

ลิลลี่ หลัว : อาหารคาร์โบไฮเดรตสูงในพ่อแม่พันธุ์ส่งผลต่อเมตาบอลิซึมและอีพิเจเนติกส์ในลูก
พันธุ์ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) (FEEDING BROODSTOCK NILE TILAPIA
(*Oreochromis niloticus*) WITH HIGH LEVEL OF CARBOHYDRATES: IMPACT ON
METABOLISM AND EPIGENETICS OF OFFSPRING) อาจารย์ที่ปรึกษา:
ศาสตราจารย์ ดร. สุรินทร์ บุญอนันตสร, 137 หน้า.

คำสำคัญ: เมตาบอลิซึม/อิทธิพลระยะยาว/ประสิทธิภาพการใช้อาหาร/โปรแกรมทางโภชนาการ/
พันธุศาสตร์ด้านการกระบวนการเหนือพันธุกรรม

โปรแกรมการส่งเสริมโภชนาการ (Nutritional programming; NP) ในพ่อแม่พันธุ์ปลานิลด้วย
อาหารคาร์โบไฮเดรตสูง (Hyperglucidic stimuli) ส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนเมแทบอลิซึมของ
คาร์โบไฮเดรตในลูกพันธุ์ปลา การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์อิทธิพลระยะยาวของโปรแกรม
การส่งเสริมโภชนาการในพ่อแม่พันธุ์ด้วยอาหารคาร์โบไฮเดรตสูง (HC) ต่อการปรับเปลี่ยนเมแทบอลิ
ซึมของคาร์โบไฮเดรตและอีพิเจเนติกส์ในลูกปลาระยะวัยรุ่นและระยะโตเต็มวัย ตลอดจน
ประสิทธิภาพการใช้อาหารที่เปลี่ยนไปจากอาหารที่ใช้วัตถุดิบโปรตีนจากพืช การทดลองนี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม
ทดลอง คือ กลุ่มพ่อแม่พันธุ์ปลาที่ได้รับการกระตุ้นด้วยอาหารคาร์โบไฮเดรตสูง/โปรตีนต่ำ (HC/LP)
และ กลุ่มพ่อแม่พันธุ์ปลาที่ได้รับการกระตุ้นด้วยอาหารคาร์โบไฮเดรตต่ำ/โปรตีนสูง (LC/HP) นำลูก
ปลาจากพ่อแม่พันธุ์ทั้ง 2 กลุ่ม มาเลี้ยงจนถึงระยะปลาวัยรุ่นเพื่อทดสอบด้วยอาหาร HC/LP (การ
ทดลองที่ 1) และระยะปลาโตเต็มวัย เพื่อทดสอบด้วยอาหาร HC/LP (การทดลองที่ 2) นอกจากนี้การ
ทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบลูกปลาทั้ง 2 กลุ่มด้วยอาหารที่ใช้วัตถุดิบโปรตีนจากพืช

ในการทดลองที่ 1 การกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์ปลาด้วยอาหาร HC ส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนเม
แทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรตในลูกปลาระยะวัยรุ่น (สัปดาห์ที่ 17) ได้แก่ เพิ่มค่าดัชนีตับ เพิ่มไตร
กลีเซอไรด์ในตับ และกระตุ้นการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการไกลโคไลซิส (*pfkma*
และ *pfkmb*) ที่กล้ามเนื้อ และยับยั้งการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับกลูโคซิโนเจนซิส (*g6pca1*)
และการสลายกรดอะมิโน (*alat*) ที่ตับ เมื่อลูกปลาได้รับการทดสอบด้วยอาหาร HC/LP เป็น
ระยะเวลา 4 สัปดาห์ (สัปดาห์ที่ 18 - 21) พบการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการสังเคราะห์การใช้
ประโยชน์และการย่อยสลายของสารโมเลกุลเล็ก และการตอบสนองเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต
ได้แก่ 1) ระดับกลูโคสและไตรกลีเซอไรด์เพิ่มขึ้น และโปรตีนลดลงในพลาสมา 2) เพิ่มการสะสมไขมัน
ไกลโคเจนและไตรกลีเซอไรด์ในตับและกล้ามเนื้อ 3) กระตุ้นการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับไกล
โคไลซิส (*gck* และ *pklr*) และการสร้างไขมัน (*fasn* และ *g6pd*) ที่ตับ และการขนส่งกลูโคส (*glut4*)
และ ไกลโคไลซิส (*hk1* และ *hk2*) ที่กล้ามเนื้อ 4) ยับยั้งกลูโคซิโนเจนซิส (*g6pca2* และ *pck2*) และ
การสลายกรดอะมิโน (*asat*) ที่ตับ นอกจากนี้การกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์ปลาด้วยอาหาร HC ส่งผลต่อการ

เปลี่ยนแปลงของเอ็มอาร์เอ็นเอของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเพิ่มและลดหมู่เมทิลของดีเอ็นเอและการเพิ่มและลดหมู่เมทิลและอะเซทิลของฮิสโตน ที่ตับและกล้ามเนื้อในลูกปลาระยะวัยรุ่น

การทดลองที่ 2 พบอิทธิพลของ NP ในลูกปลาระยะโตเต็มวัย (สัปดาห์ที่ 25) การกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์ปลาด้วยอาหาร HC ส่งผลต่อการเพิ่มค่าดัชนีตับ กระตุ้นการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับไกลโคไลซิส (*pfkma* และ *pfkmb*) ที่กล้ามเนื้อ และยับยั้งการสลายกรดอะมิโน (*alat*) ที่ตับ เมื่อลูกปลาได้รับการทดสอบด้วยอาหาร HC/LP เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ (สัปดาห์ที่ 26 - 29) ลูกปลาของพ่อแม่พันธุ์ที่ได้รับอาหาร HC มีสมรรถนะการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น และพบการเปลี่ยนแปลงของเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต เช่น การกระตุ้นไกลโคไลซิสและการสร้างไขมันที่ตับ และการขนส่งกลูโคสที่กล้ามเนื้อ และพบการยับยั้งกลูโคนีโอเจเนซิสและการสลายกรดอะมิโนที่ตับ นอกจากนี้การกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์ปลาด้วยอาหาร HC ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของยีนที่สร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเพิ่มและลดหมู่เมทิลของดีเอ็นเอและการเพิ่มและลดหมู่เมทิลและอะเซทิลของฮิสโตน ที่ตับและกล้ามเนื้อ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการอีพิเจเนติกส์น่าจะเกี่ยวข้องกับอิทธิพลของ NP ของคาร์โบไฮเดรตระยะยาวในปลานิล

การทดลองที่ 3 พบอิทธิพลของ NP ในลูกปลาโตเต็มวัยในระยะเก็บเกี่ยว (สัปดาห์ที่ 56) โดยการกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์ปลาด้วยอาหาร HC ส่งผลต่อการยับยั้งการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับกลูโคนีโอเจเนซิส (*g6pca1* และ *g6pca2*) และการสลายกรดอะมิโน (*asat* และ *alat*) ที่ตับ และกระตุ้นไกลโคไลซิสที่กล้ามเนื้อ (*pfkma*) เมื่อลูกปลาได้รับการทดสอบด้วยอาหารที่ใช้วัตถุดิบโปรตีนจากพืช ผลการศึกษาพบว่าอาหารที่ใช้วัตถุดิบโปรตีนจากพืชส่งผลให้ปลามีสมรรถนะการเจริญเติบโตลดลง และเพิ่มการสะสมไขมัน ไกลโคเจน และไตรกลีเซอไรด์ที่ตับและกล้ามเนื้อ แต่การกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์ปลาด้วยอาหาร HC ส่งผลต่อการเพิ่มสมรรถนะการเจริญเติบโต เช่นเดียวกับการกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์ปลาด้วยอาหาร HC ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของยีนที่เกี่ยวข้องกระบวนการอีพิเจเนติกส์

โดยสรุปการกระตุ้นพ่อแม่พันธุ์ปลาด้วยอาหาร HC ส่งผลดีต่ออิทธิพลของ NP ในระยะยาวในลูกพันธุ์ปลา สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรตในอาหารและอาหารที่ใช้วัตถุดิบโปรตีนจากพืชในลูกพันธุ์ปลา

สาขาวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางสัตว์
ปีการศึกษา 2567

ลายมือชื่อนักศึกษา Linli Luo
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา SA
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม SA

LINLI LUO : FEEDING BROODSTOCK NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) WITH HIGH LEVEL OF CARBOHYDRATES: IMPACT ON METABOLISM AND EPIGENETICS OF OFFSPRING.
THESIS ADVISOR: PROF. SURINTORN BOONANUNTANASARN, Ph. D., 137 PP.

Keyword: CARBOHYDRATE METABOLISM/LONG-TERM EFFECTS/EFFECTIVE UTILIZATION/
NUTRITIONAL PROGRAMMING/EPIGENETICS

Nutritional programming (NP) using hyperglucidic stimuli through high carbohydrate (CHO) feeding in broodstock may lead to modulation of CHO metabolism in the offspring. This study, therefore, aimed to analyze the long-term effects of NP induced by high CHO (HC) feeding in broodstock on CHO metabolism and epigenetic modulation in juvenile and adult offspring, as well as the effectiveness of plant-based diet utilization. The study included two experimental broodstock groups: one fed a high CHO/low protein (HC/LP) diet and the other fed a low CHO/high protein (LC/HP) diet. Offspring from both experimental groups were cultured through the juvenile stage for dietary challenge with the HC/LP diet (Experiment I) and through the adult stage for dietary challenge with the HC/LP diet (Experiment II). In addition, Experiment III involved dietary challenging the offspring of both groups with a plant-based diet.

In Experiment I, broodstock feeding with an HC diet could modulate CHO metabolism and related metabolic pathways in their offspring at the juvenile stage (week 17), including increased hepatosomatic index (HSI) and hepatic triglyceride levels, induction of muscular glycolysis (*pfkma* and *pfkmb*), and suppression of hepatic gluconeogenesis (*g6pca1*) and amino acid catabolism (*alat*). When juvenile offspring were challenged with the HC diet for 4 weeks (week 18–21), more pronounced intermediary metabolism and CHO metabolic responses were observed, including: 1) increased plasma glucose and triglyceride levels and decreased plasma protein levels, 2) increased hepatic and muscular fat, glycogen, and triglyceride contents, 3) induction of hepatic glycolysis (*gck* and *pklr*), lipogenesis (*fasn* and *g6pd*), muscular glucose transport (*glut4*), and glycolysis (*hk1* and *hk2*), and 4) suppression of hepatic gluconeogenesis (*g6pca2* and *pck2*) and amino acid catabolism (*asat*). In addition, HC feeding in broodstock led to modulation of mRNA expression levels of enzymes associated with hepatic and muscular DNA (de)methylation, histone (de) methylation,

and (de)acetylation in juvenile offspring.

In Experiment II, the long-term NP effects of dietary HC stimulus in broodstock on the modulation of CHO metabolism persisted into adulthood (week 25). Parental HC stimulation increased HSI, induced muscular glycolysis (*pfkma* and *pfkmb*), and decreased hepatic amino acid catabolism (*alat*). Furthermore, during the dietary challenge phase (weeks 26–29), parental HC stimulation improved growth performance. The NP effects of parental HC stimulation also modulated several CHO metabolic responses in adult offspring, including the induction of hepatic glycolysis and lipogenesis, as well as muscular glucose transport, and the suppression of gluconeogenesis and amino acid catabolism in the liver. At the molecular level, parental HC stimulation modulated several enzymes related to DNA and histone (de)methylation and histone de(acetylation) in the liver and muscle, suggesting that epigenetic modifications are involved in the long-term NP effects of CHO in Nile tilapia.

In Experiment III, the long-term NP effects of dietary HC stimulus in broodstock on the modulation of CHO metabolism persisted into harvestable adult offspring (week 56), including the suppression of gluconeogenesis (*g6pca1* and *g6pca2*) and amino acid catabolism (*asat* and *alat*) in the liver, and the induction of glycolysis (*pfkma*) in muscle. After the offspring were exposed to high plant-based diets, irrespective of the NP effects of CHO in broodstock, the plant-based HC diet inhibited growth performance and increased hepatic and muscular fat, glycogen, and triglyceride levels, as well as whole-body fat content in fish. However, a history of broodstock HC stimulation improved growth performance and modulated CHO metabolism. Again, at the molecular level, parental HC stimulation modulated several enzymes related to epigenetics.

In conclusion, dietary HC stimulation in broodstock could exert long-term beneficial NP effects that improve the adaptability of the offspring to HC diets. This study suggests that parental nutritional regulation of CHO could serve as a tool to improve the efficient use of dietary CHO and plant-based diets in Nile tilapia.

School of Animal Technology and Innovation
Academic Year 2024

Student's Signature Lanli Luo
Advisor's Signature En P
Co-advisor's Signature SA