

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ไก่ยอเป็นผลิตภัณฑ์ที่ส่งออกพื้นบ้านของประเทศไทย ที่ได้รับความนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่ยึดถืออิสลาม (Halal food) ซึ่งในสูตรปกติมีส่วนผสมของไขมันอยู่เพื่อทำให้เกิดลักษณะของส่วนผสมเป็นแบบอิมัลชัน เนื้อสัมผัสอ่อนนุ่ม ยืดหยุ่น ชุ่มน้ำ และเกิดกลิ่นรสที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การบริโภคอาหารที่มีไขมันสูงในปริมาณมากเป็นประจำ อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านสุขภาพ เกิดภาวะเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ โรคเบาหวาน (ประภาศรีและคณะ, 2549) อาหารไขมันต่ำจึงมีบทบาทสำคัญต่อการเลือกบริโภคของผู้บริโภค ในการผลิตผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำจะเน้นถึงการใช้สารทดแทนไขมัน แต่ยังคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในด้านสี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภคให้ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เดิมมากที่สุด การเลือกสารทดแทนไขมันต้องคำนึงถึงคุณสมบัติเชิงหน้าที่ เช่น ความสามารถในการจับตัวกับน้ำ ความคงตัวต่อการเกิดอิมัลชัน การเกิดเจล และการมีลักษณะคล้ายไขมันที่สามารถนำมาใช้ในการเลียนแบบคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของไขมันได้ ในสูตรมาตรฐานใช้อินูลินเป็นสารทดแทนไขมันแต่อินูลินมีราคาแพง และหายากสำหรับบุคคลทั่วไปที่จะผลิตรับประทานเองในครัวเรือน

การประยุกต์ใช้น้ำอูกลำยอง (*Scaphium scaphigerum* (G. Don), *Scaphium macropodium* Beaum) เนื่องจากน้ำอูกลำยองมีลักษณะเป็นวุ้นและโปรเจกต์ที่ใกล้เคียงกับไขมัน อีกทั้งน้ำอูกลำยองยังมีประโยชน์อีกมาก เช่น มีคุณสมบัติช่วยดูดซับไขมัน ช่วยเรื่องระบบขับถ่าย ป้องกันท้องผูก มีเส้นใยสูงช่วยบำรุงลำไส้ เส้นใยที่รับประทานเข้าไปจะช่วยลดไขมันที่สะสมอยู่ในผนังลำไส้ ทำให้ลำไส้สะอาด ลดสารพิษตกค้างในร่างกาย (นันทวันและอรนุช, 2543) จึงมีความเป็นไปได้ในการใช้น้ำอูกลำยองเป็นสารทดแทนไขมันเพื่อใช้ทดแทนอินูลินในผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำ

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอัตราส่วนของน้ำอูกลำยองที่เหมาะสมในการทดแทนอินูลินในผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำ และคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำที่ใช้น้ำอูกลำยองทดแทนอินูลิน ทางด้านเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ไถ่ขอไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง
2. เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไถ่ขอไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง
3. เพื่อศึกษาคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่มีผลิตภัณฑ์ไถ่ขอไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง
4. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไถ่ขอไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ไถ่ขอไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง
2. ทราบถึงคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไถ่ขอไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง
3. ทราบถึงคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ไถ่ขอไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง
4. ทราบถึงอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ไถ่ขอไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง
5. เพิ่มมูลค่าและประโยชน์ในการใช้เนื้อลูกสำรอง

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไก่ยอ (Kai – Yow)

ไก่ยอ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำเนื้อไก่สดที่บดละเอียดแล้วมาเติมเครื่องปรุงรส เช่น พริกไทย เกลือ น้ำตาล อาจเติมส่วนประกอบอื่น เช่น แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด มันหมู ไข่ เนย นวดผสมจนเป็นเนื้อเดียวกัน อาจเติมสารถ่ายหรือเครื่องเทศ และสมุนไพร เช่น กระเทียม รากผักชี นวดผสมให้กระจายตัว ห่อเป็นมัดหรือบรรจุในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม นำไปต้มหรือนึ่งจนสุก (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2549) ซึ่งจัดเป็นผลิตภัณฑ์ อิมัลชัน คล้ายกับไส้กรอก

อิมัลชันในไส้กรอกเป็นอิมัลชันประเภทไขมันในน้ำ (oil in water emulsion) โดยมีเม็ดไขมันเป็นตัวกระจาย (disperse หรือ discontinuous phase) ส่วนน้ำเป็นตัวที่ถูกแทรก (external หรือ continuous phase) (เขาวลัทธิ, 2536; สัตยชัย, 2543)

กลไกการเกิดอิมัลชัน

อิมัลชัน หมายถึง การผสม และอยู่ร่วมกันของของเหลว 2 ชนิดที่ปกติเข้ากันไม่ได้ โดยของเหลวชนิดหนึ่งกระจายอยู่โดยทั่วไปในส่วนผสมในรูปของหยดเล็กละเอียด (droplets) ของเหลวชนิดที่กล่าวถึงนี้เรียกว่า disperse phase ส่วนของเหลวอีกส่วนหนึ่งที่ disperse phase กระจายตัวอยู่เรียกว่า continuous phase และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดเล็กละเอียดประมาณ 0.1-0.5 ไมโครเมตร

ในไส้กรอกประเภทอิมัลชันโปรตีนของเนื้อจะถูกสกัดละลาย (solubilize) แยกตัวออกจากภายในเส้นใยกล้ามเนื้อมาอยู่ร่วมกับตัวถูกละลายอื่น ๆ และน้ำ เรียกทั้งหมดนี้ว่า continuous phase ในขณะที่ไขมันจะถูกปั่นละเอียดให้เป็นหยดเล็กละเอียดกระจายอยู่โดยทั่วไปในส่วนผสมแรก และเรียกไขมันว่า disperse phase

อิมัลชันโดยทั่วไปมักจะอยู่ได้ไม่นานถ้าขาด emulsifying หรือ stabilizing agent เมื่อหยดไขมันสัมผัสกับระบบน้ำจะมีแรงตึงผิวสูงมาก (interfacial tension) จึงต้องการ emulsifying agent มาลดแรงนี้ลง และทำให้สภาพของอิมัลชันอยู่ได้นาน ในอิมัลชันของผลิตภัณฑ์เนื้อนั้น โปรตีนไมโอซินที่ถูกสกัดละลายออกมาจะไปทำหน้าที่เป็น emulsifying agent ซึ่งเป็นรูปแบบของอิมัลชันที่มีหยดไขมันเล็กละเอียดถูกห่อหุ้มไว้ด้วยโมเลกุลของ emulsifying agent โดยสัมผัสกับน้ำที่อยู่รอบนอกหยดไขมัน และถ้าระบบนั้นมี emulsifying agent มากพอก็จะทำให้ทั้งระบบเป็นอิมัลชันที่คงทนได้นาน ส่วนโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันไม่สามารถทำหน้าที่ดังกล่าวได้ จึงลอยตัวอยู่โดยอิสระ และไม่มีผลใด ๆ ต่อความเป็นอิมัลชัน ซึ่งโปรตีนไมโอซินและแอคตินละลายได้ใน

น้ำเกลืออ่อน ดังนั้น การผสมเกลือเข้าไปในขั้นตอนแรกโดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะบดหยาบแล้วหมักไว้ระยะหนึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ได้ดี

ในระหว่างการสับละเอียดจะเกิดการเสียดสีระหว่างใบมีดกับเนื้อตลอดเวลาในอัตราความเร็วสูง อุณหภูมิจึงสูงขึ้นทำให้โปรตีนของเนื้อถูกปลดปล่อยออกมาจนเส้นใยกล้ามเนื้อได้มากขึ้น และยังช่วยเร่งปฏิกิริยาการสร้างสี ส่วนผสมมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันยิ่งขึ้น แต่อุณหภูมิที่สูงขึ้นเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบทำให้ อิมัลชันแตกตัว ไขมันแยกออกจากส่วนผสมทำให้ไม่เป็นเนื้อเดียวกันซึ่งอุณหภูมิการสับผสมหรือขณะปั่นผสมไม่ควรเกิน 15 องศาเซลเซียส วิธีป้องกันและแก้ไข คือ การเติมน้ำแข็งเกล็ดเข้าไปในระหว่างการสับละเอียดเพื่อลดความร้อนลงโดยตรง (สัญชัย, 2543)

นอกจากนี้ความไม่คงทนของอิมัลชันยังเกิดจาก การสับผสมนานเกินไป (over chopping) เป็นผลให้เม็ดไขมันถูกตัดแบ่งเป็นเม็ดเล็กๆ ไขมันมีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลงและผิวหน้าของเม็ดไขมันเพิ่มขึ้น จนกระทั่งผิวของเม็ดไขมันมีความมันสดใสมาก จนสารละลายโปรตีนไม่สามารถหุ้มไว้ได้ เม็ดไขมันจะมีผิวหน้าที่หุ้มด้วยโปรตีนบางส่วน ถ้าไม่มีโปรตีนหุ้มจะทำให้ไขมันไหลออก (greasing out) ได้ อิมัลชันที่ได้จะไม่เกาะตัวกัน เมื่อสุกจะเห็นไขมันเกาะเป็นจุด ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน และความไม่สมดุลของเนื้อ (short meat) เป็นสภาพที่เกิดขึ้นขณะเตรียมอิมัลชัน มีปริมาณไมโอซินไม่เพียงพอ เนื่องจากมีเนื้อแดงน้อยเกินไปในสูตรหรือมีคอลลาเจนมากเกินไป เนื่องจากผู้ผลิตต้องการประหยัดจึงมีปริมาณโปรตีนไมโอซินไม่เพียงพอที่จะหุ้มเม็ดไขมันซึ่งเม็ดไขมันบางเม็ดถูกหุ้มด้วยไมโอซิน บางเม็ดถูกหุ้มด้วยคอลลาเจน เมื่อนำไปให้ความร้อนคอลลาเจนเกิดการหดตัวและเปลี่ยนเป็นเจลตินไหลออกจากผิวที่หุ้มเม็ดไขมันแต่ไมโอซินเมื่อได้รับความร้อนจะตกตะกอนและหุ้มเม็ดไขมันเอาไว้ทำให้เห็นเป็นคราบน้ำมันเกาะตามผิว และภายในจะเกิดเป็นโพรงเจลลี่ (เขาวลักษณะ, 2536)

2.2 ส่วนผสมหลักที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ไก่ยอ

ส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ไก่ยอแต่ละชนิดมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ เนื้อไก่ส่วนนอก ไขมัน น้ำแข็ง และเครื่องปรุงต่างๆ เป็นต้น

เนื้อไก่ส่วนนอก (breast) ควรใช้เนื้อไก่ที่สดใหม่เพื่อจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไก่ยอมีคุณภาพดีปราศจากเนื้อมันและเป็นเนื้อแดงหรือเป็นเนื้อส่วนที่มีโปรตีนสูงเพื่อให้โปรตีนที่ทำหน้าที่ประสานน้ำและน้ำมันให้เข้ากันได้ดีในส่วนผสมที่มีมวลเหนียว โดยทั่วไปพบว่า โปรตีนในเนื้อสามารถละลายได้ดีในเกลือและมีประสิทธิภาพในการเป็นตัวช่วยการรวมตัว (emulsifier) ที่ดี ซึ่งเนื้ออกไก่มีปริมาณโปรตีนสูง (สัญชัย, 2543)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางโภชนาการของเนื้อไก่ส่วนต่างๆใน 100 กรัม

	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	พลังงาน (กิโลจูล)
ไก่			
ทั้งตัว	20.6	5.6	600
อก	22.8	0.9	450
น่อง	20.6	3.1	500
ตับ	22.1	4.7	615

ที่มา : สัตยชัย (2543)

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติทางด้านเคมีของเนื้อไก่ส่วนอก (ร้อยละ)

องค์ประกอบทางด้านเคมี	ปริมาณ
ความชื้น	73.9
โปรตีน	23.6
ไขมัน	3.6
เถ้า	1.0

ที่มา : กองโภชนาการ (2535)

น้ำแข็ง (ice) มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการสับผสม ทำให้เกล็ด และส่วนผสมอื่นๆ ละลาย และกระจายตัวได้ดี อิมัลชันคงตัว ช่วยให้การบรรจุง่าย ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเนื้อเหนียวและนุ่ม (เขาวลัทธิ, 2536)

แป้งมันสำปะหลัง (cassava starch) มันสำปะหลังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ไทยส่วนใหญ่หัวมันที่ผลิตได้จะถูกนำไปสกัดทำเป็นแป้งมัน ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมหลายประเภท แต่เนื่องจากอุตสาหกรรมแต่ละประเภทต้องการแป้งมันที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ดังนั้น จึงต้องทำการแปรรูปแป้งมัน (modified starch) เพื่อให้มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้ในอุตสาหกรรมแต่ละประเภท การเติมแป้งมันเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติด้านเนื้อสัมผัส เพิ่มความสามารถในการจับน้ำ ลดเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักในขณะทำให้สุก ไม่ทำให้เกิดสีที่ผิดปกติแก่ผลิตภัณฑ์ (สุวรรณศรี, 2547)

เกลือ (salt) เกลือแกงที่ใช้กันอยู่ทั่วไปทุกครัวเรือน มีชื่อทางเคมีว่า โซเดียมคลอไรด์ และมีสูตรทางเคมี คือ NaCl สารนี้มนุษย์รู้จักนำมาปรุงอาหารตั้งแต่โบราณกาลแล้ว ไม่เพียงแต่ปรุงอาหารยังใช้ในการถนอมอาหาร การใช้เกลือในผลิตภัณฑ์เนื้อเพื่อช่วยให้เกิดการเชื่อมติดกันของผลิตภัณฑ์ (product binding) ช่วยในเรื่องกลิ่นรส (flavor) และรักษาผลิตภัณฑ์ไม่ให้น่าเสีย หน้าที่

ของเกลือ คือ สกัดสารละลายโปรตีนจากเส้นใยกล้ามเนื้อ (myofibrillar protein) ซึ่งโปรตีนที่ละลายออกมาจะเป็นตัวเชื่อมระหว่างไขมันกับน้ำ และเมื่อให้ความร้อน ไขมัน น้ำ และส่วนผสมอื่นๆ จะถูกล้อมรอบด้วยโปรตีนเมื่อแข็งตัวก็จะให้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ตัว (stable products) ซึ่งจะทำให้ลดการสูญเสียน้ำหนักระหว่างให้ความร้อน ทั้งยังทำให้คุณภาพและลักษณะของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น (สุวรรณศรี, 2547) โดยจะใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์อิมัลชันในช่วงร้อยละ 2-3 เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีรสชาติที่ไม่เค็มมาก (เขวาลักษณ์, 2536)

ฟอสเฟต (phosphate) ช่วยให้ผลิตภัณฑ์อิมัลชันมีความเหนียวและปรับปรุงความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ของเนื้อสัตว์ได้ดี ผลิตภัณฑ์มีความชื้นและไขมันคงตัวดีขึ้นขณะต้มหรือรมควัน ผลิตภัณฑ์ไก่ข่อยหรือไส้กรอกที่มีการผสมฟอสเฟตจะมีลักษณะเนื้อแน่น แต่ถ้าใส่มากเกินไปจะมีกลิ่นรสคล้ายสบู่ จึงเป็นการจำกัดระดับการใช้ฟอสเฟตในปริมาณสูง สารประกอบฟอสเฟตพวก alkaline phosphate เท่านั้นที่เหมาะสมต่อการใช้เพื่อปรับปรุงความสามารถในการอุ้มน้ำ เพราะ acid phosphate จะทำให้ pH ของเนื้อลดลง และจะทำให้เนื้อเกิดการหดรัด นอกจากนี้มีการใช้สารพวก Tripoly phosphate ร่วมกับสารประกอบฟอสเฟตที่ออกฤทธิ์เป็นด่าง เพราะจะมีปฏิริยาเสริมร่วม (synergistic) ทำให้มีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อเพิ่มขึ้น (Somboonpanyakul *et. al.*, 2007)

กฎหมายกำหนดให้มีการเติมฟอสเฟตได้โดยให้มีเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายได้ไม่เกินร้อยละ 5.0 ในขณะที่เนื้อจะมีฟอสเฟตในธรรมชาติอยู่ประมาณร้อยละ 0.01 ดังนั้น การใช้สารเหล่านี้ในระหว่างการหมักต้องหักลบออกด้วย (เขวาลักษณ์, 2536) และตามสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเลขที่ 1332 (2549) เรื่องไก่ข่อยได้กำหนดการใช้ฟอสเฟตในรูปของ โมโน-ได- และ โพลีของเกลือโซเดียมหรือโพแทสเซียมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันในผลิตภัณฑ์สำเร็จ (คำนวณเป็น P_2O_5 จากฟอสฟอรัสทั้งหมด) ต้องไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยฟอสเฟตที่เติมลงไปจะมีหน้าที่ดังนี้

- เพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) โดยมีผลทำให้เส้นใยโปรตีน ยึดตัวล้อมรอบโมเลกุลน้ำ พบว่าเกลือของกรดอ่อนให้คุณสมบัติได้ดี คือ โซเดียมฟอสเฟต (sodium phosphate)

- เพิ่มความนุ่ม โดยฟอสเฟตเป็นตัวที่ทำให้ค่า pH ของเนื้อเพิ่มขึ้น และช่วยให้โปรตีนของกล้ามเนื้อคลายตัว เนื่องจาก actomyosin แยกจากกันเป็น actin และ myosin สารฟอสเฟตที่ใช้ในด้านนี้ คือ พวกไพโรฟอสเฟต (pyro phosphate)

- เพิ่มรสชาติ โดยทำให้โมเลกุลของเนื้อสานกันเป็นตาข่าย สามารถกันไม่ให้เลือด และของเหลวในเนื้อไหลออกมา จึงมีรสชาติดีขึ้น

- ช่วยให้โมเลกุลยึดเกาะกันได้ดี โดยการดึงโมเลกุลโปรตีนที่ละลายน้ำได้มารวมตัวกัน ทำให้เนื้อเหนียว และยืดหยุ่นดีขึ้น นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

- ช่วยให้อัตราการหายใจดีขึ้น โดยทำหน้าที่ควบคุม pH ให้อยู่ในช่วง pH 6.0-6.6 จึงทำให้เนื้อที่มีสีแดงสดคงทนดีขึ้น (เขาวลัษณ์, 2536)

น้ำตาล (sugar) หรือสารให้ความหวานที่เติมลงในผลิตภัณฑ์ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดรสชาติในผลิตภัณฑ์อาหาร น้ำตาลมีบทบาทในการป้องกันและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ แต่ปริมาณที่ใช้ในการหมักเนื้อต่ำเป็นส่วนช่วยทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ดี และสามารถสร้างกลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์ น้ำตาลมีผลทำให้รสชาติอ่อนนุ่มขึ้น โดยที่น้ำตาลจะไปลดความเค็มที่มีผลต่อเกลือ และป้องกันน้ำบางส่วนจากเนื้อที่จะดึงออกมา ทำให้ความชื้นบางส่วนไม่สูญเสียไป เนื้อมีรสชาติดีขึ้นและไม่แห้งแข็งกระด้าง (เขาวลัษณ์, 2536)

พริกไทยดำ (black pepper) จัดเป็นเครื่องเทศที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมานานแล้ว มนุษย์รู้จักนำไปใช้ประโยชน์ในหลายรูปแบบ โดยเอาผลดิบมาทำแห้งได้เป็นพริกไทยดำหรือเอาผลสุกมาลอกเปลือกผลออกก่อนนำไปทำแห้งจะได้พริกไทยขาว นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาการนำไปใช้ประโยชน์หลายรูปแบบ คือ ทำพริกไทยเขียว พริกไทยป่น และยาหลายชนิดทางการแพทย์พบว่า พริกไทยสามารถกระตุ้นการทำงานของระบบย่อยอาหารโดยเร่งการขับน้ำลายและน้ำย่อยได้ พริกไทยขาว และพริกไทยดำ ใช้ในการปรุงแต่งรสชาติอาหารทั้งในรูปแบบเม็ดหรือบดให้ละเอียดก่อน ในยุโรปและอเมริกามักใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยพริกไทยดำ จะใช้มากในอาหารพวกเนื้อซึ่งเป็นเครื่องเทศที่ให้กลิ่นรสเฉพาะตัวทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นที่ น่ารับประทาน และดับกลิ่นคาว ส่วนพริกไทยขาวมักใช้ในกรณีที่ไม่ต้องการให้เห็นผงสีดำในอาหารนั้น (สุวรรณศรี, 2547)

กระเทียม (garlic) นับเป็นพืชที่มีความสำคัญกับชีวิตความเป็นอยู่ของสังคมไทยอย่างมาก ชนิดหนึ่ง เนื่องจากนิยมนำมาใช้ประกอบอาหารเกือบทุกชนิดมักจะมีกระเทียมเป็นส่วนประกอบอยู่เสมอ เพราะช่วยปรุงแต่งกลิ่นรส และรสชาติของอาหารให้น่ารับประทานมากยิ่งขึ้น และเป็นเครื่องเทศที่ให้กลิ่นเฉพาะตัว สามารถดับกลิ่นคาวของไก่ และยังมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย และให้โทษแก่มนุษย์ โดยกระเทียมจะมีอัลลิซินซึ่งเกิดเมื่อกระเทียมถูกบดหรือได้รับการกระทบกระเทือนจะเกิดปฏิกิริยาโดยมีเอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะเกิดเป็นสารน้ำมันหอมระเหยที่เรียกว่า อัลลิซิน (ปาริชาติ, 2542) นอกจากนี้กระเทียมยังมีคุณสมบัติเป็นยาสมุนไพร มีสรรพคุณใช้บำบัด และป้องกันโรคต่างๆ ได้หลายโรค เช่น รักษาไข้หวัด ขับเสมหะ แก้ไอ รักษาโรคไอกรน แก้โรคหืดและโรคหลอดลม รักษากลากเกลื้อน จุกเสียด การชัก ลดความดันโลหิต ลดน้ำตาลในเลือด ทำลายเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดฝีและหนอง (สมพร, 2542)

ผงชูรส (monosodium glutamate) มีวัตถุประสงค์เพื่อนำรสชาติให้แก่อาหารแต่ควรให้อยู่ในขอบเขตร้อยละ 0.05-0.5 โดยน้ำหนักอาหาร ผงชูรสจะช่วยส่งเสริมรสชาติของอาหารได้ดี เช่น ช่วยให้ไก่มีรสมากขึ้น ทำให้อาหารของผักเหมือนผักสด เน้นรสหวานของเนื้อเค็ม นอกจากนี้ยังทำให้รู้สึกว่าการรับประทานอาหารอย่างลดน้อยลง ได้แก่ ความฉุนของหัวหอม กลิ่นคาวของเนื้อสัตว์ดิบ และกลิ่นของผักดิบ กลิ่นข้าวต้ม (สุวรรณศรี, 2547)

ไขมัน (fat) เป็นส่วนผสมที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตใช้ได้ทั้งไขมันพืชและสัตว์ พบว่าการใช้ไขมันร้อยละ 30 มีผลทำให้ไส้กรอกมีลักษณะปรากฏ กลิ่น สีและการยอมรับที่ดีที่สุดโดยทำให้ไส้กรอกมีความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และรสชาติดีแต่ผลิตภัณฑ์มีสีจางลง (เขาวัดกัน, 2536) ผลของไขมันที่มีต่อผลิตภัณฑ์สามารถสรุปได้ ดังนี้

- ผลของการลดปริมาณไขมันต่อคุณภาพของอาหาร ซึ่งไขมันเป็นองค์ประกอบของอาหาร ช่วยให้คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส และลักษณะทางกายภาพ ด้านกลิ่นรสหรือความรู้สึกระหว่างอยู่ในปาก รสชาติ และกลิ่นรสที่ดี ไขมันทำให้อาหารมีลักษณะปรากฏที่ดี มีความน่ารับประทาน เนื้อสัมผัสดี คือ มีความนุ่ม เกิดการหล่อลื่นและช่วยให้รู้สึกลื่นเร็ว ไขมันทำหน้าที่เป็นสารตัวนำในการพัฒนากลิ่นรสของสารพวก lipophilic และมีบทบาทเป็นแหล่งวิตามินที่ละลายได้ในไขมัน กรดไขมันที่จำเป็น และเป็นแหล่งพลังงาน ไขมันมีค่าพลังงาน 9 กิโลแคลอรีต่อกรัม (สุวรรณศรี, 2547)

- ผลของไขมันต่อกลิ่นรส ไขมันเป็นแหล่งกลิ่นรสในเนื้อสัตว์ โดยมีความสำคัญต่อกลิ่นรสของสัตว์แต่ละสายพันธุ์ เช่น กลิ่นรสของวัว หมู ไก่ ไก่วง และลูกแกะ กลิ่นรสเฉพาะนี้เกิดจากส่วนประกอบไขมัน ทำให้กลิ่นรสมีความสมดุล ไขมันทำหน้าที่เป็นสารตั้งต้นในการเกิดกลิ่นรส โดยทำปฏิกิริยากับโปรตีน และสารประกอบอื่นขณะให้ความร้อน ไขมันยังทำหน้าที่กักเก็บกลิ่นรส และช่วยเสริมกลิ่นรส สามารถทำหน้าที่ปลดปล่อยกลิ่นรสขณะที่ไขมันละลาย และให้กลิ่นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ไขมันยังช่วยบดบังกลิ่นรสที่ผิดปกติ ไขมันทำหน้าที่ให้ความรู้สึกลื่นทางปาก และให้ความมัน การเปลี่ยนแปลงชนิดของไขมันและปริมาณของไขมันในผลิตภัณฑ์มีผลต่อความเข้มข้น และอัตราการเคลื่อนที่ของโมเลกุลสารให้กลิ่นรสเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ส่วนผสมบางชนิด เช่น เกลือ เครื่องเทศ สารให้กลิ่นรส เพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์ลดไขมัน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง interaction ของสารประกอบกลิ่นรสที่ระเหยได้ (สุวรรณศรี, 2547)

- ผลของไขมันต่อลักษณะเนื้อสัมผัส คุณลักษณะเนื้อสัมผัสที่เกิดจากโครงสร้างตาข่ายระหว่างไขมัน และโปรตีน มีความสำคัญต่อการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของโปรตีนในการเกิดโครงสร้างตาข่าย ได้แก่ ความเข้มข้นของโปรตีน ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความแรงของไอออน และการให้ความร้อน ดังนั้นการลดปริมาณไขมันในระบบอาหารจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหยาบ แข็งเพิ่มขึ้น และความชุ่มฉ่ำลดลง การลดปริมาณไขมันต่ำกว่าร้อยละ 10 จะส่งผลกระทบต่อลักษณะเนื้อสัมผัส ค่าความแน่นเนื้อ และการยืดเหนียว เพราะการลดระดับไขมันเป็นสาเหตุให้เกิดการแตกเป็นชิ้นเล็กๆ ได้ง่าย (สุวรรณศรี, 2547)

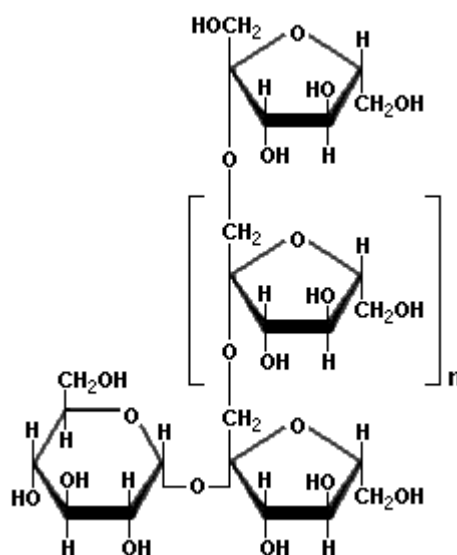
ดังนั้นการลดปริมาณไขมันจึงจำเป็นต้องเลือกสารที่จะนำมาทดแทนไขมัน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพคล้ายหรือใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์เดิม ซึ่งสารทดแทนไขมันส่วนใหญ่นิยมใช้

สารประเภทคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ผลที่ได้มักให้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ค้อยกว่าผลิตภัณฑ์เดิม

2.3 อินูลิน (inulin)

อินูลิน (inulin) เป็นเชื้อใยอาหารคาร์โบไฮเดรตที่จัดอยู่ในกลุ่ม fructo-oligosaccharides หรือที่เรียกว่า fructan ซึ่งไม่ถูกย่อยสลายด้วยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ซูเครส และมอลเทส จึงทำให้ผ่านลำไส้เล็กไปยังลำไส้ใหญ่ได้โดยไม่ถูกย่อย และไม่ถูกดูดซึม อินูลินมีอยู่ในผัก และผลไม้มากกว่า 3,600 ชนิด โดยเฉพาะผักในตระกูล chicories เช่น ชิคอรี (chicory) พืชในตระกูลหอม เช่น หอมหัวใหญ่ หัวกระเทียม และกลั้ว เป็นต้น (Kathy, 1999)

2.3.1 โครงสร้างของอินูลิน ประกอบด้วยโมเลกุลของฟรุกโตสมาจับกันเป็นสายโซ่ตรง (linear chain) ที่ตำแหน่ง β (2-1) เกิดเป็น β - D - (2-1) fructosyl - fructose linkage โดยที่ตำแหน่งปลายสุดจะจับกับโมเลกุลของกลูโคส ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 สูตรโครงสร้างโมเลกุลของอินูลิน

ที่มา : Phillips and Williams (2000)

2.3.2 คุณสมบัติของอินูลิน เป็นผงสีขาว สามารถดูดความชื้นได้สามารถละลายในน้ำและจะละลายได้ดีขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ให้สารละลายที่มีความใส แต่ละลายได้เพียงเล็กน้อยในน้ำเย็น (Phillips and Williams, 2000) ถ้าใช้อินูลินร้อยละ 5-10 สารละลายที่ได้จะไม่เกิดเจล หลังจากที่ได้ให้ความร้อน และทำให้เย็นแต่ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของอินูลินจะเกิดเจลได้มากขึ้นซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 60-70 องศาเซลเซียส และถ้าใช้อุณหภูมิสูงเกิน 80 องศาเซลเซียส เจลอินูลินที่ได้ไม่

แข็งแรง พันธะจะสั้นลงทำให้เกิดการคายน้ำ (Kim *et al.*, 2001) ค่าความหนืดของอินูลินขึ้นกับความเข้มข้นที่ใช้โดยที่ความเข้มข้นร้อยละ 1-10 จะมีความหนืดเพียงเล็กน้อย เมื่อความเข้มข้นร้อยละ 11-30 จะมีความหนืดเพิ่มขึ้นจนข้น (thickening) แต่ยังไม่เกิดการฟอรั่มเจล โดยการฟอรั่มเจลของอินูลินจะเกิดเมื่อมีการกระจายตัวของอนุภาคอินูลินร้อยละ 30 โดยจะรวมตัวกับน้ำแล้วเริ่มเกิดเจลที่มีลักษณะเป็นครีมคล้ายไขมัน และที่ระดับ อินูลินร้อยละ 50 เจลของอินูลินจะแข็ง แต่ยังให้ความรู้สึกเหมือนไขมันเมื่อสัมผัส (Phillips and Williams, 2000)

คุณสมบัติของอินูลินที่นำมาใช้ในการทดลอง มีชื่อทางการค้าว่า “ Frutafit HD ” ซึ่งคุณสมบัติต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.3 และ 2.4

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางเคมีของอินูลิน

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
ปริมาณน้ำหนักแห้ง	ร้อยละ 95 – 99
คาร์โบไฮเดรตโดยน้ำหนักแห้ง	น้อยกว่าร้อยละ 99
อินูลิน	ร้อยละ 90 – 95
โมโนและไดแซคคาไรด์	ร้อยละ 5 – 10
ปริมาณเถ้าโดยน้ำหนักแห้ง	น้อยกว่าร้อยละ 0.2
ความยาวของ chain เฉลี่ย	9 – 12 โมโนเมอร์

ที่มา : Sensus Company (2004)

ตารางที่ 2.4 คุณสมบัติทางด้านกายภาพของอินูลิน

คุณลักษณะของอินูลิน	คุณสมบัติ
ลักษณะปรากฏ	เป็นผงสีขาว
ขนาดอนุภาค	สูงสุดร้อยละ 10 มีขนาดมากกว่า 10 ไมโครเมตร
ความสามารถในการละลาย	ดี
ความสามารถในการดูดซับน้ำ	10 – 20 วินาที
รสชาติ	หวานเล็กน้อย
ความหนาแน่น	550 ± 100 กรัมต่อลิตร

ที่มา : Sensus Company (2004)

2.3.3 คุณสมบัติเชิงหน้าที่ และการประยุกต์ใช้อินูลินในอุตสาหกรรมอาหาร คือ สารทดแทนไขมัน สารทดแทนไขมันส่วนใหญ่จะไม่ช่วยในด้านเนื้อสัมผัสของอาหาร ซึ่งอินูลินสามารถปรับปรุงลักษณะการไหลของอาหารเมื่อใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และให้เนื้อสัมผัสที่ดี นอกจากนี้ยังสามารถเกิดเจลได้ลักษณะเหมือนครีมข้น และเหมือนไขมันเมื่อละลายในน้ำ น้ำจะจับแน่นในเจลแสดงถึงความคงตัวของการแช่แข็ง และการละลายได้สูงสุด และยับยั้งการคายน้ำ (syneresis) (Phillips and Williams, 2000)

Mendoza *et al.*, (2001) ได้ศึกษาการนำอินูลินมาใช้ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้ง เพื่อศึกษาผลของการลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งที่มีผลต่อเนื้อสัมผัส และการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้ง ในอุตสาหกรรมอาหารทั่วไป โดยทำการเตรียมตัวอย่างไส้กรอกหมักแห้งโดยใช้ปริมาณไขมันที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ ไขมันสูง (high fat) ไขมันปานกลาง (medium fat) และไขมันต่ำ (low fat) การลดปริมาณไขมันโดยการลดปริมาณไขมันหมูที่ใช้ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้ง โดยที่ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งไขมันปานกลางจะมีไขมันร้อยละ 50 และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งที่มีไขมันต่ำร้อยละ 25 ตามลำดับ ซึ่งในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกนี้จะมีส่วนผสมดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งที่มีระดับไขมันต่างกัน

ส่วนผสม	ระดับไขมัน		
	ไขมันสูง	ไขมันปานกลาง	ไขมันต่ำ
ไส้กรอกหมักแห้ง			
เนื้อหมู	56.0	62.3	65.4
เนื้อวัวไม่มีมัน	12.0	18.2	21.3
ไขมันหมู	25.0	12.5	6.3
เกลือและเครื่องเทศ	7.0	7.0	7.0

ที่มา : Mendoza *et al.*, (2001)

จากนั้นทำการผลิตผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งโดยใช้อินูลินทดแทนไขมันในสูตรผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งที่มีไขมันต่ำโดยใช้อินูลินที่ระดับร้อยละ 7.5-14 และประเมินผล การทดลองโดยการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี วิเคราะห์คุณภาพทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส และการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า การลดไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งโดยใช้อินูลินทดแทนไขมัน มีผลทำให้ปริมาณของไขมันและพลังงานลดลงในขณะที่เยื่อใยอาหารในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งเพิ่มขึ้น การเติมอินูลินในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งสามารถลดปริมาณไขมันลงได้จากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งไขมันต่ำร้อยละ 11- 16 ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้ง เมื่อทดแทนไขมันด้วยอินูลินทำให้มีพลังงานลดลงจาก 392 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัมเป็น

265 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม และเมื่อใช้อินูลินทดแทนไขมันในระดับร้อยละ 7.5, 12.0, 12.5 และ 14 ทำให้มีปริมาณเชื้อใยอาหารเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 11.8, 9.3, 16.9 และ 15.6 ตามลำดับ

การใช้อินูลินทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งเมื่อนำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า เมื่อใช้อินูลินทดแทนไขมันทำให้ความชุ่มน้ำและความนุ่มของไส้กรอกแห้งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ คือ ความชุ่มน้ำของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งที่มีไขมันสูงจะมีความชุ่มน้ำสูง ที่สุดแต่ไส้กรอกหมักแห้งที่ทดแทนไขมันด้วยอินูลินไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งที่มีไขมันต่ำ ในด้านความนุ่มผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งไขมันต่ำที่ไม่ใช้อินูลินทดแทนไขมันมีความนุ่มต่ำที่สุด แต่ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งไขมันสูง และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ทดแทนไขมันด้วยอินูลินมีความนุ่มไม่ต่างกันทางสถิติ การยอมรับรวมของผู้ชิมที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนยอมรับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งที่มีไขมันสูงมากกว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งที่ทดแทนไขมันด้วยอินูลิน และผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งที่มีไขมันต่ำ แต่การยอมรับของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งที่ทดแทนไขมันด้วยอินูลินและผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งที่มีไขมันต่ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และจะเห็นได้ว่าการใช้อินูลินทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งนั้นจะไม่มีผลทำให้เกิดความแตกต่างในด้านกลิ่น เนื้อสัมผัส และความเค็มของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้ง ส่วนการยอมรับในด้านสีของผลิตภัณฑ์นั้น พบว่าผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งที่มีไขมันสูงมีการยอมรับสูงที่สุดแต่ก็ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งที่ใช้อินูลินทดแทนไขมันร้อยละ 12.5 ในด้านรสชาติเมื่อพิจารณาโดยรวมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากผลที่ได้จะเห็นว่าเมื่อใช้อินูลินทดแทนไขมันในระดับร้อยละ 12.5 จะมีการยอมรับในด้านต่างๆ ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งไขมันสูง ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ได้จากการวิเคราะห์ พบว่าการใช้อินูลินทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งไม่ทำให้เกิดความแตกต่างในด้านความเหนียวคล้ายยาง (gumminess) และการเคี้ยว (chewiness) ส่วนในด้านความแข็ง (hardness) และ ความยืดหยุ่น (springiness) นั้นการเติมอินูลินทำให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งมีความแข็งเพิ่มขึ้นจากไส้กรอกหมักแห้งไขมันสูงแต่ไม่ต่างจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งไขมันต่ำ ความยืดหยุ่นเมื่อใช้อินูลินทดแทนไขมันจะไม่แตกต่างกันทางสถิติจากผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งไขมันสูง การยึดติดกัน (adhesiveness) จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อใช้อินูลินเพิ่มขึ้น

Mendoza *et al.*, (2001) ได้สรุปว่า การยอมรับของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกหมักแห้งไขมันต่ำจะมีการยอมรับในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันเฉลี่ยร้อยละ 40-50 ของไขมันทั้งหมด การใช้อินูลินทดแทนไขมันสามารถลดแคลอรีของผลิตภัณฑ์ได้ร้อยละ 30 และทำให้ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่มีอินูลินทดแทนไขมันทำให้มีเชื้อใยอาหารเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของอาหารอีกทางหนึ่ง นอกจากนั้นยังช่วยเพิ่มเชื้อใยอาหาร ซึ่งอินูลินเป็นเชื้อใยอาหารแบบพรีไบโอติก (prebiotic) มีผลช่วยส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ และยังช่วยให้ระบบ

จับถ่ายทำงานดีขึ้นทั้งยังสามารถจับกับโคเลสเตอรอล และสารก่อมะเร็งที่สะสมอยู่ในลำไส้ได้โดยจับถ่ายไปพร้อมอุจจาระ เชื้อใยอาหารสามารถช่วยพัฒนาการจับถ่าย ซึ่งช่วยเพิ่มปริมาณอุจจาระได้ เป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่มีผลต่อการจับถ่ายง่าย (Kathy, 1999)

2.4 ลูกตำรอง

ตำรองเป็นพืชสมุนไพร พบในภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ของประเทศไทยนอกจากนั้นยังพบในประเทศลาว กัมพูชา เวียดนาม และอินโดนีเซีย สามารถขยายพันธุ์ได้โดยการตอนกิ่ง ตัดชำ ติดตาเสียบกิ่ง หรือ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (มานิชญ์ และคณะ, 2547) ผลตำรองมีลักษณะเป็นผลแห้ง เมื่อนำมาแช่น้ำ พบว่า เนื้อของผลตำรองจะมีลักษณะคล้ายวุ้น ซึ่งเป็นผลมาจากคุณสมบัติในการดูดน้ำไว้ในโครงสร้างของเนื้อลูกตำรอง โดยทั่วไปนิยมนำผลตำรองมาผลิตเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ แก้อ่อนในให้ความชุ่มชื้น แก้อา, หอบหืด แก้อาการแสบ แก้อาการปวดบวม (นันทวัน และ อรุณ, 2543) ผลตำรองมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบสูง เส้นใยของเนื้อตำรองมีความสามารถในการอุ้มน้ำสูงมาก มีคุณสมบัติเป็นกัมชนิดหนึ่ง (วรัญญา และ คณะ, ม.ป.ป.)



ภาพที่ 2.2 ลูกตำรองแห้ง

ที่มา : Somboonpanyakul *et al.* (2006)

2.4.1 ข้อมูลทั่วไป

ลักษณะทั่วไป เป็นไม้ต้น ขนาดใหญ่ สูง 45 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มกลมรูปกรวย กิ่งก้านมักแตกออกรอบต้น ณ จุดเดียวกันแล้วจะปลิดกิ่งลงหลังส่งยอดสูงขึ้นไป คล้ายเป็นชั้น ๆ แบบฉัตร โคนมีพูพอน เปลือกนอก สีเทา มีรอยแผลเป็นทั่วไปอันเกิดจากก้านใบปลิดร่วงไป เปลือกในสีชมพู มีเส้นตามยาวผสมใบ ใบเดี่ยว เริ่มต้นที่ใบอ่อนผลิใหม่สีแดงเรื่อๆ สดใสเป็นใบประกอบแบบ

นิ้วมือ 3 แฉกชัดเจน ใบแก่ยาว 15 - 25 เซนติเมตร เนื้อใบบาง กลี้งเป็นมันทั้งสองด้าน เส้นกลางใบแต่ละแฉกชัดเจน มีเส้นแขนงใบแฉกละไม่น้อยกว่า 12 เส้น โคงีเรียวสวยงามจรดขอบใบ ก้านใบยาว 15 - 20 เซนติเมตร กลี้งกลม ดอกสีเขียวย่อ่น กลีบรองดอกมีขนสีแดง ผลรูปกระสวย เมล็ดสีน้ำตาลเมื่อแช่น้ำจะพองตัวคล้ายวุ้น มีปีกขนาด 14 - 22 เซนติเมตร กว้าง 3 - 5 เซนติเมตร ปีกมีลายเส้นชัดเจน ระยะเวลาในการออกดอกและเป็นผลไม่แน่นอน (นิรนาม, 2547)

ชื่อไทย : ตำรอน

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Scaphium scaphigerum* (G. Don) , *Scaphium macropodum* Beaum.

ชื่อสามัญ : Malva nut

ชื่อวงศ์ : STERCULIACEAE

ชื่อสกุลไม้ : พงทะลาย *Scaphium* Schott & Endl.

ชื่อพื้นเมือง : พงทะลาย (จันทบุรี)

ลักษณะโดยทั่วไป : เป็นไม้ยืนต้นไม่ผลัดใบ ขนาดใหญ่ สูง 30 - 40 เมตร

ลักษณะลำต้น : ลำต้นกลมตรงแตกกิ่งก้านสาขาเฉพาะเรือนยอด

2.4.2 คุณสมบัติของลูกตำรอนทางกายภาพ ผลแห้งจะมีลักษณะกลม ยาวรี ผิวขรุขระสีน้ำตาล น้ำหนักผลประมาณ 1.5 กรัม ขนาดผลแห้งประมาณ 25×15 มิลลิเมตร อัตราส่วนของเปลือก : เนื้อ : เมล็ด 1 : 9 : 15 โดยน้ำหนักตามลำดับ ความชื้นร้อยละ 10 - 12 เนื้อมีลักษณะเป็นชิ้นบางๆ สีน้ำตาลหุ้มรอบเมล็ด เนื้อตำรอนพองตัวได้ดีในน้ำ ความสามารถในการดูดซับน้ำประมาณ 40 - 45 มิลลิกรัมต่อกรัม

2.4.3 องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อตำรอน ซึ่งเนื้อตำรอนจัดเป็นสารพวกมิวซิเลจ ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส ไซโลส อราบิโนส แรมโนส ในอัตราส่วน 1.07 : 0.26 : 1.7 : 1.0 ตามลำดับ ผลตำรอนประกอบด้วยสารเมือกประเภท bassorin มีปริมาณร้อยละ 59 และมีสารพวก theobromine และ caffeine เล็กน้อย และตรวจพบสารประเภทแทนนินในเนื้อตำรอนด้วย นอกจากนี้ ยังมีการตรวจวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อตำรอน โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.) ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 แสดงองค์ประกอบทางเคมีและปริมาณแร่ธาตุในเนื้อลูกสำรอง

องค์ประกอบ	ปริมาณ
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	62.90
โปรตีน (ร้อยละ)	9.50
ไขมัน (ร้อยละ)	0.11
กาก (ร้อยละ)	3.97
เถ้า (ร้อยละ)	8.01
โซเดียม (มิลลิกรัม)	0.12
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	0.41
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	0.25
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	0.20
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.007
ตะกั่ว (มิลลิกรัม)	0.0009
อาร์เซนิก (มิลลิกรัม)	0.0005
พลังงาน (แคลอรี)	17,469.21

ที่มา : กองโภชนาการ, 2535

2.4.3 การใช้ประโยชน์จากสำรอง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

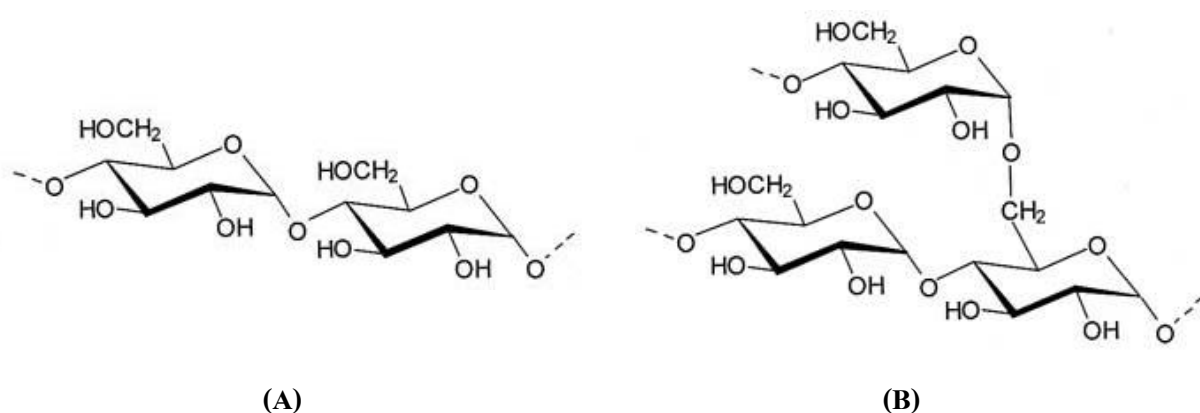
1) ประโยชน์ทางด้านอาหาร โดยสำรองมีเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกสีน้ำตาล ประกอบด้วยเยื่อใยชนิดละลายน้ำได้ ประเภทสารเมือก มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำได้ดี เมื่อดูดซับน้ำจะพองตัวออก มีลักษณะเหมือนวุ้นยืดหยุ่นคล้ายไขมัน เปลือกหุ้มเมล็ด เมื่อนำไปแช่น้ำจะพองเป็นวุ้นใช้รับประทานเป็นขนมหวานของชาวชนบทในอดีต โดยนำมาชงกับน้ำตาลทรายแดง หรือน้ำเชื่อม ช่วยดับกระหายในยามร้อนได้ดี นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่า ชาวซาอุดีอาระเบียก็รับประทานผลสำรอง โดยนำไปแช่น้ำให้พอง แล้วเติมนม พริกแห้งและน้ำมันงา เป็นอาหารเสริมสุขภาพอย่างหนึ่ง ผลสำรองฟอกสีเพื่อทำรังนกเทียม ใช้แทนรังนก (กองโภชนาการ, 2535) และจากการผลการศึกษาของ ประภาศรี และคณะ (2549) ศึกษาการใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมุย โดยศึกษาอัตราส่วนของเนื้อลูกสำรองที่เหมาะสมในการใช้ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมุย ซึ่งแปรอัตราส่วนของน้ำหนักเนื้อลูกสำรองต่อไขมันเป็น 4 สูตร คือ 0 : 3 (สูตรควบคุม) 1 : 2, 2 : 1 และ 3 : 0 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยการวัดความแน่นเนื้อ (firmness) ความสามารถในการอุ้มน้ำ และความคงตัวของอิมัลชัน และประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ผลการทดลองพบว่าอัตราส่วนของเนื้อลูกสำรองต่อไขมันที่เหมาะสม คือ 2 : 1 นำมาศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพบว่าผลิตภัณฑ์มี

ปริมาณไขมันต่ำกว่าสูตรควบคุมร้อยละ 11.20 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเนื้อลูกสำรองสามารถนำมาใช้เป็นสารทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมุยลดไขมันได้

2) ประโยชน์ทางด้านยา ส่วนที่ใช้เป็นสมุนไพรและมีสรรพคุณคือ เปลือกหุ้มเมล็ดที่ผ่านการแช่น้ำจนพองเต็มที่ มีลักษณะคล้ายวุ้น ขยายขนาดขึ้นจากเดิมประมาณ 5-10 เท่าตัว (เมล็ดที่แก่เต็มที่) ตำรอน จัดเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยา คือ ใช้รับประทานแก้ร้อนใน กระหายน้ำ และช่วยขับเสมหะได้ดี ลดเบาหวาน ลดความดันโลหิต ช่วยเรื่องขับถ่าย ลดอัตราความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ ช่วยเคลือบกระเพาะอาหาร ช่วยสมานลำไส้มีเยื่อใยสูง จึงเหมาะสำหรับคนที่ต้องการลดน้ำหนัก ใช้รับประทานเป็นยาแก้ไข้ หอบหืด แก้ท้องเดิน และลดอาการอักเสบ แก้อาการเมารถเมาเรือ ในจีน ฮองกง ไต้หวัน ใช้ผลสำรองร่วมกับชะเอม แก้เจ็บคอ (พเยาว์, 2529)

2.5 สตาร์ชและอนุพันธ์ (starch and derivatives)

สตาร์ชและอนุพันธ์ของสตาร์ชที่พบในพืชแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะ คือ มีโครงสร้างทางเคมีแตกต่างกัน และเมื่อสตาร์ชจะมีขนาดรูปร่าง ส่งผลให้คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพแตกต่างกัน (นิธิยา, 2545)



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของอะมิโลส (A) และโครงสร้างอะมิโลเพคติน (B)

ที่มา : กล้าณรงค์และเกื้อกุล (2543)

ภายในเมล็ดสตาร์ชประกอบด้วยโพลีเมอร์กลูแคน 2 ชนิด คือ อะมิโลส (amylase) เป็นโพลีเมอร์สายยาวของ α -(1-4) กลูแคน และอะมิโลเพคติน (amylopectin) เป็นสารแขนงที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และมีน้ำหนักโมเลกุลค่อนข้างสูง ต่อกันด้วยพันธะ α -(1-4) เป็นสายตรงและมีพันธะ α -(1-6) เป็นสายแขนง (ภาพที่ 2.3) เม็ดสตาร์ชส่วนใหญ่จะมีอะมิโลสเป็นองค์ประกอบอยู่ภายในเม็ดสตาร์ชประมาณร้อยละ 20-39 และมีอะมิโลเพคตินประมาณร้อยละ 70-80 ข้าวโพดบางสายพันธุ์ที่

เมล็ดสตาร์ชประกอบด้วยอะมิโลเพกตินร้อยละ 100 และไม่มีอะมิโลสเลย เรียกว่า waxy maize (Wurzburg, 2000)

วัตถุดิบที่สำคัญของการผลิตสตาร์ช ได้แก่ มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าวสาลี ข้าวเจ้า มันฝรั่ง มันเทศและอื่นๆ โดยที่สตาร์ชธรรมชาติ (native starch) มีคุณสมบัติบางประการที่ไม่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร เช่น มีช่วงความหนืดที่แคบ มีความคงตัวต่ำในสภาวะที่เป็นกรดในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตหรือซอสมะเขือเทศ หรือในสภาวะที่มีการใช้ความร้อนสูง เช่น อาหารกระป๋อง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้ เพื่อเป็นการนำสตาร์ชธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จึงได้มีการดัดแปรคุณสมบัติบางประการให้ดีขึ้น เช่น ละลายได้ในน้ำเย็น ทนต่อการใช้ความร้อนสูงได้นานขึ้น ลดปริมาณการกินตัว ลดการจับน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ เพิ่มสมบัติการรวมตัวกับน้ำ เพิ่มเสถียรภาพของการแช่แข็ง-ละลายน้ำแข็ง ลดอุณหภูมิของการเกิดเจล เพิ่มความสามารถในการเป็นสารเพิ่มความหนืด และช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543)

สตาร์ชดัดแปร หรือสตาร์ชที่ผ่านกระบวนการ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำแป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งสาลี มาเปลี่ยนสมบัติทางเคมีและ/หรือทางกายภาพ จากเดิมด้วยความร้อน และ/หรือ เอนไซม์ และ/หรือ สารเคมีชนิดต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543) คุณลักษณะเกณฑ์ซึ่งบ่งต่างๆ ของสตาร์ชดัดแปรแต่ละประเภทจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ในแง่ของควมมีประจุของเมล็ดสตาร์ช ซึ่งโดยปกติเมล็ดสตาร์ชมีประจุเป็นกลาง ถ้ามีการปรับปรุงให้เมล็ดสตาร์ชมีประจุเป็นบวกหรือลบ ก็เป็นวิธีเพิ่มขอบเขตการใช้งานของสตาร์ชได้ จากเหตุผลดังกล่าวการดัดแปรสตาร์ชจึงเป็นวิธีการที่จะปรับปรุงคุณสมบัติของสตาร์ช เพื่อเพิ่มขอบเขตการใช้งานโดยวิธีการดัดแปรมีหลายวิธีซึ่งให้ผลต่างกันไป การเลือกชนิดของสตาร์ชและวิธีการดัดแปรขึ้นกับคุณสมบัติเฉพาะที่ต้องการ และต้นทุนของกรรมวิธีการดัดแปร โดยสตาร์ชที่นิยมนำมาทำเป็นสตาร์ชดัดแปรในประเทศไทย เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้แก่ สตาร์ชมันสำปะหลัง เนื่องจากหาซื้อได้ง่าย และมีราคาถูก (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543)

ตารางที่ 2.7 แสดงองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของสตาร์ชมันสำปะหลังคัดแปรรูป

องค์ประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
คาร์โบไฮเดรต	85.89
ความชื้น	13.00
ไขมัน	0.1
โปรตีน	0.1
เถ้า	0.2
เยื่อใย	0.2
สารประกอบอนินทรีย์	0.5
ฟอสฟอรัส	0.01

ที่มา : กล้าณรงค์และเกื้อกุล (2543)

การคัดแปรรูปสตาร์ชวิธีการต่างๆ มีผลกระทบต่อความแข็งแรงภายในเม็ดสตาร์ช, อุณหภูมิการเกิดเจลลิตในเซชัน การใช้ตัวทำละลายชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่น้ำจะมีผลต่ออุณหภูมิในการเกิดเจลลิตในเซชันได้เช่นกัน ตัวอย่างเช่น การเติมสาร Surfactant ประเภท potassium palmitate และ potassium stearate ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับโครงสร้างเกลียวคู่ (helix) ภายในเม็ดสตาร์ชสามารถป้องกันการแทรกตัวของโมเลกุลน้ำไม่ให้ผ่านเข้าไปในเม็ดสตาร์ชได้ ส่งผลให้อุณหภูมิในการเกิดเจลลิตในเซชันเพิ่มขึ้น ขนาดโมเลกุลของตัวทำละลายมีผลอย่างยิ่งต่อการเกิดเจลลิตในเซชันเช่น เมื่อใช้สารกลีเซอรอล เป็นตัวทำละลายสตาร์ชแทนน้ำ กลีเซอรอลซึ่งมีโมเลกุลขนาดใหญ่กว่าน้ำไม่สามารถแทรกตัวผ่านเข้าไปในเม็ดสตาร์ชได้ จึงต้องใช้พลังงานมากขึ้นในการทำให้สตาร์ชเกิดการพองตัว ส่งผลให้ช่วงอุณหภูมิการเกิดเจลลิตในเซชันเพิ่มสูงขึ้นด้วย (Wurzburg, 2000) ดังนั้นการเปลี่ยนตัวทำละลายสตาร์ชเป็นสารอื่นที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่กว่าน้ำ เม็ดสตาร์ชจะเกิดการพองตัวได้ต่ำลงที่อุณหภูมิเดียวกันกับที่ใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย

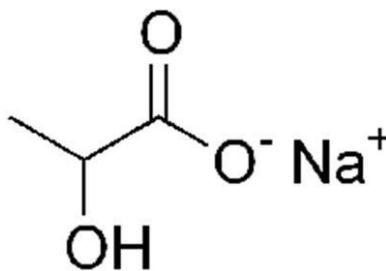
บทบาทของสตาร์ชต่อผลิตภัณฑ์ไก่ทอด คือ ช่วยปรับปรุงระบบการเกิดอิมัลชัน ช่วยเพิ่มความสามารถในการอุ้มน้ำ ลดการสูญเสียไขมันในขณะทำให้ผลิตภัณฑ์สุก และยังสามารถลดต้นทุนในการผลิตได้ สตาร์ชที่นำมาใช้ควรมีคุณสมบัติที่สามารถเกิดการพองตัวของเม็ดสตาร์ชในขั้นตอน การแปรรูปโดยการให้ความร้อน (gelatinization) ได้ง่าย ช่วยอุ้มน้ำหรือลดการสูญเสียไขมันในระหว่างกระบวนการผลิต การสับผสม การทำให้สุก การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ และสตาร์ชที่ดีต้องไม่ทำให้เกิดกลิ่นรสและสีที่ผิดปกติแก่ผลิตภัณฑ์ (คมคาย, 2540)

2.6 เกลือแลคเตท (Lactic acid salt)

เกลือแลคเตท จัดเป็นวัตถุเจือปนอาหารชนิดหนึ่งซึ่งวัตถุเจือปนอาหารตามความหมายของ ศิวาพร (2539) กล่าวว่า วัตถุเจือปน หมายถึงวัตถุที่ปกติมิได้ใช้เป็นอาหารไม่ว่าวัตถุนั้นจะมีคุณค่าทางอาหารหรือไม่ก็ตาม แต่ใช้เจือปนในอาหารเพื่อประโยชน์ทางด้านเทคโนโลยีการผลิต การบรรจุ การเก็บรักษา หรือการขนส่ง ซึ่งมีผลต่อคุณภาพมาตรฐานหรือลักษณะของอาหารและรวมถึงวัตถุที่มีได้ใช้เจือปนอาหาร แต่ใช้ร่วมกับอาหารเพื่อประโยชน์ข้างต้นด้วย

กรดแลคติก หมายถึง ของเหลวข้น มีกลิ่นกรด มีคุณสมบัติดูดความชื้น วัตถุประสงค์ของการใช้กรดแลคติกในอาหารนั้น ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อควบคุมความเป็นกรดของอาหาร หรือช่วยเพิ่มกลิ่นรสให้อาหาร กรดแลคติกยังเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่มีคุณสมบัติในการเป็นวัตถุกันเสียที่สำคัญชนิดหนึ่ง ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ โดยกรดแลคติกสร้างขึ้นโดยแลคติกแอซิดแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria) ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์อาหารหมักต่างๆ เช่น นม โยเกิร์ต และแพนเค้ก เป็นต้น ส่วนเกลือของกรดแลคติก คือ โซเดียมแลคเตท (Na-Lactate) มีชื่อสามัญ เรียกว่า แลคโกลิน (lactolin) หรือ lactic acid sodium salt มีสูตรโมเลกุล (molecular formula) คือ $C_3H_5O_3Na$ มีจุดหลอมเหลว 17 องศาเซลเซียส และจุดเดือดที่ 113 องศาเซลเซียส พบว่า มีประสิทธิภาพสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดที่สามารถสร้างสปอร์ได้ จุลินทรีย์ชนิดที่ก่อให้เกิดโรคในอาหาร และจุลินทรีย์ชนิดที่ทำให้อาหารเน่าเสียได้ (Grau, 1980)

กรดแลคติกและเกลือแลคเตทยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้อีกหลายชนิด การใช้กรดแลคติก และเกลือแลคเตทช่วยปรับความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์และให้กลิ่นรสแก่ผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆแล้ว ยังนิยมมาใช้เป็นวัตถุกันเสียอีกด้วย ตัวอย่างของอาหารที่ใช้ได้แก่ เครื่องดื่มต่างๆ เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ เป็นต้น กรดแลคติกและเกลือแลคเตทนั้นได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration) ว่าปลอดภัยที่จะใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้และ Acceptable Daily Intake ที่กำหนดโดย Joint FAO/WHO Expert Committees on Food Additives (1965, 1973) เป็น not limited นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับปริมาณการใช้โซเดียมแลคเตทเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารประเภทเนื้อไก่ และอาหารทะเล โดยสามารถใช้ได้ในปริมาณตั้งแต่ ร้อยละ 1-7 (Anders *et. al.*, 1987; Maas *et. al.*, 1989)



ภาพที่ 2.4 สูตรโครงสร้างของโซเดียมแลคเตท

ที่มา : Ander *et. al.*, (1987)

Williams and Phillips (1998) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ของโซเดียมแลคเตทในผลิตภัณฑ์อวกไก่ต้ม พบว่า เมื่อปริมาณความเข้มข้นของโซเดียมแลคเตทมากกว่าร้อยละ 2 มีผลทำให้อัตราการเจริญเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ส่งผลให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นาน โดยโซเดียมแลคเตทในปริมาณนี้ ไม่มีผลต่อ สี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Enver and Kamil (2007) ทำการศึกษาผลของปริมาณโซเดียมแลคเตทในระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน คือ ร้อยละ 0, 0.6, 1.2 และ 1.8 พบว่า ปริมาณของโซเดียมแลคเตทในระดับที่มากขึ้นมีผลทำให้อัตราการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์มีแนวโน้มช้าลง สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น

บทที่ 3

วัสดุและอุปกรณ์

3.1 วัสดุดิบ

- 3.1.1 เนื้อไก่ส่วนนอก (ตลาดสะพานใหม่, กรุงเทพมหานคร)
- 3.1.2 อินูลิน (Sensus, เนเธอร์แลนด์)
- 3.1.3 เนื้อลูกสำรอง (ตลาดสะพานใหม่, กรุงเทพมหานคร)
- 3.1.4 โซเดียมแลคเตท (Gorinchem, Netherland)
- 3.1.5 สตาร์ชดัดแปร (Asia Modified starch, Thailand)
- 3.1.6 ฟอสเฟต (คุณหมิง, จีน)
- 3.1.7 ผงชูรส (ตราชฎา, กรุงเทพมหานคร)
- 3.1.8 กระเทียม (ตลาดสะพานใหม่, กรุงเทพมหานคร)
- 3.1.9 น้ำตาลทรายบริสุทธิ์ (ตรามิตรผล, กรุงเทพมหานคร)
- 3.1.10 แป้งมันสำปะหลัง (ตราปลามังกร, กรุงเทพมหานคร)
- 3.1.11 น้ำแข็ง (ตลาด, กรุงเทพมหานคร)
- 3.1.12 เกลือ (ตราปฐกิติย์, กรุงเทพมหานคร)
- 3.1.13 พริกไทยดำ (ตราไรท์พัย, กรุงเทพมหานคร)

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและจุลินทรีย์

- 3.2.1 คอปเปอร์ซัลเฟต (AR. Grade, Merck, Germany)
- 3.2.2 โพแทสเซียมซัลเฟต (Fisher Scientific, U.K.)
- 3.2.3 กรดซัลฟูริกเข้มข้น (AR. Grade, Merck, Germany)
- 3.2.4 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (AR. Grade, Merck, Germany)
- 3.2.5 กรดไฮโดรคลอริก (AR. Grade, Merck, Germany)
- 3.2.6 กรดบอริก (Fisher Scientific, U.K.)
- 3.2.7 อินดิเคเตอร์ (สารผสมระหว่างเมทิลเรด เมทิลินบลูและโบรโมคริสซอลกรีน)
- 3.2.8 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Ajax Finechem, Newzeland)
- 3.2.9 ปีโตรเลียมอีเทอร์ (Mallinckrodt Chemicals, U.S.A.)
- 3.2.10 เอทานอล 95 (AR. Grade, Merck, Germany)
- 3.2.11 Standard Plate Count Agar (oxiod, U.S.A.)
- 3.2.12 Potato Dextrose Agar (oxiod, U.S.A.)

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

3.3.1 พิมพ์ไก่อ

3.3.2 เครื่องบดเนื้อ (grinder) (8-22C97, U.S.A.)

3.3.3 เครื่องสับผสม (chopper) (C40I, The European Union)

3.3.4 อุปกรณ์ย่อยโปรตีนประกอบด้วยเตาย่อย(VELP DK6) (KB20S, Germany) และเครื่องดักจับไอกรด (TUR/K, Germany)

3.3.5 อุปกรณ์กลั่นโปรตีน (kjeldahl distillation apparatus) (VAPODEST30, Germany)

3.3.6 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (soxhlet) (Fuse-T, Italy)

3.3.7 เครื่องเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ (refrigerated centrifuged) (MPW-350R, Poland)

3.3.8 เครื่องวัดสี (colorimeter) (minolta CR-10, Japan)

3.3.9 ชุดสกัดเยื่อใย (fiber apparatus) (VELP) (FIWE6, The Europe)

3.3.10 ตู้อบลมร้อน (hot air oven) (BD/ED/FD with R3-Controller, U.S.A.)

3.3.11 เตาเผา (muffle furnace) (Furnace 1400/47900, Thermolyne)

3.3.12 เตาไฟฟ้า (hot plate) (RC2, EUROPE)

3.3.13 ตู้บ่ม (incubator) (1380FX, U.S.A.)

3.3.14 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) (TW12, Germany)

3.3.15 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (autoclave) (LAC-5060, Korea)

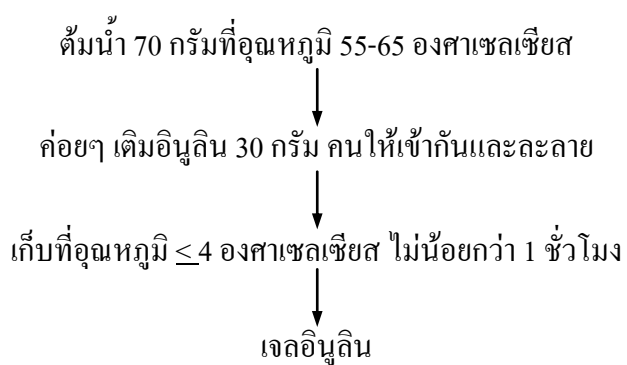
3.4 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร ห้องปฏิบัติการแปรรูปเนื้อสัตว์ ห้องปฏิบัติการทางด้านเคมี ห้องปฏิบัติการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ห้องปฏิบัติการทางด้านจุลชีววิทยาทางอาหาร สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

3.5 วิธีการทดลอง

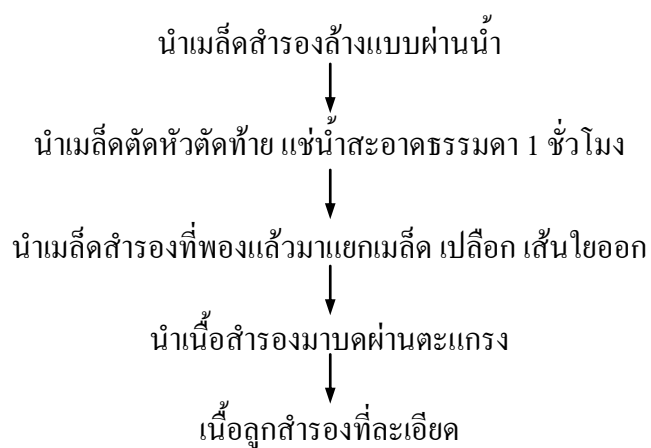
3.5.1 ศึกษาปริมาณของเนื้อลูกสำรองที่เหมาะสมในการทดแทนอินูลินของผลิตภัณฑ์ไก่อไขมันต่ำ

ทำการเตรียมเจลอินูลิน (ภาพที่ 3.1) และเนื้อลูกสำรอง (ภาพที่ 3.2) เพื่อใช้เป็นสารทดแทนไขมันในไก่อไขมันต่ำ จากนั้นจึงทำการผลิตไก่อไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง (ภาพที่ 3.3) โดยแปรปริมาณของเนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลินในอัตราส่วน 0 : 3, 1 : 2, 2 : 1 และ 3 : 0 ดังแสดงในภาคผนวก ก



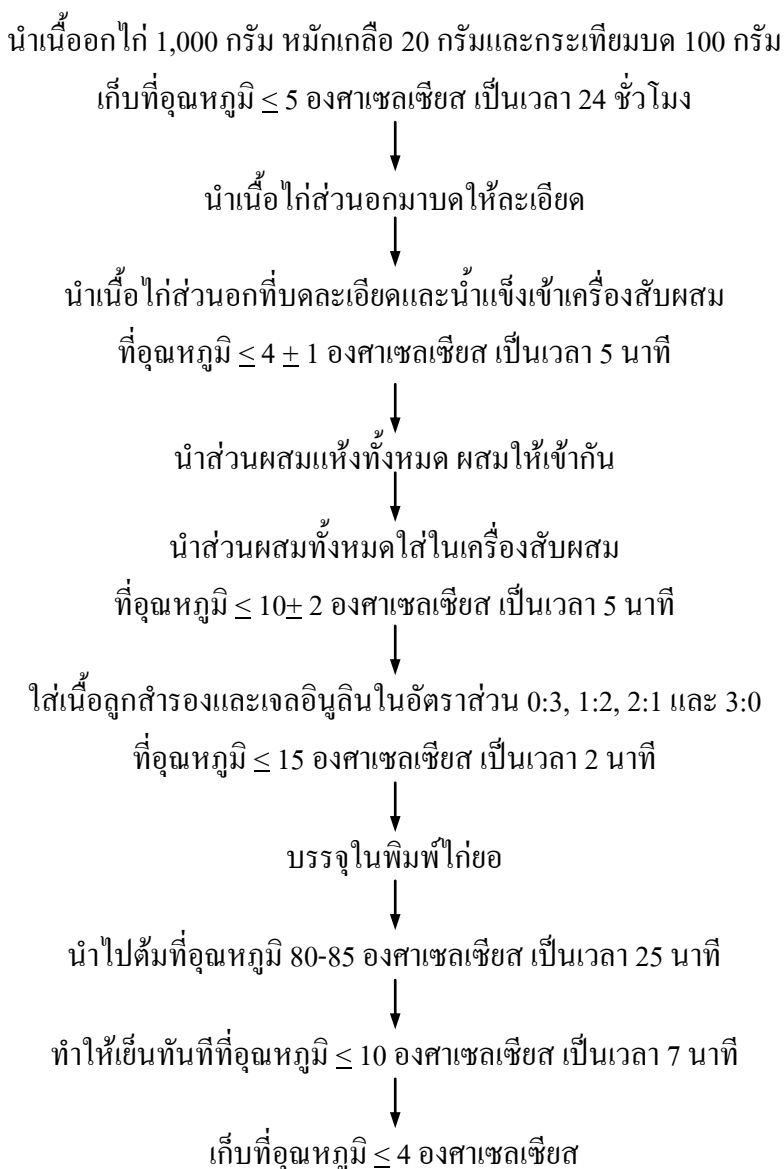
ภาพที่ 3.1 กระบวนการเตรียมเจลอินูลิน

ที่มา : ดัดแปลงจากสุวรรณศรี (2547)



ภาพที่ 3.2 วิธีการเตรียมเนื้อลูกสำรอง

ที่มา : ดัดแปลงจากอารีวรรณและคณะ (2550)



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์ไก่ยอ

ที่มา : ดัดแปลงจากเขาวลัทธิ (2536)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ จากนั้นนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เกลือ เถ้า และคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่า L^* a^* b^* และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity: WHC) (Murphy *et al.*, 2004) คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (AOAC, 2000) การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale 5 point โดยผู้ทดสอบจำนวน 70 คน วางแผนการทดสอบแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD)

หาความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS 11.5 for windows

3.5.2 ศึกษาปริมาณของสสารที่ตัดแปรที่เหมาะสมในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง

ศึกษาปริมาณสสารที่ตัดแปรที่เหมาะสมในสูตรที่ดีที่สุดจากข้อที่ 3.5.1 โดยผลิตไก่ยอไข่ม้วนต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง (ภาพที่ 3.3) และแปรปริมาณสสารที่ตัดแปรออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 3, 6, 9 และ 12 ของเนื้อไก่ส่วนนอกตามลำดับ วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จากนั้นนำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000) คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity: WHC) (Hughes *et. al.*, 1998) และ ค่าแรงเคียน (Somboonpunyakul, *et. al.*, 2007) การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสแบบ Hedonic scale 9 point โดยผู้ทดสอบจำนวน 50 คน วางแผนการทดสอบแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) หาความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS 11.5 for windows

3.5.3 การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองโดยใช้โซเดียมแลคเตท

ศึกษาปริมาณโซเดียมแลคเตทที่เหมาะสมในสูตรที่ดีที่สุดจากข้อที่ 3.5.2 โดยผลิตไก่ยอไข่ม้วนต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง (ภาพที่ 3.3) และแปรปริมาณโซเดียมแลคเตทเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ตามลำดับ นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส ในถุงพลาสติกโพรลีน (PP) แล้วตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2000) โดยทำการสุ่มตัวอย่างทุกๆ 3 วัน เป็นเวลา 15 วัน

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาปริมาณของเนื้อมูกตำรองที่เหมาะสมในการทดแทนอินูลินของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำเสริมเนื้อมูกตำรอง

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำโดยใช้เนื้อมูกตำรองในการทดแทนอินูลิน โดยแปรปริมาณของเนื้อมูกตำรองต่ออินูลินในอัตราส่วน 0:3, 1:2, 2:1 และ 3:0 จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ดังแสดงต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำโดยใช้เนื้อมูกตำรองในการทดแทนอินูลินตามอัตราส่วนของการทดลอง มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต โดยสามารถสรุปออกมาในรูปของตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อมูกตำรองทดแทนอินูลิน (ร้อยละ)

Treatment	ความชื้น	โปรตีน ^{ns}	ไขมัน ^{ns}	เยื่อใย ^{ns}	เถ้า ^{ns}	คาร์โบไฮเดรต
1	71.27 ± 0.23 ¹	13.97 ± 0.03	0.95 ± 0.04	0.57 ± 0.02	1.94 ± 0.01 ¹	11.30 ± 0.49 ¹
2	73.15 ± 0.60 ¹	14.05 ± 0.05	0.94 ± 0.03	0.56 ± 0.03	2.02 ± 0.01 ¹	9.27 ± 0.76 ¹
3	74.87 ± 0.25 ¹	14.05 ± 0.03	0.95 ± 0.03	0.55 ± 0.03	2.18 ± 0.01 ¹	7.40 ± 0.12 ¹
4	76.90 ± 0.71 ¹	14.06 ± 0.07	0.94 ± 0.03	0.57 ± 0.02	2.39 ± 0.04 ¹	5.14 ± 0.84 ¹

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาไทยไม่เหมือนกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p \leq 0.05$)

: ^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.1.1 ปริมาณความชื้น

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำเสริมเนื้อมูกตำรอง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยในแต่ละสิ่งทดลองได้ปริมาณความชื้นอยู่ระหว่างร้อยละ 71.27 - 76.90 ตามลำดับ ทั้งนี้ เนื่องจากเนื้อมูกตำรองมีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี และจากการวิเคราะห์ความชื้นของเนื้อมูกตำรองและอินูลินพบว่า เนื้อมูกตำรองมี

ความชื้นร้อยละ 98.20 ส่วนอินูลินมีความชื้นร้อยละ 69.54 จึงทำให้ผลิตภัณฑ์ไคยอไขมันต่ำเสริมเนื้อมีความชื้นเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีการเติมเนื้อมีความชื้นเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาของ Mendoza *et al.* (2001) และ Pereira *et al.*, (2000) พบว่า ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไขมันเต็มมีความชื้นประมาณร้อยละ 62 ถึง 63 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการใช้สารทดแทนไขมันส่วนผลิตภัณฑ์ไคยอไขมันต่ำทดแทนอินูลินด้วยเนื้อมีความชื้นในอัตราส่วน 0 : 3 มีความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 71.27 ค่าที่ได้ใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไขมันต่ำที่ทดแทนไขมันด้วยอินูลิน ซึ่งมีความชื้นร้อยละ 70.3 (Mendoza *et al.* 2001)

4.1.2 ปริมาณโปรตีน

จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ไคยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อมีความชื้นทดแทน อินูลิน พบว่า ปริมาณโปรตีนมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.1) แสดงว่าปริมาณเนื้อมีความชื้นที่ใส่ทดแทนอินูลินไม่มีผลต่อปริมาณของโปรตีน โดยปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้ส่วนใหญ่มาจากเนื้อไก่ส่วนอกที่มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 23.6 (กองโภชนาการ, 2535) ในขณะที่อินูลินและเนื้อมีความชื้นมีองค์ประกอบส่วนใหญ่ คือ คาร์โบไฮเดรต ผลิตภัณฑ์ไคยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อมีความชื้นทดแทนอินูลิน มีปริมาณโปรตีนอยู่ประมาณร้อยละ 13 ถึง 14 ซึ่งผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Pereira *et al.* (2000) ได้ค่าปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกไก่ ร้อยละ 13.2 และสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เลขที่ 1332 (2549) ได้กำหนดปริมาณโปรตีนของไคยอต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 13

4.1.3 ปริมาณไขมัน

จากการวิเคราะห์ปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ไคยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อมีความชื้นทดแทนอินูลิน พบว่า ทั้ง 4 treatment มีปริมาณไขมันไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยไขมันอยู่ในช่วงร้อยละ 0.94-0.95 ทั้งนี้เนื่องจากอินูลินและเนื้อมีความชื้นมีองค์ประกอบส่วนใหญ่คือ คาร์โบไฮเดรต ซึ่งสอดคล้องกับ สัตยชัย (2543) กล่าวคือ ปริมาณไขมันที่พบในเนื้อไก่ส่วนอกมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.9 เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไคยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อมีความชื้นทดแทนอินูลินนี้ ไม่มีส่วนผสมของไขมัน โดยไขมันที่ได้มาจากส่วนของเนื้อไก่ โดยปริมาณไขมันระดับนี้ตรงตามกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเลขที่ 1332 (2549) ซึ่งได้กำหนดปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ไคยอต้องไม่เกินร้อยละ 25

4.1.4 ปริมาณเยื่อใย

จากการวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยของผลิตภัณฑ์ไก่ขอมไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน พบว่าปริมาณเยื่อใยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 4.1) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.55-0.57 เนื่องจากอินูลินเป็นเยื่อใยคาร์โบไฮเดรตชนิดละลายน้ำได้ (soluble dietary fiber) (Kathy, 1999; Mendoza *et al.*, 2001) และเนื้อลูกสำรองก็เป็นเยื่อใยชนิดละลายน้ำได้ประเภทมิวซิเลจเช่นกัน (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.; วรรณญา และคณะ, ม.ป.ป.) ดังนั้นปริมาณเยื่อใยของผลิตภัณฑ์ไก่ขอมไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลินจึงไม่มีความแตกต่างกัน

4.1.5 ปริมาณเถ้า

จากการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์ไก่ขอมไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน พบว่าทั้ง 4 Treatment มีปริมาณเถ้าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 4.1) ผลิตภัณฑ์ไก่ขอมไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน ปริมาณเถ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของเนื้อลูกสำรอง เนื่องจากอินูลินและเนื้อลูกสำรองมีปริมาณเถ้าไม่เท่ากัน ซึ่ง อินูลินมีปริมาณเถ้าร้อยละ 0.2 (Sensus Company, 2004) และเนื้อลูกสำรองมีปริมาณเถ้าร้อยละ 8.01 (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.) ดังนั้นจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไก่ขอมไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลินที่มีอัตราส่วนของเนื้อลูกสำรองเพิ่มมีปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้น

4.1.6 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของผลิตภัณฑ์ไก่ขอมไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน พบว่าทั้ง 4 Treatment มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 1) ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของผลิตภัณฑ์ไก่ขอมไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน มีแนวโน้มที่ลดลง เนื่องจากปริมาณคาร์โบไฮเดรตของอินูลินมีร้อยละ 99 (Sensus Company, 2004) ซึ่งมากกว่าปริมาณคาร์โบไฮเดรตของเนื้อลูกสำรองซึ่งมีอยู่เพียงร้อยละ 62.90 (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.) ดังนั้น ปริมาณคาร์โบไฮเดรตจึงมีปริมาณที่ลดลงเมื่อลดปริมาณอินูลินด้วยการเพิ่มปริมาณเนื้อลูกสำรอง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำโดยใช้เนื้อลูกสำรองในการทดแทนอินูลินในส่วนที่เป็นไขมันตามอัตราส่วนของการทดลอง เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity: WHC) และค่าสี $L^* a^* b^*$ ดังแสดงต่อไปนี้

4.1.7 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity: WHC)

ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน (ร้อยละ)

Treatment	ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity)
1	51.87±0.09 ^จ
2	52.31±0.15 ^ก
3	52.87±0.20 ^ข
4	54.35±0.12 ^ก

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาไทยไม่เหมือนกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการอุ้มน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณของเนื้อลูกสำรองเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก เนื้อลูกสำรองสามารถดูดซับน้ำไว้ในโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ได้ดี ดังนั้น ปริมาณเนื้อลูกสำรองที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำสูงขึ้น แต่ส่งผลกระทบต่อเนื้อสัมผัสทำให้มีความยุบมากขึ้นเนื่องจากปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นอยู่ในรูปของความชื้นซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับ ประภาศรีและคณะ (2549) ที่ทำการศึกษาถึงการใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอพบว่า ความสามารถในการอุ้มน้ำของหมูยอที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนไขมันมีค่ามากกว่าสูตรที่ไม่ใช้เนื้อลูกสำรอง

4.1.8 ค่าสี

ค่าสีของผลิตภัณฑ์ไถ่ยอที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน สามารถแสดงออกมาในรูปแบบของ $L^* a^* b^*$ โดยที่ ค่าสี L หมายถึง ความสว่างของสี ค่าสี a^* หมายถึง แแกนของสีเขียวไปถึงสีแดง และ ค่าสี b^* หมายถึง แแกนของสีน้ำเงินไปถึงสีเหลือง (สัญญาชัย, 2543) จากผลการทดลองสามารถแสดงให้เห็นได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าสี $L^* a^* b^*$ ของผลิตภัณฑ์ไถ่ยอไขมันดำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Treatment	ค่าเฉลี่ย		
	L^*	a^*	b^*
1	$72.29 \pm 0.50^{\text{a}}$	$1.13 \pm 0.32^{\text{b}}$	$14.10 \pm 0.43^{\text{a}}$
2	$69.25 \pm 0.56^{\text{b}}$	$2.30 \pm 0.07^{\text{a}}$	$12.88 \pm 0.44^{\text{ab}}$
3	$66.83 \pm 0.31^{\text{a}}$	$2.60 \pm 0.40^{\text{a}}$	$12.20 \pm 0.85^{\text{bc}}$
4	$64.14 \pm 0.05^{\text{c}}$	$2.98 \pm 0.95^{\text{a}}$	$11.33 \pm 0.85^{\text{a}}$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาไทยไม่เหมือนกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ในผลิตภัณฑ์ไถ่ยอไขมันดำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน ความสว่างมีแนวโน้มที่ลดลง ($p \leq 0.05$) ซึ่งในสูตรที่ไม่มีการเติมเนื้อสำรอง จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่างมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 72.29 แต่เมื่อปริมาณของเนื้อลูกสำรองเพิ่มขึ้น ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ลดลงอย่างเห็นได้ชัด (69.25, 66.83 และ 64.14 ตามลำดับ) ทั้งนี้เนื่องจากว่า อินูลินเป็นลักษณะครีมคล้ายไขมัน สีขาว ในขณะที่เนื้อลูกสำรองมีสีออกน้ำตาล จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำเพิ่มมากขึ้น

ค่าสี a^* ของผลิตภัณฑ์ไถ่ยอไขมันดำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) โดยสูตรที่ไม่มีการเติมเนื้อสำรองจะได้ค่าสี a^* น้อยสุด คือ 1.13 แต่เมื่อปริมาณเนื้อลูกสำรองเพิ่มขึ้น ค่าสีเพิ่มเป็น 2.30, 2.60 และ 2.98 ตามลำดับ เนื่องจาก ในสูตรที่ไม่มีการเติมเนื้อลูกสำรองผลิตภัณฑ์จะมีสีขาวมากกว่า เพราะปริมาณเนื้อลูกสำรองที่เพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้มซึ่งอยู่ในช่วงของสีแดง

ในขณะที่ค่าสี b^* ของผลิตภัณฑ์ไถ่ยอไขมันดำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน มีแนวโน้มที่ลดลง ($p \leq 0.05$) อย่างเห็นได้ชัด จาก 14.10 เป็น 12.28, 12.20 และ 11.33 ตามลำดับเมื่อปริมาณของเนื้อลูกสำรองเพิ่มขึ้น ซึ่งจากข้อมูลค่าสี b^* จะลดลงแสดงว่ามีสีเหลืองลดลงเนื่องจากเนื้อลูกสำรองที่มีสีน้ำตาลเข้มจะไปบดบังสีของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีสีค่อนข้างขาวออกเหลืองจึงทำให้ค่าสี b^* ลดลง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

นำผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำโดยใช้เนื้อลูกสำรองในการทดแทนอินูลินมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา โดยแสดงออกมาในรูปของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Total Plate Count) ดังแสดงต่อไปนี้

4.1.9 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลินได้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน (log CFU/g)

Treatment	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (log CFU/g)
1	2.72
2	2.74
3	2.73
4	2.74

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน ดังตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด หลังจากผลิตเสร็จพบว่าผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน ปริมาณของเนื้อลูกสำรองที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 2.72-2.74 log CFU/g และไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์ไก่ยอ กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน 6 log CFU/g (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2549)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำ แสดงดังตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบระหว่างการใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน ทำการทดสอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรส รสชาติ และ ความชอบโดยรวม

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไก่อโซ ไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

การประเมิน	Treatment			
	1	2	3	4
ลักษณะปรากฏ	$3.91 \pm 0.08^{\text{a}}$	$3.91 \pm 0.08^{\text{a}}$	$3.56 \pm 0.08^{\text{b}}$	$3.36 \pm 0.08^{\text{b}}$
สี	$4.00 \pm 0.10^{\text{a}}$	$4.16 \pm 0.10^{\text{a}}$	$3.36 \pm 0.10^{\text{b}}$	$3.19 \pm 0.10^{\text{b}}$
เนื้อสัมผัส	$3.79 \pm 0.09^{\text{a}}$	$3.81 \pm 0.09^{\text{a}}$	$3.49 \pm 0.09^{\text{b}}$	$3.37 \pm 0.09^{\text{b}}$
กลิ่นรส	$3.84 \pm 0.08^{\text{a}}$	$3.71 \pm 0.08^{\text{ab}}$	$3.49 \pm 0.08^{\text{b}}$	$3.66 \pm 0.08^{\text{ab}}$
รสชาติ	$3.86 \pm 0.08^{\text{a}}$	$3.86 \pm 0.08^{\text{a}}$	$3.57 \pm 0.08^{\text{b}}$	$3.66 \pm 0.08^{\text{ab}}$
ความชอบโดยรวม	$3.84 \pm 0.09^{\text{a}}$	$3.93 \pm 0.09^{\text{a}}$	$3.51 \pm 0.09^{\text{b}}$	$3.40 \pm 0.09^{\text{b}}$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาไทยไม่เหมือนกันตามแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อพิจารณาคะแนนการทดสอบผลิตภัณฑ์ไก่อโซ ไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน ในอัตราส่วน 0:3, 1:2, 2:1 และ 3:0 พบว่า ความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ และคะแนนทางด้านสี มีคะแนนที่ลดน้อยลงเมื่อปริมาณของเนื้อลูกสำรองเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณเนื้อสำรองที่เพิ่มขึ้น ลักษณะสีของผลิตภัณฑ์ไก่อโซ ไขมันต่ำมีสีคล้ำมากขึ้น คะแนนทางด้านลักษณะปรากฏจึงมีแนวโน้มที่ลดลง

คะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไก่อโซ ไขมันต่ำ พบว่า มีแนวโน้มของคะแนนลดลง เนื่องจากปริมาณเนื้อสำรองที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีการอุ้มน้ำไว้ในโครงสร้าง ทำให้ผลิตภัณฑ์ไก่อโซ ไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลินมีเนื้อสัมผัสที่นุ่มมากกว่าสูตรที่ไม่มีการเติมเนื้อลูกสำรอง ดังนั้นผู้ทดสอบจึงให้คะแนนความชอบทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัสที่ลดลงเมื่อปริมาณเนื้อลูกสำรองเพิ่มขึ้น

คะแนนความชอบด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ไก่อโซ ไขมันต่ำ พบว่า มีแนวโน้มของคะแนนลดลง ทั้งนี้ เป็นเพราะเนื้อลูกสำรองจะมีกลิ่นรสเฉพาะ ทำให้สูตรที่มีการเติมเนื้อลูกสำรองมีกลิ่นรสที่แปลกไปจากเดิม ส่วนคะแนนความชอบด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์ไก่อโซ ไขมันต่ำ ก็มีผลไปในทิศทางเดียวกัน รสชาติของผลิตภัณฑ์สูตรที่มีการเติมเนื้อลูกสำรองได้รับคะแนนความชอบน้อย ซึ่งเกิดจากว่า เนื้อลูกสำรองมีปริมาณน้ำสูง ทำให้มีผลต่อการเจือจางส่วนผสม ส่งผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ไก่อโซ ไขมันต่ำที่ลดลง

คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ไก่อโซ ไขมันต่ำ พบว่า อัตราส่วนของเนื้อลูกสำรองต่ออินูลิน เท่ากับ 1 : 2 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด รองลงมาได้แก่ สูตรที่ไม่มีการเติมเนื้อลูกสำรอง

4.2 ศึกษาปริมาณสตาร์ชตัดแปรที่เหมาะสมในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำโดยคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจากข้อ 4.1 คือ ปริมาณของเนื้อลูกสำรองต่ออินูลินในอัตราส่วน 3:0 เนื่องจากต้องการให้มีปริมาณของเนื้อลูกสำรองที่มากขึ้น จากนั้นจึงทำการศึกษาถึงปริมาณของสตาร์ชตัดแปรที่เหมาะสมในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง โดยแปรปริมาณสตาร์ชตัดแปรเป็น 5 ระดับได้แก่ ร้อยละ 0, 3, 6, 9 และ 12 ของน้ำหนักเนื้อไก่ส่วนนอก ตามลำดับ นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ดังแสดงต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรองโดยใช้สตาร์ชตัดแปรเพื่อปรับปรุงคุณภาพ มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และ คาร์โบไฮเดรต โดยสามารถสรุปออกมาในรูปของตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรองที่ใช้สตาร์ชตัดแปรในการปรับปรุงคุณภาพ (ร้อยละ)

Treatment	ความชื้น	โปรตีน ^{ns}	ไขมัน ^{ns}	เยื่อใย ^{ns}	เถ้า ^{ns}	คาร์โบไฮเดรต
1	76.90±0.24 ⁿ	14.06±0.17	0.94±0.02	0.57±0.08	2.39±0.21	5.14±0.54 ^จ
2	74.31±0.86 ^ข	14.06±0.66	0.94±0.05	0.57±0.06	2.39±0.06	7.71±0.44 ^จ
3	71.71±0.71 ^ก	14.07±0.30	0.95±0.02	0.58±0.05	2.40±0.04	10.29±0.39 ^ก
4	69.11±0.49 ^จ	14.07±0.04	0.95±0.01	0.59±0.04	2.41±0.09	12.87±0.46 ^ข
5	66.53±0.62 ^ข	14.07±0.03	0.95±0.03	0.59±0.08	2.40±0.09	15.45±0.46 ^ก

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาไทยไม่เหมือนกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p \leq 0.05$)

: ^{ns} หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

4.2.1 ปริมาณความชื้น

จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมเนื้อลูกสำรอง พบว่า ปริมาณการใช้สตาร์ชตัดแปรที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ปริมาณความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจาก สตาร์ชตัดแปรมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำและยึดเกาะเพื่อรักษาความชุ่มฉ่ำของผลิตภัณฑ์ (Giese, 1992) และผลการทดลองที่ได้มีความสอดคล้องกับการทดลองของ Hughes *et al.*, (1998) พบว่า สตาร์ชตัดแปรมีผลต่อความสามารถในการยึดเกาะ โครงสร้างให้มีความแน่นมาก

ขึ้น เนื่องจาก น้ำบางส่วนถูกสารถัดแปรยัดเกาะ ส่งผลให้ปริมาณความชื้นที่ได้มีแนวโน้มที่ลดน้อยลง เมื่อมีการใช้ปริมาณของสารถัดแปรที่เพิ่มมากขึ้น

4.2.2 ปริมาณโปรตีน

จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ไก่อเสริมลูกสำรอง พบว่า ปริมาณการใช้สารถัดแปรที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยปริมาณโปรตีนที่ได้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (2549) คือ ผลิตภัณฑ์ไก่อต้องมีปริมาณโปรตีนไม่น้อยกว่า ร้อยละ 13 และสอดคล้องกับผลการทดลองของ Carballo *et al.* (1995) กล่าวว่า โบโลญาไก่ที่มีการใช้สารถัดแปรทดแทน ร้อยละ 0, 2, 4, 6 และ 8 มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกันมีค่าอยู่ที่ ร้อยละ 13.83-14.03

4.2.3 ปริมาณไขมัน

จากการวิเคราะห์ปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ไก่อเสริมลูกสำรอง พบว่า ปริมาณการใช้สารถัดแปรที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 0.94 – 0.95 เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไก่อเสริมลูกสำรองไม่มีการเติมส่วนผสมที่เป็นไขมัน และสารถัดแปรที่ใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพมีองค์ประกอบส่วนใหญ่ คือ คาร์โบไฮเดรต และมีปริมาณไขมันไม่เกินร้อยละ 0.1 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2540)

4.2.4 ปริมาณเยื่อใย

จากการวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใยของผลิตภัณฑ์ไก่อเสริมลูกสำรอง พบว่าปริมาณการใช้สารถัดแปรที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อปริมาณเยื่อใยของผลิตภัณฑ์ไก่อเสริมลูกสำรองอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 0.57-0.59 ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณของเยื่อใยส่วนมากจะได้มาจากเนื้อลูกสำรองที่มีปริมาณเยื่อใยร้อยละ 3.97 (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.) และปริมาณการใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนไขมันมีปริมาณที่เท่ากันทุก Treatment ดังนั้น แสดงว่า สารถัดแปร ไม่มีผลต่อปริมาณเยื่อใยของผลิตภัณฑ์ไก่อเสริมลูกสำรอง เนื่องจากสารถัดแปรมีปริมาณเยื่อใยเพียงร้อยละ 0.2 เท่านั้น (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543)

4.2.5 ปริมาณเถ้า

จากการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง พบว่าปริมาณการใช้สตาร์ชคัดแปรที่เพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 2.39 – 2.41 ทั้งนี้เนื่องจากสตาร์ชคัดแปรที่ใช้มีปริมาณเถ้าอยู่ร้อยละ 0.2 (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543) ในขณะที่เนื้อลูกสำรองมีปริมาณเถ้าร้อยละ 8.01 (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.) แต่ปริมาณของเนื้อลูกสำรองที่ใช้มีปริมาณที่เท่ากัน แสดงว่า ปริมาณการใช้สตาร์ชคัดแปร ไม่มีผลต่อปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง

4.2.6 ปริมาณคาร์โบไฮเดรต

จากการวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง พบว่าปริมาณการใช้สตาร์ชคัดแปรที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ทั้งนี้มาจากการเติมสตาร์ชคัดแปรเพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ สตาร์ชคัดแปรมีองค์ประกอบเป็นคาร์โบไฮเดรตอยู่ร้อยละ 85.89 (กล้าณรงค์และเกื้อกูล, 2543) ดังนั้นเมื่อมีปริมาณการใช้สตาร์ชคัดแปรเพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

ผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ความสามารถในการอุ้มน้ำ และลักษณะเนื้อสัมผัส แสดงดังต่อไปนี้

4.2.7 ความสามารถในการอุ้มน้ำ

ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองที่ใช้สตาร์ชคัดแปรเพื่อปรับปรุงคุณภาพมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ไก่ขอส้มไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง (ร้อยละ)

Treatment	ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Holding Capacity)
1	53.25±0.36 ^ก
2	53.55±0.61 ^ก
3	54.77±0.44 ^ข
4	55.25±0.45 ^{กข}
5	55.73±0.49 ^ก

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาไทยไม่เหมือนกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลอง พบว่า ปริมาณการใช้สตาร์ชดัดแปรที่เพิ่มขึ้น มีผลต่อค่าความสามารถในการอุ้มน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์ไก่ขอส้มไขมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง ส่งผลให้ปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้โปรตีนมีคุณสมบัติในการจับตัวลดลง ผลิตภัณฑ์จึงมีลักษณะที่นุ่ม ดังนั้นเมื่อมีการเติมสตาร์ชดัดแปรเพิ่มขึ้น สตาร์ชดัดแปรสามารถรวมตัวกับน้ำได้ เป็นผลทำให้อิมัลชันของระบบเกิดความเสถียรมากขึ้น ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hughes *et. al.*, (1998) พบว่า การใช้แป้งมันสำปะหลังในผลิตภัณฑ์เฟรนช์เฟรเตอร์มีผลทำให้อิมัลชันของระบบมีความเสถียร ส่งผลให้ลักษณะเนื้อสัมผัสมีความแน่นเพิ่มขึ้น

4.2.8 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไก่อยเสริมลูกสำรองที่ใช้สตาร์ชดัดแปรเพื่อปรับปรุงคุณภาพมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยแรงเนียนของผลิตภัณฑ์ไก่อยเสริมลูกสำรอง (นิวตัน)

Treatment	ค่าแรงเนียน
1	1548.68±0.02 ^a
2	1752.78±0.03 ^a
3	1823.98±0.02 ^a
4	1995.64±0.04 ^a
5	2176.85±0.02 ^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาไทยไม่เหมือนกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากผลการทดลอง พบว่าปริมาณการใช้สตาร์ชดัดแปรที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าแรงเนียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งค่าแรงเนียนนี้สอดคล้องกับผลทางเคมีเชิงฟิสิกส์ของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยพบว่า การวัดค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ เป็นการวัดปริมาณน้ำที่แยกตัวออกมาจากระบบอิมัลชัน ถ้าผลิตภัณฑ์มีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูง แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำอิสระต่ำ (Claus and Hunt, 1991) ทำให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์มีความคงตัว ทำให้ต้องใช้พลังงานในการตัดขาดมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ

ผลวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส กลิ่นรสชาติ และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ไก่อยเสริมลูกสำรองที่ใช้สตาร์ชดัดแปรเพื่อปรับปรุงคุณภาพ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองที่ใช้สตาร์ช
ดัดแปรปรับปรุงคุณภาพ

คุณลักษณะ	Treatment				
	1	2	3	4	5
ลักษณะปรากฏ	6.14±0.40 ^{ab}	6.32±0.51 ^{ab}	6.48±0.74 ^a	6.40±0.73 ^a	6.02±0.38 ^a
สี	5.72±0.86 ^b	6.24±0.52 ^a	6.28±0.61 ^a	6.24±0.52 ^a	6.02±0.84 ^a
กลิ่นรส ^{ns}	6.00±0.78	6.10±0.30	6.18±0.39	6.08±0.44	6.10±0.54
รสชาติ ^{ns}	6.08±0.63	6.00±0.78	6.12±0.98	6.10±0.30	6.12±0.04
ความแน่นเนื้อ	6.14±0.35 ^a	6.44±0.70 ^b	6.80±1.00 ^a	6.40±0.49 ^b	6.24±0.52 ^{ab}
ความชอบรวม	5.92±0.40 ^{ab}	6.14±0.45 ^{ab}	6.34±0.59 ^a	6.06±0.65 ^b	5.78±0.82 ^a

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาไทยไม่เหมือนกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

^{ns}: ค่าเฉลี่ยตามแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส เมื่อพิจารณาคะแนนการทดสอบผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองที่ใช้สตาร์ชดัดแปรในปริมาณร้อยละ 0, 3, 6, 9 และ 12 เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ พบว่า คุณลักษณะปรากฏของ Treatment ที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด ทั้งนี้ เนื่องจากการเติมสตาร์ชดัดแปรในปริมาณร้อยละ 6 เป็นปริมาณที่เหมาะสม จึงส่งผลต่อลักษณะปรากฏเช่นเดียวกันกับคุณลักษณะทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ โดยที่สีของผลิตภัณฑ์มีสีที่สว่างมากขึ้น

คุณลักษณะทางกลิ่นรสและรสชาติของผลิตภัณฑ์ในแต่ละ Treatment พบว่า ปริมาณของสตาร์ชดัดแปรไม่มีผลต่อคุณลักษณะทางกลิ่นรสและรสชาติ โดย Treatment ที่ 3 ที่ใช้ปริมาณสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 6 ได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสและรสชาติสูงสุด แสดงว่าสตาร์ชดัดแปรไม่มีผลต่อคุณลักษณะด้านกลิ่นรสและรสชาติของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง

คุณลักษณะความแน่นเนื้อของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองที่มีการใช้สตาร์ชดัดแปรเพื่อปรับปรุงคุณภาพ พบว่า Treatment ที่ 3 (ปริมาณสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 6) มีคะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัสสูงสุด เนื่องจากเป็นปริมาณที่เหมาะสม เมื่อเปรียบเทียบกับ Treatment ที่ 1 (ไม่มีการเติมสตาร์ชดัดแปร) จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่มซึ่งเป็นผลมาจากลูกสำรองที่ใช้ทดแทนไขมัน และ Treatment ที่ 5 (ปริมาณสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 12) ผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองมีเนื้อสัมผัสที่แน่นและแข็งจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง พบว่า Treatment ที่ 3 (ปริมาณสตาร์ชดัดแปรร้อยละ 6) ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ซึ่งเป็นผลมาจากคะแนน

จากคุณลักษณะต่างๆ ที่ให้ Treatment ที่ 3 จึงส่งผลทำให้คะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์สูงสุด

4.3 การศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองโดยใช้โซเดียมแลคเตท

ทำการผลิตผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันเสริมลูกสำรอง โดยคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจากข้อ 4.2 จากผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน เลือก Treatment ที่ 3 (ปริมาณสารสกัดเปรี้ยวละ 6) นำมาศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์โดยแปรปริมาณของโซเดียมแลคเตทเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 ตามลำดับ นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 องศาเซลเซียส แล้วตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

4.3.1 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (ดังตารางที่ 4.10) ในผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองที่มีการเติมโซเดียมแลคเตทในปริมาณที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 15 วัน พบว่า ปริมาณของโซเดียมแลคเตทมีผลต่อปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด โดย Treatment ที่ 1 มีปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดมากที่สุด และเมื่อมีการเติมโซเดียมแลคเตท ส่งผลให้แนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ แสดงว่า โซเดียมแลคเตทมีผลต่อแบคทีเรีย โดยเมื่อใส่ในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้น ยิ่งส่งผลต่อการยับยั้งแบคทีเรียได้ดี เนื่องจากโซเดียมแลคเตทมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Grau, 1980) โดยโซเดียมแลคเตทสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ ทำให้อายุการเก็บรักษานานขึ้น แต่การนำโซเดียมแลคเตทมาใช้ต้องมีการพิจารณาถึงระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมที่เกลือจะไม่ทำให้คุณลักษณะที่สำคัญของเนื้อสัตว์เกิดการเปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 4.10 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองที่ระยะเวลาต่างๆ

(log CFU/g)							
Treatment	ปริมาณโซเดียมแลคเตท (ร้อยละ)	วันที่					
		0	3	6	9	12	15
1	0	2.48	4.00	5.48	เสีย	เสีย	เสีย
2	0.5	2.45	3.28	5.30	เสีย	เสีย	เสีย
3	1.0	2.43	3.26	4.95	เสีย	เสีย	เสีย
4	1.5	2.30	2.69	4.60	4.95	6.00	เสีย
5	2.0	2.28	2.60	4.30	4.90	5.95	เสีย

4.3.2 ปริมาณยีสต์และรา

จากการวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (ดังตารางที่ 4.11) ในผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง ในวันที่ 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 พบว่า ปริมาณของโซเดียมแลคเตทมีผลต่อจำนวนยีสต์และรา โดยพบว่า Treatment ที่ 1 มีปริมาณยีสต์และรามากที่สุด เนื่องจาก Treatment ที่ 1 ไม่ได้เติมโซเดียมแลคเตท ลงไป จึงทำให้ Treatment ที่ 2, 3, 4 และ 5 จำนวนของเชื้อยีสต์และรามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เนื่องจากการเติมโซเดียมแลคเตทลงไปปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น แสดงว่าโซเดียมแลคเตทมีผลต่อเชื้อยีสต์และราเมื่อใส่ในปริมาณมากขึ้นยังส่งผลต่อการยับยั้งเชื้อยีสต์และราได้ดี และผลการทดลองการใช้โซเดียมแลคเตทเพื่อยับยั้งปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา สอดคล้องกับการทดลองของ Enver and Kamil (2007)

ตารางที่ 4.11 ปริมาณยีสต์และราของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองที่ระยะเวลาต่างๆ (log CFU/g)

Treatment	ปริมาณโซเดียมแลคเตท (ร้อยละ)	วันที่					
		0	3	6	9	12	15
1	0	1.30	1.90	เสีย	เสีย	เสีย	เสีย
2	0.5	1.00	1.87	เสีย	เสีย	เสีย	เสีย
3	1.0	1.00	1.84	เสีย	เสีย	เสีย	เสีย
4	1.5	0.85	1.60	1.78	เสีย	เสีย	เสีย
5	2.0	0.70	1.47	1.70	เสีย	เสีย	เสีย

ลักษณะการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองจะเกิดขึ้นในวันที่ 6 โดย Treatment ที่ 1, 2 และ 3 พบว่า เริ่มมีกลิ่นเปรี้ยวและมีเมือกเคลือบที่ผิวของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง ส่วน Treatment ที่ 4 และ 5 เริ่มมีกลิ่นเปรี้ยวเล็กน้อย แต่ยังไม่เกิดเมือกเคลือบที่ผิว วันที่ 9 Treatment ที่ 1, 2 และ 3 มีน้ำเยิ้มออกมามาก มีกลิ่นเปรี้ยวมาก เสื่อมเสียมากขึ้น จนไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้อีก ส่วน Treatment ที่ 4 และ 5 มีกลิ่นเปรี้ยวมากขึ้นมีเมือกเกิดขึ้นบ้างเล็กน้อย มีลักษณะใกล้เคียงเสื่อมเสีย วันที่ 12 Treatment ที่ 4 และ 5 มีกลิ่นเปรี้ยวมากขึ้นและมีเมือกเคลือบบนผิวของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองมาก ดังนั้นแสดงว่า Treatment ที่ 1, 2 และ 3 เสื่อมเสียในวันที่ 6 ส่วน Treatment ที่ 4 และ 5 เสื่อมเสียในวันที่ 12

โดยสาเหตุของการเสื่อมเสีย เนื่องจากผลิตภัณฑ์ไก่ยอเป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่มีการเสื่อมเสียได้ง่าย อีกทั้งส่วนผสมหลักในผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองยังมีน้ำเป็นองค์ประกอบค่อนข้างสูง และในขั้นตอนการทำให้สุก โดยการต้มมีน้ำเข้าไปในผลิตภัณฑ์ได้ จึงทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้เร็วกว่าท้องตลาด เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์ไก่ยอกำหนดให้มี

จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน $6 \log \text{ CFU/g}$ และจำนวนยีสต์และราไม่เกิน $2 \log \text{ CFU/g}$ (มพข.1132/2549)

จากการทดลองที่มีการเลือกใช้โซเดียมแลคเตท เนื่องจาก โซเดียมแลคเตทมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิด โดยโซเดียมแลคเตทได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration) ว่าปลอดภัยที่จะใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารได้ และ Acceptable Daily Intake ที่กำหนดโดย Joint FAO/WHO Expert Committees on Food Additives (1965, 1973) เป็น not limited คือ สามารถใช้ได้ตามความเหมาะสม เพราะโซเดียมแลคเตทมีความเป็นพิษต่ำ ร่างกายคนสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นสารอื่นที่ไม่เป็นพิษ และขับออกจากร่างกายได้ เมื่อเปรียบกับการใช้วัตถุกันเสียชนิดอื่นๆ เช่น กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก ถ้าร่างกายได้รับในปริมาณสูงเป็นเวลานาน จะก่อให้เกิดอันตรายและความเป็นพิษได้ ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของตับและไตลดลง คณะกรรมการกำหนดมาตรฐานอาหารสากล (Codex) ได้กำหนดให้การใช้กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก ไม่เกิน 0.001 กรัมต่อกิโลกรัม

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน และการใช้สตาร์ชดัดแปรเพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมมันต่ำเสริมเนื้อลูกสำรอง รวมทั้งการศึกษาอายุการเก็บรักษาโดยใช้โซเดียมแลคเตท โดยวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การใช้ประโยชน์จากเนื้อลูกสำรองเพื่อทดแทนอินูลินในผลิตภัณฑ์ไอศกรีม พบว่า ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากเนื้อลูกสำรองมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ มีลักษณะเป็นวุ้น (gelling) ซึ่งมีคุณลักษณะที่ใกล้เคียงกับอินูลินแต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่า จึงส่งผลให้ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นและปริมาณคาร์โบไฮเดรตลดลง เมื่อปริมาณการใช้เนื้อลูกสำรองเพิ่มขึ้น

2. ความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมลูกสำรองมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น เนื่องจาก เนื้อลูกสำรองมีความสามารถในการดูดซับน้ำได้ไว้ในโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ได้ดี จึงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่อปริมาณเนื้อลูกสำรองเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณเนื้อสำรองที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อค่า a^* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ค่า L^* และ b^* มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากเอกลักษณ์เฉพาะตัวของเนื้อลูกสำรองที่มีสีน้ำตาล จึงส่งผลให้ลักษณะของผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำมากขึ้นตามปริมาณเนื้อลูกสำรอง

3. ปริมาณเนื้อลูกสำรองที่ทดแทนอินูลินมีอิทธิพลต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม

4. การใช้สตาร์ชดัดแปรเพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไอศกรีมลูกสำรอง พบว่า ปริมาณความชื้นมีแนวโน้มลดต่ำลง ในขณะที่ปริมาณคาร์โบไฮเดรตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของสตาร์ชดัดแปรประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต จึงส่งผลให้ปริมาณความชื้นลดลงและปริมาณคาร์โบไฮเดรตเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณการใช้สตาร์ชดัดแปรเพิ่มมากขึ้น

5. ปริมาณของสตาร์ชดัดแปรที่ใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ มีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ โดยสตาร์ชดัดแปรมีความสามารถในการรวมตัวกับน้ำได้ เป็นผลให้ค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูงขึ้น และเป็นผลทำให้ค่าแรงเฉือนเพิ่มขึ้น เนื่องจากลักษณะโครงสร้างของผลิตภัณฑ์มีความคงตัวมากขึ้น

6. โซเดียมแลคเตท มีอิทธิพลในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง โดยปริมาณโซเดียมแลคเตทที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้อัตราการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ มีผลทำให้อายุการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.1132/2549) คือ เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $6 \log \text{CFU/g}$

บรรณานุกรม

- กองโภชนาการ. 2535. **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย**. ฝ่ายวิเคราะห์อาหารและโภชนาการ, กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพฯ.
- กล้าณรงค์ ศรีรอดและเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2543. **เทคโนโลยีของแป้ง**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 292 หน้า.
- คมคาย ศรีสถาพร. 2540. **การใช้สตาร์ชในผลิตภัณฑ์เนื้อ**. สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหารแห่งประเทศไทย : กรุงเทพฯ.
- นิธิยา รัตนปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 487 หน้า.
- นันทวัน บุญยะประภัสร์ และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2543. **สมุนไพรไม้พื้นบ้าน**. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ
- นิรนาม. 2547. **สำรวจต้นไม้ที่ไม่ใช่ตัวสำรองของเขาคิชฌกูฏ**. [Online]. Available: http://suratthani.doae.go.th/news_interesting/news_inter49/news_agrit0006/agrti0006.htm [2550, เมษายน 4]
- มานิชญ์ กุลพฤกษ์ เพิ่มศักดิ์ สุทธิวาริ และสมหวัง วิเชียรฉันท. 2547. **ศึกษาการเจริญเติบโตของลำลองจากการขยายพันธุ์ด้วยการตอนกิ่งและตัดชำกิ่ง**. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตจันทบุรี, จันทบุรี
- ประภาศรี เทพรักษา, นณีน อ่อนหวาน และอุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์. 2549. **การใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมุยอ**. อาหาร. 36(3) : 238-246.
- ปาริชาติ สักกะทำนุ. 2542. **กระเทียมสมุนไพรเสริมสุขภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 9. รวมพรรณ, กรุงเทพฯ
- เพียววี เหมือนวงษ์ญาติ. 2529. **ตำราวิทยาศาสตร์สมุนไพร**. ศูนย์การพิมพ์พลชัย, กรุงเทพฯ
- เขาวัดถรณ์ สุรพันธ์พิสิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สหมิตรออฟเซต, กรุงเทพฯ. 135 หน้า.
- วรัญญา สุภมิตร ภาวินี ภูศรี และปริญดา เพ็ญโรจน์. ม.ป.ป. **การศึกษาสมบัติทางกระแสวิทยาของกัมผงจากผลสำรอง**. คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- ศิวาพร ศิวเวช. 2539. **วัตถุดิบอาหารเล่ม 1**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพฯ.
- สมพร ภูติยนันท์. 2542. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแพทย์แผนไทย**. องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก. กรุงเทพฯ.

- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ม.ป.ป. คู่มือฟองทะเลลาย. สาขาวิจัย
อุตสาหกรรมเกษตรและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ, กรุงเทพฯ
- สัญญาชัย จตุรสิทธิ์ธา. 2543. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 244 หน้า
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2549. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไก่ยอ. มพช. 1332.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2540. เรื่องสตาร์ชตัดแปร. มอก. 1425-38/2549.
- สุวรรณะศรี ประถมบุตร. 2547. การใช้อินูลินทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้ขนมจีบ. ปริญญาวิทยา
ศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร,
กรุงเทพฯ
- อดิศักดิ์ เอกโสวรรณ. 2541. รายงานการวิจัยเรื่องการปรับปรุงกระบวนการผลิตไส้กรอกหมู หมูยอ
และไก่ยอไขมันต่ำจากแป้งบุก. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย : กรุงเทพฯ.
- อารีวรรณ ลาภนิกรกุล, จันทิมา วัฒนาและประภาศรี เทพรักษา. 2550. การใช้ลูกสำรองปรับปรุง
คุณภาพเค้กชิฟฟอนไขมันต่ำ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Anders, J., A.L. Milkowski, and J.G. Cervený. 1987. **A Food – stuff containing a lactate salt.**
US. Patent 808319 (851212). Oscar Mayer, Madison, WI.
- A.O.A.C. 2000. **Official Method of Analysis.** 15th ed. The Association of Official
Analytical. Chemists, Arlington, Virginia. 1985p.
- Carballo, J., G. Berreto and Jimenez Colmencro, E. 1995. **Starch and Egg White influence on
properties of bologna sausage as related to fat content.** J. of Food Science, 60: 673-
677p.
- Claus, J.R., M.C. Hunt. 1991. **Low-Fat, High – added water bologna formulated with texture
– modifying ingredients.** Journal of Food Science. 56, 643-647, 652p.
- Codex. 1965. **Lactate.** [Avalable] <http://www.who.int/foodsafety/codex/en/>
- Giese, J., 1992. **Developing Low-meat products.** Food Technology 46 (4): 100-108p.
- Grau, F.H. 1980. **Inhibition of the anaerobic growth of *Brochothrix thermosphactis* by lactic
acid.** Appl. Environ. Microbiol. 40 : 433-438p.
- Enver, B.B. and B. Kamil. 2007. **Effect of Sodium Lactate on the Microbiological Quality and
shelf Life of sausage.** Turk. J. Vet. Anim. Science. 31(5) : 333-339p.

- Hughes, E., A.M. Mullen and D.J. Troy. 1998. **Effect of Fat level, Tapioca starch and Whey Protein on Frankfurters Formulated with 5% and 12% Fat.** Meat Science. 48: 169-180p.
- Kathy, R.N. 1999. **Inulin and Oligofructose.** Journal of Nutrition. 129, 1402-1406p.
- Kim, Y., M.N., Faqih., S.S. Wang. 2001. **Factors affecting gel formation of inulin.** Carbohydrate Polymers, 46, 135-145p.
- Maas, M.R., K.A. Glass, and M.P. Doyle. 1989. **Sodium Lactate delays toxins production by *Clostridium botulinum* in cook-in bag turkey products.** Appl. Environ. Microbiol. 55 : 2226-2229p.
- Mendoza, E., M.L., GarcoAa., C., Casas. and M.D., Selgas. 2001. **Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages.** Meat Science , 57, 387-393p.
- Murphy, S.C., D., Gilroy., J.F., Kerry, D.J. Buckley and J.P., Kerry. 2004. **Evaluation of surimi, fat and water content in a low/no added pork sausage formulation using response surface methodology.** Meat Science , 66, 689-701p.
- Pereira, N.R., C.R.T., Tarley., M., Matsushita and N. E., de Souza. 2000. **Proximate Composition and Fatty Acid Profile in Brazilian Poultry Sausages.** Journal of Food Composition and Analysis., 13, 915-920p.
- Phillips, C.A. 1999. **The effect of citric acid, lactic acid, sodium citrate and sodium lactate, alone and in combination with nisin, on the growth of *Acrobacter butzleri*.** Letters in App. Microbiol. 29 : 424-428p.
- Phillips, G.O., and P. A., Williams. 2000. **Handbook of hydrocolloids.** Woodhead : America. 450p.
- Sensus Company. 2004. **ใบแสดงคุณสมบัติของอินูลิน. อ้างโดย. บริษัทเฮลล์มมหาบุญ, กรุงเทพฯ**
- Somboonpanyakul, P., Q., Wang., W., Cui., S., Barbut and P., Jantawat. 2006. **Malva nut gum (Part I): Extraction and physicochemical characterization.** Carbohydrate Polymers, 64, 247-253p.
- Somboonpanyakul, P., S., Barbutb., P., Jantawata and N., Chinprahast. 2007. **Textural and sensory quality of poultry meat batter containing malva nut gum, salt and phosphate.** Journal of Food Science and Technology, 40, 493-505p.

- Williams, S.K. and K. Phillips. 1998. **Sodium Lactate Affected sensory and objective characteristic of tray-packed Broiler Chicken Breast.** Meat. Poultry Science. 77: 765-769p.
- Wurzburg, O.B. 2000. **Modified Starches** : Properties and uses. CRC Press. 277p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ไก่อ๋ยมันต่ำเสริมธูกลำรอง

ตารางภาคผนวก ก1 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ไก่ยอที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)			
	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4
เนื้อลูกสำรอง	0	100	200	300
อินูลิน	300	200	100	0
เนื้อไก่ส่วนนอก	1000	1000	1000	1000
แป้งมันสำปะหลัง	50	50	50	50
เกลือ	20	20	20	20
ฟอสเฟต	4	4	4	4
ผงชูรส	5	5	5	5
พริกไทยดำ	8	8	8	8
น้ำแข็ง	150	150	150	150
น้ำตาล	20	20	20	20
กระเทียม	100	100	100	100

ตารางภาคผนวก ก2 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองที่ใช้สตาร์ชคัดแปรในการปรับปรุงคุณภาพ

ส่วนผสม	ปริมาณ (กรัม)				
	1	2	3	4	5
เนื้ออกไก่	1000	1000	1000	1000	1000
เนื้อลูกสำรอง	300	300	300	300	300
สตาร์ชคัดแปร	0	30	60	90	120
เกลือ	20	20	20	20	20
ฟอสเฟต	4	4	4	4	4
ผงชูรส	5	5	5	5	5
พริกไทยดำ	8	8	8	8	8
น้ำแข็ง	150	150	150	150	150
น้ำตาล	20	20	20	20	20
กระเทียม	100	100	100	100	100

ภาคผนวก ข.

วิธีวิเคราะห์ทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์

ข1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC., 2000)

1.1 อุปกรณ์

1.1.1 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (electronic analytical balance)

1.1.2 ถ้วยอลูมิเนียม พร้อมฝาปิด (moisture can)

1.1.3 โถดูดความชื้น (desiccators)

1.1.4 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)

1.2 การเตรียมตัวอย่าง

1.2.1 นำผลิตภัณฑ์ที่ก่อบคให้ละเอียด

1.2.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง ประมาณ 1-2 กรัม ใส่ในถ้วยอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว และนำไปวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นต่อไป

1.3 วิธีวิเคราะห์

1.3.1 นำถ้วยอลูมิเนียมพร้อมฝาปิด อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง นำออกมาใส่ในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

1.3.2 ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในถ้วยอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว (W_1)

1.3.3 อบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำออกมาใส่โถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก

1.3.4 ทำซ้ำอีกครั้งละ 1 ชั่วโมง จนผลต่างของน้ำหนักไม่เกิน 3 มิลลิกรัม (W_2)

1.4 วิธีคำนวณหาปริมาณความชื้น

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{(W_1 - W_2) \times 100}{W_1}$$

ข2. การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (AOAC., 2000)

2.1 เครื่องมือ

2.1.1 อุปกรณ์ย่อยโปรตีนประกอบด้วยเตาย่อย (VELP DK 6) และเครื่องดักจับไอน้ำกรด

2.1.2 อุปกรณ์กลั่นโปรตีน (kjeldahl distillation apparatus)

2.1.3 ขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.1.4 โถดูดความชื้น (desiccators)

2.1.5 กระบอกตวง (graduated cylinder) ขนาด 100 มิลลิลิตร

2.1.6 บิวเรต (burette) ขนาด 50 มิลลิลิตร

2.1.7 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (electronic analytical balance)

2.2 สารเคมี

2.2.1 สารผสมระหว่างคอปเปอร์ซัลเฟต, ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 0.5 กรัมและโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 6.5 กรัม

2.2.2 กรดซัลฟิวริกเข้มข้น ($\text{conc. H}_2\text{SO}_4$)

2.2.3 โซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 40 (NaOH)

2.2.4 กรดไฮโดรคลอริก 0.1 N (HCl)

2.2.5 กรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 (H_3BO_3)

2.2.6 อินดิเคเตอร์ผสมระหว่างสารเมทิลเรด เมทิลีนบลูและโบรโมคริสอลกรีน

2.3 การเตรียมอินดิเคเตอร์ผสม

2.3.1 ชั่งเมทิลเรด 0.152 กรัมและเมทิลีน 0.082 กรัม ละลายในเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

2.3.2 ชั่งโบรโมคริสอลกรีน 0.1 กรัมละลายในน้ำกลั่น ปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร

2.3.3 ผสมสารละลายจากข้อ 2.3.1 และ 2.3.2 ในอัตราส่วนข้อ 2.3.1 ต่อข้อ 2.3.2 ปริมาตรเท่ากับ 5 : 2

2.4 การเตรียมสารละลาย 0.1 N HCl

เลือกขวดปริมาตรขนาด 1 ลิตร ที่สะอาดบรรจุน้ำกลั่นครึ่งขวด ใช้บิวเรตไทกรดไฮโดรคลอริก (AR-grade) เข้มข้น จำนวน 8.2 มิลลิลิตร ลงในขวดที่มีน้ำกลั่นอยู่ผสมโดยหมุนขวดช้า ๆ ปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ผสมให้เข้ากันโดยปิดจุกให้แน่นคว่ำขวดไป-มา สารละลายนี้มีความเข้มข้นโดยประมาณ 0.1 N

2.5 Standardization สารละลายกรด HCl โดยใช้โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)

เลือกบิวเรตสะอาดและแห้ง ถั่วด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่เตรียมได้ และไขออกจากบิวเรต บรรจุบิวเรตด้วยกรดจนถึงขีดที่สามารถอ่านตัวเลขได้ง่าย นำโซเดียมคาร์บอเนตไปอบในตู้อบลมร้อนที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งโซเดียมคาร์บอเนตประมาณ 0.13 กรัม ด้วยเครื่องชั่งละเอียด เติมน้ำกลั่นประมาณ 20 มิลลิลิตร เขย่าให้ละลายโดยระวังไม่ให้กระเด็น หยดอินดิเคเตอร์ที่เตรียมไว้ 3 หยด อินดิเคเตอร์นี้มีสีเขียวในสารละลายต่าง และเปลี่ยนไปเป็นสีม่วงอมชมพูในสารละลายกรด นำไปไตเตรทกับกรดโดยในช่วงแรกเมื่อเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงอมชมพูให้นำไปตั้งบนเตาไฟฟ้า จนสารละลายกลับมาเป็นสีเขียวเหมือนเดิม ทิ้งไว้ให้เย็นนำไปไตเตรทต่อจนกระทั่งเปลี่ยนสีเป็นสีม่วงอมชมพู จดบันทึกปริมาตรของกรดที่ใช้ทั้งหมด ทำการทดลองซ้ำ

2.6 การคำนวณความเข้มข้นกรด HCl

มวลโมเลกุลของโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เท่ากับ 106 แต่มีน้ำหนักสมมูลเท่ากับ 53.0 นั่นคือ สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเข้มข้น 1 N จำนวน 1,000 มิลลิลิตร มีปริมาณสาร 53.0 กรัม

$$\begin{aligned} \text{ให้ } y &= \text{กรัมของโซเดียมคาร์บอเนต} \\ x &= \text{มิลลิลิตรของไฮโดรคลอริกที่ต้องใช้ทำปฏิกิริยากับ} \\ &\quad \text{โซเดียมคาร์บอเนต } y \text{ กรัม} \\ z &= \text{ค่าเป็นนอร์มัลของกรดไฮโดรคลอริกที่เตรียมได้จริง} \end{aligned}$$

จากการไทเทรต y กรัม โซเดียมคาร์บอเนตถูกทำให้สะเทินด้วย x มิลลิลิตร ของ z N.HCl จำเป็นต้องคำนวณปริมาณกรดที่ถูกทำให้สะเทินด้วยโซเดียมคาร์บอเนต 53.0 กรัม ซึ่งมีค่าเท่ากับ $[x \ 53.0]$ มิลลิลิตร ของ z N.HCl

y
เนื่องจาก 1,000 มิลลิลิตร ของ 1 N โซเดียมคาร์บอเนตประกอบด้วยสาร 53.0 กรัม ดังนั้น 1000 มิลลิลิตร ของ 1 N โซเดียมคาร์บอเนตถูกทำให้สะเทินด้วย $[x \ 53.0]$ มิลลิลิตร จะได้สมการดังนี้

$$\begin{aligned} y \\ [x \ 53.0] \text{ มิลลิลิตร ของ } z \text{ N.HCl} &= 1,000 \text{ มิลลิลิตร ของ } 1 \text{ N.HCl} \\ y \\ \text{เพราะฉะนั้น HCl (M)} &= \frac{18.868 \times W_1}{(A_1 + A_2)} \end{aligned}$$

$$A_1 = \text{ปริมาตรของ HCl ไตเตรตครั้งแรก}$$

$$A_2 = \text{ปริมาตรของ HCl ไตเตรตครั้งที่สอง}$$

$$W_1 = \text{น้ำหนักของ } \text{Na}_2\text{CO}_3$$

2.7 การเตรียมตัวอย่าง

2.7.1 นำผลิตภัณฑ์ไก่ไข่ม้วนดำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลินบดให้ละเอียด

2.7.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ได้ ประมาณ 1-2 กรัม ใส่ในหลอดสำหรับย่อยโปรตีน แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนต่อไป

2.8 วิธีการวิเคราะห์

2.8.1 ขั้นตอนการย่อย

2.8.1.1 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 1-2 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน

2.8.1.2 เติม catalyst ซึ่งเป็นส่วนผสมของโพแทสเซียมซัลเฟต 6.5 กรัม กับ คอปเปอร์ซัลเฟต 0.5 กรัม ในลักษณะเม็ด

2.8.1.3 เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น ปริมาณ 20 มิลลิลิตร

2.8.1.4 วางหลอดย่อยโปรตีนในเตาย่อยแล้วประกอบสายยางระหว่างสายครอบเครื่องดักจับไอกรดให้เรียบร้อย

2.8.1.5 เปิดสวิตช์เครื่องดักจับไอกรดและเตาย่อยตั้งอุณหภูมิและเวลาย่อยจนสารละลายใส

2.8.1.6 ปล่อยให้เย็น

2.8.1.7 เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร เก็บไว้กลั่นต่อไป

2.8.1.8 ทำ blank ด้วย (ขั้นตอนที่ 2-7 ไม่ต้องเติมตัวอย่าง)

2.8.2 ขั้นตอนการกลั่นและการไตเตรท

2.8.2.1 นำสารละลายตัวอย่างที่ย่อยได้ใส่ลงในช่องใส่ตัวอย่าง แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลให้ได้ประมาณ 150 มิลลิลิตร

2.8.2.2 นำขวครูปชมพูนาค 250 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร และเติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด แล้วนำไปกรองรับของเหลวที่กลั่นได้ให้ ส่วนปลายของอุปกรณ์ควมแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดนี้

2.8.2.3 เปิดสวิตช์ให้ความร้อนและเปิดน้ำหล่อเย็นควบแน่น

2.8.2.4 นำสารละลายตัวอย่างที่ย่อยได้ใส่ลงในช่องใส่ตัวอย่าง แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลให้ได้ประมาณ 150 มิลลิลิตร

2.8.2.5 นำไปกลั่น โดยเก็บของเหลวที่กลั่นได้ประมาณ 150 มิลลิลิตร

2.8.2.6 ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีม่วง

2.9 วิธีคำนวณหาปริมาณโปรตีน

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{(A-B) \times N \times 14.007 \times F}{W \times 10}$$

เมื่อ A = ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาณกรดที่ใช้ไตเตรทกับ blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของกรด (N)

F = แฟกเตอร์ของตัวอย่างใช้ 6.25

W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

ข3. การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (AOAC., 2000)

3.1 การเตรียมตัวอย่าง

3.1.1 นำผลิตภัณฑ์ไก่ขอยไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลินอบในตู้อบลมร้อนที่ 105 องศาเซลเซียส จนไม่มีความชื้น จากนั้นบดให้ละเอียด

3.1.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไก่ขอยไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลินที่ได้แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน

3.2 สารเคมี

petroleum ether

3.3 อุปกรณ์

3.3.1 กระดาษกรองเบอร์ 1 (filter stoppers No. 1)

3.3.2 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)

3.3.3 โถดูดความชื้น (desiccators)

3.3.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (electronic analytical balance)

3.3.5 เครื่องวิเคราะห์ไขมัน (soxhlet)

3.4 วิธีการวิเคราะห์

3.4.1 นำ extraction vessel ออบในตู้อบลมร้อนเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (W_1)

3.4.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างใส่กระดาษกรองประมาณ 1 กรัม (W_2) ห่อให้มิดชิดแล้วใส่ลงใน thimble ใส่ในเครื่องโดยหมุนปุ่มเลื่อนไปที่ตำแหน่ง immersion เมื่อใส่ thimble เสร็จแล้วจึงเลื่อนปุ่มไปที่ตำแหน่ง washing

3.4.3 นำ extraction vessel ที่ใส่ petroleum ether วางบน heating plate

3.4.4 ดึงกานให้ติดแน่นกับถ้วย extraction vessel

3.4.5 หมุนก๊อกล้อที่อยู่กับส่วนกลั่นในตำแหน่งตั้งตรง (open)

3.4.6 ผลักปุ่มไปตำแหน่ง immersion

3.4.7 ให้ความร้อนและใช้เวลาสกัด 30 นาที

3.4.8 เมื่อสิ้นสุดการสกัด หมุนปุ่มเลื่อนไปตำแหน่ง washing ขึ้นตอนการล้างใช้เวลา 1 ชั่วโมงเมื่อสิ้นสุดการ reflux washing หมุนก๊อกล้อที่อยู่กับส่วนกลั่นในตำแหน่งขวาง (close) เพื่อปิดและรอจนสารทำละลาย (petroleum) ระเหยแล้วกลั่นตัวกลับมาอยู่ทางส่วนล่างของ condenser glass จนหมด

3.4.9 ปลดกานบังคับกับ glass vessel กับ condenser glass ออกนำ thimble และ extraction vessel ออก ปลดสายทำละลายลงในบีกเกอร์ที่วางอยู่บน heating plate และปิดจุกแก้ว

3.4.10 นำ extraction vessel ไปอบใน ตู้อบลมร้อนนาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน โถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W_3)

3.5 วิธีคำนวณร้อยละของไขมัน

$$\text{ปริมาณไขมันคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{(W_3 - W_1) \times 100}{W_2}$$

เมื่อ W_1 คือ น้ำหนัก extraction vessel (กรัม)

W_2 คือ น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

W_3 คือ น้ำหนัก extraction vessel หลังนำไปอบ (กรัม)

ข4. การวิเคราะห์หาปริมาณของเยื่อใย (AOAC., 2000)

4.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำผลิตภัณฑ์ไก่ขoyo ไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลินอบในตู้อบลมร้อนที่ อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนไม่มีความชื้น จากนั้นบดให้ละเอียด

4.2 สารเคมี

4.2.1 กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เข้มข้นร้อยละ 1.25

4.2.2 โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เข้มข้นร้อยละ 1.25

4.2.3 อะซีโตน

4.3 อุปกรณ์

4.3.1 ชุดสกัดเยื่อใย (fiber apparatus)

4.3.2 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง (electronic analytical balance)

4.4 วิธีวิเคราะห์

4.4.1 ชั่งตัวอย่างน้ำหนักประมาณ 1 กรัม ใส่ในถ้วยแก้ว โดยหักน้ำหนักถ้วยแก้ว ออกแล้ว (F_0)

4.4.2 ใส่ถ้วยแก้วลงในหลุมทุกหลุม โดยปรับคานด้านซ้ายของเครื่องขึ้นข้างบนก่อน เมื่อวางถ้วยแก้วเรียบร้อยแล้ว กดคานลงจนสุด

4.4.3 เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นร้อยละ 1.25 ประมาณ 150 มิลลิลิตร ที่ทำให้ร้อนไว้ แล้วลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์

4.4.4 เปิดน้ำหล่อเย็นให้มีอัตราการไหลประมาณ 2 ลิตรต่อนาที เปิดสวิตช์และเปิด ปุ่มให้ความร้อนตามเข็มนาฬิกาไปที่เลข 9

4.4.5 ดัมจนเตี๊อดจึงลดไฟลง ไปที่เลข 5 แล้วดัมต่อไปอีก 30 นาที ตั้งเวลาโดย หมุนปุ่มตั้งเวลาตามเข็มนาฬิกาไปที่เลข 30

4.4.6 กรองเอาสารละลายออก โดยเปิดสวิตช์ vacuum แล้วเปิดลิ้นไปที่ vacuum กรองเสร็จแล้วปิดลิ้นและปิดสวิตช์กลับไปที่ตั้งเดิม

4.4.7 ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน 3 ครั้ง ครั้งละ 30 มิลลิลิตร โดยเปิดสวิตช์ pressure และเปิดลิ้นไปที่ pressure เสร็จแล้วปิดลิ้นและปิดสวิตช์กลับมาที่ตั้งเดิม

4.4.8 เติมโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 1.25 ประมาณ 150 มิลลิลิตร ที่ทำให้ร้อนไว้แล้วลงในท่อแก้วคอนเดนเซอร์

4.4.9 ทำตามขั้นตอนที่ 4.4.5-4.4.7 ซ้ำ

4.4.10 ล้างด้วยน้ำกลั่นเย็น 1 ครั้ง ประมาณ 30 มิลลิลิตร

4.4.11 ล้างด้วย อะซิโตน 3 ครั้ง ครั้งละ 25 มิลลิลิตร ให้ความดันเล็กน้อยทุกครั้ง นำด้วยแก้วออก โดยปรับคันโยกขึ้น

4.4.12 อบให้แห้งในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง หรือ อบข้างจนกว่าจะได้น้ำหนักคงที่ ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

4.4.13 ชั่งน้ำหนัก (F_1) เป็นน้ำหนักของสารเชื้อใย รวมกับน้ำหนักแก้ว

4.4.14 เเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น

4.4.15 ชั่งน้ำหนัก (F_2) เป็นน้ำหนักของแก้ว

4.5 วิธีคำนวณปริมาณเชื้อใย

$$\text{ปริมาณเชื้อใย (ร้อยละ)} = \frac{(F_1 - F_2)}{F_0} \times 100$$

เมื่อ F_0 คือ น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

F_1 คือ น้ำหนักของถ้วยแก้วและตัวอย่างหลังอบ (กรัม)

F_2 คือ น้ำหนักของถ้วยแก้วและตัวอย่างหลังเผา (กรัม)

ข5. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AOAC., 2000)

5.1 อุปกรณ์

5.1.1 เตาเผา (muffle furnace)

5.1.2 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible)

5.1.3 โถดูดความชื้น (desiccators)

5.1.4 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (electronic analytical balance)

5.2 การเตรียมตัวอย่าง

5.2.1 นำผลิตภัณฑ์ไก่ข่อยไขมันดำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลินบดให้ละเอียด

5.2.2 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่ได้ ประมาณ 1-2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบ น้ำหนักที่แน่นอนแล้ว และนำไปวิเคราะห์หาปริมาณต่อไป

5.3 วิเคราะห์

5.3.1 เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาที่เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา ประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิตซ์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30 - 40 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตา เย็นลดลงก่อน แล้วนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่ง น้ำหนัก

5.3.2 เผาซ้ำอีกครั้งประมาณ 1 ชั่วโมง และกระทำเช่นข้อ 1 จนได้ผลต่างน้ำหนักทั้งสองไม่เกิน 3 มิลลิกรัม

5.3.3 ชั่งน้ำหนักตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบซึ่งทราบน้ำหนักแล้วนำไปเผาบน เตาไฟฟ้าจนหมดควัน จึงนำเข้าเตาเผา ตั้งอุณหภูมิเตาเผาไว้ที่ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง และกระทำเช่นเดียวกับข้อ 5.3.1 และ 5.3.2

5.4 วิธีการคำนวณหาปริมาณเถ้า

$$\text{ปริมาณเถ้าคิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

ข6. การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรต

การวิเคราะห์หาคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดในอาหารโดยทั่วไปกระทำ โดยการคำนวณจากการ นำค่าขององค์ประกอบส่วนที่เป็นความชื้น เถ้า โปรตีน เยื่อใย และไขมัน ไปหักออกจาก 100

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด} = 100 - (\text{ความชื้น} + \text{เถ้า} + \text{โปรตีน} + \text{เยื่อใย} + \text{ไขมัน})$$

ข7. การวิเคราะห์หาค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ (WHC) (Murphy *et al.*, 2004)

1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1.1 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (electronic analytical balance)

1.1.2 กระดาษกรอง เบอร์ 1 (filter stoppers No. 1)

1.1.3 เครื่องหมุนเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ (refrigerated centrifuged)

1.2 วิเคราะห์

1.4.1 ชั่งกระดาษกรองเบอร์ 1 จำนวน 2 แผ่น น้ำหนักที่แน่นอน

1.4.2 ชั่งตัวอย่างลงบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักแล้ว ประมาณ 1.5 ± 0.1 กรัม จด น้ำหนักที่แน่นอน

1.4.3 นำตัวอย่างใส่ในหลอดเซนติฟิวส์ และเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ ความเร็วรอบ 10,000 เป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

1.4.4 นำกระดาษกรองที่ได้ ชั่งน้ำหนักหลังเหวี่ยง

1.4.5 นำค่าที่ได้ไปคำนวณเป็นปริมาณน้ำที่กระดาษกรองซับไว้ทั้งหมด

1.3 วิธีคำนวณหาค่า ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity)

$$WHC = \frac{\text{น้ำหนักกระดาษหลังเหวี่ยง} - \text{น้ำหนักกระดาษเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

ข8. การวัดค่าสี L* a* b* โดยใช้เครื่อง Minolta CR-10 Japan

2.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันดำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลินมาวัดโดยนำหัววัดมากดลงบนผิวผลิตภัณฑ์โดยผ่านถุงพลาสติก

2.2 อุปกรณ์

เครื่องวัดค่าสี Minolta รุ่น CR 10

2.3 ขั้นตอนการใช้เครื่องวัดสี (คู่มือการใช้เครื่องวัดสี Minolta CR-10 japan)

2.3.1 ตรวจสอบการเชื่อมต่อให้ถูกต้อง

2.3.2 เปิดคอมพิวเตอร์ และ Window 98

2.3.3 ที่เครื่องวัดสีให้กดปุ่ม Lab และ Lch พร้อมกันและเปิดเครื่องโดยไม่ปล่อยปุ่ม Lab และ Lch จนกระทั่งมีข้อความ “RS Connect mode” ปรากฏบนหน้าจอ LCD ของเครื่องวัดสี (ข้อควรระวัง ห้ามกดปุ่มใดๆ บนเครื่องวัดสีหลังจากกระทำตามข้อ 3 เสร็จแล้ว เพราะจะทำให้เครื่องออกจากโหมด “RS Connect mode” และจะทำให้เครื่องวัดสีไม่สามารถติดต่อกับ Software ได้)

2.3.4 เปิด Software astro color RIGHT จะปรากฏหน้าต่างการใช้งาน

2.3.5 เลือกเมนู File และ New จะปรากฏหน้าต่างการใช้งาน

2.3.6 เลือกเมนู Communication จากนั้นเลือก Comport ที่ใช้งานถูกต้อง

2.3.7 เลือกเมนู Edit และ Measure Standard จะปรากฏหน้าต่าง

2.3.8 ใส่ชื่อ Standard และข้อมูลต่างๆ

2.3.9 นำหัววัดของเครื่องวัดสีวางบนชิ้นงานสีที่ต้องการวัด

2.3.10 กดปุ่ม Enter เพื่อทำการวัดและแสดงผลบนหน้าจอ หรือคลิกปุ่ม OK

2.3.11 ทำการวัด Sample โดยนำหัววัดเครื่องวัดสีวางบนชิ้นงานที่ต้องการวัด

2.3.12 เลือกเมนู Edit และ Measure Standard หรือคลิกที่ปุ่ม Measure ได้โดยตรง ใส่ชื่อ Sample และกดปุ่ม enter คลิกปุ่ม OK

2.3.13 เครื่องจะทำการวัดและแสดงผลบนหน้าจอ

ข9. การวัดค่าแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์ไก่เยื่อเสริมลูกสำรอง ด้วยเครื่อง Texture analyzer

3.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำผลิตภัณฑ์ไก่เยื่อเสริมลูกสำรองมาตัดให้มีขนาดเท่าๆกัน แล้วนำไปวัดค่าแรงเฉือน

3.2 วิธีการวัด ขั้นตอนการใช้เครื่อง Texture analyzer (คู่มือการใช้งานเครื่อง Texture analyzer)

3.2.1 เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์

3.2.2 เปิดเครื่อง Texture analyzer พร้อมทั้งติดตั้งหัวที่จะทำการวัด

3.2.3 เปิดโปรแกรม Texture analyzer โดย double click ที่ icon ของ Texture Exponent 32

3.2.4 เปิด Graph Texture โดยเลือก Menu File → New จะแสดงจอกราฟออกมา

3.2.5 เปิด Menu หลัก T.A. เลือก Calibrate → Calibrate force โดยตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีหัววัดมาตรฐานของเครื่อง Texture analyzer จากนั้นกดปุ่ม OK

3.2.6 หน้าจอคอมพิวเตอร์จะแสดงข้อความว่าให้วางตุ้มน้ำหนักขนาด 2 กิโลกรัม คลิก Next หน้าจอจะแสดงรูปให้วางตุ้มแล้วจึงค่อยนำตุ้มน้ำหนัก 2 กิโลกรัม วางบน Calibrate platform คลิก Next → Finish หน้าจอจะปรากฏข้อความ Calibrate complete

3.2.7 เปิด Menu หลัก T.A. เลือก Calibrate → Calibrate Height โดยจะต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีตัวอย่างหรือสิ่งของวางทิ้งไว้ที่ฐานเครื่อง

3.2.8 เข้า Menu หลัก T.A. ไปที่ T.A. setting เลือก Libraty → Special Test เพื่อกำหนดรูปแบบการวัดโดยดูที่ option และกำหนดรูปแบบของการวัดตามตัวอย่างผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจากนั้นกดปุ่ม OK

3.2.9 ตั้งค่า Value เพื่อกำหนดการเคลื่อนที่ของ Probe โดยป้อนข้อมูล TA – XT Plus Setting (ตั้งค่า Targed Mode เป็น % Strain) จากนั้นกดปุ่ม OK

3.2.10 เข้า Menu หลัก T.A. เลือก Run a Test กรอกข้อมูล Title, Batch, File ID และเลือก Drive ที่ต้องการเก็บข้อมูล (เก็บที่ My Document โดยตั้ง Folder ใหม่) เพื่อให้สามารถเรียกใช้ได้

3.2.11 ตั้งค่าพารามิเตอร์ กำหนด Unit force และ Distance

3.2.12 เลือก Probe selection เพื่อเลือกหัวให้ตรงกับหัววัดที่ใช้

3.2.13 เลือก Data acquisition เพื่อกำหนดอัตราการเก็บข้อมูล

3.2.14 จากนั้นเข้าไปที่ Menu T.A. เพื่อเลือก Run a Test จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Auto save เพื่อให้เครื่องบันทึกข้อมูลอัตโนมัติโดยตั้งชื่อ File ID และกำหนด Driver ที่เก็บ สามารถบันทึกข้อความลงในช่อง Title และ Note ได้เมื่อต้องการเก็บข้อมูลตัวอย่าง

3.2.15 อ่านค่าและแปลผลจากกราฟได้

3.2.16 การทำซ้ำ สามารถทำได้โดยเข้าไปที่ Menu หลัก เลือก เข้า T.A.

3.2.17 รวบรวมผลจากกราฟ

3.3 การตั้งค่า TA – XT Plus โดยเลือกใช้หัววัด P/2

Mode	:	Return to Start
Option	:	Measure Force in Compression
Pre-Test-Speed	:	2.0 mm/s
Test-Speed	:	2.0 mm/s
Post-Speed	:	10.0 mm/s
Distance	:	30 mm
Time	:	60s
Trigger Type	:	Auto – 20g
Data Acquisition Rate	:	200 pps

3.4 การ Run Macro

3.4.1 เลือก Record Macro จะปรากฏหน้าจอ User Input ให้ใส่ชื่อ จากนั้นกดปุ่ม OK

3.4.2 ป้อนข้อมูล Macro

3.4.3 บันทึก Macro โดยตั้งชื่อสูตรตามค่าวิเคราะห์ บันทึกลงใน My Documents ตั้ง

ชื่อ Files name

3.4.4 เปิดกราฟที่บันทึกไว้ จากนั้นเข้าสู่ Menu หลัก เลือกที่เมนู Graph → View All
เลือกที่เมนู Graph → Select All

3.4.5 กด Run Macro

3.5 การตั้งค่า Macro เพื่อวิเคราะห์ผล

Clear Graph Results

Redraw

Search Forward

Go to Min. Time

Make Value Force ('Firmness')

Drop Anchor 2

Area ('Toughness')

Linear Distance ('Fracturability')

3.6 การหากราฟเฉลี่ย

3.6.1 เลือกกราฟ 3 เส้นที่ใกล้เคียงกัน

3.6.2 เลือกเมนู View select only

3.6.3 เลือกเมนู Process data

3.6.4 เลือก Average

3.6.5 เลือก Creative

3.6.6 หลังจากนั้นเลือกกราฟเฉลี่ยของ Treatment นั้นหน้าจอเดิม ให้คลิกขวาที่กราฟเฉลี่ยนั้นแล้วเลือก Remove file from window แล้ว save ก่อนที่จะทำกราฟเฉลี่ยต่อไป

3.6.7 เมื่อได้กราฟเฉลี่ยครบทุก Treatment ให้เปิดเฉพาะ file กราฟเฉลี่ย แล้วจึง save กราฟไปลง excel

ข10. วิธีวิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC., 2000)

1.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ

1.1.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA)

1.1.2 น้ำกลั่น

1.1.3 แอลกอฮอล์

1.2 อุปกรณ์

1.2.1 จานเพาะเชื้อ (plate)

1.2.2 ขวดรูปชมพู่ (erlenmayer flask)

1.2.3 ปิเปต ขนาด 1 มิลลิลิตร

1.2.4 ลูกยาง

1.2.5 ตะเกียงแอลกอฮอล์

1.2.6 spatula

1.2.7 กระบอกตวง ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.2.8 สำลี

1.2.9 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)

1.2.10 หลอดทดลอง

1.2.11 ถุงพลาสติก หนึ่งยาง

1.2.12 ที่วางหลอดทดลอง

1.3 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1.3.1 นำอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA มาละลายในน้ำกลั่น

1.3.2 ต้มให้เดือด และให้ส่วนผสมละลายหมด

1.3.3 บรรจุขวดทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

1.4 วิธีการตรวจ

1.4.1 สุ่มตัวอย่างที่ต้องการตรวจวิเคราะห์ 25 กรัม ใส่ขวด sterile ที่มีน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 225 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 10^{-1} แล้วนำไปเจือจางจนได้สารละลายที่มีความเข้มข้นที่มีความต้องการคือ 10^{-2} , 10^{-3} และ 10^{-4}

1.4.2 นำ dilution ที่เตรียมได้คือ 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} และ 10^{-4} แล้วใส่ลงในจานเพาะเชื้อทุก dilution ละ 1 มิลลิลิตร/จานเพาะเชื้อ

1.4.3 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ที่หลอมละลายแล้วที่มีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส แล้วนำมาเทลงในจานเพาะเชื้อ ให้ได้ประมาณ 10-15 มิลลิลิตร ต่อจานเพาะเชื้อ ผสมให้เข้ากัน

1.4.4 เมื่อ PCA แข็งตัวนำเข้าตู้เพาะเชื้อ (incubator) อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

1.4.5 การอ่านผลจะต้องเลือกนับปริมาณจุลินทรีย์ที่มีโคโลนีช่วง 30-300 โคโลนี ต่อจานเพาะเชื้อ จาก dilution ที่เหมาะสม และคำนวณเป็นโคโลนีต่อกรัม หรือ log CFU/g

ข11. วิธีวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (AOAC., 2000)

2.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ

2.1.1 อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA)

2.1.2 น้ำกลั่น

2.1.3 แอลกอฮอล์

2.2 อุปกรณ์

2.2.1 จานเพาะเชื้อ (plate)

2.2.2 ขวดรูปชมพู่ (erlenmayer flask)

2.2.3 ปิเปต ขนาด 1 มิลลิลิตร

2.2.4 ลูกยาง

2.2.5 ตะเกียงแอลกอฮอล์

2.2.6 spatula

2.2.7 กระบอกตวง 250 มิลลิลิตร

2.2.8 สำลี

2.2.9 ตู้อบลมร้อน (hot air oven)

2.2.10 หลอดทดลอง

2.2.11 ถูพลาสติก หนึ่งข้าง

2.2.12 ที่วางหลอดทดลอง

2.3 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

2.3.1 นำอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มาละลายในน้ำกลั่น

2.3.2 คั้นให้เดือด และให้ส่วนผสมละลายหมด

2.3.3 บรรจุขวดทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

2.4 วิธีการตรวจ

2.4.1 สุ่มตัวอย่างที่ต้องการตรวจวิเคราะห์ 25 กรัม ใส่ขวด sterile ที่มีน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 225 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากันจะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 10^{-1} แล้วนำไปเจือจางจนได้สารละลายที่มีความเข้มข้นที่มีความต้องการคือ 10^{-2} , 10^{-3} และ 10^{-4}

2.4.2 นำ dilution ที่เตรียมได้คือ 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} และ 10^{-4} แล้วใส่ลงในจานเพาะเชื้อทุก dilution ละ 1 มิลลิลิตร/จานเพาะเชื้อ

2.4.3 เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ที่หลอมละลายแล้วที่มีอุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส แล้วนำมาเทลงในจานเพาะเชื้อ ให้ได้ประมาณ 10-15 มิลลิลิตร ต่อจานเพาะเชื้อ ผสมให้เข้ากัน

2.4.4 เมื่อ PDA แข็งตัวนำเข้าตู้เพาะเชื้อ (incubator) อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

2.4.5 การอ่านผลจะต้องเลือกนับปริมาณจุลินทรีย์ที่มีโคโลนีช่วง 30-300 โคโลนี ต่อจานเพาะเชื้อ จาก dilution ที่เหมาะสม และคำนวณเป็น โคโลนีต่อกรัม หรือ log CFU/g

ภาคผนวก ค.

แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

การประเมินคุณค่าทางด้านประสาทสัมผัส

ชื่อ-นามสกุลผู้ทดสอบ วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับที่เสนอจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนตามลำดับความชอบของท่าน และกรณียบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่าง

5 = ชอบมาก

4 = ชอบ

3 = เฉยๆ

2 = ไม่ชอบ

1 = ไม่ชอบมาก

รหัสตัวอย่าง

ลักษณะปรากฏ

สี

เนื้อสัมผัส

กลิ่นรส

รสชาติ

ความชอบรวม

ข้อเสนอแนะ

.....

การประเมินคุณค่าทางด้านประสาทสัมผัส

ชื่อ-นามสกุลผู้ทดสอบ วันที่.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรองที่ใช้สตาร์ชดัดแปรในการปรับปรุงคุณภาพ

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับที่เสนอจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนตามลำดับความชอบของท่าน และกรณียบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่าง

- | | | |
|---|---|-----------------|
| 9 | = | ชอบมากที่สุด |
| 8 | = | ชอบมาก |
| 7 | = | ชอบปานกลาง |
| 6 | = | ชอบเล็กน้อย |
| 5 | = | เฉยๆ |
| 4 | = | ไม่ชอบเล็กน้อย |
| 3 | = | ไม่ชอบปานกลาง |
| 2 | = | ไม่ชอบมาก |
| 1 | = | ไม่ชอบมากที่สุด |

รหัสตัวอย่าง

ลักษณะปรากฏ

สี

เนื้อสัมผัส

กลิ่นรส

รสชาติ

ความชอบรวม

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง.

ตารางทดสอบความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางที่ ๑1 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	51.928	3	17.309	70.689	0.000*
Error	1.959	8	0.245		
Total	65850.274	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๑2 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	0.014	3	0.005	2.219	0.163 ^{ns}
Error	0.017	8	0.002		
Total	2362.964	12			

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ๑3 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	9.082E-02	3	3.027E-02	2.416	0.142 ^{ns}
Error	.100	8	1.253E-02		
Total	12.332	12			

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ๑4 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านปริมาณเชื้อไขของผลิตภัณฑ์ไก่ยอไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	2.449E-02	3	8.164E-03	0.878	0.492 ^{ns}
Error	7.440E-02	8	9.300E-03		
Total	3.941	12			

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ๖5 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์ไก่อ้อยู่ไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	0.365	3	.122	243.244	0.000*
Error	4.000E-03	8	5.000E-04		
Total	54.982	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๖6 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านปริมาณคาร์โบไฮเดรตของผลิตภัณฑ์ไก่อ้อยู่ไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	62.123	3	20.708	61.037	0.000*
Error	2.714	8	0.339		
Total	887.373	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๖7 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ไก่อ้อยู่ไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	10.556	3	3.519	168.769	0.000*
Error	.167	8	2.085E-02		
Total	33527.136	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๖8 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านค่าสี L*ของผลิตภัณฑ์ไก่อ้อยู่ไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	108.382	3	36.127	218.029	0.000*
Error	1.326	8	.166		
Total	55807.345	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๙ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านค่าสี a*ของผลิตภัณฑ์ไก่อ๋มไขมันต่ำที่ใช้เนื้อ
ลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	5.714	3	1.905	6.549	0.015*
Error	2.327	8	.291		
Total	68.971	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๑๐ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านค่าสี b*ของผลิตภัณฑ์ไก่อ๋มไขมันต่ำที่ใช้เนื้อ
ลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	12.269	3	4.090	8.917	0.006*
Error	3.669	8	.459		
Total	1929.636	12			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๑๑ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของ
ผลิตภัณฑ์ไก่อ๋มไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREAT	16.029	3	5.343	13.171	0.000*
PANEL	60.343	69	.875	2.156	0.000
Error	83.971	207	.406		
Total	3964.000	280			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 12 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านคะแนนความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์ไก่อ้อย
ไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREAT	47.496	3	15.832	24.320	0.000*
PANEL	91.175	69	1.321	2.030	0.000
Error	134.754	207	0.651		
Total	4055.000	280			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 13 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านคะแนนความชอบด้านลักษณะเนื้อสัมผัสของ
ผลิตภัณฑ์ไก่อ้อยไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREAT	10.143	3	3.381	5.651	0.001*
PANEL	62.343	69	0.904	1.510	0.014
Error	123.857	207	0.598		
Total	3854.000	280			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 14 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์
ไก่อ้อยไขมันต่ำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREAT	4.611	3	1.537	3.397	0.019*
PANEL	89.175	69	1.292	2.857	0.000
Error	93.639	207	0.452		
Total	3969.000	280			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 15 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านคะแนนความชอบด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์
ไก่ยอ ไก้มันดำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREAT	4.386	3	1.462	3.038	0.030*
PANEL	94.443	69	1.369	2.844	0.000
Error	99.614	207	.481		
Total	4106.000	280			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 16 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านคะแนนความชอบรวมของผลิตภัณฑ์ไก่ยอ
ไก้มันดำที่ใช้เนื้อลูกสำรองทดแทนอินูลิน

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREAT	13.571	3	4.524	7.712	0.000*
PANEL	62.771	69	.910	1.551	0.010
Error	121.429	207	.587		
Total	3972.000	280			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 17 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูก
สำรอง

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	201.917	4	50.479	131.463	0.000*
Error	3.840	10	0.384		
Total	205.757	14			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 18 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูก
สำรอง

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	0.001	4	0.000	0.002	1.000 ^{ns}
Error	1.116	10	0.112		
Total	1.117	14			

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 19 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูก
สำรอง

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	0.000	4	0.000	0.107	0.977 ^{ns}
Error	0.008	10	0.001		
Total	0.008	14			

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 20 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านปริมาณเชื้อไขของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูก
สำรอง

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	0.001	4	0.000	0.074	0.988 ^{ns}
Error	0.041	10	0.004		
Total	0.042	14			

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 21 วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูก
สำรอง

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	0.000	4	0.000	0.009	1.000 ^{ns}
Error	0.132	10	0.013		
Total	0.133	14			

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ๖๒๒ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านปริมาณคาร์โบไฮเดรตของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	199.615	4	49.904	169.103	0.000*
Error	2.951	10	0.295		
Total	202.566	14			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๖๒๓ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	27.878	4	6.970	24.487	0.000*
Error	4.269	15	.285		
Total	89169.514	30			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๖๒๔ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านค่าแรงเหวี่ยงของผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREATMENT	1409163.248	4	352290.812	44077.25	0.000*
Error	119.899	15	7.993		
Total	104599723.1	30			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๖๒๕ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของ
ผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREAT	7.144	4	1.786	6.114	0.000*
PANEL	23.104	49	.472	1.614	0.012
Error	57.256	196	.292		
Total	9922.000	250			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๖๒๖ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านคะแนนความชอบด้านสีของผลิตภัณฑ์
ไก่ยอเสริมลูกสำรอง

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREAT	11.120	4	2.780	6.606	0.000*
PANEL	32.900	49	.671	1.596	0.014
Error	82.480	196	.421		
Total	9429.000	250			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๖๒๗ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์
ไก่ยอเสริมลูกสำรอง

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREAT	0.824	4	.206	.981	0.419 ^{ns}
PANEL	24.884	49	.508	2.417	0.000
Error	41.176	196	.210		
Total	9345.000	250			

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ๒๒๘ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านคะแนนความชอบด้านรสชาติของ
ผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREAT	.496	4	.124	.559	0.693 ^{ns}
PANEL	27.236	49	.556	2.504	0.000
Error	43.504	196	.222		
Total	9325.000	250			

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ ๒๒๙ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านคะแนนความชอบด้านความแน่นเนื้อของ
ผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREAT	12.736	4	3.184	8.162	0.000*
PANEL	26.996	49	0.551	1.412	0.052
Error	76.464	196	0.390		
Total	10369.000	250			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๒๓๐ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้านคะแนนความชอบด้านความชอบรวมของ
ผลิตภัณฑ์ไก่ยอเสริมลูกสำรอง

Source of variance	SS	df	Mean Square	F-value	Sig.
TREAT	9.104	4	2.276	7.184	0.000*
PANEL	26.224	49	.535	1.689	0.007
Error	62.096	196	.317		
Total	9242.000	250			

* หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)