

## บทสรุปผู้บริหาร

---

### 1. รายละเอียดเกี่ยวกับแผนงานวิจัย

1.1 ชื่อเรื่อง การพัฒนาและเพิ่มมูลค่าปลาหนังลูกผสม (ปลาเทโพ x ปลาสวาย) เพื่อการเพิ่มผลผลิตเชิงพาณิชย์และเพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน

Development and value added of hybrid catfish (*Pangasius larnaudii* x *Pangasianodon hypophthalmus*) for increase commercial production and improve the competition ability

### 1.2 คณะผู้วิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดวงพร อมรเลิศพิศาล (ผู้อำนวยการแผน และหัวหน้าโครงการย่อยที่ 2)  
คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้  
โทรศัพท์ 0-5387-3470-2 ต่อ 213 โทรสาร 0-5387-3470-2 ต่อ 130  
E-mail: doungpornfishtech@gmail.com
2. รองศาสตราจารย์ ดร. เกียรติศักดิ์ เม่งอำพัน (หัวหน้าโครงการย่อยที่ 1)  
คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 50290  
โทรศัพท์ 053-873470-2 ต่อ 202 โทรสาร 053-873470-2 ต่อ 130  
E-mail: kriang1122sak@gmail.com, kriangsakm@mju.ac.th
3. อาจารย์ ดร. นริศรา ไส้เลิศ (หัวหน้าโครงการย่อยที่ 3)  
ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200  
โทรศัพท์ 053- 945362-4 โทรสาร 053-945365  
E-mail: nlailerd@mail.med.cmu.ac.th
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุตินา ศรีมะเร็ง (หัวหน้าโครงการย่อยที่ 4)  
ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200  
โทรศัพท์ 0 5394 5362-4 ต่อ 115 โทรสาร 053-945-365  
E-mail: csrimar@med.cmu.ac.th
5. อาจารย์ธนนันท์ ศุภกิจจานนท์ (หัวหน้าโครงการย่อยที่ 5)  
คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ 50290  
โทรศัพท์ 053-353831-4 ต่อ 1437 มือถือ 081- 4535683 โทรสาร 053-353830  
E-mail: tananunnok@gmail.com
6. อาจารย์ ดร. สุธาพร ตงศิริ  
คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โทรศัพท์ 053-873470-2 ต่อ 210

โทรสาร 053-873470-2 ต่อ 130

E-mail: sudap2515@gmail.com

7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัญชลี พงศ์ชัยเดชา

Mrs. Anchalee Pongchaidecha

โทรศัพท์ 053- 94-5362-4 โทรสาร 053- 94-5365

E-mail: apongcha@mail.med.cmu.ac.th

8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติพรรณ นิมสุข

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โทรศัพท์ 053-873529 โทรสาร 053-873548

E-mail: thitiphan.cs@gmail.com

9. อาจารย์ ดร.นภวรรณ เสาวคนธ์

สาขาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โทรศัพท์ 044-224-623 โทรสาร 044-224-633

E-mail: naruwan@sut.ac.th

10. นายอุเทน จำใจ

นักศึกษาปริญญาเอก สาขาสหวิทยาการเกษตร คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โทรศัพท์ 089-1914321

E-mail: ten\_f2m@hotmail.com

11. นางสาวรัตนภรณ์ จันทร์ทิพย์

นักวิจัยในโครงการ ผศ. ดร. ดวงพร อมรเลิศพิศาล

โทรศัพท์ 089-1911800

E-mail: noiplant@yahoo.com

### 1.3 งบประมาณและระยะเวลาทำวิจัย

ได้รับงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 งบประมาณที่ได้รับ 4,200,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 30 กันยายน พ.ศ. 2556 ถึง 29 กันยายน พ.ศ. 2557

## 2. บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญพันธุ์และเพาะขยายพันธุ์ในปลาสวาย (*Pangasianodon hypophthalmus*) และปลาเทโพ (*Pangasius larnaudii*) พบว่า พ่อปลาสวายและแม่ปลาเทโพสามารถผลิตปลาหนึ่งลูกผสมได้จำนวนมาก โดยปลาหนึ่งลูกผสม (ปลาเทโพ x ปลาสวาย) มีอัตราการผสม อัตราการฟัก และอัตราการรอดสูงสุด ส่วนปลาหนึ่งลูกผสมแบบสลับเพศ (ปลาสวาย x ปลาเทโพ) มีอัตราการรอดที่ต่ำกว่าปลาสวายอีกด้วย ส่วนการเลี้ยงปลาหนึ่งลูกผสม (ปลาสวาย x ปลาเทโพ) ในกระชังเป็นเวลา 4 เดือน พบว่า มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าปลาสวาย สำหรับการแปลงเพศปลาหนึ่งลูกผสมหลังจากการอนุบาลในกระชังเป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่า การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของลูกปลาแปลงเพศเมียและเพศผู้สูงกว่าลูกปลาปกติ ผลจากการผลิตปลาหนึ่งลูกผสมได้จำนวนมากจึงเหมาะสมในการพัฒนาให้เป็นปลาเศรษฐกิจตัวใหม่ ได้ทำการเพิ่มมูลค่าเศษเหลือการแปรรูปอุตสาหกรรมประมงน้ำจืด โดยนำก้อนไขมันมาสกัดเป็นน้ำมันปลาน้ำจืดที่มีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันปลาทะเล โดยมีปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวในกลุ่มโอเมก้า 9 ที่สูงกว่าน้ำมันปลาจากปลาทะเล 2-3 เท่า จากนั้นนำน้ำมันปลาที่สกัดได้ไปศึกษาฤทธิ์ชีวภาพในสัตว์ทดลอง โดยทำการศึกษาผลการเจริญเติบโตของปลาหนังที่ได้รับอาหารเม็ดเสริมน้ำมันปลาน้ำจืดเป็นเวลา 5 เดือน พบว่า ปลาหนังในหน่วยการทดลองที่ให้อาหารผสมน้ำมันปลา ในระดับ 1.5% มีการเจริญเติบโตดีที่สุด และยังช่วยเพิ่มปริมาณไขมันโอเมก้า 3, 6 และ 9 ในเนื้อปลาได้อีกด้วย ส่วนการศึกษาในหนูที่มีภาวะเบาหวานด้วยการให้น้ำมันปลาน้ำจืดในปริมาณ 1 กรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า สามารถลดระดับน้ำตาลกลูโคส ไขมันคอเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของหนูที่มีภาวะเบาหวานได้ โดยกลไกการออกฤทธิ์ช่วยเพิ่มความไวในการตอบสนองต่ออินซูลิน เพิ่มระดับของฮอโมนอะดีโปเนกทินและลดระดับของฮอโมนเลปทินในเลือด นอกจากนี้ยังช่วยลดการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชันอีกด้วย ในการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและกลไกที่เกี่ยวข้องต่อโปรตีนขนส่งยาที่มีมากที่สุด พบว่า น้ำมันปลาน้ำจืดปริมาณ 0.25 และ 0.5% สามารถป้องกันการเพิ่มขึ้นของระดับสารอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นภายในเซลล์มะเร็งตับที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชันโดยการใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ และผลที่ได้ใกล้เคียงกับผลของวิตามินอี และเมื่อเพิ่มปริมาณเป็น 1% สามารถฟื้นฟูการทำงานของโปรตีนขนส่งยาชนิด organic cation transporter 1 (OCT1) ในเซลล์มะเร็งตับของมนุษย์ จึงน่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งยาในโรคตับที่มีภาวะเครียดออกซิเดชันได้ นอกจากนี้ได้นำเศษเหลือการแปรรูปปลาหนึ่งลูกผสมที่เพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์ชนิดอาหารขบเคี้ยว โดยนำไปทดสอบกับสุนัขและสอบถามความพึงพอใจของเจ้าของสัตว์เลี้ยง ผลจากการวิจัยดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า สามารถพัฒนาสายพันธุ์ปลาเศรษฐกิจตัวใหม่ และเพิ่มมูลค่าให้กับเศษเหลือจากการแปรรูปอุตสาหกรรมประมงน้ำจืดได้เป็นอย่างดี โดยได้จัดอบรมการเพาะเลี้ยงปลาลูกผสมและการเพิ่มมูลค่าให้กับเกษตรกร ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้รับบริการอบรมต่อการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ พบว่า อยู่ในเกณฑ์ระดับดีและดีมาก (34 และ 63% ตามลำดับ)

**คำสำคัญ:** การสร้างมูลค่าเพิ่ม ปลาหนึ่งลูกผสม น้ำมันปลาน้ำจืด วัสดุเศษเหลือ ฤทธิ์ชีวภาพ

ผลิตภัณฑ์สัตว์เลี้ยง อาหารปลา

## Abstract

The maturation and breeding of the broodstock male *Pangasianodon hypophthalmus* (Ph) and female *Pangasius larnaudii* (Pl) gave the highest in term of fingerling number. It was found that both of hybrid catfish (Pl × Ph) showed the best fertilization, hatching, and survival rate. Moreover, the reciprocal (Pl × Ph) provided better survival rate than Ph. The hybrid (Ph × Pl) had better growth than the Ph when it was cultured in cages for 4 months. The sex reversal was applied to the hybrid and it found that growth and survival rate of male and female fingerlings were better than normal sex during nursed in cages for 2 months. The finding of new hybrid strain has capabilities to produce more fingerlings for new economic strain. By-product from freshwater fisheries industry was value added. The adipose tissue was extracted to freshwater fish oil (FFO). The FFO contained amount of saturated fatty acid which similar to marine fish oil (MFO). Interestingly, FFO exhibited the quantity of the monounsaturated fatty acid, omega- 9 which is higher than 2-3 times from the MFO. The FFO was evaluated on biological activity in animal. The growth performances in hybrid catfish received FFO for 5 months were studied. Results revealed that catfish treated with 1.5% FFO supplemented feed increased growth significantly highest than other treatments ( $p < 0.05$ ). It also increased the amount of omega 3, 6 and 9 in flesh. Feeding with FFO from hybrid catfish at a dose of 1000 mg/kg BW for 12 weeks to diabetic rats (DM rat) significantly lowered the plasma glucose levels as well as total cholesterol and triglyceride levels. The mechanism of action enhanced of insulin sensitivity, increased plasma adiponectin levels, decreased plasma leptin levels and lipid peroxidation in DM rat. The antioxidant properties of FFO and its mechanism on a major liver drug transporter were investigated in liver cell. The result showed that FFO at 0.25 and 0.5% was able to protect reactive oxygen species (ROS) production after induced oxidative stress by hydrogen peroxide. This result was similar to that of vitamin E treatment. Moreover, fish oil from hybrid catfish at 1% improved organic cation transporter 1 (OCT1) function. Thus, these findings suggest that it may improve therapeutic efficacy of drugs transport in oxidative stress related liver diseases. In addition, the remainder of hybrid catfish processing, carcass was added value as a kind of snack food products for pet. These snacks were tested in dogs and queried satisfaction from pet owners. All the above findings lead to the conclusion that new economic fish species was developed as well as value added of by-product from industry of freshwater fisheries processing. The technology transfer has been performed in the workshop training course. The evaluation from trainees showed the satisfaction of utility of these knowledge at the level of good and very good (34 and 63%), respectively.

**Keywords:** by-products, biological activity, fish feed, freshwater fish oil, hybrid catfish, pets product, value added

### 3. สรุปโครงการวิจัย

#### ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ปัจจุบันกลุ่มปลาหนังลูกผสมเนื้อขาวได้รับความนิยมของผู้บริโภค เนื่องจากเป็นอาหารสุขภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการ เป็นแหล่งของโปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ และกรดไขมันที่ดี เช่น ไขมันกลุ่มโอเมก้า 3 โดยเฉพาะกรดไขมันชนิด DHA (docosahexaenoic acid) และ EPA (eicosapentaenoic acid) ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาของสมอง และช่วยป้องกันการเกิดโรคหลอดเลือดและหัวใจ (Mozaffarian and Wu, 2012) ทำให้มีการเพาะเลี้ยงปลาหนังลูกผสมเนื้อขาวมากขึ้นในประเทศไทย ในปี 2550 พบว่า ตลาดมีความต้องการประมาณ 3.5-4 พันตัน/ปี ส่วนในตลาดต่างประเทศ เช่น กลุ่มประเทศแถบยุโรป อเมริกา มาเลเซีย สิงคโปร์ พบว่า มีความต้องการปลาหนังประมาณ 1-2 ล้านตัน/ปี โดยมีมูลค่าหลายแสนล้านบาทในรูปปลาแล่นเนื้อ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังไม่สามารถผลิตปลาที่มีสายพันธุ์ดีได้เพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น ในการเพาะเลี้ยงปลาหนังดังกล่าวเพื่อพัฒนาอาชีพ ลดการนำเข้าและสนับสนุนการส่งออก

คณะผู้วิจัยได้ทำการผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างปลาสวยและปลาบึกที่เติบโตในบ่อเลี้ยง ได้เป็นปลาบึกลูกผสม นอกจากนี้ทางกลุ่มผู้วิจัยยังคิดค้นและพัฒนาสูตรอาหารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไข่และน้ำเชื้อให้ได้ปริมาณมากเป็นที่สำเร็จแล้ว หลังจากนั้นทางคณะผู้วิจัยได้ลูกผสมมาเพาะขยายพันธุ์ต่อโดยทำการผสมพันธุ์ระหว่างพ่อและแม่ปลาลูกผสมดังกล่าว ปรากฏว่าสามารถเพาะพันธุ์ได้ลูกปลาชื่อ ปลาบึกสยาม ซึ่งมีการเจริญเติบโตดี มีปริมาณเนื้อมาก และมีสีเนื้อขาวปนเหลือง จึงทำให้นักวิชาการให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่ง เพราะก่อนหน้านี้ทุกคนเข้าใจว่าสิ่งมีชีวิตที่เกิดการผสมข้ามพันธุ์จะไม่สามารถสืบพันธุ์ได้หรือเรียกว่าเป็นหมัน ในทางตรงกันข้ามปลาลูกผสมที่ได้ สามารถผลิตไข่ น้ำเชื้อได้มากกว่าปลาบึกหลายเท่า สามารถผสมติดให้ลูกหลายหมื่นตัวและเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ได้เร็ว ซึ่งมีลักษณะเป็นสายพันธุ์ที่ดีเป็นที่ต้องการในเชิงพาณิชย์ จากจุดเด่นของปลาหนังทั้งสามชนิดและความสำเร็จจากการทำการผสมข้ามสายพันธุ์ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันยังมีปัญหาการพัฒนาสายพันธุ์ดังกล่าวยังมีปริมาณไม่เพียงพอ และยังไม่ได้คุณภาพตามที่คุณภาพตามความต้องการ กล่าวคือ ปลาบึกมีปัญหาคือ วัยเจริญพันธุ์ของปลาจะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์นานถึง 10 ปี ขึ้นไป ใช้เวลาเลี้ยงนาน เพอร์เซ็นต์เนื้อน้อย และเนื้อมีสีเหลืองอมแดง โดยช่วงระยะเวลาดังกล่าวเป็นอุปสรรคอย่างยิ่งในการเพาะขยายพันธุ์และนำไปเลี้ยงเชิงพาณิชย์ ส่วนปลาสวยมีการเจริญเติบโตที่ยังไม่ดีพอ ปริมาณเนื้อน้อย และเนื้อมีสีเหลือง จึงเกิดปัญหาขาดแคลนพ่อแม่พันธุ์ที่ดีที่สามารถผลิตลูกปลาให้เพียงพอและมีคุณภาพตามความต้องการของตลาด อีกทั้งปลาบึกลูกผสมที่ได้ยังมีปัญหาเรื่องการเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ มีการแปรปรวนของขนาดลูกปลา และจำนวนลูกปลายังผลิตได้ไม่เพียงพอ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาปลาหนังเนื้อขาวอีกสายพันธุ์หนึ่งเพื่อการปรับปรุงสายพันธุ์และป้องกันการขาดแคลนพ่อแม่พันธุ์ คือ ใช้พ่อแม่พันธุ์ปลาเทโพผสมกับปลาสวยแบบสลับเพศ ซึ่งปลาทั้งสองชนิดนี้เป็นสายพันธุ์ที่มีปริมาณพ่อแม่พันธุ์จำนวนมาก เลี้ยงง่าย กินอาหารดี โตเร็ว และสามารถเพาะขยายพันธุ์ได้ง่าย โดยปลาทั้ง 2 สายพันธุ์ มีข้อดีคือ ปลาเทโพมีสีเนื้อขาวอมชมพู ส่วนปลาสวยมีความดกไข่และปริมาณน้ำเชื้อมาก เพื่อให้ได้ปลาหนังเนื้อขาวอมชมพูและผลิตลูกปลาได้จำนวนมากตามความต้องการของตลาด

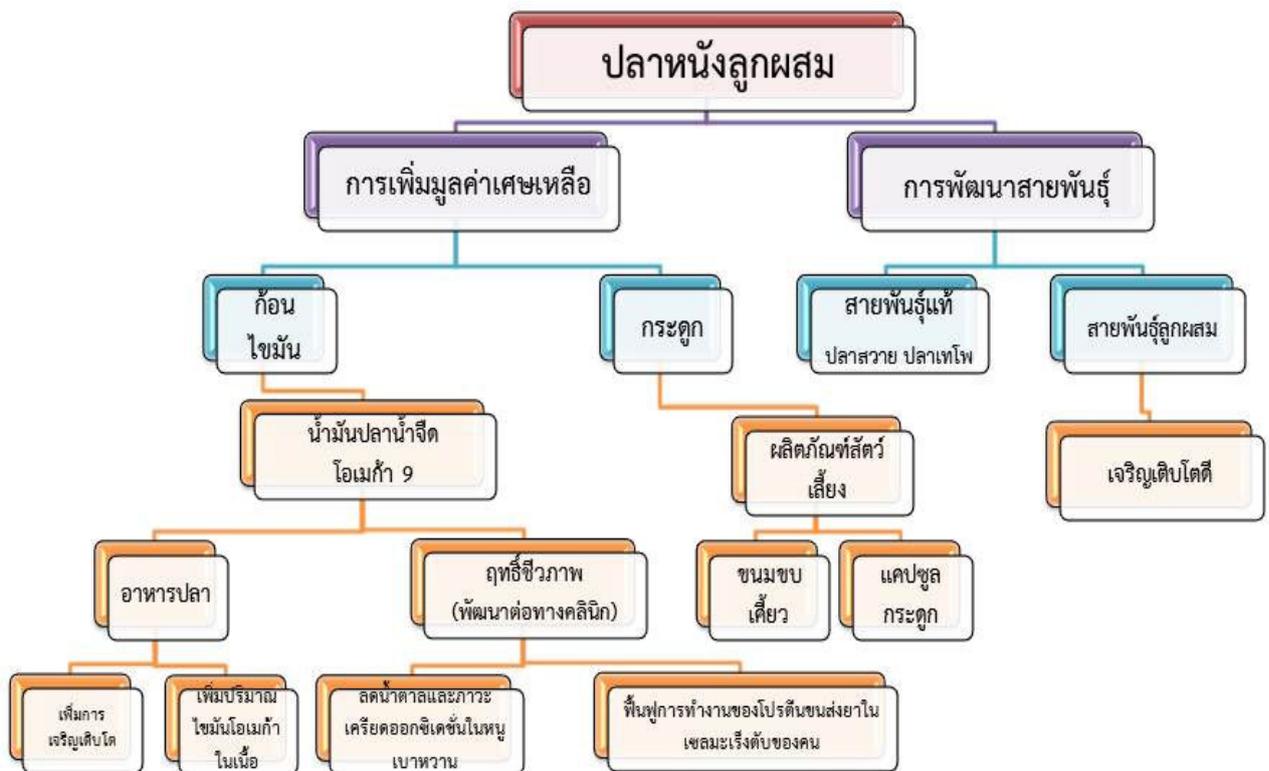
ประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์ทางการประมงหลายแห่งที่ส่งออกปลาหนังเนื้อขาวในรูปปลาแล่นเนื้อ (fillet) จึงทำให้มีไขมันที่เป็นของเหลือจากการแล่นเนื้ออยู่เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะไขมันปลาภายในบริเวณช่องท้อง ซึ่งไขมันเหล่านี้ไม่ถูกนำไปใช้ประโยชน์หรือเพิ่มมูลค่าเท่าที่ควร จากการที่คณะผู้วิจัยได้ทำโครงการวิจัยเรื่อง “ศักยภาพของน้ำมันปลาหนังน้ำจืดในการเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร” โดยมีสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ให้การสนับสนุนทุนในปีงบประมาณ 2553 ผลการศึกษา พบว่า ก้อนไขมันปลาหนังลูกผสมกลุ่มปลาสาวยที่ได้จากเศษเหลือในการแปรรูปจากอุตสาหกรรมส่งออกปลาเนื้อขาว 1 กก. ได้ปริมาณน้ำมันดิบ (crude oil) เท่ากับ 360 มล. และจาก crude oil 100 กรัม มีส่วนประกอบของไขมันไม่อิ่มตัวเท่ากับ 51.09 กรัม ซึ่งประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว และกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนชนิดกรดไขมันชนิดโอเมก้า-3 ได้แก่ ALA (alpha-linolenic acid), EPA และ DHA และกรดไขมันชนิดโอเมก้า-6 ได้แก่ กรดไลโนเลนิก (gamma-linolenic acid) นอกจากนี้ crude oil จากปลาหนังกลุ่มนี้ยังมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระในหลอดทดลองในแบบจำลองการกำจัดอนุมูล ABTS อีกด้วย จากนั้นได้ทดสอบฤทธิ์ชีวภาพในหนูขาว พบว่า ผลจากการให้ crude oil ปลาหนังในปริมาณ 1 มล./กก./วัน ร่วมกับการให้อาหารไขมันสูงต่อเนื่องเป็นเวลา 12 สัปดาห์ในหนูขาว พบว่า ช่วยควบคุมระดับของกลูโคสและไขมันชนิดต่างๆ ในเลือดให้กลับเข้าสู่ค่าปกติใกล้เคียงกับในหนูขาวกลุ่มควบคุม โดยมีประสิทธิผลที่ไม่แตกต่างไปจากหนูขาวกลุ่มที่ได้รับ fish oil ที่มีวางขายในท้องตลาดที่มีราคาแพงใช้เป็น positive control

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำน้ำมันปลาที่สกัดได้จากปลาหนังลูกผสม (ปลาเทโพ x ปลาสาวย) มาเพิ่มมูลค่าเป็นอาหารปลาเสริมโอเมก้า 3 โดยคาดหวังว่าจะทำให้ได้องค์ความรู้สนับสนุนการนำเศษไขมันเหลือใช้จากอุตสาหกรรมแปรรูปปลาหนังเนื้อขาวมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารในสัตว์น้ำ เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่ม และพัฒนาปลาให้เป็นอาหารสุขภาพ (functional food) ทำการศึกษาฤทธิ์ชีวภาพของน้ำมันปลาที่สกัดได้ในการศึกษาการลดระดับน้ำตาลในเลือดน้ำตาล (anti-hyperglycemic activity) และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant activity) ในหนูเบาหวานชนิดที่ 2 (type 2 diabetic rats) ฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ของน้ำมันปลาในเซลล์มะเร็งตับ และศึกษาการแปรสภาพปลาหนังลูกผสมที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในท้องถิ่นมาพัฒนาโดยแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ สำหรับสัตว์เลี้ยง นอกจากนี้ยังศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันปลาที่เพิ่มปริมาณ polyunsaturated fatty acid หรือกรดไขมันโอเมก้า 3 ผลจากการทำวิจัยในแผนงานนี้จะทำให้ได้องค์ความรู้สนับสนุนการนำเศษไขมันเหลือใช้จากอุตสาหกรรมแปรรูปปลาหนังเนื้อขาวมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร (nutraceutical product) เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่ม และนำไปสู่การใช้ประโยชน์จากเศษเหลือใช้จากปลากลุ่มนี้ได้เป็นอย่างดีเป็นรูปธรรม อีกทั้งยังช่วยเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับประเทศได้อีกด้วย

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาสายพันธุ์ปลาหนังลูกผสม (ปลาเทโพ x ปลาสวาย) 4 สายพันธุ์ ให้มีลักษณะตามความต้องการของตลาด
2. เพื่อศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันปลาจากเศษเหลือทางการประมงของปลาหนังลูกผสม (ปลาเทโพ x ปลาสวาย)
3. เพื่อศึกษาผลการเสริมน้ำมันปลาลูกผสม (ปลาเทโพ x ปลาสวาย) ต่อการเจริญเติบโต ระบบต้านอนุมูลอิสระ และองค์ประกอบของสารอาหารในเนื้อปลา
4. เพื่อศึกษาผลและกลไกการออกฤทธิ์ของน้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสม (ปลาเทโพ x ปลาสวาย) ต่อการลดระดับน้ำตาลและการต้านอนุมูลอิสระในหนูขาวที่มีภาวะเบาหวานชนิดที่ 2
5. เพื่อศึกษาฤทธิ์และกลไกในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสม (ปลาเทโพ x ปลาสวาย) ในเซลล์มะเร็งตับ
6. การแปรรูปเศษเหลือของปลาหนังลูกผสม (ปลาเทโพ x ปลาสวาย) เป็นผลิตภัณฑ์สำหรับสัตว์เลี้ยง

## ระเบียบวิธีวิจัย



## ผลการวิจัย

ในการพัฒนาสายพันธุ์ปลาหนังลูกผสม พบว่า ปลาหนังลูกผสม (ปลาเทโพ x ปลาสวาย) มีอัตราการผสม อัตราการฟัก และอัตราการรอดสูงสุด ตลอดจนสายพันธุ์ปลาลูกผสมแบบสลับเพศสายพันธุ์ใหม่ (ปลาสวาย x ปลาเทโพ) ก็มีอัตราการรอดที่ดีกว่าปลาสวายอีกด้วย สำหรับการอนุบาลในตู้กระจกระยะเวลา 1 เดือน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดไม่แตกต่างกัน สำหรับการเลี้ยงในกระชัง พบว่า ปลาหนังลูกผสมมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าปลาสวาย โดยสามารถแยกลักษณะภายนอกของปลาหนังลูกผสม (ปลาสวาย x ปลาเทโพ) กับปลาสวาย ในขนาด 4-6 นิ้วได้ สำหรับการแปลงเพศปลาหนังลูกผสมหลังจากการอนุบาลในกระชังเป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่า การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของลูกปลาแปลงเพศเมียและเพศผู้สูงกว่าลูกปลาปกติ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการเหนี่ยวนำให้เป็นโครโมโซม 3n หลังการผสม 6 นาที มีอัตราการผสมกับอัตราการฟักสูงสุด และการเหนี่ยวนำโครโมโซมในระยะเวลาที่ต่างกันไม่มีผลต่ออัตราการผสมและอัตราการรอด และไม่พบจำนวนลูกปลาที่สามารถเหนี่ยวนำโครโมโซม 3n ดังนั้นจึงควรศึกษาวิธีการทำให้ลูกปลาเป็นหมันเพิ่มเติมในการศึกษาครั้งต่อไป

ก้อนไขมันจากเศษเหลืออุตสาหกรรมประมงน้ำหนัก 1 กก. สามารถสกัดได้น้ำมันปลาน้ำจืดปริมาณ 270 มล. จากนั้นจะนำน้ำมันปลาที่ได้ไปทดสอบลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี พบว่า น้ำมันปลาที่ได้มีสีเหลืองใส มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้งค่ากรด ค่าเปอร์ออกไซด์ ค่าไอโอดีน และค่าไขมันอิสระ นอกจากนี้ยังมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันปลาจากปลาทะเลในท้องตลาด ส่วนค่าไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนยังมีค่าน้อยกว่าน้ำมันปลาจากปลาทะเล โดยเฉพาะกรดไขมันโอเมก้า 3 ที่มีปริมาณน้อยกว่ามาก ในขณะที่ปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยวในกลุ่มโอเมก้า 9 (กรดโอเลอิก) ในน้ำมันปลาที่สกัดได้มีปริมาณสูงกว่าน้ำมันปลาจากปลาทะเล 2-3 เท่า จากนั้นนำไปศึกษาผลการเจริญเติบโตของปลาหนังที่ได้รับอาหารเม็ดเสริมน้ำมันปลาเป็นเวลา 5 เดือน พบว่า ปลาหนังในหน่วยการทดลองที่ให้อาหารผสมน้ำมันปลาในระดับ 1.5% มีการเจริญเติบโตดีที่สุด และยังช่วยเพิ่มปริมาณไขมันโอเมก้า 3, 6 และ 9 ในเนื้อปลาได้อีกด้วย สรุปได้ว่าน้ำมันปลาที่สกัดจากก้อนไขมันที่เป็นเศษเหลือจากการแปรรูปอุตสาหกรรมประมงน้ำจืดสามารถนำมาใช้ทดแทนน้ำมันปลาจากปลาทะเลที่มีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศได้ ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และเพิ่มมูลค่าปลาน้ำจืดได้เป็นอย่างดี

น้ำมันปลาน้ำจืดที่สกัดได้ถูกนำมาศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพฤทธิ์การลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดและต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสมขนาดต่างๆในหนูขาวที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ด้วยอาหารไขมันสูงและสารสเตโรบโทโซโตซิน พบว่า การให้น้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสมในปริมาณ 1,000 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวันในหนูที่มีภาวะเบาหวานเป็นเวลา 12 สัปดาห์ สามารถลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด และลดการทุเลาของภาวะดื้อต่ออินซูลิน ลดระดับไขมันคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือดของหนูที่มีภาวะเบาหวานอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่า การให้น้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสมยังมีผลลดระดับของเอ็มดีเอ (MDA) หรือ malondialdehyde ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชันด้วย จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า น้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสม

สามารถลดระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดและลดการเกิดภาวะเครียดออกซิเดชันจากโรคเบาหวานชนิดที่ 2 และแสดงให้เห็นศักยภาพของน้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสมในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร

จากการที่น้ำมันปลาหนังน้ำจืดที่สกัดได้มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจึงถูกนำมาศึกษาต่อในด้านกลไกที่เกี่ยวข้องต่อโปรตีนขนส่งยาที่มีมากที่สุด ได้แก่ โปรตีนขนส่งสารอินทรีย์ประจุบวกชนิดที่ 1 ร่วมกับการวัดการตายของเซลล์ การแสดงออกของยีนและการแสดงออกของโปรตีนที่เกี่ยวข้อง จากผลการทดลอง พบว่า น้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสมปริมาณ 0.25 และ 0.5% สามารถป้องกันการเพิ่มขึ้นของระดับสารอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นภายในเซลล์มะเร็งระดับที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะเครียดออกซิเดชัน โดยการใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ และผลที่ได้ใกล้เคียงกับผลของวิตามินอี นอกจากนี้ยังพบว่า น้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสม สามารถเพิ่มการทำงานของโปรตีนขนส่งยา organic cation transporter 1 (OCT1) ได้ แต่น้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสม ไม่ได้เปลี่ยนแปลงการแสดงออกของยีนต้านอนุมูลอิสระคาตาเลส กลูตาไรโอนเปอร์ออกซิเดส และซูเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส และไม่ได้ทำให้การแสดงออกของยีนและโปรตีนขนส่งยา OCT1 เปลี่ยนแปลงไปอย่างไรก็ตาม จากการทดลองพบว่า น้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสมทำให้ระดับของโปรตีนในนิวเคลียส Nrf2 และ NFkB ลดลง ซึ่งโปรตีนเหล่านี้เกี่ยวข้องกับการสร้างเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระและไซโตไคน์ต่างๆ ตามลำดับ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงบ่งชี้ได้ว่า น้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสมสามารถป้องกันการเพิ่มขึ้นของสารอนุมูลอิสระ จึงช่วยเพิ่มการทำงานของโปรตีนขนส่งยา OCT1 ในเซลล์มะเร็งระดับของมนุษย์ จึงน่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งยาในโรคที่มีภาวะเครียดออกซิเดชันได้ ทำการออกแบบและพัฒนา เศษเหลือ (ก้างหรือกระดูก) จากการชำแหละปลาหนังมาพัฒนาเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์สามารถผลิตได้อาหารขบเคี้ยวสำหรับสุนัขขนาดเล็กทั้ง 3 สูตร จากนั้นนำไปทดสอบกับสุนัขจำนวน 150 ตัว โดยการประเมินพฤติกรรม การกินของสุนัขและความพึงพอใจของเจ้าของสุนัขต่อผลิตภัณฑ์

จากผลวิจัยข้างต้นสามารถผลิตปลาหนังลูกผสมได้เพียงพอ ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการพัฒนาให้เป็นปลาเศรษฐกิจตัวใหม่ จึงได้จัดอบรมการเพาะเลี้ยงปลาลูกผสมร่วมกับการสกัดน้ำมันปลาเพื่อเพิ่มมูลค่าและการใช้ประโยชน์เป็นอาหาร โดยผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้รับการอบรม ต่อการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ พบว่า อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมากที่ 62.90% รองลงมาเป็นระดับดีที่ 34.20%

### เป้าหมายดำเนินการ

การเผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยโดยผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับเกษตรกรและผู้สนใจ เนื้อหาการอบรมเกี่ยวกับการพัฒนาสายพันธุ์ปลาหนังลูกผสม และการนำเศษเหลือใช้จากปลาหนังน้ำจืด ได้แก่ ก้อนไขมันและกระดูกมาเพิ่มมูลค่าเป็นอาหารปลา และอาหารสุนัข

### รูปแบบการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย

1. การใช้ประโยชน์มิติการพัฒนาสังคม /ชุมชน/ท้องถิ่น โดย

- 1) การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยในชุมชน/ท้องถิ่น ผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับเกษตรกรและผู้สนใจ
- 2) จัดทำคู่มือการเพาะเลี้ยงและการเพิ่มมูลค่าปลาหนังฯ แจกให้กับเกษตรกรและผู้สนใจทั่วไป

- 3) แจกจ่ายลูกปลาที่พัฒนาจากโครงการให้เกษตรกรที่ผ่านการอบรมและมีความตั้งใจจริงนำไปเลี้ยงต่อเป็นอาชีพ โดยมีเงื่อนไขห้ามปล่อยลงแหล่งน้ำธรรมชาติหรือสาธารณะ

## 2. การใช้ประโยชน์มิติวิชาการ โดย

- 1) ยื่นจดอนุสิทธิบัตร การสกัดน้ำมันปลา
- 2) ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ 1 เรื่อง
- 3) ผลงานอาหารปลาได้รับรางวัลในการประกวดนวัตกรรมระดับนานาชาติ
- 4) ผลงานวิจัยตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ 1 เรื่อง
- 5) นำเสนอผลงานวิจัยแบบโปสเตอร์ระดับนานาชาติ 1 เรื่อง
- 6) นำเสนอผลงานวิจัยแบบปากเปล่าระดับนานาชาติ 2 เรื่อง
- 7) ผลิตภัณฑ์ระดับปริญญาโท 1 คน ชื่อ นางสาววิญญา วรรณลังกา สาขาเคมีประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ หัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่อง การสกัดน้ำมันปลาแห้งลูกผสม (ปลาเทโพ x ปลาสวาย) และการเพิ่มปริมาณกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อน
- 8) แผ่นพับและคู่มือการอบรม
- 9) นำเสนอผลงานวิจัยในเว็บไซต์ manager online

## ประโยชน์ที่ได้รับ

1. เผยแพร่องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยโดยผ่านการอบรมเชิงปฏิบัติการให้กับเกษตรกรและผู้สนใจ โดยเนื้อหาเกี่ยวกับการพัฒนาสายพันธุ์ปลาแห้งลูกผสมที่ดี และการนำเศษเหลือใช้จากปลาแห้งน้ำจืดมาเพิ่มมูลค่าด้วยการพัฒนาเป็นอาหารสุภาพสำหรับสัตว์
2. ได้องค์ความรู้ในการศึกษาเชิงลึกต่อไปทางคลินิกเพื่อพัฒนาน้ำมันปลาน้ำจืดเป็นอาหารสุภาพสำหรับคน โดยมีเป้าหมายลดการนำเข้าน้ำมันปลาจากต่างประเทศ
3. กระตุ้นให้ผู้บริโภคชาวไทยหันมาบริโภคปลาน้ำจืดให้มากขึ้น ซึ่งจะเป็นผลดีทั้งในด้านการลดค่าใช้จ่ายในการดูแลสุขภาพของประชาชน และทำให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น โดยการนำเสนอผลงานวิจัยในระดับชาติ หรือการเผยแพร่บทความวิชาการผ่านสื่อต่างๆ
4. เกิดความร่วมมือทางวิชาการในระดับมหาวิทยาลัย 4 มหาวิทยาลัยร่วมกับภาคเอกชน ได้แก่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มหาวิทยาลัยพะเยา และสภาเกษตรกรจังหวัดเชียงใหม่
5. สามารถสร้างและส่งเสริมนักวิจัยหน้าใหม่อย่างน้อย 5 คน ในการทำงานวิจัยแบบบูรณาการครบด้าน เพื่อสร้างประโยชน์เชิงวิชาการและพัฒนาสังคม ที่มีผลกระทบต่อภาพรวมของเศรษฐกิจของประเทศ
6. เป็นการสร้างโอกาส อาชีพ เพิ่มรายได้ให้แก่กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาโดยตรง และส่งผลทางอ้อมในการช่วยให้กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลากลุ่มนี้เป็นทางเลือกอาชีพที่มั่นคงต่อไป

## ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการทดสอบประสิทธิภาพการเจริญพันธุ์ การผสมพันธุ์ของพ่อแม่ปลาผสม อัตราการรอด และลักษณะชีววิทยาการเจริญพันธุ์บางประการ ในบ่อดินที่มีสภาพคล้ายแหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเชิงวิชาการในการอ้างอิงด้านความเสี่ยงจากการแพร่พันธุ์ปลาผสมที่พัฒนาขึ้นในธรรมชาติ ร่วมกับการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อควบคุมการเจริญพันธุ์โดยการผลิตปลาผสมที่เป็นหมันด้วยวิธีเพิ่มจำนวนโครโมโซมเป็น 3n ด้วยการตรึงโครโมโซมที่อุณหภูมิต่ำในขณะที่เพาะฟักไข่ปลาในบ่อซีเมนต์ ซึ่งจะช่วยป้องกันการเจริญพันธุ์ในธรรมชาติและควบคุมคุณภาพสายพันธุ์

2. เนื่องจากการสร้างสายพันธุ์ปลาหนึ่งลูกผสมที่ดี จำเป็นต้องมาจากพ่อแม่พันธุ์แท้ที่ดี ดังนั้นแผนการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ปลา (selection and breeding program) เพื่อผลิตปลาทั้งสายพันธุ์แท้และลูกผสม ต้องดำเนินการให้เป็นรูปธรรมอย่างต่อเนื่องเพื่อรักษาลักษณะที่ดีของสายพันธุ์ เช่น การเจริญเติบโตและการเจริญพันธุ์ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ การต้านทานโรค คุณภาพเนื้อทั้งปริมาณและคุณค่าทางโภชนาการ และควรเพิ่มระยะเวลาการเลี้ยงปลาทั้งลูกผสม และสายพันธุ์แท้ ปลาเทโพ และสวายให้ได้ขนาดตลาด ซึ่งต้องใช้เวลาเลี้ยงนาน 8-12 เดือน ในบ่อดินและกระชัง โดยใช้อาหารปลาที่ผลิตเองเทียบกับอาหารปลาจากท้องตลาด ร่วมกับภาคสหภาพเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คำนวณต้นทุนผลตอบแทนเบื้องต้นตลอดจนคุณภาพเนื้อและก้อนไขมัน

3. ควรศึกษาเพิ่มเติมชนิดและปริมาณของไขมัน (fatty acid profile) ของน้ำมันที่สกัดได้โดยเปรียบเทียบระหว่างก้อนไขมันที่ได้จากชนิดปลาและแหล่งที่มาที่แตกต่างกันคือ ปลาสวายและปลาผสม (พ่อเทโพ x แม่สวาย) จากโรงงานอุตสาหกรรม ปลาสวายและปลาผสม (พ่อเทโพ x แม่สวาย) จากการเลี้ยงที่คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และเพิ่มการศึกษาการนำอาหารปลาผสมน้ำมันปลาน้ำจืดที่สกัดได้จากปลาผสม (พ่อเทโพ x แม่สวาย) จากการเลี้ยงที่คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ มาเลี้ยงปลาให้ได้ขนาดตลาด จากนั้นวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการคุณภาพเนื้อ และผลตอบแทนเชิงเศรษฐศาสตร์

4. ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในสัตว์ทดลอง เกี่ยวกับผลของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารจากน้ำมันปลาน้ำจืดต่อการเรียนรู้และความจำในสัตว์ทดลองปกติ สัตว์ทดลองที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดเบาหวาน หรือสัตว์ทดลองที่มีอายุมาก (aging) เนื่องจากเป็นประเด็นที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบันเพราะเป็นอีกหนึ่งปัญหาทางสาธารณสุขของประเทศที่กำลังก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ รวมทั้งประเทศไทยด้วย นอกจากนี้ผลการศึกษาดังกล่าวยังจะทำให้ทราบข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อการนำไปส่งเสริมการพัฒนาน้ำมันปลาน้ำจืดเพื่อเป็นของผลิตภัณฑ์เสริมอาหารด้วย

5. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงผลของน้ำมันปลาจากปลาหนึ่งลูกผสม การแยกสารสำคัญในน้ำมันปลาจากปลาหนึ่งลูกผสม และเปรียบเทียบผลของสารเหล่านั้นกับ fish oil หรือสารสำคัญ ที่มีขายในท้องตลาดและทำการศึกษาค้นคว้าผลต่อการขนส่งคอเลสเตอรอลในเซลล์ลำไส้ของมนุษย์ และต่อการสร้างคอเลสเตอรอลในเซลล์ตับของมนุษย์ เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เป็นอาหารสุขภาพ (food supplements/functional foods หรือ nutraceutical products) ได้ต่อไป

6. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในสัตว์ทดลองถึงคุณสมบัติด้านการสร้างและสะสมไขมัน ผลความเป็นพิษต่อตับของน้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสม และเปรียบเทียบผลของสารเหล่านั้นกับน้ำมันปลาทะเล (fish oil) ในท้องตลาด ในกลุ่มสัตว์ทดลองที่มีการสะสมไขมันในตับในปริมาณสูง ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคตับแข็งและมะเร็งในตับ ทั้งในกลุ่มที่เกิดจากแอลกอฮอล์ (alcoholic fatty liver) และภาวะอ้วน (non-alcoholic fatty liver) เพื่อให้หาจุดเด่นของน้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสม ซึ่งจากการศึกษานี้สามารถเป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนและพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันปลาจากปลาหนังลูกผสมให้กับกลุ่มผู้บริโภคที่ดื่มสุราที่หันมาใส่ใจสุขภาพ ผู้ที่มีน้ำหนักเกิน อยากรควบคุมน้ำหนัก หรือกลุ่มคนรักสุขภาพได้ด้วย

7. ควรทำการศึกษาทางคลินิกโดยเปรียบเทียบผลทางสุขภาพด้านระดับไขมันในเลือด ฤทธิ์ต้านออกซิเดชันในพลาสมา และประเมินผลชักนำให้เกิดโรคอ้วน (obesity induction) ที่อาจเกิดขึ้นจากการได้รับน้ำมันปลาน้ำจืดกับน้ำมันปลาทะเลเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหารในอาสาสมัครชาวไทย ทำให้เกิดข้อมูลที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่าต่อสุขภาพของผู้บริโภค

8. ควรพัฒนาเศษกระดูกและเครื่องในสัตว์เป็นอาหารสำหรับสัตว์เลี้ยงที่พร้อมจำหน่าย