



ผลของวัสดุรองพื้นต่างชนิดกันที่มีต่อการเจริญเติบโตของกุ้งเครย์ฟิช

Cherax destructor (Clark, 1936)

Effects of Different Types of Substrates on Growth of Crayfish

Cherax destructor (Clark, 1936)

ณัฐวัฒน์ งามสม และ นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร*

Nattawat Ngamsom and Nongnud Tangkrock-olan*

ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University

Received : 26 April 2022

Revised : 25 June 2022

Accepted : 20 July 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของวัสดุรองพื้นที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ ดินแบล็คเอิร์ธ หินนิลดำ และไม่มีวัสดุรองพื้นที่มีต่อน้ำหนัก ความยาวลำตัว การลอกคราบ และการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก ของกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* กุ้งเครย์ฟิชที่ใช้ในการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 0.29 ± 0.02 กรัม และความยาวลำตัวเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 1.87 ± 0.10 เซนติเมตร ตามลำดับ ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชในตู้กระจกที่มีวัสดุรองพื้นแต่ละชนิด ที่อุณหภูมิ 27°C ทำการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของ น้ำหนัก ความยาวลำตัว การลอกคราบ และการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก เมื่อเริ่มต้น และสิ้นสุดการทดลองเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักของกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ที่มี ดินแบล็คเอิร์ธ หินนิลดำ และไม่มีวัสดุรองพื้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.02 ± 0.31 , 3.47 ± 0.23 และ 2.57 ± 0.39 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงความยาวลำตัวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.64 ± 0.23 , 4.62 ± 0.26 และ 2.94 ± 0.60 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และการลอกคราบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.33 ± 0.71 , 5.89 ± 0.33 และ 3.78 ± 1.09 ครั้ง ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างระหว่างดินแบล็คเอิร์ธและหินนิลดำ แต่ทั้งดินแบล็คเอิร์ธและหินนิลดำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับไม่มีวัสดุรองพื้น สำหรับการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักของกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ที่มี ดินแบล็คเอิร์ธ หินนิลดำ และไม่มีวัสดุรองพื้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.047 ± 0.007 , 0.054 ± 0.005 และ 0.040 ± 0.007 กรัม/วัน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากการศึกษาทดลองครั้งนี้จะเห็นได้ว่าวัสดุรองพื้นต่างชนิดกันมีผลทำให้กุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก ความยาวลำตัว การลอกคราบ และการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยชนิดของวัสดุรองพื้นที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* มากที่สุดคือ หินนิลดำ รองลงมาคือ ดินแบล็คเอิร์ธ และไม่มีวัสดุรองพื้น ตามลำดับ

คำสำคัญ : วัสดุรองพื้น ; กุ้งเครย์ฟิช ; การเจริญเติบโต



Abstract

This research was to study the effect of different substrates (black earth soil, black Japanese pebble, and no substrate) on weight, length molting and growth rates (body weight) of crayfish *C. destructor*. Crayfishes used in the experiment had an average weight of 0.29 ± 0.02 g and an average length of 1.87 ± 0.10 cm. Crayfishes were reared in glass aquarium tanks with different substrates at 27° C. The change in weight, length, molting and growth rates (body weight) were measured at the beginning and end of the experiment for eight weeks. It has been found that the growth rates (body weight) of crayfish reared in the tank with black earth soil, black Japanese pebble, and no substrate were 0.047 ± 0.007 , 0.054 ± 0.005 and 0.040 ± 0.007 g/day, respectively, which were statistically different ($p < 0.05$). The mean weight changes were 3.02 ± 0.31 , 3.47 ± 0.23 and 2.57 ± 0.39 g, respectively, which were statistically different ($p < 0.05$). The mean length changes were 3.64 ± 0.23 , 4.62 ± 0.26 และ 2.94 ± 0.60 cm, respectively, which were statistically significantly different ($p < 0.05$) The number of molts was an average of 5.33 ± 0.71 , 5.89 ± 0.33 และ 3.78 ± 1.09 times, respectively, with no significant difference between black earth soil and black Japanese pebble but the black Japanese pebble and black earth soil are statistically significant difference with the one that no substrate. Therefore, it is concluded that different substrates affect the change in weight, length molting and growth rate (body weight). The most suitable substrate for rearing crayfish *C. destructor* is the black Japanese pebble followed by black earth, soil and no substrate.

Keywords : substrate ; growth ; crayfish ; *Cherax destructor*

บทนำ

กุ้งเครย์ฟิช หรือ ครอว์ฟิช (Crayfish or Crawfish) เป็นกุ้งน้ำจืดชนิดหนึ่ง โดยทั่วไปมีลำตัวใหญ่ เปลือกหนา ก้ามมีขนาดใหญ่และแข็งแรง มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาเหนือ ทวีปยุโรป โอเชียเนียและบริเวณใกล้เคียง เช่น อีเรเนียนจายา และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ กุ้งเครย์ฟิช สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วงศ์ใหญ่ ๆ คือ วงศ์ Astacoidea ซึ่งมีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาเหนือและทวีปยุโรป กุ้งเครย์ฟิชในวงศ์นี้ มีรูปร่างใหญ่ มีลักษณะเด่นคือ ก้ามมีหนาม ขนาดโตเต็มที่ประมาณ 20 เซนติเมตร และอีกวงศ์หนึ่งคือ Parastacoidea ซึ่งมีถิ่นกำเนิดในภูมิภาคโอเชียเนียและอีเรเนียนจายา กุ้งเครย์ฟิชในวงศ์นี้ ก้ามไม่มีหนาม และลักษณะของก้ามจะป่องออก ปลายก้ามหนีบสั้นและเล็ก ขนาดเมื่อโตเต็มที่ประมาณ 30-40 เซนติเมตร ชนิดของกุ้งเครย์ฟิชในวงศ์นี้ที่เป็นที่รู้จัก คือ กุ้งบลูเพิร์ล (blue pearl) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cherax destructor*

กุ้ง *Cherax destructor* หรือที่เรียกกันทั่วไปในวงการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชว่า กุ้งเดสตรัคเตอร์ (Destructor shrimp) เป็นกุ้งน้ำจืดประจำถิ่นของรัฐ Queensland ทางตอนเหนือของออสเตรเลีย อาศัยอยู่ในธรรมชาติในช่วงอุณหภูมิ 26 -29 °C (Beatty *et al.*, 2005; Jones, 1990; Karplus and Barki, 2004) เป็นสายพันธุ์ที่มีการเลี้ยงในเชิงพาณิชย์และมีการเลี้ยงในประเทศออสเตรเลียและประเทศอื่นๆ ใกล้เคียงมานานกว่าสิบปี (Kawai, *et al.*, 2016) ในธรรมชาติกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* มีแหล่งที่อยู่อาศัยบริเวณทะเลสาบน้ำจืด เขื่อนเก็บน้ำเพื่อการเกษตร (farm dams) และมีการดำรงชีวิตแบบสันโดษ หงถื่นที่อยู่อาศัย อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงอยู่ที่ 25-28 องศาเซลเซียส และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH) ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงอยู่ที่ระดับ 6.5-7.5 (Beatty *et al.*, 2005) ในธรรมชาติกุ้งเครย์ฟิชสามารถเจริญเติบโตได้ดีเนื่องจากได้รับแร่ธาตุและธาตุอาหารจากแหล่งที่อยู่อาศัยในบริเวณนั้นซึ่งอาจมีลักษณะพื้นผิวหน้าดินต่างกันบางบริเวณอาจเป็นหินและบางบริเวณอาจเป็นดิน

ในประเทศไทยกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* เป็นสัตว์นำเข้ามาในกลุ่มหนึ่งที่มีผู้นำเข้ามาในประเทศไทยเพื่อเป็นสัตว์สวยงาม ในปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* เป็นที่รู้จักและให้ความสนใจของกลุ่มนักเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสวยงามในตู้เป็นอย่างมาก ซึ่งการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในตู้้นั้นยอมมีปัจจัยจำกัดในหลายๆ ด้าน ยกตัวอย่าง ได้แก่ วัสดุรองพื้น โดยแต่ละบุคคลที่ทำกรเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำสวยงามในตู้มีความนิยมและการเลือกใช้วัสดุรองพื้นแตกต่างกัน โดยส่วนมากวัสดุรองพื้นที่นิยมใช้จะประกอบด้วย ดินและหิน ซึ่งในการกรเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในตู้ ด้วยดินแบล็คเอิร์ธและหินนิลดำก็อาจส่งผลทำให้กุ้งเครย์ฟิชมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน (Nguansoongnern, 2009).

ในการวิจัยครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์ ต้องการศึกษาดูเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* โดยใช้วัสดุรองพื้นที่ต่างกัน คือ ดินแบล็คเอิร์ธและหินนิลดำ เพื่อให้ทราบถึงวัสดุรองพื้นที่ใส่ภายในตู้กุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* ว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* หรือไม่ อย่างไร เพื่อเป็นแนวทางหรือวิธีการที่สามารถใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมสัตว์ทดลอง

สัตว์ที่ใช้ในการทดลองคือ ลูกกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* อายุประมาณสองสัปดาห์ จำนวน 50 ตัว ส่งซื้อทางอินเตอร์เน็ตและถูกจัดส่งผ่านทางไปรษณีย์ นำลูกกุ้งเครย์ฟิชมาเลี้ยงปรับสภาพเป็นเวลา 3 วัน ในถังพลาสติกที่มีน้ำจืดปราศจากคลอรีนที่เตรียมไว้ปริมาตร 50 ลิตร และให้ออกซิเจนโดยใช้ปั๊มลมเป่าอากาศผ่านหัวทรายลงในน้ำ ในระหว่างการปรับสภาพ ให้อาหารกุ้งสำเร็จรูปชนิดเม็ด ยี่ห้อ Variety Bite (King Fish) ซึ่งมีโปรตีนสูงประมาณ 45% โดยจะให้วันละ 2 ครั้ง เวลา 9.00 น. และ 16.00 น. โดยให้ปริมาณมากเกินไป ในอัตราประมาณ 4% ของน้ำหนักตัว/วัน (Lovell, 1998) และดูดตะกอนเศษอาหารที่กุ้งเครย์ฟิชกินเหลือในแต่ละครั้งก่อนการให้อาหารครั้งต่อไป

การเตรียมวัสดุรองพื้นและตู้กระจกที่ใช้ในการทดลอง

เตรียมวัสดุรองพื้นที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ ดินแบล็กเอิร์ธ (Black earth soil) (Figure 1A) และหินนิลดำหรือหินดำญี่ปุ่น (Black Japanese pebble) (Figure 1B) โดยซื้อวัสดุรองพื้นทั้งสองชนิดมาจากตลาดนัดจตุจักร ชลบุรี

เตรียมตู้กระจกขนาดปริมาตร 8,000 ลบ.ซม. (20×20×20 ซม.) จำนวน 30 ตู้ มาล้างทำความสะอาดและตั้งทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นนำดินแบล็กเอิร์ธ และหินนิลดำมารองพื้นตู้กระจก โดยใส่ดินแบล็กเอิร์ธปริมาณ 200 กรัม ในแต่ละตู้ จำนวนทั้งสิ้น 10 ตู้ และใส่หินนิลดำปริมาณ 200 กรัม ในแต่ละตู้ จำนวนทั้งสิ้น 10 ตู้ ส่วนตู้กระจกอีก 10 ตู้ ที่เหลือ ไม่ต้องใส่วัสดุรองพื้น หลังจากนั้นทำการเติมน้ำจืดที่เตรียมไว้ลงในตู้ให้มีระดับสูงจากพื้นตู้ประมาณ 17 เซนติเมตร เท่ากันทุกตู้ เมื่อเติมน้ำเสร็จจึงทำการติดตั้งระบบให้อากาศในตู้กระจกโดยใช้หัวทรายและทำระบบน้ำแบบหมุนเวียนผ่านใยกรอง เปิดระบบอากาศทิ้งไว้สองวันเพื่อสลายคลอรีนและทำให้ระบบเซตตัว



Figure 1 Black earth soil (A) and Black Japanese pebble (B)



การทดลองเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชในตู้กระจกที่มีวัสดุรองพื้นแตกต่างกัน

หลังจากปรับสภาพลูกกุ้งเครย์ฟิชเป็นระยะเวลา 3 วัน ทำการคัดเลือกลูกกุ้งเครย์ฟิชที่มีขนาดและน้ำหนักใกล้เคียงกันจำนวน 30 ตัว นำลูกกุ้งเครย์ฟิชที่คัดเลือกไว้มาวัดความยาวลำตัวด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ และชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง จากนั้นนำลูกกุ้งเครย์ฟิชที่วัดความยาวลำตัวและชั่งน้ำหนักแล้ว มาใส่ตู้กระจกที่เตรียมไว้สำหรับการทดลอง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 ตู้ ตามชนิดของวัสดุรองพื้น คือ กลุ่มที่ 1 ใส่นิโอสไตรีนเป็นวัสดุรองพื้น กลุ่มที่ 2 ใส่นิโอสไตรีนเป็นวัสดุรองพื้น และกลุ่มที่ 3 ไม่ใส่วัสดุรองพื้น โดยน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นของลูกกุ้งเครย์ฟิชที่วัดได้จำนวน 10 ตัวในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.27 ± 0.07 , 0.30 ± 0.04 และ 0.30 ± 0.08 กรัม ตามลำดับ และมีความยาวลำตัวเฉลี่ยเริ่มต้นในกลุ่มที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 1.84 ± 0.36 , 1.98 ± 0.22 และ 1.78 ± 0.72 เซนติเมตรตามลำดับ

เลี้ยงลูกกุ้งเครย์ฟิชในตู้ทดลองเป็นเวลา 9 สัปดาห์ ในระหว่างการทดลอง ให้อาหารกุ้งสำเร็จรูปชนิดเม็ด ยี่ห้อ Variety Bite (King Fish) โดยให้วันละ 2 ครั้ง เวลา 9.00 น. และ 16.00 น. โดยให้ปริมาณมากเกินพอ ในอัตราประมาณ 4 % ของน้ำหนักตัว/วัน และจะดูดตะกอนเศษอาหารที่กุ้งเครย์ฟิชกินเหลือในแต่ละครั้งก่อนการให้อาหารครั้งต่อไป

การตรวจวัดคุณภาพน้ำในการทดลอง

ตรวจวัดคุณภาพของน้ำ โดยตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในทุกชุดการทดลอง จนกระทั่งสิ้นสุดการทดลอง โดยตรวจวัดสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เริ่มต้นการทดลอง

การบันทึกข้อมูล น้ำหนัก ความยาวลำตัว และจำนวนครั้งของการลอกคราบ

บันทึกข้อมูล โดยวัดน้ำหนักและความยาวลำตัวของกุ้งเครย์ฟิชที่เปลี่ยนแปลงไป รวมถึงนับจำนวนครั้งของการลอกคราบที่แตกต่างกัน เพื่อนำค่าที่ได้มาเป็นตัวชี้วัดการเจริญเติบโตของกุ้งเครย์ฟิช ในการเก็บข้อมูลน้ำหนักของกุ้งเครย์ฟิชนั้นจะบันทึกข้อมูลครั้งแรกในวันเริ่มทำการทดลองและบันทึกครั้งที่สองในวันสุดท้ายของการทดลองโดยการนำกุ้งเครย์ฟิช มาชั่งให้หมดด้วยกระดาษกรองแล้วทำการชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง บันทึกข้อมูลที่ได้ส่วนการเก็บข้อมูล ความยาวลำตัวของกุ้งเครย์ฟิชนั้นได้บันทึกข้อมูลครั้งแรกในวันเริ่มทำการทดลองและบันทึกครั้งที่สองในวันสุดท้ายของการทดลองโดยการวัดความยาวลำตัวของตัวกุ้งเครย์ฟิช โดยจะวัดจากกรี (Rostrum) ลงไปถึงส่วนปลายสุดของหาง (Telson) ในลักษณะยึดตรงด้วยเวอร์เนียคาลิเปอร์ (vernier caliper) สำหรับการเก็บข้อมูลการลอกคราบของกุ้งเครย์ฟิชนั้นจะเก็บข้อมูลทุกวันที่กุ้งเครย์ฟิชมีการลอกคราบจนสิ้นสุดการทดลองโดยสังเกตคราบกุ้งที่พบในช่วงเวลาก่อนการให้อาหารทุกครั้ง

นำข้อมูลที่บันทึกได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก ความยาวลำตัว และจำนวนครั้งของการลอกคราบ และสร้างกราฟเปรียบเทียบข้อมูลในวันเริ่มต้นและวันสุดท้ายของการทดลอง



การคำนวณหาค่าการเจริญเติบโต

นำข้อมูลน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปมาคำนวณหาค่าการเจริญเติบโต โดยใช้สูตร

$$\text{การเจริญเติบโต} = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}} \quad \text{กรัม/วัน}$$

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนัก ความยาวลำตัว จำนวนครั้งของการลอกคราบ และค่าการเจริญเติบโต ของกิ้งก่ายฟิชที่เลี้ยงโดยใช้วัสดุรองพื้นชนิด ดินแบล็คเอิร์ธ หินนิลดำ และไม่มีวัสดุรองพื้น ด้วยวิธี Tukey HSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรม SPSS version 16.0

ผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของวัสดุรองพื้นที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกิ้งก่ายฟิช *C. destructor* ที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 27 องศาเซลเซียส) ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยทำการวัดค่า ความเป็นกรด-ด่าง และค่าออกซิเจนละลายน้ำ ตลอดการทดลอง (Table 1)

Table 1 pH and Disolved oxygen (mg/l) of water in aquarium with two different types of substrates and with no substrate during eight weeks of experimentation

Week	pH			Disolved oxygen (mg/l)		
	Black earth soil	Black Japanese pebble	No substrate	Black earth soil	Black Japanese pebble	No substrate
0	7.85	8.27	8.5	7.62	7.46	7.44
1	5.87	7.08	7.59	7.45	7.43	7.43
2	5.89	6.12	8.25	7.48	7.41	7.46
3	7.7	8.03	9.12	7.66	7.5	7.32
4	5.59	7.49	7.89	7.52	7.52	7.3
5	5.43	8.01	8.03	7.51	7.46	7.1
6	5.66	7.1	7.55	7.49	7.44	7.43
7	7.94	7.45	8.06	7.88	7.57	7.42
8	5.98	7.58	7.5	7.46	7.64	7.86
Average	6.43±1.06	7.46±0.65	8.05±0.52	7.56±0.14	7.49±0.07	7.42±0.20

น้ำหนักของกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* ที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีวัสดุรองพื้นต่างกัน

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* เป็นระยะเวลา 9 สัปดาห์ พบว่า กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีวัสดุรองพื้นชนิดดินแบล็คเอิร์ธมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 3.02 ± 0.31 กรัม ส่วนกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีวัสดุรองพื้นชนิดหินนิลดำ มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 3.47 ± 0.23 กรัม และกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้นมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.57 ± 0.39 กรัม

จากข้อมูลน้ำหนักของกุ้งเครย์ฟิชที่เพิ่มขึ้น พบว่ากุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในวัสดุรองพื้นที่แตกต่างกันมีผลทำให้น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งเครย์ฟิชเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยพบว่า กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีหินนิลดำเป็นวัสดุรองพื้นมีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้นและกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้นมีน้ำหนักเฉลี่ยต่ำที่สุด (Figure 2) และเมื่อนำข้อมูลน้ำหนักของกุ้งเครย์ฟิชมาทดสอบทางสถิติพบว่า กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีหินนิลดำเป็นวัสดุรองพื้นมีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าน้ำหนักของกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้นและกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้นมีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่ากุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Figure 2)

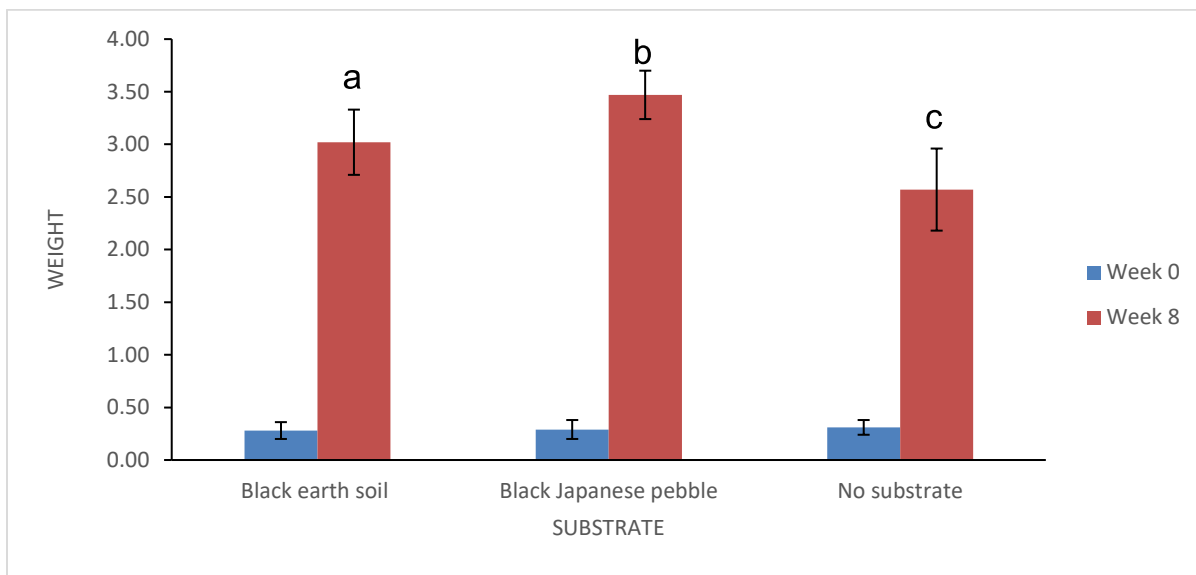


Figure 2 Average weight (mean \pm SD, n=10) of crayfishes reared in aquarium with different types of substrates comparing between at the beginning (Week 0) and at the end (Week 8) of experimentation (Different alphabet (a, b, c) showed statistically significant difference) ($p \geq 0.05$)

ความยาวลำตัวของกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* ที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีวัสดุรองพื้นต่างกัน

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในวัสดุรองพื้นชนิดดินแบล็คเอิร์ธ มีความยาวลำตัวเฉลี่ยเท่ากับ 3.64 ± 0.23 เซนติเมตร ส่วนกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในวัสดุรองพื้นชนิดหินนิลดำ มีความยาวลำตัวเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ± 0.26 เซนติเมตร และกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ที่ไม่มีวัสดุรองพื้น มีความยาวลำตัวเฉลี่ยเท่ากับ 2.94 ± 0.60 เซนติเมตร

จากข้อมูลความยาวลำตัวของกุ้งเครย์ฟิชที่เพิ่มขึ้น พบว่ากุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีวัสดุรองพื้นที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความยาวลำตัวเฉลี่ยของกุ้งเครย์ฟิชแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยพบว่า กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีหินนิลดำเป็นวัสดุรองพื้นมีความยาวลำตัวเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้น และกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้นมีความยาวลำตัวเฉลี่ยต่ำที่สุด (Figure 3) และเมื่อนำข้อมูลความยาวลำตัวเฉลี่ยของกุ้งเครย์ฟิชมาทดสอบทางสถิติ พบว่า กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีหินนิลดำเป็นวัสดุรองพื้นมีความยาวลำตัวเฉลี่ยมากกว่าความยาวลำตัวเฉลี่ยของกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้นและกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้นมีความยาวลำตัวมากกว่ากุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Figure 3)

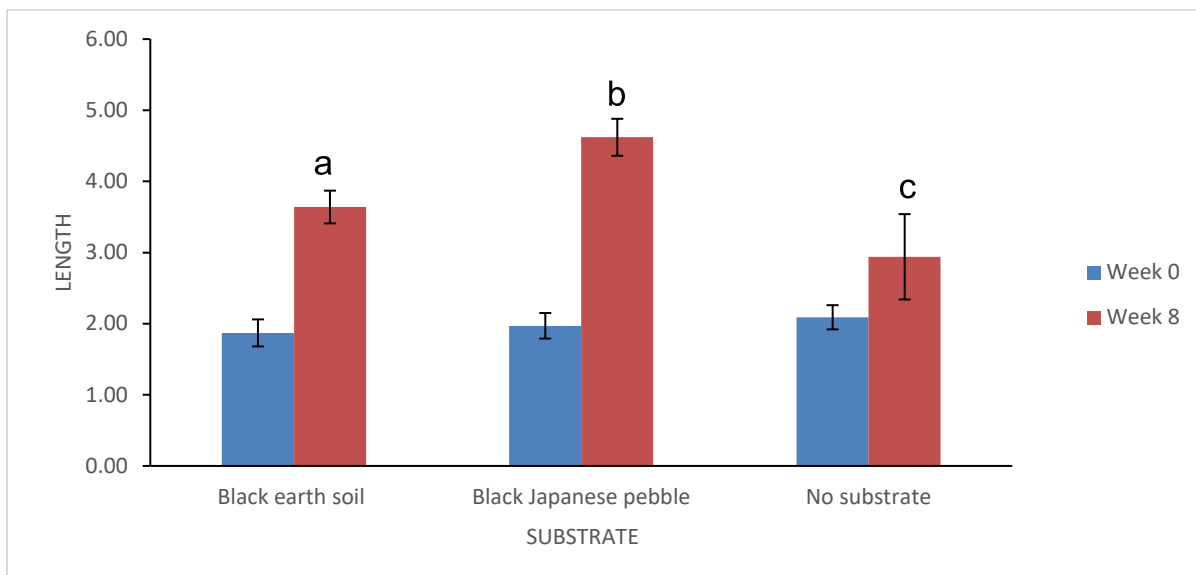


Figure 3 Average length (mean \pm SD, n=10) of crayfishes reared in aquarium with different types of substrates comparing between at the beginning (Week 0) and at the end (Week 8) of experimentation (Different alphabet (a, b, c) showed statistically significant difference) ($p \geq 0.05$)

การลอกคราบของกุ้งเครย์ฟิช *Cherax destructor* ที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีวัสดุรองพื้นต่างกัน

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในวัสดุรองพื้นชนิดดินแบล็คเอิร์ธ มีการลอกคราบเฉลี่ยเท่ากับ 5.33 ± 0.71 ครั้ง ส่วนกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในวัสดุรองพื้นชนิดหินนิลดำ มีการลอกคราบเฉลี่ยเท่ากับ 5.89 ± 0.33 ครั้ง และกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ที่ไม่มีวัสดุรองพื้นมีการลอกคราบเฉลี่ยเท่ากับ 3.78 ± 1.09 ครั้ง

จากข้อมูลการลอกคราบของกุ้งเครย์ฟิช พบว่ากุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในวัสดุรองพื้นที่แตกต่างกันมีผลทำให้การลอกคราบเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยพบว่า กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีหินนิลดำเป็นวัสดุรองพื้นมีการลอกคราบเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้น และกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้นมีการลอกคราบเฉลี่ยต่ำที่สุด (Figure 4) อย่างไรก็ตาม เมื่อนำข้อมูลการลอกคราบของกุ้งเครย์ฟิชมาทดสอบทางสถิติ พบว่า กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธและหินนิลดำเป็นวัสดุรองพื้นมีการลอกคราบไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% กับการลอกคราบในกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้น (Figure 4)

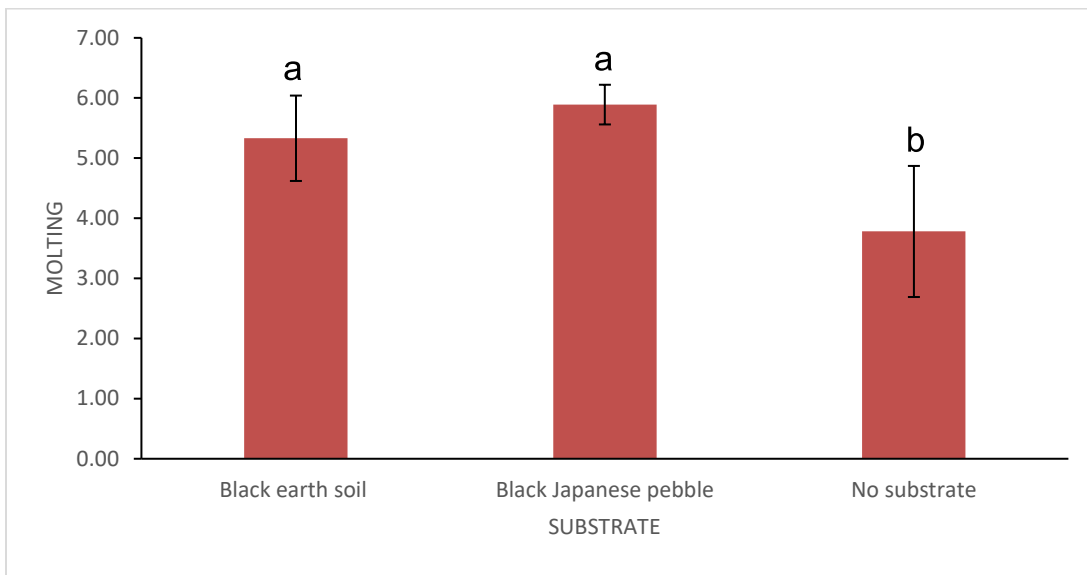


Figure 4 Average molting (mean \pm SD, n=10) of crayfishes reared in aquarium with different types of substrates during eight weeks of experimentation (Different alphabet (a, b) showed statistically significant difference) ($p \geq 0.05$)

การเจริญเติบโตของกุ้งเครย์ฟิช *Cherax destructor* ที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีวัสดุรองพื้นต่างกัน

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช *C. destructor* เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในวัสดุรองพื้นชนิดดินแบล็คเอิร์ธ มีการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 0.047 ± 0.007 กรัม/วัน ส่วนกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในวัสดุรองพื้นชนิดหินนิลดำ มีการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 0.054 ± 0.005 กรัม/วัน และกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ที่ไม่มีวัสดุรองพื้นมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.040 ± 0.007 กรัม/วัน

จากข้อมูลการเจริญเติบโตของกุ้งเครย์ฟิชที่เพิ่มขึ้น พบว่ากุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในวัสดุรองพื้นที่แตกต่างกันมีผลทำให้การเจริญเติบโตของกุ้งเครย์ฟิชแตกต่างกัน โดยพบว่า กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีหินนิลดำเป็นวัสดุรองพื้นมีการเจริญเติบโตเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้น และกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้นมีการเจริญเติบโตเฉลี่ยน้อยที่สุด (Figure 5) อย่างไรก็ตาม เมื่อนำข้อมูลการเจริญเติบโตเฉลี่ยของกุ้งเครย์ฟิชมาทดสอบทางสถิติ พบว่า กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีหินนิลดำเป็นวัสดุรองพื้นมีการเจริญเติบโตเฉลี่ยมากกว่ากุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้นและกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้นมีการเจริญเติบโตมากกว่ากุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Figure 5)

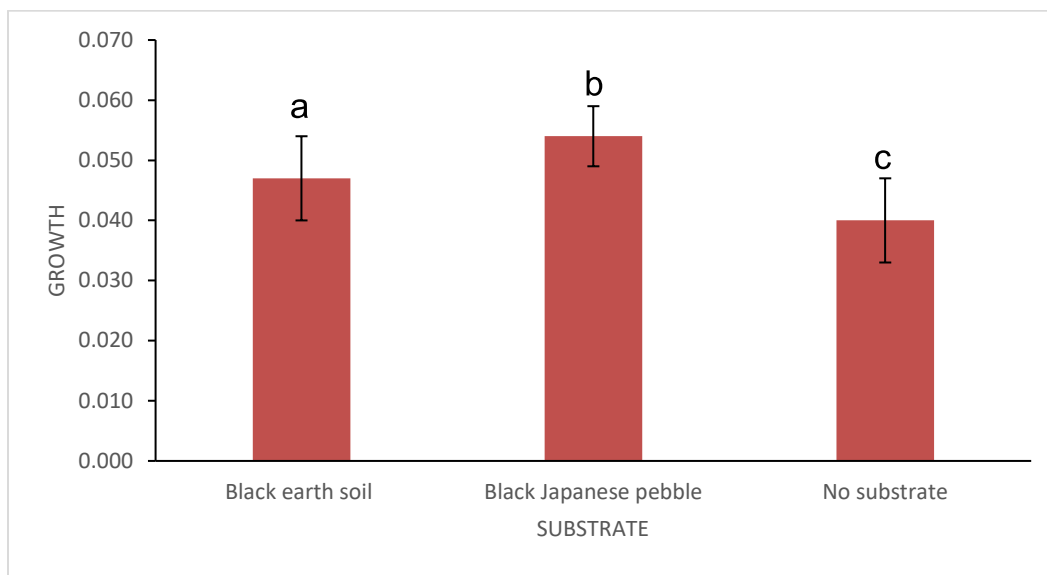


Figure 5 Average growth (mean \pm SD, n=10) of crayfishes reared in aquarium with different types of substrates during eight weeks of experimentation (Different alphabet (a, b, c) showed statistically significant difference) ($p \geq 0.05$)

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของวัสดุรองพื้นต่างชนิดกันที่มีต่อการเจริญเติบโตของกิ้งเครยฟิช *C. destructor* โดยเลี้ยงกิ้งเครยฟิชในตู้ทดลองที่มีวัสดุรองพื้นชนิดดินแบล็คเอิร์ธ หินนิลดำ และไม่มีวัสดุรองพื้น เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า กิ้งเครยฟิชในทุกกลุ่มการทดลองมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาของการทดลอง เนื่องจาก สามารถตรวจพบคราบลำตัวของกิ้งที่เกิดจากการลอกคราบทุกวัน รวมถึงค่าน้ำหนักและความยาวลำตัวที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งการที่กิ้งเครยฟิช ที่เลี้ยงไว้ในตู้ทดลองมีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง สะท้อนให้เห็นถึงสภาพที่เหมาะสมของน้ำที่ใช้ในการเลี้ยง โดยปัจจัยสิ่งแวดล้อมพื้นฐานที่สำคัญที่มีผลกระทบต่ออาการลอกคราบและการเจริญเติบโตของกิ้ง ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง และแสง (Habashy and Sharshar, 2020) ซึ่งจากการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมพื้นฐานของการทดลองในครั้งนี้ พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำที่ใช้เลี้ยงมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6-8 และค่าออกซิเจนละลาย มีค่าเฉลี่ยประมาณ 7.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตลอดการทดลอง ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ที่กำหนดไว้ว่า ค่าออกซิเจนละลายน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา มีค่า 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไป และค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วงระหว่าง 6.5-9.0 เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

จากการทดลองเลี้ยงกิ้งเครยฟิช *C. destructor* เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า กิ้งเครยฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีวัสดุรองพื้นชนิดดินแบล็คเอิร์ธ และหินนิลดำ มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 3.02 ± 0.31 , 3.47 ± 0.23 กรัมตามลำดับ ซึ่งมากกว่ากิ้งเครยฟิชที่เลี้ยงโดยไม่วัสดุรองพื้น ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 2.57 ± 0.49 กรัม ส่วนการเปลี่ยนแปลงความยาวลำตัวเฉลี่ย พบว่า กิ้งเครยฟิชที่เลี้ยงโดยมีวัสดุรองพื้นชนิด ดินแบล็คเอิร์ธและหินนิลดำ มีความยาวลำตัวเฉลี่ยเท่ากับ 3.64 ± 0.24 , 4.62 ± 0.26 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมากกว่ากิ้งเครยฟิชที่เลี้ยงโดยไม่วัสดุรองพื้น ซึ่งมีความยาวลำตัวเฉลี่ยเท่ากับ 2.94 ± 0.60 เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nguansoongnem (2009) ที่ทำการศึกษากิ่งเครยฟิชโดยใช้ดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้นและพบว่า กิ้งเครยฟิชที่เลี้ยงโดยมีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้น มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักและความยาวลำตัวมากกว่ากิ้งเครยฟิชที่เลี้ยงโดยไม่วัสดุรองพื้น ทั้งนี้ประโยชน์ของการมีวัสดุรองพื้นในตู้เลี้ยงสัตว์น้ำนั้น นอกจากทำให้มีของเสียขจัดแล้ว ยังมีประโยชน์สำหรับเป็นที่อยู่ของแบคทีเรียบางชนิดที่ใช้แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากของเสียที่สัตว์น้ำขับถ่ายออกมาเป็นแหล่งพลังงานและทำให้เกิดไนไตรต์ (NO_2) และไนเตรท (NO_3) ซึ่งพืชน้ำสามารถใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต เกิดการหมุนเวียนของวัฏจักรไนโตรเจน (Kuypers *et al.*, 2011) นอกจากนี้ การมีวัสดุรองพื้นในตู้เลี้ยงสัตว์น้ำนั้น ยังช่วยทำให้สัตว์น้ำมีความรู้สึกปลอดภัยและวัสดุรองพื้นประเภทดินบางชนิด ยังมีส่วนช่วยลดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำด้วย

ในการเก็บข้อมูลการลอกคราบ พบว่ามีการลอกคราบเฉลี่ย 5 ± 0.7 , 6 ± 0.3 และ 4 ± 1.0 ครั้ง ตามลำดับ และมีการเจริญเติบโตเฉลี่ยของกิ้งเครยฟิช คือ 0.05 ± 0.005 , 0.06 ± 0.004 และ 0.04 ± 0.008 กรัม/วัน ตามลำดับ จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติ ซึ่งพบว่า การใช้วัสดุรองพื้นที่แตกต่างกันมีผลทำให้การเจริญเติบโตของกิ้งเครยฟิช *C. destructor* ต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Nguansoongnem (2009) ใช้วัสดุรองพื้นต่างชนิดกันทำให้กิ้งเครยฟิชมีการเจริญเติบโตทางความยาวลำตัว น้ำหนัก และการลอกคราบที่แตกต่างกัน โดยวัสดุรองพื้นที่มีผลทำให้กิ้งเครยฟิชมีการเจริญเติบโตมากที่สุดคือ หินนิลดำ รองลงมาคือ ดินแบล็คเอิร์ธ และ ไม่มีวัสดุรองพื้นตามลำดับ วัสดุรองพื้นแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการลดค่า



กรด-ด่าง (pH) ได้ไม่เท่ากัน ซึ่งหินนิลดำ ดินแบล็คเอิร์ธ และไม่มีวัสดุรองพื้น มีค่ากรด-ด่าง (pH) อยู่ที่ 7.46 ± 0.65 , 6.43 ± 1.06 และ 8.05 ± 0.52 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับค่า pH ต่ำหรือสูงเกินไปก็ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และค่า pH ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช *Cherax destructor* มีค่าประมาณ 6.5 – 7.5 เนื่องจากกุ้งเครย์ฟิชได้รับธาตุอาหารจากดินแบล็คเอิร์ธที่มีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมแมกนีเซียม และสังกะสี ซึ่งแร่ธาตุเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นแร่ธาตุที่ไปสะสมอยู่ในเลือด และช่วยในการสร้างเปลือก โดยเฉพาะแคลเซียมที่เป็นสิ่งที่มีส่วนช่วยในกระบวนการลอกคราบและสร้างเปลือกของกุ้งเครย์ฟิช ทำให้กุ้งเครย์ฟิชมีการเจริญเติบโตที่ดี

สรุปผลการวิจัย

1. กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีหินนิลดำเป็นวัสดุรองพื้นมีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าน้ำหนักของกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้นและกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้น และกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้นมีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่ากุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้น
2. กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีหินนิลดำเป็นวัสดุรองพื้นมีความยาวลำตัวเฉลี่ยมากกว่าความยาวลำตัวเฉลี่ยของกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้นและกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้น และกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้นมีความยาวลำตัวมากกว่ากุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้น
3. กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธและหินนิลดำเป็นวัสดุรองพื้นมีการลอกคราบไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกับการลอกคราบในกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้น
4. กุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีหินนิลดำเป็นวัสดุรองพื้นมีการเจริญเติบโตเฉลี่ยมากกว่ากุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้นและกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้น และกุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่มีดินแบล็คเอิร์ธเป็นวัสดุรองพื้นมีการเจริญเติบโตมากกว่ากุ้งเครย์ฟิชที่เลี้ยงในตู้ทดลองที่ไม่มีวัสดุรองพื้น

เอกสารอ้างอิง

- Beatty S.J., Morgan D.L. and Gill H.S. (2005). Role of Life History Strategy in the Colonisation of Western Australian Aquatic Systems by the Introduced Crayfish *Cherax destructor* (Clark, 1936). *Hydrobiologia*, 549 (1), 219 – 237.
- Habashy, M.M. and Sharshar, K. M. (2020). On some factors affecting molting and growth rate of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879). *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 24(2), 163-175.



- Jones, C.M. (1990). *The Biology and Aquaculture Potential of the Tropical Freshwater Crayfish, Cherax quadricarinatus*. Report No. QI90028. Department of Primary Industries, Queensland, Brisbane, Australia. 109 pp.
- Karplus I. and Barki, A. (2004). Social control of growth in the redclaw crayfish, *Cherax quadricarinatus*: testing the sensory modalities involved. *Aquaculture*, 242, 321–333.
- Kawai, T., Faulkes, Z. and Scholtz, G. (2016). *Freshwater Crayfish: A Global Overview*. CRC Press, Taylor & Francis Group, A Science Publishers Book, 512 pp.
- Kuypers, M.M.M., Marchant, HK and Kartal, B (2011). "The Microbial Nitrogen-Cycling Network". *Nature Reviews Microbiology*, 1 (1), 1–14.
- Lovell, R. T. (1998) *Nutrition and Feeding of Fish*. Second edition. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, 267 pp.
- Nguansoongnern, P (2009). Culture of Crayfish using Soil as Substrate. Special Problem, Aquaculture of Fishery, Maejo University At Chumphon, 63 pp. (in Thai)