไม่มีผลต่อปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการแลกเนื้อของไก่ไทยไข่

ศุภกิจ และคณะ (2556) ศึกษาการใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ในสูตรอาหารโคนมต่อประสิทธิภาพการใช้อาหาร และการให้ผลผลิตน้ำนมโดยใช้โคลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียน จำนวน 12 ตัว มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 405.4 ± 43.9 กิโลกรัม และมีผลผลิตน้ำนมเฉลี่ย 10.2 ± 1.2 กิโลกรัมต่อวัน ใช้แผนการวิจัยแบบบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) อาหารวิจัยมี 4 สูตร ตามระดับของกากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ คือ 0, 25, 35 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสูตรรวม ที่มีหญ้าขี้เป้งเป็นแหล่งอาหารหลัก จากการศึกษาพบว่าโคที่ได้รับกากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ในระดับ 0 และ 25 เปอร์เซ็นต์ จะมีการกินได้ (14.2, 15.4, 11.4 และ

7.8 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก และปริมาณผลผลิตน้ำนม (10.8, 11.1, 9.9 และ 8.1 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ) สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับในระดับ 35 และ 45 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) ส่วนองค์ประกอบน้ำนมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังนั้นสามารถใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์ในระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารของโคนม

Khampa et al. (2014) ศึกษาผลของการเสริมกากกากมันหมักยีสต์ต่อปริมาณการกินได้ และความเป็นกรดเป็นด่างในรูเมนของโคนมสาว โดยมีโคนมรุ่นทดสอบจำนวน 3 ตัว ตามแผนการทดสอบแบบลาตินสแควร์ 3×3 จัตุรัสลาติน ซึ่งมีทริทเมนต์ทดสอบประกอบด้วย ทริทเมนต์ที่ 1 เสริมอาหารชั้นสัดส่วน 100 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มควบคุม) (T1) ทริทเมนต์ที่ 2 เสริมอาหารชั้นร่วมกับกากกากมันหมักยีสต์ (T2) และทริทเมนต์ที่ 3 เสริมกากมันสำปะหลังสัดส่วน 100 เปอร์เซ็นต์ (T3) โดยโคนมทุกตัวได้รับอาหารทดสอบร่วมกับฟางข้าวเป็นอาหารหยาบกินเต็มที่และมีน้ำสะอาดและแร่ธาตุอย่างพอเพียง ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโคนมสาวที่ได้รับการเสริมอาหารชั้นร่วมกับกากกากมันหมักยีสต์ (T2) มีผลต่อปริมาณการกินได้ทั้งหมดสูงสุดรองลงมา ได้แก่ ทริทเมนต์ที่ 3 และ 1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.0, 12.4 และ 6.9 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ขณะที่สมมูลความเป็นกรด-ด่างของเหลวในกระเพาะรูเมนไม่แตกต่างทางสถิติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 6.5-6.7 อย่างไรก็ตาม โคนมที่ได้รับการเสริมอาหารชั้นร่วมกับกากกากมันหมักยีสต์มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตสูงสุด รองลงมาคือ เสริมอาหารชั้นสัดส่วน 100 เปอร์เซ็นต์ และกากมันหมักยีสต์ สัดส่วน 100 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 452, 425 และ 411 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ดังนั้นผลจากการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า การเสริมอาหารชั้นร่วมกับกากกากมันหมักยีสต์สามารถเพิ่มปริมาณการกินได้ของอาหารทั้งหมด สภาวะความเป็นกรด-ด่างในรูเมนและสมรรถนะการเจริญเติบโตในโคนม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการวิจัย

- 3.1.1 กะละมังพลาสติกขนาด 12 ลิตร
- 3.1.2 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง
- 3.1.3 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 3.1.6 เครื่องวัดคุณภาพน้ำภาคสนาม
- 3.1.7 เครื่องวิเคราะห์โปรตีน
- 3.1.8 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน
- 3.1.9 เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย
- 3.1.10 เครื่องวิเคราะห์เถ้า
- 3.1.11 เครื่องให้อากาศ
- 3.1.12 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)
- 3.1.13 กระชอนตาถี่
- 3.1.14 หัวทราย
- 3.1.15 ถาดอะลูมิเนียม
- 3.1.16 ไม้บรรทัดและสมุดจดบันทึก

3.2 การวางแผนการวิจัย

วางแผนการวิจัยแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) โดยมี 5 ชุดการวิจัย (Treatment) แต่ละชุดการวิจัยมี 4 ซ้ำ (Replication) โดยศึกษาผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างกันในการเพาะเลี้ยงไร้น้ำนางฟ้าไทย

- ชุดวิจัยที่ 1 = ไม่เสริมกากมันหมักยีสต์ (สูตรอาหารควบคุม)
- ชุดวิจัยที่ 2 = เสริมกากมันหมักยีสต์ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร
- ชุดวิจัยที่ 3 = เสริมกากมันหมักยีสต์ 2 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร
- ชุดวิจัยที่ 4 = เสริมกากมันหมักยีสต์ 3 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร
- ชุดวิจัยที่ 5 = เสริมกากมันหมักยีสต์ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร

3.3 การเตรียมอาหารสำหรับการวิจัย

3.3.1 การเตรียมโคลอเรลาหรือน้ำเขียว

อาหารที่ให้โรน้านางไทยคือ โคลอเรลาหรือน้ำเขียว มีวิธีการเตรียมดังนี้

- 3.3.1.1 จัดเตรียมบ่อซีเมนต์กลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 80 เซนติเมตร สูง 45 เซนติเมตร และลึก 35 เซนติเมตร
 - 3.3.1.2 ทำความสะอาดบ่อซีเมนต์กลมและตากบ่อซีเมนต์กลมทิ้งไว้อย่างน้อย 1 วัน
 - 3.3.1.3 เติมน้ำบ่อซีเมนต์กลมให้ได้ปริมาตร 150 ลิตร
 - 3.3.1.4 ชั่งน้ำหนักของสูตรอาหารที่ใช้เลี้ยงโคลอเรลา ใช้สูตรการเพาะเลี้ยงโคลอเรลาของศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คือ ยูเรีย (46-0-0) 30 กรัม ปุ๋ย (16-20-0) 15 กรัม รำ 50 กรัม ปูนขาว 9 กรัม
 - 3.3.1.5 เติมน้ำลงในส่วนผสมและคนให้ส่วนผสมของอาหารละลาย แล้วจึงเทสารละลายของส่วนผสมลงในบ่อซีเมนต์กลม
 - 3.3.1.6 จากนั้นนำหัวเชื้อสาหร่ายโคลอเรลา 30 ลิตร เทผสมลงในบ่อซีเมนต์กลมให้เข้ากันหมั่นคนทุกวัน และให้โคลอเรลาถูกแสงแดด และเติมอากาศตลอดเวลา
 - 3.3.1.7 เมื่อโคลอเรลาอายุประมาณ 5-7 วัน กรองโคลอเรลาด้วยผ้ากรองขนาดตาไม่เกิน 60 ไมโครเมตร ก่อนนำมาเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทย
- #### 3.3.2 การเตรียมกากมันหมักยีสต์
- 3.3.2.1 เตรียมถังพลาสติก และทำความสะอาดถังพลาสติก
 - 3.3.2.2 ชั่งน้ำหนักส่วนผสมจากสูตรกากมันหมักยีสต์ที่ใช้คือ หัวเชื้อผลิตมันหมักยีสต์ 0.3 กิโลกรัม กากน้ำตาล 3 กิโลกรัม ยูเรีย 1.3 กิโลกรัม และน้ำสะอาด 200 ลิตร สูตรของสิทธิศักดิ์
 - 3.3.2.3 ผสมวัตถุดิบทั้งหมดในถังผสมและคนให้ละลายเข้ากันโดยใช้ไม้คนบ่อยๆ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง
 - 3.3.2.4 จากนั้นนำน้ำมันหมักยีสต์ที่ผสมแล้วมาคลุกเคล้ากับกากมันสด โดยมีอัตราส่วนผสมการผสม คือน้ำหมักยีสต์ 1 ลิตร ต่อ กากมันสด 6 กิโลกรัม
 - 3.3.2.5 ปิดฝาถังผสมด้วยพลาสติกและหมักเป็นเวลาอย่างน้อย 14 วัน เมื่อครบกำหนดแล้วสามารถนำไปใช้ในการเสริมให้กับโรน้านางไทย

3.2 การเตรียมไร่นางฟ้าไทยสำหรับการวิจัย

3.2.1 นำไข่ไร่นางฟ้าไทยมาฟักโดยการแช่น้ำเป็นเวลา 15 ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมง จากนั้นไข่ของไร่นางฟ้าไทยจะฟักออกมาเป็นตัว

3.2.2 อนุบาลตัวอ่อนไร่นางฟ้าไทย 7 วัน

3.2.3 นำไร่นางฟ้าที่มีอายุ 7 วันมาใช้ในวิจัย

3.3 การดำเนินการวิจัย

3.3.1 นำไร่นางฟ้าไทยอายุ 7 วัน มาเลี้ยงในกะละมังพลาสติก แล้วใส่น้ำปริมาตร 10 ลิตร จำนวน 10 ตัวต่อลิตร

3.3.2 ให้อาหารไร่นางฟ้าไทยด้วยคลอเรลลา 2×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร และการเสริมกากมันหมักยีสต์ตามความเข้มข้นที่ระดับต่างๆ ตามแผนการวิจัย

3.3.3 ให้อาหารของไร่นางฟ้าไทยวันละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และเปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำต่อสัปดาห์และทำการเติมน้ำใหม่ให้ได้ระดับเดิมและเติมอากาศตลอดเวลา

3.4 การเก็บข้อมูล

3.4.1 ตรวจสอบการเจริญเติบโตของไร่นางฟ้าไทยทุกสัปดาห์ เก็บข้อมูลโดยการชั่งน้ำหนักและบันทึกจำนวนไร่นางฟ้าไทยที่เหลือรอดทั้งหมดในแต่ละกะละมังพลาสติก

3.4.2 การตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยทำการวิเคราะห์ อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง แอมโมเนียทุกสัปดาห์ตลอดการวิจัย

3.5 การศึกษาการเจริญเติบโต

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของไร่นางฟ้าไทย โดยการชั่งน้ำหนักก่อนเริ่มทำการวิจัย และทำการบันทึกการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักทุกสัปดาห์ระหว่างทำการวิจัย โดยทำการชั่งน้ำหนักรวมในแต่ละชุดการวิจัย เมื่อสิ้นสุดการวิจัยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลการตอบสนองของไร่นางฟ้าไทยต่ออาหารวิจัย ดังนี้

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว (กรัม)

$$= \frac{\text{ปริมาณน้ำหนักรวม}}{\text{จำนวนไร่นางฟ้าไทยทั้งหมด}}$$

$$\begin{aligned} & \text{น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มต่อวัน (daily weight gain , DWG ; กรัมต่อวัน)} \\ & = \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาวิจัย}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate, SGR ; เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)} \\ & = \frac{(\ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \ln \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น}) \times 100}{\text{ระยะเวลาวิจัย}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{อัตราการรอดตาย (survival rate ; เปอร์เซ็นต์)} \\ & = \frac{\text{จำนวนโร่น้ำนางฟ้าไทยสิ้นสุดการวิจัย}}{\text{จำนวนโร่น้ำนางฟ้าไทยที่เริ่มวิจัย}} \times 100 \end{aligned}$$

3.6 การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของโร่น้ำนางไทย

การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของโร่น้ำนางไทยแต่ละชุดการวิจัย โดยวิเคราะห์หาความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า โดยวิเคราะห์ตามวิธี Proximate analysis (AOAC, 2000)

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

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

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทย เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับที่แตกต่างกัน คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร นาน 2 สัปดาห์

4.1 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าไทย

4.1.1 น้ำหนักเฉลี่ย

เมื่อเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.008 กรัมต่อตัว ด้วยกากมันหมักยีสต์ในระดับต่างๆ คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับ 0 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร มีแนวโน้มน้ำหนักเฉลี่ยดีที่สุดที่สุตรองลงมา คือ 4, 3, 2 และ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ตามลำดับ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.0561 ± 0.0053 , 0.0553 ± 0.0015 , 0.0462 ± 0.0050 , 0.0452 ± 0.0062 และ 0.0304 ± 0.0062 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การเสริมกากมันหมักยีสต์มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยของไร่น้ำนางฟ้าไทยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 4.1

เมื่อเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.008 กรัมต่อตัว ด้วยกากมันหมักยีสต์ในระดับต่างๆ คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร มีแนวโน้มน้ำหนักเฉลี่ยดีที่สุด รองลงมา คือ 0, 3, 2 และ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ตามลำดับ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.1801 ± 0.0056 , 0.1578 ± 0.0059 , 0.1549 ± 0.0188 , 0.1297 ± 0.0115 และ 0.1168 ± 0.0104 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การเสริมกากมันหมักยีสต์มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยของไร่น้ำนางฟ้าไทยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักเฉลี่ยของไรร้านางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ นาน 2 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	การเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ (กรัมต่อตัว)				
	0	1	2	3	4
1	0.0561±0.0053 ^a	0.0304±0.0062 ^b	0.0452±0.0062 ^{ab}	0.0462±0.0050 ^{ab}	0.0553±0.0015 ^a
2	0.1578±0.0059 ^{ab}	0.1168±0.0104 ^b	0.1297±0.0115 ^b	0.1549±0.0188 ^{ab}	0.1801±0.0056 ^a

หมายเหตุ: ^{a-b} อักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4.1.2 น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่ม

เมื่อเลี้ยงไรร้านางฟ้าไทยน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.008 กรัมต่อตัว ด้วยกากมันหมักยีสต์ใน ระดับต่างๆ คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า ไรร้านางฟ้าไทยที่ เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับ 0 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร มีแนวโน้มน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มดีที่สูงสุด รองลงมา คือ 4, 3, 2 และ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ตามลำดับ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.0079±0.0008, 0.0078±0.0022, 0.0065±0.0007, 0.0063±0.0009 และ 0.0042±0.0009 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ผล วิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การเสริมกากมันหมักยีสต์มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มของไรร้านางฟ้าไทยมีความ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 4.2

เมื่อเลี้ยงไรร้านางฟ้าไทยน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.008 กรัมต่อตัว ด้วยกากมันหมักยีสต์ใน ระดับต่างๆ คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า ไรร้านางฟ้าไทยที่ เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร มีแนวโน้มน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มดีที่สูงสุด รองลงมา คือ 0, 3, 2 และ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ตามลำดับ โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.0120±0.0004, 0.0105±0.0004, 0.0103±0.0013, 0.0086±0.0008 และ 0.0077±0.0007 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การเสริมกากมันหมักยีสต์มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มของไรร้านางฟ้าไทยไม่มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มของไร่น้ำนางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ นาน 2 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	การเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ (กรัมต่อตัวต่อวัน)				
	0	1	2	3	4
1	0.0079±0.0008 ^a	0.0042±0.0009 ^b	0.0063±0.0009 ^{ab}	0.0065±0.0007 ^{ab}	0.0078±0.0022 ^a
2	0.0105±0.0004 ^{ab}	0.0077±0.0007 ^b	0.0086±0.0008 ^b	0.0103±0.0013 ^{ab}	0.0120±0.0004 ^a

หมายเหตุ: ^{a-b} อักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4.1.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน)

เมื่อเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.008 กรัมต่อตัว ด้วยกากมันหมักยีสต์ในระดับต่างๆ คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับ 0 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร มีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยที่ดีที่สุด รองลงมา คือ 5, 3, 2 และ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ตามลำดับ โดยมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 60.4370±1.31, 60.2660±1.65, 57.7590±1.30, 57.0480±2.93 และ 51.1170±2.21 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การเสริมกากมันหมักยีสต์มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของไร่น้ำนางฟ้าไทยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 4.3

เมื่อเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.008 กรัมต่อตัว ด้วยกากมันหมักยีสต์ในระดับต่างๆ คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร มีแนวโน้มอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยที่ดีที่สุด รองลงมา คือ 0, 3, 2 และ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ตามลำดับ โดยมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยเท่ากับ 35.9906±0.32, 35.1705±0.71, 34.9024±0.69, 33.7744±0.79 และ 33.1023±0.33 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การเสริมกากมันหมักยีสต์มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของไร่น้ำนางฟ้าไทยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของไร่น้ำนางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ นาน 2 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	การเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ (เปอร์เซ็นต์)				
	0	1	2	3	4
1	60.4370±1.31 ^a	51.1170±2.21 ^b	57.0480±2.93 ^{ab}	57.7590±1.30 ^{ab}	60.2660±1.65 ^a
2	35.1705±0.71 ^{ab}	33.1023±0.33 ^b	33.7744±0.79 ^{ab}	34.9024±0.69 ^{ab}	35.9906±0.32 ^a

หมายเหตุ: ^{a-b} อักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4.2 การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่ออัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทย

เมื่อเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.008 กรัมต่อตัว ด้วยกากมันหมักยีสต์ในระดับต่างๆ คือ 0, 0.5, 1, 1.5 และ 2 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับ 0 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร มีอัตราการรอดตายดีที่สุด รองลงมา คือ 3, 2, 5 และ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ตามลำดับ โดยมีอัตราการรอดตายเท่ากับ 80.000 ± 2.78 , 68.333 ± 4.65 , 63.667 ± 4.91 , 61.00 ± 2.65 และ 60.667 ± 3.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การเสริมกากมันหมักยีสต์มีผลต่ออัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 4.4

เมื่อเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 0.008 กรัมต่อตัว ด้วยกากมันหมักยีสต์ในระดับต่างๆ คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่า ไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับ 0 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร มีอัตราการรอดตายดีที่สุด รองลงมา คือ 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ตามลำดับ โดยมีอัตราการรอดตายเท่ากับ 71.000 ± 1.32 , 58.000 ± 3.5 , 53.333 ± 5.20 , 49.667 ± 4.19 และ 40.33 ± 1.04 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การเสริมกากมันหมักยีสต์มีผลต่ออัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 อัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่าง ๆ นาน 2 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	การเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ (เปอร์เซ็นต์)				
	0	1	2	3	4
1	80.00±2.78 ^a	60.67±3.88 ^b	63.67±4.91 ^b	68.33±4.65 ^{ab}	61.00±2.65 ^b
2	71.00±1.32 ^a	58.00±3.5 ^b	53.33±5.20 ^{bc}	49.67±4.19 ^{bc}	40.33±1.04 ^c

หมายเหตุ: ^{a-b-c} อักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4.3 คุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทย

การศึกษาผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์มีผลต่อคุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทยเป็นเวลา 2 สัปดาห์ คุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทยด้านความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยพบว่า การเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับ 2 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร มีความชื้นมากที่สุด รองลงมา คือ 4, 1, 3 และ 0 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ตามลำดับ โดยมีความชื้น เท่ากับ $5.47 \pm 0.528 \pm 0.07$, 5.06 ± 0.02 , 4.97 ± 0.03 และ 4.92 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า การเสริมกากมันหมักยีสต์มีผลต่อความชื้นของไร่น้ำนางฟ้าไทยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณโปรตีน ไขมัน เยื่อใย และเถ้า ผลวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของโรนํานางฟ้าไทยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง

คุณค่าทางอาหาร	การเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ (เปอร์เซ็นต์)				
	0	1	2	3	4
ความชื้น	4.92± 0.04 ^c	5.06± 0.02 ^c	5.47± 0.05 ^a	4.97± 0.03 ^c	5.28± 0.07 ^b
โปรตีน	64.97±0.04	64.51±0.38	64.66±0.6	64.37±0.27	64.41±0.49
ไขมัน	7.08±0.90	6.74±0.28	6.95±0.43	6.38±0.24	6.51±0.31
เยื่อใย	5.84±0.30	6.09±0.19	5.94±0.37	6.11±0.18	6.21±0.16
เถ้า	8.07±0.78	7.98±0.47	8.19±0.29	8.38±0.65	8.21±0.32

หมายเหตุ: ^{a-b-c} อักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4.4 คุณภาพน้ำ

4.2.1 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

การศึกษาผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางอาหารของโรนํานางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างกัน คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร นาน 2 สัปดาห์ พบว่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อโรนํานางฟ้าไทยโดยอุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 27.1-27.53 องศาเซลเซียส ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ในการเลี้ยงโรนํานางฟ้าด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)				
	การเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ (มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร)				
	0	1	2	3	4
เริ่มต้น	27.23	27.13	27.13	27.10	27.10
1	27.53	27.43	27.3	27.07	27.37
2	27.23	27.13	27.17	27.1	27.1

4.2.2 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

การศึกษาผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างกัน คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร นาน 2 สัปดาห์ พบว่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ไร่น้ำนางฟ้าไทย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 5.43-8.87 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)				
	การเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ (มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร)				
	0	1	2	3	4
เริ่มต้น	8.43	8.47	8.47	8.67	8.87
1	6.1	6.1	5.9	6.17	6.07
2	5.43	5.47	5.47	5.67	5.73

4.4.3 ความเป็นกรดเป็นด่าง

การศึกษาผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างกัน คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร นาน 2 สัปดาห์ พบว่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์ไร่น้ำนางฟ้าไทย ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าระหว่าง 7.74-8.23 ดังตารางที่ 4.8

4.2.4 แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)

การศึกษาผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างกัน คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร นาน 2 สัปดาห์ พบว่าค่าแอมโมเนียอยู่ในเกณฑ์ที่เป็นอันตรายต่อไร่น้ำนางฟ้าไทย โดยการเสริมกากมันหมักยีสต์ในปริมาณเพิ่มขึ้นยังทำให้ค่าของแอมโมเนียเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้เป็นพิษต่อไร่น้ำนางฟ้าไทย ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.8 ความเป็นกรดเป็นด่างในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ
เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ความเป็นกรดเป็นด่าง				
	การเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ (มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร)				
	0	1	2	3	4
เริ่มต้น	8.10	8.06	7.74	8.02	8.13
1	7.94	8.23	8.07	8.23	8.09
2	8.66	8.76	8.67	8.63	8.64

ตารางที่ 4.9 แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ
เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)				
	การเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ (มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร)				
	0	1	2	3	4
เริ่มต้น	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.5	1.5	1.5	3	3
2	0.5	1.5	1.5	3	3

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางอาหารของไร่นางฟ้าไทย ได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 5 ชุดการวิจัย คือ การเสริมกากมันหมักยีสต์เลี้ยงไร่นางฟ้าไทยที่ระดับแตกต่างกัน คือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร และแต่ละชุดการวิจัยมี 3 ซ้ำ สรุปได้ดังนี้

5.1.1 ผลของการศึกษาการเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยด้วยกากมันหมักยีสต์มีผลต่อการเจริญเติบโตของไร่นางฟ้าไทยด้านน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเลี้ยงนาน 2 สัปดาห์ ส่วนการเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยเป็นเวลา 2 สัปดาห์ มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยไร่นางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ดีที่สุดเมื่อเทียบกับการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับอื่น แต่ส่งผลให้ไร่นางฟ้าไทยมีสีซีดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม และระดับที่เหมาะสมคือ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ควรเลี้ยงในระยะสั้นๆ ไม่ควรเกิน 1 สัปดาห์

5.1.2 ผลของการศึกษาการเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยด้วยกากมันหมักยีสต์มีผลต่อด้านอัตราการรอดตายเป็นเวลา 2 สัปดาห์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลา มีอัตราการรอดตายดีที่สุดเมื่อเทียบกับการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับที่ระดับอื่นๆ และการเสริมมันหมักยีสต์สำหรับเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยนั้น สามารถเลี้ยงในระยะเวลาสั้นๆ ไม่ควรเกิน 1 สัปดาห์ ถ้าเลี้ยงนานจะทำให้ไร่นางฟ้าไทยมีอัตราการรอดตายต่ำ

5.1.3 ผลของการศึกษาการเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยด้วยกากมันหมักยีสต์มีผลต่อคุณค่าทางอาหารของไร่นางฟ้าไทยเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ด้านความชื้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ 2 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร มีปริมาณความชื้นมากที่สุด และด้านโปรตีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งไร่นางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลามีปริมาณโปรตีนมากกว่าไร่นางฟ้าที่เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ ส่วนปริมาณไขมัน เยื่อใย และเถ้า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

5.1.4 ผลของการศึกษาการเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยด้วยกากมันหมักยีสต์เป็นเวลา 2 สัปดาห์ มีผลต่อคุณภาพน้ำทางด้านอุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่

เป็นอันตรายต่อไร่นางฟ้าไทย ส่วนค่าแอมโมเนียอยู่ในเกณฑ์ที่เป็นอันตรายต่อไร่นางฟ้าไทย โดยการเสริมกากมันหมักยีสต์ในปริมาณเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าของแอมโมเนียเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งส่งผลทำให้เป็นพิษต่อไร่นางฟ้าไทย

5.2 อภิปรายผล

การศึกษาผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของไร่นางฟ้าไทย พบว่า การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร มีแนวโน้มดีที่สุดเมื่อเทียบกับการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับอื่น แต่เมื่อเทียบกับการใช้คลอเรลลาเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยจะเหมาะสมกว่าการเสริมกากมันหมักยีสต์ สอดคล้องกับชนะกิจ และคณะ (2556) และนุกูล (2548) รายงานถึงอาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยคือ คลอเรลลา แต่บางช่วงเวลาหรือสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงทำให้ปริมาณของคลอเรลลาไม่เพียงพอต่อไร่นางฟ้าไทย จึงมีการให้อาหารอื่นมาเสริมหรือทดแทน เช่นเดียวกับ โฆษิต และละออศรี (2550) และโฆษิต (2552) ได้ทำการศึกษาแหล่งอาหารที่เหมาะสมสำหรับเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยเพื่อทดแทนสาหร่ายคลอเรลลา พบว่าสามารถใช้ยีสต์และน้ำหมักชีวภาพทดแทนสาหร่ายคลอเรลลาได้ และมีการทดลองสูตรอาหารที่ใช้ร่วมกันทั้ง 3 ชนิด (ยีสต์ น้ำหมักชีวภาพและ สาหร่ายคลอเรลลา) ไร่นางฟ้าไทยมีการอัตราการเจริญเติบโตดี และมีการเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยโดยอาหารผงสำหรับทดแทนสาหร่ายคลอเรลลาได้ (โฆษิต, 2556) รวมทั้งจิตติมา และจิตรา (2545) ที่ใช้จุลินทรีย์ EM (Effective Microorganism) ที่ 1.2 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร และ รำละเอียด 1.6 มิลลิกรัม น้ำหนักแห้งของรำละเอียดต่อกรัม (นุกูล, 2548) ทำให้การเจริญเติบโตของไร่นางฟ้าไทยดีที่สุด แต่ในการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร และการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับเพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้สีของไร่นางฟ้าไทยมีสีที่ซีดลง เนื่องจากกากมันหมักยีสต์มีปริมาณของสารแคโรทีนอยด์ต่ำ จึงทำให้ไร่นางฟ้าไทยมีสีซีดลง สอดคล้องกับจามรี (2556) รายงานว่าการเลี้ยงไร่นางฟ้าไทยด้วยยีสต์มีผลต่อการเจริญเติบโตได้ดี แต่สีของไร่นางฟ้าไทยที่ได้มีสีซีด และสีไม่เข้มเหมือนกับไร่นางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลา เพราะคลอเรลลามีคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี เบต้าแคโรทีน และแซนโทฟิลล์ ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สารสีที่สูง รวมทั้งมีโปรตีนสูง จึงทำให้ไร่นางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลาจึงมีสีเข้ม และมีการเจริญเติบโตดี คุณค่าทางโภชนาการของไร่นางฟ้าที่เลี้ยงด้วยกากมันสำหรับยีสต์พบว่า ความชื้นมีค่าประมาณ 94.86 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกับจามรี และคณะ

(2559) มีความชื้นประมาณ 93 เปอร์เซ็นต์ และ Dararat et al. (2012) มีความชื้นของโรน้านางฟ้าไทย ประมาณ 90.22 เปอร์เซ็นต์ ส่วน Srinoparatwatana et al. (2013) และ Gusolsatit et al. (2013) มีความชื้นประมาณ 93 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนมีค่าประมาณ 64.58 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกับ Dararat et al. (2012) มีปริมาณโปรตีนของโรน้านางฟ้าไทยเท่ากับ 64.65 เปอร์เซ็นต์ และ Saengphan (2006) พบโรน้านางฟ้าไทยมีโปรตีน 64.90 เปอร์เซ็นต์ แต่มีค่าน้อยกว่ากับ Gusolsatit et al. (2013) ทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของโรน้านางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยคลอเรลลาที่ใช้ธาตุอาหารจากตะกอนจากบ่อเลี้ยงปลา ทำให้โรน้านางฟ้าไทยมีโปรตีน 67.23 ± 0.22 เปอร์เซ็นต์ ไขมันของโรน้านางฟ้าไทยมีค่าประมาณ 6.88 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณน้อยกว่าจามรีและคณะ (2559) รายงานปริมาณไขมันของโรน้านางฟ้าไทยมีค่าเฉลี่ย 7.48 เปอร์เซ็นต์ และ Dararat et al. (2012) พบปริมาณไขมัน 7.57 เปอร์เซ็นต์ แต่มากกว่า Saengphan (2006) ที่รายงานปริมาณไขมันเพียง 5.07 เปอร์เซ็นต์ และ 5.68 เปอร์เซ็นต์ ของ Gusolsatit et al. (2013) เยื่อใยของโรน้านางฟ้าไทยมีค่าประมาณ 6.04 มีปริมาณน้อยกว่ารายงาน Dararat et al. (2012) และ Saengphan (2006) มีปริมาณแล้ว 8.17 และ 8.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนอัตราการรอดตายของโรน้านางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์มีอัตราการรอดตายประมาณ 50.33 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายน้อยกว่าจิตติมาและจิตรา (2545) มีอัตราการรอดตาย 75.50 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยด้วย Effective Microorganisms การเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยด้วยกากมันหมักยีสต์ปริมาณที่เพิ่มขึ้น และเลี้ยงในระยะเวลานาน จะมีอัตราการรอดตายลดลง เนื่องจากมีปริมาณของแอมโมเนียในน้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยมีปริมาณแอมโมเนีย 1.5 - 3 มิลลิกรัมต่อลิตรซึ่งเป็นปริมาณที่สูงกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสม สอดคล้องกับบุญกู่ และคณะ (2549) และศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุทัยธานี (2556) รายงานว่าปริมาณของแอมโมเนียไนโตรเจนรวมในน้ำไม่ควรเกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับการเพาะเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทย ถ้าค่าของแอมโมเนียมากเกินไปจะส่งผลทำให้เป็นพิษต่อโรน้านางฟ้าไทยทำให้โรน้านางฟ้าไทยตายได้ และส่งผลให้โรน้านางฟ้าไทยเป็นโรคจุดดำ การเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยด้วยกากมันหมักยีสต์ทำให้โรน้านางฟ้าไทยมีการเจริญเติบโตดี แต่ไม่ควรนำมาเลี้ยงในระยะยาว เพราะจะทำให้โรน้านางฟ้าไทยมีอัตราการรอดตายต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของโฆษิต (2556) ที่นำอาหารผงสำเร็จรูปมาเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยร่วมกับสาหร่ายคลอเรลลาอาจใช้ทดแทนได้ทั้งหมดในช่วงการเลี้ยงสั้นๆ ในกรณีที่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลาได้ ดังนั้นในการเลี้ยงโรน้านางฟ้าไทยด้วยการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับ 4 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ทำให้โรน้านางฟ้าไทยมีการเจริญเติบโต และมีอัตราการรอดตายดี แต่ควรเลี้ยงในระยะเวลาสั้นๆ ในกรณีที่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลาได้

5.3 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

กากมันหมักยีสต์สามารถนำไปเป็นอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทยได้ แต่ในช่วงการเลี้ยงสั้นๆ ในกรณีที่ไม่สามารถเพาะเลี้ยงสาหร่ายคลอเรลลาได้

5.4 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดอื่น เพื่อให้ทราบปริมาณที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแต่ละชนิด



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

- ໄໂມໂຮໂຕ ສຣີໂກຸຮຣ. 2556. ສຶກສາການເລີ່ຍໄຮໂນ້ນຳນາງຟ້າໄທໂຍໂດຍອາຫານຜງສໍາຮັບທດແທນສາຮ່າຍຄອເລຣລາ. ວາຣສາຣເທໂໂລໂຍຶຣາໂຮມງຄອໂສນ. 6(1): 66-80.
- ໄໂມໂຮໂຕ ສຣີໂກຸຮຣ. 2552. ການພັດທະນາການເລີ່ຍໄຮໂນ້ນຳນາງຟ້າໄທໂຍແລະສິຣິຣໄນເຂິງພາຣໂຍຊ໌ແລະການໃຊ້ເປັນອາຫານ ກຸ້ງກໍາມກຣາມ. ວິທຳນິພຸນປຣັຊຸວາດຸຊຸກິບັດທິດ. ມຸຫວິທຳລັຍຂອນແກນ.
- ໄໂມໂຮໂຕ ສຣີໂກຸຮຣ ແລະລອອສຣີ ເສນາເມືອງ. 2550. ການເພາະເລີ່ຍໄຮໂນ້ນຳນາງຟ້າໄທໂຍໂດຍໃຊ້ນໍ້າໄມ້ກຳໂສຸກຳແລະ ຢີສຕ໌ເປັນອາຫານ. ວາຣສາຣວິທຳສາສຕຣ. 6 (1): 369 375.
- ຈາມຣີ ເຮືອໂຮງຊ໌ ຈງດີ ສຣິນປຣັດນໍວິດນ ສຸຣກິ ປຣະຊຸມຟລ ແລະ ປຣິໂຍຸວາ ພັນບຸໂຍມາ. 2559. ການເລີ່ຍໄຮໂນ້ນຳນາງຟ້າໄທໂຍ ດ້ວຍຢີສຕ໌ມີຊີວິດຮ່ວມກັບຈຸລິນທຣີຢ໌ EM. ວາຣສາຣແກ່ນເຂຊຕຣ. 44 (ໂນປັບປັກເສຊ 1). 636-642.
- ຈາມຣີ ເຮືອໂຮງຊ໌ ແລະ ປຣິໂຍຸວາ ພັນບຸໂຍມາ. 2556. ຜອຜລິດແລະການເຈຣິໂຍເຕີບໂຕຂອໄຮໂນ້ນຳນາງຟ້າໄທໂຍທີ່ເລີ່ຍ ດ້ວຍຢີສຕ໌ມີຊີວິດ.ການປຣະຊຸມວິທຳການຣະດັບຊາຕິ “ສຣິນຄຣິນທຣວິໂຣໄທວິທຳການ” ຄຣິ່ງທີ່ 7. 348-354.
- ຈິດທິມາ ໄມ້ນກິງ ແລະຈິດຣາ ຈິດນກິງ. 2545. ຜອຜລຂອ (EM) ຕໍ່ການເຈຣິໂຍເຕີບໂຕແລະອັຕຣາຣອດຂອໄຮໂນ້ນຳນາງຟ້າໄທໂຍ. ການປຣະຊຸມທາງວິທຳການຂອມຫວິທຳລັຍເຂຊຕຣສາສຕຣ ຄຣິ່ງທີ່ 50. ມຫວິທຳລັຍເຂຊຕຣສາສຕຣ. 498-505.
- ຈໍາລອງ ເຊິຍມຈໍານຣຣຈາ. 2547. ຟິຊເສຣຊຸກິງ. ສໍານັກຟິມຟິມຫວິທຳລັຍເຂຊຕຣສາສຕຣ. ກຸ່ງເທພາ. 2: 104-116.
- ຂນະກິງ ແສງອຸຣຸນ ຈງດີ ສຣິນປຣັດນໍວິດນ ທັສຸນຟັນຊ໌ ກຸສລສລິດຍ໌ ແລະຈາມຣີ ເຮືອໂຮງຊ໌. (2556). ການເຈຣິໂຍເຕີບໂຕ ແລະອັຕຣາກາຣອດຕາຍຂອໄຮໂນ້ນຳນາງຟ້າໄທໂຍທີ່ເລີ່ຍດ້ວຍຄອເລຣລາຈາກປຸຍມຸລສັດວ໌. ວາຣສາຣວິຈັຍ ເທໂໂລໂຍຶຣາໂຮມງຄອຕະວັນອອກ. 6(1): 10-17.
- ນຸກຸລ ແສງຟັນຊ໌ ໄໂມໂຮໂຕ ສຣີໂກຸຮຣ ແລະ ລອອສຣີ ເສນາເມືອງ. 2549. ໄຮໂນ້ນຳນາງຟ້າ: ຈິວແຕ່ແຈ້ວ. ຂອນແກ່ນ: ໂຮງ ຟິມຟິຄລິ່ງນານາວິທຳ.
- ນຸກຸລ ແສງຟັນຊ໌ ແລະລອອສຣີ ເສນາເມືອງ. 2547. ຜອຜລຂອຄວາມເຂັ້ມຂົນຂອອາຫານຕໍ່ການເຈຣິໂຍເຕີບໂຕແລະ ກາຣຣອດຊີວິດຂອໄຮໂນ້ນຳນາງຟ້າໄທໂຍ. ຄຸນະວິທຳປຣະມງ ວິທຳລັຍເຂຊຕຣແລະເທໂໂລໂຍຶຣາໂຮມງຄອໂສຸຟຣຣນບຸຣີ.
- ນຸກຸລ ແສງຟັນຊ໌. 2548. ການເພາະເລີ່ຍໄຮໂນ້ນຳນາງຟ້າໄທໂຍເພື່ອການຄ້າໃນປຣະເທສໄທໂຍ. ວາຣສາຣວິຈັຍມຫວິທຳລັຍ ຂອນແກ່ນ. 12(2): 125-313.
- ອັໂຍຸທັຍ ສຸຊສມຟິຊ ມຸນທິຊາ ພຸທຊາຄໍາ ແລະ ວຣິນຊຣ ມຸນິຣັດນ໌. ມ.ມ.ປ. ຜອຜລການໃຊ້ກາກກາກມັນໄມ້ກຳໂສຸກິສຕ໌ຕໍ່ ສມຣຣອພາຜອຜລິດໃນໄກໄທໂຍລະໂວ໌. ການປຣະຊຸມທາງວິທຳການຂອມຫວິທຳລັຍ ເຂຊຕຣສາສຕຣ ຄຣິ່ງທີ່ 55.

- ปริญญา พันบุญมา และปัทมา วิริยพัฒนทรัพย์. 2559. ผลของระยะเวลาการขนส่งต่ออัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทย (*Branchinella thailandensis*) ที่ระดับความหนาแน่นต่างกัน. การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยมหาสารคามวิจัย ครั้งที่ 12. 573-579.
- ผกาพรรณ สุกุลมัน และปรีชา อินนุรักษ์. 2545. การเสริมกากแป้งมันและกากปาล์มเลี้ยงกระปือ. รายงานผลการดำเนินงานโครงการส่งเสริมการใช้ไบโอมันสำหรับเลี้ยงเป็นอาหารสัตว์ในประเทศไทยปี 2545. ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ และศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตโคและกระปือ สถาบันสุวรรณวาทกสิกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. 158-166.
- พุทธพรณี บุญมาก นุกูล แสงพันธุ์ และละออศรี เสนาะเมือง. 2550. ชีวิตวิทยาและความตกไข่ของไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรและไร่น้ำนางฟ้าไทย. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น. 12(2):125-131.
- ยงยุทธ ทักษิณ. 2556. ไร่น้ำนางฟ้า Fairy Shrimps. <https://C:/Users/Acer/Desktop/ปัญหาพิเศษ/เอกสารเกี่ยวกับไร่น้ำนางฟ้า/ไร่น้ำนางฟ้า.pdf>. สืบค้นเมื่อ 19 ธันวาคม 2560.
- ยุพินท์ วิวัฒน์ชัยเศรษฐ์. 2549. ไร่น้ำนางฟ้าเพื่อคุณภาพชีวิต. วารสารการประมง. 59 (1): 59-66.
- วิกิจ ฉินรับ ดำรง โลหะลักษณะเดช และทัศนภา ว่องสนั่นศิลป์. 2552. การใช้ไร่น้ำนางฟ้าเพื่อเป็นอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจในจังหวัดตรัง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
- ละออศรี เสนาะเมือง ภัทยาภาคมฤค วาสนา ศิริแสน และศิริวงศ์ บุรรุ่งโรจน์. 2549. การใช้ไร่น้ำนางฟ้าสิรินธรและอาร์ทีเมียเป็นอาหารเสริมต่อสมรรถนะปลาหมอสีในไร่น้ำนางฟ้า: จิวแต่แจ้ว. 61-69.
- ศุภกิจ สุนาโท วิโรจน์ ภัทรจินดา พรชัย ล้อวิสัย และงามนิจ นนทโส. 2556. การใช้กากมันสำปะหลังจากการผลิตเอทานอลหมักยีสต์เพื่อเป็นอาหารในโครีดนม. วารสารแก่นเกษตร. 41 ฉบับพิเศษ. 87-91.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดอุทัยธานี. 2556. การเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้า. วารสารกรมประมง. พิมพ์ครั้งที่ 1. สมเจต ใจภาคดี. 2530. การศึกษาวิธีการหมักมันสำปะหลังและการนำมันสำปะหลังหมักมาใช้ในอาหารไก่กระทงและนกทา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิทธิศักดิ์ คำผา, ศรีบุญ เชื้อหลง, ธีระวัฒน์ ศิริอุเทน, สมมาต อธิรัตน์และ อุทัยโคตรดก. 2553. การใช้ผลิตภัณฑ์หัวมันสำปะหลังสดหมักยีสต์เป็นอาหารเลี้ยงขุนโคพื้นเมืองลูกผสมเพื่อธุรกิจของฟาร์มเกษตรกรรายย่อย. วารสารแก่นเกษตร 38 ฉบับพิเศษ. 20-23.

- อัคร์ พิศาลวานิช. 2558. มันสำปะหลังไทย: ศูนย์กลางเอทานอลอาเซียน. http://www.asean thai.net/ewt_w3c/ewt_news.php?filename=&nid=3777. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2560.
- อภิรักษ์ จินพะละ. 2555. เคล็ดลับการผลิตกากมันหมักยีสต์ เพื่อเป็นอาหารโคเนื้อ-โคนม-แพะแกะ และ สัตว์ปีก. <http://pvlo-lbr.dld.go.th>. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2560.

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th Edition. AOAC, Gaithersburg, Maryland, USA.
- 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.
- Gusolsatit, T., Wangwibullkit S., Kasamechotchoung C., and Sangaroon, C. 2013. Full report National Research Council of Thailand. [in Thai]
- 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.
- Khampa, S., Koatedoke U., and Ittarat. S. 2014. Utilization of Yeast Fermented Cassava (YFCP) as Diets on Feed Intake and Rumen pH in Dairy Heifers. Faculty of Agricultural Technology. Rajabhat Maha Sarakham University.
- Saengphan, N. 2006. Culture of the Thai fairy shrimp. Suphanburi College of Agriculture and Technology, Danchang, Suphanburi Province, Thailand. 52. [in Thai].
- 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.
- Srinoparatwatana, C., Khidprasert, S., Puatakul, N., and Krueahong, J. 2013. Effect of species and concentration of plankton in fish ponds on growth and survival of the fairy shrimp *Branchinella thailandensis* Sanoamuang, Saengphan and Murugan. Full report. National Research Council of Thailand. [in Thai]

ภาคผนวก

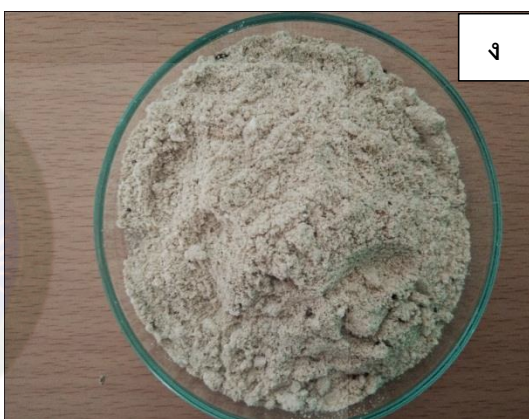
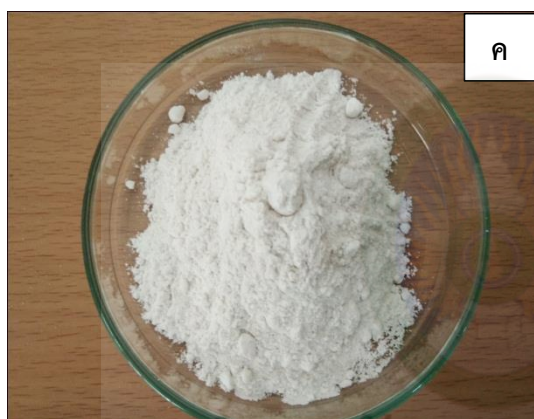


มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก
การเตรียมคลอเรลลา



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพภาคผนวก ก-1 วัตถุดิบอาหารสำหรับคอลลอยด์

- | | |
|---------------------|---------------------|
| ก. ยูเรีย(46-0-0) | ข. ปุ๋ยนา (16-20-0) |
| ค. ปูนขาว | ง. รำ |
| จ. หัวเชื้อคอลลอยด์ | |



ก



ข



ค



ง



จ

ภาพภาคผนวก ก-2 ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงคลอเรลลา

- ก. การเตรียมบ่อ ข. การชั่งส่วนผสมอาหารคลอเรลลา
 ค. การผสมวัตถุดิบ ง. คลอเรลลาอายุประมาณ 5 วัน
 จ. คลอเรลลาสำหรับเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย



ภาคผนวก ข
การเตรียมกากมันหมักยีสต์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ก



ข



ค



ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพภาคผนวก ข-1 วัสดุที่ใช้การผสมกากมันหมักยีสต์

- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| ก. กากมันสำปะหลังสด | ข. หัวเชื้อผลิตมันหมักยีสต์ |
| ค. กากน้ำตาลผง | ง. ยูเรีย |



ก



ข



ค



ง

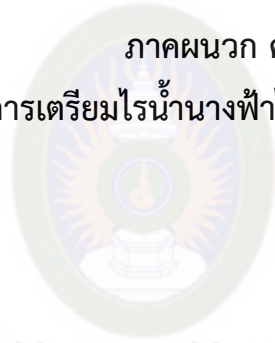


จ

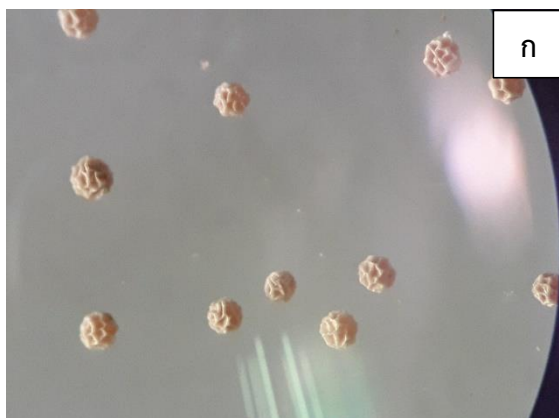
ภาพภาคผนวก ข-2 ขั้นตอนการทำกากมันหมักยีสต์

ก.ผสมส่วนผสมวัตถุดิบลงในถัง ข.ผสมหัวเชื้อและกากมัน
ค.มันหมักยีสต์ที่ผสมด้วยหัวเชื้อ ง.ปิดฝาทิ้งไว้ไม่น้อย 14 วัน
จ.น้ำกากมันหมักยีสต์สำหรับเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย

ภาคผนวก ค
การเตรียมไร่นางฟ้าไทยสำหรับการวิจัย



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



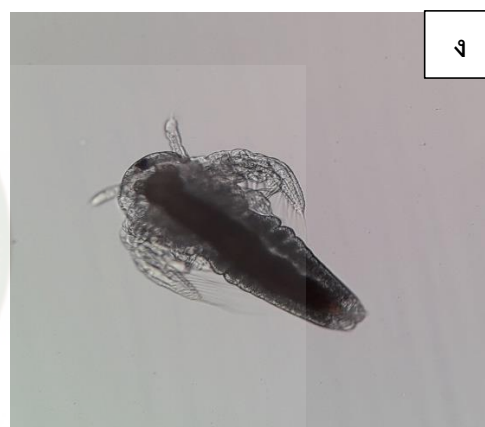
ก



ข



ค



ง



จ

ภาพภาคผนวก ค-1 การเตรียมไร่น้ำนางฟ้าไทยสำหรับการวิจัย

- ก. ไข่ไร่น้ำนางฟ้าไทย ข. นำไข่ไร่น้ำนางฟ้าไทยใส่ในถุงฟัก
 ค. ฟักไข่ในน้ำ 24 ชั่วโมง ง. ตัวอ่อนของไร่น้ำนางฟ้าไทย
 จ. ไร่น้ำนางฟ้าไทยอายุ 7 วัน



ภาคผนวก ง
การดำเนินการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ก



ข



ค



ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพภาคผนวก ง-1 การดำเนินการวิจัย

- ก. เตรียมน้ำใส่ในกะละมังพลาสติก
- ข. คัดขนาดของไร่น้ำนางฟ้าไทย
- ค. ให้อาหารในการวิจัย
- ง. อาหารสำหรับงานวิจัย



ภาพภาคผนวก จ
สีของรือน้ำนางฟ้าไทย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพภาคผนวก จ-1 สีของไร่น้ำนางฟ้าไทย

- ก. สีของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยคลอเรลลา
- ข. สีของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์
ที่ระดับความเข้มข้นต่ำที่สุด
- ค. สีของไร่น้ำนางฟ้าไทยที่เลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์
ที่ระดับความเข้มข้นมากที่สุด

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล นางสาวชนวรรณ โทวรรณ
ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
หน่วยงาน สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ (ประมง) คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2. ชื่อ-สกุล นางบัณฑิตา สวัสดิ์
ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
หน่วยงาน สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ (ประมง) คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
3. ชื่อ-สกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์จตุรรัตน์ แก่นจันทร์
ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
หน่วยงาน สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ (ประมง) คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
4. ชื่อ-สกุล นางสาวพุทธชาติ อิ่มใจ
ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
หน่วยงาน สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ (ประมง) คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย และขอขอบคุณนักวิจัยทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัย

คณะผู้วิจัย

2562



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หัวข้อวิจัย	ผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทย
ผู้ดำเนินการวิจัย	ชนวรรณ โทวรรณ บัณฑิตา สวัสดิ์ ผศ. จุฑารัตน์ แก่นจันทร์ พุทธชาติ อิมใจ
หน่วยงาน	สาขาวิชาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปี พ.ศ.	2562

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทย วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ โดยเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างกันคือ 0, 1, 2, 3 และ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร เลี้ยงเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มต่อวัน อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะเฉลี่ย และอัตราการรอดตายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร มีอัตราการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าไทยดีที่สุดเมื่อเทียบกับการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างกัน รองลงมาคือ 3, 2 และ 1 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร มีผลทำให้ไร่น้ำนางฟ้าไทยมีอัตราการรอดตายต่ำที่สุด และยังพบว่าค่าของแอมโมเนียในน้ำอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทย รวมทั้งไร่น้ำนางฟ้าไทยที่มีการเลี้ยงด้วยการเสริมกากมันหมักยีสต์ที่ระดับเพิ่มขึ้นจะมีสีซีดลง ส่วนคุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นการเพาะเลี้ยงไร่น้ำนางฟ้าไทยโดยใช้กากมันหมักยีสต์ที่ระดับ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร จึงเหมาะสำหรับการเลี้ยงในระยะเวลาสั้น ๆ หรือไม่ควรรนานเกิน 1 สัปดาห์

Research Title Effects of Supplementation of Yeast Fermented Cassava Pulp on growth performance, Survival and nutrition of Thai Fairy Shrimp (*Branchinella thailandensis*)

Researcher Chanawan Thowanna
Banthita Sawasdee
Asst. Prof. Chutharat Kanchan
Puttachat Imjai

Organization Program in Aquaculture Technology. Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University

Year 2019

ABSTRACT

The study on effects of supplementation of yeast fermented cassava pulp (*Manihot esculenta*, Crantz) on growth performance, survival and nutrition of thai fairy shrimp (*Branchinella thailandensis*) was determined using a completely randomized design with 3 replicates. Yeast fermented cassava 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 yeast fermented cassava concentration was 4 milliliter per liter effects on growth performance followed by the concentrations of 3, 2 and 1 milliliter per liter, respectively. However, with increasing of the concentrations of yeast fermented cassava, the thai fairy shrimp became more colorless. 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. In addition, with increasing of the concentrations of yeast fermented cassava, the thai fairy shrimp became more colorless.

Based on the nutrition of thai fairy shrimp, no significant differences between treatments was found ($p>0.05$). It can be concluded that the best concentration of yeast fermented cassava for thai fairy shrimp culture was 4 milliliter per liter for a week culture periods.



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	3
สมมติฐานการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
โรนํานางฟ้าไทย	5
มันสำปะหลัง	9
กากมันหมักกีสต์	10
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	15
วัสดุและอุปกรณ์สำหรับการวิจัย	15
การวางแผนทางการวิจัย	15
การเตรียมอาหารสำหรับการวิจัย	16
การเตรียมโรนํานางฟ้าไทยสำหรับการวิจัย	17
การดำเนินการวิจัย	17
การเก็บข้อมูล	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
	17
	18
	18
บทที่ 4	ผลการวิจัย 19
	การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการเสริมกากมันหมักยีสต์ ต่ออัตราการเจริญเติบโตของไร่น้ำนางฟ้าไทย 19
	การศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของการเสริมกากมันหมักยีสต์ ต่ออัตราการรอดตายของไร่น้ำนางฟ้าไทย 22
	คุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทย 23
	คุณภาพน้ำ 24
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 27
	สรุปผลการวิจัย 27
	อภิปรายผล 28
	ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 30
	ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 30
บรรณานุกรม 31
	บรรณานุกรมภาษาไทย 31
	บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ 33
ภาคผนวก 34
	ภาคผนวก ก 35
	ภาคผนวก ข 38
	ภาคผนวก ค 41
	ภาคผนวก ง 43
	ภาคผนวก จ 45
ประวัติผู้วิจัย 47

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	คุณค่าทางโภชนาการของโรนํ่านางฟ้าไทย	8
2.2	ปริมาณกรดอะมิโนของโรนํ่านางฟ้าไทย	8
2.3	คุณค่าทางโภชนาการของกากมันหมักยีสต์	10
4.1	น้ำหนักเฉลี่ยของโรนํ่านางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ นาน 2 สัปดาห์.....	20
4.2	น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มของโรนํ่านางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ นาน 2 สัปดาห์	21
4.3	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของโรนํ่านางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ ที่ระดับต่างๆ นาน 2 สัปดาห์	22
4.4	อัตราการรอดตายของโรนํ่านางฟ้าไทยเลี้ยงด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ นาน 2 สัปดาห์	23
4.5	ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของโรนํ่านางฟ้าไทยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของ น้ำหนักแห้ง	24
4.6	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ในการเลี้ยงโรนํ่านางฟ้าด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับ ต่างๆ เป็นเวลา 2 สัปดาห์	24
4.7	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงโรนํ่านางฟ้าด้วย กากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ เป็นเวลา 2 สัปดาห์	25
4.8	ความเป็นกรดเป็นด่างในการเลี้ยงโรนํ่านางฟ้าด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ระดับต่างๆ เป็นเวลา 2 สัปดาห์	26
4.9	แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงโรนํ่านางฟ้าด้วยกากมันหมักยีสต์ที่ ระดับต่างๆ เป็นเวลา 2 สัปดาห์	26

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะเพศผู้และเพศเมียของไร่น้ำนางฟ้าไทย	6
2.2 ม้วนสำปะลิ่ง	9
ก-1 วัตถุประสงค์อาหารของคลอเรลลา	36
ก-2 ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงคลอเรลลา	37
ข-1 วัตถุประสงค์ที่ใช้การผสมกากมันหมักยีสต์	39
ข-2 ขั้นตอนการทำกากมันหมักยีสต์	40
ค-1 การเตรียมไร่น้ำนางฟ้าไทยสำหรับการวิจัย	42
ง-1 การดำเนินการวิจัย	44
จ-1 สีของไร่น้ำนางฟ้าไทย	46



รายงานการวิจัย

เรื่อง

ผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย
และคุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทย

Effects of Supplementation of Yeast Fermented Cassava Pulp on
Growth Performance, Survival and Nutrition of Thai Fairy Shrimp
(*Branchinella thailandensis*)

ชนวรรณ โทวรรณ

บัณฑิตา สวัสดิ์

จตุรรัตน์ แก่นจันทร์

พุทธชาติ อิ่มใจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2561)



รายงานการวิจัย

เรื่อง

ผลของการเสริมกากมันหมักยีสต์ต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และ
คุณค่าทางอาหารของไร่น้ำนางฟ้าไทย

Effects of Supplementation of Yeast Fermented Cassava Pulp on
Growth Performance, Survival and Nutrition of Thai Fairy Shrimp
(*Branchinella thailandensis*)

ชนวนรรณ โทวรรณ

บัณฑิตา สวัสดิ์

จุกวรัตน์ แก่นจันทร์

พุทธชาติ อิมใจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2561)