

ผลของระยะเวลาการเสริมไอโอดีนในอาหารต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต  
องค์ประกอบซาก และระดับไอโอดีนในเนื้อปลาอุกบึกอุย  
Effects of Dietary Iodine Supplementation Periods on Growth  
Performance, Carcass Composition and Iodine Content in Flesh  
of Hybrid Clarias Catfish

พัชรา โปธิพัฒน์<sup>1</sup> สุกัญญา รัตนทับทิมทอง<sup>1,\*</sup> อรประพันธ์ สงเสริม<sup>1</sup> และ สุชาติ อิงธรรมจิตร<sup>2</sup>  
Phatchara Photiphat<sup>1</sup>, Sukanya Rattanatabtimtong<sup>1,\*</sup>, Ornprapun Songserm<sup>1</sup>  
and Suchart Ingthamjitr<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

<sup>2</sup> ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

<sup>1</sup> Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

<sup>2</sup> Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900

รับเรื่อง: 7 พฤษภาคม 2563 Received: 7 May 2020

ปรับแก้ไข: 23 มิถุนายน 2563 Revised: 23 June 2020

รับตีพิมพ์: 25 มิถุนายน 2563 Accepted: 25 June 2020

\* Corresponding author: agrsura@ku.ac.th

**ABSTRACT:** The objective of this experiment was to study the effects of different periods for dietary potassium iodate ( $KIO_3$ ) supplementation (30 mg/kg feed) on growth performance, carcass composition and iodine content in fillet of hybrid Clarias catfish. Eight hundred hybrid catfish with average weights of 33 g/fish were divided into four groups with four replications and randomly assigned to different treatments: group 1 (control), fish were fed with commercial floating pellet feed without iodine supplementation for 120 days. For group 2, 3 and 4, fish were fed with iodine supplemented diet 60, 30 and 15 days prior to the end of the experiment, respectively. The experimental design was completely randomized design (CRD). The results showed that there were no differences in growth performance and carcass composition of fish among groups ( $P > 0.05$ ). However, fish fed iodine supplemented diet 60, 30 and 15 days prior to the end of the experiment had higher levels of iodine contents in fillet compared with fish fed commercial diet without  $KIO_3$  supplementation ( $P < 0.05$ ). Providing iodine supplemented diet for 15 days prior to the end of the experiment is optimal for increasing iodine level in catfish flesh without extra cost of feed per gain.

**Keywords:** Iodine, hybrid catfish, growth performance

## บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการเสริมโพแทสเซียมไอโอเดต (Potassium iodate,  $KIO_3$ ) ในระดับ 30 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในอาหารปลาทางการค้า ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก และการสะสมไอโอดีนในเนื้อปลา โดยใช้ปลาอุกบึกก้อยขนาดน้ำหนักเฉลี่ย 33 กรัม/ตัว จำนวน 800 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ โดยแต่ละกลุ่มสุ่มให้ได้รับอาหารแตกต่างกัน ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เลี้ยงด้วยอาหารทางการค้าไม่เสริม  $KIO_3$  (ควบคุม) เป็นระยะเวลา 120 วัน และกลุ่มที่ 2, 3 และ 4 เลี้ยงด้วยอาหารทางการค้าเสริม  $KIO_3$  เป็นระยะเวลา 60, 30 และ 15 วัน ก่อนสิ้นสุดการทดลอง ตามลำดับ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จากการทดลองพบว่า ปลาในทุกกลุ่มการทดลองมีประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและองค์ประกอบซากไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) อย่างไรก็ตาม ปลาในกลุ่มที่ได้รับการเสริม  $KIO_3$  เป็นระยะเวลา 60, 30 และ 15 วัน ก่อนสิ้นสุดการทดลอง มีการสะสมไอโอดีนในเนื้อปลาสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารทางการค้าที่ไม่ได้เสริม  $KIO_3$  ( $P < 0.05$ ) ซึ่งการเสริมไอโอดีนในอาหารปลาเป็นระยะเวลา 15 วัน ก่อนสิ้นสุดการทดลอง ทำให้มีปริมาณไอโอดีนในเนื้อปลาที่สูงขึ้นโดยไม่เพิ่มต้นทุนค่าอาหาร ต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวของปลาอุกบึกก้อย

**คำสำคัญ:** ไอโอดีน, ปลาอุกบึกก้อย, ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

## คำนำ

ปัจจุบันปัญหาการขาดสารไอโอดีนในประเทศไทยยังคงกระจายตัวเป็นวงกว้าง แม้จะมีการศึกษา แก้ปัญหา และรณรงค์ให้เข้าใจถึงความสำคัญของไอโอดีนอย่างต่อเนื่อง แต่กลับพบว่าคนไทยจำนวนไม่น้อยมีภาวะขาดสารไอโอดีน ซึ่งส่งผลกระทบต่อ

ต่อการพัฒนาประเทศ เนื่องจากไอโอดีนมีความสัมพันธ์กับสติปัญญาของมนุษย์ การพัฒนาของสมอง และการเรียนรู้ของเด็ก ซึ่งไอโอดีนเป็นองค์ประกอบสำคัญของไทรอยด์ฮอร์โมนมีผลต่อการสร้างเส้นใยสมองและการพัฒนาทางด้านร่างกาย ด้วยเหตุนี้ ไอโอดีนจึงสำคัญมากในหญิงตั้งครรภ์เนื่องจากทารกจะมีการพัฒนาของสมองสูงสุดขณะอยู่ในครรภ์มารดาจนกระทั่งอายุ 3 ปี การขาดไอโอดีนสามารถทำให้ระดับความฉลาดทางเชาว์ปัญญา (Intelligence quotient, IQ) ลดลงได้ถึง 13.5 จุด (UNICEF, 2008) ส่งผลต่อการเรียนรู้และการพัฒนาทางด้านร่างกายในเด็กซึ่งเป็นอนาคตที่สำคัญของชาติ

โรคขาดสารไอโอดีนเป็นสาเหตุสำคัญต่อการพัฒนาที่สามารถป้องกันได้จากการบริโภคอาหารที่มีระดับไอโอดีนอย่างเพียงพอ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตไม่สามารถสังเคราะห์ไอโอดีนเองได้ แหล่งไอโอดีนที่สำคัญพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ ได้แก่ อาหารทะเลทุกชนิด สาหร่ายทะเล รวมไปถึงพืชผักที่เพาะปลูกในแหล่งที่มีไอโอดีนสูง แต่พื้นที่ห่างไกลจากทะเล ดินมีปริมาณธาตุไอโอดีนน้อยมากหรืออาจไม่มีเลย ส่งผลให้พืชผลิตผล และสัตว์ที่เลี้ยงในพื้นที่บริเวณนั้น เช่น ภาควัวเนื้อและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณไอโอดีนต่ำ ส่งผลให้ผู้บริโภคเกิดภาวะขาดสารไอโอดีน ทำให้ประเทศไทยไม่สามารถลดปัญหาด้านสุขภาพที่เกิดจากการขาดสารไอโอดีนได้อย่างยั่งยืนถาวร ด้วยเหตุนี้ จึงเกิดความร่วมมือระหว่างภาครัฐ และเอกชนเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยได้มีการศึกษาวิธีการเสริมไอโอดีนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น อัลคาไลด์ไอโอดัด และอัลคาไลด์ไอโอเดต เป็นต้น แต่เนื่องจากสภาพอากาศร้อนชื้นของประเทศไทยทำให้ส่งผลกระทบต่อความคงตัวของไอโอดีน จึงนิยมใช้อัลคาไลด์ไอโอเดตชนิดโพแทสเซียมไอโอเดต เป็นแร่ธาตุเสริมทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การเสริมไอโอดีนในน้ำดื่ม การเสริมไอโอดีนในเครื่องปรุงรส ได้แก่ ซีอิ้ว น้ำปลา และเกลือ รวมถึงการเสริมไอโอดีนประเภทสารเสริมในอาหารสัตว์เพื่อให้ผลิตผลและผลิตภัณฑ์จากสัตว์นั้นมีปริมาณไอโอดีนเพิ่มสูงขึ้น โดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดปริมาณการใช้

เกลือเสริมไอโอดีนในการผลิตอาหารสำหรับสัตว์หลายชนิด ได้แก่ อาหารสัตว์ปีก อาหารโค และอาหารสุกร แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณการเสริมไอโอดีนในอาหารปลาตุ๋นยังไม่มีผลการระบุปริมาณที่ใช้อย่างชัดเจน (Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2016) โดยทั่วไป สัตว์น้ำต้องการไอโอดีนในปริมาณ 1–5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Chittapalapong, 2014)

ดังนั้นเพื่อเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคนำมาสู่การศึกษาการเสริมไอโอดีนในปลาน้ำจืดซึ่งเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง และหาได้ทั่วไป โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้ปลาดุกปักก้อยในการทดลอง เนื่องจากเป็นปลาน้ำจืดที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว เป็นที่นิยมบริโภค โดยทำการเสริมไอโอดีนในอาหารทางการค้าที่ใช้เลี้ยงปลาดุก เพื่อศึกษาผลของช่วงระยะเวลาในการเสริมไอโอดีนในอาหาร ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบซาก และการสะสมไอโอดีนในเนื้อของปลาดุกปักก้อย ที่นอกจากจะสามารถช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับเนื้อปลาดุกปักก้อยได้แล้ว ยังสามารถช่วยแก้ปัญหาภาวะขาดสารไอโอดีนในคนไทยได้อีกด้วย

## อุปกรณ์และวิธีการ

### การเตรียมสัตว์ทดลอง

อนุบาลลูกปลาดุกปักก้อยในบ่อซีเมนต์ก่อนเริ่มการทดลอง เป็นเวลา 2 เดือน โดยให้อาหารวันละ 2 ครั้ง เข้า-เย็น เวลา 08.00 น. และ 16.00 น. จากนั้นคัดลูกปลาน้ำหนักเฉลี่ย 33 กรัม/ตัว เลี้ยงในบ่อพลาสติก ขนาด 1.00 × 1.50 × 0.45 ลูกบาศก์เมตร พร้อมสายยางต่อกับหัวทรายสำหรับให้อากาศทุกบ่อ จำนวน 16 บ่อ แต่ละบ่อใส่ลูกปลา 50 ตัว ใช้ลูกปลาทั้งสิ้น 800 ตัว

### การเตรียมอาหารทดลอง

การเตรียมอาหารทดลองผสมไอโอดีน ใช้อาหารทางการค้าอัดเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาดุก ระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณไอโอดีนเฉลี่ย 3.30 มิลลิกรัม/กิโลกรัม บดให้เป็นผง

แล้วเสริมด้วยโพแทสเซียมไอโอเดต (Potassium iodate,  $KIO_3$ ) เพื่อเป็นแหล่งของไอโอดีน ให้ได้ระดับความเข้มข้นของไอโอดีน 30 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม การผสมโพแทสเซียมไอโอเดตลงในอาหาร ทำโดยการละลายโพแทสเซียมไอโอเดต 1.0140 กรัม กับน้ำ 7 ลิตร จากนั้น ผสมกับอาหารที่บดผงปริมาณ 20 กิโลกรัมด้วยเครื่องผสมอาหารแนวอน เป็นระยะเวลา 20 นาที เพื่อความกระจายตัวที่สม่ำเสมอของโพแทสเซียมไอโอเดต และเข้าเครื่องเอ็กซ์ทรูเดอร์เพื่ออัดเม็ดเป็นอาหารเม็ดลอยน้ำ ณ สถานีวิจัยประมงกำแพงแสน คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารและวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนาและไอโอดีนในอาหารทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

### การทดลอง

ทำการศึกษาช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการให้อาหารเสริมไอโอดีน และทำให้เกิดการสะสมของไอโอดีนในเนื้อปลาดุกปักก้อยได้ดีที่สุดโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) โดยการศึกษาครั้งนี้ทำการเลี้ยงปลาดุกปักก้อยน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 33 กรัม/ตัว จำนวน 800 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 50 ตัว โดยแบ่งกลุ่มทดลองดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม เลี้ยงด้วยอาหารทางการค้าที่ไม่ได้เสริมโพแทสเซียมไอโอเดต เป็นระยะเวลา 120 วัน กลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยอาหารการค้าที่ไม่ได้เสริมโพแทสเซียมไอโอเดต เป็นระยะเวลา 60 วัน และเลี้ยงต่อด้วยอาหารการค้าที่เสริมโพแทสเซียมไอโอเดต เป็นระยะเวลา 60 วัน กลุ่มที่ 3 เลี้ยงด้วยอาหารการค้าที่ไม่ได้เสริมโพแทสเซียมไอโอเดต เป็นระยะเวลา 90 วัน และเลี้ยงต่อด้วยอาหารการค้าที่เสริมโพแทสเซียมไอโอเดต เป็นระยะเวลา 30 วัน และกลุ่มที่ 4 เลี้ยงด้วยอาหารการค้าที่ไม่ได้เสริมโพแทสเซียมไอโอเดต เป็นระยะเวลา 105 วัน และเลี้ยง

ต่อด้วยอาหารทางการค้าที่เสริมโพแทสเซียมไอโอเดต เป็นระยะเวลา 15 วัน รวมระยะเวลาการเลี้ยงทุกกลุ่ม 120 วัน โดยให้อาหารวันละ 2 ครั้ง คือ 08.00 น และ 16.00 น แบบเต็มที่ (*ad libitum*) และชั่งน้ำหนักตัว ปลาอุกบึกอูย ทุก 2 สัปดาห์ เพื่อติดตามการเจริญเติบโต หลังสิ้นสุดการทดลองทำการสุ่มปลาอุกบึกอูย ซ้ำละ 5 ตัว เพื่อเก็บข้อมูลน้ำหนักองค์ประกอบซาก และชั่งน้ำหนักทุกตัวเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น  $P < 0.05$

### การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนา และปริมาณไอโอดีน

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนา และ การวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนในอาหารทดลองและเนื้อปลา ทำโดยการสุ่มตัวอย่างอาหารทดลองหลังผ่าน

กระบวนการผลิต และทำการเก็บตัวอย่างเนื้อปลาอุก บึกอูยพร้อมหนัง เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 120 วัน เพื่อ วิเคราะห์องค์ประกอบทางโภชนา ได้แก่ โปรตีน ไขมัน และความชื้น ด้วยวิธีวิเคราะห์โดยประมาณตามวิธีการ ของ AOAC (2000) ค่าพลังงานรวม ด้วยวิธีการของ Hill *et al.* (1960) และวิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนด้วย วิธีการของ Moxon and Dixon (1980)

### ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาโดยเลี้ยงปลาอุกบึกอูยขนาด น้ำหนักเฉลี่ย 33 กรัม/ตัว ด้วยอาหารทางการค้าที่ระดับ โปรตีนไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ เสริมไอโอดีนด้วย โพแทสเซียมไอโอเดตเพื่อให้มีระดับไอโอดีน 30 มิลลิกรัม/ กิโลกรัมอาหาร ได้ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทาง โภชนาและปริมาณไอโอดีน ดังแสดงใน Table 1

**Table 1** Nutrient composition of the experimental diets (dry matter)

	Experimental diets <sup>1</sup>	
	With KIO <sub>3</sub>	Without KIO <sub>3</sub>
Protein (%)	30.53	30.26
Fat (%)	3.53	3.14
Gross energy (kcal/kg)	4,522.34	4,455.47
Iodine (mg/kg)	19.17	3.30

<sup>1</sup> with KIO<sub>3</sub>, commercial feed supplemented with KIO<sub>3</sub>; without KIO<sub>3</sub>, commercial feed without KIO<sub>3</sub> supplementation

จากการศึกษาการเลี้ยงปลาอุกบึกอูยด้วย อาหารทางการค้าเสริมด้วยโพแทสเซียมไอโอเดตเป็น ระยะเวลาที่แตกต่างกัน พบว่า ปลาอุกบึกอูยที่ได้รับ อาหารทางการค้าเสริมไอโอดีนเป็นระยะเวลา 60, 30 และ 15 วัน ก่อนสิ้นสุดการทดลอง มีประสิทธิภาพการ

เจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ดังแสดง ใน Table 2 ผลการทดลองสอดคล้องกับงานทดลอง ของ El-Dakar *et al.* (2015) ที่ศึกษาการเสริมไอโอดีน ในรูปของโพแทสเซียมไอโอเดตในระดับ 0.1 กรัม/ กิโลกรัมอาหาร ร่วมกับเมล็ดฟีนูกิส พบว่า ไม่ส่งผลต่อ

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในลูกปลาทรายแดง รวมไปถึง Hawkyard *et al.* (2011) ได้ทำการศึกษาการเสริมโรททะเลที่สเปรย์ด้วยโพแทสเซียมไอโอไดด์เลี้ยงลูกปลาซีบรา (*Danio rerio*) พบว่า ไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต สำหรับในการทดลองนี้ ปลาอุกบักอยู่ทุกกลุ่มทดลองมีน้ำหนักก่อนเริ่มต้นการทดลองเฉลี่ย  $33.12 \pm 1.16$  กรัม/ตัว และมีน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ยที่  $76.89 \pm 2.73$  กรัม/ตัว ซึ่งโดยทั่วไปปลาอุกที่เลี้ยงในบ่อพลาสติกเป็นระยะเวลา 90–120 วัน จะมีขนาดประมาณ 100–200 กรัม/ตัว (National Farmers Council, 2018) ทั้งนี้ ในการ

ทดลองพบว่า น้ำหนักสุดท้ายของปลาอุกบักอยู่มีค่าน้อยกว่า 100 กรัม/ตัว อาจเนื่องจากอุณหภูมิน้ำในช่วงต้นและกลางของการทดลอง (เดือนธันวาคม - กุมภาพันธ์) มีอุณหภูมิเฉลี่ย 24 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิที่ลดลงส่งผลต่อสุขภาพปลาและการเจริญเติบโต เนื่องจากปลาเป็นสัตว์เลือดเย็นจึงมีอุณหภูมิผันแปรตามสิ่งแวดล้อม (สูงหรือต่ำกว่า 0.5–1 องศาเซลเซียส; Svobodova *et al.*, 1993) ทำให้ปลากินอาหารน้อยลง โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมควรมีค่าระหว่าง 26–30 องศาเซลเซียส (Kache, 2013)

**Table 2** Growth performances and feed utilization of hybrid catfish fed commercial diets supplemented with iodine in different feeding periods

Growth performance	Feeding period <sup>1</sup>				P-value
	Control	60D:60D	90D:30D	105D:15D	
Initial weight (g/fish)	32.83 ± 0.74	33.55 ± 1.86	32.32 ± 0.89	33.77 ± 1.16	0.364
Final weight (g/fish)	75.87 ± 3.14	76.17 ± 3.26	77.84 ± 2.56	77.66 ± 1.94	0.652
Average daily gain (g/day)	0.340 ± 0.04	0.363 ± 0.02	0.380 ± 0.03	0.368 ± 0.02	0.231
Feed intake (g/fish/day)	0.638 ± 0.03	0.683 ± 0.05	0.701 ± 0.02	0.670 ± 0.05	0.224
Feed conversion ratio	1.782 ± 0.15	1.920 ± 0.08	1.855 ± 0.19	1.828 ± 0.10	0.567
Feed efficiency (%)	56.43 ± 4.75	52.13 ± 2.29	54.26 ± 5.17	54.81 ± 2.89	0.516
Specific growth rate (%/day)	0.698 ± 0.05	0.685 ± 0.03	0.733 ± 0.05	0.693 ± 0.04	0.431
Survival rate (%)	99.0 ± 1.15	98.0 ± 2.31	95.0 ± 3.46	97.5 ± 1.91	0.157
Feed cost per gain (THB/kg BW) <sup>2</sup>	40.08 ± 3.34	48.77 ± 8.57	41.78 ± 4.58	39.95 ± 5.39	0.158

<sup>1</sup> Control, fish were fed the commercial floating pellet diets without iodine supplementation for 120 days; 60D:60D, 90D:30D and 105D:15D, fish were fed the commercial floating pellet diets supplemented with 30 mg/kg KIO<sub>3</sub> for 60, 30 and 15 days prior to the end of the experiment, respectively.

<sup>2</sup> Feed cost per gain (THB/kg BW): calculated from the price of floating pellet feed without iodine supplementation 22.5 THB/kg and floating pellet feed supplemented with 30 mg/kg KIO<sub>3</sub> 23.03 THB/kg (August 2017)

สำหรับการเจริญเติบโตของปลาอุกบึกอุยที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมไอโอดีนด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกันมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดชีวิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ทั้งนี้ ปลาอุกบึกอุยในทุกกลุ่มการทดลองมีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะระหว่าง 0.685–0.733 เปอร์เซ็นต์/วัน ซึ่งมีค่าต่ำกว่า การศึกษาของ Weerapat *et al.* (2015) ที่เลี้ยงปลาอุกบึกอุยด้วยอาหารทางการค้าในระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ 2–3 เปอร์เซ็นต์/วัน

ปริมาณอาหารที่กินได้ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการใช้อาหารในทุกกลุ่มทดลองพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ดังแสดงใน Table 2 ทั้งนี้ ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวของปลาอุกบึกอุยที่ได้รับอาหารทางการค้าเสริมไอโอดีนที่ระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีต้นทุนไม่เท่ากัน โดยราคาอาหารทางการค้าไม่เสริม

ไอโอดีน (ควบคุม) มีปริมาณไอโอดีน 3.30 มิลลิกรัม/กิโลกรัมวัตถุดิบ ราคา 22.50 บาท/กิโลกรัม ในขณะที่อาหารทางการค้าเสริมไอโอดีนที่ระดับ 30 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีปริมาณไอโอดีน 19.17 มิลลิกรัม/กิโลกรัม วัตถุดิบ ราคา 23.03 บาท/กิโลกรัม ซึ่งมีราคาสูงกว่าอาหารกลุ่มควบคุมไม่ถึง 1 บาท/กิโลกรัม ซึ่งเมื่อคำนวณเป็นค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมพบว่า ยังปลาอุกบึกอุยมีระยะเวลาที่กินอาหารทางการค้าเสริมไอโอดีนนานจะทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักสูงมากขึ้นแต่ในกลุ่มที่ 4 ซึ่งได้รับอาหารทางการค้าเสริมไอโอดีนเพียง 15 วัน ก่อนสิ้นสุดการทดลอง มีต้นทุนใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม

จากการเก็บตัวอย่างปลาอุกบึกอุย เพื่อตรวจวัดน้ำหนักองค์ประกอบซาก พบว่า น้ำหนักองค์ประกอบซากในทุกส่วน ทั้งน้ำหนักเนื้อปลา กระดูก และอวัยวะภายในของปลาอุกบึกอุยในทุกกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ดังแสดงใน Table 3

**Table 3** Carcass composition of hybrid catfish fed commercial diets supplemented with iodine in different feeding periods

Carcass composition (%)	Feeding period <sup>1</sup>				P-value
	Control	60D:60D	90D:30D	105D:15D	
Edible flesh	49.77 ± 4.02	44.95 ± 1.99	46.78 ± 3.04	47.92 ± 2.13	0.179
Bone	41.73 ± 3.38	37.69 ± 1.67	39.23 ± 2.55	40.19 ± 1.79	0.180
Visceral organ	3.63 ± 0.29	3.28 ± 0.14	3.41 ± 0.22	3.50 ± 0.16	0.180

<sup>1</sup> Control, fish were fed the commercial floating pellet diets without iodine supplementation for 120 days; 60D:60D, 90D:30D and 105D:15D, fish were fed the commercial floating pellet diets supplemented with 30 mg/kg KIO<sub>3</sub> for 60, 30 and 15 days prior to the end of the experiment, respectively.

ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเสริมไอโอดีนในอาหารปลาอุกทางการค้าต่อองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อปลาอุกบึกอุยแสดงดัง Table 4

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ปลาอุกบึกอุยในทุกกลุ่มทดลองมีปริมาณโปรตีน ไขมัน ความชื้น และค่าพลังงานรวม ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ส่วน

ปริมาณไอโอดีนสะสมในเนื้อปลาคูกบักของกลุ่มที่ได้รับอาหารทางการค้าเสริมไอโอดีนที่ระดับ 30 มิลลิกรัม/กิโลกรัมวัตถุดิบ เป็นระยะเวลา 60, 30 และ 15 วัน ก่อนสิ้นสุดการทดลอง มีไอโอดีนสะสมในเนื้อสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมไอโอดีนเป็นเวลานานถึง 60 วัน ก่อนสิ้นสุดการทดลอง มีปริมาณไอโอดีนในเนื้อปลาสูงที่สุด และพบว่าปริมาณไอโอดีนที่สะสมในเนื้อปลาคูกบักที่ได้รับอาหารเสริมไอโอดีนเป็นระยะเวลา 30 และ 15 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ นั้น อาจเนื่องจากการสะสมไอโอดีนในเนื้อปลาจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งในการสะสมให้ระดับไอโอดีนเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจากการศึกษาพบว่า การให้อาหารเสริมไอโอดีนในระยะเวลา 60 วัน ปลาคูกบักมีระดับไอโอดีนสะสมในเนื้อปลาที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการให้อาหารเสริมไอโอดีนที่เพิ่มขึ้น

การเสริมไอโอดีนในอาหารปลาคูกบักที่ระยะเวลา 60, 30 และ 15 วัน ก่อนสิ้นสุดการทดลอง พบว่ามีระดับไอโอดีนสะสมในเนื้อปลาที่ 40.79, 31.25 และ 31.87 ไมโครกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด (148.42, 121.49 และ 125.10 ไมโครกรัม/100 กรัมวัตถุดิบ) ตามลำดับ ซึ่งระดับไอโอดีนสะสมในเนื้อปลาคูกบักของกลุ่มที่ได้รับอาหารทางการค้าเสริมไอโอดีนสูงกว่ากลุ่มควบคุมประมาณ 2 เท่า เช่นเดียวกับการศึกษาของ Dettipponpong *et al.* (2013) ที่พบว่า การเสริมโพแทสเซียมไอโอดेटในอาหารปลาคูกบักที่ระดับ 17.41 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร เป็นเวลา 90 วัน ทำให้มีระดับไอโอดีนสะสมในเนื้อปลาเพิ่มขึ้น 2 เท่า เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เสริม และ Julshamn *et al.* (2006) ที่ศึกษาการเสริมโพแทสเซียมไอโอดेटในอาหารปลาแซลมอนแอตแลนติก 86 มิลลิกรัม/กิโลกรัมวัตถุดิบ เลี้ยงในน้ำทะเลเป็นเวลา 150 วัน พบว่า ปลาแซลมอนแอตแลนติกที่กินอาหารเสริมไอโอดีน มีไอโอดีนสะสมในเนื้อปลา 0.9 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักสด มีปริมาณไอโอดีนสะสมในเนื้อปลาสูงขึ้น 1 เท่า โดยไม่ส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพการผลิตและสถานะ

ของไทรอยด์ฮอร์โมน นอกจากนี้ ผลการสะสมไอโอดีนในเนื้อปลาที่เพิ่มสูงขึ้นยังสอดคล้องกับการเสริมไอโอดีนจากแหล่งอื่น เช่น สาหร่ายทะเลสีน้ำตาล (*Laminaria sp.*) สามารถเพิ่มระดับไอโอดีนสะสมในเนื้อปลาเทราส์ ปลาทรายแดงได้ รวมไปถึงปลาซาร์ซึ่งเป็นปลาน้ำจืดได้ถึง 4 เท่า (Schmid *et al.*, 2003; Ribeiro *et al.*, 2015; 2017) Ribeiro *et al.* (2015) ได้ศึกษาการเสริมสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล (*Laminaria sp.*) เปรียบเทียบกับการเสริมโพแทสเซียมไอโอดेटที่ 26 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในอาหารปลาทรายแดง พบว่ามีระดับไอโอดีนสะสมในเนื้อปลาเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม หรือการเสริมสาหร่ายทะเลสีแดง (*Gracilaria sp.*) ในปลาเรนโบว์เทราส์สามารถทำให้ระดับไอโอดีนในเนื้อเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า หลังจากเลี้ยงเป็นระยะเวลา 91 วัน และหากระยะเวลาในการเลี้ยงเพิ่มขึ้นอาจส่งผลให้ระดับไอโอดีนในเนื้อปลาเพิ่มสูงขึ้นได้ (Valente *et al.*, 2015)

จากการศึกษาข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ปลาสามารถดูดซึมไอโอดีนจากการได้รับอาหารที่เสริมไอโอดีนได้ทั้งในรูปแบบของไอโอดีนสังเคราะห์และสารสกัดจากธรรมชาติ เช่น สาหร่ายทะเล เป็นต้น รวมไปถึงสามารถเก็บสะสมไอโอดีนไว้ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายไม่ว่าจะเป็นเนื้อหรือหนัง (Schmid *et al.*, 2003) ดังนั้น การศึกษาการเสริมไอโอดีนในรูปของโพแทสเซียมไอโอดेटด้วยระยะเวลาที่แตกต่างกันนั้นสามารถทำให้ปลาคูกบักมีไอโอดีนสะสมในเนื้อได้ เป็นการเพิ่มแหล่งของไอโอดีนในห่วงโซ่อาหาร และเมื่อมนุษย์บริโภคปลาก็จะได้รับไอโอดีนที่สะสมในเนื้อปลาและดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้หลังการบริโภค (Hurrell, 1997) มีรายงานว่าระดับไอโอดีนในปัสสาวะในกลุ่มอาสาสมัครเพิ่มเป็น 100 ไมโครกรัม/กรัม หลังจากบริโภคเนื้อปลาที่ได้รับอาหารเสริมไอโอดีนด้วยสาหร่ายทะเล โดยก่อนบริโภคมีระดับไอโอดีนในปัสสาวะ 66–73 ไมโครกรัม/กรัม (Schmid *et al.*, 2003)

**Table 4** Nutrient composition (dry matter) and iodine content of hybrid catfish flesh

Nutrient composition and iodine content	Feeding period <sup>1</sup>				P-value
	Control	60D:60D	90D:30D	105D:15D	
Protein (%)	68.68 ± 1.32	68.07 ± 2.36	69.03 ± 0.84	67.45 ± 1.56	0.545
Fat (%)	22.77 ± 2.18	23.02 ± 0.57	22.14 ± 0.83	24.07 ± 2.02	0.405
Moisture (%)	4.99 ± 0.65	6.10 ± 0.63	5.48 ± 1.19	5.64 ± 0.54	0.312
Gross energy (kcal/kg)	6,227.90 ± 101.92	6,313.19 ± 39.38	6,407.90 ± 331.72	6,513.23 ± 573.52	0.665
Iodine (µg/100g)	17.105 <sup>b</sup> ± 5.123	40.788 <sup>a</sup> ± 8.653	31.250 <sup>a</sup> ± 5.472	31.865 <sup>a</sup> ± 3.696	0.001

<sup>a, b</sup> Means with different superscripts within the same row differ significantly at P < 0.05

<sup>1</sup> Control, fish were fed the commercial floating pellet diets without iodine supplementation for 120 days; 60D:60D, 90D:30D and 105D:15D, fish were fed the commercial floating pellet diets supplemented with 30 mg/kg KIO<sub>3</sub> for 60, 30 and 15 days prior to the end of the experiment, respectively.

### สรุป

การเสริมโพแทสเซียมไอโอเดตที่ระดับ 30 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในอาหารปลาทางการค้า เพื่อเป็นแหล่งไอโอดีนในปลาอุกบึกอุย ไม่ส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร รวมไปถึงองค์ประกอบซากในปลาอุกบึกอุย และช่วยเพิ่มระดับไอโอดีนสะสมในเนื้อปลาได้อีกทางหนึ่ง ทำให้ปลาน้ำจืดมีระดับไอโอดีนสะสมในเนื้อปลาที่สูงกว่าปกติเพื่อช่วยเพิ่มไอโอดีนในห่วงโซ่อาหารของมนุษย์ได้ และจากการศึกษาครั้งนี้แนะนำให้เลี้ยงด้วยอาหารปลาอุกบึกอุยเสริมไอโอดีน 15 วัน ซึ่งจะทำให้ได้การสะสมไอโอดีนในเนื้อปลาไม่แตกต่างจากปลากลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมไอโอดีนที่ 60 และ 30 วัน และมีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัวที่ต่ำกว่า และไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์กรมมหาชน) ที่สนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาสัตวบาล และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกคน รวมไปถึงเจ้าหน้าที่ประจำสถานีวิจัยประมงกำแพงแสน ที่แนะนำและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป



## เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. 17<sup>th</sup> edition. The Association of Official Analytical Chemists, Virginia, USA.
- Chittapalapong, T. 2014. Aquaculture and aquaculture formulas economy. Available Source: [https://www.fisheries.go.th/technical\\_group](https://www.fisheries.go.th/technical_group), June 18, 2019. (in Thai)
- Dettipponpong, P., S. Rattanabtimtong, O. Songserm and S. Ingtamjitr. 2013. Effect of dietary iodine levels on growth performance of hybrid Clariid catfish (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*). In Proc. the 13<sup>th</sup> National Kasetsart University Kamphaeng Saen Conference, 8–9 December 2013. p. 241–247. (in Thai)
- El-Dakar, A., S. Shalaby, B. Nemetalla, N. Saleh, E. Sakr and M. Toutou. 2015. Evaluation of adding potassium iodide and thyroxin to sea bream (*Sparus aurata*) fingerlings diets containing fenugreek as a growth promoter. Am. J. Life Sci. 3: 53–61.
- Hawkyard, M., Ø. Sæle, A. Nordgreen, C. Langdon and K. Hamre. 2011. Effect of iodine enrichment of *Artemia* sp. on their nutritional value for larval zebrafish (*Danio rerio*). Aquacult. 316: 37–43.
- Hill, F.M., D.L. Anderson, R. Renderand and L.B. Carew. 1960. Studies of the metabolizable energy of grain products for chickens. Poult. Sci. J. 39: 573–579.
- Hurrell, R.F. 1997. Bioavailability of iodine. Eur. J. Clin. Nutr. 51 (Suppl. 1): 9–12.
- Julshamn, K., A. Maage, R. Waagbø and A.-K. Lundebye. 2006. A preliminary study on tailoring of fillet iodine concentrations in adult atlantic salmon (*Salmo salar* L.) through dietary supplementation. Aquacult. Nutr. 12: 45–51.
- Kache, D. 2013. Catastrophe that comes with cold weather ominous fish farmers. Available Source: <https://www.komchadluek.net/news/lifestyle/174416>, December 20, 2017. (in Thai)
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2016. Prescribe substances added to animal feed, consumption quantity and conditions for prohibition of production, import or sale of animal feeds 2016. Available Source: [https://www4.fisheries.go.th/local/file\\_document/20180724162526\\_1\\_file.pdf](https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20180724162526_1_file.pdf), June 18, 2019. (in Thai)
- Moxon, R.E.D. and E.J. Dixon. 1980. Semi-automatic method for the determination of total iodine in food. Analyst. 105: 344–352.

- National Farmers Council. 2018. Raising catfish in a plastic pond. Available Source: <https://www.nfc.or.th/content/6832>, December 19, 2019. (in Thai)
- Ribeiro, A.R., A. Gonçalves, R. Colena, M.L. Nunes, M.T. Dinis and J. Dias. 2015. Dietary macroalgae is a natural and effective tool to fortify gilthead seabream fillets with iodine: effects on growth, sensory quality and nutritional value. *Aquacult.* 437: 51–59.
- Ribeiro, A.R., A. Gonçalves, N. Bandarra, M.L. Nunes, M.T. Dinis, J. Dias and P. Rema. 2017. Natural fortification of trout with dietary macroalgae and selenised–yeast increases the nutritional contribution in iodine and selenium. *Food Res. Int.* 99: 1103–1109.
- Schmid, S., D. Ranz, M.L. He, S. Burkard, M.V. Lukowicz, R. Reiter, R. Arnold, H. Le Deit, M. David and W.A. Rambeck. 2003. Marine algae as natural source of iodine in the feeding of freshwater fish – A new possibility to improve iodine supply of man. *Revue Méd. Vét.* 154: 645–648.
- Svobodova, Z., R. Lloyd and J.M.B. Vykusova. 1993. Water Quality and Fish Health. EIFAC Technical Paper. No. 54. FAO, Rome. 59 pp.
- United Nations Children’s Fund [UNICEF]. 2008. Sustainable Elimination of Iodine Deficiency. UNICEF, New York, USA.
- Valente, L.M.P., P. Rema, V. Ferraro, M. Pintado, I.S. Pinto, L.M. Cunha, M.B. Oliveira and M. Araújo. 2015. Iodine enrichment of rainbow trout flesh by dietary supplementation with the red seaweed *Gracilaria vermiculophylla*. *Aquacult.* 446: 132–139.
- Weerapat, P., W. Niwooti, A. Doungporn and T. Sudaporn. 2015. Growth performance of hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) fed with chicken viscera incorporated in diet. *J. Fish. Tech. Res.* 2: 12–22. (in Thai)