บทที่ 3

การทดลอง

วัตถุดิบ

กุ้งกุลาดำ *Peanaeus monodon* ซื้อจากตลาดมหาชัย จ. สมุทรสาคร ในสภาพที่ตายแล้ว ขนาด 40-50 ตัวต่อ 1 กิโลกรัม ความยาว 10-13 ซ.ม. ขนส่งจากตลาดมหาชัย จ. สมุทรสาคร โดยบรรจุในถังพลาสติกบรรจุน้ำแข็ง ใช้เวลาขนส่งทางรถยนต์จากตลาดถึงภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยนาน 2 ชั่วโมง

สารเคมี

สารที่ใช้แช่กุ้งกุลาดำเพื่อเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ

- แคปป้า คาร์ราจีแนน (Food grade)
  ขนาดโมเลกุล 100,000-200,000 Da
- กัวร์กัม (Food grade)
  ขนาดโมเลกุล 220,000-250,000 Da
  ความบริสุทธิ์ 80-85%
- ไคโตซาน (Food grade)
  ขนาดโมเลกุล 5.0-7.0 x10^5 Da
  ระดับการดีอเซทิเลชัน 80.0-85.0%
- โซเดียมเคซีเนท (Food grade)
  ความบริสุทธิ์ 90.0-92.5%
- ทรีฮาโลส (Food grade)
  ความบริสุทธิ์ 93.00%
- โซเดียมไกลซีเนท (Food grade)
  ความบริสุทธิ์ 94.0%
- ไกลซีน (Food grade)
  ความบริสุทธิ์ 99.0%

- สารทางการค้า SAS® (Best Odour Co. Ltd.) (Food grade)
- กรดซิตริก (citric acid) (Food grade)
- กรดกลาเซียลอะซิติก (glacial acetic acid) (Analytical reagent)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) (Analytical reagent)

สารที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณด่างที่ระเหยทั้งหมด

- โบรโมครีซอลกรีน (bromocresol green) (Analytical reagent)
- เมทิลเรด (methyl red) (Analytical reagent)
- เอทานอล (ethanol) (Analytical reagent)
- กรดบอริก (boric acid) (Analytical reagent)
- กรดไตรคลอโรอะซิติก (trichloro acetic acid) (Analytical reagent)
- โพแทสเซียมคาร์บอเนท (potassium carbonate) (Analytical reagent)
- กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) (Analytical reagent)

อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสารละลายที่ใช้แช่กุ้งกุลาดำเพื่อเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ

- เครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็ก (Agimatic-N)
- เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius, A200S, UK)
- นาฬิกาจับเวลา

อุปกรณ์ที่ใช้ในการแช่เยือกแข็ง

- เครื่องแช่เยือกแข็งแบบไครโอจินิก (Cryo-Test Chamber Nitrogen Freezer Model CT-1818-12F, Air Products and Chemicals, USA)
- ตู้แช่เยือกแข็ง อุณหภูมิ –18°C (Sanyo SF C991 NG, South Korea)
- เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล (Union, UN-305 A Type K, Taiwan)
- เครื่องบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศ (Multivac Type AG 500, USA)
- ถุงโพลีเอสเตอร์ลามิเนท (polyester laminated) ขนาด 13x18 ซม. หนา 0.075-0.105 มม.

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

- จานคอนเวย์ (Conway dish)
  ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มม. ลึก 15-21 มม.
- เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Sartorius, A200S, UK)
- เครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็ก (Agimatic-N, German)
- เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (QIS pH/ion Meter M360, German)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

- เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 2 ตำแหน่ง (Sartorius, 1907 MPB, UK)
- เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, TA-XT2i, UK)
- เครื่องวัดสี (Minolta, CR300, Japan)

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 **คุณภาพวัตถุดิบ**

กุ้งกุลาดำ เมื่อนำมาถึงห้องทดลอง ล้างทำความสะอาดสิ่งสกปรก แกะเปลือกแล้วนำไปวิเคราะห์ค่า TVB (MFRD, 1987) วิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ (วิธีวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ก) กุ้งที่ใช้ในการทดลองต้องมีค่า TVB ต่ำกว่า 12 มก./100 ก.

3.2 **การเตรียมวัตถุดิบ**

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ กุ้งกุลาดำและสารเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ซึ่งมีวิธีในการเตรียม ดังต่อไปนี้

3.2.1 **กุ้งกุลาดำ**

ตัดหัวและแกะเปลือกกุ้งกุลาดำ โดยเหลือเปลือกเฉพาะบริเวณส่วนหาง ล้างไขมันและส่วนเปลือกกุ้งที่อาจติดมา แล้วตั้งทิ้งไว้บนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำนาน 3 นาที

3.2.2 สารเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ

เตรียมสารสารเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำที่ใช้ในการทดลองนี้มี 6 ชนิด ได้แก่ แคปป้า คาร์ราจีแนน กัวร์กัม ไคโตซาน โซเดียมเคซีเนท ทรีฮาโลส และโซเดียมไกลซีเนทผสมกับไกลซีน (โซเดียมไกลซีเนท-ไกลซีน)

แคปป้า คาร์ราจีแนน ชั่งในปริมาณที่ต้องการแล้วนำมาแขวนลอยในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 20°C ปรับสัดส่วนสารเพื่อให้ได้ความเข้มข้น 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00% (w/v) ขณะแขวนลอยกวนด้วยเครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็ก นาน 3 นาที ปรับอุณหภูมิเป็น 7-10°C

กัวร์กัม ชั่งในปริมาณที่ต้องการแล้วนำมาแขวนลอยในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 20°C ปรับสัดส่วนสารเพื่อให้ได้ความเข้มข้น 0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00% (w/v) ขณะแขวนลอยกวนด้วยเครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็ก นาน 3 นาที ปรับอุณหภูมิเป็น 7-10°C

ไคโตซาน ชั่งในปริมาณที่ต้องการแล้วนำมาแขวนลอยในสารละลายกรดอซิติกเข้มข้น 1% อุณหภูมิ 20°C ปรับสัดส่วนสารเพื่อให้ได้ความเข้มข้น 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00% (w/v) ขณะแขวนลอยกวนด้วยเครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็กนาน 3 นาที แล้วปรับ pH เป็น 6 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.01 M ขณะแขวนลอยกวนด้วยเครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็ก นาน 3 นาที ปรับอุณหภูมิเป็น 7-10°C

โซเดียมเคซีเนท ชั่งในปริมาณที่ต้องการแล้วนำมาแขวนลอยในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 20 °C ปรับสัดส่วนสารเพื่อให้ได้ความเข้มข้น 0.25, 0.50, 0.75 และ 1.00% (w/v) ขณะแขวนลอยกวนด้วยเครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็กนาน 3 นาที ปรับอุณหภูมิเป็น 7-10°C

ทรีฮาโลส ชั่งในปริมาณที่ต้องการแล้วนำมาละลายในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 20°C ปรับสัดส่วนสารเพื่อให้ได้ความเข้มข้น0.50, 1.00, 1.50 และ 2.00% (w/v) ขณะละลายกวนด้วยเครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็กนาน 3 นาที ปรับอุณหภูมิเป็น 7-10°C

โซเดียมไกลซีเนท-ไกลซีน ผสมโซเดียมไกลซีเนท 3 ส่วน ต่อไกลซีน 1 ส่วนโดยน้ำหนัก ชั่งในปริมาณที่ต้องการแล้วนำมาละลายในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 20°C ปรับสัดส่วนสารเพื่อให้ได้ความเข้มข้น 0.50, 1.00 และ 1.50% (w/v) ขณะละลายกวนด้วยเครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็กนาน 3 นาที ปรับอุณหภูมิเป็น 7-10°C

3.3 ผลของสารเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ (สารชีวภาพ) ต่อคุณภาพของกุ้งกุลาดำ

แช่กุ้งกุลาดำจาก 3.2.1 ในสารละลายที่เตรียมไว้ข้างต้น (3.2.2) โดยใช้อัตราส่วนกุ้งกุลาดำ ต่อ สารละลาย 1:1.3 ที่อุณหภูมิ 7-10 °C นาน 3 ชั่วโมง แล้วตั้งทิ้งไว้บนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำนาน 3 นาที ชั่งน้ำหนัก นำมาวางเรียงบนตะแกรง แล้วแช่เยือกแข็งด้วยวิธีไครโอจีนิค โดยใช้ไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิ -80°C ในเครื่องแช่เยือกแข็งแบบไครโอจินิก (Cryo-Test Chamber Nitrogen Freezer Model CT-1818-12F) จนอุณหภูมิกึ่งกลางเป็น -18°C (วัดอุณหภูมิโดยเสียบเครื่องวัดอุณหภูมิในตัวของกุ้งกุลาดำบริเวณปล้องที่ 3) ชั่งน้ำหนัก ก่อนบรรจุภายใต้สภาวะสุญญากาศในถุงโพลีเอสเตอร์ลามิเนต (polyester laminate) เก็บในตู้แช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ –18°C นาน 30 วัน นำตัวอย่างออกจากถุง โพลีเอสเตอร์ลามิเนต แล้วละลายน้ำแข็ง โดยวางบนตะแกรงที่อุณหภูมิห้อง (20-25°C) จนอุณหภูมิกึ่งกลางตัวอย่างเป็น 0°C (วัดอุณหภูมิโดยเสียบเครื่องวัดอุณหภูมิในตัวกุ้งบริเวณปล้องที่ 3) ชั่งน้ำหนัก วางในหม้อนึ่ง ให้ความร้อนด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 100°C จนอุณหภูมิกึ่งกลางเป็น 70°C นำตัวอย่างออกจากหม้อนึ่ง แล้วแช่ในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้บนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำนาน 3 นาที แล้วจึงชั่งน้ำหนัก

ผลที่ได้จากการชั่งน้ำหนักในแต่ละขั้นตอนข้างต้น นำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (%weight gain) เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ลดลงจากการแช่เยือกแข็ง (%freezing loss) น้ำหนักที่ลดลงจากการละลายน้ำแข็ง (%thawing loss) และน้ำหนักที่ลดลงจากการทำให้สุก (%cooking loss) ตามสูตร ดังต่อไปนี้

$$\%\text{weight gain} = \frac{\text{น้ำหนักหลังแช่สารชีวภาพ} - \text{น้ำหนักก่อนแช่สารชีวภาพ}}{\text{น้ำหนักก่อนแช่สารชีวภาพ}} \times 100$$

$$\%\text{freezing loss} = -\left(\frac{\text{น้ำหนักหลังแช่เยือกแข็ง} - \text{น้ำหนักก่อนแช่เยือกแข็ง)}}{\text{น้ำหนักก่อนแช่เยือกแข็ง}}\right) \times 100$$

$$\%\text{thawing loss} = -\left(\frac{\text{น้ำหนักหลังละลายน้ำแข็ง} - \text{น้ำหนักก่อนละลายน้ำแข็ง}}{\text{น้ำหนักก่อนละลายน้ำแข็ง}}\right) \times 100$$

$$\%\text{cooking loss} = -\left(\frac{\text{น้ำหนักหลังให้ความร้อน} - \text{น้ำหนักก่อนให้ความร้อน}}{\text{น้ำหนักก่อนให้ความร้อน}}\right) \times 100$$

วิเคราะห์ค่าความแข็ง (hardness) โดยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer, TA-XT2i) ใช้หัววัดแบบตัด (HDP/BSK blade set with knife) กำหนดให้อัตราเร็วของหัวตัดคงที่ที่ 2 มม./วินาที ระยะทางเคลื่อนที่ของหัววัด 4 ซม. วัดจากผิวของกุ้งกุลาดำ และวัดสีกุ้งกุลาดำสุกในระบบ L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี (วิธีใช้แสดงในภาคผนวก ข) โดยวัดค่าสี a* (ส่วนสีแดง บริเวณปล้องที่ 4) และค่าสี L* (ส่วนสีขาว บริเวณปล้องที่ 3)

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วย Duncan's New Multiple Range Test (Cochran และ Cox, 1992)

3.4 ผลของสารเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ SAS®-กรดซิตริกต่อคุณภาพของกุ้งกุลาดำ

SAS® เป็นสารทางการค้าที่ผู้จำหน่ายอ้างว่ามีคุณสมบัติเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนเนื้อสัตว์ได้ ซึ่งในการทดลองได้นำมาใช้ร่วมกับกรดซิตริกเพื่อปรับ pH ให้เหมาะกับสมบัติด้านความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนจากเนื้อกุ้ง

เตรียมสารละลาย SAS®-กรดซิตริก โดยนำสารทั้งสองมาผสมกันตามอัตราส่วนในตารางที่ 3.1 แล้วนำสารผสมมาชั่งในปริมาณที่ต้องการ ละลายในน้ำกลั่นอุณหภูมิ 20°C ที่ความเข้มข้น 1% ขณะละลายกวนด้วยเครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็ก นาน 3 นาที จากนั้นปรับอุณหภูมิเป็น 7-10°C นำสารละลายที่ได้ไปวัด pH เพื่อหา pH ที่เปลี่ยนไป เนื่องจาก SAS®และกรดซิตริก มีผลในการเพิ่มและลด pH ของสารละลายซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของกุ้ง นำค่าที่วัดได้ไปหาผลต่างจาก pH 7

$$\text{pH ที่เปลี่ยนไป} = \text{ค่าสัมบูรณ์ของ } (pH_{\text{SAS®-citric}} - 7)$$

นำสารละลายที่วัด pH แล้วไปแช่กุ้งกุลาดำโดยใช้ขั้นตอนตามข้อ 3.3 วิเคราะห์คุณภาพของกุ้งที่ได้ทุกประการตามข้อ 3.3 ยกเว้นค่า hardness และค่าสี ซึ่งมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ค่า hardness ที่เปลี่ยนไป วัดโดยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสตามวิธีในข้อ 3.3 เนื่องจากการแช่สารละลาย SAS®-กรดซิตริก มีผลทำให้ค่า hardness ของกุ้งกุลาดำสุกเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับกุ้งกุลาดำปกติ จึงนำค่า hardness ของกุ้งกุลาดำที่ผ่านการแช่สารละลาย SAS®-กรดซิตริก ($hardness_{SAS®\text{-}citric}$)ไปหาผลต่างกับค่า hardness ของกุ้งกุลาดำที่ผ่านการแช่น้ำกลั่น ($hardness_{control}$) ตามสูตร

$$\text{ค่า hardness ที่เปลี่ยนไป} = \text{ค่าสัมบูรณ์ของ } (hardness_{SAS®\text{-}citric} - hardness_{control})$$

ค่าสี a* ที่เปลี่ยนไป วัดสีกุ้งกุลาดำดิบในระบบ L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี โดยวัดค่าสี a* (ส่วนสีน้ำเงิน บริเวณปล้องที่ 4) เนื่องจากการแช่สารละลาย SAS®-กรดซิตริก มีผลทำให้ค่าสี a* ของกุ้งกุลาดำดิบเปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับกุ้งกุลาดำปกติ จึงนำค่าสี a* ของกุ้งกุลาดำดิบที่ผ่านการแช่สารละลาย SAS®-กรดซิตริก ($a^*_{SAS®\text{-}citric}$) ไปหาผลต่างกับค่าสี a* ของกุ้งกุลาดำดิบที่ผ่านการแช่น้ำกลั่น ($a^*_{control}$) ตามสูตร

$$\text{ค่าสี a* ที่เปลี่ยนไป} = \text{ค่าสัมบูรณ์ของ } (a^*_{SAS®\text{-}citric} - a^*_{control})$$

วางแผนการทดลองแบบ Response Surface Methodology ทดลอง 2 ซ้ำ หาอัตราส่วนที่เหมาะสม ระหว่างสาร SAS® กับกรดซิตริก โดยใช้โปรแกรม Design-Expert® (Stat-Ease, USA)

ตารางที่ 3.1 รหัสตัวแปรและอัตราส่วน SAS® ต่อกรดซิตริก ที่ศึกษาในขั้นตอนการคัดเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมของสารทั้ง 2 ชนิด

การทดลอง	รหัสตัวแปร		อัตราส่วน SAS® ต่อกรดซิตริก
	SAS®	กรดซิตริก	
1	+1	-1	1.45 : 0.50
2	0	0	0.85 : 0.65
3	0	0	0.85 : 0.65
4	-1	+1	0.25 : 0.80
5	0	+1.414	0.85 : 0.86
6	0	0	0.85 : 0.65
7	-1	-1	0.25 : 0.50
8	+1	+1	1.45 : 0.80
9	-1.414	0	0.00 : 0.65
10	0	-1.414	0.85 : 0.44
11	+1.414	0	1.70 : 0.65

จากการทดลองข้างต้น เลือกอัตราส่วนระหว่าง SAS® กับ กรดซิตริก โดยพิจารณาจากอัตราส่วนที่ให้ %weight gain สูงสุด %cooking loss ค่า hardness ที่เปลี่ยนไป และค่าสี a* ที่เปลี่ยนไป ต่ำสุด 4 อัตราส่วน เตรียมสารละลายและแช่กุ้ง ตามวิธีที่กล่าวข้างต้น

ตัวอย่างที่ได้หลังการแช่เยือกแข็ง และทำให้สุกนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีทดสอบชนิด Quantitative Descriptive Analysis with Scaling (ภาคผนวก ค) ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 25 คน ประเมินคุณภาพ ด้านสี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และความชุ่มน้ำ และรสชาติ

การทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลองทั้งหมด 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range test เพื่อเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด (Cochran และ Cox, 1992)

3.5 ผลของสารผสม SAS®-กรดซิตริกและสารชีวภาพต่อคุณภาพของกุ้งกุลาดำ

ศึกษาผลของการใช้สารชีวภาพที่คัดเลือกไว้ ได้แก่ กัวร์กัม และโซเดียมไกลซีเนท-ไกลซีน ร่วมกับสารผสม SAS®-กรดซิตริก ในการเพิ่มน้ำหนักของกุ้งกุลาดำ

เตรียมสารเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยใช้สารชีวภาพที่คัดเลือกไว้ ได้แก่ กัวร์กัม และโซเดียมไกลซีเนท-ไกลซีน ผสมกับสารผสมSAS®-กรดซิตริกในอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดที่คัดเลือกไว้ตามขั้นตอน 3.2. ที่ 5 อัตราส่วน ได้แก่ 1:0, 1:1, 1:2, 1:4 และ 0:1 ใช้ความเข้มข้นของสารละลาย 2 ระดับ คือ 1% กับ 2% การเตรียมสารละลายทำได้โดยละลายสารผสมแต่ละตัวอย่างในน้ำอุณหภูมิ 20°C แล้วกวนด้วยเครื่องกวนผสมแบบแม่เหล็ก นาน 3 นาที จากนั้นปรับอุณหภูมิเป็น 7-10°C แล้วดำเนินการทุกขั้นตอนตามข้อ 3.3

การทดสอบทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Factorial 5x2 in CRD ทดลองทั้งหมด 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range test (Cochran และ Cox, 1992)

จากการทดลองข้างต้น เลือกอัตราส่วนและความเข้มข้นระหว่างสารผสม SAS®-กรดซิตริกกับกัวร์กัม ที่เหมาะสม 2 อัตราส่วน และอัตราส่วนและความเข้มข้นระหว่างสารผสม SAS®-กรดซิตริก กับโซเดียมไกลซีเนท-ไกลซีน ที่เหมาะสมอีก 2 อัตราส่วน โดยพิจารณาจาก %weight gain, %cooking loss และค่าสี a* จากนั้นนำมาเตรียมเป็นสารละลาย แช่กุ้งกุลาดำ แช่เยือกแข็ง ตัวอย่าง ละลายน้ำแข็ง ให้ความร้อนตามวิธีในข้อ 3.3 เพื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตัวอย่างที่ได้นำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธีทดสอบแบบ Quantitative Descriptive Analysis with Scaling (ภาคผนวก ค) ใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 25 คน ประเมินคุณภาพ ด้านสี ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัสและความชุ่มน้ำ และรสชาติ

การทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลองทั้งหมด 2 ซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range test เพื่อเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด (Cochran และ Cox, 1992)