

การศึกษาผลของแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ต่อการเพิ่มความเข้มของสีในปลาสดแดง
(*Xiphophorus helleri*)

The Study of Synthetic Carotenoids on Color Enhancement in *Xiphophorus helleri* for
Dietary Formula Development

ธีรเดช พงพิร¹ รดา ราชพิทักษ์¹

อานนท์ ทองรอด¹

¹โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารามราชวิทยาลัย ชลบุรี อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี 20170

Email: 6706386@pccchon.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาผลของแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ต่อการเพิ่มความเข้มของสีในปลาสดแดง (*Xiphophorus helleri*) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ชนิดต่าง ๆ ในสูตรอาหารปลาที่มีผลต่อความเข้มของสีในปลาสดแดง และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสูตรอาหารที่เสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์แต่ละชนิดต่อการเพิ่มความเข้มของสีในปลาสดแดง การทดลองแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มเสริมเบต้าแคโรทีนสังเคราะห์ กลุ่มเสริมแอสตาแซนทินสังเคราะห์ กลุ่มเสริมแคนทาแซนทินสังเคราะห์ กลุ่มเสริมลูทีนสังเคราะห์ และกลุ่มอาหารจากท้องตลาด โดยใช้อาหารพื้นฐานสูตรเดียวกันและแตกต่างกันเฉพาะชนิดของแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่เติมลงในสูตรอาหาร ทำการทดลองกับปลาสดแดงอายุ 1-2 เดือน จำนวนรวม 30 ตัว เป็นระยะเวลา 1 เดือน โดยให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ผลการทดลองพบว่า การเสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มของสีในปลาสดแดง โดยกลุ่มที่ได้รับแอสตาแซนทินสังเคราะห์มีค่าเฉลี่ยแดง (a*) สูงที่สุด ขณะที่กลุ่มที่ได้รับเบต้าแคโรทีนสังเคราะห์และแคนทาแซนทินสังเคราะห์มีผลเด่นในการเพิ่มค่าเฉลี่ยแดง (a*) และเฉลี่ยเหลือง (b*) ใกล้เคียงกัน ส่วนกลุ่มที่ได้รับลูทีนสังเคราะห์มีแนวโน้มเพิ่มค่าเฉลี่ยเหลือง (b*) เป็นหลักสำหรับกลุ่มอาหารจากท้องตลาดให้ผลการเพิ่มสีในระดับปานกลาง เมื่อเทียบกับกลุ่มแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ และกลุ่มควบคุมมีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยที่สุด แต่มีการเพิ่มความสว่าง (L*) สูงที่สุด สรุปได้ว่า การเสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ในอาหารสามารถเพิ่มความเข้มของสีในปลาสดแดงได้ โดยเฉพาะแอสตาแซนทินสังเคราะห์ที่ให้ประสิทธิภาพสูงที่สุด รองลงมา ได้แก่ เบต้าแคโรทีนสังเคราะห์ แคนทาแซนทินสังเคราะห์ และลูทีนสังเคราะห์ ซึ่งผลการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาอาหารปลาสวยงามเพื่อเพิ่มคุณภาพและมูลค่าทางเศรษฐกิจได้

คำสำคัญ: ปลาสดแดง, แคโรทีนอยด์สังเคราะห์, ความเข้มของสี

1. บทนำ

แคโรทีนอยด์ (Carotenoids) เป็นสารสีธรรมชาติในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ที่พบได้ในพืช สาหร่าย จุลินทรีย์ และสัตว์น้ำบางชนิด มีบทบาทสำคัญต่อการสร้างสีของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะในสัตว์น้ำหลายชนิด นอกจากนี้ แคโรทีนอยด์บางชนิดยังสามารถทำหน้าที่เป็น

สารตั้งต้นของวิตามินเอ ซึ่งเกี่ยวข้องกับกระบวนการเจริญเติบโต การมองเห็น และการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของสัตว์ (Maoka, 2011) ในการเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม การเสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ในอาหารได้รับความสนใจ เนื่องจากสามารถเพิ่มการสะสมของรงควัตถุในเนื้อเยื่อ ส่งผลให้สีของปลามีความเข้มและสดใสมากขึ้น อีกทั้งยังมีส่วนช่วยส่งเสริมสุขภาพและเพิ่มความต้านทาน

ต่อโรคของปลา (ศุภโชค, 2561; Gomes et al., 2002) โดยสีของปลาเป็นหนึ่งปัจจัยสำคัญที่สะท้อนถึงคุณสมบัติของปลา และมีผลต่อความนิยมรวมถึงมูลค่าทางการตลาดของปลาสวยงาม (พรทิพย์ และ สุพรรณิ, 2556)

ปลาสดแดง (*Xiphophorus hellerii*) เป็นปลาสวยงามที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีสีสันสวยงาม เลี้ยงง่าย และสามารถขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว ดังนั้นความเข้มของสีจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพและมูลค่าทางเศรษฐกิจของปลา การพัฒนาอาหารที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสร้างสีจึงเป็นแนวทางสำคัญในการเพิ่มคุณภาพของปลาสวยงามในระบบเพาะเลี้ยง

แคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่นิยมใช้ในการเสริมในอาหารปลา ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แอสตาแซนทิน ลูทีน และแคนทาแซนทิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการเพิ่มการสะสมของรงควัตถุภายในร่างกายปลา ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีผิว เนื่องจากแคโรทีนอยด์แต่ละชนิดมีโครงสร้างทางเคมีและประสิทธิภาพในการเพิ่มสีแตกต่างกัน จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาชนิดของแคโรทีนอยด์ที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมต่อการเพิ่มความเข้มของสีในปลาสอดแดง เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการพัฒนาสูตรอาหารปลาสวยงามต่อไป (วรารณ, 2557; Bjerkeng, 2000)

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ชนิดต่าง ๆ ต่อความเข้มของสีในปลาสอดแดง (*Xiphophorus hellerii*) และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแคโรทีนอยด์แต่ละชนิดในการส่งเสริมการเกิดสี ผู้วิจัยจึงเห็นว่าผลการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสูตรอาหารปลาสวยงาม และส่งเสริมอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วิธีการดำเนินงาน

ตอนที่ 1 การเตรียมอาหารทดลอง

เตรียมการทดลองโดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 6 ชุดการทดลอง คือ ชุดที่ 1 ชุดควบคุม คือชุดที่ไม่เสริมแคโรทีนอยด์ ชุดที่ 2 ชุดเสริมเบต้าแคโรทีนสังเคราะห์ ชุดที่ 3 ชุดเสริมแอสตาแซนทินสังเคราะห์ ชุดที่ 4 ชุดเสริมแคนทาแซนทินสังเคราะห์ ชุดที่ 5 ชุด

เสริมลูทีนสังเคราะห์ และชุดที่ 6 ชุดอาหารจากท้องตลาด โดยจะผลิตอาหารทดลองโดยใช้สูตรที่ประกอบด้วยสารอาหารที่เหมือนกันทั้งหมด ยกเว้นชนิดของแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ กระบวนการแรกเริ่มจากผสมวัตถุดิบแห้ง คือ ปลาป่น กากถั่วเหลือง แป้งข้าวโพด และวิตามินเกลือแร่ มาผสมกันตามอัตราส่วนตามตารางที่ 1 ด้วยเครื่อง ผสมอาหารยี่ห้อ Oxygen รุ่น KW-205A เป็นเวลา 5 นาทีจนส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันดี ตามด้วย น้ำมันตับปลา วิตามินผสม และแร่ธาตุผสม เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นแบ่งอาหารที่ได้ออกเป็น 6 ชุดการทดลอง และนำแคโรทีนชนิดต่าง ๆ จำนวน 2.5 กรัมมาผสมตามชุดการทดลอง และคนจน สารละลายเป็นเนื้อเดียวกันเป็นเวลา 5 นาที เมื่อส่วนผสมเป็นเนื้อเดียวกันจึงนำส่วนผสมใส่ในแม่พิมพ์รูปทรงกลมขนาด 0.3 เซนติเมตร และนำเข้าเครื่องอบที่ อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 ชั่วโมง เมื่อได้อาหารในรูปแบบเม็ดแล้วนำมาแยกใส่ถุงซิปล็อค ขนาด 12*17 เซนติเมตรตามชุดการทดลองเพื่อป้องกันความชื้นและสะดวกต่อการให้อาหารปลา

วัตถุดิบ	ชุดการทดลอง					
	1	2	3	4	5	6
1. ปลาป่น	350	350	350	350	350	-
2. กากถั่วเหลือง	250	250	250	250	250	-
3. แป้งข้าวโพด	250	250	250	250	250	-
4. วิตามินเกลือแร่	50	50	50	50	50	-
5. น้ำมันตับปลา	50	50	50	50	50	-
6. วิตามินผสม	30	30	30	30	30	-
7. แร่ธาตุผสม	20	20	20	20	20	-
8. เบต้าแคโรทีนสังเคราะห์	-	0.5	-	-	-	-
9. แอสตาแซนทินสังเคราะห์	-	-	0.5	-	-	-
10. แคนทาแซนทินสังเคราะห์	-	-	-	0.5	-	-
11. ลูทีนสังเคราะห์	-	-	-	-	0.5	-

ตารางที่ 1 แสดงส่วนประกอบและปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ในอาหารทดลองชุดการทดลองละ 1 กิโลกรัม (กรัม/กิโลกรัมอาหาร)

ตอนที่ 2 การเตรียมทดลองอาหารในปลา

นำกะละมังขนาด 30×11 เซนติเมตร จำนวน 6 ใบ มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดและนำไปพักให้แห้ง จากนั้นเตรียมน้ำและปลาในการทดลองโดยนำน้ำประปาจากก๊อกน้ำบริเวณห้องทดลองปริมาณ 100 ลิตร มาใส่ถังพักน้ำที่เป็นภาชนะเปิด จากนั้นวางพักไว้เป็นเวลา 2 วันเพื่อให้คลอรีนระเหยออกไปจนเหลือ

ปริมาณคลอรีนน้อยที่สุด เมื่อถึงระยะเวลาที่กำหนดทำการตักน้ำใส่กะละมังที่เตรียมไว้ทั้ง 6 ใบ ปริมาณใบละ 6 ลิตร เพื่อเตรียมสำหรับการเลี้ยงปลา โดยปลาสดแดงที่ใช้จะทำการซื้อจากร้านขายสัตว์น้ำทั่วไป บริเวณตำบลบ่อวิน อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี เลือกปลาสดแดงอายุประมาณ 1-2 เดือนและมีขนาดที่ใกล้เคียงกันจำนวน 30 ตัว เมื่อซื้อมาแล้วนำปลาไปปรับอุณหภูมิโดยการแช่ถุงปลาในกะละมังที่เตรียมไว้เป็นเวลา 30 นาที และทำการปล่อยปลาลงในกะละมังแต่ละใบ จำนวนใบละ 5 ตัว

ตอนที่ 3 การทดลองอาหารในปลา

เมื่อเตรียมกะละมังและปลาสำหรับการทดลองเรียบร้อยแล้ว จึงให้อาหารปลาทุกวันเป็น ระยะเวลา 1 เดือน โดยให้อาหารวันละ 2 มื้อ ในเวลา 07:00 และ 17:00 นาฬิกา โดยใช้ช้อนตัก อาหารปลาและโรยลงในตู้ปลาแต่ละชุดการทดลอง ครั้งละ 0.2 กรัม เพื่อควบคุมให้ปลาได้รับปริมาณอาหารที่ใกล้เคียงกันในทุก ๆ ชุดการทดลองตลอดช่วงการดำเนินงาน และเปลี่ยนถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ประมาณ 50% ของตู้ปลา โดยใช้น้ำจากถังพักน้ำที่ทำการระเหยคลอรีนเรียบร้อยแล้ว ในทุก ๆ 2 สัปดาห์ จะนำปลาในแต่ละชุดการทดลองมาทำการวัดค่าความเข้มของสีด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter ยี่ห้อ NH300/3NH โดยใช้กระชอนตักปลาแต่ละตัวอย่างระมัดระวังมาวางที่ถาดทดลอง และนำพลาสติกใสมาวางทับตัวปลาและทำการวัดสีบริเวณกลางลำตัวโดยอ่านค่าในระบบ CIE ($L^*a^*b^*$) โดยค่า L^* คือค่าความ สว่าง ค่า a^* คือค่าเม็ดสีแดง และค่า b^* คือค่าเม็ดสีเหลือง เมื่อวัดปลาทุกตัวในแต่ละชุดการทดลองและจดบันทึกข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงนำปลาไปปล่อยลงตู้ทดลองเดิมและให้อาหารสำหรับเตรียมวัดสีใน รอบต่อ ๆ ไป

3. ผลการศึกษาค้นคว้า

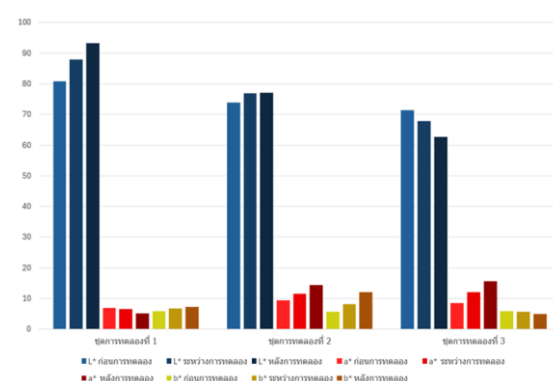
จากการศึกษาผลของแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ต่อการเพิ่มความเข้มของสีในปลาสดแดง (*Xiphophorus hellerii*) การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการติดตามผลการเปลี่ยนแปลงสีของปลาสดแดง โดยวัดค่าพารามิเตอร์สีในระบบ $L^*a^*b^*$ ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าเม็ดสีแดง (a^*) และค่าเม็ดสีเหลืองเหลือง (b^*) โดยทำการวัดผลทั้งหมด

3 ช่วงเวลา ได้แก่ ก่อนการทดลอง (สัปดาห์ที่ 0) ระหว่างการทดลอง (สัปดาห์ที่ 2) และหลังการทดลอง (สัปดาห์ที่ 4) เพื่อเปรียบเทียบผลของการเสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ชนิดต่าง ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงสีของปลาสดแดง

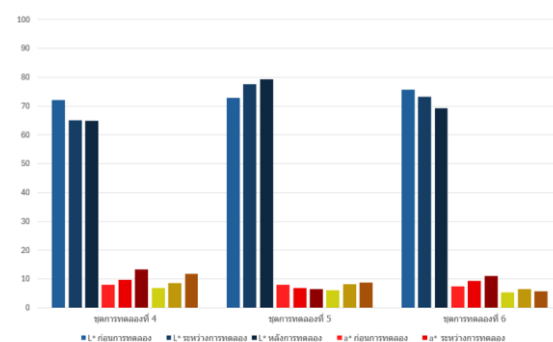
3.1 การศึกษาผลของการเสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ชนิดต่าง ๆ ในสูตรอาหารปลาที่มีผลต่อความเข้มของสีในปลาสดแดง

ชุดการทดลอง	ก่อนการทดลอง			ระหว่างการทดลอง			หลังการทดลอง		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
1	80.82	6.83	5.86	87.87	6.49	6.69	93.18	5.04	7.22
2	73.85	9.41	5.60	76.85	11.45	8.09	77.07	14.37	11.96
3	71.35	8.42	5.89	67.81	11.99	5.69	62.77	15.58	4.92
4	72.01	8.04	6.83	65.08	9.81	8.67	64.98	13.32	11.74
5	72.94	8.09	6.14	77.63	6.98	8.13	79.24	6.57	8.71
6	75.69	7.54	5.37	73.31	9.34	6.43	69.17	11.01	5.72

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์สีในระบบ CIE ของแต่ละชุดการทดลอง ในช่วงก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง



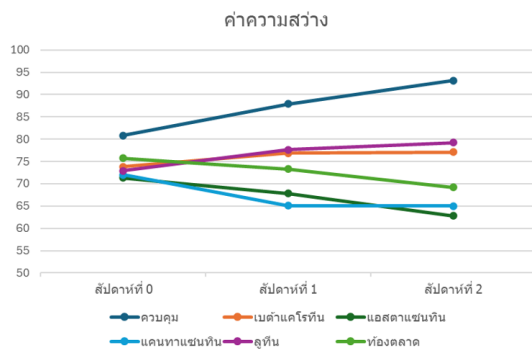
ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์สีในระบบ CIE ของชุดการทดลองที่ 1-3 ในช่วงก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์สีในระบบ CIE ของชุดการทดลองที่ 4-6 ในช่วงก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง และหลังการทดลอง

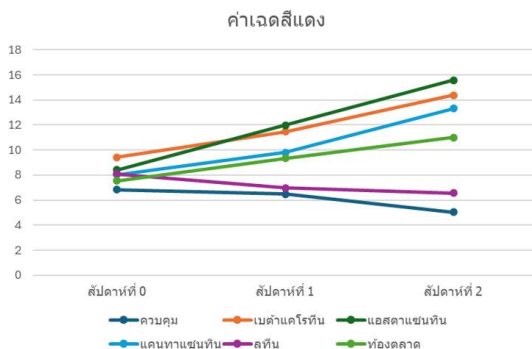
3.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสูตรอาหารปลาที่เสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ชนิดต่างๆ ในการเพิ่มความเข้มของสีในปลาสดแดง

3.2.1 การเปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ L^* ของปลาสดแดงในแต่ละกลุ่มการทดลอง



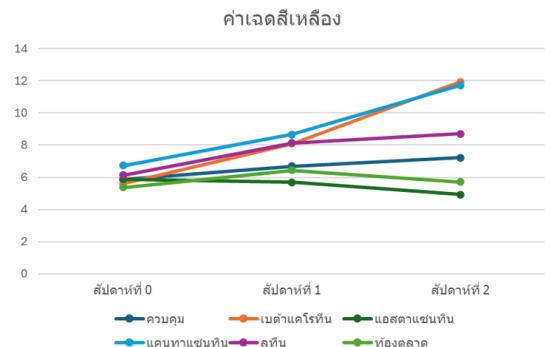
ภาพที่ 12 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L^*) ของปลาสดแดงในแต่ละกลุ่มทดลองตลอดระยะเวลา 0-4 สัปดาห์

3.2.2 การเปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ a^* ของปลาสดแดงในแต่ละกลุ่มการทดลอง



ภาพที่ 13 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าเจดสีแดง (a^*) ของปลาสดแดงในแต่ละกลุ่มทดลองตลอดระยะเวลา 0-4 สัปดาห์

3.2.3 การเปรียบเทียบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ b^* ของปลาสดแดงในแต่ละกลุ่มการทดลอง



ภาพที่ 14 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าเจดสีเหลือง (b^*) ของปลาสดแดงในแต่ละกลุ่มทดลองตลอดระยะเวลา 0-4 สัปดาห์

3.2.4 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีของปลาสดแดงจากค่าพารามิเตอร์ $L^*a^*b^*$ และการแสดงผลในรูปแบบสี (RGB) ในช่วงระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์



ตารางที่ 3 การแสดงการเปลี่ยนแปลงสีของปลาสดแดงในกลุ่มควบคุมจากค่าพารามิเตอร์ $L^*a^*b^*$ ในช่วงระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์



ตารางที่ 4 การแสดงการเปลี่ยนแปลงสีของปลาสดแดงในกลุ่มที่ได้รับเบต้าแคโรทีนจากค่าพารามิเตอร์ $L^*a^*b^*$ ในช่วงระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์



ตารางที่ 5 การแสดงการเปลี่ยนแปลงสีของปลาสดแดงในกลุ่มที่ได้รับแอสตาแซนทีนจากค่าพารามิเตอร์ $L^*a^*b^*$ ในช่วงระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์



ตารางที่ 6 การแสดงการเปลี่ยนแปลงสีของปลาสดแดงในกลุ่มที่ได้รับแคนทาแซนทีนจากค่าพารามิเตอร์ $L^*a^*b^*$ ในช่วงระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์

สัปดาห์ที่ 0 สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 4

ตารางที่ 7 การแสดงการเปลี่ยนแปลงสีของปลาสดแดงในกลุ่มที่ได้รับลูทีนจากค่าพารามิเตอร์ $L^*a^*b^*$ ในช่วงระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์

สัปดาห์ที่ 0 สัปดาห์ที่ 2 สัปดาห์ที่ 4

ตารางที่ 8 การแสดงการเปลี่ยนแปลงสีของปลาสดแดงในกลุ่มที่ได้รับอาหารจากตลาดจากค่าพารามิเตอร์ $L^*a^*b^*$ ในช่วงระยะเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์

4. สรุปและอภิปราย

4.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาผลของการเสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ชนิดต่าง ๆ ในอาหารที่มีต่อความเข้มของสีในปลาสดแดง (*Xiphophorus hellerii*) โดยทำการทดลองเปรียบเทียบอาหาร 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มเสริมเบต้าแคโรทีนสังเคราะห์ กลุ่มเสริมแอสตาแซนทินสังเคราะห์ กลุ่มเสริมแคนทาแซนทินสังเคราะห์ กลุ่มเสริมลูทีนสังเคราะห์ และกลุ่มอาหารจากท้องตลาด และประเมินค่าพารามิเตอร์สีในระบบ CIE Lab* ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าเฉดสีแดง (a^*) และค่าเฉดสีเหลือง (b^*) ในช่วงเวลา 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ก่อนเริ่มการทดลอง ปลาสดแดงทุกกลุ่มมีค่าพารามิเตอร์สีใกล้เคียงกันอย่างไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีความสม่ำเสมอของสีเริ่มต้น จึงเหมาะสมต่อการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสีภายหลังการได้รับอาหารทดลอง

เมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 4 พบว่า กลุ่มที่ได้รับแอสตาแซนทินสังเคราะห์มีค่าเฉดสีแดง (a^*) สูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.58 ± 1.38 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มทดลองอื่นอย่างชัดเจน สะท้อนให้เห็นว่าแอสตาแซนทินสังเคราะห์มีประสิทธิภาพสูงในการเพิ่มการสะสมรงควัตถุสีแดงในเนื้อเยื่อปลา รองลงมาคือกลุ่มเบต้าแคโรทีนสังเคราะห์และแคนทาแซนทินสังเคราะห์ ซึ่งให้ผลในระดับปานกลาง ในด้านค่าเฉดสีเหลือง (b^*) พบว่า กลุ่มที่

ได้รับเบต้าแคโรทีนสังเคราะห์มีค่าสูงที่สุด (11.95 ± 2.23) รองลงมาคือกลุ่มแคนทาแซนทินสังเคราะห์ แสดงให้เห็นว่าแคโรทีนอยด์ทั้งสองชนิดมีบทบาทเด่นในการเพิ่มโทนสีเหลือง-แดงของปลา ส่งผลให้เกิดการแสดงออกของสีส้มในปลา อันเป็นผลจากคุณสมบัติของรงควัตถุในกลุ่ม carotenoid ที่สามารถสะสมใน chromatophore ของผิวหนังปลาได้ สำหรับค่าความสว่าง (L^*) พบว่า กลุ่มที่ได้รับแอสตาแซนทินสังเคราะห์และแคนทาแซนทินสังเคราะห์มีค่า L^* ลดลงอย่างต่อเนื่อง แสดงถึงการเพิ่มความเข้มของสีผิว ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่า L^* เพิ่มขึ้นตามระยะเวลา ซึ่งสะท้อนถึงการสูญเสียความเข้มของสีเมื่อไม่ได้รับแคโรทีนอยด์จากอาหาร และในส่วนของกลุ่มอาหารจากท้องตลาด พบว่ามีค่าพารามิเตอร์สี (a^* , b^* , L^*) อยู่ในระดับปานกลางเมื่อเทียบกับกลุ่มทดลอง โดยให้ผลการเพิ่มสีดีกว่ากลุ่มควบคุม แต่ยังต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับแคโรทีนอยด์สังเคราะห์อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าอาหารเชิงพาณิชย์มีส่วนผสมของแคโรทีนอยด์บางชนิดแต่มีความเข้มข้นหรือประสิทธิภาพในการสะสมสีต่ำกว่าสารเสริมเฉพาะทาง

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การเสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ในอาหารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มของสีในปลาสดแดง (*Xiphophorus hellerii*) อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 6 กลุ่มการทดลอง โดยกลุ่มที่ได้รับแอสตาแซนทินสังเคราะห์มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการเพิ่มค่าเฉดสีแดง (a^*) และความเข้มของสีโดยรวม ขณะที่เบต้าแคโรทีนสังเคราะห์และแคนทาแซนทินสังเคราะห์มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มค่าเฉดสีเหลือง (b^*) และเสริมความสดของสี ส่วนลูทีนสังเคราะห์ให้ผลต่อโทนสีเหลืองเป็นหลัก กลุ่มอาหารจากท้องตลาดให้ผลระดับปานกลาง ส่วนกลุ่มควบคุมมีแนวโน้มความเข้มสีลดลงเมื่อระยะเวลาการทดลองเพิ่มขึ้น

4.2 อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการทดลองพบว่า การเสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของปลาสดแดงอย่างชัดเจน โดยเฉพาะค่าเฉดสีแดง (a^*) ซึ่งเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ได้รับแอสตาแซนทินสังเคราะห์ เบต้าแคโรทีนสังเคราะห์ และแคนทาแซนทินสังเคราะห์ สอดคล้องกับ

การศึกษาของ นงลักษณ์ สำราญราษฎร์ และคณะ (มหาวิทยาลัยบูรพา) ซึ่งพบว่า การเสริมแคโรทีนอยด์ในอาหารปลากลุ่มปลาสวยงามสามารถเพิ่มความเข้มของสีผิวหนังได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มแอสตาแซนทินที่ให้สีแดงเด่นชัดที่สุดในเนื้อเยื่อปลา นอกจากนี้ งานวิจัยของ จุฬารัตน์และคณะ (Kasetsart University) ยังรายงานว่า การเสริมแอสตาแซนทินและแคนทาแซนทินในอาหารปลาสามารถเพิ่มความเข้มของสีผิวและคุณภาพทางสุนทรียะของปลาสวยงามได้อย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในงานวิจัยนี้ที่พบว่ากลุ่มแอสตาแซนทินมีค่า a^* สูงที่สุดและสีแดงเข้มมากที่สุด กลุ่มที่ได้รับแอสตาแซนทินมีค่าเฉลี่ยสีแดงสูงที่สุด เนื่องจากแอสตาแซนทินเป็น keto-carotenoid ที่มีความสามารถในการสะสมในชั้นผิวหนังและเซลล์ chromatophore ได้ดี ส่งผลให้สีมีความเข้มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Yuangsoi และ Jintasataporn (Kasetsart University) ที่พบว่าแอสตาแซนทินมีการดูดซึมและการสะสมในเนื้อเยื่อปลาดีกว่าลูทีนอย่างชัดเจน ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับเบต้าแคโรทีนมีแนวโน้มเพิ่มทั้งค่า a^* และ b^* แสดงว่าเบต้าแคโรทีนมีผลต่อทั้งโทนสีแดงและสีเหลือง ซึ่งสอดคล้องกับงานทบทวนของ Matsuno et al. (Kasetsart University collaborations / fisheries research) ที่ระบุว่าเบต้าแคโรทีนสามารถถูกเปลี่ยนรูปเป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีในเนื้อเยื่อปลาได้ สำหรับกลุ่มแคนทาแซนทินและลูทีนพบว่า มีผลต่อค่า b^* มากกว่าค่า a^* เนื่องจากเป็นกลุ่ม xanthophyll ที่ให้โทนสีเหลือง-ส้มเป็นหลัก สอดคล้องกับงานวิจัยทบทวนในปลาสวยงามที่ระบุว่าแคโรทีนอยด์แต่ละชนิดมีความสามารถในการสะสมและแสดงสีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของปลาและการเผาผลาญภายในร่างกาย และกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้รับสารเสริมพบว่าค่า a^* ลดลงต่อเนื่อง แสดงให้เห็นว่าหากไม่มีการเสริมแคโรทีนอยด์ สีแดงของปลาจะลดลงตามระยะเวลา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดจากงานวิจัยในปลากลุ่ม cichlid และ tilapia ที่พบว่า การได้รับแคโรทีนอยด์จากอาหารเป็นปัจจัยสำคัญในการคงสีของผิวหนังปลา

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป ควรศึกษาผลของการเสริมแคโรทีนอยด์ในระยะเวลาที่นานขึ้น และศึกษาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสะสมรงควัตถุและความเข้มของสีในปลาสดแดง นอกจากนี้ ควรขยายการศึกษาไปยังปลาสวยงามชนิดอื่น เพิ่มจำนวนตัวอย่าง ควบคุมปัจจัยแวดล้อม เช่น คุณภาพน้ำ อุณหภูมิ และแสงให้มีความสม่ำเสมอ รวมถึงใช้เครื่องมือวัดสีที่มีความแม่นยำสูงขึ้น เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับคำปรึกษาและชี้แนะตลอดจนได้รับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่จากสาขาชีววิทยา โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬารัตน์ราชวิทยาลัยชลบุรี

เอกสารอ้างอิง

- จักรกฤษณ์ พรหมเกิด. (2560). การใช้แคโรทีนอยด์ในอาหารสัตว์น้ำเพื่อเพิ่มสีของปลาสวยงาม. วารสารวิทยาศาสตร์การประมง, 12(2), 45–53.
- วรารัตน์ อินทรกำแหง. (2557). การศึกษาผลของแคโรทีนอยด์ต่อการเพิ่มสีในปลาสวยงาม. วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี, 5(3), 77–84.
- ศุภโชค วงศ์สวัสดิ์. (2561). บทบาทของแคโรทีนอยด์ต่อภูมิคุ้มกันและการเพิ่มสีในสัตว์น้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์ทางทะเล, 15(2), 61–70.
- Bjerkeng, B. (2000). Carotenoid pigmentation of salmonid fishes: Recent progress. Aquaculture Research, 31(6), 449–454.
- Gomes, E., Dias, J., & Silva, P. (2002). The role of carotenoids in fish pigmentation and immunity. Aquaculture Nutrition, 8(3), 223–230