บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

1. วัสดุ

1.1 วัตถุดิบ

1.1.1 ปลานิล (Nile tilapia; *Oreochromis niloticus* Linn) ที่ใช้ในการทดลองเป็นปลานิลเลี้ยงจากกระชังเดียวกันขนาดน้ำหนักโดยเฉลี่ยตัวละ 0.9-1 กิโลกรัม สั่งซื้อจากแพปลาในจังหวัดขอนแก่นที่อยู่ใกล้มหาวิทยาลัยขอนแก่น ทำการแล่เอาเฉพาะเนื้อติดหนังโดยไม่ให้ถูกส่วนไส้และพุงของปลา บรรจุใส่ถุงพลาสติกแล้ววางสลับกับชั้นน้ำแข็งในกล่องโฟม จากนั้นขนส่งมายังภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยขอนแก่น ใช้ระยะเวลาตั้งแต่จับขึ้นมาแล่จนกระทั่งขนส่งมายังภาควิชาประมาณ 6-8 ชั่วโมง

1.1.2 ไส้พลาสติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร

1.2 สารเคมี

1.2.1 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและสมบัติทางเคมีกายภาพของโปรตีน

1.2.2 สารป้องกันโปรตีนเสียสภาพเนื่องจากการแช่เยือกแข็ง ได้แก่ น้ำตาลซูโครส ซอร์บิทอล และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต

1.2.3 สารเติมแต่งอาหาร ได้แก่ โซเดียมไบคาร์บอเนต และ แซนแทนกัม (ยี่ห้อ Topflight Interfoods ลักษณะปรากฏ: ผงสีขาวออกเหลือง ความหนืด: 1,200-1,600 cps. ขนาดอนุภาค: 80 mesh ค่าความเป็นกรดด่าง: 6.0-8.0 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด: ไม่เกิน 1.5 Assay: 91.0-108.0 โลหะหนักทั้งหมด (เช่น Pb): ไม่เกิน 20 ppm.)

1.2.4 สารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ เข้มข้น 0.6 โมลาร์ ค่าความเป็นกรดด่าง 7

1.2.5 เกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เกรดที่ใช้กับอาหาร

2. อุปกรณ์

2.1 เครื่องแยกเนื้อปลาและกระดูก ยี่ห้อ Chuang Zong Machinery ประเทศไต้หวัน

2.2 เครื่องบดเนื้อ ยี่ห้อ BIRO รุ่น 822 E97 ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.3 เครื่องแช่แข็งแบบลมพ่น ยี่ห้อ RIVACOLD ประเทศไทย

2.4 เครื่องสับผสม ยี่ห้อ SEIT รุ่น 1878 wedel MASCHIEN ประเทศเยอรมัน

2.5 เครื่องปิดผนึกสุญญากาศ ยี่ห้อ Super Vac รุ่น 021-336 ประเทศเยอรมัน

2.6 ตู้แช่แข็ง ยี่ห้อ SANYO รุ่น SF-C995 ประเทศไทย

2.7 อ่างควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ HAAKE รุ่น DC 30 ประเทศเยอรมัน

2.8 เครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (digital pH meter) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น S-20 ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.9 เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ ยี่ห้อ Ystral ® รุ่น X10/25 ประเทศเยอรมัน

2.10 เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ ยี่ห้อ Nissei รุ่น AM-8 ประเทศญี่ปุ่น

2.11 เครื่อง Differential scanning calorimeter ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น Pyris 6 DSC ประเทศเนเธอร์แลนด์

2.12 อะลูมิเนียมแพน ขนาด 50 ไมโครลิตร และฝาปิด ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น ALUM PANS 50 ul 0.1 mm PK/400 B014-3017 และ ALUM COVERS 0.1 mm (400) B014-3003 ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.13 เครื่องหมุนเหวี่ยงแบบตั้งโต๊ะ ยี่ห้อ HERMLE รุ่น Z200A ประเทศเยอรมัน

2.14 เครื่องหมุนเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ BECKMAN Avanti™ รุ่น centrifuge J-25 ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.15 เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น Lamda 25 UV/VIS Spectrometer ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.16 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส ยี่ห้อ Stable Micro System รุ่น TA-XT2 texturometer TA.XPlus ประเทศอังกฤษ

2.17 เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Ultra Scan XE ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.18 เครื่องวิเคราะห์ความชื้น ยี่ห้อ Sartorius รุ่น MA30-000V3 ประเทศเยอรมัน

2.19 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น ED3202S ประเทศเยอรมัน

2.20 เครื่องชั่งไฟฟ้าละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BP210S ประเทศเยอรมัน

2.21 อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ทางเคมี และกายภาพ

3. วิธีการทดลอง

3.1 ศึกษาผลของการเก็บรักษาปลานิลทั้งตัวและ/หรือเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็งในสภาวะต่างๆ ต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ และคุณภาพของเจลจากเนื้อปลานิล

3.1.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ทำการเตรียมวัตถุดิบจากปลานิลสด ดังนี้

(1) เนื้อปลานิลสดบด (ตัวอย่างควบคุม)

นำเนื้อปลานิลแล่ที่ยังมีหนังติดอยู่เข้าเครื่องแยกเนื้อปลา (Fish Deboner) ที่มีขนาดรูตะแกรง 5 มิลลิเมตร (5 mm hold drum) นำไปบดด้วยเครื่องบดเนื้อ (Meat grinder) ที่มีขนาดรูตะแกรง 5 มิลลิเมตร ได้เป็นเนื้อปลาบด

(2) เนื้อปลานิลบดแช่แข็ง (M)

เตรียมเนื้อปลาบดเช่นเดียวกับข้อ (1) บรรจุตัวอย่างในถุงโพลีเอธิลีน ถุงละ 1 กิโลกรัมโดยควบคุมความหนาของตัวอย่างเนื้อปลาบดในถุง (หนา 2 เซนติเมตร) และแช่แข็งในเครื่องแช่แข็งแบบลมพ่น (Air Blast Freezer) ที่ -35 °ซ. เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (อัตราการแช่แข็ง 0.25 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ -20 °ซ. นาน 4 เดือน

(3) ปลานิลทั้งตัวแช่แข็ง (W)

นำปลานิลสดมาตัดหัว ควักไส้ ล้างน้ำสะอาด หลังจากสะเด็ดน้ำนาน 15 นาที นำไปบรรจุแบบสุญญากาศในถุงโพลีเอธิลีน และแช่แข็งในเครื่องแช่แข็งแบบลมพ่นที่ -35 °ซ. จนกระทั่งอุณหภูมิกึ่งกลางถึง -20 °ซ. เป็นเวลา 11 ชั่วโมง (อัตราการแช่แข็ง 0.23 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่ -20 °ซ. นาน 4 เดือน (นำมาแยกเนื้อด้วยเครื่องแยกเนื้อปลาและบดด้วยเครื่องบดเนื้อก่อนนำไปวิเคราะห์)

(4) เนื้อปลานิลบดแช่แข็งเติมสารป้องกันโปรตีนเสียสภาพที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง หรือซูริมิ (P)

เตรียมเนื้อปลาบดเช่นเดียวกับข้อ (1) เติมสารป้องกันโปรตีนเสียสภาพที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง หรือซูริมิ (ซูโครสร้อยละ 4 ซอร์บิทอลร้อยละ 4 และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.3) โดยสับผสมด้วยเครื่องสับผสม (Hobart Silent Chopper) ใช้ระดับความเร็วต่ำ เป็นเวลา 2 นาที บรรจุตัวอย่างในถุงโพลีเอธิลีน ถุงละ 1 กิโลกรัม โดยควบคุมความหนาของตัวอย่างเนื้อปลาบดในถุง (หนา 2 เซนติเมตร) แช่แข็งในเครื่องแช่แข็งแบบลมพ่น ที่ -35 °ซ. เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (อัตราการแช่แข็ง 0.25 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่ -20 °ซ. นาน 4 เดือน

ติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อปลานิลบดในระหว่างการแช่แข็งทุก 1 เดือน (ยกเว้นเนื้อปลานิลสดบดจะถูกวิเคราะห์ทันที) โดยนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ ชีวเคมีและคุณภาพของเจล ดังต่อไปนี้

3.1.2 การวิเคราะห์ทางเคมีกายภาพ

(1) วัดค่าความเป็นกรดด่าง โดยใช้ digital pH meter ดัดแปลงจากวิธีของ จิรวัฒน์ ยงสวัสดิกุล (2544) โดยชั่งตัวอย่างเนื้อปลานิลบดมา 8 กรัม เติมน้ำกลั่นปราศจากไอออน 72 มิลลิลิตร นำไปโฮโมจีไนส์ เป็นเวลา 1 นาที วัดค่าความเป็นกรดด่างของตัวอย่าง (ภาคผนวก ก1)

(2) วิเคราะห์การสูญเสียน้ำหนักหลังจากการต้มสุก (Cooking loss) ของตัวอย่างเนื้อปลานิลบดตามวิธีของ Lian and others (2000) (ภาคผนวก ก2)

(3) วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนที่สกัดได้ในสารละลายเกลือ (Salt extractable protein) ดัดแปลงจากวิธีของ จิรวัฒน์ ยงสวัสดิกุล (2544) โดยชั่งตัวอย่างเนื้อปลาบดมา 16 กรัมเติมสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ 0.6 โมลาร์ ค่าความเป็นกรดด่าง 7.0 ปริมาตร 160 มิลลิลิตร นำไปโฮโมจีไนส์ 4 นาที แล้วหมุนเหวี่ยงที่ 5000 xg นาน 30 นาที (ภาคผนวก ข1) นำสารละลายส่วนใสไปตรวจสอบปริมาณโปรตีนโดยวิธีไบยูเรท ตามวิธีของ Gornall and others (1949) (ภาคผนวก ข2)

(4) วิเคราะห์คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์โดยใช้เครื่อง Differential scanning calorimeter (DSC) ดัดแปลงจากวิธีของ Perez and others (2001) โดยชั่งตัวอย่างเนื้อปลานิลบดประมาณ 25 $\pm$ 0.3 มิลลิกรัมใส่อะลูมิเนียมแพน 50 ไมโครลิตรให้ความร้อนกับตัวอย่างจาก 20-90 °ซ. ในอัตรา 10 °ซ.ต่อนาที และใช้แพนเปล่า เป็นตัวอ้างอิง (reference) (ภาคผนวก ก3)

3.1.3 การวิเคราะห์ทางชีวเคมี

สกัดแอกโตไมโอซินจากกล้ามเนื้อปลานิล ดัดแปลงจากวิธีของ Chomnawang and others (2007) (ภาคผนวก ข3) จากนั้นนำแอกโตไมโอซินไปตรวจสอบปริมาณโปรตีนโดยวิธีไบยูเรท ตามวิธีของ Gornall and others (1949) (ภาคผนวก ข2) และนำไปวิเคราะห์ค่าต่างๆ ต่อไปนี้

(1) วิเคราะห์ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ Ca^{2+}-ATPase ด้วยวิธีของ Fiske and subbarow (ดัดแปลงจาก Chomnawang and others 2007) (ภาคผนวก ข4)

(2) วิเคราะห์ปริมาณหมู่ซัลฟไฮดริลทั้งหมด (Total sulfhydryl group content) โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงดัดแปลงจากวิธีของ Zhou and others (2006) (ภาคผนวก ข5)

3.1.4 การวิเคราะห์คุณภาพของเจล

นำเนื้อปลานิลบด (ถ้าตัวอย่างผ่านการแช่แข็ง นำมาละลายน้ำแข็งที่ 5 °ซ. เป็นเวลา 18 ชั่วโมง) นำมาสับผสมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ร้อยละ 2 ของน้ำหนักเนื้อปลานิลบด ทำการปรับความชื้นของเนื้อปลาบดเป็นร้อยละ 78.5 โดยการเติมน้ำในรูปน้ำแข็ง ทำการสับผสมในเครื่องสับผสมที่ระดับความเร็วต่ำเป็นเวลา 1-3 นาที และที่ระดับความเร็วสูง 2 นาที รวมทั้งหมดไม่เกิน 5 นาทีควบคุมอุณหภูมิระหว่างสับผสมไม่ให้สูงกว่า 15 °ซ. นำมาบรรจุในถุงพลาสติก ทำการไล่อากาศและปิดผนึกถุงโดยเครื่องปิดผนึกสุญญากาศ แล้วนำเนื้อปลานิลบดมาบรรจุในไส้พลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร จากนั้นนำมาเซ็ทเจลที่อุณหภูมิ 50 °ซ. 30 นาที ก่อนให้ความร้อนที่ 90 °ซ. 15 นาที (Worratao and Yongsawatdigul 2003) และนำมาลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็วในอ่างน้ำผสมน้ำแข็ง 10 นาที นำเข้าเก็บในห้องเย็นอุณหภูมิ 5 °ซ. เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้

(1) วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของเจล ด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยเครื่อง Texture Analyzer ดัดแปลงจากวิธีของ Uresti and others (2006) โดยนำตัวอย่างเจลออกมาวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25°ซ.) ตัดตัวอย่างเจลยาวท่อนละ 2.5 เซนติเมตรจำนวน 10 ท่อนต่อ 1 ตัวอย่าง นำไปวิเคราะห์ค่าความแข็ง (Hardness) ความยืดหยุ่น (Springiness) และการยึดเกาะตัวกันของเจล (Cohesiveness) โดยใช้หัววัดทรงกระบอก (Cylinder probe) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (ภาคผนวก ก4)

(2) วิเคราะห์ค่าความขาวของเจล (Whiteness) โดยใช้เครื่อง Hunter Lab และอ่านค่าในระบบ CIE (Complete International Commission on Illumination) เป็นค่า L*, a* และ b* นำไปคำนวณค่าความขาวของเจล (ภาคผนวก ก5)

(3) วิเคราะห์การสูญเสียน้ำของเจล (Expressible moisture) ดัดแปลงจากวิธีของ Bigelow and Lee (2007) (ภาคผนวก ก6)

3.1.5 การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Split plot design in CRD (Completely Randomized Design) โดยให้ main plot คือ ระยะเวลาการเก็บ และ sub-plot คือ ชนิดของวัตถุดิบ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีตเมนท์ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS 11.5 for Windows ทำการทดลองทั้งหมดจำนวน 2 ชุดการทดลอง (replication) แต่ละชุดการทดลองวิเคราะห์ผลอย่างน้อย 2 ซ้ำ

3.2 ศึกษาผลของการใช้สารเติมแต่งอาหารทดแทนสารประกอบฟอสเฟตต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและคุณภาพของเจลจากเนื้อปลานิล

3.2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ทำการเตรียมวัตถุดิบจากปลานิลสด ดังนี้

(1) เนื้อปลานิลบดแช่แข็ง (M)

เตรียมเนื้อปลาบดเช่นเดียวกับข้อ (1) ของ 3.1.1 บรรจุตัวอย่างในถุงโพลีเอธิลีน ถุงละ 1 กิโลกรัมโดยควบคุมความหนาของตัวอย่างเนื้อปลาบดในถุง (หนา 2 เซนติเมตร) และแช่แข็งในเครื่องแช่แข็งแบบลมพ่น (Air Blast Freezer) ที่ -35 °ซ. เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (อัตราการแช่แข็ง 0.25 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่ -20 °ซ. นาน 3 เดือน

(2) ปลานิลทั้งตัวแช่แข็ง (W)

นำปลานิลสดมาตัดหัว ควักไส้ ล้างน้ำสะอาด หลังจากสะเด็ดน้ำนาน 15 นาที นำไปบรรจุแบบสุญญากาศในถุงโพลีเอธิลีน และแช่แข็งในเครื่องแช่แข็งแบบลมพ่นที่ -35 °ซ. เป็นเวลา 11 ชั่วโมง (อัตราการแช่แข็ง 0.23 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) จนกระทั่งอุณหภูมิกึ่งกลางถึง -20 °ซ. จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่ -20 °ซ. นาน 3 เดือน ก่อนนำมาแยกเนื้อด้วยเครื่องแยกเนื้อปลาและบดด้วยเครื่องบดเนื้อ

(3) เนื้อปลานิลบดแช่แข็งเติมสารป้องกันโปรตีนเสียสภาพที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง หรือซูริมิ (P)

นำเนื้อปลาบดมาเติมสารป้องกันโปรตีนเสียสภาพที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม เนื้อปลาบดแช่เยือกแข็ง หรือซูริมิ (ซูโครสร้อยละ 4 ซอร์บิทอลร้อยละ 4 และโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟตร้อยละ 0.3) โดยสับผสมด้วยเครื่องสับผสม (Hobart Silent Chopper) ใช้ระดับความเร็วต่ำ เป็นเวลา 2 นาที บรรจุตัวอย่างในถุงโพลีเอธิลีน ถุงละ 1 กิโลกรัม โดยควบคุมความหนาของตัวอย่างเนื้อปลาบดในถุง (หนา 2 เซนติเมตร) แช่แข็งในเครื่องแช่แข็งแบบลมพ่น ที่ -35 °ซ. เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (อัตราการแช่แข็ง 0.25 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่ -20 °ซ. นาน 3 เดือน

(4) เนื้อปลานิลบดแช่แข็งเติมสารป้องกันโปรตีนเสียสภาพและโซเดียมไบคาร์บอเนต (B)

นำเนื้อปลาบดมาเติมสารป้องกันโปรตีนเสียสภาพ (ซูโครสร้อยละ 4 ซอร์บิทอลร้อยละ 4 และโซเดียมไบคาร์บอเนตร้อยละ 0.3) สับผสมด้วยเครื่องสับผสม(Hobart Silent Chopper) ใช้ระดับความเร็วต่ำ เป็นเวลา 2 นาที บรรจุตัวอย่างในถุงโพลีเอธิลีน ถุงละ 1 กิโลกรัม โดยควบคุมความหนาของตัวอย่างเนื้อปลาบดในถุง (หนา 2 เซนติเมตร) แช่แข็งในเครื่องแช่แข็งแบบลมพ่น ที่ -35 °ซ. เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (อัตราการแช่แข็ง 0.25 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่ -20 °ซ. นาน 3 เดือน

(5) เนื้อปลานิลบดเติมสารเติมแต่งอาหารแซนแทนกัมแล้วแช่แข็ง (XG)

นำเนื้อปลาบดมาเติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.5 (w/w) (Da Ponte and others 1984) โดยสับผสมด้วยเครื่องสับผสม โดยใช้ระดับความเร็วต่ำ เป็นเวลา 2 นาที บรรจุตัวอย่างในถุงโพลีเอธิลีน ถุงละ 1 กิโลกรัม โดยควบคุมความหนาของตัวอย่างเนื้อปลาบดในถุง (หนา 2 เซนติเมตร) แช่แข็งในเครื่องแช่แข็งแบบ

ลมพ่น ที่ -35 °ซ. เป็นเวลา 4 ชั่วโมง (อัตราการแช่แข็ง 0.25 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่ -20 °ซ. นาน 3 เดือน

(6) ปลาทั้งตัวแช่แข็ง (3 เดือน) บดแล้วเติมแซนแทนกัม (WXG)

นำปลานิลสดมาตัดหัว ควักไส้ ล้างน้ำสะอาด หลังจากสะเด็ดน้ำนาน 15 นาที นำไปบรรจุแบบสุญญากาศในถุงโพลีเอธิลีน และแช่แข็งในเครื่องแช่แข็งแบบลมพ่นที่ -35 °ซ. เป็นเวลา 11 ชั่วโมง (อัตราการแช่แข็ง 0.23 เซนติเมตรต่อชั่วโมง) จนกระทั่งอุณหภูมิกึ่งกลางถึง -20 °ซ. จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่ -20 °ซ. นาน 3 เดือน ก่อนนำมาแยกเนื้อด้วยเครื่องแยกเนื้อปลาและบดด้วยเครื่องบดเนื้อแล้วเติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.5 (w/w)

วิเคราะห์คุณภาพของตัวอย่างสด (ก่อนแช่แข็ง) และหลังจากผ่านการแช่แข็งและเก็บที่ -20 °ซ. นาน 3 เดือน โดยนำไปวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้อ 3.1.2-3.1.4

3.2.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ

ทำการทดลองทั้งหมดจำนวน 2 ซ้ำ แต่ละชุดการทดลองวิเคราะห์ผลอย่างน้อย 2 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Split plot design in CRD (Completely Randomized Design) โดยให้ main-plot คือ ระยะเวลาการเก็บ และ sub-plot คือ ชนิดของวัตถุดิบ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีตเมนท์ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS 11.5 for Windows ทำการทดลองทั้งหมดจำนวน 2 ชุดการทดลอง (replication) แต่ละชุดการทดลองวิเคราะห์ผลอย่างน้อย 2 ซ้ำ

3.2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle components analysis; PCA)

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีกายภาพและชีวเคมีของเนื้อปลาบด และคุณภาพของเจลเนื้อปลานิลมาทำการวิเคราะห์ตัวแปร (Factor analysis) โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principle components analysis, PCA) เพื่อจัดกลุ่มตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกัน โดยทำการสกัดองค์ประกอบหลัก (Principle components, PCs) และมีการหมุนของแกนองค์ประกอบหลักซึ่งมีค่า Eigenvalue เท่ากับหรือไม่ต่ำกว่า 1 ด้วยวิธี Varimax Rotation เมื่อได้ PCs ของการวิเคราะห์ทางกายภาพ ชีวเคมีของเนื้อปลาบด และคุณภาพของเจลเนื้อปลานิลแล้วทำการคำนวณค่าคะแนนมาตรฐาน (factor scores) ของหน่วยทดลองต่อการวิเคราะห์ในแต่ละ PC ที่สกัดได้ ซึ่ง PC แต่ละอันไม่มีความสัมพันธ์กันจึงเปรียบเทียบ PC คู่ใดคู่หนึ่งเหมือนแกนของมิติ 2 มิติที่มีทิศทางของแกนตั้งฉากกันค่า factor scores เฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างบน PCs คู่นั้นจะเปรียบเหมือนเป็น co-ordinates ของแต่ละตัวอย่างบนเนื้อที่ที่ถูกกำหนดโดย PCs คู่นั้น สามารถใช้เป็นข้อมูลกำหนดตำแหน่งเชิงเปรียบเทียบของแต่ละตัวอย่างบน PCs ได้ ใช้โปรแกรม SPSS 11.5 for Windows ในการวิเคราะห์ผล