



การพัฒนาวิธีการเก็บรักษากุ้งกุลาดำแช่เย็น

Development of Handling of Ice Stored Black Tiger Shrimp

สุภาพร สิริมานูยุดต์

Supaporn Sirimanuyutt

นิรชา วงษ์จินดา

Niracha Wongchinda

สุเมธ สุพิชญางกูร

Sumate Supichayangure

รัชดา อธิธิพงษ์

Ratchada Iddhibongsa

สมยศ ราชนิยม

Somyos Rachniyom

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

Fishery Technological Development Division

กรมประมง

Department of Fisheries

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Ministry of Agriculture and Cooperatives



การพัฒนาวิธีการเก็บรักษากุ้งกุลาดำแช่เย็น

Development of Handling of Ice Stored Black Tiger Shrimp

สุภาพร สิริมานุยุตต์

Supaporn Sirimanuyutt

นิรชา วงษ์จินดา

Niracha Wongchinda

สุเมธ สุพิชญางกูร

Sumate Supichayangure

รัชดา อธิธิพงษ์

Ratchada Iddhibongsa

สมยศ ราชนิยม

Somyos Rachniyom

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

Fishery Technological Development Division

กรมประมง

Department of Fisheries

๒๕๕๑

2008

รหัสทะเบียนวิจัยเลขที่ 45-0703-45075-004

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	5
วิธีดำเนินการ	5
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	6
สรุปผลการทดลอง	10
เอกสารอ้างอิง	10
ภาคผนวก	12

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. ค่าเคมีในกึ่งกลาดำที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง	8
2. ปริมาณจุลินทรีย์ในกึ่งกลาดำที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง	8
3. ปริมาณ TVB-N ในกึ่งกลาดำแช่เย็น 4 แบบ	9
4. ปริมาณ K- value ในกึ่งกลาดำแช่เย็น 4 แบบ	9
5. ปริมาณ Indole ในกึ่งกลาดำแช่เย็น 4 แบบ	9
6. ปริมาณ TVC (Mesophilic) ในกึ่งกลาดำแช่เย็น 4 แบบ	9
7. ปริมาณ Enterobacteriaceae ในกึ่งกลาดำแช่เย็น 4 แบบ	9
8. ปริมาณ Psychotrophic ในกึ่งกลาดำแช่เย็น 4 แบบ	9

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ

สารบัญตาราง

ตารางผนวกที่	หน้า
1. ค่าทางเคมีและจุลินทรีย์ในกึ่งกลาดำที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำ	12
2. กระบวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกึ่งกลาดำที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำ	12
3. ค่าทางเคมีและจุลินทรีย์ในกึ่งกลาดำแช่เย็นแบบ I	13
4. ค่าทางเคมีและจุลินทรีย์ในกึ่งกลาดำแช่เย็นแบบ W	13
5. ค่าทางเคมีและจุลินทรีย์ในกึ่งกลาดำแช่เย็นแบบ 4D	14
6. ค่าทางเคมีและจุลินทรีย์ในกึ่งกลาดำแช่เย็นแบบ 6D	14
7. กระบวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกึ่งกลาดำแช่เย็น (หัว/ลักษณะทั่วไป)	15
8. กระบวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกึ่งกลาดำแช่เย็น (กลิ่น)	15
9. กระบวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกึ่งกลาดำแช่เย็น (เนื้อ/เนื้อสัมผัส)	16
10. กระบวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกึ่งกลาดำแช่เย็น (เปลือก/รสชาติ)	16
11. กระบวนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกึ่งกลาดำแช่เย็น (การยอมรับรวม)	17
12. Correlation ระหว่างตัวชี้วัดคุณภาพของกึ่งกลาดำแช่เย็นทั้ง 4 แบบ	17
13. แบบฟอร์มการประเมินคุณภาพกึ่งกลาดำดิบด้วยวิธีทางประสาทสัมผัส	18
14. แบบฟอร์มการประเมินคุณภาพกึ่งกลาดำสุกด้วยวิธีทางประสาทสัมผัส	19

การพัฒนาวิธีการเก็บรักษากุ้งกุลาดำแช่เย็น

สุภาพร สิริมานุยุตต์* นิรชา วงษ์จินดา สุเมธ สุพิชญางกูร

รัชดา อธิพิพงษ์ และสมยศ ราชนิยม

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง

บทคัดย่อ

ศึกษาวิธีการเก็บรักษากุ้งกุลาดำแช่เย็นที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกุ้ง โดยแบ่งการทดลองเป็น 5-วิธี คือ เก็บกุ้งในน้ำแข็งทันที เก็บกุ้งในน้ำแข็งผสมน้ำ และชะลอกุ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 และ 6 ชั่วโมงก่อนเก็บในน้ำแข็ง และเก็บกุ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (28-30 °C) ซึ่งใช้เป็นชุดควบคุมจากการสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จุลินทรีย์ และประเมินทางประสาทสัมผัส พบว่า กุ้งที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง มีปริมาณ TVB-N, K-value และ indole เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากเก็บไว้ 18 ชั่วโมง และมีปริมาณ TVC และ Psychrotrophic เพิ่มขึ้นจาก 10^5 cfu/g เป็น 10^8 cfu/g ปริมาณ Enterobacteriaceae เพิ่มขึ้นจาก 10^4 cfu/g เป็น 10^7 cfu/g สำหรับการประเมินทางประสาทสัมผัสของกุ้งดิบยอมรับที่อายุการเก็บไม่เกิน 18 ชั่วโมง และกุ้งสุกยอมรับที่อายุการเก็บไม่เกิน 16 ชั่วโมง

สำหรับกุ้งกุลาดำที่เก็บแช่เย็นในน้ำแข็งทุกแบบ พบว่าค่า K-value มีปริมาณเพิ่มขึ้นตลอดการเก็บ ส่วนปริมาณ Psychrotrophic เพิ่มขึ้นจาก 10^4 cfu/g เป็น 10^7 - 10^8 cfu/g ส่วนการประเมินทางประสาทสัมผัสของกุ้งดิบแบบที่เก็บแช่เย็นในน้ำแข็งทันที ยอมรับที่อายุการเก็บไม่เกิน 4 วัน แบบที่เก็บแช่เย็นในน้ำแข็งผสมน้ำยอมรับได้ไม่เกิน 6 วัน และแบบที่ชะลอกุ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 และ 6 ชั่วโมงก่อนเก็บในน้ำแข็ง ยอมรับได้ไม่เกิน 2 วัน สำหรับการประเมินทางประสาทสัมผัสของกุ้งสุกในการแช่เย็นทั้ง 4 แบบ ยอมรับที่อายุการเก็บไม่เกิน 4 วัน

คำสำคัญ : กุ้งกุลาดำ การเก็บรักษา แช่เย็น

* ผู้รับผิดชอบ : เกษตรกลาง จตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๕๐๐ โทร: ๐-๒๕๔๐-๖๑๓๐-๔๕ ต่อ ๔๓๐๒

E-mail : suparporw@fisheries.go.th

Development of handling of ice-stored black tiger shrimp

**Supaporn Sirimanuyutt* Niracha Wongchinda Sumate Supichayangure
Ratchada Iddhibongsa and Somyos Rachniyom**

Fishery Technological Development Division, Department of Fisheries

ABSTRACT

The effect of handling methods on quality change of chilled black tiger shrimp was studied. Shrimp was divided into 5 groups : kept at room temperature (28-30 °C) as a control, stored in ice immediately, stored in ice - water and delayed under room temperature for 4 and 6 h before storing in ice. The samples were analysed for chemical, microbiological and sensory evaluation. Amount of TVB-N, K-value and Indole of substantially controlled sample increased after storing for 18 h. During storage the TVC and Psychrotrophic load increase from 10^5 cfu/g to 10^8 cfu/g while Enterobacteriaceae count increased from 10^4 cfu/g to 10^7 cfu/g. For sensory evaluation raw and cooked were acceptable up to 18 h and 16 h, respectively.

For shrimp stored in ice, amount of K-value increased with storage time and Psychrotrophic increased from 10^4 to $10^7 - 10^8$ cfu/g. For sensory evaluation, raw shrimp immediately stored in ice, in ice – water, delayed under room temperature for 4 and 6 h before being stored in ice were acceptable up to 4, 6 and 2 days, respectively. Cooked shrimp from 4 treatments were acceptable up to 4 days.

Key words : Black tiger shrimp, handling, ice-stored

*Corresponding author : Kaset-Klang Chatuchak, Bangkok 10900 Tel : 0-2940-6130-45 ext.4302

E-mail : suparporw@fisheries.go.th

คำนำ

กุ้งกุลาดำเป็นสินค้าสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ได้รับความนิยมนำมาบริโภคทั้งภายในประเทศและเป็นสินค้าส่งออกในอันดับต้นๆ ของประเทศ นับตั้งแต่ปี 2545 เป็นต้นมา กุ้งกุลาดำประสบปัญหาการถูกกีดกันทางการค้า รวมทั้งกุ้งกุลาดำของไทยต้องแข่งขันกับกุ้งจากประเทศอื่นๆ จึงจำเป็นที่จะต้องหันมาผลิตกุ้งให้มีคุณภาพมากขึ้น ทั้งคุณภาพที่เกี่ยวข้องตั้งแต่การเพาะเลี้ยง รวมถึงคุณภาพของผลผลิตภายหลังจากการจับ เพื่อให้กุ้งมีคุณภาพที่ดีหรือเสื่อมคุณภาพน้อยที่สุด เมื่อไปถึงแหล่งซื้อขายหรือถึงผู้บริโภค และเพื่อเป็นวัตถุดิบที่ดีให้กับโรงงานแปรรูป ซึ่งจะส่งผลให้สามารถแข่งขันในตลาดต่างประเทศได้

การดูแลรักษาคุณภาพกุ้งภายหลังการจับขึ้นจากบ่อเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อไม่ให้กุ้งเสื่อมคุณภาพหรือเสื่อมคุณภาพน้อยที่สุด โดยเฉพาะการควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกินไปหลังจากกุ้งตาย เรื่องของความสะอาด และระยะเวลาในการขนส่งไปยังผู้บริโภคหรือโรงงานแปรรูป ถ้าใช้เวลานานคุณภาพกุ้งก็จะเสื่อมลงเรื่อยๆ ซึ่งอุณหภูมิมีผลต่อการเน่าเสียของสัตว์น้ำ หากใช้อุณหภูมิสูงจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมาจะแบ่งตัวได้เร็วและจะใช้ความสดของสัตว์น้ำนั้นเป็นแหล่งอาหาร เมื่อควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำ จุลินทรีย์จะหยุดการเจริญเติบโตหรือเจริญเติบโตได้ช้าลง และการทำงานของน้ำย่อยก็จะช้าลงด้วย

การวัดคุณภาพโดยวิธีทางเคมี นั้นสามารถใช้แทนการใช้วิธีทางด้านจุลชีววิทยา เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์ที่สั้นกว่า และจะมีความสัมพันธ์กับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ซึ่งส่วนประกอบทางเคมีที่วัดได้ จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นหรือลดลงจากระดับการเน่าเสียหรือจากการย่อยสลายของเอ็นไซม์ (Botta, 1995)

อุณหภูมิเป็นปัจจัยขั้นต้นที่มีผลในการสร้าง Indole ในกุ้งดิบ ปริมาณ Indole สูง เป็นตัวชี้ให้เห็นว่าเกิดการเน่าเสีย แต่กุ้งที่คุณภาพไม่ดีอาจไม่มีปริมาณ Indole ก็ได้ (Chang et al. 1983) ค่า Indole เพียงอย่างเดียวไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพของกุ้งสดหรือกุ้งแช่แข็งแต่ก็สามารถใช้ร่วมกับตัวชี้วัดคุณภาพอื่น ซึ่งดัชนีชี้วัดคุณภาพทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับสัตว์น้ำ เช่น ปริมาณค่าระเหยทั้งหมด (TVB-N) เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของสัตว์น้ำ ปริมาณ TVB-N จะเพิ่มมากขึ้นหลังจากเกิดการเน่าเสียทั้งจากการย่อยสลายของเอ็นไซม์เอง และจากการกระทำของแบคทีเรีย และค่า K-value เป็นดัชนีชี้วัดความสดของสัตว์น้ำ จากการย่อยสลาย ATP โดยเอ็นไซม์จากสัตว์น้ำที่ตายหากค่า K-value สูงแสดงว่าค่าความสดลดลง

การศึกษาทางจุลชีววิทยาในสัตว์น้ำเป็นการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ที่แสดงถึงคุณภาพด้านสุขลักษณะของสัตว์น้ำ นอกจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (TVC) ซึ่งสามารถเจริญได้ในช่วงอุณหภูมิ 30-37 °C (Mesophilic aerobes) และนิยมใช้ในการประเมินคุณภาพโดยรวมของอาหาร แล้วยังมีจุลินทรีย์อีกประเภทหนึ่งที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิต่ำ (Psychrotrophic aerobes) ซึ่งทำให้เกิดการเน่าเสียสำหรับอาหารหรือผลิตภัณฑ์ที่เก็บโดยการแช่เย็น

กฤษณา (2538) รายงานการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุ้งแช่เยือกแข็ง จากการนำ กุ้งกุลาดำที่เก็บที่อุณหภูมิห้องนาน 0, 6, 9, 12, 16, 20, 27, 32, 43 ชั่วโมง นำมาแช่เยือกแข็งในลักษณะกุ้ง คีบและกุ้งต้ม และประเมินทางประสาทสัมผัส และได้นำกุ้งกุลาดำที่เก็บในน้ำแข็งนาน 0, 1, 3, 4, 6, 8 และ 10 วัน มาผลิตเป็นกุ้งสด และกุ้งต้มแช่เยือกแข็ง และทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยทำการวิเคราะห์ ค่า indole ในกุ้งควบคู่ไปด้วย พบว่าปริมาณ indole ในกุ้งเป็นดัชนีที่ไม่สมบูรณ์ในการตัดสินคุณภาพกุ้ง แช่เยือกแข็ง โดยเฉพาะเมื่อกุ้งเกิดการเน่าเสียที่อุณหภูมิต่ำ ถ้าเก็บกุ้งที่อุณหภูมิห้องนานเกิน 32 ชั่วโมงไม่ควรนำมาผลิตกุ้งแช่เยือกแข็ง แต่ผลิตเป็นกุ้งต้มแช่เยือกแข็ง ได้ และหากเก็บกุ้งในน้ำแข็งไม่ควรเก็บนานกว่า 8 วัน

ผ่องเพ็ญ (2534) ศึกษาการแก้ปัญหาและพัฒนาคุณภาพด้านเคมีและจุลชีววิทยาของกุ้งขาว (*Penaeus merguensis*) จากแหล่งธรรมชาติและฟาร์มเลี้ยงที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตกุ้งแช่เยือกแข็งเพื่อการส่งออกโดยนำผลิตภัณฑ์กุ้งขาวที่ผลิตตามกรรมวิธีทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรมและที่ผลิตตามหลักการของ GMP มาศึกษาเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีและจุลชีววิทยา พบว่ากุ้งที่ผลิตตามหลักการ GMP จะมีปริมาณของแบคทีเรียในกลุ่ม Enterobacteriaceae 10^3 cfu/g ซึ่งน้อยกว่าที่ผลิตตามกรรมวิธีทั่วไปของโรงงานอุตสาหกรรม 10 เท่า นอกจากนี้กรรมวิธีการผลิตตามหลักการของ GMP ยังช่วยลดอุณหภูมิของตัวกุ้งลงได้อย่างรวดเร็วซึ่งจะสามารถช่วยลดปฏิกิริยาทางเคมีที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่า TVB และ K-value ซึ่งเป็นดัชนีที่ใช้บ่งบอกการเสื่อมเสียของกุ้งสด

Lalitha and Surendran (2006) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลชีววิทยาในระหว่างการรักษากุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii* DeMan) ในน้ำแข็ง โดยพบปริมาณ Total aerobic (20°C) และ mesophilic (37°C) ในกุ้งสด อยู่ในช่วง $10^4 - 10^5$ cfu/g และเมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาพบ Total aerobic (20°C) และ Psychotrophic (7°C) มีปริมาณเกิน 10^7 cfu/g และผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าอายุการเก็บรักษากุ้งก้ามกรามในน้ำแข็งจะกำหนดโดยใช้ข้อมูลทางเชื้อจุลินทรีย์ได้คือ 12-16 วัน แต่การใส่น้ำแข็งทันทีหลังการจับกุ้งก้ามกรามเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้จำนวนเชื้อจุลินทรีย์คงที่

Virulhakul *et al.* (1998) ศึกษาผลของระยะเวลาในการเก็บและอุณหภูมิที่ไม่ถูกต้องต่อการเปลี่ยนแปลงค่าเคมีและจุลินทรีย์ในกุ้งทราย (*Trachypenaeus* spp) พบว่ากุ้งที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง ($28-29^{\circ}\text{C}$) เป็นเวลา 0, 3 และ 6 ชั่วโมงก่อนเก็บในน้ำแข็งนั้นมีปริมาณ indole เท่ากับ 2.6, 4.5 และ 8.8 ug/100g และผู้ทดสอบไม่ยอมรับกุ้งที่เก็บในน้ำแข็งนาน 6 วัน โดยมีปริมาณ indole เท่ากับ 20.7 ug/100 g ส่วนกุ้งที่เก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 และ 6 ชั่วโมงก่อนเก็บในน้ำแข็งนั้นผู้ทดสอบไม่ยอมรับเมื่อเก็บในน้ำแข็งนาน 5 และ 3 วัน โดยมีปริมาณ indole เท่ากับ 39.8 และ 19.9 ug/100 g ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาพบว่ากุ้งที่เก็บรักษาในน้ำแข็งนั้นปริมาณ indole ไม่สัมพันธ์กับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส และในตัวอย่างกุ้งที่เน่าเสียพบมีปริมาณ Psychotrophic สูงถึง 10^8 cfu/g ซึ่งจะสัมพันธ์กับปริมาณ indole และตัวอย่างกุ้งทั้งหมดที่ผู้ทดสอบไม่ยอมรับพบว่ามีปริมาณ TVB มากกว่า 25 mgN/100g

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อคุณภาพกุ้งกุลาดำ
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกุ้งกุลาดำที่เก็บรักษาแบบต่างๆ

วิธีดำเนินการ

วิธีการทดลอง

เก็บตัวอย่างกุ้งกุลาดำที่จับขึ้นจากบ่อใหม่ๆ ใส่น้ำเย็นทันที เพื่อให้กุ้งช็อกและตาย นำกุ้งขึ้นมาคัดขนาดใช้กุ้งขนาด ประมาณ 50 ตัวต่อกิโลกรัม และนำมาล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง ทำการทดลองโดยแบ่งเป็น 5 ชุด คือ

1. เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยใส่ตะกร้าวางไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 28-30 °C
2. เก็บในน้ำแข็งทันที (แบบ I) อัตราส่วนเท่ากับ 3:1 โดยวางสลับกับน้ำแข็งเป็นชั้นๆ ในถังพลาสติกบุฉนวน
3. เก็บในน้ำแข็งผสมน้ำ (แบบ W) อัตราส่วนน้ำแข็ง:น้ำ:กุ้ง เท่ากับ 3:1:1 ในถังพลาสติกบุฉนวน
4. ชะลอไว้ที่อุณหภูมิห้อง 4 ชั่วโมง ก่อนเก็บในน้ำแข็ง (แบบ 4D) ในถังพลาสติกบุฉนวน
5. ชะลอไว้ที่อุณหภูมิห้อง 6 ชั่วโมง ก่อนเก็บในน้ำแข็ง (แบบ 6D) ในถังพลาสติกบุฉนวน

สุ่มเก็บตัวอย่างเป็นระยะเพื่อทำการวิเคราะห์ค่าทางเคมี จุลินทรีย์ และประเมินทางประสาทสัมผัส และเปลี่ยน/ถ่ายน้ำ และเติมน้ำแข็งทุกวัน

การวิเคราะห์ทางเคมี

1. ปริมาณค่าระเหย (TVB-N) Total volatile base nitrogen (mg/100g) โดยใช้วิธี Modify Conway micro-diffusion (Ng and Low, 1992)
2. K-value (%) โดยใช้วิธี anion-exchange column chromatography (Ng, 1992)
3. ปริมาณ indole (ug/100g) โดยวิธี HPLC (AOAC, 2000)

การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

1. Total viable counts (TVC) (cfu/g) โดยวิธี pour plate เพื่อวิเคราะห์ Mesophilic aerobes บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง (Maturin and Peeler, 2001)
2. Psychrotrophic aerobes (cfu/g) โดยวิธี pour plate บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 7 °C เป็นเวลา 7-10 วัน (Compendium, 1992)

3. Enterobacteriaceae (cfu/g) โดยวิธี pour plate ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Violet Red Bile Glucose Agar (VRBG) ป่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ISO 5552, 1997E)

การทดสอบทางประสาทสัมผัส

การทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบ 5 คน การให้คะแนนใช้แบบ line scale ช่วงคะแนน 1 – 10 ตัวอย่างเดียวกันจะแบ่งการทดสอบเป็นตัวอย่างดิบและตัวอย่างสุก ในการทดสอบตัวอย่างจะใช้รหัสเป็นตัวเลข 3 หลักไม่ซ้ำกัน สำหรับตัวอย่างดิบคุณลักษณะที่ใช้ทดสอบแบ่งเป็น หัว เปลือก กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม ส่วนตัวอย่างสุก แบ่งเป็นลักษณะทั่วไป กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับรวม หากผู้ทดสอบให้คะแนนต่ำกว่า 5 แสดงว่าผู้ทดสอบไม่ให้การยอมรับคุณลักษณะดังกล่าว และไม่อนุญาตให้ผู้ทดสอบให้คะแนนเท่ากับ 5

การวิเคราะห์ทางสถิติ

การแปรผลค่าจากการวิเคราะห์ทางเคมี จุลชีววิทยา และการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for windows version 10.0

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเคมีในกุ้งกุลาดำที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง ปริมาณ TVB-N, K-value และ indole เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในระยะแรกและจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากผ่านไป 18 ชั่วโมง โดยกุ้งกุลาดำที่เก็บที่อุณหภูมิห้องที่ 0, 6, 12, และ 18 ชั่วโมง มีปริมาณ TVB-N เท่ากับ 16.10, 19.61, 25.87 และ 30.11 mg/100g ตามลำดับ (มาตรฐานคือ 25 mg/100g) และมีค่า K-value เท่ากับ 6.80, 14.65, 17.10 และ 30.57% ส่วน indole ปริมาณเท่ากับ 0.07, 6.03, 1.48 และ 8.76 ug/100g ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง (ภาพที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับภุชญา (2538) ที่ได้ศึกษาพบว่าปริมาณ indole ในกุ้งกุลาดำที่เก็บที่อุณหภูมิห้องจะค่อนข้างคงที่ในระยะแรก และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะหลังซึ่งเป็นระยะที่มีการเสื่อมคุณภาพอย่างชัดเจน ซึ่ง USFDA ได้กำหนดค่า indole สำหรับผลิตภัณฑ์กุ้งไว้ไม่เกิน 25 ug/100g (FDA, 1989)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางด้านจุลินทรีย์ในกุ้งกุลาดำที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง นั้นปริมาณ TVC, Enterobacteriaceae และ Psychrotrophic เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บ โดยมีปริมาณเริ่มต้นเท่ากับ 1.75×10^5 , 1.36×10^4 และ 1.49×10^4 cfu/g และมีปริมาณเพิ่มขึ้นถึง 10^7 cfu/g เมื่อเวลาผ่านไป 14, 21 และ 14 ชั่วโมง ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบไม่ให้การยอมรับ (คะแนนต่ำกว่า 5) ในทุกลักษณะที่ทำการทดสอบตัวอย่างกึ่งดิบที่เก็บไว้เกิน 18 ชั่วโมง ส่วนตัวอย่างกึ่งสุก ผู้ทดสอบไม่ยอมรับกึ่งที่เก็บไว้เกิน 18 ชั่วโมงในทุกลักษณะยกเว้นกลิ่น ซึ่งยอมรับไม่เกิน 16 ชั่วโมง

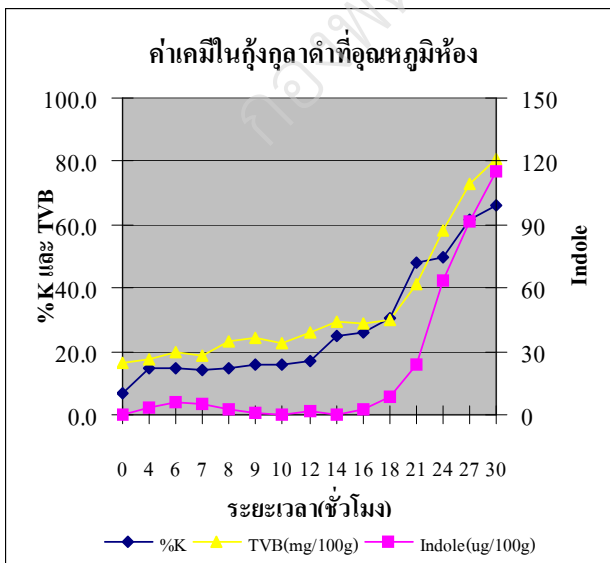
จากภาพที่ 3-5 แสดงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านเคมี ในกึ่งสุกดำที่เก็บแช่เย็นทั้ง 4 แบบ (แบบ I, W, 4D และ 6D) ปริมาณ TVB-N เพิ่มขึ้นเล็กน้อยตลอดเวลาในการเก็บ โดยกึ่งสุกดำแบบ I ที่เก็บ 0, 4, 8, 12 และ 16 วัน ปริมาณ TVB-N เท่ากับ 16.10, 18.43, 18.42, 18.99 และ 22.02 mg/100g ตามลำดับ แบบ W มีปริมาณเท่ากับ 16.10, 14.79, 10.92, 12.00 และ 16.12 mg/100g แบบ 4D มีปริมาณ 17.45, 20.13, 20.42, 20.68 และ 21.56 mg/100g และแบบ 6D มีปริมาณ 19.61, 20.30, 19.64, 19.33 และ 20.58 mg/100g ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณ TVB-N เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาในการเก็บและมีปริมาณไม่เกิน 25 mg/100g และค่าK-value มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บทั้ง 4 แบบ โดยกึ่งสุกดำแบบ I ที่เก็บ 0, 4, 8, 12 และ 16 วัน มีปริมาณเท่ากับ 6.80, 20.70, 24.74, 40.00 และ 45.07% แบบ W มีปริมาณเท่ากับ 6.80, 22.76, 29.18, 36.86 และ 56.22% แบบ 4D มีปริมาณเท่ากับ 14.52, 20.85, 29.24, 34.57 และ 46.67% และแบบ 6D มีปริมาณ 14.65, 25.67, 28.59, 38.36 และ 46.09% ตามลำดับ สำหรับปริมาณ indole ในแบบ I และ W มีปริมาณเริ่มต้นเท่ากับ 0.07 ug/100g ส่วนแบบ 4D และ 6D ซึ่งชะลอไว้ที่อุณหภูมิห้องก่อนเก็บในน้ำแข็งพบมีปริมาณเริ่มต้น 2.98 และ 6.03 ug/100g แต่ในระหว่างการเก็บในน้ำแข็งปริมาณที่พบน้อยกว่า 1ug/100g ทั้ง 4 แบบ เป็นไปได้ว่าในตัวอย่างที่สุ่มมานั้น มีปริมาณ indole น้อยตั้งแต่เริ่มต้นและไม่มีการสร้าง indole เพิ่มขึ้นในระหว่างการเก็บในน้ำแข็ง ซึ่ง indole จะมีปริมาณมากขึ้นหากปล่อยกึ่งไว้หรือเกิดการเน่าเสียที่อุณหภูมิสูง ดังนั้น ปริมาณ indole จึงเป็นดัชนีที่ไม่เหมาะสมกับกึ่งที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (กฤษณา, 2538; Virulhakul *et al.*, 1998)

ภาพที่ 6-8 แสดงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านจุลินทรีย์ โดยปริมาณ TVC ในกึ่งสุกดำแช่เย็นแบบ I ที่เก็บ 0, 4, 8, 12 และ 16 วัน มีปริมาณเท่ากับ 1.75×10^5 , 9.25×10^4 , 1.08×10^5 , 1.18×10^5 และ 1.37×10^6 cfu/g แบบ W มีปริมาณ เท่ากับ 1.75×10^5 , 9.72×10^4 , 8.40×10^4 , 1.14×10^6 และ 1.46×10^7 cfu/g แบบ 4D มีปริมาณเท่ากับ 4.67×10^5 , 3.61×10^5 , 5.49×10^5 , 1.01×10^5 และ 1.06×10^6 cfu/g แบบ 6D มีปริมาณ เท่ากับ 8.42×10^5 , 1.63×10^5 , 1.76×10^5 , 1.38×10^5 และ 9.94×10^5 cfu/g ตามลำดับ และมีปริมาณ Enterobacteriaceae เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาในการเก็บ โดยแบบ I ที่เก็บ 0, 4, 8, 12 และ 16 วัน มีปริมาณเท่ากับ 1.36×10^4 , 2.80×10^3 , 2.86×10^3 , 2.35×10^3 และ 4.06×10^3 cfu/g แบบ W มีปริมาณ เท่ากับ 1.36×10^4 , 1.01×10^4 , 2.06×10^3 , 5.74×10^4 และ 1.80×10^6 cfu/g แบบ 4D มีปริมาณเท่ากับ 1.09×10^4 , 1.17×10^4 , 5.34×10^3 , 1.37×10^3 และ 1.19×10^5 cfu/g และแบบ 6D มีปริมาณเท่ากับ 1.86×10^4 , 1.29×10^4 , 1.29×10^4 , 1.79×10^3 และ 7.02×10^3 cfu/g ตามลำดับ ส่วนปริมาณ Psychrotrophic เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการเก็บทุกแบบ โดยแบบ I ที่เก็บ 0, 4, 8, 12 และ 16 วัน มีปริมาณเท่ากับ 1.49×10^4 , 7.33×10^3 , 4.50×10^4 , 1.49×10^6 และ 2.10×10^8 cfu/g แบบ W มีปริมาณเท่ากับ 1.49×10^4 , 7.66×10^3 , 4.76×10^4 , 1.41×10^6 และ 7.94×10^7 cfu/g แบบ 4D มีปริมาณเท่ากับ 4.59×10^4 , 5.29×10^4 , 1.05×10^5 ,

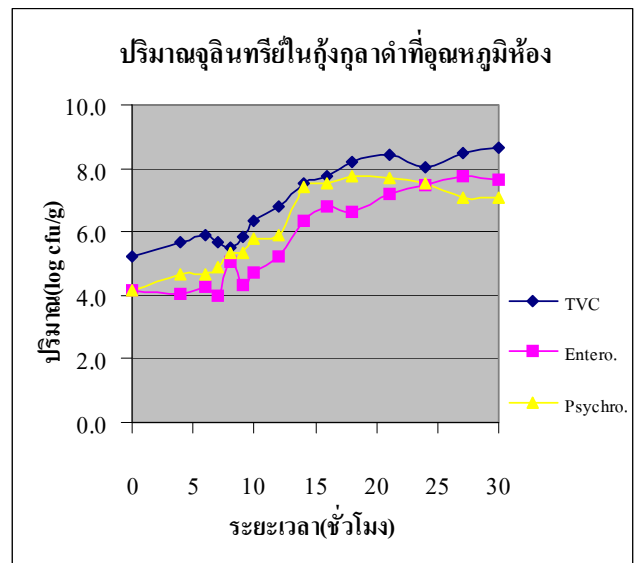
1.01×10^6 และ 2.85×10^7 cfu/g และแบบ 6D มีปริมาณเท่ากับ 4.34×10^4 , 2.20×10^4 , 6.37×10^4 , 1.50×10^6 และ 2.75×10^7 cfu/g ตามลำดับ และจากการศึกษาพบว่ากึ่งกลางค่าที่เก็บในน้ำแข็งทั้ง 4 แบบจะมีปริมาณ Psychrotrophic สูงถึง $10^6 - 10^8$ cfu/g เมื่อเก็บในน้ำแข็งนาน 12-16 วัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lalitha and Surendran (2006)

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของกึ่งกลางค่าที่เก็บแช่เย็น 4 แบบ โดยแบบ I ผู้ทดสอบไม่ยอมรับลักษณะหัว เปลือก และคะแนนยอมรับรวม ของกึ่งคิบที่เก็บเกิน 4 วัน และไม่ยอมรับ กลิ่น และลักษณะเนื้อ ของกึ่งคิบที่เก็บเกิน 6 วัน แบบ W ผู้ทดสอบไม่ยอมรับลักษณะเปลือก และกลิ่น ของกึ่งคิบที่เก็บเกิน 8 วัน และไม่ยอมรับลักษณะหัว ลักษณะเนื้อ และคะแนนยอมรับรวมของกึ่งคิบที่เก็บเกิน 6 วัน และแบบ 4D และ 6D ผู้ทดสอบไม่ยอมรับลักษณะเปลือก กลิ่น และคะแนนยอมรับรวมของกึ่งคิบที่เก็บเกิน 4 วัน ส่วนลักษณะหัว และลักษณะเนื้อ ไม่ยอมรับหากเก็บเกิน 2 และ 6 วัน ตามลำดับ สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกึ่งกลางค่าสุกจากการเก็บแช่เย็น 4 แบบนั้น แบบ I, 4D และ 6D ผู้ทดสอบไม่ยอมรับลักษณะทั่วไป กลิ่น และคะแนนยอมรับรวมของกึ่งที่เก็บเกิน 4 วัน และไม่ยอมรับรสชาติและลักษณะเนื้อสัมผัส หากเก็บเกิน 6 วัน ส่วนแบบ W ผู้ทดสอบไม่ยอมรับลักษณะทั่วไป และกลิ่น ของกึ่งที่เก็บเกิน 8 วัน และไม่ยอมรับลักษณะเนื้อสัมผัส ของกึ่งที่เก็บเกิน 6 วัน ส่วนรสชาติไม่ยอมรับหากเก็บเกิน 4 วัน

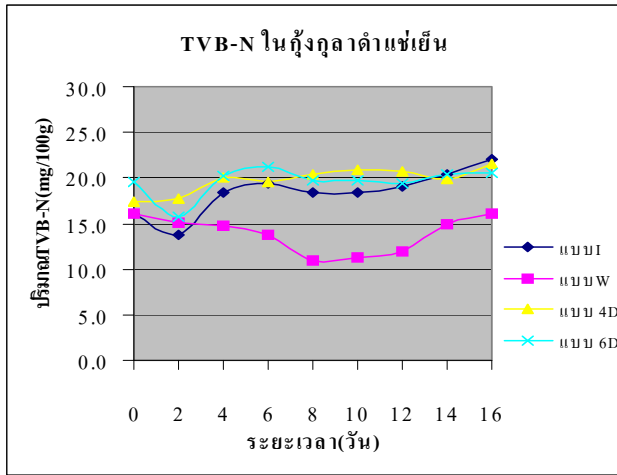
ความสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างตัวชี้วัดคุณภาพกึ่งกลางค่าแช่เย็นทั้ง 4 แบบ พบว่าค่า K-value สัมพันธ์กับปริมาณ Psychrotrophic และคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยค่า K-value เพิ่มขึ้น ปริมาณ Psychrotrophic จะเพิ่มขึ้น (0.813) แต่คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสลดลง (-0.866)



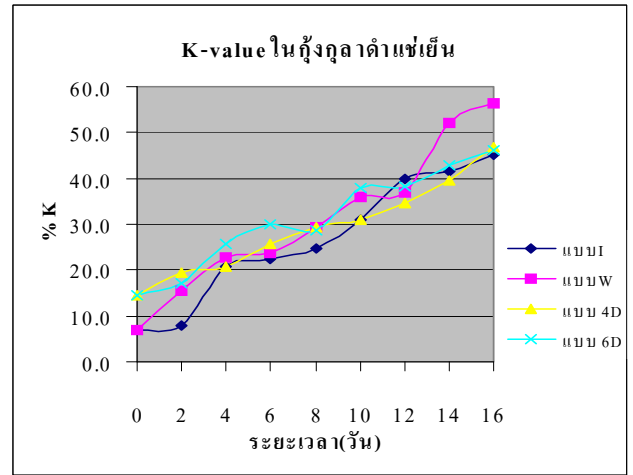
ภาพที่ 1 ค่าเคมีในกึ่งกลางค่าที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง



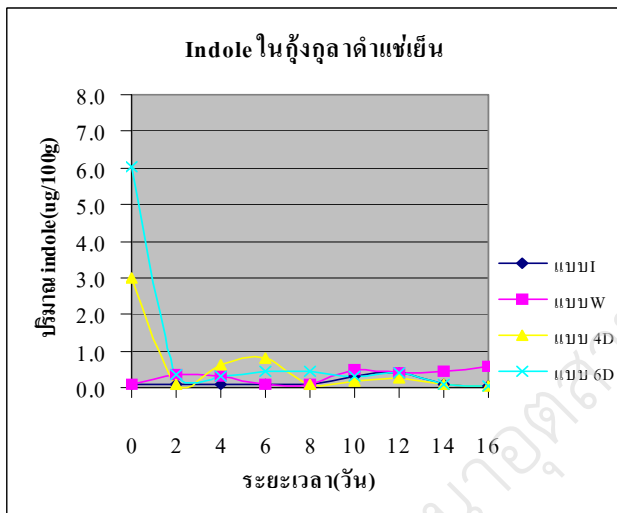
ภาพที่ 2 ปริมาณจุลินทรีย์ในกึ่งกลางค่าที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง



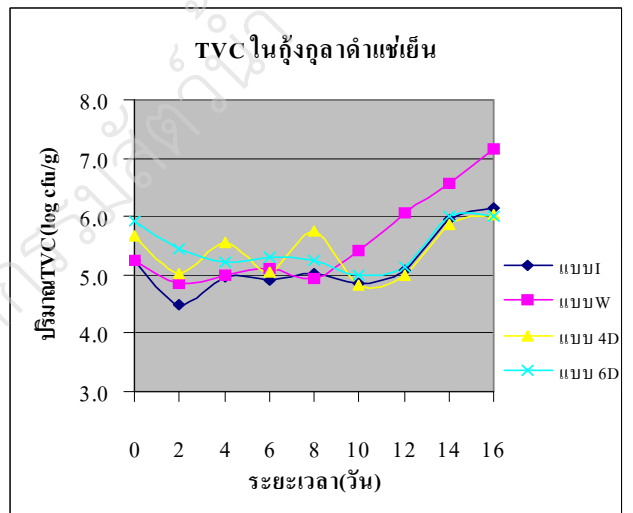
ภาพที่ 3 ปริมาณ TVB-N ในกึ่งกลาดำแช่เย็น 4 แบบ



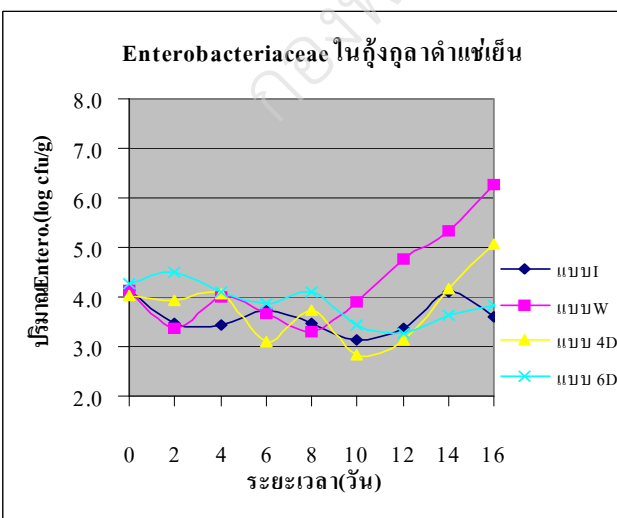
ภาพที่ 4 ค่า K-value ในกึ่งกลาดำแช่เย็น 4 แบบ



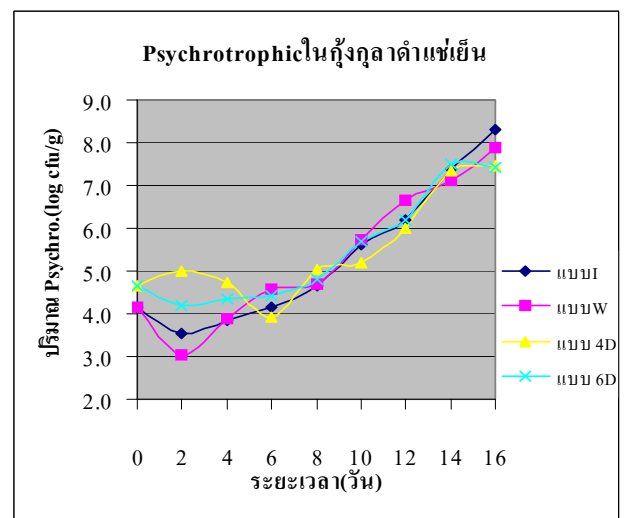
ภาพที่ 5 ปริมาณ Indole ในกึ่งกลาดำแช่เย็น 4 แบบ



ภาพที่ 6 ปริมาณ TVC (Mesophilic) ในกึ่งกลาดำแช่เย็น 4 แบบ



ภาพที่ 7 ปริมาณ Enterobacteriaceae ในกึ่งกลาดำแช่เย็น 4 แบบ



ภาพที่ 8 ปริมาณ Psychrotrophic ในกึ่งกลาดำแช่เย็น 4 แบบ

สรุปผลการทดลอง

กุ้งกุลาดำที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง มีค่าทางเคมีทั้งปริมาณ TVB-N, K-value และ indole เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการเก็บ โดยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะแรก และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจาก 18 ชั่วโมง และมีปริมาณจุลินทรีย์ TVC (mesophilic) และ Psychotrophic เพิ่มขึ้นจาก $10^4 - 10^5$ cfu/g เป็น $10^7 - 10^8$ cfu/g และปริมาณ Enterobacteriaceae เพิ่มขึ้นจาก 10^4 cfu/g เป็น 10^7 cfu/g ส่วนคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกุ้งกุลาดำที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง สำหรับกุ้งดิบผู้ทดสอบให้คะแนนยอมรับในทุกคุณลักษณะไม่เกิน 18 ชั่วโมง และกุ้งสุกให้คะแนนยอมรับไม่เกิน 16 ชั่วโมง

สำหรับกุ้งกุลาดำแช่เย็นทั้ง 4 แบบ มีปริมาณ K-value เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการเก็บ และปริมาณ Psychotrophic เพิ่มจาก 10^4 cfu/g เป็น $10^7 - 10^8$ cfu/g ส่วนคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของกุ้งดิบแบบที่เก็บแช่เย็นในน้ำแข็งทันที ยอมรับได้ไม่เกิน 4 วัน แบบที่เก็บแช่เย็นในน้ำแข็งผสมน้ำยอมรับได้ไม่เกิน 6 วัน และแบบที่ชะล่อไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 และ 6 ชั่วโมงก่อนเก็บในน้ำแข็งยอมรับได้ไม่เกิน 2 วัน สำหรับคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของกุ้งสุกในการแช่เย็นทั้ง 4 แบบยอมรับได้ไม่เกิน 4 วัน

จากผลการทดลองครั้งนี้ พบว่าดัชนีชี้วัดคุณภาพที่มีความสัมพันธ์กับคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกุ้งกุลาดำแช่เย็น คือ %K-value และปริมาณ Psychotrophic

ดังนั้นอุณหภูมิมีผลต่อคุณภาพของกุ้งกุลาดำ การควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำลงทันทีหลังจากสัตว์น้ำตาย และรักษาอุณหภูมิให้ต่ำไว้เสมอ จะช่วยชะลอการเสื่อมคุณภาพหรือเกิดการเสื่อมคุณภาพน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงเรื่องความสะดวก และระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณา โสภณพงษ์. 2538. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของกุ้งแช่เยือกแข็ง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2538. ฝ่ายตรวจรับรองคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. 39 หน้า.
- ผ่องเพ็ญ รัตตกุล. 2534. การพัฒนาคุณภาพกุ้งเพื่อการส่งออก. ใน: รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2534 กรมประมง. วันที่ 16-18 กันยายน 2534. ณ สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด บางเขน กรุงเทพฯ. หน้า 54-60.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th ed. AOAC Arlington, VA.
- Botta, J.R. 1995. Evaluation of Seafood Freshness Quality VHC Publishers, Inc., New York. 180p
- Chang, O.W.L. chek, R Nickelson, R. Martin and G. Finne. 1983. Indole in shrimp: Effect of fresh storage Temperature Freezing and boiling. *J Food Sci.* 48:813-816.

- Cousin, M.A., Jay, J.M. and Vasavada, V.C., 1992. Psycrotrophic Microorganisms. Chapter 9. **In** Compendium of Methods for The Microbiological Examination of Foods. 3rd ed. Washington p153-163.
- Food and Drug Administration .1989. Compliance Policy Guide. Chapter 19, Imports Foods. USFDA.
- ISO 5552. 1997E. Meat and meat products, Detection and enumeration of Enterobacteriaceae without resuscitation – MPN technique and colony-count technique.
- Lalitha, K.V. and P.K. Surendran. 2006. Microbiological changes in farm reared freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* De Man) in ice. *Food Control*. 17 : 802-807.
- Ng, C.S., 1992. Determination of K-value. **In:** Laboratory Manual on Analytical Methods and Procedure for Fish and Fish products, 2nd ed. Marine Fisheries Research Department, Southeast Asia Fisheries Development Center, Singapore.
- Ng, C.S., and Low, L.K. 1992. Determination of Volatile Basic Nitrogen (VB-N). **In:** Laboratory Manual on Analytical Methods and Procedure for Fish and Fish products, 2nd ed. Marine Fisheries Research Department, Southeast Asia Fisheries Development Center, Singapore.
- Maturin, L.J. and Peeler, J.T. 2001. Aerobic Plate Count. Chapter 3, 8th ed. (Rev. A) Bacteriological Analytical Manual. AOAC International, USA.
- Virulhakul, P., Wongchinda, N., Supichayangure S. and Rachniyom, S. 1998 Effect of Storage time and temperature abuse on post mortem chemical and microbiological changes in coarse shrimp (*Trachypenaeus* spp). In Fishery Technological Development Institute. Fish Technology Research & Inspection , Volume II, March 1998, pp 20-33.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ค่าทางเคมีและจุลินทรีย์ในกุ้งกุลาดำที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำ

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	Indole (ug/100g)	K-value (%)	TVB-N (mg/100g)	TVC (cfu/g)	Enter. (cfu/g)	Psychro. (cfu/g)
0	0.07±0.03	6.80±2.31	16.10±2.83	1.75x10 ⁵ ±8.33x10 ⁴	1.36x10 ⁴ ±5.46x10 ⁴	1.49x10 ⁴ ±2.85x10 ⁴
4	2.98±4.56	14.52±0.45	17.45±1.11	4.67x10 ⁵ ±1.44x10 ⁶	1.09x10 ⁴ ±5.40x10 ⁴	4.59x10 ⁴ ±1.24x10 ⁵
6	6.03±9.41	14.65±2.35	19.61±3.13	8.42x10 ⁵ ±2.14x10 ⁶	1.86x10 ⁴ ±4.76x10 ⁴	4.34x10 ⁴ ±2.15x10 ⁵
7	5.18±8.19	13.86±1.68	18.63±1.98	4.71x10 ⁵ ±2.47x10 ⁵	9.25x10 ³ ±5.53x10 ⁴	7.55x10 ⁴ ±9.50x10 ⁴
8	2.87±3.61	14.90±2.71	23.22±0.54	3.04x10 ⁵ ±3.72x10 ⁵	1.16x10 ⁵ ±3.94x10 ⁵	2.31x10 ⁵ ±5.40x10 ⁵
9	0.66±1.04	15.76±2.06	24.08±0.09	7.13x10 ⁵ ±6.71x10 ⁵	1.99x10 ⁴ ±2.39x10 ⁵	2.30x10 ⁵ ±2.26x10 ⁵
10	0.07±0.03	15.78±4.57	22.50±0.18	2.3x10 ⁶ ±4.99x10 ⁶	5.06x10 ⁴ ±3.21x10 ⁵	5.92x10 ⁵ ±8.36x10 ⁵
12	1.48±1.61	17.10±5.12	25.87±1.95	6.42x10 ⁶ ±7.36x10 ⁶	1.68x10 ⁵ ±4.77x10 ⁶	7.74x10 ⁵ ±2.66x10 ⁶
14	0.06±0.03	24.97±2.99	29.12±3.73	3.17x10 ⁷ ±2.69x10 ⁷	2.22x10 ⁶ ±6.50x10 ⁶	2.59x10 ⁷ ±1.84x10 ⁷
16	2.61±3.57	26.14±7.23	29.03±2.85	5.60x10 ⁷ ±1.06x10 ⁶	5.99x10 ⁶ ±5.66x10 ⁵	3.50x10 ⁷ ±1.91x10 ⁷
18	8.76±2.09	30.57±5.41	30.11±0.43	1.65x10 ⁸ ±1.57x10 ⁸	4.04x10 ⁶ ±1.28x10 ⁷	6.02x10 ⁷ ±2.12x10 ⁷
21	23.67±22.03	48.30±4.79	41.20±5.89	2.63x10 ⁸ ±8.48x10 ⁷	1.63x10 ⁷ ±3.85x10 ⁷	4.90x10 ⁷ ±1.02x10 ⁸
24	63.69±68.80	49.96±4.07	58.27±4.79	1.05x10 ⁸ ±7.07x10 ⁶	2.79x10 ⁷ ±4.24x10 ⁷	3.23x10 ⁷ ±2.54x10 ⁷
27	91.85±62.84	61.43±8.49	73.05±3.42	2.89x10 ⁸ ±1.77x10 ⁸	5.68x10 ⁷ ±1.22x10 ⁸	1.26x10 ⁷ ±4.24x10 ⁶
30	115.30	66.36	80.70	4.27x10 ⁸ ±7.07x10 ⁷	4.22x10 ⁷ ±4.88x10 ⁷	1.18x10 ⁷ ±9.83x10 ⁷

ตารางผนวกที่ 2 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกุ้งกุลาดำที่เก็บที่อุณหภูมิต่ำ

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	กุ้งกุลาดำดิบ					กุ้งกุลาดำสุก				
	หัว	เปลือก	เนื้อ	กลิ่น	รวม	ทั่วไป	กลิ่น	เนื้อ	รสชาติ	รวม
0	9.89±0.05 ^a	9.90±0.05 ^a	9.88±0.06 ^a	9.88±0.06 ^a	9.89±0.07 ^a	9.77±0.15 ^a	9.74±0.22 ^a	9.78±0.22 ^a	9.82±0.12 ^a	9.80±0.15 ^a
4	9.73±0.17 ^a	9.67±0.23 ^a	9.79±0.14 ^a	9.75±0.13 ^a	9.77±0.15 ^a	9.58±0.23 ^{ab}	9.60±0.21 ^a	9.74±0.12 ^a	9.59±0.21 ^a	9.64±0.18 ^a
6	9.11±0.50 ^{ab}	9.24±0.54 ^{ab}	9.34±0.51 ^a	9.31±0.46 ^{ab}	9.32±0.40 ^{ab}	9.12±0.59 ^{ab}	9.17±0.55 ^a	9.32±0.47 ^a	9.32±0.35 ^a	9.23±0.53 ^a
7	8.76±0.73 ^{ab}	9.05±0.72 ^{ab}	9.20±0.44 ^{ab}	9.12±0.45 ^{abc}	9.12±0.57 ^{ab}	8.27±0.84 ^{abc}	8.46±0.76 ^{ab}	8.73±0.39 ^{ab}	8.75±0.79 ^{ab}	8.68±0.38 ^{ab}
8	8.81±0.59 ^{ab}	8.88±0.73 ^{ab}	9.18±0.40 ^{ab}	8.93±0.43 ^{abc}	8.88±0.48 ^b	8.47±0.69 ^{abc}	8.24±0.91 ^{ab}	8.95±0.24 ^a	8.81±0.42 ^{ab}	8.54±0.63 ^{ab}
9	8.11±1.22 ^{bc}	8.49±0.96 ^{bc}	8.52±0.94 ^{ab}	8.49±0.98 ^{bc}	8.43±0.98 ^{bc}	8.41±0.45 ^{abc}	8.46±0.49 ^{ab}	8.68±0.28 ^{ab}	8.76±0.41 ^{ab}	8.39±0.60 ^{ab}
10	8.10±1.21 ^{bc}	8.30±0.78 ^{bcd}	8.65±0.71 ^{ab}	8.46±1.20 ^{bc}	8.63±0.82 ^b	8.17±0.82 ^{bc}	8.44±0.90 ^{ab}	8.89±0.39 ^a	8.74±0.48 ^{ab}	8.58±0.54 ^{ab}
12	8.20±1.16 ^{bc}	8.46±1.12 ^{bc}	7.64±2.79 ^{bc}	8.31±1.24 ^c	8.53±0.92 ^b	7.20±2.57 ^{cd}	7.02±2.63 ^{bc}	7.30±2.60 ^{bc}	7.46±2.65 ^{bc}	7.29±2.66 ^{bc}
14	7.54±1.15 ^c	7.41±1.37 ^{cd}	6.67±2.80 ^c	7.24±1.82 ^d	7.69±1.34 ^{cd}	6.01±2.56 ^{de}	5.67±2.45 ^{cd}	6.28±2.58 ^c	6.64±2.53 ^c	6.22±2.57 ^{cd}
16	7.09±1.38 ^c	7.25±0.98 ^d	6.76±2.50 ^c	6.99±1.30 ^d	7.42±1.10 ^d	6.01±2.26 ^{de}	5.57±2.32 ^d	5.84±2.44 ^c	6.18±2.40 ^c	5.78±2.38 ^d
18	7.17±1.21 ^c	7.35±1.49 ^{cd}	6.30±2.53 ^c	6.63±1.45 ^d	7.17±1.22 ^d	6.06±2.40 ^{de}	4.15±2.89 ^e	6.11±2.28 ^c	6.02±2.30 ^c	5.50±2.48 ^d
21	2.88±2.11 ^d	3.71±2.22 ^e	4.42±2.29 ^d	1.75±1.67 ^e	2.01±1.86 ^e	4.64±2.30 ^e	1.73±1.87 ^f	3.95±2.53 ^d	3.20±2.80 ^d	2.90±2.68 ^e
24	1.08±1.66 ^e	1.16±1.55 ^f	2.04±1.22 ^e	0.09±0.13 ^f	0.32±0.54 ^f	1.97±1.34 ^f	1.06±1.46 ^f	1.59±1.41 ^e	1.04±1.47 ^e	0.95±1.49 ^f
27	0.90±1.66 ^e	1.14±1.56 ^f	1.94±1.43 ^e	0.03±0.09 ^f	0.28±0.89 ^f	1.31±1.38 ^f	0.67±1.00 ^f	1.10±1.48 ^e	0.79±1.41 ^e	0.58±1.18 ^f
30	0.97±1.70 ^e	1.00±1.49 ^f	1.71±1.41 ^e	0.04±0.09 ^f	0.23±0.53 ^f	0.60±1.42 ^f	0.30±0.66 ^f	0.39±0.80 ^e	0.38±0.85 ^f	0.33±0.83 ^f

ตารางผนวกที่ 3 ค่าทางเคมีและจุลินทรีย์ในกึ่งกลาดำแช่เย็นแบบ I

ระยะเวลา (วัน)	Indole (ug/100g)	K-value (%)	TVB-N (mg/100g)	TVC (cfu/g)	Enterob. (cfu/g)	Psychro. (cfu/g)
0	0.07±0.03	6.80±2.31	16.10±2.83	1.75x10 ⁵ ±8.33x10 ⁴	1.36x10 ⁴ ±5.46x10 ⁴	1.49x10 ⁴ ±2.85x10 ⁴
2	0.07±0.03	8.04±2.48	13.83±3.33	3.01x10 ⁴ ±3.67x10 ⁵	3.04x10 ³ ±7.23x10 ³	3.43x10 ³ ±5.24x10 ³
4	0.07±0.03	20.70±5.81	18.43±1.92	9.25x10 ⁴ ±5.46x10 ⁴	2.80x10 ³ ±7.36x10 ³	7.33x10 ³ ±1.82x10 ³
6	0.07±0.03	22.30±1.45	19.37±3.23	7.93x10 ⁴ ±4.04x10 ⁴	5.21x10 ³ ±1.40x10 ³	1.38x10 ⁴ ±6.43x10 ³
8	0.07±0.03	24.74±0.33	18.42±1.89	1.08x10 ⁵ ±2.10x10 ⁴	2.86x10 ³ ±2.86x10 ³	4.50x10 ⁴ ±5.96x10 ⁴
10	0.32±0.46	30.94±2.41	18.45±1.61	7.08x10 ⁴ ±4.53x10 ⁴	1.41x10 ³ ±1.37x10 ³	4.04x10 ⁵ ±5.57x10 ⁵
12	0.39±0.58	40.00±2.07	18.99±0.31	1.18x10 ⁵ ±5.93x10 ⁴	2.35x10 ³ ±5.65x10 ³	1.49x10 ⁶ ±2.81x10 ⁶
14	0.07±0.03	41.51±5.71	20.32±1.65	8.70x10 ⁵ ±4.39x10 ⁵	1.21x10 ⁴ ±4.86x10 ³	2.38x10 ⁷ ±4.76x10 ⁷
16	0.06±0.03	45.07±0.47	22.02±0.72	1.37x10 ⁶ ±4.24x10 ⁵	4.06x10 ³ ±4.29x10 ⁴	2.10x10 ⁸ ±6.76x10 ⁸

ตารางผนวกที่ 4 ค่าทางเคมีและจุลินทรีย์ในกึ่งกลาดำแช่เย็นแบบ W

ระยะเวลา (วัน)	Indole (ug/100g)	K-value (%)	TVB-N (mg/100g)	TVC (cfu/g)	Enterob. (cfu/g)	Psychro. (cfu/g)
0	0.07±2.88	6.80±2.31	16.10±2.83	1.75x10 ⁵ ±8.33x10 ⁴	1.36x10 ⁴ ±5.46x10 ⁴	1.49x10 ⁴ ±2.85x10 ⁴
2	0.36±0.48	15.57±10.55	15.00±3.08	7.09x10 ⁴ ±3.92x10 ⁴	2.32x10 ³ ±3.45x10 ³	1.13x10 ³ ±2.70x10 ³
4	0.33±1.46	22.76±0.09	14.79±2.70	9.72x10 ⁴ ±2.05x10 ⁴	1.01x10 ⁴ ±5.56x10 ³	7.66x10 ³ ±7.34x10 ³
6	0.07±0.03	23.71±10.93	13.77±3.97	1.28x10 ⁵ ±1.83x10 ⁵	4.59x10 ³ ±6.51x10 ³	3.79x10 ⁴ ±5.62x10 ⁴
8	0.07±0.03	29.18±2.10	10.92±0.83	8.40x10 ⁴ ±7.75x10 ⁴	2.06x10 ³ ±2.94x10 ³	4.76x10 ⁴ ±3.66x10 ⁴
10	0.47±0.38	35.91±1.92	11.33±2.26	2.56x10 ⁵ ±9.83x10 ⁵	8.20x10 ³ ±2.93x10 ⁴	5.46x10 ⁵ ±3.60x10 ⁶
12	0.38±0.30	36.86±0.54	12.00±4.84	1.14x10 ⁶ ±1.41x10 ⁶	5.74x10 ⁴ ±2.30x10 ⁵	1.41x10 ⁶ ±4.50x10 ⁶
14	0.44±0.66	52.12±16.59	14.95±10.73	3.78x10 ⁶ ±1.65x10 ⁷	2.15x10 ⁵ ±4.60x10 ⁵	1.29x10 ⁷ ±3.34x10 ⁷
16	0.59±0.55	56.22±12.57	16.12±7.79	1.46x10 ⁷ ±2.29x10 ⁷	1.80x10 ⁶ ±8.29x10 ⁶	7.94x10 ⁷ ±1.27x10 ⁸

ตารางผนวกที่ 5 ค่าทางเคมีและปริมาณจุลินทรีย์ในกึ่งกลาดำแช่เย็นแบบ 4D

ระยะเวลา (วัน)	Indole (ug/100g)	K-value (%)	TVB-N (mg/100g)	TVC (cfu/g)	Enteroc. (cfu/g)	Psychro. (cfu/g)
0	2.98±4.56	14.52±0.32	17.45±1.11	4.67x10 ⁵ ±1.44x10 ⁶	1.09x10 ⁴ ±5.40x10 ⁴	4.59x10 ⁴ ±1.24x10 ⁵
2	0.07±0.03	19.45±5.92	17.68±5.77	1.08x10 ⁵ ±5.06x10 ⁵	8.63x10 ³ ±1.02x10 ⁴	5.10x10 ⁴ ±5.23x10 ⁴
4	0.64±1.00	20.85±0.66	20.13±3.59	3.61x10 ⁵ ±5.51x10 ⁴	1.17x10 ⁴ ±1.12x10 ⁴	5.29x10 ⁴ ±7.40x10 ⁴
6	0.81±0.63	25.87±1.27	19.62±2.64	1.15x10 ⁵ ±3.01x10 ⁴	1.28x10 ³ ±8.96x10 ²	8.28x10 ³ ±1.16x10 ⁴
8	0.07±0.02	29.24±0.67	20.42±2.37	5.49x10 ⁵ ±1.59x10 ⁶	5.34x10 ³ ±1.36x10 ⁴	1.05x10 ⁵ ±9.64x10 ⁵
10	0.19±0.22	31.15±1.47	20.93±2.32	6.66x10 ⁴ ±8.45x10 ³	6.62x10 ² ±1.72x10 ³	1.50x10 ⁵ ±1.41x10 ⁴
12	0.27±0.37	34.57±1.51	20.68±1.95	1.01x10 ⁵ ±6.88x10 ⁴	1.37x10 ³ ±3.90x10 ³	1.01x10 ⁶ ±1.56x10 ⁶
14	0.07±0.03	39.52±2.84	19.88±0.31	7.40x10 ⁵ ±6.93x10 ⁵	1.46x10 ⁴ ±2.41x10 ⁵	2.26x10 ⁷ ±1.86x10 ⁸
16	0.06±0.03	46.67±0.72	21.56±0.59	1.06x10 ⁶ ±1.61x10 ⁶	1.19x10 ⁵ ±1.05x10 ⁶	2.85x10 ⁷ ±7.07x10 ⁵

ตารางผนวกที่ 6 ค่าทางเคมีและปริมาณจุลินทรีย์ในกึ่งกลาดำแช่เย็นแบบ 6D

ระยะเวลา (วัน)	indole (ug/100g)	K-value (%)	TVB-N (mg/100g)	TVC (cfu/g)	Enteroc. (cfu/g)	Psychro. (cfu/g)
0	6.03±0.40	14.65±2.35	19.61±2.21	8.42x10 ⁵ ±2.14x10 ⁶	1.86x10 ⁴ ±4.76x10 ⁴	4.34x10 ⁴ ±2.15x10 ⁵
2	0.36±0.52	17.04±5.59	15.74±3.70	2.83x10 ⁵ ±4.64x10 ⁵	3.22x10 ⁴ ±2.58x10 ⁵	1.59x10 ⁴ ±2.69x10 ⁵
4	0.31±0.44	25.67±6.91	20.30±0.98	1.63x10 ⁵ ±1.45x10 ⁵	1.29x10 ⁴ ±2.96x10 ⁴	2.20x10 ⁴ ±3.56x10 ⁴
6	0.43±0.64	30.00±1.19	21.19±0.93	2.07x10 ⁵ ±3.20x10 ⁵	7.26x10 ³ ±3.58x10 ⁴	2.67x10 ⁴ ±5.36x10 ⁴
8	0.47±0.70	28.59±4.42	19.64±2.15	1.76x10 ⁵ ±8.14x10 ⁴	1.29x10 ⁴ ±2.58x10 ⁵	6.37x10 ⁴ ±1.80x10 ⁵
10	0.33±0.48	38.03±5.52	19.68±1.59	9.95x10 ⁴ ±9.82x10 ⁴	2.73x10 ³ ±5.64x10 ³	4.82x10 ⁵ ±9.54x10 ⁵
12	0.40±0.59	38.36±1.03	19.33±3.75	1.38x10 ⁵ ±2.65x10 ⁴	1.79x10 ³ ±6.26x10 ³	1.50x10 ⁶ ±1.00x10 ⁵
14	0.07±0.03	42.88±1.46	20.41±0.96	9.91x10 ⁵ ±3.38x10 ⁵	4.22x10 ³ ±2.54x10 ³	3.05x10 ⁷ ±2.33x10 ⁷
16	0.06±0.03	46.09±0.49	20.58±7.53	9.94x10 ⁵ ±1.57x10 ⁶	7.02x10 ³ ±9.97x10 ³	2.75x10 ⁷ ±1.06x10 ⁶

ตารางผนวกที่ 7 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกึ่งกลาดำแช่เย็น (หัว/ลักษณะทั่วไป)

ระยะเวลา (วัน)	กึ่งกลาดำดิบ(หัว)				กึ่งกลาดำสุก(ลักษณะทั่วไป)			
	แบบ I	แบบ W	แบบ 4D	แบบ 6D	แบบ I	แบบ W	แบบ 4D	แบบ 6D
0	9.76±0.27 ^a	9.76±0.27 ^a	9.54±0.33 ^{ab}	8.82±0.75 ^{bc}	9.75±0.16 ^a	9.75±0.16 ^a	9.58±0.21 ^a	8.99±0.55 ^{ab}
2	7.14±0.96 ^c	8.16±1.08 ^{cd}	7.02±1.33 ^c	7.57±1.29 ^{de}	7.70±0.95 ^{cd}	8.25±0.62 ^{bc}	7.95±0.97 ^{cd}	8.16±0.76 ^{bcd}
4	5.31±0.86 ^f	7.03±1.30 ^e	4.82±1.79 ^f	4.84±1.99 ^f	5.53±1.16 ^c	7.23±1.03 ^d	5.50±1.81 ^c	6.13±1.33 ^c
6	4.54±0.83 ^f	5.03±1.67 ^f	2.49±1.77 ^h	3.44±2.10 ^g	3.62±1.63 ^{fg}	6.11±1.14 ^c	3.66±2.11 ^{fg}	3.78±1.86 ^{fg}
8	2.60±1.31 ^{gh}	4.76±2.29 ^f	1.89±1.36 ^h	2.61±1.64 ^{gh}	3.27±2.00 ^g	5.78±1.37 ^c	3.56±2.01 ^{fg}	3.69±1.96 ^{fg}
10	0.61±0.75 ⁱ	2.67±1.38 ^{gh}	0.50±0.63 ⁱ	0.47±0.62 ⁱ	1.67±1.32 ^h	4.49±1.34 ^f	1.32±1.20 ^{hi}	1.43±1.05 ^h
12	0.00±0.00 ⁱ	0.07±0.12 ⁱ	0.02±0.05 ⁱ	0.07±0.14 ⁱ	0.97±0.83 ^{hij}	2.98±1.97 ^g	0.73±1.00 ^{hij}	1.16±0.91 ^{hi}
14	0.08±0.13 ⁱ	0.62±0.56 ⁱ	0.08±0.22 ⁱ	0.18±0.47 ⁱ	0.14±0.35 ^j	1.47±0.63 ^h	0.08±0.19 ^j	0.35±0.74 ^{ij}

ตารางผนวกที่ 8 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกึ่งกลาดำแช่เย็น (กลิ่น)

ระยะเวลา (วัน)	กึ่งกลาดำดิบ(กลิ่น)				กึ่งกลาดำสุก(กลิ่น)			
	แบบ I	แบบ W	แบบ 4D	แบบ 6D	แบบ I	แบบ W	แบบ 4D	แบบ 6D
0	9.79±0.16 ^a	9.79±0.16 ^a	9.60±0.29 ^a	9.09±0.58 ^{ab}	9.71±0.23 ^a	9.71±0.23 ^a	9.54±0.22 ^a	9.05±0.50 ^a
2	8.17±0.55 ^c	8.60±0.44 ^{bc}	8.18±0.65 ^c	8.17±0.85 ^c	7.71±1.17 ^{bc}	7.84±1.16 ^b	7.67±0.97 ^{bc}	7.00±2.48 ^{bcd}
4	5.83±1.01 ^{ef}	7.10±1.63 ^d	5.65±0.98 ^{efg}	5.97±0.83 ^c	5.34±1.26 ^{ef}	6.67±1.29 ^{cd}	5.54±1.63 ^c	5.98±1.48 ^{de}
6	5.19±1.21 ^{fgh}	6.10±1.75 ^c	4.63±1.40 ^{hi}	4.91±1.44 ^{gh}	4.23±1.57 ^g	6.01±1.13 ^{de}	4.03±1.76 ^g	4.09±1.94 ^g
8	3.69±1.48 ^j	5.46±1.54 ^{efg}	3.54±1.34 ^j	4.15±1.29 ^{ij}	3.58±1.67 ^{gh}	5.53±1.70 ^c	3.57±1.30 ^{gh}	3.81±1.74 ^{gh}
10	1.63±1.01 ^k	3.42±1.83 ^j	1.23±0.78 ^{kl}	1.56±1.04 ^k	2.12±1.66 ^{ij}	4.37±1.52 ^g	1.75±1.34 ^{ijk}	1.99±1.52 ^{ij}
12	0.62±0.50 ^{lm}	1.27±1.07 ^{kl}	0.86±0.50 ^{klm}	0.49±0.44 ^{lm}	1.74±1.57 ^{ijk}	2.86±2.02 ^{hi}	1.41±1.64 ^{jk}	1.63±1.40 ^{jk}
14	0.12±0.45 ^m	0.66±0.65 ^{lm}	0.16±0.18 ^m	0.28±0.43 ^m	0.64±0.72 ^k	1.76±1.25 ^{ijk}	0.61±0.74 ^k	0.74±0.78 ^k

ตารางผนวกที่ 9 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกึ่งกลาดำแช่เย็น (เนื้อ/เนื้อสัมผัส)

ระยะเวลา (วัน)	กึ่งกลาดำดิบ(เนื้อ)				กึ่งกลาดำสุก(เนื้อสัมผัส)			
	แบบ I	แบบ W	แบบ 4D	แบบ 6D	แบบ I	แบบ W	แบบ 4D	แบบ 6D
0	9.78±0.18 ^a	9.78±0.18 ^a	9.54±0.4 ^a	9.03±0.65 ^{ab}	9.73±2.00 ^a	9.73±2.00 ^a	9.66±0.19 ^a	9.09±0.58 ^{ab}
2	8.09±0.98 ^{cd}	8.47±0.66 ^{bc}	8.06±0.78 ^{cd}	7.80±1.49 ^{cd}	8.22±0.72 ^b	8.15±0.72 ^b	8.35±0.49 ^b	8.40±0.65 ^b
4	5.81±0.91 ^{efg}	7.16±1.21 ^d	5.43±1.49 ^{ef}	5.77±1.82 ^c	6.36±1.09 ^{cd}	6.24±1.23 ^{cd}	6.82±1.38 ^c	6.47±1.64 ^{cd}
6	5.41±1.15 ^{ef}	5.43±1.30 ^{ef}	5.11±1.30 ^{ef}	5.17±1.31 ^{ef}	5.77±0.96 ^{de}	5.53±1.26 ^{def}	5.62±0.95 ^{def}	5.70±0.91 ^{de}
8	4.13±1.87 ^g	4.97±1.91 ^{efg}	4.06±1.64 ^g	4.70±1.65 ^{fg}	4.54±1.92 ^g	4.16±1.62 ^g	4.85±1.25 ^{efg}	4.72±1.56 ^g
10	2.53±1.04 ^{hi}	2.99±1.63 ^h	2.91±1.87 ^h	2.95±1.72 ^h	3.19±1.53 ^h	2.16±1.48 ^{ij}	3.04±1.85 ^{hi}	3.23±1.72 ^h
12	0.99±0.78 ^{jk}	1.27±1.26 ^{jk}	1.73±1.29 ^{ij}	1.11±0.77 ^{jk}	2.68±1.31 ^{hij}	1.94±1.62 ^{jk}	2.17±1.65 ^{ij}	2.71±1.47 ^{hij}
14	0.31±0.27 ^k	1.30±1.01 ^{jk}	0.42±0.27 ^k	0.64±0.39 ^k	0.96±0.97 ^l	0.45±0.66 ^l	0.55±0.80 ^l	1.12±1.13 ^{kl}

ตารางผนวกที่ 10 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกึ่งกลาดำแช่เย็น (เปลือก/รสชาติ)

ระยะเวลา (วัน)	กึ่งกลาดำดิบ(เปลือก)				กึ่งกลาดำสุก(รสชาติ)			
	แบบ I	แบบ W	แบบ 4D	แบบ 6D	แบบ I	แบบ W	แบบ 4D	แบบ 6D
0	9.81±0.17 ^a	9.81±0.17 ^a	9.55±0.26 ^a	9.00±0.60 ^{ab}	9.77±0.15 ^a	9.77±0.15 ^a	9.56±0.19 ^a	9.05±0.55 ^{ab}
2	8.04±1.12 ^c	8.44±0.89 ^{bc}	7.80±0.99 ^{cd}	7.88±1.69 ^{cd}	8.03±1.07 ^c	7.85±1.06 ^c	8.36±0.69 ^{bc}	8.55±0.48 ^{bc}
4	5.52±0.57 ^e	7.06±1.46 ^d	5.25±1.33 ^e	5.68±1.73 ^e	6.60±1.09 ^d	5.51±1.72 ^{ef}	6.52±1.57 ^{de}	6.52±1.24 ^{de}
6	4.75±1.19 ^{ef}	5.59±1.25 ^e	3.79±1.43 ^{gh}	3.88±1.42 ^{fgh}	5.97±0.83 ^{de}	4.36±1.70 ^g	5.73±1.10 ^{de}	5.81±0.76 ^{de}
8	3.01±1.64 ^h	5.14±1.88 ^e	2.95±1.39 ^h	4.25±1.58 ^{fg}	4.50±2.11 ^{fg}	3.16±1.84 ^{hi}	4.57±1.75 ^{fg}	4.58±1.70 ^{fg}
10	1.94±1.28 ⁱ	3.36±1.01 ^{gh}	1.20±1.22 ⁱ	1.47±1.15 ⁱ	3.65±1.69 ^{gh}	1.79±1.42 ^{jk}	3.54±2.04 ^{gh}	3.55±1.91 ^{gh}
12	0.23±0.27 ^j	1.94±2.08 ⁱ	1.44±1.40 ⁱ	0.30±0.27 ^j	2.51±1.37 ^{ji}	1.13±1.54 ^{kl}	2.00±1.57 ^{jk}	2.32±1.51 ^{ij}
14	0.22±0.26 ^j	1.60±0.78 ⁱ	0.17±0.23 ^j	0.34±0.56 ^j	0.52±0.55 ^l	0.21±0.42 ^l	0.26±0.33 ^l	0.67±0.70 ^l

ตารางผนวกที่ 11 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกึ่งกลาคำแช่เย็น (การยอมรับรวม)

ระยะเวลา (วัน)	กึ่งกลาคำดิบ				กึ่งกลาคำสุก			
	แบบ I	แบบ W	แบบ 4D	แบบ 6D	แบบ I	แบบ W	แบบ 4D	แบบ 6D
0	9.80±0.18 ^a	9.80±0.18 ^a	9.57±0.35 ^a	9.17±0.43 ^{ab}	9.76±0.15 ^a	9.76±0.15 ^a	9.61±0.17 ^a	8.97±0.63 ^{ab}
2	7.77±0.89 ^d	8.58±0.66 ^{bc}	7.69±1.19 ^d	7.99±1.31 ^{cd}	8.19±0.72 ^b	8.08±0.83 ^b	8.33±0.42 ^b	8.40±0.61 ^b
4	5.56±0.63 ^c	7.20±1.18 ^d	5.37±1.30 ^{ef}	5.67±1.54 ^c	6.38±0.99 ^c	6.37±1.20 ^c	6.41±1.57 ^c	6.47±1.22 ^c
6	4.57±1.25 ^{fg}	5.75±1.21 ^c	4.03±0.93 ^{gh}	4.37±1.13 ^g	4.85±1.58 ^d	4.89±1.65 ^d	4.70±1.70 ^d	4.58±1.71 ^d
8	2.82±2.10 ^{ij}	4.60±1.86 ^{fg}	2.46±1.66 ^j	3.51±1.52 ^{hi}	3.48±1.76 ^c	3.55±1.97 ^c	3.48±1.61 ^c	3.92±1.39 ^{dc}
10	1.25±1.04 ^k	2.45±1.17 ^j	1.04±1.28 ^{klm}	1.18±1.21 ^{ki}	2.22±1.65 ^f	2.67±1.47 ^f	1.87±1.59 ^f	2.01±1.54 ^f
12	0.16±0.24 ⁿ	0.40±0.50 ^{lmn}	0.26±0.21 ^{mn}	0.20±0.26 ⁿ	1.62±1.57 ^f	1.39±1.40 ^f	1.36±1.71 ^f	1.63±1.60 ^f
14	0.14±0.26 ⁿ	0.78±0.83 ^{klmn}	0.17±0.24 ⁿ	0.16±0.35 ^m	0.16±0.39 ^g	0.37±0.66 ^g	0.11±0.21 ^g	0.26±0.53 ^g

ตารางผนวกที่ 12 Correlation ระหว่าง ตัวชี้วัดคุณภาพของกึ่งกลาคำแช่เย็นทั้ง 4 แบบ

	Indole	TVB-N	K-value	TVC	Enterobacteriaceae	Psychrotrophic	Sensory
Indole	1.000						
TVB-N	0.017	1.000					
K-value	-0.110	0.258	1.000				
TVC (mesophilic)	0.232	0.172	0.531	1.000			
Enterobacteriaceae	0.155	-0.098	0.271	0.681	1.000		
Psychrotrophic	0.000	0.217	0.813	0.676	0.361	1.000	
Sensory	0.214	-0.240	-0.866	-0.309	-0.012	-0.738	1.000

ตารางผนวกที่ 13 แบบฟอร์มประเมินคุณภาพกุ้งกุลาดำคืบด้วยวิธีทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพด้วยวิธีทางประสาทสัมผัสกุ้งกุลาดำ

รหัสตัวอย่าง _____ ชนิด : _____ กุ้งคืบ _____

ชื่อผู้ประเมิน : _____ วันที่ : _____

	สดมาก	ไม่สดมาก
หัว	-----	-----
เปลือก	-----	-----
เนื้อ	-----	-----
กลิ่น	-----	-----
การยอมรับโดยรวม	-----	-----

คุณภาพ	ลักษณะที่ปรากฏ			
	หัว	เปลือก	เนื้อ	กลิ่น
สดมาก	ติดแน่น ไม่แยก	สดใสเป็นมัน, เปลือกแข็ง	ใสมาก แน่น ยืดหยุ่น	คล้ายสาหร่ายทะเล, กลิ่นสด
สด	ติดแน่น ไม่แยก	สดใส, เปลือกแข็ง	ใส แน่น	ไม่มีกลิ่น, กลิ่นสด เล็กน้อย
ปานกลาง	หัวเริ่มแยกไม่ติด แน่น, เริ่มมีสีดำ	ไม่แวววาว, เริ่มมีสีดำตาม ปล้องขาและท้อง, เปลือก เริ่มนิ่ม	เริ่มขุ่น ไม่ใส แน่นเล็กน้อย	มีกลิ่นเล็กน้อยบริเวณ หัว
ไม่สด	แยกมาก, มีสี เหลืองคล้ำของ มันกุ้ง	เริ่มขาว, มีสีดำตามส่วน ต่างๆ เล็กน้อย, เปลือกนิ่ม	ขุ่นขาว, เนื้อเริ่ม นิ่ม	กลิ่นคาว, ไม่สด กลิ่น เปรี้ยวเน่า, กลิ่น แอมโมเนีย
ไม่สดมาก	เกือบหลุดถึง หลุดจากกัน, มีสี เหลืองคล้ำมาก	ขาวซีด, มีสีดำตามส่วน ต่างๆ มากขึ้น, เปลือกนิ่ม มากจนถึงละ	ขุ่นขาว, นิ่ม, และ	กลิ่นคาวเน่าเหม็น

ตารางผนวกที่ 14 แบบฟอร์มประเมินคุณภาพกิ่งกลาดำสุกด้วยวิธีทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพด้วยวิธีทางประสาทสัมผัสกิ่งกลาดำ

รหัสตัวอย่าง _____

ชนิด : _____ กิ่งสุก _____

ชื่อผู้ประเมิน : _____ วันที่ : _____

	สดมาก	ไม่สดมาก
ลักษณะทั่วไป	-----	-----
กลิ่น	-----	-----
รสชาติ	-----	-----
เนื้อสัมผัส	-----	-----
การยอมรับโดยรวม	-----	-----

คุณภาพ	ลักษณะที่ปรากฏ			
	ลักษณะทั่วไป	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส
สดมาก	สี สีสดใส, หัวติดแน่น	กลิ่นหอม	หวาน	นุ่มแน่น ยืดหยุ่นมาก
สด	สีสดใส	กลิ่นหอมเล็กน้อย	หวานเล็กน้อย	นุ่มแน่น ยืดหยุ่น
ปานกลาง	สีซีดไม่สดใส, เริ่มมีสีดำตามส่วนต่างๆเล็กน้อย, หัวเริ่มมีสีคล้ำ ไม่ติดแน่น	กลิ่นเหมือนผักต้ม	จืดเล็กน้อย	ยังเหนียวยืดหยุ่นเล็กน้อย จนถึงแข็ง
ไม่สด	สีคล้ำหรือซีด, มีสีดำตามส่วนต่างๆ, หัวสีดำเริ่มแยกจากตัวหรือหลุด	กลิ่นคาว ไม่สด กลิ่นเปรี้ยวหรือกลิ่นแอมโมเนีย	จืดซีด	เริ่มยุ่ย
ไม่สดมาก	สีคล้ำและมีสีดำตามส่วนต่างๆมาก, หัวมีสีดำมากและหลุด	กลิ่นฉุนมาก, เน่าเหม็น	เปรี้ยว	ยุ่ยละ