

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๓ /๒๕๕๑



Technical Paper No. 3 /2008

การพัฒนาวิธีการเก็บรักษาและขนส่งปลาดุก  
Handling and Transportation Development of Catfish  
(*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*)

สุเมธ สุพิชญางกูร

Sumate Supichayangure

นิรชา วงษ์จินดา

Niracha Wongchinda

สุภาพร สิริमानูยุดต์

Supaporn Sirimanuyutt

รัชดา อธิธิพงษ์

Ratchada Iddhibongsa

สมยศ ราชนิยม

Somyos Rachniyom

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

Fishery Technological Development Division

กรมประมง

Department of Fisheries

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการฉบับที่ ๓ /๒๕๕๑



Technical Paper No. 3 /2008

การพัฒนาวิธีการเก็บรักษาและขนส่งปลาดุก  
Handling and Transportation Development of Catfish  
(*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*)

สุเมธ สุพิชญางกูร

Sumate Supichayangure

นิรชา วงษ์จินดา

Niracha Wongchinda

สุภาพร สิริमानุยุตต์

Supaporn Sirimanuyutt

รัชดา อิทธิพงษ์

Ratchada Iddhibongsa

สมยศ ราชนิยม

Somyos Rachniyom

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

Fishery Technological Development Division

กรมประมง

Department of Fisheries

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Ministry of Agriculture and Cooperatives

๒๕๕๑

2008

รหัสทะเบียนวิจัยเลขที่ 45-0703-45076-001

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	7
สรุปผลการทดลอง	12
เอกสารอ้างอิง	13
ภาคผนวก	20

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของ 4 การทดลองและระยะเวลาการเก็บ	14
2 สมการการทำนายเชิงเส้นตรงที่ได้จากข้อมูลระหว่างคุณภาพกับระยะเวลาการเก็บ	15
3 ปริมาณ DO ของน้ำ ณ ระยะเวลาเก็บแบบต่างๆ ของการทดลอง	16
4 ปริมาณ Total NH <sub>3</sub> -N ของน้ำ ณ ระยะเวลาเก็บแบบต่างๆ ของการทดลอง	17
5 การวิเคราะห์หาอิทธิพลจากการผันแปรระดับปัจจัยที่ใช้ทดลองเก็บรักษาปลาดุกมีชีวิต ที่มีผลต่อ DO ในน้ำ	18
6 การวิเคราะห์หาอิทธิพลจากการผันแปรระดับปัจจัยที่ใช้ทดลองเก็บรักษาปลาดุกมีชีวิต ที่มีผลต่อ NH <sub>3</sub> ในน้ำ	18
7 ปริมาณ NH <sub>3</sub> ที่ผันแปรตามปัจจัยระยะเวลาการเก็บและปริมาณปลาดุกในถัง ของการทดลองการเก็บรักษาปลาดุกมีชีวิต	19

# การพัฒนาวิธีการเก็บรักษาและขนส่งปลาอุก ( *Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus* )

สุเมธ สุพิชญานุกร\* นิสิต วิชา วังษ์จินดา สุภาพร สิริมานุยุตต์ รัชดา อธิธิพงษ์ และ สมยศ ราชนิยม  
กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

## บทคัดย่อ

พัฒนาวิธีการเก็บรักษาและขนส่งปลาอุกทั้งแบบไม่มีชีวิตและแบบมีชีวิตให้มีคุณภาพและอายุการเก็บหลากหลายตามต้องการ โดยแบบไม่มีชีวิต ทดลองเก็บรักษาปลาอุกในน้ำแข็งผสมเกลือ 4 ระดับ คือ 0%, 1%, 3%, 5% ของน้ำแข็งที่ใช้รองปลาอุก ด้วยการเก็บไว้ในหีบฉนวนและสุ่มตัวอย่างทุกวันเป็นเวลา 29 วัน วัดคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยคะแนนความเค็ม ความสดและการยอมรับโดยรวมและวัดคุณภาพทางเคมีด้วย ค่า K และ %NaCl ผลการทดลองในกรณีที่ต้องการให้คุณภาพปลาอุกอยู่ที่ระดับปลาดิบซาซิมิ ซึ่งค่า K ไม่เกิน 21% การเก็บด้วยน้ำแข็งผสมเกลือ 0, 1% จะเก็บได้ไม่เกิน 10 วัน และถ้าเก็บด้วย 3, 5% เกลือจะเก็บได้ไม่เกิน 14 วัน ในกรณีที่ต้องการคุณภาพปลาอุกอยู่ที่ระดับความสดปานกลางและการยอมรับโดยรวมปานกลาง (คะแนนประมาณ 4 คะแนนจากคะแนนดีที่สุด 7 คะแนน) การเก็บด้วย %เกลือทั้ง 4 ระดับมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) เก็บได้ไม่เกิน 17 วัน โดยปลาอุกในน้ำแข็งผสมเกลือทั้ง 4 ระดับ มีอุณหภูมิ  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $-0.5^{\circ}\text{C}$ ,  $-1.3^{\circ}\text{C}$ ,  $-3.4^{\circ}\text{C}$  ตามลำดับ และ %เกลือที่ผสมในน้ำแข็งมีผลทำให้เนื้อปลาอุกเสื่อมมากขึ้นในทุกๆระดับ สำหรับการพัฒนาการเก็บและขนส่งปลาอุกแบบมีชีวิต ทดลองผันแปรปริมาณปลาอุก 20 กก. เป็น 50 กก. ปริมาณน้ำ 20 กก. เป็น 50 กก. และระยะเวลาขนส่ง 0 ชม. เป็น 21 ชม. ภายใต้จุดวิกฤตของคุณภาพน้ำ DO 1 mg/l และ  $\text{NH}_3$  100 mg/l พบว่าใช้ปริมาณปลาอุก 37 กก. และน้ำ 45 กก. สามารถเก็บรักษาและขนส่งปลาอุกให้มีชีวิตอยู่ในถังไม้บุสังกะสีขนาด 58x97x42 ซม. ได้นานถึง 15.5 ชม.

คำสำคัญ: วิธีการเก็บรักษาปลา ขนส่งปลา ปลาอุก

\*ผู้รับผิดชอบ: เกษตรกลาง จตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๕๐๐ โทร: ๐-๒๕๔๐-๖๑๓๐-๔๕ ต่อ ๔๓๐๔

E-mail:sumates@fisheries.go.th

## Handling and Transportation Development of Catfish (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*)

Sumate Supichayangure,\* Niracha Wongchinda, Supaporn Sirimanuyutt,  
Ratchada Iddhibongsa and Somyos Rachniyom  
Fishery Technological Development Division

### Abstract

Methods of handling and transportation of catfish in chilling and live conditions under certain requirements in order to ensure quality and shelf life were studied. In chilling condition experiment, fish was kept in an insulated container under ice mixed with salt at salt-ice ratio of 0%, 1%, 3% and 5%. Samples were taken everyday for 29 days to conduct sensory evaluation comprising of saltiness, freshness and overall acceptance including chemical quality (%K, %NaCl). The results showed that in case of the sashimi quality of fish required which K-value is less than 21, if using salt-ice ratio of 0% and 1%, fish could be stored no more than 10 days whereas if using that of 3% and 5%, fish could be kept no more than 14 days. Nevertheless, in case of the medium freshness and overall acceptance of fish needed which score is approximately 4 out of 7, all 4 treatments provided insignificant differences ( $p>0.05$ ) which fish was able to be stored less than 17 days. Moreover, temperature of fish treated by 4 treatments was 0°C, -0.5°C, -1.3°C, and -3.4°C, respectively. Also, the saltiness of fish was significantly higher when treated at greater salt percentage ( $p<0.05$ ). For live catfish experiment, the effects of number of catfish (20 to 50 kg), amount of water (20 to 50 kg), and duration time of transportation (0 to 21 h) were studied. The results showed that under critical circumstance of water quality (DO 1 mg/l, and NH<sub>3</sub> 100 mg/l) 37 kg of the live catfish with 45 kg of water could be exerted to handle and transport the catfish for 15.5 hours in a 58x97x42 cm zinc-wooden container.

**Key words:** fish handling fish transportation catfish

---

\*Corresponding author: Kaset-klang Chatuchak, Bangkok 10900 Tel: 0 2940 6130-45 ext.4304:

E-mail:sumates@fisheries.go.th

### คำนำ

ปลาดุกเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่ยังมีความนิยมบริโภคภายในประเทศ โดยกว่า 90% ได้จากการเพาะเลี้ยง ปลาดุกหลังการจับขึ้นจากบ่อเลี้ยงแล้วส่วนใหญ่นิยมขนส่งปลาดุกแบบมีชีวิต เพราะตลาดนิยมซื้อขายในลักษณะมีชีวิต ยกเว้นการขนส่งระยะทางไกลๆ จึงมีการขนส่งด้วยการแช่น้ำแข็ง ซึ่งวิธีการขนส่งไปขายที่ตลาดทั้ง 2 วิธีในปัจจุบันยังขาดข้อมูลจากการวิจัยหาอายุการเก็บและคุณภาพของปลาดุก ดังนั้นการวิจัยนี้จึงต้องการข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษาและขนส่งปลาดุกหลังการจับว่ามีผลต่ออายุการเก็บและคุณภาพของปลาดุก พร้อมทั้งพัฒนาวิธีการเก็บและขนส่งปลาดุกเพื่อให้ปลาดุกหลังการจับมีคุณภาพและอายุการเก็บที่สามารถสนองต่อความต้องการของตลาดได้ ทั้งในด้านความสดให้มีคุณภาพสดมากขึ้นและด้านเวลาสำหรับการทำการตลาดมีเวลาในการขนส่งและขายได้นานขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ logistic ของปลาดุกหลังการจับ ทำให้ผู้บริโภคทั่วทุกภูมิภาคไม่ว่าอยู่ใกล้หรือไกลจากบ่อเลี้ยงปลาดุก มีโอกาสบริโภคปลาดุกในสภาพที่สดมากกว่าเดิมหรือถ้าเป็นโรงงานแปรรูปปลาดุกก็จะได้รับปลาดุกที่สดมากขึ้นกว่าเดิม สุเมธ (2528) ได้ทดลองเก็บปลาสาวยด้วยน้ำแข็งผสมเกลือที่  $-2^{\circ}\text{C}$  สามารถยืดอายุการเก็บของปลาสาวยได้มากกว่าเก็บด้วยน้ำแข็งอย่างเดียว ที่  $0^{\circ}\text{C}$  ถึง 4 เท่า Tucker (1990) ใช้อัตราส่วน ปลา : น้ำ = 1 : 1 และ 2 : 1 ในการขนส่ง channel catfish มีชีวิต ณ อุณหภูมิ  $18.3^{\circ}\text{C}$  สามารถขนส่งปลาได้นาน 16 และ 8 ชม. ตามลำดับ จากการศึกษาการเก็บรักษาและขนส่งปลาดุกมีชีวิตแบบชาวบ้านที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน พบว่าปัจจัยที่สำคัญต่อการรอดชีวิตของปลาดุกในระหว่างเก็บรักษาและขนส่งคือ ปริมาณน้ำที่มีคุณภาพกับจำนวนปลาดุกที่อยู่ในลังขนส่งและระยะเวลาหรือระยะทางในการขนส่ง นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำหรืออากาศที่อยู่แวดล้อม ความโปร่งของลังไม้เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้ดี และการกระแทกกระเือนของรถบรรทุกปลาขณะเดินทางก็มีผลต่อการอยู่รอดของปลาดุกในลังด้วย โดยพ่อค้าที่ขนส่งปลาใช้ปริมาณน้ำ : ปริมาณปลาดุกในลัง = 1 : 1 (เป็นลังไม้ระแนงที่บุสังกะสีแผ่นเรียบอยู่ด้านใน ขนาดลัง กว้างxยาวxสูง = 58 x 97 x 42 ซม. บรรจุปลา 20 กก./น้ำ 20 กก./ลัง) สำหรับการขนส่งในระยะทางไกลๆ ปลาดุกอยู่ในลังไม้เกิน 10-12 ชม. (ปลาดุกถูกจับขึ้นจากบ่อไว้ในลังไม้บุสังกะสี พักไว้บนรถบรรทุก 8-10 ชม. โดยจับตอนกลางวันแล้วรอส่งตอนกลางคืน รวมระยะเวลาเดินทางจากบ่อถึงตลาดเป้าหมายอีก 2 ชม. เมื่อถึงเป้าหมายไม่ค่อยมีปลาตาย) แต่ถ้าต้องการเดินทางข้ามจังหวัดไปภาคเหนือหรืออีสานจะเพิ่มเวลาเดินทางอีกประมาณ 10-12 ชม. โดยมีการเติมน้ำในลังเป็น 2 เท่าของปลาดุกและอาจมีการถ่ายเปลี่ยนน้ำระหว่างทางเป็นบางครั้ง โดยเมื่อถึงปลายทางแล้ว อาจมีปลาดุกตายประมาณ 5-10% ของปลาที่ขนส่งในแต่ละเที่ยว รวมแล้วการกักขังปลาดุกอยู่ในลังจากบ่อและขนส่งถึงที่หมายใช้เวลา 20-24 ชม. ถ้าเกินกว่านี้อาจมีปลาตายมากขึ้น โดยข้อมูลเหล่านี้ใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการทดลองเก็บรักษา/ขนส่งปลาดุกทั้งแบบไม่มีชีวิตและแบบมีชีวิตต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษา/ขนส่งปลาอุกแบบไม่มีชีวิตด้วยน้ำแข็งผสมเกลือแองในเปอร์เซ็นต์ต่างๆ
2. เพื่อหาระดับปัจจัยความหนาแน่นของปลา ปริมาณน้ำและระยะเวลาการขนส่ง ที่เหมาะสมในการเก็บรักษา/ขนส่งปลาอุกแบบมีชีวิต

## วิธีการดำเนินการ

1. ศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษา/ขนส่งปลาอุกแบบไม่มีชีวิตด้วยน้ำแข็งผสมเกลือแองในเปอร์เซ็นต์ต่างๆ
  - 1.1 ซื้อปลาอุกที่มีชีวิตขนาด 2-3 ตัว/กก. จำนวน 400 กก. จากบ่อเลี้ยงที่คลอง 11 ลำลูกกา จ. ปทุมธานี ขนส่งมาที่ กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ บางเขน กรุงเทพฯ
  - 1.2 แบ่งปลาอุกที่มีชีวิตเป็น 4 ส่วนๆ ละ 100 กก. (เพียงพอสำหรับการสุ่มตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพตลอดอายุการเก็บ ประมาณ 30 วัน)
  - 1.3 ดองปลาอุกแต่ละส่วนกับน้ำแข็งที่ผสมเกลือแอง(เม็ด) 0%, 1%, 3%, 5% ของน้ำหนักน้ำแข็งที่ใช้ดองปลา คือ 100 กก. (ปลา : น้ำแข็ง = 1 : 1) โดยดองเก็บไว้ในหีบฉนวนขนาด 300 ลิตร ดองแบบสลับระหว่างปลาอุกกับน้ำแข็งเป็นชั้นๆ
  - 1.4 ดั้งนั้นการทดลองเก็บรักษา/ขนส่งปลาอุก(แบบไม่มีชีวิต)ในน้ำแข็งผสมเกลือมี 4 แบบการทดลอง การทดลองแบบที่ 1 (D) ปลาอุกเก็บในน้ำแข็งที่ไม่มีเกลือผสม การทดลองแบบที่ 2 (E<sub>1</sub>) ปลาอุกเก็บในน้ำแข็งที่มีเกลือผสม 1% การทดลองแบบที่ 3 (E<sub>2</sub>) ปลาอุกเก็บในน้ำแข็งที่มีเกลือผสม 3% การทดลองแบบที่ 4 (E<sub>3</sub>) ปลาอุกเก็บในน้ำแข็งที่มีเกลือผสม 5%
  - 1.5 สุ่มตัวอย่างปลาอุกจากทั้ง 4 การทดลองมาตรวจวิเคราะห์คุณภาพที่ระยะเวลาการเก็บทุก 1 วัน ประมาณ 30 วัน พร้อมวัดอุณหภูมิของแต่ละการทดลอง

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส : ใช้ตัวอย่างปลาอุก ครั้งละ 6 ตัว ของแต่ละการทดลอง (แต่เฉพาะเนื้อห่อด้วยอลูมิเนียมฟลอยด์นี้ด้วยไอน้ำ 15 นาที) มาทดสอบทางประสาทสัมผัส หาความเค็ม ความสดและการยอมรับโดยรวมของเนื้อปลาอุก(สุก)ที่เก็บ ณ ระยะเวลาต่างๆ โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกแล้ว 5 คน ให้คะแนนตามแบบทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบแบ่งสเกลเป็น 7 ระดับความเข้มข้นไปหามากพร้อมมีคำอธิบายคุณลักษณะความเข้มและคะแนนกำกับ(ภาคผนวก)

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี : ใช้ตัวอย่างปลาอุกครั้งละ 4 ตัว ของแต่ละการทดลองนำเฉพาะส่วนเนื้อมาวิเคราะห์หา %NaCl, ค่า K, TVB (Miwa and Low, 1992)
- 1.6 ทดลองทำเช่นเดียวกับข้อ 1.1-1.6 ซ้ำอีก 2 ครั้งรวมเป็น 3 ซ้ำ
- 1.7 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองทางสถิติ



นำผลการทดลองทั้ง 3 ชั่วโมง ที่เป็นค่าคุณภาพของปลาคุณภาพ ณ ระยะเวลาการเก็บต่างๆ (คะแนนความเต็ม ความสดและการยอมรับโดยรวม จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส ค่า K, TVB, %เกลือ จากการตรวจวิเคราะห์ทางเคมี) ของแต่ละแบบการทดลองทั้ง 4 การทดลองมาเฉลี่ย

1.8 วิเคราะห์ความแตกต่างของ 4 การทดลอง ณ ช่วงระยะเวลาการเก็บ 0-5 วัน 0-10 วัน 0-15 วัน 0-20 วัน 0-24 วัน และ 0-29 วัน 6 ช่วงเวลาการเก็บรักษา ด้วย ANOVA F-test แบบ CRBD (สุรพล, 2529) พร้อมวิเคราะห์ความแตกต่างของระยะเวลาการเก็บของแต่ละการทดลองในแต่ละช่วงเวลา ว่ามีผลทำให้ค่าคุณภาพแตกต่างกันด้วยหรือไม่

1.9 ถ้าผลการวิเคราะห์ในข้อ 1.8 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ 4 การทดลอง นำค่าเฉลี่ย(ค่าคุณภาพ)ของแต่ละการทดลองในแต่ละช่วงเวลาไปวิเคราะห์ต่อเพื่อหาว่าการทดลองแบบใดแตกต่างจากแบบใดด้วยวิธี Duncan Multiple Range Test DMRT (Garcia-Diaz A. and Phillips D.T. 1995) ในแต่ละช่วงเวลา

1.10 นำข้อมูลจากข้อ 1.7 ของแต่ละการทดลองในแต่ละตัวชี้วัดคุณภาพ มาทำ Correlation Regression ระหว่าง ค่าตัวชี้วัดคุณภาพ (แกน Y) กับระยะเวลาการเก็บช่วง 0-29 วัน (แกน X) พร้อมสร้างสมการการถ่วงน้ำหนักเชิงเส้นตรง เพื่อใช้ทำนาย ค่าคุณภาพกับระยะเวลาการเก็บรักษาปลาคุณภาพของแต่ละการทดลอง

## 2. ทหาระดับปัจจัยความหนาแน่นของปลา ปริมาณน้ำและระยะเวลาการขนส่งที่เหมาะสมในการเก็บรักษา/ขนส่งปลาดุกแบบมีชีวิต

2.1 จากการได้ศึกษาการเก็บรักษาและขนส่งปลาดุกมีชีวิตแบบชาวบ้านที่ใช้อู่ในปัจจุบัน มีปัจจัยที่สำคัญต่อการอยู่รอดชีวิตของปลาดุกในระหว่างเก็บรักษาและขนส่ง สามารถนำปัจจัยดังกล่าวมาออกแบบการทดลองหาระดับปัจจัยที่เหมาะสม คือ ความหนาแน่นของปลาดุกในถัง(กก./ถัง) ปริมาณน้ำในถัง(กก./ถัง)และระยะเวลาการเก็บรักษาขนส่งปลาดุก(ชม.) สำหรับปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลกระทบไม่มากหรือไม่กระทบโดยตรง จะเป็นปัจจัยควบคุมและไม่มีกรนำมาทดลองผันแปร โดยสามารถออกแบบการทดลองเป็นแบบ  $2^3$  Factorial Experimental Design (Garcia-Diaz A. and Phillips D.T. 1995) มีปัจจัยตัวแปร 3 ปัจจัยๆ ละ 2 ระดับ(ระดับต่ำและระดับสูง) รวมเป็น 8 การทดลอง เรียงลำดับตั้งแต่การทดลองที่ 1-8 ดังนี้  $a_1b_1c_1$ ,  $a_2b_1c_1$ ,  $a_1b_2c_1$ ,  $a_2b_2c_1$ ,  $a_1b_1c_2$ ,  $a_2b_1c_2$ ,  $a_1b_2c_2$ ,  $a_2b_2c_2$  โดย  $a_1$   $a_2$  คือปัจจัยระดับต่ำและสูงของปริมาณปลาดุกในถัง 20, 50 กก.  $b_1$   $b_2$  คือปัจจัยระดับต่ำและสูงของปริมาณน้ำในถัง 20, 50 กก.  $c_1$   $c_2$  คือปัจจัยระดับต่ำและสูงของระยะเวลาการเก็บปลาดุกในถัง 0 ชม. กับระยะเวลาที่ค่าของตัวชี้วัดคุณภาพน้ำ dissolved oxygen (DO),  $NH_3$ ,  $NO_3$ ,  $NO_2$  เริ่มคงที่หรือมีการผันแปรไม่แน่นอน

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ทดลองเก็บรักษา/ขนส่งปลาดุก ใช้ถังไม้ระแนงที่บุภายในด้วยสังกะสีแผ่นเรียบ ขนาด กว้างxยาวxสูง = 58 x 97 x 42 ซม. เหมือนที่ใช้ขนส่งปลามีชีวิตตามปกติถังละ 1 การทดลอง ด้วยการบรรจุปลาดุกที่ซื้อจากบ่อเลี้ยง(หลังพักไว้ 2 ชม.จากการขนส่งจากบ่อถึงที่ทำงาน) และน้ำประปา(ที่พักไว้ข้ามคืน เพื่อไม่ให้คลอรีนหลงเหลือ) ลงในถังไม้บุสังกะสีตามปริมาณที่ได้ออกแบบการทดลองไว้ แล้วเก็บ

แต่ละการทดลองไว้ในที่ร่ม โปรง อากาศถ่ายเทได้สะดวก รอกการสู่มตัวอย่างน้ำในถังของแต่ละการทดลองไปตรวจวิเคราะห์

2.3 สู่มตัวอย่างน้ำในถังของแต่ละการทดลอง ตรวจหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่า dissolved oxygen (DO) Total  $\text{NH}_3\text{-N}$  ( $\text{NH}_3$ ) ไนเตรท ( $\text{NO}_3$ ) และ ไนไตรท์ ( $\text{NO}_2$ ) ด้วยเครื่องมือและชุดวิเคราะห์น้ำ Dissolved Oxygen Meters (Thermo Orion, Model 810A plus), Ion Analyzer (Orion, Model EA940) โดยสู่มตัวอย่างน้ำของแต่ละการทดลองทุกๆ 3 ชม. เป็นระยะเวลาประมาณ 48 ชม.หรือจนกว่าเริ่มมีปลาตกเสียชีวิตในแต่ละการทดลอง

2.4 ทำการทดลองเช่นเดียวกันอีก 2 ซ้ำ รวมเป็น 3 ซ้ำ

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำค่า DO  $\text{NH}_3$   $\text{NO}_3$   $\text{NO}_2$  ที่วัด ณ ระยะเวลาการเก็บต่างๆ (ทุก 3 ชม.) ทั้ง 3 ซ้ำ ของแต่ละการทดลองมาเฉลี่ย แล้วหาความสัมพันธ์ Correlation ( $R^2$ ) ระหว่างคุณภาพของน้ำ (ค่า DO  $\text{NH}_3$   $\text{NO}_3$   $\text{NO}_2$  mg/l เป็นแกน Y) กับระยะเวลาการเก็บ(ชม. เป็นแกน X) ถ้าสัมพันธ์กันมาก(มากกว่าหรือเท่ากับ 80%) นำมาสร้างสมการเชิงเส้นตรงเพื่อทำนายค่าคุณภาพน้ำและระยะเวลาการเก็บของปลาตกในแต่ละการทดลองได้

2.6 ใช้ระยะเวลาการเก็บที่คุณภาพน้ำ DO  $\text{NH}_3$   $\text{NO}_3$   $\text{NO}_2$  เริ่มคงที่หรือเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอน (โดยดูจากเส้นกราฟ Regression ที่ได้จากสมการเชิงเส้นตรงในข้อ 2.5) เป็นระดับสูงของปัจจัยระยะเวลาการเก็บ เพื่อนำไปใช้ในแผนการทดลองหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมด้วยการใช้สมการการทำนายของ  $2^3$  Yates' Equation (Garcia-Diaz A. and Phillips D.T. 1995) สำหรับทำนายระดับปัจจัยที่เหมาะสมของการเก็บรักษา/ขนส่งปลาคูกมีชีวิตต่อไป

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### 1.ศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษา/ขนส่งปลาอุกแบบไม่มีชีวิตด้วยน้ำแข็งผสมเกลือแกงในเปอร์เซ็นต์ต่างๆ

จากการวัดอุณหภูมิของปลาอุกที่เก็บในน้ำแข็งผสมเกลือทั้ง 4 การทดลอง การทดลองแบบที่ 1 : ปลาอุกเก็บในน้ำแข็งผสมเกลือ 0% อุณหภูมิของปลาอุกเฉลี่ย  $0^{\circ}\text{C}$  การทดลองแบบที่ 2 : ปลาอุกเก็บในน้ำแข็งผสมเกลือ 1% อุณหภูมิของปลาอุกเฉลี่ย  $-0.5^{\circ}\text{C}$  การทดลองแบบที่ 3 : ปลาอุกเก็บในน้ำแข็งผสมเกลือ 3% อุณหภูมิของปลาอุกเฉลี่ย  $-1.3^{\circ}\text{C}$  การทดลองแบบที่ 4 : ปลาอุกเก็บในน้ำแข็งผสมเกลือ 5% อุณหภูมิของปลาอุกเฉลี่ย  $-3.4^{\circ}\text{C}$

จากการทดลองเก็บรักษาปลาอุกแบบไม่มีชีวิตทั้ง 4 แบบ พบว่าเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของทั้ง 4 การทดลองด้วย ANOVA F-test แบบ CRBD (เพราะระยะเวลาการเก็บเป็นตัวแปรด้วย) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้านความเค็ม(จากการการตรวจทางประสาทสัมผัส) และ%เกลือจากการตรวจทางเคมีในห้องปฏิบัติการ ทั้ง 4 การทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (treatment significant different  $p < 0.05$ ) ในทุกช่วงระยะเวลาของการเก็บ( 0-5 วัน, 0-10 วัน, 0-15 วัน, 0-20 วัน, 0-24 วัน และ 0-29 วัน) ดังแสดงในตารางที่ 1 แสดงว่าปริมาณเกลือที่ผสมกับน้ำแข็งแล้วนำไปดองปลาอุกไม่ว่า 1%, 3%, 5% มีผลทำให้เกิดความเค็มหรือมีเกลือซึมเข้าไปในเนื้อปลาอุกแตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่ช่วงระยะเวลาการเก็บใน 5 วันแรก(0-5 วัน) ความเค็มจากการซึมเนื้อปลาอุกไม่มีความแตกต่าง(time non-significant different  $p > 0.05$  ตารางที่ 1) แต่ถ้าเก็บนานวันขึ้น(10-29วัน) ความเค็มในปลาอุกมีความแตกต่าง(time significant different  $p < 0.05$  ตารางที่ 1) แสดงว่าในระยะ 5 วันแรกแม้มีเกลือซึมเข้าไปในเนื้อปลาอุกของการทดลองแบบที่ 2, 3, 4 แต่ก็ไม่ก่อให้เกิดความรู้สึกว่ามีรสเค็มแตกต่างจากเนื้อปลาอุกที่ดองแบบไม่มีเกลือ(แบบที่ 1)

ด้านความสดและการยอมรับโดยรวม พบว่าช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาปลาอุก 0-5, 0-10, 0-15, 0-20 วันของทั้ง 4 การทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ(treatment non-significant different  $p > 0.05$  ตารางที่ 1) แสดงว่าการเก็บรักษาปลาอุกในระยะเวลา 20 วัน แม้ใช้เกลือ 1%, 3% หรือ 5% เพื่อลดอุณหภูมิปลาอุกให้เย็นลงมากกว่า  $0^{\circ}\text{C}$  ( $-0.5$ ,  $-1.3$ ,  $-3.4^{\circ}\text{C}$ ) ไม่มีผลช่วยให้คุณภาพความสดและการยอมรับโดยรวมของปลาอุกดีกว่าอย่างแตกต่างไปจากการเก็บปลาอุกด้วยน้ำแข็งอย่างเดียว แต่ถ้าเก็บนานถึง 24 หรือ 29 วัน การใช้เกลือผสมน้ำแข็งดองปลาอุก สามารถทำให้คุณภาพความสดและการยอมรับโดยรวมของปลาอุกดีกว่าการดองปลาอุกด้วยน้ำแข็งอย่างเดียว(treatment significant different  $p < 0.05$  ตารางที่ 1) โดยการใช้เกลือ 1% ไม่แตกต่างจาก 3% และการใช้เกลือ 3% ไม่แตกต่างจาก 5% (DMRT-mean different  $p > 0.05$  ตารางที่ 1) ดังนั้นถ้าจำเป็นต้องเก็บปลาอุกนานมากกว่า 24 วัน การใช้เกลือเข้าช่วยลดอุณหภูมิปลาอุกจะทำให้เก็บปลาอุกได้ดีกว่า แต่ %เกลือที่ใช้ผสมน้ำแข็งควรใช้แค่ 1-3% ก็พอ เพราะใช้ 5% ก็ไม่แตกต่างจากการใช้ 3% แต่อย่างไร

ด้านคุณภาพปลาอุกที่วัดด้วยค่า K พบว่าช่วงระยะเวลา 5 วันแรกทั้ง 4 การทดลองไม่แตกต่าง( $p > 0.05$ ) แต่ถ้าเก็บนานตั้งแต่ 10 วันขึ้นไปถึง 29 วัน ค่า K ของทั้ง 4 การทดลองมีความแตกต่างกัน ( $p < 0.05$ ) โดย D ไม่แตกต่างจาก  $E_1$  แต่  $E_3$ ,  $E_5$  แตกต่างจาก D และ  $E_1$  แสดงว่าการเก็บปลาอุกด้วยน้ำแข็ง

อย่างเดียวกันสามารถเก็บได้ถึง 5 วันโดยไม่ต้องใช้เกลือผสมน้ำแข็ง เพื่อลดอุณหภูมิของปลาสดลงให้ต่ำกว่า  $0^{\circ}\text{C}$  แต่อย่างไรก็ตามตั้งแต่ 10 วันถึง 29 วัน การใช้เกลือ 3% ผสมน้ำแข็ง ( $-1.3^{\circ}\text{C}$ ) สามารถทำให้ค่า K ในปลาสดต่ำกว่า(คุณภาพดีกว่า)ปลาสดที่凍ด้วยน้ำแข็งอย่างเดียวหรือ凍ด้วยน้ำแข็งผสมเกลือเพียง 1% แสดงว่าความเย็น  $-1.3^{\circ}\text{C}$  และ  $-3.4^{\circ}\text{C}$  สามารถลดอัตราการสลายของ enzymatic reaction (K-value) ในเนื้อปลาสดได้ดีกว่าการเก็บปลาสดที่อุณหภูมิ  $0^{\circ}\text{C}$  กับ  $-0.5^{\circ}\text{C}$

จากตารางที่ 2 สมการการทำนายคุณภาพความสด การยอมรับโดยรวม และค่า K ณ ระยะเวลาการเก็บต่างๆ ของทั้ง 4 การทดลอง เมื่อแทนค่า x คือระยะเวลาการเก็บ 5 วันในสมการจะได้ค่า y คือคะแนนความสดของ 4 การทดลองของปลาสดที่เก็บไว้ 5 วันเท่ากับ 5.97, 5.86, 5.81, 5.81 คะแนนการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 5.78, 5.70, 5.66, 5.66 และค่า K เท่ากับ 12.84, 10.51, 8.24, 9.30% ตามลำดับตั้งแต่การทดลองที่ 1-4 เมื่อเทียบกับการจัดระดับความเข้มในแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส(ภาคผนวก) แสดงว่าการเก็บปลาสดที่ระยะเวลา 5 วัน มีระดับคุณภาพความสด/การยอมรับโดยรวม อยู่ในระดับดีมาก (5.86/5.70 จากคะแนนเต็ม 7.0) และเมื่อเทียบค่า K 12.84% กับเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้วัดปลาโอดิบที่เป็นชาซิมิ ค่า K 21% (นงลักษณ์, 2531) แล้วถือว่าคุณภาพของปลาสดที่เก็บในระยะ 5 วัน ถึงแม้เก็บในน้ำแข็งอย่างเดียว(ไม่แตกต่างกับเก็บด้วยเกลือ 1% 3% 5%) ก็มีคุณภาพดีมากกว่าคุณภาพระดับชาซิมิ (% ค่า K ยิ่งน้อยคุณภาพยิ่งดี) เมื่อแทนค่า x คือระยะเวลาการเก็บ 10 วันในสมการจะได้ค่า y คือคะแนนความสดของ 4 การทดลองของปลาสดที่เก็บไว้ 10 วันเท่ากับ 5.03, 5.07, 5.09, 5.13 คะแนนการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 4.88, 4.95, 4.97, 5.00 และค่า K เท่ากับ 21.15, 18.91, 16.04, 15.43% ตามลำดับตั้งแต่การทดลองที่ 1-4 เมื่อเทียบกับการจัดระดับความเข้มในแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส(ภาคผนวก) แสดงว่าการเก็บปลาสดที่ระยะเวลา 10 วัน มีระดับคุณภาพความสด/การยอมรับโดยรวมอยู่ในระดับค่อนข้างดี (5.08/4.95 คะแนนจากคะแนนเต็ม 7.0) และเมื่อเทียบค่า K 21.15% ของการเก็บด้วย 0%เกลือ กับมาตรฐานค่า K ที่ใช้วัดปลาโอดิบชาซิมิ ถือว่าคุณภาพของปลาสดที่เก็บในระยะ 10 วัน ถึงแม้เก็บในน้ำแข็งอย่างเดียว (มีความแตกต่างกับเก็บด้วยเกลือ 3% 5%) ก็ยังมีคุณภาพดีพอๆ กับคุณภาพชาซิมิ แต่ถ้าใช้เกลือ 3% หรือ 5% เข้าช่วย คุณภาพจะดีกว่าคุณภาพชาซิมิ (ค่า K 16.04, 15.43%) เมื่อแทนค่า x คือระยะเวลาการเก็บ 15 วันในสมการจะได้ค่า y คือคะแนนความสดของ 4 การทดลองของปลาสดที่เก็บไว้ 15 วันเท่ากับ 4.10, 4.29, 4.37, 4.45 คะแนนการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 3.98, 4.21, 4.28, 4.34 และค่า K เท่ากับ 29.46, 27.30, 23.83, 21.56% ตามลำดับตั้งแต่การทดลองที่ 1-4 เมื่อเทียบกับการจัดระดับความเข้มในแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส(ภาคผนวก) แสดงว่าการเก็บปลาสดที่ระยะเวลา 15 วัน มีระดับคุณภาพความสด/การยอมรับโดยรวมอยู่ในระดับดีปานกลาง (4.30/4.20 คะแนนจากคะแนนเต็ม 7.0) และเมื่อเทียบค่า K 29.46% ของการเก็บด้วย 0%เกลือ 15 วันกับมาตรฐานค่า K ที่ใช้วัดปลาโอดิบชาซิมิ ถือว่ามีคุณภาพต่ำกว่าค่อนข้างมาก แต่ถ้าใช้เกลือ 3% หรือ 5% เข้าช่วย คุณภาพจะต่ำกว่าคุณภาพชาซิมิเล็กน้อย (ค่า K 23.83, 21.56%) แต่มีข้อเสียคือความเค็มจะเพิ่มจาก 1.38 เป็น 2.59-3.05 คะแนน(จากสมการทำนายคะแนนความเค็มของ 4 การทดลองที่ 15 วัน) ซึ่งจะทำให้เนื้อปลาสดที่จัดมีรสเค็มขึ้นเล็กน้อย เมื่อแทนค่า x คือระยะเวลาการเก็บ 20 วันในสมการจะได้ค่า y คือคะแนนความ

สดของ 4 การทดลองของปลาอุกที่เก็บไว้ 20 วันเท่ากับ 3.16, 3.51, 3.65, 3.76 คะแนนการยอมรับโดยรวมเท่ากับ 3.08, 3.46, 3.59, 3.68 และค่า K เท่ากับ 37.77, 35.70, 31.63, 27.69% ตามลำดับตั้งแต่การทดลองที่ 1-4 เมื่อเทียบกับการจัดระดับความเข้มในแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส(ภาคผนวก) แสดงว่าการเก็บปลาอุกที่ระยะเวลา 20 วัน มีระดับคุณภาพความสด/การยอมรับโดยรวมอยู่ในระดับดีค่อนข้างน้อยถึงดีปานกลาง (3.52/3.45 คะแนนจากคะแนนเต็ม 7.0) และเมื่อเทียบค่า K ของทุกการทดลอง (0%, 1%, 3%, 5%) กับมาตรฐานค่า K ที่ใช้วัดปลาโอคิบซาซิมิ ถือว่ามีคุณภาพต่ำกว่ามาก ทั้ง 4 การทดลอง

สำหรับคุณภาพปลาอุกที่วัดด้วยค่า TVB เนื่องจากค่า TVB มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการเก็บค่อนข้างต่ำ ( $R^2$  ของแต่ละการทดลอง  $<0.44$  ตารางที่ 2) และค่า TVB ของปลาอุกเมื่อเก็บปลาอุกไว้นานวันขึ้นค่าไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง (Time different non significant  $p>0.05$  ตารางที่ 1) แสดงว่าค่า TVB ไม่เหมาะสำหรับใช้เป็นตัววัดคุณภาพในการทดลองครั้งนี้

## 2. ทหารดับปัจจัยความหนาแน่นของปลา ปริมาณน้ำและระยะเวลาการขนส่งที่เหมาะสมในการเก็บรักษา/ขนส่งปลาอุกแบบมีชีวิต

จากการทดลองสุ่มตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ค่า DO,  $NH_3$ ,  $NO_3$ ,  $NO_2$  ปรากฏว่าเครื่องมือที่ใช้วัด  $NO_2$  มีปัญหาไม่สามารถวัดได้ จึงวัดเฉพาะค่า DO,  $NH_3$ ,  $NO_3$  จากการทดลองนี้เท่านั้น แต่เมื่อนำข้อมูล  $NO_3$  ไปวิเคราะห์ทางสถิติค่า  $NO_3$  มีการผันแปรไปตามระยะเวลาการเก็บรักษาน้อยมาก (ค่า Correlation  $R^2<0.5$ ) ทำให้เป็นค่าที่ไม่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้วัดการผันแปรของปัจจัยเพื่อการนำไปสร้างเป็นสมการการทำนายได้ การทดลองนี้จึงมีการสร้างสมการทำนายเพื่อหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาปลาอุกแบบมีชีวิตเฉพาะที่ใช้ DO และ  $NH_3$  เป็นตัวชี้วัดเท่านั้น (มีค่า  $R^2>0.8$ )

ผลจากการทดลองทั้ง 3 ชั่วโมงและค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ชั่วโมงที่วัดด้วย DO แสดงไว้ในตารางที่ 3 ณ ระยะเวลาการเก็บที่ 21 ชม. (ระยะเวลาการเก็บปลาอุกในถังที่ 21 ชม. เป็นจุดที่ปริมาณ DO ลดลงต่ำสุดของทุกการทดลองและถ้าเก็บนานมากขึ้น 24-48 ชม. ปริมาณ DO เริ่มคงที่หรือผันแปรไม่แน่นอน) การทดลองที่ใช้ปลา 20 กก.และน้ำ 20 กก. ปริมาณ DO ของน้ำในถังถูกใช้ไปเหลือ 1.19 mg/l การทดลองที่ใช้ปลา 50 กก.และน้ำ 20 กก. ปริมาณ DO ของน้ำในถังถูกใช้ไปเหลือ 0.44 mg/l การทดลองที่ใช้ปลา 20 กก.และน้ำ 50 กก. ปริมาณ DO ของน้ำในถังถูกใช้ไปเหลือ 1.23 mg/l การทดลองที่ใช้ปลา 50 กก.และน้ำ 50 กก. ปริมาณ DO ของน้ำในถังถูกใช้ไปเหลือ 0.86 mg/l แสดงว่าปริมาณ DO มีการถูกใช้ผันแปรไปตามปริมาณปลาอุกและปริมาณน้ำในถัง ยิ่งปริมาณปลาอุกมากแต่ปริมาณน้ำน้อย (50 : 20) DO เริ่มจะต่ำกว่า 1 mg/l ภายในระยะเวลาเพียง 9 ชม. ของการเก็บรักษาเท่านั้น (DO  $<1$  mg/l ปลาเริ่มจะอยู่ยากและจะตายในเวลาไม่นาน Boyd, 1998) แต่ถ้าใช้ปริมาณปลาน้อย (20 : 20, 20 : 50) หรือเพิ่มปริมาณปลามากขึ้นแต่ถ้าเพิ่มปริมาณน้ำมากขึ้นตาม (50 : 50) ปริมาณ DO ถูกใช้ไปจนต่ำกว่า 1 mg/l ต้องใช้ระยะเวลาการเก็บนานกว่า 21 ชม. ขึ้นไป

ผลการทดลองทั้ง 3 ซ้ำและค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 ซ้ำที่วัดด้วย  $\text{NH}_3$  แสดงไว้ในตารางที่ 4 ณ ระยะเวลาการเก็บที่ 21 ชม. การทดลองที่ใช้ปลา 20 กก.และน้ำ 20 กก. ปริมาณ  $\text{NH}_3$  ของน้ำในถังเพิ่มขึ้นเป็น 122 mg/l การทดลองที่ใช้ปลา 50 กก.และน้ำ 20 กก. ปริมาณ  $\text{NH}_3$  ของน้ำในถังเพิ่มขึ้นเป็น 234 mg/l การทดลองที่ใช้ปลา 20 กก.และน้ำ 50 กก. ปริมาณ  $\text{NH}_3$  ของน้ำในถังเพิ่มขึ้นเป็น 61 mg/l การทดลองที่ใช้ปลา 50 กก.และน้ำ 50 กก. ปริมาณ  $\text{NH}_3$  ของน้ำในถัง เพิ่มขึ้นเป็น 127 mg/l แสดงว่าปริมาณ  $\text{NH}_3$  มีการเพิ่มขึ้นผันแปรไปตามปริมาณปลาและปริมาณน้ำในถัง ยิ่งปริมาณปลามากแต่ปริมาณน้ำน้อย(50 : 20) ปริมาณ  $\text{NH}_3$  เริ่มสูงกว่า 100 mg/l ภายในระยะเวลาเพียง 9 ชม. ของการเก็บรักษาเท่านั้น ( $\text{NH}_3$  100-300 mg/l เป็น lethal levels ของปลา channel catfish เริ่มเป็นพิษต่อปลาและเริ่มทำให้ปลาเสียชีวิตลงได้ Lannan, 1986) แต่ถ้าใช้ปริมาณปลาน้อย (20 : 20, 20 : 50) หรือแม้แต่เพิ่มปริมาณปลามากขึ้นแต่ถ้าเพิ่มปริมาณน้ำมากขึ้นตาม (50 : 50) ปริมาณ  $\text{NH}_3$  ในน้ำเพิ่มสูงกว่า 100 mg/l ต้องใช้ระยะเวลาการเก็บนานกว่า 18 ชม. โดยระยะเวลาการเก็บมากกว่า 21 ชม. (24-48 ชม.) ค่า  $\text{NH}_3$  เริ่มคงที่และมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก (ไม่เกิด Regression)

เมื่อนำค่า DO และ  $\text{NH}_3$  ในตารางที่ 3 และตารางที่ 4 มาวิเคราะห์ทางสถิติตามแผนการทดลองที่ออกแบบไว้ โดยใช้ระยะเวลาการเก็บปลาคูในถังที่ 21 ชม. เป็นปัจจัยระดับสูง (เพราะการทดลองส่วนใหญ่ ถ้าเก็บนานกว่านี้ 24-48 ชม. ปริมาณ DO และ  $\text{NH}_3$  เริ่มคงที่และผันแปรไม่แน่นอน ไม่เกิดการ Regression ทำเป็นสมการ Prediction ไม่ได้) เมื่อหาความแตกต่างของ 8 การทดลองด้วย ANOVA F-test ตามแผนการทดลองแบบ  $2^3$  Factorial Experimental Design ดังกล่าวมาข้างต้น ปรากฏว่า 8 การทดลองที่วัดด้วยค่า DO และ  $\text{NH}_3$  มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) จึงนำมาวิเคราะห์หาสมการการทำนายระดับปัจจัยของปริมาณปลาคู ปริมาณน้ำ ระยะเวลาการเก็บปลาคูในถัง ดังแสดงในตารางที่ 5 และตารางที่ 6 ตามลำดับ โดยได้สมการการทำนายค่าของ DO (ตารางที่ 5) คือ

$$Y_{\text{DO}} = 6.18 - 0.33T$$

$Y_{\text{DO}}$  คือปริมาณออกซิเจน(mg/l)

T คือระยะเวลาการเก็บขนส่งปลาคู(ชม.)

โดยการผันแปรปัจจัยปริมาณปลาคู ปริมาณน้ำในถังและปัจจัยร่วมไม่มีผลทำให้ปริมาณ DO เปลี่ยนแปลงแต่อย่างไร (non significant diff.,  $p > 0.05$ ) สำหรับสมการการทำนายค่า  $\text{NH}_3$  (ตารางที่ 6) คือ

$$Y_{\text{NH}_3} = -50.598 + 0.569F - 0.289W + 11.216T + 0.2549FT - 0.2545WT$$

$Y_{\text{NH}_3}$  คือปริมาณ Total  $\text{NH}_3$ -N (mg/l)

F คือปริมาณปลาคูในถัง (กก.)

W คือปริมาณน้ำในถัง (กก.)

T คือระยะเวลาการเก็บขนส่งปลาคู (ชม.)

โดยการผันแปรปัจจัยหลักคือปริมาณปลา (a) จาก 20 กก. เป็น 50 กก. มีอิทธิพลทำให้ปริมาณ  $\text{NH}_3$  ในน้ำเพิ่มขึ้น (effect เป็น +48.68) การผันแปรของปริมาณน้ำ (b) จาก 20 กก. เป็น 50 กก. มีอิทธิพลทำให้ปริมาณ  $\text{NH}_3$  ในน้ำลดลง (effect เป็น -44.42) การผันแปรของระยะเวลาการเก็บ (c) จาก 0 ชม.

เป็น 21 ชม. มีอิทธิพลทำให้ปริมาณ  $\text{NH}_3$  ในน้ำเพิ่มขึ้น (effect เป็น +117.95) และยังมีปัจจัยร่วมระหว่างปริมาณปลาและระยะเวลาการเก็บ ( $a_2b_1c_2$ ) ทำให้ปริมาณ  $\text{NH}_3$  ในน้ำเพิ่มขึ้น (effect เป็น +40.15) ปัจจัยร่วมระหว่างปริมาณน้ำและระยะเวลาการเก็บ ( $a_1b_2c_2$ ) ทำให้ปริมาณ  $\text{NH}_3$  ในน้ำลดลง (effect เป็น -40.08)

จากการแทนค่า  $Y_{\text{DO}} = 1 \text{ mg/l}$  (เป็นค่าวิกฤต DO ของน้ำที่ปลาดุกเริ่มจะอยู่รอดได้ยาก) ในสมการการทำนาย  $Y_{\text{DO}}$  ได้ระยะเวลาการเก็บรักษาขนส่งปลาดุกได้นานที่สุด = 15.5 ชม. โดยปัจจัยปริมาณปลาและน้ำในถังไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของ DO แต่อย่างไร และแทนค่า  $Y_{\text{NH}_3} = 100 \text{ mg/l}$  (เป็นค่าวิกฤต  $\text{NH}_3$  ของน้ำที่ปลาดุกเริ่มจะอยู่รอดได้ยาก) ค่า  $T = 15.5$  ชม. ในสมการการทำนาย  $Y_{\text{NH}_3}$  พร้อมปรับค่า  $W$  และ  $F$  โดยให้ค่า  $Y_{\text{NH}_3}$  และค่า  $T$  ในสมการ  $Y_{\text{NH}_3}$  คงที่เป็น 100 และ 15.5 เช่นเดิม ได้ค่า  $W = 45$  และค่า  $F = 37$  (ตารางที่ 5 ตารางที่ 6) ดังนั้นจากการทดลองเก็บรักษาขนส่งปลาดุกแบบมีชีวิตในครั้งนี้ ถ้าต้องการให้ปลาดุกยังมีชีวิตอยู่ได้(แต่ใกล้วิกฤต) สามารถเก็บรักษาปลาดุกให้อยู่ในถังไม้บุงสังกะสีได้นานที่สุดไม่เกิน 15.5 ชม. โดยบรรจุปริมาณปลาดุกลงในถังเพื่อขนส่งได้มากที่สุดไม่เกิน 37 กก./ถัง แต่ต้องใส่น้ำลงไปในถังไม่ต่ำกว่า 45 กก./ถัง ซึ่งการหาระดับปัจจัยต่างๆ เช่น ปริมาณปลา ระยะเวลาการเก็บ ที่ผันแปรไปภายใต้จุดวิกฤตของ  $\text{NH}_3$  ในน้ำสามารถทำเป็นตารางเพื่อใช้งานได้ดังแสดงใน ตารางที่ 7 เช่นถ้าเก็บรักษา/ขนส่งปลาดุกเพิ่มขึ้นเป็น 39 กก. ระยะเวลาในการเก็บต้องลดลงเหลือ 14.5 ชม. โดยปริมาณ  $\text{NH}_3$  ในน้ำยังอยู่ที่ 99.31 mg/l แต่ถ้าใช้ปริมาณปลาดุกมากยิ่งขึ้นเป็น 46 กก. ระยะเวลาในการเก็บต้องลดน้อยลงให้เหลือเป็น 12 ชม. เท่านั้น โดยปริมาณ  $\text{NH}_3$  ในน้ำอยู่ที่ 100.43 mg/l (ภายใต้เงื่อนไขมีน้ำในถัง 45 กก.)

## สรุปผลการทดลอง

การทดลองเก็บรักษาปลาอุกแบบไม่มีชีวิตทั้ง 4 แบบ ถ้าต้องการคุณภาพระดับดีมากหรือค่อนข้างมากหรือระดับมาตรฐานซาซิมิ(ค่า K 21%) สามารถเก็บแบบใช้น้ำแข็งอย่างเดียวและเก็บได้นานไม่เกิน 10 วัน แต่ถ้าต้องการเก็บนานถึง 15 วันโดยยังคงรักษาระดับมาตรฐานซาซิมิ ควรใช้การเก็บรักษาแบบใช้น้ำแข็งผสมเกลือ 3% การเก็บรักษาปลาอุกให้มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลางหรือต่ำกว่าปานกลางเล็กน้อย ถ้าเก็บแบบใช้น้ำแข็งอย่างเดียวไม่ควรเก็บนานเกิน 15 วัน แต่ถ้าต้องการเก็บนานถึง 20 วัน ควรใช้น้ำแข็งผสมเกลือ 3% เข้าช่วย

สำหรับการทดลองเก็บรักษาปลาอุกแบบมีชีวิตด้วยการหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมกับการเก็บรักษาขนส่งโดยทดลองผันแปร ปริมาณปลาอุกจาก 20 กก. เป็น 50 กก. ปริมาณน้ำจาก 20 กก. เป็น 50 กก. และระยะเวลาการเก็บจาก 0 ชม. เป็น 21 ชม. ภายใต้จุดวิกฤตคุณภาพของน้ำ DO ที่ 1 mg/l และ  $\text{NH}_3$  ที่ 100 mg/l การขนส่งด้วยปริมาณปลาอุก 37 กก. และเติมน้ำลงในถังปลาอุก 45 กก. สามารถเก็บรักษาและขนส่งให้ปลาอุกอยู่ในถังได้นานมากที่สุดไม่เกิน 15.5 ชม. โดยปลาอุกในถังทั้งหมดยังมีชีวิตอยู่

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ



**เอกสารอ้างอิง**

- นงลักษณ์ สุทธิวนิช. 2531. คุณภาพสัตว์น้ำ. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 262 หน้า.
- สุเมธ สุพิชญางกูร. 2528. ทดลองการเก็บรักษาความสดของปลาสดด้วยน้ำแข็งในวิธีต่างๆ กัน รายงานวิชาการประจำปี 2528 กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง
- สุรพล อุปศิษกุล. 2529. สถิติการวางแผนการทดลอง. เล่ม 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 435 น.
- Boyd, C.E. and Tucker, C.S. 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Pub. pp.117.
- Garcia-Diaz, A. and Phillips, D.T. 1995. Principles of Experimental Design and Analysis. Chapman and Hall Pub., London, United Kingdom. 409 p.
- Lannan, J.E., Smitherman, R.O. and Tchobanoglous, G. 1986. Principles and Practices of Pond Aquaculture. Oregon State University Press. Corvallis, Oregon. pp.194
- Miwa, K. and Low, S.J. 1992. Laboratory Manual on Analytical Methods and Procedures for Fish and Fish Products. Marine Fisheries Research Department. Southeast Asian Fisheries Development Center. Singapore. pp. B8.1-B8.6, B12.1-B12.4.
- Tucker, C.S. and Robinson, E.H. 1990. Channel Catfish Farming Handbook. Van Nostrand Reinhold Pub. New York. pp.401.

ตารางที่ 1 : ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของ 4 การทดลอง D,E<sub>1</sub>,E<sub>3</sub>,E<sub>5</sub> และระยะเวลาการเก็บจากการทดลองเก็บรักษาปลาอุกไม่มีชีวิต

Table 1 : Difference analysis of four treatments D, E<sub>1</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>5</sub> and keeping time of 6 quality index in catfish chilling experiments

quality index	keeping time (day)	Mean difference by DMRT (p=0.05)				ANOVA F - test (p=0.05)	
		D	E <sub>1</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>5</sub>	treatments difference	time difference
saltiness (sensory score)	0-5	<u>1.17</u>	<u>1.4</u>	<u>1.51</u>	<u>1.73</u>	sig. diff.	non-sig. diff.
	0-10	<u>1.24</u>	<u>1.60</u>	<u>1.79</u>	<u>7.10</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-15	<u>1.30</u>	<u>1.73</u>	<u>2.05</u>	<u>2.42</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-20	<u>1.34</u>	<u>1.89</u>	<u>2.29</u>	<u>2.70</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-24	<u>1.36</u>	<u>1.95</u>	<u>2.42</u>	<u>2.87</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-29	<u>1.41</u>	<u>2.12</u>	<u>2.65</u>	<u>3.12</u>	sig. diff.	sig. diff.
freshness (sensory score)	0-5	6.63	6.59	6.53	6.52	non-sig. diff.	sig. diff.
	0-10	5.82	5.78	5.77	5.80	non-sig. diff.	sig. diff.
	0-15	5.37	5.34	5.33	5.35	non-sig. diff.	sig. diff.
	0-20	4.79	4.86	4.88	4.92	non-sig. diff.	sig. diff.
	0-24	<u>4.36</u>	<u>4.50</u>	<u>4.55</u>	<u>4.61</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-29	<u>3.97</u>	<u>4.19</u>	<u>2.28</u>	<u>4.36</u>	sig. diff.	sig. diff.
overall acceptability (sensory score)	0-5	6.39	6.38	6.33	6.32	non-sig. diff.	sig. diff.
	0-10	5.60	5.60	5.61	5.65	non-sig. diff.	sig. diff.
	0-15	5.19	5.18	5.13	5.21	non-sig. diff.	sig. diff.
	0-20	4.67	4.76	4.77	4.80	non-sig. diff.	sig. diff.
	0-24	<u>4.25</u>	<u>4.42</u>	<u>4.47</u>	<u>4.51</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-29	<u>3.86</u>	<u>4.10</u>	<u>4.19</u>	<u>4.25</u>	sig. diff.	sig. diff.
K-value (%)	0-5	8.24	7.08	6.26	6.37	non-sig. diff.	sig. diff.
	0-10	<u>14.41</u>	<u>12.00</u>	<u>10.56</u>	<u>11.52</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-15	<u>19.25</u>	<u>17.05</u>	<u>13.73</u>	<u>13.27</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-20	<u>22.67</u>	<u>20.66</u>	<u>17.29</u>	<u>16.70</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-24	<u>27.36</u>	<u>24.69</u>	<u>21.81</u>	<u>19.94</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-29	<u>30.57</u>	<u>28.42</u>	<u>24.87</u>	<u>22.38</u>	sig. diff.	sig. diff.
TVB (mg/100g)	0-5	14.23	14.37	14.23	14.14	non-sig. diff.	non-sig. diff.
	0-10	13.81	14.08	12.90	12.57	non-sig. diff.	non-sig. diff.
	0-15	13.02	12.67	11.37	11.50	non-sig. diff.	sig. diff.
	0-20	<u>13.08</u>	<u>12.47</u>	<u>10.79</u>	<u>10.62</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-24	<u>14.87</u>	<u>14.67</u>	<u>10.19</u>	<u>9.89</u>	sig. diff.	non-sig. diff.
	0-29	<u>15.44</u>	<u>13.97</u>	<u>9.77</u>	<u>9.52</u>	sig. diff.	non-sig. diff.
%NaCl (%)	0-5	<u>0.17</u>	<u>0.36</u>	<u>0.52</u>	<u>0.69</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-10	<u>0.17</u>	<u>0.38</u>	<u>0.63</u>	<u>0.78</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-15	<u>0.16</u>	<u>0.42</u>	<u>0.75</u>	<u>0.96</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-20	<u>0.17</u>	<u>0.50</u>	<u>0.84</u>	<u>1.10</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-24	<u>0.18</u>	<u>0.52</u>	<u>0.87</u>	<u>1.16</u>	sig. diff.	sig. diff.
	0-29	<u>0.19</u>	<u>0.55</u>	<u>0.92</u>	<u>1.22</u>	sig. diff.	sig. diff.

D, E<sub>1</sub>, E<sub>3</sub>, E<sub>5</sub> = four treatments of catfish keeping in 0%, 1%, 3%, 5% salt-ice

ตารางที่ 2 : สมการการทำนายเชิงเส้นตรงที่ได้จากข้อมูลระหว่างค่าคุณภาพของปลาคูกับระยะเวลาการเก็บ(2-29 วัน)

ของการทดลองเก็บรักษาขนส่งปลาคูด้วยน้ำแข็งผสมเกลือ 4 แบบการทดลอง (0%, 1%, 3%, 5%)

Table 2 : Prediction equations from data between quality index and keeping time of 4 treatments of catfish keeping with salt-ice

quality index	D (0%salt-ice)	E <sub>1</sub> (1%salt-ice)	E <sub>3</sub> (3%salt-ice)	E <sub>5</sub> (5%salt-ice)
saltiness (sensory score)	$y_D=0.0161x+1.1554$ $R^2=0.3892$	$y_{E1}=0.0547x+1.2598$ $R^2=0.6936$	$y_{E3}=0.0865x+1.291$ $R^2=0.8274$	$y_{E5}=0.1029x+1.51$ $R^2=0.8519$
freshness (sensory score)	$y_D=-0.1874x+6.908$ $R^2=0.8908$	$y_{E1}=-0.1565x+6.6395$ $R^2=0.8453$	$y_{E3}=-0.1437x+6.5289$ $R^2=0.8053$	$y_{E5}=-0.1365x+6.4949$ $R^2=0.7953$
overall acceptability (sensory score)	$y_D=-0.1801x+6.6838$ $R^2=0.8721$	$y_{E1}=-0.1497x+6.4511$ $R^2=0.844$	$y_{E3}=-0.1381x+6.3546$ $R^2=0.8129$	$y_{E5}=-0.1318x+6.3176$ $R^2=0.8113$
K-value (%)	$y_D=1.6622x+4.5257$ $R^2=0.7965$	$y_{E1}=1.6793x+2.1143$ $R^2=0.9011$	$y_{E3}=1.5594x+0.4433$ $R^2=0.7608$	$y_{E5}=1.2257x+3.175$ $R^2=0.8185$
TVB (mg/100g)	$y_D=0.2716x+11.186$ $R^2=0.246$	$y_{E1}=-0.0134x+14.176$ $R^2=9x10^{-5}$	$y_{E3}=-0.2761x+14.097$ $R^2=0.4361$	$y_{E5}=-0.2879x+14.033$ $R^2=0.4008$
%NaCl (%)	$y_D=-2E-05x+0.1743$ $R^2=2E-06$	$y_{E1}=0.0163x+0.2985$ $R^2=0.5779$	$y_{E3}=0.0327x+0.5712$ $R^2=0.541$	$y_{E5}=0.0473x+0.6165$ $R^2=0.8392$

y=quality index of each treatment, x=keeping time(day),  $R^2$ =correlation

ตารางที่ 3: ปริมาณ DO ของน้ำ ณ ระยะเวลาดำเนินการเลี้ยง การทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละการทดลองใช้

ปลาอุก : น้ำ = 20 : 20, 50 : 20, 20 : 50, 50 : 50 กก. เก็บในถังไม้สูงถึงกะสี อัตราส่วนละ 1 ลิ้ง/1 การทดลอง

Table 3 : Amount of DO in water in live catfish handling container at varying keeping time (0-48 hr.) of 4 treatments

(fish : water = 20:20, 50:20, 20:50, 50:50 ) 3 replication/treatment

keeping time (hr.)	DO (mg/l)															
	T <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> ) 20:20				T <sub>2</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> ) 50:20				T <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> ) 20:50				T <sub>4</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> ) 50:50			
	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>1X</sub>	T <sub>21</sub>	T <sub>22</sub>	T <sub>23</sub>	T <sub>2X</sub>	T <sub>31</sub>	T <sub>32</sub>	T <sub>33</sub>	T <sub>3X</sub>	T <sub>41</sub>	T <sub>42</sub>	T <sub>43</sub>	T <sub>4X</sub>
c <sub>1</sub> 0	3.25	6.56	3.71	4.51	4.92	4.26	3.627	4.27	4.88	5.52	3.17	4.52	3.25	6.54	3.43	4.41
3	4.32	6.56	3.72	4.87	4.04	5.02	2.753	3.94	3.23	5.42	2.98	3.88	3.15	5.11	3.163	3.81
6	2.89	5.08	2.67	3.54	0.83	2.76	1.36	1.65	3.23	5.76	2.72	3.90	2.76	4.47	1.653	2.96
9	1.60	5.08	1.24	2.64	0.83	1.93	0.41	1.06	2.42	5.18	2.09	3.23	1.18	3.22	0.977	1.79
12	1.07	3.67	1.02	1.92	0.91	1.46	0.333	0.90	2.37	4.47	1.95	2.93	0.77	2.15	0.857	1.26
15	0.56	3.15	0.82	1.51	0.52	0.91	0.377	0.60	1.41	3.66	1.3	2.12	0.79	2.11	0.61	1.17
18	0.43	2.68	0.76	1.29	0.32	0.85	0.313	0.49	1.05	3	0.81	1.62	0.87	2.21	0.66	1.25
c <sub>2</sub> 21	0.59	2.68	0.28	1.19	0.47	0.58	0.263	0.44	1.42	1.96	0.3	1.23	0.65	1.7	0.23	0.86
24	0.36	3.25	1.22	1.61	0.64	0.57	0.727	0.65	0.91	1.96	1.1	1.32	0.45	1.76	1.047	1.08
27	0.67	5.26	1.16	2.36	0.54	1.73	0.707	0.99	1.41	4.58	1.71	2.57	0.62	3.22	0.997	1.61
30	0.55	4.36	0.69	1.86	0.29	1.07	0.483	0.61	1.19	2.41	1.35	1.65	0.78	2.55	0.84	1.39
33	0.42	4.39	0.56	1.79	0.28	0.9	0.437	0.54	0.28	2.25	1.27	1.27	0.55	3.26	0.63	1.48
36	0.53	3.08	0.56	1.39	0.25	0.67	0.367	0.43	0.83	1.59	0.96	1.13	0.66	1.26	0.67	0.86
39	0.42	2.95	0.49	1.29	0.35	0.64	0.317	0.43	0.85	1.47	0.88	1.07	0.55	1.6	0.553	0.90
42	0.43	2.76	0.38	1.19	0.40	0.45	0.24	0.36	0.80	2.3	0.77	1.29	0.77	1.6	0.453	0.94
45	0.75	1.68	0.63	1.02	0.65	0.55	0.267	0.49	1.25	2.09	0.52	1.29	1.12	2.62	0.387	1.38
48		2.17	0.45	1.31		0.58	0.247	0.41		1.55	0.52	1.04		1.77	0.387	1.08

T<sub>i(1-4)</sub> = treatments T<sub>ij(11-43)</sub> = replication of each treatment T<sub>ix(1X-4X)</sub> = average of replication of each treatment

ตารางที่ 4: ปริมาณ Total NH<sub>3</sub>-N ของน้ำ ณ ระยะ เวลา การเลี้ยง 4 ของ การทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละ การทดลอง ใช้

ปลาดุก : น้ำ = 20 : 20, 50 : 20, 20 : 50, 50 : 50 กก.เก็บในถังไม้สูง 1 เมตร ส่วนละ 1 ลิ้ง/1 การทดลอง

Table 4 : Amount of NH<sub>3</sub> in water in live catfish handling container at varying keeping time (0-48 hr.) of 4 treatments

(fish : water = 20:20, 50:20, 20:50, 50:50 ) 3 replication/treatment

keeping time (hr.)	NH <sub>3</sub> (mg/l)															
	T <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> ) 20:20				T <sub>2</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> ) 50:20				T <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> ) 20:50				T <sub>4</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> ) 50:50			
	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>1X</sub>	T <sub>21</sub>	T <sub>22</sub>	T <sub>23</sub>	T <sub>2X</sub>	T <sub>31</sub>	T <sub>32</sub>	T <sub>33</sub>	T <sub>3X</sub>	T <sub>41</sub>	T <sub>42</sub>	T <sub>43</sub>	T <sub>4X</sub>
c <sub>1</sub> 0	18.8	14	13	15	20	19	37	25	6.4	23	8	12	16.4	24	18	19
3	29.8	16	27	24	52	46	67	55	12	5	14	10	28.8	21	30	27
6	46	30	39	38	94	58	99	84	10	12	18	13	37	30	49	39
9	65	45	56	55	109	79	124	104	20	17	23	20	46	45	65	52
12	73	56	82	70	139	139	174	151	31	27	24	27	50	54	88	64
15	91	68	174	111	162	162	229	184	38	29	53	40	81	68	121	90
18	107	77	131	105	201	201	229	210	43	34	73	50	95	78	137	103
c <sub>2</sub> 21	126	90	151	122	263	146	294	234	55	42	86	61	116	99	165	127
24	153	89	161	134	326	193	340	286	62	50	71	61	138	100	178	139
27	175	21	46	81	400	65	140	202	67	10	20	32	163	22	63	83
30	209	37	76	107	500	103	222	275	77	17	33	42	183	39	79	100
33	244	49	86	126	560	128	258	315	100	20	43	54	236	68	92	132
36	263	64	110	146	700	164	348	404	120	38	55	71	262	68	135	155
39	270	64	130	155	800	196	411	469	127	42	61	77	265	77	154	165
42	280	73	152	168	930	226	498	551	135	44	82	87	430	77	171	226
45	405	70	164	213	1240	256	432	643	175	38	95	103	630	69	194	298
48		79	192	136		310	495	403		58	100	79		98	217	158

T<sub>i(1-4)</sub> = treatments T<sub>ij(11-43)</sub> = replication of each treatment T<sub>ix(1X-4X)</sub> = average of replication of each treatment

ตารางที่ 5 : การวิเคราะห์หาอิทธิพล(effects)จากการผันแปรระดับปัจจัยที่ใช้ทดลองเก็บรักษาปลาอุกมีชีวิตที่มีผลต่อ DO ในน้ำ และสร้างเป็นสมการการทำนายด้วยวิธีการของ  $2^3$  Yates' Equation

Table 5 : Analyze and predict level of factors from live catfish handling experiment that effect DO in keeping water with $2^3$ Yates' Equation method											
r = 3	n = 3		F-table (0.95,1,16) =		4.49	MSE	=	1.43966713			
r.2^n-1= 12	r.2^n= 24		t-table(0.95,(r-1).2^n) =		2.12	Std dev of effect =		0.490			
treatment	total	run 1	run 2	run 3	effect	SS	MS	F-TEST	Significant	effect estimate	
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	13.52333333	26.32666667	53.11333333	64.25666667	2.68	172.04					
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	12.80333333	26.78666667	11.14333333	-4.416666667	-0.37	0.81	0.81	0.56	0	0.670 -1.407	
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	13.57	4.87	-1.073333333	1.863333333	0.16	0.14	0.14	0.10	0	1.194 -0.883	
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	13.21666667	6.273333333	-3.343333333	1.51	0.13	0.10	0.10	0.07	0	1.164 -0.913	
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	3.556666667	-0.72	0.46	-41.97	-3.50	73.40	73.40	50.98	1	-2.459 -4.536	
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	1.313333333	-0.353333333	1.403333333	-2.27	-0.19	0.21	0.21	0.15	0	0.849 -1.228	
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	3.686666667	-2.243333333	0.366666667	0.943333333	0.08	0.04	0.04	0.03	0	1.117 -0.960	
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	2.586666667	-1.1	1.143333333	0.776666667	0.06	0.03	0.03	0.02	0	1.103 -0.974	
		non-significant = 0			significant = 1						
Factor		Low level		High level		H+L/2		H-L/2			
amount of catfish kg/container (a)		20		50		35		15			
amount of water kg/container (b)		20		50		35		15			
keeping time hr. (c)		0		21		10.5		10.5			
						Assume Variable		Calculate Variable			
Code variable	Unicode variable		response DO		Y =	1		1.011884921			
X1 =	(F-(H+L/2))/(H-L/2)		=		0.133333333	catfish	F =	37		#DIV/0!	
X2 =	(W-(H+L/2))/(H-L/2)		=		0.666666667	water	W =	45		#DIV/0!	
X3 =	(T-(H+L/2))/(H-L/2)		=		0.476190476	time	T =	15.5		15.53568025	
E1 = effect a *sig?			=		0.00	Code Equation :	Y <sub>DO</sub> = 2.68-3.50X <sub>3</sub>				
E2 = effect b *sig.?			=		0	Unicode Equation :	Y <sub>DO</sub> = 6.18-0.33T				

ตารางที่ 6 : การวิเคราะห์หาอิทธิพล(effects)จากการผันแปรระดับปัจจัยที่ใช้ทดลองเก็บรักษาปลาอุกมีชีวิตที่มีผลต่อ NH<sub>3</sub> ในน้ำ และสร้างเป็นสมการการทำนายด้วยวิธีการของ  $2^3$  Yates' Equation

Table 6 : Analyze and predict level of factors from live catfish handling experiment that effect NH <sub>3</sub> in keeping water with $2^3$ Yates' Equation method											
r = 3	n = 3		F-table (0.95,1,16) =		4.49	MSE	=	1116.231667			
r.2^n-1= 12	r.2^n= 24		t-table(0.95,(r-1).2^n) =		2.12	Std dev of effect =		13.640			
treatment	total	run 1	run 2	run 3	effect	SS	MS	F-TEST	Significant	effect estimate	
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	45.8	121.8	217.6	1850.6	77.11	142696.68					
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>1</sub>	76	95.8	1633	584.2	48.68	14220.40	14220.40	12.74	1	77.599 19.767	
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	37.4	1070	51.2	-533	-44.42	11837.04	11837.04	10.60	1	-15.501 -73.333	
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>1</sub>	58.4	563	533	-148.2	-12.35	915.14	915.14	0.82	0	16.566 -41.266	
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	367	30.2	-26	1415.4	117.95	83473.22	83473.22	74.78	1	146.866 89.034	
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> c <sub>2</sub>	703	21	-507	481.8	40.15	9672.14	9672.14	8.66	1	69.066 11.234	
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	183	336	-9.2	-481	-40.08	9640.04	9640.04	8.64	1	-11.167 -68.999	
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> c <sub>2</sub>	380	197	-139	-129.8	-10.82	702.00	702.00	0.63	0	18.099 -39.733	
		non-significant = 0			significant = 1						
Factor		Low level		High level		H+L/2		H-L/2			
amount of catfish kg/container (a)		20		50		35		15			
amount of water kg/container (b)		20		50		35		15			
keeping time hr. (c)		0		21		10.5		10.5			
						Assume Variable		Calculate Variable			
Code variable	Unicode variable		response NH <sub>3</sub>		Y =	100		99.97933862			
X1 =	(F-(H+L/2))/(H-L/2)		=		0.133333333	catfish	F =	37		37.00457094	
X2 =	(W-(H+L/2))/(H-L/2)		=		0.666666667	water	W =	45		44.99511967	
X3 =	(T-(H+L/2))/(H-L/2)		=		0.476190476	time	T =	15.5		15.50224624	
E1 = effect a *sig?			=		48.68	Code Equation :	Y <sub>NH3</sub> = 77.11+48.68X <sub>1</sub> -44.42X <sub>2</sub> +117.95X <sub>3</sub> +40.15X <sub>1</sub> X <sub>3</sub> -40.08X <sub>2</sub> X <sub>3</sub>				
E2 = effect b *sig.?			=		-44.41666667	Unicode Equation :	Y <sub>NH3</sub> = -50.598+0.569F-0.289W+11.216T+0.2549FT-0.2545WT				

ตารางที่ 7: ปริมาณ  $\text{NH}_3$  ที่ผันแปรตามปัจจัยระยะเวลาการเก็บและปริมาณปลาตู้ในถังของการทดลองการเก็บรักษาปลาตู้ที่มีชีวิต

Table 7 : Amount of  $\text{NH}_3$  is varied upon keeping time and amount of catfish in the live catfish handling container

					keeping time hr. (T)				
<b>Amount of <math>\text{NH}_3</math> (Y)</b>	99.979339	6	12	14.5	15.5	18	21	24	
(mg/l)	20	-23.07659	6.1107143	18.27209	23.13664	35.298016	49.89167	64.48532	
	24	-14.68294	20.62246	35.333042	41.217275	55.927857	73.58056	91.23325	
	28	-6.289286	35.134206	52.393995	59.29791	76.557698	97.26944	117.9812	
<b>amount of live catfish (F)</b>	37	12.596429	67.785635	90.781138	99.979339	122.97484	150.5694	178.164	
(kg/container)	39	16.793254	75.041508	99.311614	109.01966	133.28976	162.4139	191.538	
	46	31.482143	100.43706	129.16828	140.66077	169.39198	203.8694	238.3469	
				(W = 45 kg water/container )					

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

ภาคผนวก

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

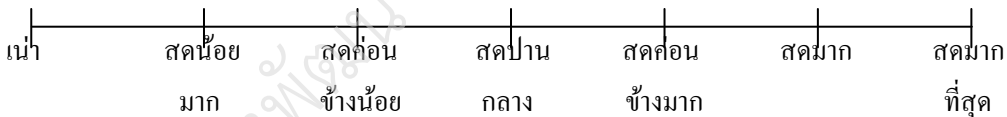
ชื่อผลิตภัณฑ์.....เนื้อปลาคุณนี่.....วันที่.....ชื่อผู้ทดสอบ.....

คำแนะนำ : โปรดกรูณาทดสอบผลิตภัณฑ์แล้วขีดเส้นตั้ง | ลงบนเส้นนอนที่บอกระดับความเค็ม ความสด และการยอมรับ โดยรวมว่าควรอยู่ระดับไหนตามความรู้สึทางประสาทสัมผัสของท่าน พร้อมกำกับหมายเลขรหัส 3 ตัวของแต่ละตัวอย่างลงบนหัวของเส้นตั้งของแต่ละเส้นให้ตรงตามตัวอย่างที่ให้ทดสอบด้วย

ความเค็ม (รสเค็ม)



ความสด (กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส)



การยอมรับโดยรวม



ขอขอบคุณมากสำหรับการทดสอบ