การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ GINGER PORK
ของบริษัท ซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด
QUALITY CONTROL OF GINGER PORK PRODUCTION BY
CPF PREMIUM FOOD CO., LTD.

นางสาวขนิษฐา ศรีอุไร
นายเจษฎา สุวรรณพิทักษ์
นายเตชพัฒน์ ทองเกตุแก้ว
นางสาวสุนิษา ระงับชิด

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์
ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

QUALITY CONTROL OF GINGER PORK PRODUCTION BY CPF PREMIUM FOOD CO., LTD.

KANITTA SRIURAI
JESADA SUWANPITAK
TECHAPAT THONGKETKEAW
SUNISA RANGUBCHID

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
IN APPLIED STATISTICS
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ของบริษัท ซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด Quality Control of Ginger Pork Production by CPF Premium Foods Co., Ltd.
ชื่อนักศึกษา	นางสาวขนิษฐา ศรีอุไร 55051700 นายเจษฎา สุวรรณพิทักษ์ 55051710 นายเตชพัฒน์ ทองเกตุแก้ว 55051718 นางสาวสุนิษา ระงับชิด 55051836
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา	สถิติ
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์สายชล สินสมบูรณ์ทอง

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถิติประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์สายชล สินสมบูรณ์ทอง ประธานกรรมการ	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชูใจ คูหารัตนไชย กรรมการ	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล กรรมการ	

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ของบริษัท ซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด
ชื่อนักศึกษา	นางสาวขนิษฐา ศรีอุไร 55051700
	นายเจษฎา สุวรรณพิทักษ์ 55051710
	นายเตชพัฒน์ ทองเกตุแก้ว 55051718
	นางสาวสุนิษา ระงับชิด 55051836
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สถิติประยุกต์)
ภาควิชา	สถิติ
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์สายชล สินสมบูรณ์ทอง

บทคัดย่อ

การศึกษาปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ของบริษัทซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด ซึ่งข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์มี 3 ส่วนคือ ข้อมูลส่วนที่ 1 ข้อมูลความหนาของเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ เพื่อหาความหนาที่เหมาะสมเพื่อใช้ในขั้นตอนการสไลด์ ข้อมูลส่วนที่ 2 ข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง น้ำหนักน้ำซอสและน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส โดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องบรรจุน้ำซอส 3 เครื่อง โดยอาศัยแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น ค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาวและร้อยละตกนอกของเกณฑ์ที่กำหนด ข้อมูลส่วนที่ 3 ข้อมูลจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork โดยอาศัยแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย แผนผังพาเรโตและแผนผังเหตุและผล ซึ่งได้ทำการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม 2559 ถึงเดือนมีนาคม 2559

ผลการศึกษาข้อมูลส่วนที่ 1 ความหนาที่เหมาะสมเพื่อใช้ในขั้นตอนการสไลด์คือ 3.15 มิลลิเมตรต่อชิ้น ข้อมูลส่วนที่ 2 น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง น้ำหนักน้ำซอสและน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส พบว่าแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่นำมาวิเคราะห์ทั้ง 3 เดือน มีลักษณะควบคุมได้ไม่ดี ค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้นและระยะยาวมีค่าน้อยกว่า 1.33 จึงส่งผลให้มีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด ข้อมูลส่วนที่ 3 เมื่อพิจารณาขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศและขั้นตอนการแช่แข็ง สาเหตุของจำนวนรอยตำหนิที่พบมากที่สุดคือการปิดผนึกทับซอส

Title	Quality Control of Ginger Pork Production by CPF Premium Foods Co., Ltd.
Students	Ms. Kanitta Sriurai 55051700
	Mr. Jesada Suwanpitak 55051710
	Mr. Techapat Thongketkeaw 55051718
	Ms. Sunisa Rangubchid 55051836
Degree	Bachelor of Science (Applied Statistics)
Department	Statistics
Academic Year	2015
Advisor	Assoc. Prof. Saichon Sinsomboonthong

ABSTRACT

This special problem was a study of quality control for Ginger Pork production by CPF Premium Foods Co., Ltd. The collected data consisted of 3 types: thickness of sliced pork sirloin; weights of sliced pork sirloin, sliced roasted pork sirloin roast, sauce, and sliced roasted pork sirloin mixed with sauce; numbers of defects in pork meat and packaging. The thickness data were used for determining the optimal slice thickness. The weights data were used to construct an $\overline{X}$ - chart, an S - chart, a Process Capability Index (C_{pk}), and a Process Performance Index (P_{pk}) for determining the production performances. The numbers of defects were used to construct defects per unit control chart (U - chart), Pareto chart, and cause and effect diagram. Data collection was conducted from January 2016 to March 2016. The results obtained were the following: the optimal thickness of a slice was 3.15 mm; the $\overline{X}$ - chart and S - chart revealed poor process control characteristics in all of the 3 months investigated, while the lower-than-the-1.33-criterion values of C_{pk} and P_{pk} confirmed the poor control characteristics; and lastly, most defects were sauce trapped between sealed seams caused by defective vacuum sealing and freezing processes.

# กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ โดยได้รับความกรุณาจาก รศ.สายชล สินสมบูรณ์ทอง อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ผู้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ คำปรึกษา เอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆและหนังสืออ้างอิง ที่ใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูลตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณ ผศ.ชูใจ คูหารัตนไชย และ ผศ.ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล คณะกรรมการปัญหาพิเศษ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ ข้อบกพร่อง ตลอดจนแก้ไขข้อผิดพลาดเพิ่มเติม ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณอรุณวรรณ วนิชธัญญาทรัพย์ ผู้จัดการฝ่ายประกันคุณภาพ ที่ช่วยประสานงาน ให้ความรู้ ความร่วมมือ ความเอาใจใส่ และให้ข้อมูลตรงตามความต้องการซึ่งนำมาใช้ในการศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

ขอขอบคุณ คณาจารย์สาขาสถิติประยุกต์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำและช่วยเหลือในเรื่องต่างๆตลอดระยะเวลาในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือและกำลังใจจากคุณพ่อและคุณแม่ พี่น้อง และเพื่อนๆ ตลอดจนบุคคลต่างๆที่ให้ความช่วยเหลือ ที่ผู้วิจัยไม่สามารถกล่าวนามได้หมดในที่นี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีของทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณและขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

นางสาวขนิษฐา ศรีอุไร
นายเจษฎา สุวรรณพิทักษ์
นายเตชพัฒน์ ทองเกตุแก้ว
นางสาวสุนิษา ระงับชิด

สารบัญ

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า

สารบัญรูป

สารบัญรูป (ต่อ)

สารบัญรูป (ต่อ)

สารบัญรูป (ต่อ)

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

อาหารเป็นหนึ่งในปัจจัย 4 ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ อันมีผลในการเสริมสร้างร่างกายและสติปัญญา ตลอดจนสภาพจิตใจที่ดี ความหลากหลายและความแตกต่างของมนุษย์มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคซึ่งเป็นปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิต อาหารที่เรารับประทานในชีวิตประจำวันประกอบด้วยอาหารหลัก 5 หมู่ คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตามินและเกลือแร่

ความสำคัญของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ในปัจจุบันกำลังเพิ่มขึ้นจากเมื่อก่อนอย่างมาก เนื่องจากในปัจจุบันวิถีชีวิตของมนุษย์เรานั้นเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างมากเนื่องจากพฤติกรรมการรับประทานอาหารที่เปลี่ยนไปซึ่งคนส่วนใหญ่ทราบดีแล้วว่าต้องการรับประทานอาหารให้ครบหลัก 5 หมู่ แต่ในความเป็นจริงในปัจจุบันการใช้ชีวิตที่เร่งรีบ ทำให้ผู้คนจำนวนมากไม่มีเวลาในการเลือกรับประทานอาหาร จึงมีความนิยมมารับประทานอาหารสำเร็จรูป เพื่อความสะดวกสบายและรวดเร็ว

ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมภายในประเทศทั้งขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ต่างได้รับผลกระทบจากสภาวะวิกฤตเศรษฐกิจโลกที่หดตัวลง ส่งผลให้เศรษฐกิจไทยปรับตัวลดลงตามเศรษฐกิจโลกด้วยเช่นกัน ซึ่งทำให้การบริโภคลดลง ประเทศไทยจึงมีนโยบายการพัฒนาและส่งเสริมทางด้านอุตสาหกรรมเพื่อก้าวไปสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ ทำให้เกิดภาวะทางการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจสูงขึ้น ผู้ประกอบการต้องเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้มากขึ้น ซึ่งในสภาวะเศรษฐกิจปัจจุบัน ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงคุณภาพและราคาของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ตรงตามความต้องการและความพึงพอใจของผู้อุปโภคและผู้บริโภค แต่ผู้ประกอบการต้องพยายามลดต้นทุนในการผลิตเพื่อเพิ่มผลตอบแทนสูงสุดในระยะยาว

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่ามีการควบคุมคุณภาพในการผลิตสินค้าเป็นปัจจัยที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิต ค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์และลดความสูญเสียของผลิตภัณฑ์ที่เกิดระหว่างกระบวนการผลิต เพื่อให้บริษัทได้รับความน่าเชื่อถือและความไว้วางใจในผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง แต่ในปัจจุบันกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ความเบี่ยงเบนหรือความแปรปรวนของกระบวนการผลิตย่อมเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ไม่ว่าระบบการผลิตจะได้รับการออกแบบไว้ดีเพียงใดหรือผู้ควบคุมการผลิตจะเอาใจใส่ต่อการควบคุมตรวจสอบในกระบวนการผลิตอย่างเข้มงวดแล้วก็ตาม ความแปรปรวนต่างๆ มีผลจากปัจจัยอื่นๆ ทั้งที่สามารถควบคุมได้และควบคุมไม่ได้ ความแปรปรวนเหล่านี้ส่งผลกระทบถึงคุณภาพของสินค้าที่ทำการผลิต ถ้าความแปรปรวนมีน้อยและไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของสินค้าแสดงว่ากระบวนการผลิตนี้อยู่ภายใต้การควบคุม แต่เมื่อใดความแปรปรวนมากจะส่งผลให้คุณภาพสินค้าลดลง แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่ได้อยู่ภายใต้การควบคุม

จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ โดยคณะผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ Ginger Pork โดยนำเอาเทคนิคการควบคุมกระบวนการทางสถิติ (Statistical

Process Control) มาใช้ในกระบวนการผลิตสินค้า ซึ่งสามารถป้องกันของเสียจากต้นกระบวนการสู่ท้ายกระบวนการผลิตได้ อีกทั้งเพื่อเป็นเครื่องมือในการเฝ้าติดตามกระบวนการ ทำให้ผู้บริหารของบริษัทฯ ได้ทราบถึงขีดความสามารถของกระบวนการผลิตที่แท้จริง เพื่อนำไปสู่การเป็นผู้นำในวงการอุตสาหกรรม

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ของบริษัทซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด

2. เพื่อหาความหนาที่เหมาะสมสำหรับการตั้งค่าเครื่องสไลด์เนื้อหมู

3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 2 และเครื่องจักรที่ 3 ในการบรรจุน้ำซอสของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

4. เพื่อหาจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศและขั้นตอนการแช่แข็ง

5. เพื่อหาสาเหตุจำนวนรอยตำหนิมากที่สุดของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศและขั้นตอนการแช่แข็ง

6. เพื่อหาดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น (C_{pk}) ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (P_{pk}) และการคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การศึกษาการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ครั้งนี้จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของบริษัท ซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด ซึ่งตั้งอยู่เลขที่ 26/3 หมู่ 7 ตำบลคลองนครเนื่องเขต อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000 ซึ่งข้อมูลประกอบด้วย

- น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง น้ำหนักน้ำซอส (เครื่องจักรที่ 1, 2 และ 3) และน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork
- จำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศและขั้นตอนการแช่แข็ง โดยทำการเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้

วันที่	14	มกราคม	พ.ศ. 2559
วันที่	15	กุมภาพันธ์	พ.ศ. 2559
วันที่	15	มีนาคม	พ.ศ. 2559

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ของบริษัท ซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู๊ดส์ จำกัด

2. ทำให้ทราบความหนาที่เหมาะสมสำหรับการตั้งค่าเครื่องสไลด์เนื้อหมู

3. ทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 2 และ เครื่องจักรที่ 3 ในการบรรจุน้ำซอสของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

4. ทำให้ทราบจำนวนรอยตำหนิต่อถุงของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศและขั้นตอนการแช่แข็ง

5. ทำให้ทราบถึงสาเหตุจำนวนรอยตำหนิต่อถุงของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศและขั้นตอนการแช่แข็ง

6. สามารถควบคุมน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

7. ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ในโรงงานอื่น ๆ ต่อไป

1.5 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. น้ำมาริเนต (Marinade) หมายถึง น้ำที่มีขิงเป็นส่วนผสมหลัก ใช้หมักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เพื่อให้เนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์นุ่ม และมีรสชาติตามความต้องการโดยผู้คิดค้นชาวญี่ปุ่น

2. น้ำซอส (Sauce) หมายถึง เครื่องปรุงรส มีลักษณะเหลวหรือค่อนข้างข้น ใช้จิ้มหรือปรุงรสเพื่อให้รสชาติอาหารดีขึ้น

3. เนื้อสันนอกติดมัน (Sirloin) หมายถึง เนื้อส่วนที่นุ่มมากที่สุด เป็นเนื้อที่อยู่ระหว่างส่วนขาหลังและส่วนล่าง

4. ตู้แช่แข็ง (Individual Quick Freezing : IQF) หมายถึง ห้องแช่แข็งเนื้อสันนอกติดมันบริเวณส่วนขาหลังและส่วนล่าง เป็นกระบวนการแช่เยือกแข็ง (freezing) อย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้อาหารแต่ละชิ้นสัมผัสกับตัวกลางที่ให้ความเย็นโดยตรง ทำให้เกิดผลึกน้ำแข็ง (ice crystal formation) ได้ผลึกขนาดเล็กทั่วไปในชิ้นของอาหาร ทำให้อาหารมีคุณภาพดี อาหารแช่เยือกแข็งมีลักษณะแยกจากกันเป็นชิ้นๆ ไม่เกาะกันเป็นก้อน

5. การตรวจจับโลหะเหล็ก (Detect Ferrum) หมายถึง เครื่องตรวจจับโลหะเหล็กสามารถตรวจหาโลหะได้โดยอาศัยหลักการสร้างความสมดุลของสัญญาณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากขดลวดส่งสัญญาณ

6. การตรวจจับโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Non Ferrum) หมายถึง การตรวจจับโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก

7. การตรวจจับสแตนเลส (Steel Use Stainless : SUS) หมายถึง การตรวจจับกลุ่มโลหะที่เป็นสแตนเลส ซึ่งสแตนเลสเป็นวัสดุที่มีธาตุหลัก ผสมรวมกันอยู่ระหว่างเหล็กและโครเมียม

8. น้ำหนักสุทธิ (Net Weight) หมายถึง น้ำหนักทั้งหมดของอาหารโดยไม่รวมน้ำหนักบรรจุภัณฑ์

9. น้ำหนักรวม (Gross Weight) หมายถึง น้ำหนักทั้งหมดของอาหารโดยรวมน้ำหนักบรรจุภัณฑ์

10. น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ หมายถึง น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เพียงอย่างเดียว ในขั้นตอนการสไลด์

11. น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง หมายถึง น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำมาริเนต ในขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง

12. น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส หมายถึง น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำมาริเนตและน้ำซอส ในขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของการควบคุมคุณภาพ (Definition of quality control)

คำว่าการควบคุมคุณภาพเป็นการรวมคำสองคำเข้าด้วยกัน คำหนึ่งคือ การควบคุม ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “Control” ส่วนอีกคำหนึ่งคือ คุณภาพ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “Quality” ซึ่งคำสองคำนี้มีความหมายดังนี้

การควบคุม (Control) หมายถึงการบังคับให้กิจกรรมต่าง ๆ ได้ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ส่วนคำว่า คุณภาพ (Quality) หมายถึง ผลผลิตที่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน (Fineness for use) ออกแบบได้ดี (Quality of design) และมีรายละเอียดที่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด เมื่อนำคำสองคำนี้มารวมกันคือ การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) เป็นการจัดการควบคุมวัตถุดิบและการควบคุมการผลิต เพื่อป้องกันไม่ให้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีข้อบกพร่องและเกิดความเสียหาย โดยทั่วไปกระบวนการผลิตจะอยู่ภายใต้การควบคุม แต่ก็มีโอกาสที่ปัจจัยการผลิตอาจเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้กระบวนการผลิตเปลี่ยนแปลงไปจากที่กำหนด ทำให้ผลิตสินค้าหรือชิ้นงานมีคุณภาพลดลง สาเหตุที่ทำให้กระบวนการผลิตผิดปกติไป อาจเกิดจากเครื่องจักร คน หรือวัตถุดิบ เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตให้อยู่ภายใต้การควบคุม จึงต้องมีวิธีการเชิงสถิติเพื่อให้ผู้ผลิตรู้ว่ากระบวนการผลิตได้เปลี่ยนแปลงไปจากที่กำหนดไว้

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาขั้นตอนการผลิตและการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ของ บริษัทซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดจนการนำความรู้ทางด้านสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของทางบริษัทฯ โดยอาศัยทฤษฎีและวิธีการทางสถิติที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพดังนี้

2.2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance or Single Factor Analysis of Variance)

2.2.1.1 การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption)

- การทดสอบการแจกแจงปรกติ (Test for Normality) ของข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ว่ามีการแจกแจงปรกติหรือไม่ โดยใช้ Anderson-Darling (Stephens, M. A. 1974) ได้เสนอสถิติทดสอบที่ใช้ในการทดสอบภาวะสารูปดี (Goodness of fit test) เมื่อข้อมูลอยู่ในมาตราเรียงลำดับ (Ordinal Scale) และลักษณะการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบต่อเนื่อง ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$AD = -n - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(2i-1)[\ln u_i + \ln(1-u_{n-i+1})]$$

กำหนดให้ $x_1 \le x_2 \le \ldots \le x_n$ เป็นค่าสังเกต n ค่าในตัวอย่างอันดับ

เมื่อ u_i แทน ฟังก์ชันการแจกแจงที่คาดหวังภายใต้ $H_0: u_i = F_0(z_i)$

ขั้นตอนการทดสอบ

1. เรียงข้อมูล X จากน้อยไปมาก
2. ตั้งสมมติฐาน H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ

   H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงปรกติ
3. หาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \quad \text{และ} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

4. ทำการปรับค่า ให้เป็น Z โดย

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S}$$

$$u_i = F_0(z_i) = P\left(Z_i \le \frac{X_i - \bar{X}}{s}\right) = P(Z \le z_i)$$

5. หาค่า AD จากสูตร

$$AD = -n - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(2i - 1)[\ln u_i + \ln(1 - u_{n-i+1})]$$

6. จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ AD ที่คำนวณมีค่ามากกว่า Significance point จากตารางที่ 1 ในภาคผนวก ก ณ ระดับนัยสำคัญที่กำหนด

- การทดสอบความแปรปรวนเท่ากัน (Test for Homogeneity of Variance) ของความหนาที่แตกต่างกันว่ามีความแปรปรวนของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เท่ากันหรือไม่ โดยใช้

1. สถิติทดสอบของบาร์ตเลต (Bartlett's Test)

ใช้สำหรับทดสอบความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างหลายกลุ่ม เหมาะสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ และจะมีการแจกแจงคล้ายการแจกแจงไคกำลังสอง (Snedecor, G. W. and Cochran, W. G. 1980)

สถิติทดสอบของบาร์ตเลต คำนวณจาก

$$B = \frac{(n-k)\ln\left(S_p^2\right) - \sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)\ln\left(S_i^2\right)}{1 + \frac{1}{3(k-1)}\left(\sum_{i=1}^{k}\left(\frac{1}{n_i - 1}\right) - \frac{1}{n-k}\right)}$$

เมื่อ S_i^2 คือ ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ i

หาได้ดังนี้ $$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_i}\left(X_{ij} - \bar{X}_i\right)^2}{n_i - 1} \quad ; i = 1, 2, 3, \ldots, k$$

X_{ij} คือ ข้อมูลลำดับที่ j ในกลุ่มตัวอย่างที่ i

$\bar{X}_i$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ i

n คือ ขนาดตัวอย่างทั้งหมด

n_i คือ ขนาดตัวอย่างของกลุ่มที่ i

k คือ จำนวนกลุ่มประชากร ในที่นี้ $k = 3$

และ S_p^2 หาได้ดังนี้

$$S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^{k}\left(n_i - 1\right)S_i^2}{n - k}$$

เกณฑ์การตัดสินใจ จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $B > \chi^2_{\alpha, k-1}$ โดย α คือระดับนัยสำคัญ

2. สถิติทดสอบของเลวีน (Levene's Test)

สถิติทดสอบเลวีน เสนอโดยเลวีน ในปี ค.ศ.1960 ใช้สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของประชากร k กลุ่มโดยไม่กำหนดลักษณะการแจกแจงของตัวแปร (Levene, H. 1960)

สถิติทดสอบของเลวีน คำนวณจาก

$$Lev = \frac{\sum_{i=1}^{k} n_i(\bar{Z}_i - \bar{Z})^2/(k-1)}{\sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n_i}(Z_{ij} - \bar{Z}_i)^2/\sum_{i=1}^{k}(n_i - 1)} \quad ; i = 1, 2, 3, \ldots, k, \quad j = 1, 2, 3, \ldots, n_i$$

เมื่อ $\bar{Z}_i$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ i

$\bar{Z}$ คือ ค่าเฉลี่ยของตัวแปรใหม่ที่เกิดจากการแปลง

n คือ ขนาดตัวอย่างทั้งหมด

n_i คือ ขนาดตัวอย่างของกลุ่มที่ i

k คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่าง ในที่นี้ $k = 3$

Z_{ij} คือ ค่าของตัวแปรใหม่ที่เกิดจากการแปลง

โดย $Z_{ij} = \left|X_{ij} - \bar{X}_i\right|$

ซึ่ง X_{ij} คือ ข้อมูลลำดับที่ j ในกลุ่มตัวอย่างที่ i

$\bar{X}_i$ คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ i

เกณฑ์การตัดสินใจจะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $Lev > F_{\alpha ; v_1, v_2}$ โดย α คือระดับนัยสำคัญ

- การทดสอบความเป็นอิสระกัน (Test for Independence) ว่าเศษตกค้างมีความเป็นอิสระกันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบวิ่ง (Run test) เพื่อศึกษาว่าสาเหตุผิดปกติที่เกิดขึ้นมีผลมาจากการสุ่มหรือไม่ นอกจากนี้เรายังใช้การทดสอบวิ่งในการตรวจสอบว่ามีแนวโน้ม (Trend) ในข้อมูลหรือข้อมูลเป็นอิสระหรือไม่

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวหรือแบบมีปัจจัยเดียวเป็นการจำแนกข้อมูลด้วย ตัวแปรตัวเดียวหรือปัจจัยเดียว ดังนั้นการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลจะพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลต่อข้อมูลเพียงปัจจัยเดียว หรือเป็นการวิเคราะห์ความแตกต่างกันของระดับต่างๆ ของปัจจัย วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวหรือแบบมีปัจจัยเดียวคือการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากรที่ได้รับปัจจัยระดับต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 3

ระดับ ขึ้นไปหรือทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรตั้งแต่ 3 กลุ่ม ขึ้นไป โดยถือว่าหน่วยทดลองที่ได้รับปัจจัยระดับหนึ่งเป็นประชากรหนึ่งและหน่วยทดลองที่ได้รับปัจจัยอีกระดับหนึ่งเป็นอีกประชากรหนึ่ง (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2557)

2.2.1.2 ตัวแบบ (Model)

สมมติว่ามีปัจจัยที่ต้องการเปรียบเทียบเพียงปัจจัยเดียวโดยมีระดับที่แตกต่างกัน a ระดับในบางครั้งแต่ละระดับของปัจจัย (level of factor) เรียกว่า ทรีทเมนต์ (treatment) และในแต่ละทรีทเมนต์มีจำนวนค่าสังเกต (n) เท่ากัน โดยมีตัวแบบดังนี้

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \qquad ; i = 1, 2, ..., a \quad j = 1, 2, ..., n$$

โดยที่ y_{ij} คือ ผลการทดลอง (outcome) หรือค่าสังเกตที่วัดจากหน่วยทดลองที่ j ที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

u_i คือ ค่าเฉลี่ยทั้งหมด (overall mean) หรือค่าเฉลี่ยรวม(grandmean)

τ_i คือ อิทธิพลของทรีทเมนต์ที่ i (the i^{th} treatment effect)

ε_{ij} คือ ส่วนประกอบของความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (random error component) ที่ อยู่ในค่าสังเกตของหน่วยทดลองที่ j ที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

สำหรับการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนเป็นตัวแปรสุ่มที่เป็นอิสระกันและมีการแจกแจงปรกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 โดยที่ σ^2 เป็นความแปรปรวนภายในทรีทเมนต์และมีค่าเดียวสำหรับทรีทเมนต์ทุกทรีทเมนต์ นั่นคือ

$$\varepsilon_{ij} \sim N(0,\sigma^2)$$

รูปแบบนี้เรียกว่าการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way analysis of variance) เนื่องจากมีปัจจัยที่ได้รับการตรวจสอบเพียงปัจจัยเดียว นอกจากนี้เราต้องการให้หน่วยทดลอง (experimental unit) ถูกใช้แบบสม่ำเสมอเท่าที่จะเป็นไปได้

2.2.1.3 รูปแบบข้อมูลของการทดลองที่มีปัจจัยเดียว (Typical Data for a Single-Factor Experiment)

สมมติว่ามีทรีทเมนต์หรือระดับต่างๆของปัจจัยเพียงปัจจัยเดียวซึ่งต้องการที่จะเปรียบเทียบผลที่สังเกตได้จากแต่ละทรีทเมนต์เป็นตัวแปรสุ่ม ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ผังแสดงค่าสังเกตของตัวอย่างสุ่มสำหรับการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

ทรีทเมนต์	ค่าสังเกต						ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
ระดับ	1	2	...	j	...	n		
1	y_{11}	y_{12}	...	y_{1j}	...	y_{1n}	$y_{1\cdot}$	$\bar{y}_{1\cdot}$
2	y_{21}	y_{22}	...	y_{2j}	...	y_{2n}	$y_{2\cdot}$	$\bar{y}_{2\cdot}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
i	y_{i1}	y_{i2}	...	y_{ij}	...	y_{in}	$y_{i\cdot}$	$\bar{y}_{i\cdot}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
a	y_{a1}	y_{a2}	...	y_{aj}	...	y_{an}	$y_{a\cdot}$	$\bar{y}_{a\cdot}$
							$y_{\cdot\cdot}$	$\bar{y}_{\cdot\cdot}$

โดยที่ y_{ij} คือ ค่าสังเกตที่ j ที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

$y_{i\cdot} = \sum_{j=1}^{n} y_{ij}$ คือ ผลรวมของค่าสังเกตทั้งหมดที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

$\bar{y}_{i\cdot} = \frac{y_{i\cdot}}{n}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมดที่ได้รับทรีทเมนต์ที่ i

$y_{\cdot\cdot} = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n} y_{ij}$ คือ ผลรวมของค่าสังเกตทั้งหมด

$\bar{y}_{\cdot\cdot} = \frac{y_{\cdot\cdot}}{an}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมด

$N = an$ คือ ผลรวมของจำนวนของค่าสังเกตทั้งหมด

ตารางที่ 2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

แหล่งความแปรปรวน (Source of Variation)	องศาความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)	ผลบวกกำลังสอง (Sum of Squares)	ค่ากำลังสองเฉลี่ย (Mean Squares)	F
ระหว่างทรีทเมนต์ (Between Treatment)	a - 1	SSTr	MSTr	$\frac{MSTr}{MSE}$
ภายในทรีทเมนต์ หรือความคลาดเคลื่อน (Within Treatment or Error)	N - a	SSE	MSE	
ยอดรวม (Total)	N - 1	SST		

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n}\left(\bar{y}_{i\bullet} - \bar{y}_{\bullet\bullet}\right)^2 \Big/ (a-1)}{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{n}\left(y_{ij} - \bar{y}_{i\bullet}\right)^2 \Big/ (N-a)}$$

$$= \frac{MSTr}{MSE}$$

จะปฏิเสธสมมติฐานถ้า $F > F_{\alpha;a-1,N-a}$ ที่ระดับนัยสำคัญ α

ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้ค่าสถิติทดสอบเอฟในการทดสอบ ถ้าค่าสถิติทดสอบเอฟมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่ามีค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์อย่างน้อย 1 คู่ ที่มีความแตกต่างกัน แต่เราไม่ทราบว่าค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์คู่ไหนบ้างที่แตกต่างกัน การสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนนี้ยังไม่สามารถบอกได้ว่ามีทรีทเมนต์คู่ไหนบ้างที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์รายคู่ต่อไป จึงเรียกการทดสอบนี้อีกอย่างหนึ่งว่า การเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparison)

2.2.2.4 การเปรียบเทียบเชิงซ้อน (Multiple comparison)

1. การทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด (Fisher's Least Significant Difference : LSD)

LSD ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์คู่ใดคู่หนึ่ง ถ้ามีค่าเฉลี่ยหลายคู่ มักใช้เปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ที่อยู่ติดกันทีละคู่ เมื่อค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ทั้งหมดถูกจัดเรียงลำดับจากน้อยไปมาก

สถิติทดสอบคือ

$$LSD_\alpha = t_{\frac{\alpha}{2};\nu}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)} \quad ; \quad n_i \neq n_j$$

$$= t_{\frac{\alpha}{2};\nu}\sqrt{\frac{2MSE}{n}} \quad ; \quad n_i = n_j$$

เมื่อ $t_{\frac{\alpha}{2};\nu}$ คือ ค่าที่เปิดจากตาราง t ที่ระดับนัยสำคัญ $\frac{\alpha}{2}$ โดยใช้จำนวนองศาความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อน ν การทดสอบนี้เป็นการทดสอบแบบสองหาง

MSE คือ ค่ากำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

n_i , n_j คือ จำนวนซ้ำของทรีทเมนต์ที่ i และ j ที่ต้องการเปรียบเทียบตามลำดับ

หลักเกณฑ์ในการใช้ LSD

1. ใช้ LSD เมื่อค่า F ในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนมีความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือค่า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า F ในตารางสถิติ

2. ไม่ควรใช้ LSD สำหรับเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ทั้งหมดทุกคู่ ถ้าจำนวนทรีทเมนต์ที่ใช้ในการทดสอบนั้นมากกว่า 5 ทรีทเมนต์ (หรือมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 10 คู่)

3. ใช้ LSD สำหรับการทดลองที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า (Planned comparisons) ว่าต้องการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนต์ไหน โดยเฉพาะถ้ามีทรีทเมนต์ควบคุม (Control treatment) รวมอยู่ด้วย เรามักเปรียบเทียบทรีทเมนต์ต่าง ๆ กับทรีทเมนต์ควบคุม โดยไม่ต้องคำนึงถึงจำนวนทรีทเมนต์ที่ใช้ในการทดลอง

2. การทดสอบของทูกีย์ (Tukey's Test)

การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ของทูกีย์ เสนอโดยทูกีย์ในปี ค.ศ. 1953 เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่คล้ายกับวิธี LSD กล่าวคือใช้ค่าวิกฤตเพียงค่าเดียวในการเปรียบเทียบกับความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ทุกคู่ แต่ในการหาค่าวิกฤตในการเปรียบ เทียบค่าเฉลี่ยทุกคู่ที่เป็นไปได้จะใช้ค่าวิกฤตของพิสัยสติวเด็นท์ไดซ์ (Significant Studentized Range) โดยที่จำนวนทรีทเมนต์ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองจะนำมาพิจารณาในการคำนวณหาค่าวิกฤตด้วย

สถิติทดสอบคือ

$$T_\alpha = \frac{q_\alpha(p,\nu)}{\sqrt{2}}\sqrt{MSE\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)}$$

$$= q_\alpha(p,\nu)\sqrt{\frac{MSE}{2}\left(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}\right)} \quad ; \quad n_i \neq n_j$$

$$= q_\alpha(p,\nu)\sqrt{\frac{MSE}{n}} \quad ; \quad n_i = n_j$$

เมื่อ $q_\alpha(p,\nu)$ คือ ค่าวิกฤตของพิสัยสติวเด็นท์ไดซ์ที่ระดับนัยสำคัญ α ที่มีจำนวนทรีทเมนต์ p ทรีทเมนต์ และองศาความเป็นอิสระของความคลาดเคลื่อนเท่ากับ ν

MSE คือ ค่ากำลังสองเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนในตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

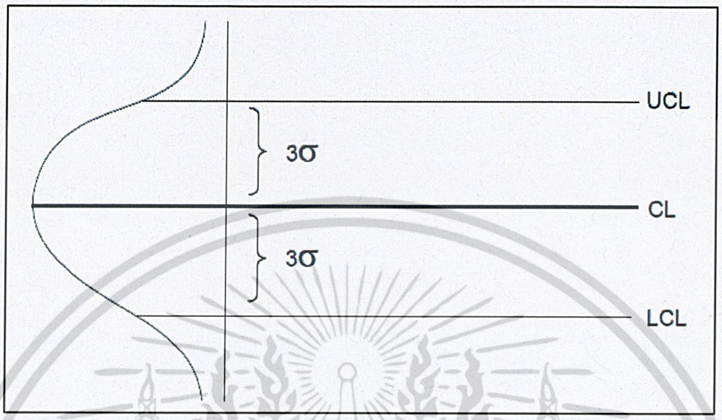
n_i , n_j คือ จำนวนซ้ำของทรีทเมนต์ที่ i และ j ที่ต้องการเปรียบเทียบ ตามลำดับ

2.2.2 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิควบคุม (Control Chart) หมายถึง เครื่องมือทางสถิติที่ใช้เพื่อตรวจสอบค่าของตัวแปรที่ต้องการควบคุมคุณภาพว่าเกิดความผันแปรจากสาเหตุที่ผิดธรรมชาติของข้อมูลออกจากความผันแปรที่มีสาเหตุโดยธรรมชาติของข้อมูล โดยผ่านกลไกลที่สำคัญ คือขีดจำกัดควบคุม (Control Limit) ของแผนภูมิ จึงได้นำแผนภูมิควบคุมมาใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต ประเมินความ สามารถของกระบวนการ และแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อกระบวนการผลิตไม่ตรงตามมาตรฐานที่กำหนดขึ้น (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

2.2.2.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

จากหลักการทางสถิติที่ว่าข้อมูลที่วัดได้จากกระบวนการผลิตจะมีการแจกแจงปรกติ(Normal Distribution) ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง 2 ค่า คือ ค่าเฉลี่ย (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) โดยมีโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่ค่าสังเกตที่วัดได้จะอยู่ในช่วง $\pm3\sigma$ สามารถนำหลักการดังกล่าวมาสร้างแผนภูมิควบคุม ซึ่งประกอบด้วยเส้นสำคัญ 3 เส้น ดังนี้



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของแผนภูมิควบคุม

เส้นกึ่งกลาง (Central Line : CL) เป็นค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิต ซึ่งคำนวณได้โดยนำค่าจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย

ขีดจำกัดควบคุมบน (Upper Control Limit : UCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นกึ่งกลางเท่ากับ 3σ ทางค่ามาก

ขีดจำกัดควบคุมล่าง (Lower Control Limit : LCL) เป็นเส้นที่มีระยะห่างจากเส้นกึ่งกลางเท่ากับ 3σ ทางค่าน้อย

จากรูปที่ 2.1 ขีดจำกัดควบคุมบนและล่าง แสดงถึงขอบเขตของความผันแปรที่อยู่ในระดับคุณภาพมาตรฐานที่ผู้ผลิตยอมรับได้ ซึ่งอยู่ในช่วง $\pm3\sigma$ เท่านั้น

ดังนั้น หากค่าสังเกตที่วัดได้กระจายอยู่ภายในขอบเขตดังกล่าวแสดงว่ากระบวนการผลิตยัง“อยู่ภายใต้การควบคุม (In Control)” สินค้าที่ผลิตได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐาน ในทางกลับกัน หากความผันแปรมีมากเกินไป ทำให้ค่าสังเกตที่วัดได้อยู่นอกเส้นขีดจำกัดทั้ง 2 ก็แสดงว่า กระบวนการผลิตนี้ “อยู่เหนือการควบคุม (Out of Control)” หรือสินค้าดังกล่าวไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานการผลิต

2.2.2.2 ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม

1. การกำหนดคุณลักษณะที่จะทำการควบคุม

ในขั้นตอนนี้ จะเริ่มต้นจากการกำหนดสิ่งที่ต้องการควบคุมหรือวัตถุประสงค์ของการควบคุม จากนั้นดำเนินการกำหนดคุณลักษณะที่จะควบคุมด้วยแผนภูมิควบคุมซึ่งจะต้องสะท้อนถึงความต้องการของลูกค้า

2. การกำหนดระบบการวัด

เมื่อทำการกำหนดคุณลักษณะที่จะนำมาทำการควบคุมได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการดำเนินการให้คุณลักษณะที่จะควบคุมดังกล่าวอยู่ในหน่วยวัดเดียวกันและสามารถใช้สื่อสารให้เกิดความเข้าใจได้ทั่วทั้งองค์กร ซึ่งจะทำให้ตัวเลขที่ได้จากการวัดมีความเที่ยงตรง (Accuracy) และแม่นยำ (Precision) มากที่สุด เช่น มาตราวัดเป็นกรัม กิโลกรัม เป็นต้น

3. การกำหนดขนาดตัวอย่าง ความถี่ และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

เมื่อได้กำหนดถึงคุณลักษณะควบคุมและระบบการวัดเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับข้อมูลเพื่อการควบคุม โดยจะต้องอาศัยการพิจารณาจากหลักการของการจัดกลุ่มย่อย ถ้ากรณีที่ทำการผลิตเป็นแบบล็อต ควรพยายามเก็บข้อมูลของกระบวนการที่มีแหล่งความผันแปรน้อย เช่น แม่พิมพ์เดียวกัน หัวบรรจุเดียวกัน ฯลฯ และถ้าหากต้องทำการสุ่มตัวอย่าง ควรจะใช้ขนาด 4-5 ตัวอย่าง ยกเว้นในกรณีที่ต้องการระบุแหล่งความผันแปรภายในกลุ่ม เช่น เครื่องบรรรจุจำนวน 20 หัวบรรจุ จะต้องเก็บข้อมูลตามหัวบรรจุทั้ง 20 ตัวอย่างฯลฯ

4. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลตามที่ได้ออกแบบไว้และบันทึกลงในช่องที่กำหนดไว้ในแบบฟอร์ม ถ้าสามารถกระทำได้ควรทำการบันทึกวันที่ เวลาในการผลิต และพนักงานที่ทำการผลิตไว้ด้วย เพื่อเป็นประโยชน์สำหรับการตรวจสอบกลับของข้อมูล

5. คำนวณหาขีดจำกัดควบคุม

ขั้นตอนนี้จะต้องทำการคำนวณหาค่าจากกลุ่มตัวอย่างโดยแผนภูมิควบคุมคุณภาพประกอบไปด้วย ขีดจำกัดควบคุมบน เส้นกึ่งกลาง ขีดจำกัดควบคุมล่าง

6. เขียนแผนภูมิควบคุม

ให้ทำการแบ่งสเกลและลากเส้นขีดจำกัดควบคุมบนและขีดจำกัดควบคุมล่างด้วยเส้นประและเส้นกึ่งกลางด้วยเส้นทึบ แล้วทำการพล็อตจุดของตัวอย่างลงในแผนภูมิ

7. การตีความหมายของแผนภูมิ

เมื่อได้แผนภูมิแล้วจึงทำการวิเคราะห์แผนภูมิควบคุม ซึ่งการกระจายของจุดบนแผนภูมิควบคุมจะแสดงถึงสภาพของกระบวนการผลิตว่าอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่ และสมควรหยุดกระบวนการผลิตเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตหรือไม่

8. การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

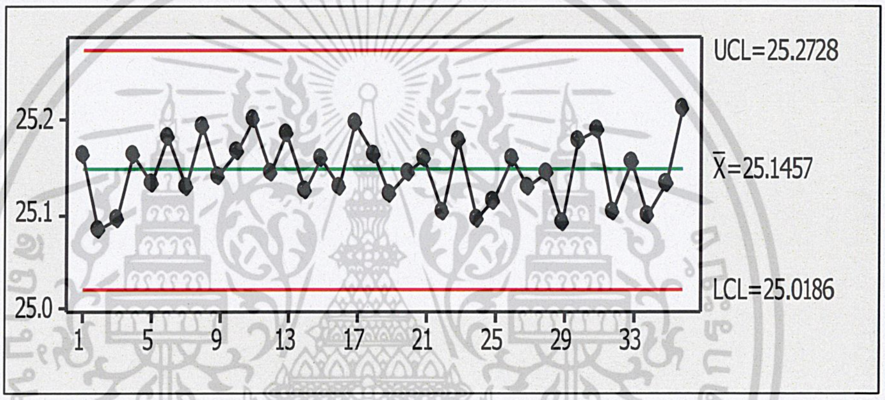
จุดที่เขียนในแผนภูมิ ถ้าไม่มีจุดใดหรือผลิตภัณฑ์กลุ่มใดตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ในสภาวะควบคุมได้ แต่ในบางกรณีปรากฏว่ามีจุดใดจุดหนึ่งตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม โดยสามารถที่จะระบุสาเหตุได้ แสดงว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นจะต้องถูกตัดออกแล้วนำจุดที่เหลือไปคำนวณขีดจำกัดควบคุมและสร้างแผนภูมิควบคุมใหม่ แผนภูมิควบคุมที่ปรับปรุงแล้วอาจนำไปใช้เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตได้ในอนาคต

2.2.2.3 ลักษณะของจุดในแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมเป็นแผนภูมิที่แสดงให้ถึงความแปรปรวนที่เกิดขึ้นใน กระบวนการผลิต เนื่องจากองค์ประกอบต่างๆ ได้แก่ ผู้ควบคุม วัตถุดิบ กระบวนการผลิต และอื่นๆ ซึ่งมีทั้งสาเหตุโดยบังเอิญและสาเหตุที่ระบุได้ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งทำให้เกิดแผนภูมิ 2 ลักษณะคือ

1. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่อยู่ภายใต้การควบคุม มีลักษณะดังนี้

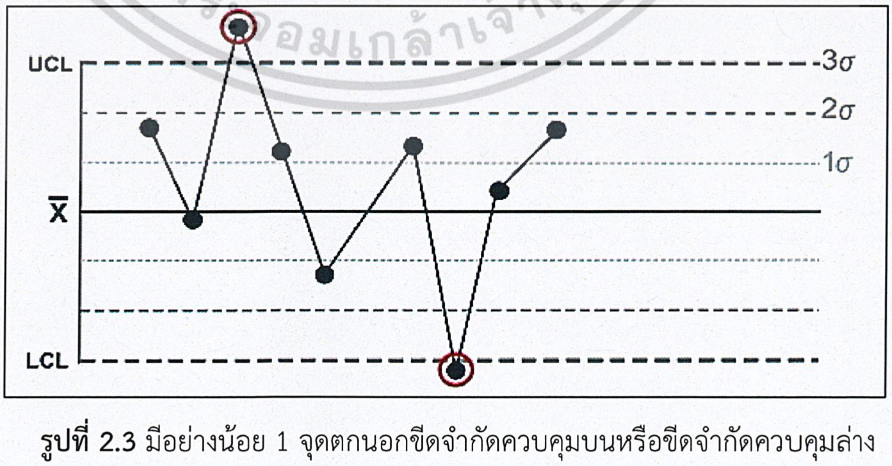
- มีจุดที่น้อยที่สุดอยู่ใกล้ขีดจำกัดควบคุมบนและขีดจำกัดควบคุมล่าง ซึ่งที่ตั้งของจุดควรจะอยู่ข้ามไปข้ามมาบนเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย
- จุดต่างๆ บนแผนภูมิควบคุมควรจะมีลักษณะสมดุลกันทั้งสองข้างของเส้นกึ่งกลางหรือเส้นค่าเฉลี่ย
- ไม่มีจุดใดเลยตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนและขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุม



รูปที่ 2.2 แผนภูมิควบคุมที่มีกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม

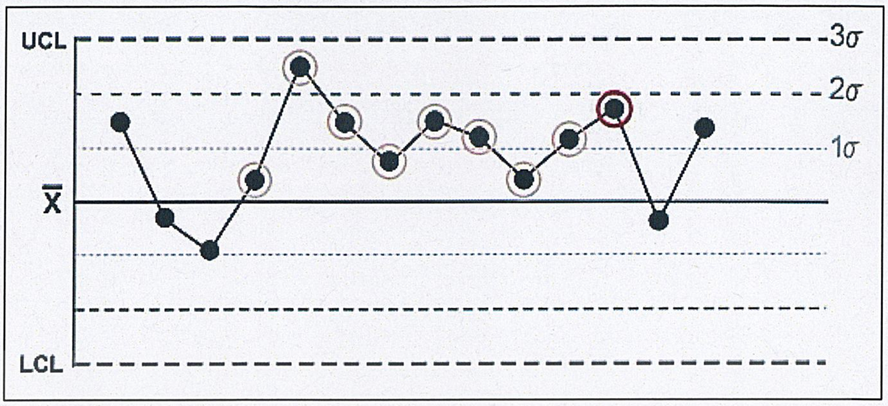
2. ลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุม มีลักษณะดังนี้

- มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง



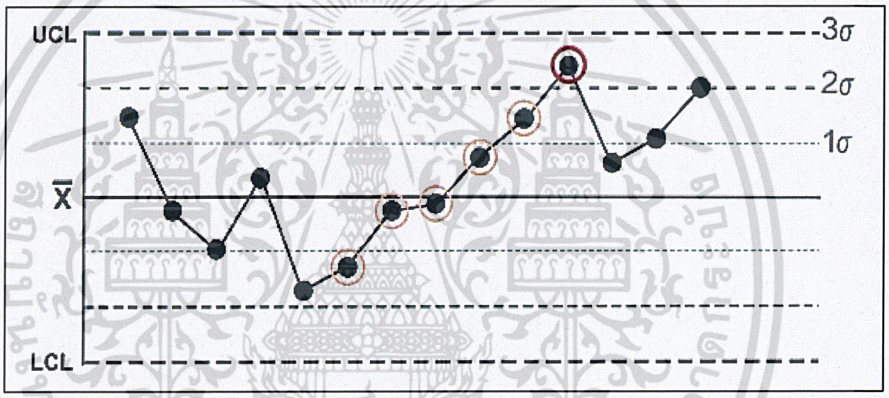
รูปที่ 2.3 มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง

- มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง



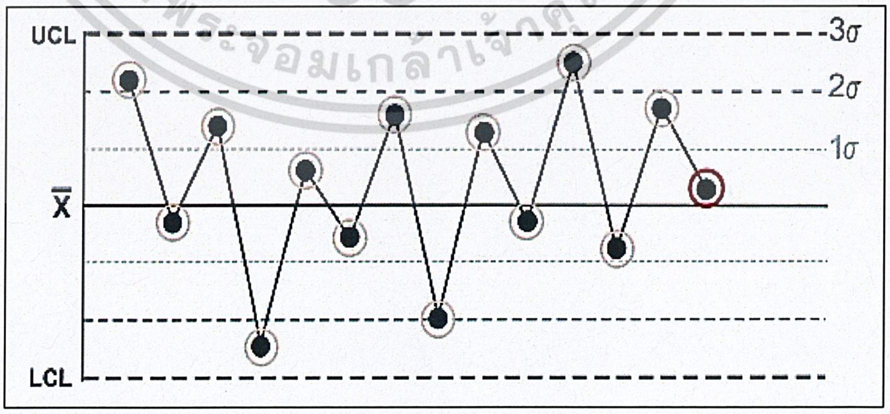
รูปที่ 2.4 มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง

- มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มค่อยๆเพิ่มขึ้นหรือค่อยๆลดลง



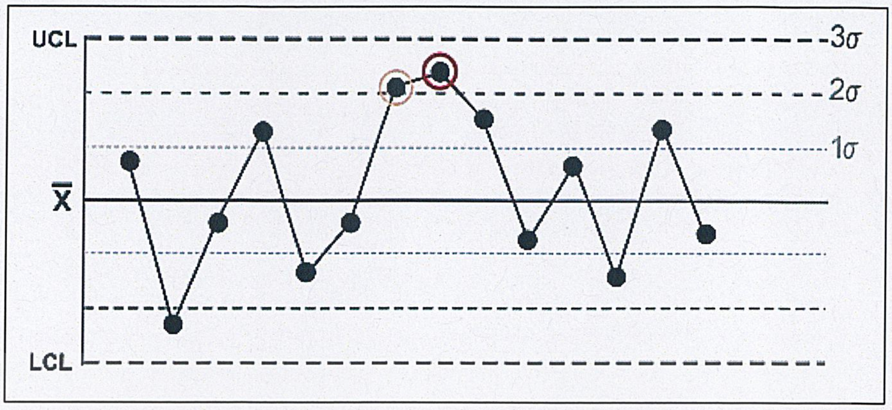
รูปที่ 2.5 มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มค่อยๆเพิ่มขึ้นหรือค่อยๆลดลง

- มีอย่างน้อย 14 จุดที่ติดต่อกันในแนวแถวสลับกันขึ้นและลง



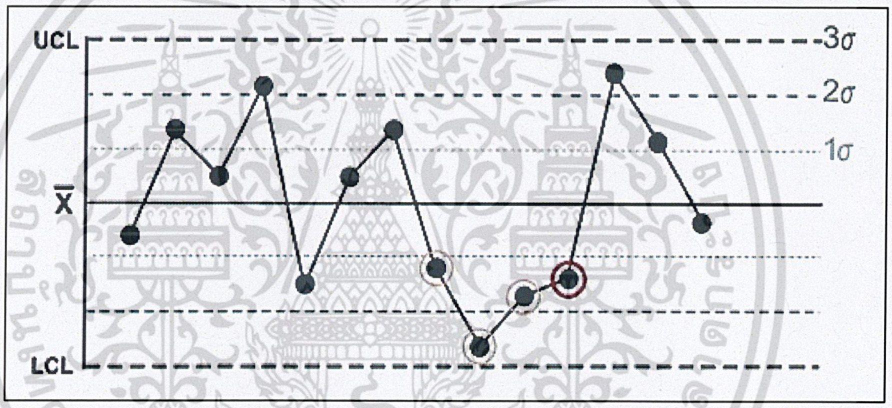
รูปที่ 2.6 มีอย่างน้อย 14 จุดที่ติดต่อกันในแนวแถวสลับกันขึ้นและลง

- มี 2 ใน 3 จุดมีค่ามากกว่า 2σ จากเส้นกึ่งกลาง



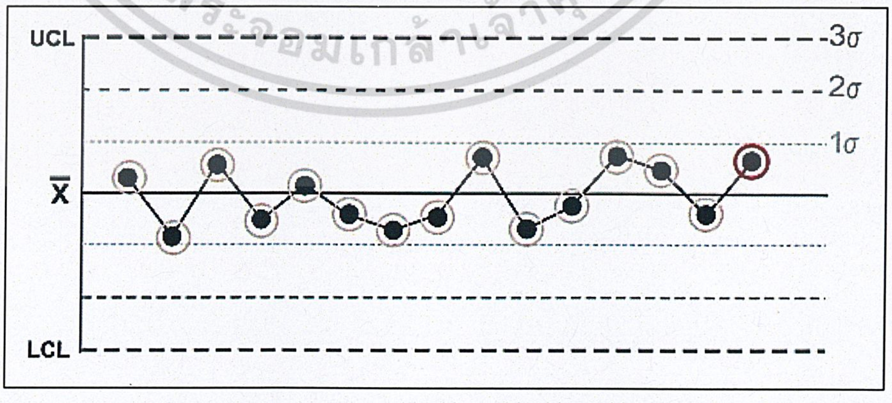
รูปที่ 2.7 มี 2 ใน 3 จุดมีค่ามากกว่า 2σ จากเส้นกึ่งกลาง

- มี 4 ใน 5 จุดมีค่ามากกว่า 1σ จากเส้นกึ่งกลาง



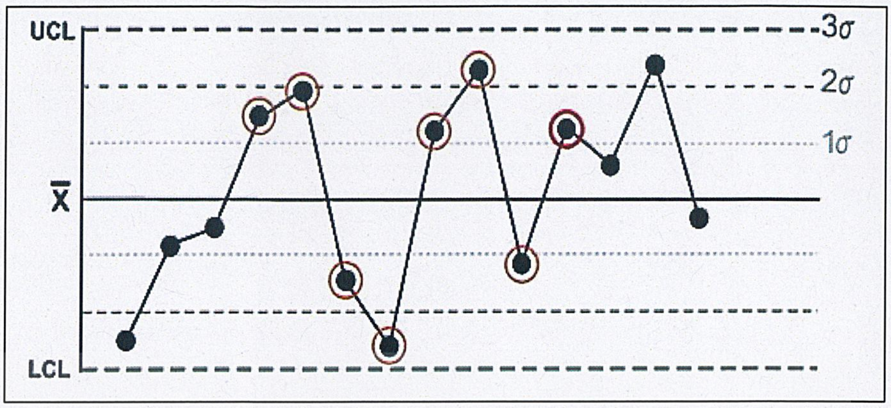
รูปที่ 2.8 มี 4 ใน 5 จุดมีค่ามากกว่า 1σ จากเส้นกึ่งกลาง

- มีอย่างน้อย 15 จุดที่ติดต่อกันอยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง



รูปที่ 2.9 มีอย่างน้อย 15 จุดที่ติดต่อกันอยู่ใกล้เส้นกึ่งกลาง

- มีอย่างน้อย 8 จุดที่ติดต่อเนื่องกัน มีค่ามากกว่าค่า 1σ จากเส้นกึ่งกลาง



รูปที่ 2.10 มีอย่างน้อย 8 จุดที่ติดต่อเนื่องกัน มีค่ามากกว่าค่า 1σ จากเส้นกึ่งกลาง

ซึ่งลักษณะของแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมอาจมีสาเหตุมาจาก

- ด้านวัตถุดิบ เช่นวัตถุดิบที่นำเข้ามีความแตกต่างกัน
- ด้านกระบวนการ เช่น เครื่องจักรเริ่มเสื่อมสภาพ
- ด้านผู้ควบคุม เช่น ผู้ควบคุมขาดทักษะหรือประสบการณ์
- ด้านอื่นๆเช่น สิ่งแวดล้อมภายในโรงงานไม่ดี

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ จะพิจารณาแผนภูมิควบคุมที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมที่ได้เลือกมาใช้มี 3 ลักษณะ ดังนี้

- มีอย่างน้อย 1 จุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือขีดจำกัดควบคุมล่าง
- มีอย่างน้อย 9 จุดติดต่อกันที่อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกึ่งกลาง
- มีอย่างน้อย 6 จุดติดต่อกันที่แสดงแนวโน้มค่อยๆเพิ่มขึ้นหรือค่อยๆลดลง

2.2.2.4 ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุม (Control chart) จะเป็นวิธีการทางสถิติที่สำคัญในการควบคุมกระบวนการ นอกจากนี้แผนภูมิควบคุมยังมีประโยชน์อื่นๆ อีกหลายประการ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ควบคุมกระบวนการผลิตให้ทันเหตุการณ์

สิ่งที่ต้องการควบคุมจะถูกสุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกเขียนจุดลงบนแผนภูมิควบคุมเป็นระยะๆ ถ้ามีจุดใดไม่ได้แสดงความผิดปกติ แสดงว่ากระบวนการผลิตยังอยู่ในการควบคุม เมื่อใดที่จุดแสดงความผิดปกติ จะทำให้ผู้ควบคุมการผลิตสามารถปรับปรุงกระบวนการผลิตให้กลับสู่สภาวะปกติได้อย่างทันท่วงที การกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมยังสามารถใช้เพื่อคาดคะเนเหตุการณ์ของกระบวนการผลิตในอนาคตได้อีกด้วย

2. การตรวจสอบค่ามาตรฐานที่กำหนด

ประโยชน์ของแผนภูมิควบคุมคือการตรวจสอบผลของกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นว่าอยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ เมื่อตัวอย่างที่สุ่มมาตกนอกขีดจำกัดควบคุมแสดงว่ากระบวนการผลิตได้คลาดเคลื่อนออกจากค่ามาตรฐานที่กำหนดแล้ว

3. รู้ถึงสมรรถนะของกระบวนการ

กระบวนการผลิตที่แสดงว่าอยู่ภายใต้การควบคุมเชิงสถิติ ซึ่งกระบวนการผลิตนั้นอาจอยู่ในข้อกำหนด (Specification) หรือไม่ก็ได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้คำนวณสมรรถนะของกระบวนการ เพื่อหาความสามารถในการผลิตภายใต้ข้อกำหนด ผลสมรรถนะของกระบวนการที่ได้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้บริหารที่จะช่วยในการตัดสินใจรับคำสั่งการผลิตจากลูกค้า

4. แผนภูมิควบคุมช่วยเพิ่มผลผลิต

แผนภูมิควบคุมมีส่วนช่วยอย่างยิ่งในการลดจำนวนของเสียและการทำซ้ำ เช่น แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสียและแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย เป็นต้น ทั้งนี้จากการลดจำนวนของเสียและลดการทำซ้ำจึงเป็นส่วนช่วยเพิ่มผลผลิตให้กับกระบวนการผลิตได้อีกทาง

5. แผนภูมิควบคุมช่วยป้องกันปัญหาทางด้านคุณภาพ

แผนภูมิควบคุมช่วยให้กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมตลอดเวลา การใช้แผนภูมิควบคุมจะช่วยลดการผลิตสินค้าที่ด้อยคุณภาพ เมื่อใดก็ตามที่กระบวนการผลิตเริ่มมีความผิดปกติ แผนภูมิควบคุมจะแสดงให้รู้ว่าผู้ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิต ควรทำการแก้ไขอย่างไรเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างดียิ่ง

6. แผนภูมิควบคุมให้ข้อมูลเพื่อแก้ไขกระบวนการผลิต

จากการวิเคราะห์การกระจายของจุดในแผนภูมิควบคุมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอจะทำให้ทราบข้อมูล เพื่อนำมาแก้ไขกระบวนการผลิตต่อไป เช่น การเปลี่ยนชนิดของวัตถุดิบ การเปลี่ยนวิธีการทำงาน หรือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบวิศวกรรม เป็นต้น

แผนภูมิควบคุมคุณภาพจะจำแนกแผนภูมิควบคุมตามลักษณะการวัดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับข้อมูลแบบตัวแปร (Control Chart for Variable) เป็นแผนภูมิควบคุมกระบวนการผลิตที่มีการตรวจวัดผลิตภัณฑ์ในเชิงปริมาณและสามารถประมาณค่าเป็นแบบต่อเนื่องได้ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลที่ได้จากการวัดตัวอย่างแบบกลุ่มย่อย และการวัดตัวอย่างที่อิสระกัน ประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ - chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S - chart)
- แผนภูมิควบคุมตัวอย่างเดี่ยว (X - chart)
- แผนภูมิควบคุมค่าพิสัยเคลื่อนที่ (Moving range chart)

2. แผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับข้อมูลแบบคุณภาพ (Control Chart for Attribute) เป็นแผนภูมิควบคุมกระบวนการผลิตที่มีการตรวจวัดผลิตภัณฑ์ในเชิงคุณภาพ กล่าวคือ เป็นการจำแนกผลิตภัณฑ์ออกเป็นประเภท “ดี” หมายถึง ได้มาตรฐาน หรือ “เสีย” หมายถึง ไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งอาจเกิดจากผลิตภัณฑ์มีข้อบกพร่องหรือรอยตำหนิ เป็นต้น อาศัยการควบคุมข้อมูลที่ได้จากการนับข้อมูลประเภทนี้มักจะได้รับความนิยม เรียกว่า จำนวนผลิตที่บกพร่องหรือจำนวนของเสีย (Defecting) ประกอบด้วย

- แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P - chart)
- แผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np - chart)

- แผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่อง (C - chart)

- แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U - chart)

ในที่นี้ จึงขอกล่าวเฉพาะ แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ - chart) แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S - chart) และแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U - chart)

2.2.3 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

โดยทั่วไปแล้ว ค่าของ μ และ σ^2 ไม่สามารถกำหนดเองได้ จึงต้องมีการประมาณค่าของ μ และ σ^2 เพื่อหาขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่างที่เหมาะสมต่อไป (ฤดี มาสุจันท์, 2550)

การพิจารณาหาเส้นกึ่งกลางและขีดจำกัดควบคุมสำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2554)

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

1. เส้นกึ่งกลาง $CL_{\bar{x}} = \overline{\overline{X}} = \frac{1}{g}\sum_{i=1}^{g}\overline{X}_i$

2. ขีดจำกัดควบคุมบน $UCL_{\bar{x}} = \overline{\overline{X}} + 3\sigma_{\bar{x}}$

3. ขีดจำกัดควบคุมล่าง $LCL_{\bar{x}} = \overline{\overline{X}} - 3\sigma_{\bar{x}}$

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1. เส้นกึ่งกลาง $CL_{\bar{s}} = \overline{S} = \frac{1}{g}\sum_{i=1}^{g}S_i$

2. ขีดจำกัดควบคุมบน $UCL_s = \overline{S} + 3\sigma_s$

3. ขีดจำกัดควบคุมล่าง $LCL_s = \overline{S} - 3\sigma_s$

ให้ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มย่อยที่ i

S_i แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มย่อยที่ i

g แทน จำนวนกลุ่มย่อยที่พิจารณาของกลุ่มย่อยที่ i

$\sigma_{\overline{X}}$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยตัวอย่าง = $SD(\overline{X})$

σ_s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวอย่าง = $SD(S)$

การประมาณค่าของ $SD(\overline{X})$ และ $SD(S)$ ได้ดังนี้

1. $\sigma_{\overline{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ โดยที่ $\sigma = SD(X)$

2. ประมาณค่า σ ด้วย

$$\sigma = \frac{\overline{S}}{C_4}$$

3. $3\sigma_{\bar{x}} = \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{3\overline{S}}{C_4\sqrt{n}}$

$= A_3\overline{S}$ โดยที่ค่าของ $A_3 = \frac{3}{C_4\sqrt{n}}$ เปิดจากตารางที่ 2 ในภาคผนวก ก

4. $\sigma_S = \sigma\sqrt{1 - c_4^2}$

$$\sigma_s = \sigma\sqrt{1 - c_4^2} = \bar{S}\frac{1}{4}\sqrt{1 - c_4^2}$$

จะได้เส้นกึ่งกลาง ขีดจำกัดควบคุมบน และขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยคือ

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} = \frac{1}{g}\sum_{i=1}^{g}\bar{X}_i$$

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{S}$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{S}$$

ส่วนเส้นกึ่งกลาง ขีดจำกัดควบคุมบน และขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ

$$CL_S = \bar{S} = \frac{1}{g}\sum_{i=1}^{g}S_i$$

$$UCL_S = \bar{S} + 3\sigma_s = \bar{S} + 3\bar{S}\frac{1}{C_4}\sqrt{1 - C_4^2}$$

$$= \bar{S}\left(1 + \frac{3}{C_4}\sqrt{1 - C_4^2}\right) = B_4\bar{S}$$

โดยที่ค่าของ $B_4 = \left(1 + \frac{3}{C_4}\sqrt{1 - C_4^2}\right)$ เปิดจากตารางที่ 2 ในภาคผนวก ก

$$LCL_S = \bar{S} - 3\sigma_s = \bar{S} - 3\bar{S}\frac{1}{C_4}\sqrt{1 - C_4^2}$$

$$= \bar{S}\left(1 - \frac{3}{C_4}\sqrt{1 - C_4^2}\right) = B_3\bar{S}$$

โดยที่ค่าของ $B_3 = \left(1 - \frac{3}{C_4}\sqrt{1 - C_4^2}\right)$ เปิดจากตารางที่ 2 ในภาคผนวก ก

2.2.4 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุม

การปรับปรุงแผนภูมิควบคุมจะทำโดยการพิจารณาว่า ถ้าไม่มีจุดใดหรือผลิตภัณฑ์กลุ่มใดตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่า กระบวนการผลิตอยู่ในสภาวะควบคุมได้ แต่ในกรณีที่ปรากฏจุดใดจุดหนึ่งตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม โดยสามารถระบุสาเหตุได้ แสดงว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นจะต้องตัดจุดที่มีลักษณะของความผิดปกติออก นั่นคือจะทำการตัดจุด $\bar{X}$ และค่า S ที่มีความผิดปกติออกจากแผนภูมิควบคุม และคำนวณหาค่า $\bar{\bar{X}}'$ และ $\bar{S}'$ ใหม่ได้ดังนี้ (ชูใจ คูหารัตนไชย, 2554)

$$\bar{\bar{X}}' = \frac{\sum_{i=1}^{m}\bar{X}_i - \bar{X}_d}{m - m_d} \quad \text{และ} \quad \bar{S}' = \frac{\sum_{i=1}^{m}S_i - S_d}{m - m_d}$$

เมื่อ $\bar{X}_d$ แทน ค่าเฉลี่ยกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

m_d แทน จำนวนกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

S_d แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

d แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ถูกตัดออก

จากนั้นคำนวณขีดจำกัดควบคุมใหม่ โดยแทนที่ $\bar{\bar{X}}$ และ $\bar{S}$ ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วย $\bar{\bar{X}}'$ และ $\bar{S}'$ ตามลำดับ

2.2.5 สมรรถนะของกระบวนการ

การวิเคราะห์สมรรถนะของกระบวนการ (Process Capability Analysis) เป็นการเปรียบเทียบความผันแปร (Variability) ในกระบวนการผลิตที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติกับข้อกำหนด (Specifications) หรือความต้องการ (Requirements) ของผลิตภัณฑ์เพื่อนำมาใช้หาค่าสมรรถนะ (Performance) ของกระบวนการผลิตจากข้อมูลที่ได้มาจากการวัดเพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการผลิตมีความสามารถที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ให้ลูกค้าได้ดีเพียงใด ถ้าผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดี นั่นก็หมายความว่าในกระบวนการผลิตปราศจากความผันแปร หรืออาจจะมีความผันแปรที่เกิดขึ้นน้อยมาก แต่ถ้าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ใดมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ไม่ดี หรือมีผลิตภัณฑ์เสียมาก นั่นก็หมายความว่ากระบวนการผลิตมีความผันแปรมากและความผันแปรที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตจะเป็นส่วนบ่งชี้ถึงความสามารถในกระบวนการผลิตว่าความสามารถในกระบวนการผลิตเป็นอย่างไรและมีศักยภาพดีมากน้อยเพียงใด (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

โดยสมรรถนะของกระบวนการในการผลิตจะรวมถึง คน เครื่องจักร วัตถุดิบ การเก็บข้อมูล และสิ่งแวดล้อม ซึ่งการศึกษาสมรรถนะของกระบวนการผลิตที่มีเวลาเป็นส่วนประกอบจึงมีความสำคัญมาก ทำให้ต้องพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับคุณภาพ เนื่องจากเครื่องมือหรือการทดแทนเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มความสามารถในเครื่องจักรนั้น คือ การศึกษาความผันแปรตามธรรมชาติที่คนไม่สามารถที่จะทำการแก้ไขปรับปรุงได้ หรือการศึกษาในช่วงนี้จะกระทำภายใต้เงื่อนไขของการควบคุม ตลอดจนหาความผันแปรตามธรรมชาติที่เกิดขึ้น เช่น การควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบและการวัดหรือควบคุมเครื่องมือให้มีความเที่ยงตรงมากขึ้น

2.2.5.1 ความสามารถของกระบวนการ

ในอุตสาหกรรมการผลิต ลำดับขั้นในการดำเนินงานที่สำคัญนั้นมีอยู่ 3 ประการได้แก่ การออกแบบกระบวนการผลิต กระบวนการผลิต และการตรวจสอบข้อกำหนด (Specifications) ของสินค้าจะกำหนดในขั้นตอนการออกแบบด้วย ในขั้นตอนของกระบวนการผลิตต้องทำการควบคุมการผลิต ซึ่งจะต้องควบคุมให้สินค้าที่ผลิตตรงตามที่กำหนด สำหรับขั้นตอนการตรวจสอบนั้นเป็นขั้นตอนการยืนยันให้สินค้าที่ผลิตมีลักษณะคุณภาพตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ในการควบคุมคุณภาพต้องพิจารณาคุณภาพสินค้าว่าอยู่ภายใต้ขีดจำกัดหรือไม่ เพื่อที่จะทำให้สามารถทราบถึงสมรรถนะของกระบวนการผลิต (process capability index) ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานกระบวนการผลิตภายใต้การควบคุมอย่างสม่ำเสมอ ขั้นตอนการพิจารณามีดังนี้

กำหนด ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit หรือ USL)

ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit หรือ LSL)

โดยขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง จะกำหนดขึ้นจากรัฐบาล หน่วยงานหรือโรงงานในการสร้างมาตรฐานของสินค้าใดสินค้าหนึ่ง

2.2.5.2 ดัชนีความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการ

ความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการจะเป็นการศึกษาถึงผลจากการออกแบบกระบวนการโดยไม่ให้ความสนใจค่าเฉลี่ยของกระบวนการจะดีหรือไม่ ด้วยการกำหนดให้ค่าเฉลี่ยของกระบวนการอยู่ที่ตำแหน่งเป้าหมาย (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

- ดัชนีความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการในระยะสั้น จะแทนด้วย C_p โดย

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}_{within}}$$

เมื่อ $\hat{\sigma}_{within} = \frac{\bar{S}}{C_4}$

- ดัชนีความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการในระยะยาว จะแทนด้วย P_p โดย

$$P_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}_{overall}}$$

เมื่อ $\hat{\sigma}_{overall} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$

2.2.5.3 ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการ

โดยจะทำการศึกษาถึงความสามารถในการผลิตผลิตภัณฑ์ของกระบวนการภายใต้ข้อกำหนดว่ากระบวนการอยู่ที่ตำแหน่งค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ซึ่งไม่จำเป็นต้องอยู่ในตำแหน่งค่ากลางของข้อกำหนด

- ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น แทนด้วย C_{pk}

สำหรับข้อกำหนดเฉพาะแบบสองด้าน

$$C_{pk} = Min(C_{PU}, C_{PL})$$

เมื่อ $C_{PU} = \frac{USL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}_{within}}$ และ $C_{PL} = \frac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}_{within}}$

สำหรับข้อกำหนดเฉพาะแบบด้านเดียว

เมื่อ $C_{pk} = \frac{USL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}_{within}}$ หรือ $\frac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}_{within}}$

- ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว

แทนด้วย P_{pk}

สำหรับข้อกำหนดเฉพาะแบบสองด้าน

$$P_{pk} = \mathrm{Min}(P_{PU}, P_{PL})$$

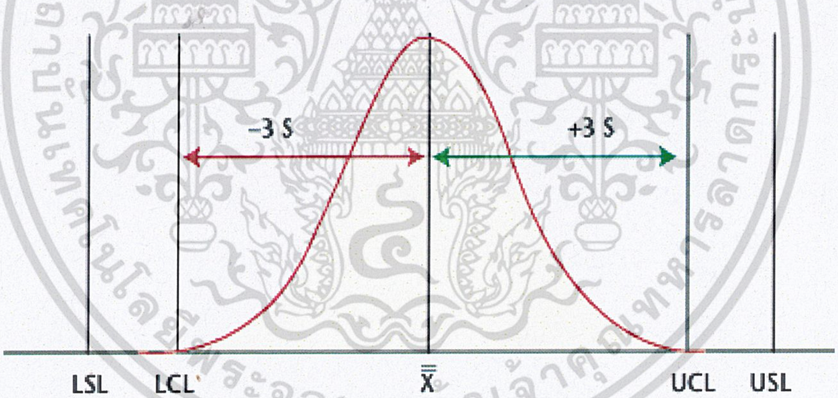
เมื่อ $P_{PU} = \dfrac{USL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}_{overall}}$ และ $P_{PL} = \dfrac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}_{overall}}$

สำหรับข้อกำหนดเฉพาะแบบด้านเดียว

เมื่อ $P_{pk} = \dfrac{USL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}_{overall}}$ หรือ $\dfrac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}_{overall}}$

โดยพิจารณาจากค่า C_p ถ้าค่ายิ่งมาก จะถือว่าความสามารถของกระบวนการนั้นจะยิ่งดี $(C_p > 1)$

การตัดสินใจจะใช้การเปรียบเทียบการกระจายภายใต้ 6σ ให้มีค่าเท่ากับความกว้างของขอบเขตข้อกำหนดบนและล่าง โดยจะกล่าวว่า ถ้าค่าดัชนี $C_p = 1$ จะถือว่าเกณฑ์กำหนดมีค่าเท่ากับขีดจำกัดความคลาดเคลื่อนตามธรรมชาติพอดี ซึ่งถือว่ากระบวนการผลิตไม่มีปัญหา แต่เกณฑ์ที่ถือว่ากระบวนการผลิตสมรรถนะดี ก็คือ ค่าดัชนี C_p ควรมีค่ามากกว่า 1.33



รูปที่ 2.11 ค่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่มีสมรรถนะของกระบวนการผลิต มากกว่า 1

โดยทั่วไป ค่าดัชนี C_p ที่ต่ำสุดและถือว่ากระบวนการผลิตมีสมรรถนะที่ดีคือ 1.33 แต่ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของกระบวนการผลิตด้วย เช่น กระบวนการผลิตทั่วๆ ไปนิยมใช้ค่า 1.33 ส่วนกระบวนการผลิตใหม่นิยมใช้ค่า 1.50 และกระบวนการผลิตใหม่ที่ผลิตผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับความปลอดภัยและความแข็งแรงนิยมใช้ 1.67

ค่าดัชนี C_p ที่คำนวณได้นี้ จะใช้ในการประเมินสมรรถนะของกระบวนการผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งค่าดัชนีที่ได้จะมีกรณีต่าง ๆ ดังนี้

กรณีที่ 1 เมื่อค่าดัชนี $C_p < 1.33$ แสดงว่า สมรรถนะของกระบวนการผลิตสินค้ายังไม่อยู่ในระดับที่ดีหรือไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ทำให้สัดส่วนของเสียมีจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อที่จะลดสัดส่วนของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตนี้จะมีแนวทางแก้ไข

1. ลดความผันแปรในกระบวนการผลิต นั่นคือ ต้องปรับทั้งค่าเฉลี่ยและความผันแปรเสียใหม่ซึ่งจะทำเช่นนี้ได้ ต้องเปลี่ยนเงื่อนไขเกี่ยวกับการผลิตซึ่งอาจเป็นเพียงการติดตั้งเครื่องจักรใหม่หรือปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ประกอบการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น แต่ในบางครั้งก็อาจถึงขั้นการเปลี่ยนแปลงขนาดใหญ่ เช่น เปลี่ยนวัตถุดิบ เปลี่ยนเครื่องจักรใหม่ หรือเปลี่ยนกระบวนการผลิตใหม่อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวย่อมเสียค่าใช้จ่ายและเวลามากขึ้น

2. กรณีที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตใดๆ ได้ แม้ว่าจะได้คุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดก็ตาม อาจแก้ไขปรับปรุงที่ข้อกำหนดเสียใหม่ โดยยึดหลักขีดความสามารถในการผลิตของเครื่องจักรและขีดความสามารถในการผลิตของโรงงาน เพื่อที่ให้ค่า USL และ LSL ที่ดีหรือครอบคลุมค่า 6σ แต่ถ้าไม่อาจเปลี่ยนแปลงได้ก็ต้องยอมรับว่าคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นมีคุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดในอัตราส่วนที่ต้องการ หรือรักษาระดับการควบคุมนี้ไว้โดยไม่สนใจว่าจะเป็นระดับที่เหมาะสมหรือไม่ จะตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่

กรณีที่ 2 เมื่อค่าดัชนี $C_p = 1.33$ แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดีหรือเป็นไปตามข้อกำหนด ไม่จำเป็นต้องมีการปรับปรุงกระบวนการ

กรณีที่ 3 เมื่อค่าดัชนี $C_p > 1.33$ แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี ขนาด 6σ อยู่ระหว่างขีดจำกัดข้อกำหนด ซึ่งในลักษณะนี้ไม่ก่อให้เกิดปัญหากับผู้ผลิต เพราะผลที่ได้แสดงว่าการควบคุมกระบวนการอยู่ในระดับที่เหมาะสมได้คุณภาพผลิตภัณฑ์ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนดตราบเท่าที่ยังรักษาการควบคุมนี้ไว้ได้

สำหรับในการควบคุมการผลิต จะใช้แผนภูมิควบคุมคุณภาพมาช่วยในการควบคุมการผลิตมาปรับปรุงกระบวนการก็คือ การปรับปรุงการผันแปรต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นให้ลดลงด้วยการปรับปรุงคน เครื่องจักร วัตถุดิบ และวิธีการผลิตให้ดีขึ้น แผนภูมิควบคุมคุณภาพที่ใช้สำหรับการควบคุมการผลิตจะแคบลงจนกระทั่งอยู่ในสภาวะที่ไม่สามารถที่จะปรับปรุงได้อีก ซึ่งในการหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต ก็สามารถบอกได้ว่ากระบวนการหรือเครื่องจักรมีสมรรถนะที่ดีหรือไม่ และหากค่าดัชนี C_p มีค่ามาก ความผันแปรในกระบวนการก็จะน้อยและสมรรถนะในกระบวนการก็จะมีมาก

ตารางที่ 2.1 ลำดับความสามารถด้านศักยภาพของกระบวนการ

ค่าดัชนี C_p	ความสามารถของกระบวนการ
$C_p \geq 2.00$	ดีเยี่ยม
$1.67 \leq C_p < 2.00$	ดีมาก
$1.33 \leq C_p < 1.67$	ดี
$1.00 \leq C_p < 1.33$	ค่อนข้างดี
$0.67 \leq C_p < 1.00$	ค่อนข้างไม่ดี
$C_p < 0.67$	ไม่ดี

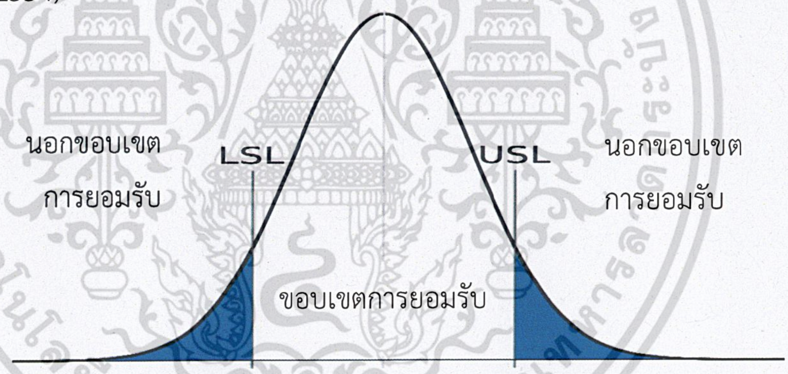
โดยการศึกษาในครั้งนี้จะวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการด้วยดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น (C_{pk}) และดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (P_{pk}) ซึ่งมีความเหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากค่าเฉลี่ยของข้อมูลไม่อยู่กึ่งกลางของขีดจำกัดข้อกำหนดบนและขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (เกณฑ์ความสามารถของกระบวนการของ C_{pk} และ P_{pk} จะใช้เกณฑ์เดียวกับค่า C_p ดังตารางที่ 2.1)

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์สมรรถนะกระบวนการผลิต มีดังนี้ (ฤดี มาสุจันท์, 2550)

1. ช่วยในการปรับปรุงกระบวนการผลิต
2. ช่วยลดความผันแปรของกระบวนการผลิต
3. ช่วยประมาณความถี่ในการสุ่มตัวอย่าง
4. ช่วยให้สามารถคาดคะเนได้ว่าผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ยังอยู่ในขอบเขตขีดจำกัดควบคุม
5. ช่วยในการหามาตรฐานสำหรับข้อกำหนดทางเทคนิคของผลิตภัณฑ์ใหม่

2.2.6 การคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

จากข้อมูลลักษณะของคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่มีการแจกแจงปรกติ สามารถคำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดโดยอาศัยความสัมพันธ์ดังนี้ (จีระวัฒน์ ประดุจกาญจนา, 2554)



รูปที่ 2.12 ร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

$$Z_U = \frac{USL - \bar{\bar{X}}}{\sigma} \text{ และ } Z_L = \frac{\bar{\bar{X}} - LSL}{\sigma}$$

เมื่อ Z_U และ Z_L แทน ค่าปรกติมาตรฐาน

σ แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

USL แทน ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit)

LSL แทน ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit)

จากสูตรคำนวณค่า Z_U และ Z_L ที่ได้นำไปเปิดตารางที่ *3* ในภาคผนวก ก จะได้เป็นค่าพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปรกติมาตรฐานที่อยู่นอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนดทั้งด้านซ้ายและด้านขวา นำค่าที่ได้มารวมกันแล้วคิดเป็นค่าร้อยละจะได้ค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

2.2.7 การแจกแจงปรกติ (Normal Distribution)

การแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มแบบต่อเนื่องมีหลายชนิดในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการแจกแจงปรกติ ซึ่งเป็นการแจกแจงที่มีความสำคัญอย่างยิ่งกับการเลือกใช้สถิติที่ใช้พารามิเตอร์ จำเป็นจะต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแจกแจงปรกติของประชากร มีรายละเอียดดังนี้ (มนตรี สังข์ทอง , 2557)

กำหนดให้ X เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงปรกติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2 หรือเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $X \sim N(\mu,\sigma^2)$ ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นของ X คือ

$$f(x;\mu,\sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad ; -\infty < x < \infty, -\infty < \mu < \infty, \sigma^2 > 0$$

เมื่อ $f(x)$ แทน ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น

e = 2.71828

π = 3.14286

μ แทน ค่าเฉลี่ยของประชากร

σ^2 แทน ความแปรปรวนของประชากร

สมบัติของการแจกแจงปรกติ มีดังนี้

1. การแจกแจงปรกติมีลักษณะเป็นโค้งรูประฆังคว่ำบนแกน X โดยที่ปลายทั้งสองด้านลาดลง แต่ไม่แตะแกน X มีพารามิเตอร์คือ ค่าเฉลี่ย (μ) และความแปรปรวน ($\pm 3\sigma$)

2. การแจกแจงปรกติมีค่าเฉลี่ย มัธยฐาน และฐานนิยมเท่ากัน ซึ่งอยู่ที่จุดกึ่งกลางโค้งปรกติ

3. การแจกแจงปรกติมีความโด่ง (Kurtosis) เท่ากับ 3 และความเบ้ (Skewness) เท่ากับ 0 ดังนั้นโค้งการแจกแจงมีลักษณะสมมาตร

2.2.7.1 การแจกแจงค่าเฉลี่ยที่เป็นปรกติ

การสร้างแผนภูมิควบคุมโดยหลักทั่วไปมักจะตั้งอยู่บนพื้นฐานของข้อมูลที่ต้องมีการแจกแจงปรกติ การสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยก็เช่นเดียวกัน ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจะต้องมีการแจกแจงปรกติหรือใกล้เคียงปรกติ ในปัญหาพิเศษจะกล่าวถึงการทดลองของ Dr.Walter A. Shewhart ผู้ซึ่งถือว่าเป็นบิดาของการควบคุมคุณภาพและเป็นผู้คิดค้นการสร้างแผนภูมิควบคุมที่ $\pm 3\sigma$ ดังนี้

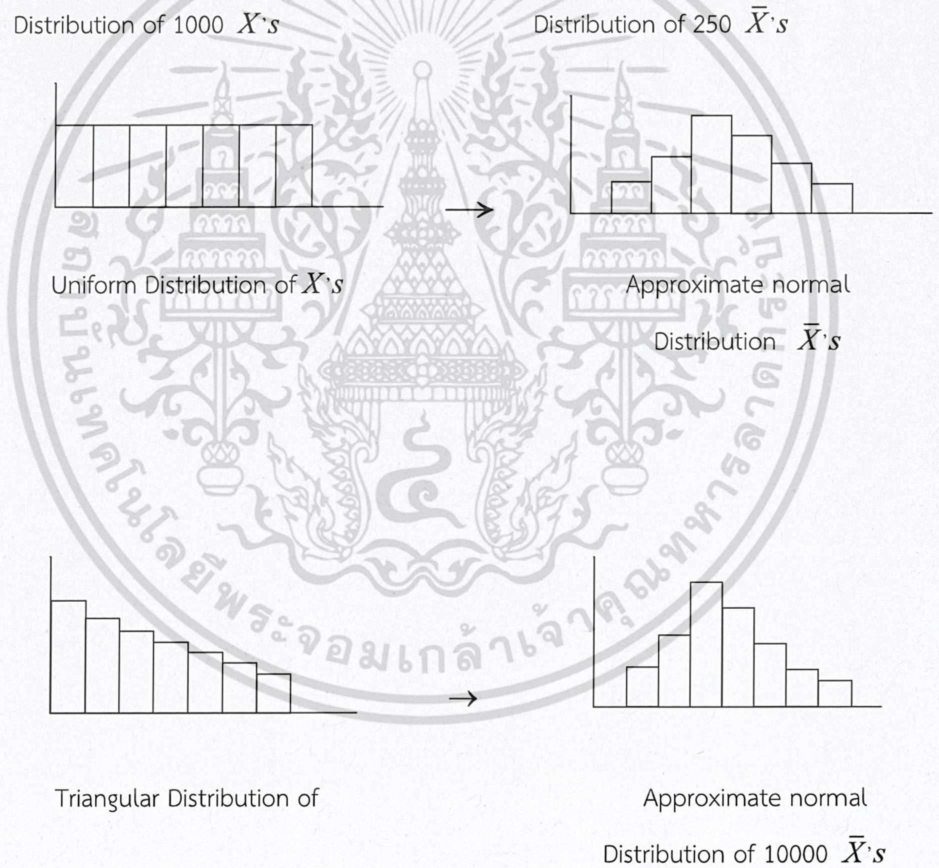
1. การทดลองของ Dr. Walter A. Shewhart

Grant, E. L. and Leavenworth, R. S. (1996) การทดลองของ Shewhart เกี่ยวกับการแจกแจงค่าเฉลี่ยมีรายละเอียดดังนี้ เมื่อสุ่มตัวอย่างขนาด n จากประชากรที่ไม่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงของค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่างสุ่มแนวโน้มที่จะเข้าใกล้การแจกแจงปรกติ ซึ่งจาก

การทดลองของ Shewhart ทำการระบุตัวเลขจำนวนเต็มสิบลงในชิบ (ตัวเลขเหล่านี้มีการแจกแจงเอกรูป) และทำการสุ่มหยิบขึ้นมาแบบแทนที่ครั้งละ 4 ชิบหลายๆครั้ง พบว่าเมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขบนชิบที่สุ่มได้ในแต่ละครั้ง นำมาพล็อตกราฟจะมีแนวโน้มเข้าใกล้การแจกแจงปรกติ

2. ทฤษฎีบทขีดจำกัดส่วนกลาง (Central Limit Theorem; CLT)

Besterfield, D. H. (2004) เมื่อสุ่มตัวอย่างจากประชากรที่ไม่มีการแจกแจงปรกติ การแจกแจงของค่าเฉลี่ยที่ได้จากตัวอย่างที่สุ่มจะมีแนวโน้มหรือเข้าใกล้การแจกแจงปรกติ (Approximate normal) โดยขนาดตัวอย่างต้องมีอย่างน้อยเท่ากับ 4 ซึ่งเมื่อขนาดตัวอย่างเพิ่มขึ้น การแจกแจงของค่าเฉลี่ยจะเข้าใกล้การแจกแจงปรกติมากขึ้นอีกด้วย



รูปที่ 2.13 การอธิบายทฤษฎีบทขีดจำกัดส่วนกลาง

2.2.8 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U - chart)

แผนภูมิควบคุมจำนวนตำหนิต่อหน่วย (U - chart) เป็นแผนภูมิควบคุมสำหรับควบคุมรอยตำหนิ ซึ่งนิยมใช้กรณีที่หน่วยตัวอย่างในแต่ละกลุ่มย่อย สำหรับการสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย (U - chart) (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2554)

จะพิจารณาจากการคำนวณค่า ดังนี้

เส้นกึ่งกลาง $$CL_U = \bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^{m} c_i}{\sum_{i=1}^{n} n_i}$$

ขีดจำกัดควบคุมบน $$UCL_U = \bar{U}+3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}}$$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง $$LCL_U = \bar{U}-3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}}$$

โดยที่ $\bar{U}$ แทน จำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยที่ตรวจสอบในกลุ่มย่อยทั้งหมด

c_i แทน จำนวนรอยตำหนิในกลุ่มย่อยหนึ่งๆ

n_i แทน จำนวนหน่วยที่ตรวจสอบในกลุ่มย่อยหนึ่งๆ

u_i แทน จำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่ตรวจสอบในกลุ่มย่อยๆหนึ่ง

2.2.9 การปรับปรุงแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย

การปรับปรุงแผนภูมิควบคุมจะทำโดยการพิจารณาว่า ถ้าไม่มีจุดใดหรือผลิตภัณฑ์กลุ่มใดตกนอกขีดจำกัดควบคุม แสดงว่า กระบวนการผลิตอยู่ในสภาวะควบคุมได้ แต่ในกรณีที่ปรากฏจุดใดจุดหนึ่งตกอยู่นอกขีดจำกัดควบคุม โดยสามารถระบุสาเหตุได้ แสดงว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น จะต้องตัดจุดที่มีลักษณะของความผิดปกติออก นั่นคือจะทำการตัดจุด U ที่มีความผิดปกติออกจากแผนภูมิควบคุม และคำนวณหาค่า $\bar{U}$ ได้ดังนี้ (สายชล สินสมบูรณ์ทอง, 2554)

จะพิจารณาจากการคำนวณค่า ดังนี้

เส้นกึ่งกลาง $$CL_{U_{new}} = \bar{U}_{new} = \frac{\sum_{i=1}^{k} c_i - \sum_{i=1}^{k} c_d}{\sum_{i=1}^{k} n_i - \sum_{i=1}^{k} n_d}$$

ขีดจำกัดควบคุมบน $UCL_{U_{new,i}} = \bar{U}_{new} + 3\sqrt{\frac{\bar{U}_{new}}{n_i}}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง $LCL_{U_{new,i}} = \bar{U}_{new} - 3\sqrt{\frac{\bar{U}_{new}}{n_i}}$

โดยที่ $\bar{U}_{new}$ แทน จำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยที่ตรวจสอบใหม่ในกลุ่มย่อยทั้งหมด

c_i แทน จำนวนรอยตำหนิในกลุ่มย่อยหนึ่งๆ

n_i แทน จำนวนหน่วยที่ตรวจสอบในกลุ่มย่อยหนึ่งๆ

c_d แทน ค่าเฉลี่ยกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

n_d แทน จำนวนกลุ่มย่อยที่ถูกตัดออก

จากนั้นคำนวณเส้นขีดจำกัดควบคุมใหม่ โดยแทนที่ U ของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย $\bar{U}$

2.2.10 ระดับนัยสำคัญ (Significant Level)

ระดับนัยสำคัญหรือความน่าจะเป็นของการกระทำความผิดพลาดประเภทที่ 1 ซึ่งเขียนแทนด้วย α นั้น ในการทดสอบสมมติฐานมักจะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.05 หรือ 0.01 ดังนั้นในการทดสอบสมมติฐานทางสถิตินั้น จะกำหนดขอบเขตของความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนที่จะยอมให้เกิดขึ้นได้ ซึ่งจะกำหนดเป็นความน่าจะเป็น (α) นั่นเอง แสดงว่าในการทดสอบสมมติฐานถ้าเกิดความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าที่กำหนดให้ก็จะยอมรับสมมติฐาน (H_0) ที่ตั้งไว้ ซึ่งขอบเขตของความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนที่กำหนดไว้เรียกว่าระดับนัยสำคัญ และบริเวณที่มีนัยสำคัญ เรียกว่า บริเวณวิกฤต

ระดับนัยสำคัญนี้อาจกล่าวในแง่ของระดับความเชื่อมั่น (Confidence Level) ก็ได้ โดยการนำค่าระดับนัยสำคัญไปลบออกจาก 1.00 เช่น ระดับนัยสำคัญ 0.01 ก็จะเป็นระดับความเชื่อมั่น 0.99 หรือกล่าวในรูปของเปอร์เซ็นต์คือ ความเชื่อมั่น 99% นั่นเอง ซึ่งหมายถึงในการทดสอบเรื่องอะไรก็ตามจำนวน 100 ครั้ง ก็จะให้ผลดังที่ปรากฏนั้นไม่น้อยกว่า 99 ครั้ง โดยมีความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 ครั้ง ถ้าหากผลการทดสอบนั้นมีระดับนัยสำคัญ 0.01

2.2.11 แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)

Juran, J. M. (1992) ได้แสดงผลงานวิจัยของเขาซึ่งแสดงให้เห็นถึงการกระจายรายได้ของประชากรในยุโรป พบว่า รายได้มากอยู่ในมือประชากรกลุ่มน้อย ขณะที่รายได้น้อยอยู่ในมือ

ของประชากรกลุ่มใหญ่ ซึ่งต่อมา ได้ยอมรับแนวคิดดังกล่าวนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายสาขาวิชา จึงได้สร้างวลีที่ว่า “ประเภทน้อยชนิดแต่มีผลมากและประเภทมากชนิดแต่มีผลน้อย”

หลักการของพาเรโตคือ “80-20” ซึ่งหมายความว่า “ปัญหาหรือความสูญเสียที่มีความสำคัญมากจำนวน 80% มักจะมีสาเหตุมาจากประมาณ 20% ของสาเหตุทั้งหมด ในขณะที่อีกประมาณ 80% ของสาเหตุจะมีผลต่อปัญหาที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยอีกจำนวน 20% ของปัญหาเท่านั้น” ดังนั้นแผนผังพาเรโตจึงเป็นเครื่องมือที่ชี้ให้เห็นถึงปัญหาสำคัญจริงๆ นั้นมาจากไม่กี่สาเหตุ และปัญหาที่มีความสำคัญน้อยเกิดได้จากสาเหตุมากมาย สรุปได้ว่าในการแก้ไขปัญหาไม่จำเป็นต้องแก้ไขสาเหตุทั้งหมด แต่ให้ทำการเลือกแก้ไขเฉพาะสาเหตุหลักหรือปัญหาที่สำคัญ กล่าวคือปัญหาใดเป็นปัญหาที่สำคัญมาก ก็ควรเร่งแก้ไขก่อนและปัญหาใดเป็นปัญหาที่สำคัญน้อยให้ทำการแก้ไขทีหลัง

แผนผังพาเรโต มีลักษณะเป็นกราฟแท่งที่แบ่งแยกข้อมูลออกเป็นช่วงๆ โดยเรียงลำดับของปัญหาเหล่านั้นตามความถี่ที่พบจากมากไปน้อย และจากซ้ายไปขวา โดยที่แกนแนวตั้งของกราฟ (แกน y) มี 2 แกน คือ แกนทางด้านซ้ายมือแทนความถี่ (เช่น จำนวนจุดบกพร่อง จำนวนคำร้องเรียน หรือ จำนวนอุบัติเหตุ เป็นต้น) และแกนทางด้านขวามือแทนเปอร์เซ็นต์ ส่วนแกนแนวนอนของกราฟ (แกน x) แทนสาเหตุของปัญหา ซึ่งอาจจำแนกสาเหตุได้จาก พนักงาน เครื่องจักรกล วิธีการทำงาน หรือชนิดของวัตถุดิบ เป็นต้น

ประเภทของแผนผังพาเรโต สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. แผนผังพาเรโตที่ใช้วิเคราะห์ผลเสียที่เกิดขึ้นได้แก่
   - ทางด้านคุณภาพ คือ เกิดผลเสีย สิ่งของมีตำหนิ สิ่งของส่งคืน สิ่งของส่งซ่อม เป็นต้น
   - ทางด้านต้นทุน คือ ค่าใช้จ่ายของต้นทุนที่เพิ่มขึ้นซึ่งเกิดจากจำนวนของเสีย
   - ทางด้านความปลอดภัย คือ เกิดจากอุบัติเหตุ ความผิดพลาด การหยุดงาน เป็นต้น
   - ทางด้านการขนส่ง คือ เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้าที่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ทำให้เกิดความล่าช้าในการขนส่ง

2. แผนผังพาเรโตที่ใช้วิเคราะห์ความบกพร่องของกระบวนการผลิต พิจารณาสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดปัญหาขึ้น เช่น
   - สาเหตุจากคนงาน คือ อายุ ประสบการณ์ และความชำนาญ
   - สาเหตุจากเครื่องจักร คือ สภาพเครื่องจักร เครื่องมือ และการใช้งาน
   - สาเหตุจากวัตถุดิบ คือ ชนิด ผู้ผลิต โรงงาน และวิธีการเก็บรักษา
   - สาเหตุจากวิธีปฏิบัติการ คือ สภาวะการทำงาน และความเป็นระเบียบเรียบร้อย

ขั้นตอนในการสร้างแผนผังพาเรโต มีดังนี้

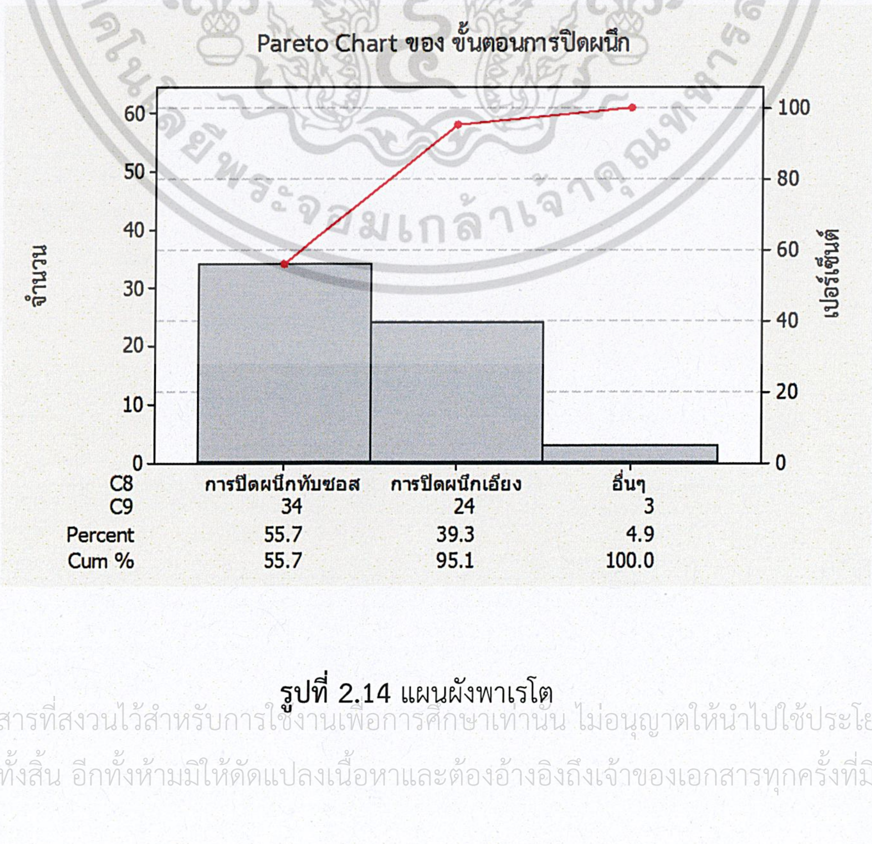
1. ตัดสินใจว่าจะศึกษาปัญหาอะไร และแยกสาเหตุของการเกิดปัญหาโดยทำการกำหนดข้อมูลที่จะทำการตรวจสอบ เช่น จำนวนของเสีย ความสูญเสียค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น หรือจำนวนครั้งของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น เป็นต้น การจำแนกประเภทของข้อมูลจะกระทำได้อย่างไร เช่น แยกตามลักษณะของเสีย ตำแหน่งที่เสีย เครื่องจักร คนงาน หรือวิธีการทำงาน เป็นต้น

2. ออกแบบใบบันทึกข้อมูล (กำหนดช่วงเวลา ระยะเวลา และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล)

3. ทำการจดบันทึก (ในช่วงเวลาที่กำหนดไว้) จากสถานที่ที่ต้องการวิเคราะห์ปัญหาและการทำการนับจำนวนลักษณะ หรือประเภทปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วเรียงลำดับปัญหาที่เกิดขึ้นจากมากไปน้อย แล้วนำมาคำนวณร้อยละ โดยรวมปริมาณแต่ละรายการเข้าด้วยกัน ปริมาณรวมคิดเป็น 100 แล้วคำนวณหาร้อยละของข้อมูลแต่ละหัวข้อพร้อมกับร้อยละ แต่ถ้าข้อมูลที่ทำการเก็บได้มีจำนวนน้อยก็ไม่จำเป็นต้องทำเป็นร้อยละ

4. เขียนแผนผังจากร้อยละสะสม โดยให้แกนนอนเป็นลักษณะหรือประเภทของปัญหาที่ทำให้เกิดของเสีย แล้วเขียนกราฟแท่งเรียงปัญหาที่เกิดขึ้นจากมากไปน้อย โดยจะเขียนให้ร้อยละที่มีค่าสูงสุดไว้ข้างซ้ายสุดของกราฟ แล้วเรียงมาทางด้านขวา ตามลำดับของร้อยละที่ลดลง พร้อมทั้งกำหนดจุดและลากเส้นร้อยละสะสมของลักษณะหรือประเภทของปัญหา

5. พิจารณาแก้ไขสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียที่มีค่าร้อยละสูงสุดหรือปริมาณมากเป็นอันดับแรก หรือนำข้อมูลทางสถิติมาเป็นตัวตัดสินใจในการเลือกแก้ไขปัญหาหรือสาเหตุทั้งหมดที่อยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์สะสมประมาณ 80% ดังตัวอย่างการสร้างแผนผังพาเรโต ดังรูปที่ 2.14



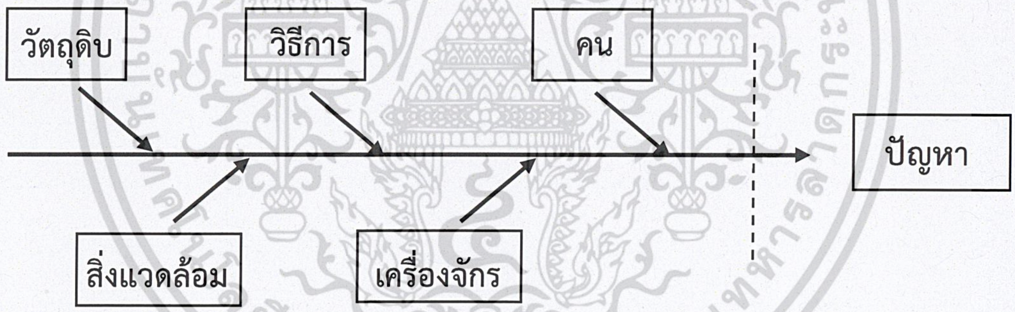
รูปที่ 2.14 แผนผังพาเรโต

ประโยชน์ของแผนผังพาเรโต

1. สามารถบ่งชี้ให้เห็นว่าหัวข้อใดเป็นปัญหาที่มากที่สุด
2. สามารถเข้าใจว่าแต่ละหัวข้อมีสัดส่วนเป็นเท่าใดในส่วนทั้งหมด
3. ใช้กราฟแท่งบ่งชี้ขนาดของปัญหา ทำให้มองเห็นแนวโน้มของปัญหา
4. ไม่ต้องใช้การคำนวณที่ยุ่งยาก ก็สามารถจัดทำได้ และใช้ในการเปรียบเทียบผลได้

2.2.12 แผนผังเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram)

แผนผังเหตุและผล (Cause-and-Effect Diagram) หรือแผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram) หรือในบางครั้งอาจเรียกแผนผังนี้ว่า แผนผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) ซึ่งได้รับการพัฒนาโดย Kaoru Ishikawa ในปี ค.ศ. 1953 แผนผังเหตุและผลเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยพิจารณาจากสาเหตุ (Causes) ที่มีผล (Effect) โดยตรงกับลักษณะคุณภาพของปัญหาที่สนใจศึกษา จากรูปที่ 2.15 แสดงถึงคุณลักษณะของคุณภาพที่ต้องการปรับปรุงอยู่ทางด้านขวาและสาเหตุที่ก่อให้เกิดคุณลักษณะของคุณภาพอยู่ทางด้านซ้าย (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)



รูปที่ 2.15 โครงสร้างแผนผังเหตุและผล

สาเหตุหลัก (Major Causes) ที่นิยมวิเคราะห์คือ

- M-Man หัวหน้างาน หรือ พนักงาน หรือ ช่าง
- M-Machine เครื่องจักร หรือ การตรวจสอบเครื่องจักร
- M-Material วัตถุดิบ หรือ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในกระบวนการ
- M-Method วิธีการดำเนินงาน หรือ การวางแผน
- E-Environment สิ่งแวดล้อมในการทำงาน อากาศ หรือสถานที่

โดยที่ในแต่ละสาเหตุหลักยังอาจจะแบ่งเป็นสาเหตุย่อย (Minor Causes) ได้ เช่น ถ้าพิจารณาสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับวิธีการทำงาน แล้วสาเหตุย่อยที่ต้องพิจารณาจึงต้องเกี่ยวข้องกับการฝึกงาน ประสบการณ์ ความสามารถ และลักษณะทางกายภาพ เป็นต้น

หลักเกณฑ์การเขียนแผนผังเหตุและผล

1. กำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไขแผนผังพาเรโต จากปัญหาที่กำหนดจะเป็นผลของสาเหตุที่อยู่ปลายสุดของแผนผังก้างปลา แล้วลากเส้นตรงไปตามแนวนอนและปลายสุดเส้นตามแนวนอน จะเป็นผลของสาเหตุ

2. เขียนต้นเหตุของปัญหาที่เป็นสาเหตุของปัญหาเล็กๆ แตกแยกแขนงออกจากเส้นตาแนวนอนที่ชี้ไปยังผลของสาเหตุ ซึ่งการเขียนสาเหตุของปัญหาจะได้จากการระดมความคิดทั้งหมด โดยเริ่มจากต้นเหตุใหญ่ของปัญหา ซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบด้วยวิธีการทำงาน วัตถุดิบ เครื่องจักร คนและสิ่งแวดล้อม

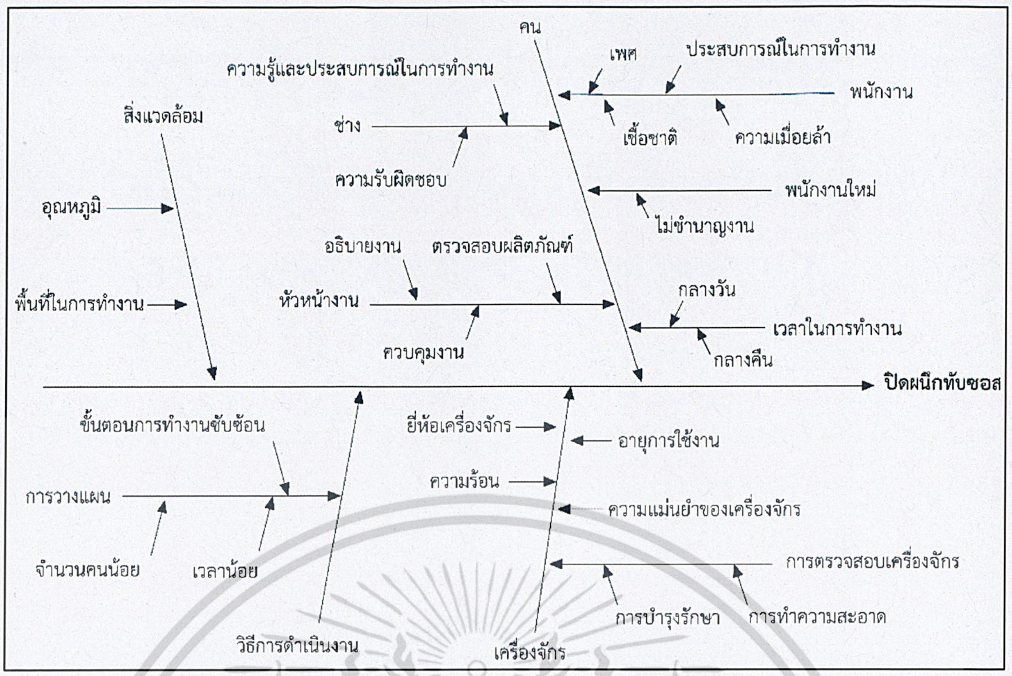
3. จากต้นเหตุหลัก 5 ประการข้างต้น จะแยกแตกแขนงปัญหาทั้ง 5 ออกเป็นปัญหาย่อยๆ ซึ่งในขั้นตอนนี้จะเป็นการระดมความคิดต่อเนื่องจากการหาต้นเหตุหลักด้วยการสร้างคำถามขึ้นมาเพื่อหาสาเหตุย่อยนำมาเขียนลงในแผนผังก้างปลา แล้วเขียนเป็นแขนงย่อย

4. การหาสาเหตุรองทั้งหมดจำเป็นต้องระดมความคิดเห็นโดยคณะทำงาน การระดมความคิดเห็นเป็นเทคนิคที่ทำให้เกิดแนวความคิดซึ่งเหมาะสมกับแผนผังเหตุและผลใช้ความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ของคณะทำงาน

แผนผังเหตุและผลจะสมบูรณ์ได้ เมื่อมีการประเมินเพื่อหาสาเหตุที่เป็นไปได้ โดยส่วนใหญ่กิจกรรมนี้บรรลุผลในการประชุมแบบแยกเป็นส่วนๆ วิธีการโดยให้แต่ละคนออกความคิดเห็นเกี่ยวกับสาเหตุรอง สมาชิกของคณะทำงานอาจจะออกความคิดเห็นได้มากกว่า 1 สาเหตุ และไม่จำเป็นต้องลงคะแนนเสียงในสาเหตุที่พวกเขาออกความเห็นก็ได้ สาเหตุเหล่านี้ต้องได้รับการลงคะแนนเสียงเป็นส่วนใหญ่ หาสาเหตุที่เป็นไปได้โดยส่วนใหญ่ 4-5 สาเหตุ

แนวทางแก้ไขคือ การพัฒนาเพื่อหาสาเหตุและปรับปรุงกระบวนการผลิต เกณฑ์การตัดสินแนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้ประกอบด้วยราคา ความเหมาะสม ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลง ผลที่เกิดขึ้น การฝึกฝนและอื่นๆ

แผนผังเหตุและผลมีการใช้ในการวิจัย การผลิต การตลาด การปฏิบัติงานในสำนักงานและอื่นๆ สิ่งที่สำคัญที่สุดคือการให้พนักงานทุกคนมีส่วนร่วมและแจกจ่ายให้ทุกคนระดมความคิดเห็นในกระบวนการผลิต



รูปที่ 2.16 แผนผังแสดงเหตุและผล

ข้อสังเกตเกี่ยวกับการใช้แผนผังก้างปลา

1. ให้ความสำคัญกับแต่ละสาเหตุอย่างมีกฎเกณฑ์โดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่
2. ควรพยายามทำการปรับปรุงแผนผังก้างปลาอย่างต่อเนื่องและอย่างสม่ำเสมอขณะที่การใช้สาเหตุต่างๆ นั้นควรเป็นข้อมูลปัจจุบันอยู่เสมอ เพื่อการปรับปรุงที่ดีขึ้น

ข้อดี

1. ทำให้ทราบถึงสาเหตุหลักๆ สาเหตุย่อยๆ และสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เพื่อที่จะได้นำไปหาแนวทางแก้ไขได้อย่างถูกวิธี

2. ไม่เสียเวลาแยกคิดต่างๆ ที่กระจัดกระจายของสมาชิกแต่ละคน แผนผังก้างปลาจะช่วยรวบรวมความคิดของแต่ละคนไว้ด้วยกันอย่างมีระบบ

ข้อเสีย

1. ความคิดที่ไม่เป็นอิสระ เนื่องจากมีแผนผังก้างปลาเป็นตัวกำหนด ซึ่งความคิดของสมาชิก แต่ละคนจะถูกรวบรวมในแผนผังก้างปลา

2. ต้องอาศัยผู้ที่มีความสามารถสูง จึงจะสามารถใช้แผนผังก้างปลาในการระดมความคิด

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้น งานวิจัยส่วนใหญ่จะเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรมหรือในส่วนของกระบวนการผลิตที่สนใจ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลแบบตัวแปรและข้อมูลแบบคุณภาพ แล้วนำข้อมูลมาสร้างแผนภูมิต่างๆ ตามลักษณะของข้อมูลที่เก็บมาได้โดยตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

มินตรา เรืองรัศมีโรจน์ และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศรของมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร ตั้งอยู่ที่ 32/7 หมู่ที่ 12 ถนนปราจีนอนุสรณ์ ตำบลท่างาม อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพทางด้านปริมาตรสุทธิ หรือน้ำหนักของผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศร 5 ชนิด คือ ยาแก้ไอ มะขามป้อม แชมพูสระผมว่านหางจระเข้ ครีมนวดผมอัญชัน ครีมล้างหน้ามะขาม และแคปซูลขมิ้นชันแบบกึ่งสำเร็จรูป โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจะแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 และช่วงที่ 2 เป็นข้อมูลในเดือนมกราคม พ.ศ. 2552 แล้วนำข้อมูลที่ได้มานั้นทั้ง 2 ช่วง มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) รวมทั้งคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป ได้แก่ SPSS, MINITAB และ Microsoft Excel เข้ามาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า จากข้อมูลในช่วงที่ 1 และ 2 ของผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศรทั้ง 5 ชนิด มีผลการวิเคราะห์ดังนี้ คือ ผลิตภัณฑ์ยาแก้ไอมะขามป้อม แชมพูสระผมว่านหางจระเข้ และครีมล้างหน้ามะขาม จะพบว่า กระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนสมรรถนะของกระบวนการผลิตได้ผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ดี และไม่มีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด แสดงว่า กระบวนการผลิตยังผลิตสินค้าที่มีความผันแปรมาก แต่คุณภาพของสินค้ายังอยู่ในเกณฑ์ที่ทางมูลนิธิฯ กำหนด ส่วนผลิตภัณฑ์ครีมนวดผมอัญชัน และแคปซูลขมิ้นชันแบบกึ่งสำเร็จรูป จะพบว่ากระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนสมรรถนะของกระบวนการผลิตได้ผลิตสินค้ายังไม่อยู่ในระดับที่ดี และมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนด แสดงว่ากระบวนการผลิตยังผลิตสินค้ามีความผันแปรมาก และคุณภาพของสินค้าไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ทางมูลนิธิฯ กำหนด ดังนั้น ผลิตภัณฑ์สมุนไพรทั้ง 5 ชนิด จึงสมควรที่จะควบคุมกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความผันแปรน้อยลง และมีคุณภาพในการบรรจุที่ดีขึ้น

มนัญญา สอนครุฑ และคณะ (2552) ได้ทำการศึกษาการควบคุมการผลิตชิ้นส่วนบันไดเลื่อนของบริษัท มิตซูบิชิ เอลเลเวเตอร์ เอเชีย จำกัด ตั้งอยู่ที่ 700/86 นิคมอุตสาหกรรมอมตะนคร หมู่ที่ 6 ถนน บางนา-ตราด ตำบลดอนหัวฬ่อ อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการควบคุมคุณภาพทางสถิติที่เหมาะสมของชิ้นส่วนบันไดเลื่อนจำนวน 2 รุ่น คือ รุ่น S1000 และรุ่น S600 โดยทำการวิเคราะห์จุดตรวจสอบทั้ง 5 จุด คือจุดตรวจสอบ D EL ER GL และ GR ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2552 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 และช่วงที่ 2 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 แล้วนำ

ข้อมูลทั้ง 2 ช่วง มาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) พร้อมทั้งคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป ได้แก่ MINITAB และ Microsoft Excel เข้ามาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า จากข้อมูลในช่วงที่ 1 และ 2 ของชิ้นส่วนบันไดเลื่อนทั้ง 2 รุ่น มีผลการวิเคราะห์ดังนี้ คือ รุ่น S1000 จะพบว่ากระบวนการผลิตทั้ง 5 จุดตรวจสอบส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของจุดตรวจสอบ D มีค่าแตกต่างกันพอสมควร จุดตรวจสอบ EL และ ER มีค่ามากกว่า 1 และ จุดตรวจสอบ GL และ GR มีค่ามากกว่า 2 จึงควรหาสาเหตุที่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดความแปรผันมากเพื่อนำมาปรับปรุงการผลิตและจุดตรวจสอบที่ควรทำการปรับปรุงคุณภาพอันดับแรกคือ จุดตรวจสอบ D สำหรับชิ้นส่วนบันไดเลื่อนรุ่น S600 จะพบว่ากระบวนการผลิตทั้ง 5 จุดตรวจสอบส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ ส่วนค่าสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของจุดตรวจสอบ D มีค่ามากกว่า 1 จุดตรวจสอบ EL และ ER มีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก และ จุดตรวจสอบ GL และ GR มีค่าแตกต่างกันมาก จึงควรหาสาเหตุที่ทำให้กระบวนการผลิตเกิดความแปรผันมาก เพื่อนำมาปรับปรุงขบวนการผลิตและจุดตรวจสอบที่ควรทำการปรับปรุงคุณภาพอันดับแรกคือ จุดตรวจสอบ GL และ GR

กรณ์ทิพย์ เอี่ยมประภัสสร และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาการควบคุมผลิตภัณฑ์แร็คช่องไฟฟ้าอาบสังกะสีของห้างหุ่นส่วน จำกัด ยูดี โลหะกิจ สถานที่ตั้ง คือ 153/4 หมู่ที่ 3 ตำบลพระประโทน จังหวัดนครปฐม โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจสอบส่วนประกอบของแร็คช่องไฟฟ้า 2 ทั้งหมด 4 ชนิด คือ ความกว้างของตัวยู ความสูงของตัวยู ความยาวของพื้นแร็ค และความยาวของฐานของกรวย การรวบรวมข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกในวันที่ 7-9 เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ข้อมูลช่วงที่ 2 ซึ่งเป็นข้อมูลในวันที่ 6-9 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 แล้วนำข้อมูลทั้ง 2 ช่วง มาสร้างแผนภูมิค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) และแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S - chart) รวมทั้งคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB เข้ามาช่วยในการประมวลผล ผลการวิเคราะห์ ข้อมูลในช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 จะพบว่าแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) และแผนภูมิค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S - chart) ทำให้ทราบว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ทั้ง 2 ช่วงมีลักษณะที่ยังควบคุมไม่ได้ แสดงว่ากระบวนการผลิตแร็คช่องไฟฟ้าอาบสังกะสียังไม่สามารถควบคุมการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ส่วนค่าดัชนีวัดสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) ของข้อมูลทั้ง 2 ช่วงส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าสมรรถนะของกระบวนการผลิตยังไม่อยู่ในระดับที่ดี จึงส่งผลให้มีผลิตภัณฑ์ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่บริษัทกำหนดได้ จึงสมควรที่จะควบคุมกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความผันแปรน้อยลงและมีคุณภาพที่ดีขึ้น

จุฑามาศ มุขธรรม และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาการควบคุมคุณภาพการบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวและซอสของบริษัท ไทยเบตเตอร์ฟู้ดส์ จำกัด โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียประเภทต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักเกิน น้ำหนักขาด ซีลไม่เรียบร้อย และเส้นแตกในช่วงเดือนกันยายน ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ของผลิตภัณฑ์วุ้นเส้น ก๋วยจั๊บ เส้นก๋วยเตี๋ยว เส้นหมี่ ขนมจีน เครื่องต้มยำ น้ำจิ้มบ๊วย ซอสหอยนางรม และน้ำจิ้มไก่ถูกเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนผังพาเรโตและแผนผังก้างปลา ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียเกือบทุกประเภทของเสียแต่ละผลิตภัณฑ์ชี้ให้เห็นว่า ของเสียมากเกินควบคุมได้และเป็นเช่นเดียวกันนี้กับทุกผลิตภัณฑ์ เมื่อของเสียมากเกินควบคุม จึงได้ใช้แผนผังพาเพราโตประเภทของเสียที่มีจำนวนมากและใช้แผนผังก้างปลาทำการหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียประเภทเหล่านี้แล้วทำการกำหนดแนวทางแก้ไขสาเหตุเหล่านี้

นราศิริ หิรัญบูรณะ และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์วาล์วรถยนต์ของบริษัท นิตตั้น (ประเทศไทย) จำกัด โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตจากวาล์วจาก 3 กระบวนการ คือ ขั้นตอนการอบชุบโลหะ ขั้นตอนการเชื่อมที่บ่าวาล์ว ขั้นตอนการอบชุบโลหะและขั้นตอนการเชื่อมต่อวัตถุดิบ จะเก็บเป็นค่าข้อมูลของตัวแปรเชิงปริมาณ ซึ่งจะนำไปวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ - chart) และ แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย (R - chart) และขั้นตอนการเชื่อมบ่าวาล์วจะเก็บเป็นค่าข้อมูลของตัวแปรเชิงคุณภาพจะนำไปวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (P - chart) โดยนำโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB Version 14 มาช่วยในการประมวลผลการวิเคราะห์โดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย พบว่าลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ในกระบวนการผลิต แผนภูมิควบคุมค่าพิสัย จากกระบวนการอบชุบโลหะ พบว่ากระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ควบคุมไม่ได้และพบลักษณะที่ควบคุมได้ในเดือนเมษายน กรกฎาคม และสิงหาคม จากกระบวนการเชื่อมต่อวัตถุดิบ พบว่ากระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ควบคุมได้และพบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ในเดือนพฤษภาคมและกรกฎาคม จากกระบวนการเชื่อมบ่าวาล์วพบว่ากระบวนการผลิตอยู่ในลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ในเดือนพฤษภาคมและกรกฎาคม แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสียจากกระบวนเชื่อมบ่าวาล์วพบว่าควบคุมไม่ได้ และจากแผนภูมิพาเรโตของกระบวนการผลิตเชื่อมบ่าวาล์วพบว่าลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือลักษณะเป็นรู จึงได้นำเสนอในรูปแบบแผนผังเหตุและผล

ประภัสสร คงชาตรี และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพตลับลูกปืน ห้างหุ่นส่วนจำกัด การ์เทอร์ เทคโนโลยี(สาขาย่อย) โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และตรวจสอบข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกและขนาดความหนาของตลับลูกปืนเพื่อสร้างแผนภูมิค่าเฉลี่ยและแผนภูมิค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมทั้งคำนวณหาสมรรถนะของกระบวนการผลิต (C_{pk}) และร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกเขตของเกณฑ์ที่กำหนดและข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งจะจัดเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตตลับลูกปืน(หน่วยเป็นชิ้น) เพื่อสร้างแผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย แผนผังพาเรโต และแผนผังแสดงเหตุและผล ประจำเดือน มีนาคม พ.ศ.2555 โดยนำโปรแกรม

สำเร็จรูปทางสถิติ MINITAB Version 14 มาช่วยในการประมวลผล พบว่าส่วนใหญ่มีจุดตกนอกเขตควบคุมบน และพบในลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ ส่วนสมรรถนะของกระบวนการผลิตพบว่าโดยส่วนใหญ่แล้ว ทั้งในเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก และขนาดความหนา ได้ผลิตสินค้าอยู่ในระดับที่ค่อนข้างดี แม้จะยังมีสินค้าตกนอกขีดจำกัดข้อกำหนดแต่ก็อยู่ในปริมาณที่น้อยมาก แสดงว่าคุณภาพสินค้าอยู่ในเกณฑ์ที่ทางโรงงานกำหนด และจากผลการวิเคราะห์โดยใช้แผนควบคุมสัดส่วนของเสียของเครื่องจักร เครื่องที่ 1 , 2 และ 5 ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 พบลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ในกระบวนการผลิต ควรแก้ไขปัญหาจากเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องก่อน เพื่อทำให้กระบวนการผลิตเกิดจำนวนของเสียน้อยที่สุด และจากแผนผังพาเรโตของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องดังกล่าว พบว่าลักษณะที่ทำให้เกิดของเสียมากที่สุด คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่ได้ขนาด จึงได้นำเสนอแผนผังแสดงเหตุและผล เพื่อเป็นแนวทางให้กับโรงงานในการแก้ไขปัญหาต่อไป

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. กำหนดหัวข้อเรื่อง ประเด็นปัญหา และแหล่งที่ต้องการเก็บข้อมูล
2. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์
3. ติดต่อประสานงานกับทางบริษัท ซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด และขอข้อมูลทางด้านคุณภาพที่บริษัทฯ ได้เก็บข้อมูลไว้
4. เก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2559
5. วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการทางสถิติและหลักการควบคุมคุณภาพทางสถิติ
6. แปลความหมาย วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลและจัดทำรูปเล่มรายงานตามแบบที่กำหนด
7. นำเสนอผลที่ได้ จากการวิเคราะห์ข้อมูล

3.2 แหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลที่ทำการศึกษาในครั้งนี้เป็นการเก็บข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ ของบริษัท ซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด โดยมีสถานที่ตั้งคือ เลขที่ 26/3 หมู่ 7 ต. คลองนครเนื่องเขต อ. เมืองฉะเชิงเทรา จ. ฉะเชิงเทรา 24000

รูปที่ 3.1 บริษัท ซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด

3.3 ขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

ขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork จะมีขั้นตอนหลักๆ ดังต่อไปนี้

รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

3.3.1 ขั้นตอนการรับวัตถุดิบ (Pork Reception)

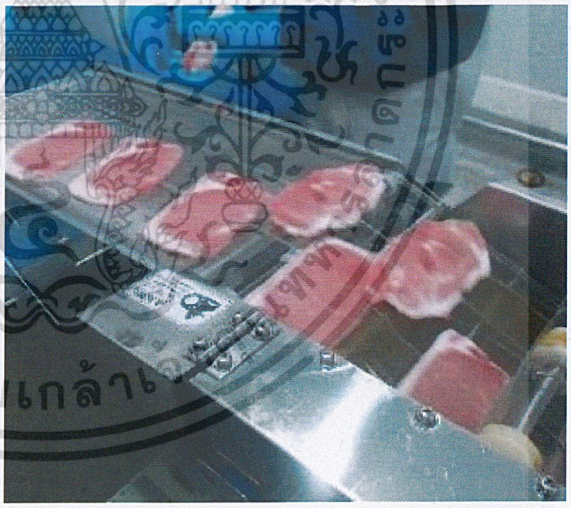
ทางโรงงานบริษัท ซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด จะรับซื้อแท่งเนื้อหมูสันนอกติดมันมาจากโรงงานที่ผลิตเนื้อหมูในเครือซีพีเอฟ ซึ่งแท่งเนื้อหมูสันนอกติดมันแช่เย็นที่อุณหภูมิ -12 องศาเซลเซียส ถึง 6 องศาเซลเซียส และเก็บตัวอย่างไปตรวจสอบคุณภาพ หลังจากนั้นแท่งเนื้อหมูสันนอกติดมันที่ได้คุณภาพมาตรฐานที่กำหนดไว้ จะถูกเก็บในห้องแช่แข็งที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส มีอายุในการเก็บรักษาได้ 5 วัน แต่ถ้าเก็บในห้องแช่แข็งที่อุณหภูมิ ≤ -18 องศาเซลเซียส มีอายุในการเก็บรักษาได้ 6 เดือน เพื่อให้แท่งเนื้อหมูสันนอกติดมันคงคุณภาพไว้ ก่อนนำเข้าสู่ขั้นตอนการผลิต

3.3.2 ขั้นตอนก่อนได้รับความร้อน (Pre-Heating)

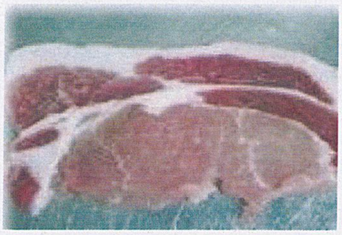
3.3.2.1 ขั้นตอนการสไลด์ (Slicing)

นำแท่งเนื้อหมูสันนอกติดมันเข้าสู่กระบวนการผลิต สำหรับแท่งเนื้อหมูสันนอกติดมันก่อนนำมาสไลด์ต้องมีอายุไม่เกิน 6 เดือน โดยที่แท่งเนื้อหมูสันนอกติดมันที่นำมาสไลด์ต้องมีมันคลุม 5-10 มิลลิเมตร ไม่มีชิ้นเป็นส่วนต่อด้านสันคอ หลังจากที่สไลด์แท่งเนื้อหมูสันนอกติดมันแล้ว ซึ่งแต่ละชิ้นต้องมีความหนา 3.1 มิลลิเมตร (ในงานวิจัยนี้เท่านั้น) และต้องมีน้ำหนัก 24-29 กรัมต่อชิ้น ≤ 60% , 21-23 กรัมต่อชิ้น ≤ 20% และ 30-34 กรัมต่อชิ้น ≤ 20%

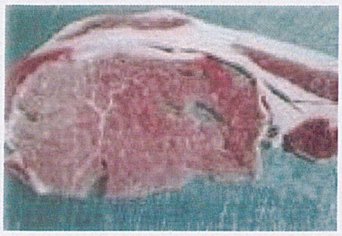
รูปที่ 3.3 เรียงเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ลงบนสายพาน



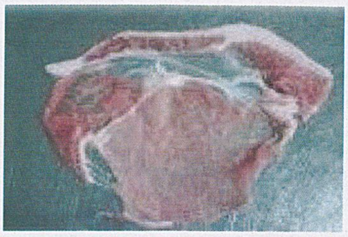
รูปที่ 3.4 เนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ไหลไปตามสายพานเพื่อทำการหมัก



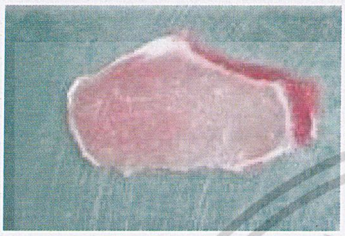
น้ำหนักเกินไป



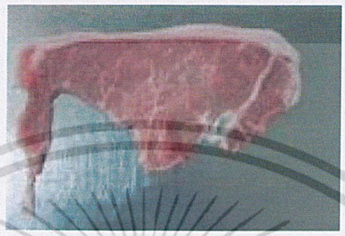
มีรูตรงกลาง



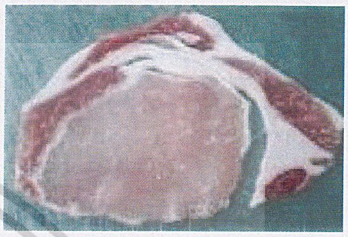
มันขาดจากกัน



ไม่มีมัน



เนื้อหมูมีรอยแหว่ง



มีมันมากเกินไป

รูปที่ 3.5 ลักษณะเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ หลังการสไลด์ที่ไม่สามารถยอมรับได้

3.3.2.2 ขั้นตอนการแช่น้ำมาริเนต (Soaking)

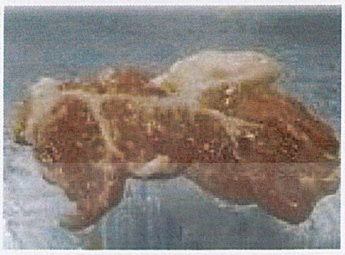
นำเนื้อหมูสันนอกติดมันที่สไลด์แล้วแช่ในน้ำมาริเนต (Marinade) ในอัตราส่วนเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ 100 กิโลกรัมต่อน้ำมาริเนต 30 ลิตร

รูปที่ 3.6 เนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์รอการหมัก

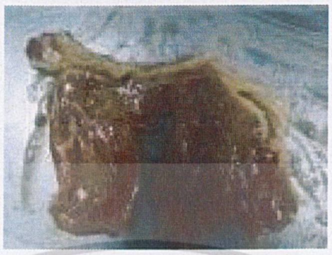
รูปที่ 3.7 เทน้ำมาริเนตลงในถังหมัก

3.3.2.3 ขั้นตอนการพักไว้ (Aging)

นำเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์แช่ในน้ำมาริเนต ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เพื่อให้น้ำมาริเนตซึมเข้าไปยังเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์และเพื่อเพิ่มความนุ่มให้กับเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์

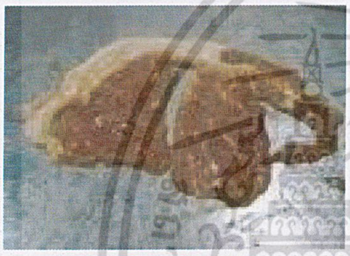


เนื้อหมูไม่มีมัน



เนื้อหมูไม่ได้ขนาด

เนื้อหมูมีรูตรงกลาง



เนื้อหมูขาดจากกัน

เนื้อหมูมีรอยแหว่ง

เนื้อหมูมีน้ำหนักน้อยเกินไป

มันหมูมีรูตรงกลาง

เนื้อหมูมีมันมากเกินไป

รูปที่ 3.8 ลักษณะเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังการหมักด้วยน้ำมาริเนตที่ไม่สามารถยอมรับได้

3.3.2.4 ขั้นตอนการทำให้สุก (Cooking)

ตั้งค่าโปรแกรมของอุโมงค์ยาวร้อน (Hot Long Tunnel : HLT) ก่อนที่จะนำเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ที่พักทิ้งไว้จนเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์กับน้ำมาริเนตเข้ากันได้ดีมาเข้าเครื่องย่าง ดังนี้ ตั้งค่าอุณหภูมิด้านนอก (ST) จนมีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส (temperature : Celcius) และเมื่อเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างตามเวลาที่กำหนด นำออกจากอุโมงค์ยาวร้อน ตั้งค่าอุณหภูมิวิกฤต (Critical Temperature : CT) ต้องมีอุณหภูมิมากกว่า 70 องศาเซลเซียส

Number	10	
Name	2007 PGP	
Operating mode	Hot air	
Transportation time (min)	2.5	
Circulation fans (1/min)	600	
	In-feed	Out-feed
Oven > Temperature (Celcius)	210	210
Steam valve (Celcius)	70	65

จากโปรแกรมข้างต้น เราจะทำการตั้งค่าของอุโมงค์ยาวร้อนดังนี้

1. หมายเลข (Number) คือ 10 ซึ่ง 10 หมายถึง ชื่อของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

2. ชื่อ (Name) คือ 2007 PGP ซึ่ง 2007 หมายถึง ปีที่เริ่มทำการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork เป็นครั้งแรก และ PGP หมายถึง Pork Ginger Product

3. โหมดการดำเนินงาน (Operating mode) คือ Hot air ซึ่ง Hot air หมายถึง การเติมอากาศร้อน เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ Ginger Pork สุก

4. เวลาของการเดินสายพาน (นาที) (Transportation time (min)) คือ 2.5 ซึ่ง 2.5 หมายถึง ผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ใช้เวลาในการเดินสายพานนาน 2.5 นาที

5. การไหลเวียนของพัดลม (Circulation fans (1/min)) คือ 600 ซึ่ง 600 หมายถึง พัดลมของอุโมงค์ยาวร้อน จะพัด 600 ครั้งต่อ 1 นาที

6. อุณหภูมิของเตาอบ (Oven > Temperature (Celcius)) คือ อุณหภูมิก่อนเข้าเตาอบ (In-feed) ต้องมากกว่า 210 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิหลังออกจากเตาอบ (Out-feed) ต้องมากกว่า 210 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกัน

7. วาล์วเป่าไอน้ำ (Steam valve (Celcius)) คือ อุณหภูมิก่อนเข้า (In-feed) ต้องมากกว่า 70 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิหลังออก (Out-feed) ต้องมากกว่า 65 องศาเซลเซียส

จากนั้นเรียงเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ใส่ถาดเจาะรู โดย 1 ถาดเรียงได้ 8 ชิ้น หันหน้าเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ที่มีมันไปทางเดียวกัน แล้วให้ด้านติ่งเนื้อหมูสันนอกอยู่ด้านซ้ายเสมอ (นับด้านมันเป็นด้านบน) ด้านติ่งมันอยู่ทางขวา และใส่ด้านเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เข้าอุโมงค์ยาวร้อนก่อน เราจะไม่ยอมรับเศษเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ และชิ้นที่ไม่สัมผัสน้ำมาริเนต

รูปที่ 3.9 เรียงเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ เพื่อเข้าสู่เครื่องย่าง

3.3.3 ขั้นตอนภายหลังการได้รับความร้อน (Post-Heating)

3.3.3.1 ขั้นตอนการเตรียมบรรจุใส่ถุง (Packing Preparation)

สินค้าออกจากอุโมงค์ยาว สินค้าต้องมีอุณหภูมิวิกฤต $\geq$ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นทิ้งไว้ 1 นาที แล้วพลิกสินค้าทีละชิ้น เพื่อตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม รวบ 4 ชิ้นเหลื่อมซ้อนเพื่อเตรียมบรรจุใส่ถุง ซึ่งสินค้าเกรียมสามารถยอมรับได้ แต่สินค้าไหม้ ไม่สามารถยอมรับ

ตรวจสอบเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ที่ย่างเสร็จจากอุโมงค์ยาวร้อน โดยการพลิกดูว่าเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ที่ย่างเสร็จแล้วนั้นสุก มีรอยฉีกขาด หรือยังมีมันติดอยู่กับเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หรือไม่

รูปที่ 3.10 ตรวจสอบเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างและสิ่งแปลกปลอม

เนื้อหมูเป็นรู

เนื้อหมูมีขนาดเล็ก

เนื้อหมูขาดจากมัน

เนื้อหมูขาดจากกัน

เนื้อหมูพับติดกัน

เนื้อหมูไม่มีมันติด

รูปที่ 3.11 ลักษณะเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างที่ไม่สามารถยอมรับได้

3.3.3.2 ขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง (Packing)

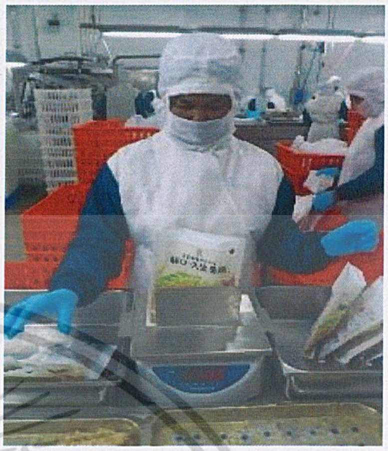
นำเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างที่ได้มาชั่งน้ำหนัก 4 ชิ้น โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยที่ 80-100 กรัมต่อถุง (เป้าหมาย คือ 80 กรัมต่อถุง) กลับด้านเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างที่ติดถาดให้อยู่ด้านบน แล้วเรียงบนไม้พาย ลักษณะวางเหลื่อมกัน โดยให้เห็นด้านมัน ใส่ถุงลักษณะตามรูปที่ 3.12 นำด้านมันเข้าถุงก่อน แล้วพลิกถุง ทำให้ด้านที่เนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างเหลื่อมกันอยู่ด้านหน้าของถุง และด้านมันอยู่ด้านก้นถุง

รูปที่ 3.12 การบรรจุเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างใส่ถุง

3.3.3.3 ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส (Filling Sauce)

ใส่น้ำซอสให้ได้น้ำหนัก 20-25 กรัมต่อถุง (เป้าหมาย 20 กรัมต่อถุง) ทำให้ผลิตภัณฑ์ Ginger Pork มีน้ำหนักรวมอยู่ที่ 100-125 กรัมต่อถุง (เป้าหมาย 100 กรัมต่อถุง)

รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการใส่น้ำซอส



รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการชั่งน้ำหนัก

3.3.3.4 ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ (Vacuum Sealing)

นำผลิตภัณฑ์ Ginger Pork วางบนเครื่องปิดผนึกแบบสูญญากาศ เพื่อให้เครื่องปิดผนึกแบบสูญญากาศทำการปิดปากถุงให้สนิท เพื่อป้องกันสิ่งต่างๆ จากภายนอกเข้าไปในผลิตภัณฑ์ หลังจากที่ทำการปิดผนึกแบบสูญญากาศแล้ว ผลิตภัณฑ์จะถูกเรียงออกมาตามสายพานเพื่อตรวจสอบรอยการปิดผนึกแบบสูญญากาศว่าได้ตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ โดยเครื่องใช้เวลาในการทำให้เป็นสูญญากาศ (Vacuum time) ใช้เวลา 16 วินาที เวลาในการปิดผนึก (Seal time) ใช้เวลา 2 วินาที เวลาในการทำให้เย็น (Cool time) ใช้เวลา 4 วินาที ซึ่งรอยปิดผนึกแบบสูญญากาศที่เกิดขึ้นนั้นไม่ควรสามารถทับตาเครื่องหมายเซเว่นแต่หากทับตราเครื่องหมายเซเว่น รอยปิดผนึกแบบสูญญากาศ ห้ามมากกว่า 3 เซนติเมตรนับจากปากถุง

รูปที่ 3.15 การปิดผนึกแบบสูญญากาศ

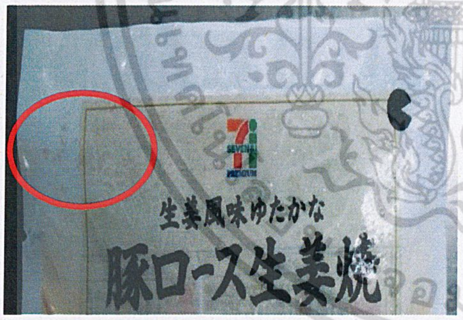
รูปที่ 3.16 การตรวจสอบรอยปิดผนึกแบบสูญญากาศ

ด้านหน้าไม่มีคราบซอสเลอะ

ด้านหลังไม่มีคราบซอสเลอะ

รอยปิดผนึกห้ามมากกว่า 3 เซนติเมตร นับจากปากถุง

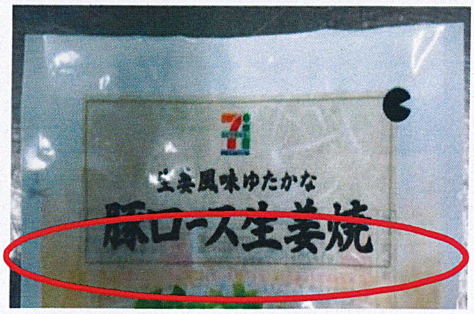
รูปที่ 3.17 มาตรฐานการตรวจสอบสินค้าที่สามารถยอมรับได้



ด้านหน้ามีคราบซอสเลอะ

ปิดผนึกแบบสูญญากาศเอียง

รอยปิดผนึกปากถุงพับหรือย่น



รอยปิดผนึกมากกว่า 3 เซนติเมตร

น้ำซอสและชิ้นเนื้อหมูมีขนาดใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร

เลขล็อตไม่ชัดเจน

รูปที่ 3.18 มาตรฐานการตรวจสอบสินค้าที่ไม่สามารถยอมรับได้

3.3.3.5 ขั้นตอนการต้ม (Boiling)

เรียงผลิตภัณฑ์ที่ได้ใส่ในตะกร้าโดยให้วางคว่ำหน้าลง ซึ่งตะกร้าขนาด L ใส่ได้ทั้งหมด 540 ถุง ซึ่งชั้นตะกร้ามีทั้งหมด 9 ชั้น แต่ละชั้นมี 15 กอง แต่ละกองมี 4 ถุง โดยนำตะกร้าหย่อนลงในหม้อต้ม ที่มีอุณหภูมิน้ำ 95 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 20 นาที

รูปที่ 3.19 ขั้นตอนการต้ม

3.3.3.6 ขั้นตอนการทำให้เย็น (Water cooling)

นำผลิตภัณฑ์หลังจากการต้มแล้วมาแช่ในน้ำเย็น โดยตั้งอุณหภูมิน้ำที่ 1-4 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 15 นาที เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีอุณหภูมิน้อยกว่า 10 องศาเซลเซียส

รูปที่ 3.20 ขั้นตอนการทำให้เย็น

3.3.3.7 ขั้นตอนการแช่แข็ง (Freezing)

คว่ำหน้าผลิตภัณฑ์ลง โดยอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ต้องน้อยกว่า -18 องศาเซลเซียส ตั้งค่าอุณหภูมิตู้แช่แข็ง (Individual quick freezing : IQF) -40 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 45 นาที ระวังไม่ให้ผลิตภัณฑ์กระทบกับสายพานหลังออกจากตู้แช่แข็ง (Individual quick freezing : IQF)

รูปที่ 3.21 ขั้นตอนการแช่แข็ง

น้ำซอสหรือเศษเนื้อหมูมีขนาดไม่เกิน 2 มิลลิเมตร

หลังซองไม่มีรูทะลุ

เลขล็อตชัดเจน

รอยปิดผนึกแบบสูญญากาศ ไม่มากกว่า 3 เซนติเมตร

รูปที่ 3.22 มาตรฐานการตรวจสอบสินค้า (ก่อน - หลัง IQF) ที่สามารถยอมรับได้

น้ำซอสหรือเศษเนื้อหมูมีขนาดเกิน 2

หลังซองมีรูทะลุ

รอยปิดผนึกแบบสูญญากาศ มากกว่า 3 เซนติเมตร

รูปที่ 3.23 มาตรฐานการตรวจสอบสินค้า (ก่อน - หลัง IQF) ที่ไม่สามารถยอมรับได้

3.3.3.8 ขั้นตอนการตรวจจับโลหะ (Metal Detecting)

ผลิตภัณฑ์ที่ได้ต้องไม่มีกลุ่มโลหะที่เป็นเหล็ก (Fe) ขนาดมากกว่า 1.5 มิลลิเมตร กลุ่มโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก (Non Fe) ขนาดมากกว่า 2.0 มิลลิเมตร และกลุ่มโลหะที่เป็นสแตนเลส (SUS) ขนาดมากกว่า 2.5 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.24 ขั้นตอนการตรวจจับโลหะ

3.3.3.9 ขั้นตอนการตรวจสอบน้ำหนัก (Weight checking)

ตรวจสอบน้ำหนักทั้งหมดของเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ไม่รวมน้ำหนักผลิตภัณฑ์มีขนาด 100-125 กรัมต่อถุง (เป้าหมาย 100 กรัมต่อถุง) และน้ำหนักสุทธิรวมผลิตภัณฑ์มีขนาด 107-132 กรัมต่อถุง (เป้าหมาย 107 กรัมต่อถุง)

รูปที่ 3.25 ขั้นตอนการตรวจสอบน้ำหนัก

3.3.4 ขั้นตอนการบรรจุกล่อง (Cartoning)

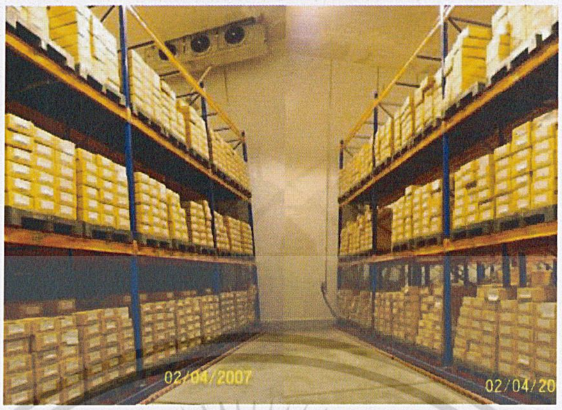
3.3.4.1 ขั้นตอนการบรรจุลงกล่อง (Cartoning)

วางแผ่นกั้นกล่อง 1 ชุดตรงกลางกล่อง แล้วคว่ำผลิตภัณฑ์ลงกล่อง ให้ปากถุงงอมาด้านหลัง แสดงด้านหลังอยู่ด้านบน บรรจุช่องละ 20 ชั้น ทั้งหมด 4 ช่อง รวมทั้งหมด 80 ถุงต่อกล่อง (Cartoning : CTN) ซึ่งจัดเรียงผลิตภัณฑ์ครั้งละ 5 ถุง และเรียงสลับทางกันใน 5 ถุง นั้นเฉพาะชั้นสุดท้ายให้วางหันหน้าถุงไปทางเดียวกัน น้ำหนักทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ไม่รวมน้ำหนักบรรจุภัณฑ์ 8.0 กิโลกรัมต่อกล่อง (Cartoning : CTN) และปิดกล่องด้วยเทปกาวใส

รูปที่ 3.26 การบรรจุใส่กล่อง

3.3.4.2 ขั้นตอนการเก็บรักษาสินค้า (Cold Storage)

นำผลิตภัณฑ์เก็บเข้าคลังสินค้า โดยที่ผลิตภัณฑ์ต้องมีอุณหภูมิน้อยกว่า -18 องศาเซลเซียส



รูปที่ 3.27 การเก็บเข้าห้องเย็น

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาการควบคุมคุณภาพกระบวนการผลิตในครั้งนี้ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบปฐมภูมิ (Primary data) ของบริษัท ซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด โดยศึกษาเฉพาะข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

จากตารางกรมทหารของสหรัฐอเมริกา (MIL-STD 414 (Military – Standard)) ในตารางที่ 3.1 เป็นแนวทางในการกำหนดจำนวนหน่วยตัวอย่างที่ควรจัดเก็บในข้อมูลเชิงปริมาณ ในขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุมคุณภาพสำหรับข้อมูลแบบตัวแปรในขั้นตอนการวัดน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ การวัดน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง การวัดน้ำหนักน้ำซอสจากเครื่องจักรที่ 1 เครื่องจักรที่ 2 และเครื่องจักรที่ 3 การวัดน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอสเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ เนื่องจากในแต่ละวันเครื่องจักรจะผลิตได้วันละ 12 ชุด (Batch) หรือประมาณ 240,000 ชิ้น จึงนำข้อมูลที่ได้มาเทียบกับตาราง MIL-STD 414 (Military – Standard) กำหนดการเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ที่ได้วันละ 150 ชิ้น จากการสอบถามกับบริษัทซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด พบว่ามีการดำเนินการผลิตในเวลา 07.00 น. ถึง 19.00 น. และ 19.00 น. ถึง 06.00 น. โดยบริษัทซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด จะเก็บข้อมูลครั้งละ 8 ค่า ในทุกๆ 60 นาที แต่ในทางปฏิบัติจริงนั้นไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เนื่องจากข้อจำกัดที่ทางบริษัทฯ รับแท่งเนื้อหมูสันนอกมาเก็บรักษาไว้เพียงพอแค่ต่อวัน เพื่อรักษามาตรฐานคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่ขั้นตอนแรกต้องทำการวัดขนาดเส้นรอบวง เพื่อแยกขนาดแท่งเนื้อหมูสันนอก โดยมีเกณฑ์มาตรฐานคือ 29-32 เซนติเมตร ดังนั้นแท่งเนื้อหมูสันนอกมีขนาดไม่ตรงตามเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด จึงทำให้มีแท่งเนื้อหมูสันนอกไม่เพียงพอที่จะสไลด์ได้ทั้งวัน จึงทำการออกแบบการเก็บข้อมูลใหม่โดยจะทำการเก็บข้อมูล

เพียง 3 ชุด (Batch) โดยเครื่องจักรจะผลิตได้ประมาณ 20,000 ชิ้นต่อ 1 ชุด ดังนั้นเครื่องจักรจะผลิตได้ทั้งหมด 60,000 ชิ้นต่อ 3 ชุด จึงนำข้อมูลที่ได้มาเทียบกับตาราง MIL-STD 414 (Military – Standard) กำหนดการเก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ที่ได้วันละ 100 ชิ้น เก็บรวบรวมข้อมูล 3 ชุด โดย 1 ชุดใช้เวลาการผลิต 90 นาที ดังนั้น 3 ชุด ใช้เวลาในการผลิต 270 นาที เมื่อเทียบบัญญัติไตรยางศ์ 270 นาที จะสุ่ม 100 ชิ้น ถ้าสุ่มทุกๆ 10 นาที ดังนั้นบริษัทฯ จะสุ่มข้อมูลครั้งละ 3.7 $\approx$ 4 ค่า ในทุกๆ 10 นาที ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ จะทำการเก็บข้อมูลครั้งละ 4 ค่า ในทุกๆ 10 นาที

ตารางที่ 3.1 MIL – STD (Military – Standard 414)

ผลผลิตต่อวัน (หน่วย : วัน)	จำนวนหน่วยตัวอย่าง (หน่วย : วัน)
111-180	15
181-300	25
301-500	30
501-800	35
801-1,300	40
1,301-3,200	50
3,201-8,000	60
8,001-22,000	85
22,001-110,000	100
110,001-500,000	150

ในการเก็บข้อมูลจำนวนรอยตำหนิและของเสียในขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศและขั้นตอนการแช่แข็งเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาจำนวนที่เหมาะสมพอที่สามารถนับจำนวนรอยตำหนิและของเสียได้ และข้อมูลเพียงพอที่จะสร้างแผนภูมิที่สามารถตรวจสอบความผิดปกติในการผลิตได้

การศึกษาตัวแปรเชิงปริมาณ โดยทำการสุ่มตัวอย่างข้อมูล 3 ชุดใช้เวลาในการผลิต 270 นาที เมื่อสุ่มตัวอย่างครั้งละ 4 ชิ้นทุกๆ 10 นาที จะเก็บข้อมูลทั้งหมด 27 ครั้ง แต่ละชิ้นที่ได้ทำการสุ่มมาจะทำการวัดค่าของตัวแปรต่างๆ ซึ่งมีเกณฑ์มาตรฐาน ดังนี้

- น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ของขั้นตอนการสไลด์

  เกณฑ์มาตรฐาน คือ 18-23 กรัมต่อชิ้น
- น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างของขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง

  เกณฑ์มาตรฐาน คือ 80-100 กรัมต่อถุง

- น้ำหนักน้ำซอสของขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส

  เกณฑ์มาตรฐาน คือ 20-25 กรัมต่อถุง
- น้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอสของขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส

  เกณฑ์มาตรฐาน คือ 100-125 กรัมต่อถุง

เก็บรวบรวมข้อมูลใน	วันที่	14	มกราคม	พ.ศ.2559
	วันที่	15	กุมภาพันธ์	พ.ศ.2559
	วันที่	15	มีนาคม	พ.ศ.2559

ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ (กรัม) **ขั้นตอน** การสไลด์

วันที่________________________ ผู้บันทึก________________________

Spec (min, max) 18-23 กรัมต่อชิ้น

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								

การศึกษาตัวแปรเชิงคุณภาพ สุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เพื่อตรวจสอบจำนวนรอยตำหนิ เนื่องจากทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 3 ชุด โดย 1 ชุดผลิตได้ประมาณ 5,000 ถุง ดังนั้น ข้อมูล 3 ชุดจะผลิตได้ 15,000 ถุง ถ้าทุกๆ 500 ถุง จะสุ่มมา 50 ถุง เพื่อให้ง่ายต่อการเก็บข้อมูล โดย 1 ตะกร้าจะบรรจุผลิตภัณฑ์ได้ประมาณ 500 ถุง เราจึงสุ่มมา 10 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็น 50 ถุง เราจะสุ่มทั้งหมด 30 ครั้ง ประมาณ 1,500 ถุง แต่เนื่องจากกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่างๆ ก่อนการปิดผนึกอาจมีของเสียเกิดขึ้น ดังนั้นจึงสุ่มได้เพียง 12,000 ถุง ซึ่งในทุกๆ 500 ถุง จะสุ่ม 50 ถุง จะเก็บข้อมูลทั้งหมด 24 ครั้ง คือสุ่มจำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมด 1,200 ถุง โดยใน 1 ถุงอาจจะเกิดได้หลายรอยตำหนิ แล้วทำการบันทึกจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้น ดังนี้

- จำนวนรอยตำหนิของขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ
- จำนวนรอยตำหนิของขั้นตอนการแช่แข็ง

เก็บรวบรวมข้อมูลในวันที่	14	มกราคม	พ.ศ.2559
วันที่	15	กุมภาพันธ์	พ.ศ.2559
วันที่	15	มีนาคม	พ.ศ.2559

ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 จำนวนสาเหตุรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork **ขั้นตอน** การปิดผนึกแบบสูญญากาศ

วันที่______________________________ ผู้บันทึก______________________________

ครั้งที่	จำนวนหน่วยตัวอย่าง	สาเหตุของรอยตำหนิ						หมายเหตุ
		ชิ้นเนื้อใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร	ปิดผนึกเอียง	ปิดผนึกทับซอส	ปิดผนึกปากถุงพับ	ปิดผนึกเกินมาตรฐาน	เลขล็อตไม่ชัดเจน	
1	50							
2	50							
3	50							
4	50							
5	50							
6	50							
7	50							
8	50							
9	50							
10	50							
11	50							
12	50							
13	50							
14	50							
15	50							
16	50							
17	50							
18	50							
19	50							
20	50							
21	50							
22	50							
23	50							
24	50							

3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลมาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลความหนาของเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์

ส่วนที่ 2 ข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง น้ำหนักน้ำซอสและน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอสของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

ส่วนที่ 3 ข้อมูลจำนวนรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

ในการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 1 มีขั้นตอนดังนี้

1. การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption)

1.1 การทดสอบการแจกแจงปรกติ (Normality) ของเศษตกค้าง (Residual) เกี่ยวกับความหนาของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์มีการแจกแจงแจกแจงปรกติหรือไม่ โดยใช้การทดสอบของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง (Anderson-Darling test)

1.2 การทดสอบความแปรปรวนเท่ากัน (Homogeneity of variance) ของเศษตกค้าง (Residual) เกี่ยวกับความหนาของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์มีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบของบาร์ตเลตต์ (Bartlett's test) หรือ การทดสอบของเลวีน (Levene's test)

1.3 การทดสอบความเป็นอิสระกัน (Independence) ของเศษตกค้าง (Residual) เกี่ยวกับความหนาของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เป็นอิสระกันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบวิ่ง (Run test)

2. การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) ของความหนาว่ามีน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์โดยเฉลี่ยแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบเอฟ (F-test)

ในการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 2 มีขั้นตอนดังนี้

1. การทดสอบการแจกแจงปรกติ (Normality) ของข้อมูลน้ำหนักว่ามีการแจกแจงปรกติหรือไม่ โดยใช้การทดสอบของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง (Anderson-Darling test)

กรณีที่ 1 หลังจากทำการทดสอบแล้ว พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงปรกติ สามารถนำข้อมูลไปสร้างแผนภูมิควบคุมแบบตัวแปรต่อไปได้

กรณีที่ 2 หลังจากทำการทดสอบแล้ว พบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงปรกติ ใช้ทฤษฎีบทขีดจำกัดส่วนกลาง (Central Limit Theorem) เพื่อประมาณข้อมูลว่ามีการแจกแจงเข้าใกล้ปรกติ (Approximate normal) หรือใช้การแปลงข้อมูลโดยใช้การแปลงของบ็อก-ค็อก (Box-Cox transformation) หรือการแปลงของจอห์นสัน (Johnson transformation)

2. สร้างแผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบตัวแปร (Variable control chart) โดยนำข้อมูลน้ำหนักมาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย $\left(\overline{\mathrm{X}}\text{ - chart}\right)$ และแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $(\mathrm{S}\text{ - chart})$

3. คำนวณหาค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ และค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$

4. คำนวณร้อยละของข้อมูลที่ตกอยู่นอกขอบเขตเกณฑ์ที่กำหนดของข้อมูลโดยใช้ค่าปรกติมาตรฐาน Z

ในการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนที่ 3 มีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างแผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบคุณภาพ (Attribute control chart) โดยที่นำข้อมูลจำนวนรอยตำหนิ มาสร้างแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย $\left(\mathrm{U}\text{ - chart}\right)$

2. สร้างแผนผังพาเรโต เพื่อดูว่าสิ่งใดในกระบวนการผลิต Ginger Pork เป็นปัญหาที่ทำให้เกิดจำนวนรอยตำหนิมากที่สุด

3. สร้างแผนผังเหตุและผล จากแผนผังพาเรโตนำประเภทของปัญหาที่ทำให้เกิดจำนวนรอยตำหนิมากที่สุดนั้นนำมาสร้างแผนผังเหตุและผล เพื่อหาสาเหตุของปัญหาดังกล่าวต่อไป

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA) โดยใช้การทดสอบเอฟ (F-test)

2. ตรวจสอบข้อมูลมีการแจกแจงปรกติโดยใช้การทดสอบของแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง (Anderson-Darling test)

3. สร้างแผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบตัวแปร (Variable control chart)

3.1 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย $\left(\overline{\mathrm{X}}\text{ - chart}\right)$

3.2 แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $\left(\mathrm{S}\text{ - chart}\right)$

4. ค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ และค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$

5. คำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้ค่าปกติมาตรฐาน Z

6. แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบคุณภาพ (Attribute control chart)

6.1 แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วย $\left(\mathrm{U}\text{ - chart}\right)$

7. แผนผังพาเรโต

8. แผนผังเหตุและผล

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการนำข้อมูลผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ณ บริษัทซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด ในขั้นตอนของการสไลด์ ขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ และขั้นตอนการแช่แข็ง มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปของตัวแปรเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยทำการทดสอบการแจกแจงปรกติ การทดสอบความแปรปรวนเท่ากัน การทดสอบความเป็นอิสระกัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว แล้วนำมาสร้างแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย $\left(\overline{X}\text{ - chart}\right)$ แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $(S\text{ - chart})$ แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วย $(U\text{ - chart})$ ค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ ค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ คำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด แผนผังพาเรโต และแผนผังเหตุและผล

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความหนาที่เหมาะสม

ความหนาที่เหมาะสมเพียงขนาดเดียวในการสไลด์แท่งเนื้อหมูสันนอก เพื่อนำเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ที่ได้จากขั้นตอนการสไลด์ไปใช้ในการผลิตในกระบวนการถัดไป โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ซึ่งมีข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption) ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน ดังนี้

1. การทดสอบการแจกแจงปรกติ (Normality) ของเศษตกค้าง (Residual) เกี่ยวกับ ความหนาของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์มีการแจกแจงปรกติหรือไม่ โดยใช้การทดสอบแอนเดอร์สัน-ดาร์ลิ่ง (Anderson-Darling test)
2. การทดสอบความแปรปรวนเท่ากัน (Homogeneity of variance) ของเศษตกค้าง (Residual) เกี่ยวกับความหนาของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์มีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบของบาร์ตเลตต์ (Bartlett’s test) หรือ การทดสอบของเลวีน (Levene’s test)
3. การทดสอบความเป็นอิสระกัน (Independence) ของเศษตกค้าง (Residual) เกี่ยวกับความหนาของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เป็นอิสระกันหรือไม่ โดยใช้การทดสอบวิ่ง (Run test)

จากผลการทดสอบที่ได้แสดงในภาคผนวก ข การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว จะเห็นว่าข้อมูลที่เก็บรวบรวมเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว จึงวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นลำดับต่อไป ได้ค่าดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA)

Source	DF	SS	MS	F	P
thickness	2	42.10	21.05	5.59*	0.005
Error	87	327.68	3.77		
Total	89	369.78			

หมายเหตุ * หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เนื่องจาก F = 5.59 และค่า P-Value = 0.005 < 0.05 ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้นความหนาทั้ง 3 ระดับมีผลทำให้น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่การสรุปผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนนี้ยังไม่สามารถบอกได้ว่ามีความหนาคู่ใดบ้างที่มีน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เฉลี่ยแตกต่างกัน จึงต้องทำการเปรียบเทียบน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เฉลี่ยของความหนาเป็นคู่ ๆ ต่อไป โดยใช้การทดสอบของทูกีย์และการทดสอบของฟิชเชอร์

- การทดสอบของทูกีย์ (Tukey's Test)

ความหนา	3.10	3.15	3.20
น้ำหนักเฉลี่ย	20.050	20.858	21.725

- การทดสอบของฟิชเชอร์โดยใช้ความแตกต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด (Fisher's Least Significant Difference: LSD)

ความหนา	3.10	3.15	3.20
น้ำหนักเฉลี่ย	20.050	20.858	21.725

ซึ่งให้ผลเหมือนกัน จึงสรุปได้ว่าความหนา 3.10 มิลลิเมตร กับความหนา 3.15 มิลลิเมตร ให้น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างกับความหนา 3.20 มิลลิเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยที่ความหนา 3.10 มิลลิเมตร มีน้ำหนักน้อยที่สุด จึงเลือกใช้ความหนา 3.10 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในขั้นตอนการสไลด์เป็นลำดับต่อไป เนื่องจากถ้าใช้ความหนาที่น้อยกว่า 3.10 มิลลิเมตร จะทำให้น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เฉลี่ยมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดคือ 18 – 23 กรัมต่อชิ้น

ซึ่งทางบริษัทฯ ได้กำหนดขีดจำกัดกำหนดของแต่ละขั้นตอนการผลิต ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 ขีดจำกัดข้อกำหนด (Specification limit) ของขั้นตอนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

ขั้นตอน	ค่าที่วัด	ขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (LSL)	ขีดจำกัดข้อกำหนดบน (USL)
การสไลด์	น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์	18 กรัมต่อชิ้น	23 กรัมต่อชิ้น
การบรรจุใส่ถุง	น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง	80 กรัมต่อถุง	100 กรัมต่อถุง
การบรรจุน้ำซอส	น้ำหนักน้ำซอส	20 กรัมต่อถุง	25 กรัมต่อถุง
การบรรจุน้ำซอส	น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส	100 กรัมต่อถุง	125 กรัมต่อถุง

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

วันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2559

วันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

วันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2559

ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมมาได้นั้นสามารถแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการแจกแจงปรกติของข้อมูลผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

ขั้นตอน	ค่าที่วัด	วัน/เดือน/ปี	ค่า AD	P-value	การสรุปผล
การสไลด์	น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์	14 ม.ค. 59	2.066	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ
		15 ก.พ. 59	2.604	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ
		15 มี.ค. 59	6.826	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ
การบรรจุใส่ถุง	น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง	14 ม.ค. 59	0.667	0.079	มีการแจกแจงปรกติ
		15 ก.พ. 59	0.730	0.055	มีการแจกแจงปรกติ
		15 มี.ค. 59	2.471	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ
การบรรจุน้ำซอส	น้ำหนักน้ำซอส เครื่องที่ 1	14 ม.ค. 59	1.627	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ
		15 ก.พ. 59	2.996	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ
		15 มี.ค. 59	1.530	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ
	น้ำหนักน้ำซอส เครื่องที่ 2	14 ม.ค. 59	1.296	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ
		15 ก.พ. 59	1.848	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ
		15 มี.ค. 59	2.193	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ
	น้ำหนักน้ำซอส เครื่องที่ 3	14 ม.ค. 59	2.231	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ
		15 ก.พ. 59	5.221	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ
		15 มี.ค. 59	1.813	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ
	น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส	14 ม.ค. 59	1.544	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ
		15 ก.พ. 59	0.500	0.205	มีการแจกแจงปรกติ
		15 มี.ค. 59	1.319	<0.005	ไม่มีการแจกแจงปรกติ

จากตารางที่ 4.3 พบว่าข้อมูลในขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork เมื่อนำข้อมูลในแต่ละขั้นตอนมาทดสอบการแจกแจงปรกติโดยใช้สถิติทดสอบของ Anderson-daring (AD) จะพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่ไม่มีการแจกแจงปรกติ แต่เนื่องจากในการเก็บข้อมูลได้สุ่มเก็บครั้งละ 4 ตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีบทขีดจำกัดส่วนกลาง จึงกล่าวได้ว่าข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์จะมีการแจกแจงเข้าใกล้ปรกติ (Approximate normal)

ตัวอย่างการทดสอบการแจกแจงปรกติข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 ในวันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2559 ในหัวข้อ 4.4.1.1 มีลักษณะวิธีการคำนวณดังนี้

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างข้อมูลน้ำหนักน้ำซอสเรียงลำดับจากน้อยไปมาก

ลำดับที่	น้ำหนักเฉลี่ย	ลำดับที่	น้ำหนักเฉลี่ย	ลำดับที่	น้ำหนักเฉลี่ย
1	17	31	22	61	23
2	17	32	22	62	23
3	18	33	22	63	23
4	18	34	22	64	23
5	18	35	22	65	24
6	19	36	22	66	24
7	19	37	22	67	24
8	19	38	22	68	24
9	19	39	22	69	24
10	19	40	22	70	24
11	19	41	22	71	24
12	20	42	23	72	24
13	20	43	23	73	24
14	20	44	23	74	24
15	20	45	23	75	24
16	20	46	23	76	24
17	20	47	23	77	24
18	21	48	23	78	24
19	21	49	23	79	24
20	21	50	23	80	24
21	21	51	23	81	24
22	21	52	23	82	24
23	21	53	23	83	24
24	21	54	23	84	24
25	21	55	23	85	24
26	21	56	23	86	25
27	21	57	23	87	25
28	21	58	23	88	25
29	21	59	23	89	25
30	22	60	23	90	25

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างข้อมูลน้ำหนักน้ำซอสเรียงลำดับจากน้อยไปมาก (ต่อ)

ลำดับที่	น้ำหนักเฉลี่ย	ลำดับที่	น้ำหนักเฉลี่ย	ลำดับที่	น้ำหนักเฉลี่ย
91	25	97	25	103	26
92	25	98	25	104	26
93	25	99	25	105	26
94	25	100	26	106	27
95	25	101	26	107	27
96	25	102	26	108	29

สมมติฐานการทดสอบ

H_0: ข้อมูลน้ำหนักน้ำซอสจากเครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 มีการแจกแจงปรกติ

H_1: ข้อมูลน้ำหนักน้ำซอสจากเครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

หาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S

$$\bar{X} = \frac{17+17+18+...+29}{108} = 22.778$$

$$S = \sqrt{\frac{(17-22.778)^2+(17-22.778)^2+...+(29-22.778)^2}{108-1}} = 2.2686$$

จึงปรับให้เป็นค่า $z_i = \dfrac{X_i - 22.778}{2.2686}$

$$\begin{aligned} u_1 &= P(X_1 \le 17) \\ &= P\left(z_1 \le \frac{17-22.778}{2.2686}\right) \\ &= P(z_1 \le -2.5469) \\ &= 0.00543 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u_{n-i+1} &= 1 - u_{108-1+1} \\ &= 1 - F(Z_{108}) \\ &= 1 - 0.99700 \\ &= 0.00305 \end{aligned}$$

ตัวอย่างการคำนวณค่า $F(Z_i)$ และ $1-F(Z_{n-i+1})$ จะคิดคำนวณในทำนองเดียวกัน ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การคำนวณค่า Anderson-Darling

X	i	z_i	u_i	u_{n-i+1}	$1 - u_{n-i+1}$	$(2i-1)[\ln(u_i)+\ln(1-u_{n-i+1})]$
17	1	-2.5468	0.0054	0.9945	0.0030	-11.0089
17	2	-2.5468	0.0054	0.9945	0.0313	-26.0317
18	3	-2.1060	0.0175	0.9824	0.0313	-37.5108
18	4	-2.1060	0.0175	0.9824	0.0777	-46.1593
18	5	-2.1060	0.0175	0.9824	0.0777	-59.3476
19	6	-1.6652	0.0479	0.9520	0.0777	-61.5151
19	7	-1.6652	0.0479	0.9520	0.0777	-72.6997
19	8	-1.6652	0.0479	0.9520	0.0777	-83.8843
19	9	-1.6652	0.0479	0.9520	0.0777	-95.0688
19	10	-1.6652	0.0479	0.9520	0.1636	-92.1129
19	11	-1.6652	0.0479	0.9520	0.1636	-101.809
20	12	-1.2244	0.1103	0.8896	0.1636	-92.3167
20	13	-1.2244	0.1103	0.8896	0.1636	-100.344
20	14	-1.2244	0.1103	0.8896	0.1636	-108.372
20	15	-1.2244	0.1103	0.8896	0.1636	-116.399
20	16	-1.2244	0.1103	0.8896	0.1636	-124.427
20	17	-1.2244	0.1103	0.8896	0.1636	-132.454
21	18	-0.7836	0.2166	0.7833	0.1636	-116.887
21	19	-0.7836	0.2166	0.7833	0.1636	-123.566
21	20	-0.7836	0.2166	0.7833	0.1636	-130.246
21	21	-0.7836	0.2166	0.7833	0.1636	-136.925
21	22	-0.7836	0.2166	0.7833	0.1636	-143.604
21	23	-0.7836	0.2166	0.7833	0.1636	-150.283
21	24	-0.7836	0.2166	0.7833	0.2950	-129.264
21	25	-0.7836	0.2166	0.7833	0.2950	-134.765
21	26	-0.7836	0.2166	0.7833	0.2950	-140.265
21	27	-0.7836	0.2166	0.7833	0.2950	-145.766
21	28	-0.7836	0.2166	0.7833	0.2950	-151.266
21	29	-0.7836	0.2166	0.7833	0.2950	-156.767
22	30	-0.3428	0.3658	0.6341	0.2950	-131.346

ตารางที่ 4.5 การคำนวณค่า Anderson-Darling (ต่อ)

X	i	z_i	u_i	u_{n-i+1}	$1 - u_{n-i+1}$	$(2i-1)[\ln(u_i)+\ln(1-u_{n-i+1})]$
22	31	-0.3428	0.3658	0.6341	0.2950	-135.799
22	32	-0.3428	0.3658	0.6341	0.2950	-140.251
22	33	-0.3428	0.3658	0.6341	0.2950	-144.704
22	34	-0.3428	0.3658	0.6341	0.2950	-149.156
22	35	-0.3428	0.3658	0.6341	0.2950	-153.608
22	36	-0.3428	0.3658	0.6341	0.2950	-158.061
22	37	-0.3428	0.3658	0.6341	0.2950	-162.513
22	38	-0.3428	0.3658	0.6341	0.2950	-166.966
22	39	-0.3428	0.3658	0.6341	0.2950	-171.418
22	40	-0.3428	0.3658	0.6341	0.2950	-175.871
22	41	-0.3428	0.3658	0.6341	0.2950	-180.323
23	42	0.0979	0.5390	0.4609	0.2950	-152.612
23	43	0.0979	0.5390	0.4609	0.2950	-156.29
23	44	0.0979	0.5390	0.4609	0.2950	-159.967
23	45	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-123.924
23	46	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-126.709
23	47	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-129.493
23	48	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-132.278
23	49	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-135.063
23	50	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-137.848
23	51	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-140.633
23	52	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-143.417
23	53	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-146.202
23	54	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-148.987
23	55	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-151.772
23	56	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-154.557
23	57	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-157.341
23	58	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-160.126
23	59	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-162.911
23	60	0.0979	0.5390	0.4609	0.4609	-165.696

ตารางที่ 4.5 การคำนวณค่า Anderson-Darling (ต่อ)

X	i	z_i	u_i	u_{n-i+1}	$1 - u_{n-i+1}$	$(2i-1)[\ln(u_i)+\ln(1-u_{n-i+1})]$
23	61	0.0979	0.53901	0.4609	0.4609	-168.481
23	62	0.0979	0.53901	0.4609	0.4609	-171.265
23	63	0.0979	0.53901	0.4609	0.4609	-174.05
23	64	0.0979	0.53901	0.4609	0.4609	-176.835
24	65	0.5387	0.7049	0.2950	0.4609	-144.994
24	66	0.5387	0.7049	0.2950	0.4609	-147.242
24	67	0.5387	0.7049	0.2950	0.4609	-149.49
24	68	0.5387	0.7049	0.2950	0.6341	-108.685
24	69	0.5387	0.7049	0.2950	0.6341	-110.295
24	70	0.5387	0.7049	0.2950	0.6341	-111.905
24	71	0.5387	0.7049	0.2950	0.6341	-113.515
24	72	0.5387	0.7049	0.2950	0.6341	-115.125
24	73	0.5387	0.7049	0.2950	0.6341	-116.736
24	74	0.5387	0.7049	0.2950	0.6341	-118.346
24	75	0.5387	0.7049	0.2950	0.6341	-119.956
24	76	0.5387	0.7049	0.2950	0.6341	-121.566
24	77	0.5387	0.7049	0.2950	0.6341	-123.176
24	78	0.5387	0.7049	0.2950	0.6341	-124.786
24	79	0.5387	0.7049	0.2950	0.6341	-126.396
24	80	0.5387	0.7049	0.2950	0.7833	-94.4034
24	81	0.5387	0.7049	0.2950	0.7833	-95.5909
24	82	0.5387	0.7049	0.2950	0.7833	-96.7784
24	83	0.5387	0.7049	0.2950	0.7833	-97.9658
24	84	0.5387	0.7049	0.2950	0.7833	-99.1533
24	85	0.5387	0.7049	0.2950	0.7833	-100.341
25	86	0.9795	0.8363	0.1636	0.7833	-72.3067
25	87	0.9795	0.8363	0.1636	0.7833	-73.1524
25	88	0.9795	0.8363	0.1636	0.7833	-73.9981
25	89	0.9795	0.8363	0.1636	0.7833	-74.8438
25	90	0.9795	0.8363	0.1636	0.7833	-75.6895

ตารางที่ 4.5 การคำนวณค่า Anderson-Darling (ต่อ)

X	i	z_i	u_i	u_{n-i+1}	$1 - u_{n-i+1}$	$(2i-1)[\ln(u_i)+\ln(1-u_{n-i+1})]$
25	91	0.9795	0.8363	0.1636	0.7833	-76.5352
25	92	0.9795	0.8363	0.1636	0.8896	-54.1092
25	93	0.9795	0.8363	0.1636	0.8896	-54.7006
25	94	0.9795	0.8363	0.1636	0.8896	-55.2919
25	95	0.9795	0.8363	0.1636	0.8896	-55.8833
25	96	0.9795	0.8363	0.1636	0.8896	-56.4746
25	97	0.9795	0.8363	0.1636	0.8896	-57.066
25	98	0.9795	0.8363	0.1636	0.9520	-44.4257
25	99	0.9795	0.8363	0.1636	0.9520	-44.8813
26	100	1.4203	0.9222	0.0777	0.9520	-25.8809
26	101	1.4203	0.9222	0.0777	0.9520	-26.141
26	102	1.4203	0.9222	0.0777	0.9520	-26.4011
26	103	1.4203	0.9222	0.0777	0.9520	-26.6612
26	104	1.4203	0.9222	0.0777	0.9824	-20.4296
26	105	1.4203	0.9222	0.0777	0.9824	-20.627
27	106	1.8611	0.9686	0.0313	0.9824	-10.4692
27	107	1.8611	0.9686	0.0313	0.9945	-7.94723
29	108	2.7427	0.9969	0.0030	0.9945	-1.8275
			รวม			-11839.7308

สถิติที่ใช้ทดสอบ คือ

$$AD = -108 - \frac{1}{108}\sum_{i=1}^{108}(2i-1)\left[\ln(u_i)+\ln(1-u_{n-i+1})\right]$$

$$= -108 - \frac{1}{108}(-11839.7308)$$

$$= 1.627$$

จากตารางที่ 1 ในภาคผนวก ก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 Significance point = 0.2492 เนื่องจาก AD ที่คำนวณได้ มีค่ามากกว่าค่าของ Significance point ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ข้อมูลน้ำหนักน้ำซอสจากเครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

ตารางที่ 4.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

ขั้นตอน	ค่าที่วัด	วัน/เดือน/ปี	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		S - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
				LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอกเกณฑ์	P_{pk}	ร้อยละตกนอกเกณฑ์
การสไลด์	น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์	14 ม.ค. 59	20.500	18.468	22.532	0	2.828	ควบคุมได้ไม่ดี	0.62	6.4963	0.45	17.4683
		15 ก.พ. 59	20.167	18.094	22.240	0	2.885	ควบคุมได้ไม่ดี	0.52	7.8652	0.48	10.3931
		15 มี.ค. 59	19.037	17.680	20.394	0	0.833	ควบคุมได้ไม่ดี	0.38	12.5777	0.38	12.6217
การบรรจุใส่ถุง	น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง	14 ม.ค. 59	92.910	86.810	99.010	0	8.487	ควบคุมได้ไม่ดี	0.58	4.1270	0.49	7.3971
		15 ก.พ. 59	91.760	85.650	97.900	0	8.525	ควบคุมได้ไม่ดี	0.67	2.3983	0.54	6.4505
		15 มี.ค. 59	92.150	86.780	97.510	0	3.295	ควบคุมได้ไม่ดี	0.73	1.4417	0.69	2.0387
การบรรจุน้ำซอส	น้ำหนักน้ำซอสเครื่องที่ 1	14 ม.ค. 59	22.778	20.620	24.935	0	3.003	ควบคุมได้ไม่ดี	0.52	8.7896	0.33	27.4000
		15 ก.พ. 59	23.111	21.639	24.583	0	2.049	ควบคุมได้ไม่ดี	0.64	2.7905	0.37	16.8963
		15 มี.ค. 59	22.981	21.313	24.650	0	2.323	ควบคุมได้ไม่ดี	0.60	3.8497	0.34	22.4421
	น้ำหนักน้ำซอสเครื่องที่ 2	14 ม.ค. 59	21.676	19.069	24.283	0	3.628	ควบคุมได้ไม่ดี	0.32	19.5325	0.27	26.7296
		15 ก.พ. 59	22.593	20.737	24.448	0	2.583	ควบคุมได้ไม่ดี	0.65	4.3908	0.41	20.5377
		15 มี.ค. 59	22.120	20.654	23.587	0	2.041	ควบคุมได้ไม่ดี	0.72	1.6649	0.42	14.6352
	น้ำหนักน้ำซอสเครื่องที่ 3	14 ม.ค. 59	21.194	19.689	22.700	0	2.096	ควบคุมได้ไม่ดี	0.40	11.7117	0.20	30.8546
		15 ก.พ. 59	24.278	22.836	25.720	0	2.007	ควบคุมได้ไม่ดี	0.25	22.6263	0.17	31.1096
		15 มี.ค. 59	22.111	20.213	24.010	0	2.642	ควบคุมได้ไม่ดี	0.56	5.8894	0.42	14.7627

ตารางที่ 4.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork (ต่อ)

ขั้นตอน	ค่าที่วัด	วัน/เดือน/ปี	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{X}$ - chart ขีดจำกัดควบคุม		S - chart ขีดจำกัดควบคุม		ลักษณะการควบคุม	ระยะสั้น		ระยะยาว	
				LCL	UCL	LCL	UCL		C_{pk}	ร้อยละตกนอกเกณฑ์	P_{pk}	ร้อยละตกนอกเกณฑ์
การบรรจุน้ำซอส	น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส	14 ม.ค. 59	116.110	106.05	126.16	0	13.99	ควบคุมได้ไม่ดี	0.44	10.0361	0.43	11.0397
		15 ก.พ. 59	116.910	109.79	124.02	0	9.90	ควบคุมได้ไม่ดี	0.57	4.4195	0.41	11.7068
		15 มี.ค. 59	116.260	107.79	124.73	0	11.78	ควบคุมได้ไม่ดี	0.52	6.2728	0.48	8.0532

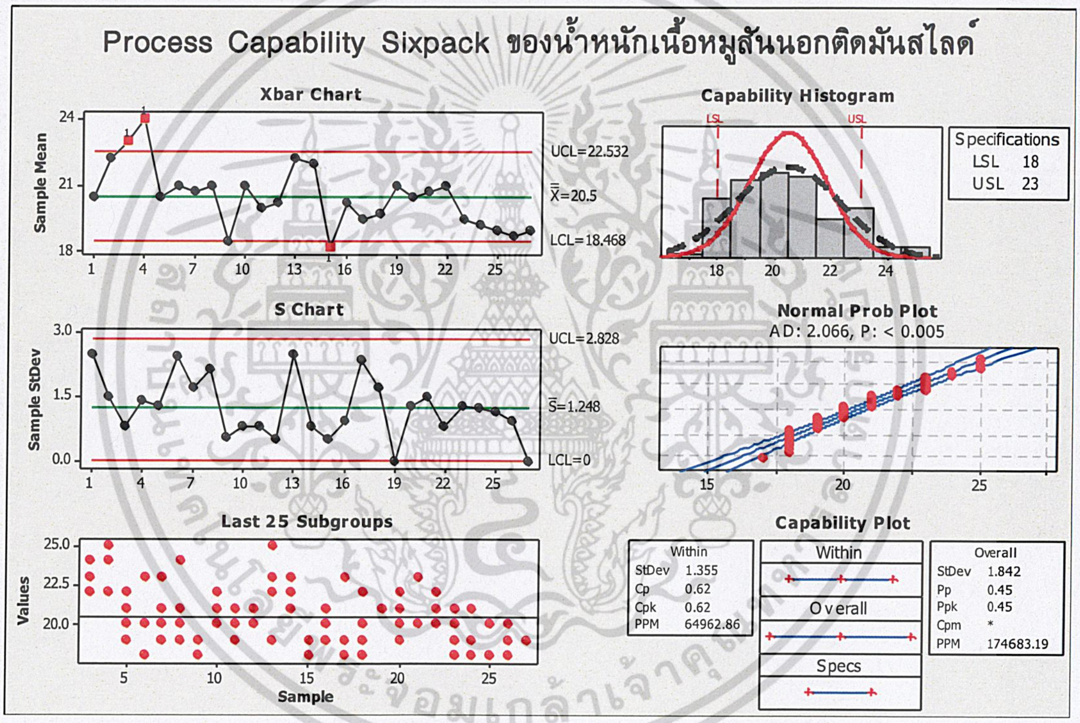
จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

- ขั้นตอนการสไลด์ พบว่าน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ควบคุมได้ไม่ดีทำให้ค่า C_{pk} และ P_{pk} น้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้นและระยะยาวของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์อยู่ในระดับที่ไม่ดีและยังมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตที่กำหนดมากพอสมควร
- ขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง พบว่าน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างควบคุมได้ไม่ดีทำให้ค่า C_{pk} และ P_{pk} น้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้นและระยะยาวของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์อยู่ในระดับที่ไม่ดีและยังมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตที่กำหนดมาก
- ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส พบว่าน้ำหนักน้ำซอสควบคุมได้ไม่ดีทำให้ค่า C_{pk} และค่า P_{pk} ของเครื่องบรรจุน้ำซอสทั้ง 3 เครื่อง ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้นและระยะยาวอยู่ในระดับไม่ดี และยังมีข้อมูลที่ตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดมากพอสมควร แต่จะพบว่าเครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 มีค่า C_{pk} และค่า P_{pk} มากที่สุด จึงแสดงให้เห็นว่าในการกดน้ำซอสแต่ละครั้ง เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 ให้น้ำหนักน้ำซอสใกล้เคียงกันมากกว่าเครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 และ 3 เมื่อพิจารณาเครื่องบรรจุน้ำซอสรายเครื่อง จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่าเครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 ค่า C_{pk} และค่า P_{pk} มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 ค่า C_{pk} ค่าเพิ่มขึ้นมากที่สุดในเดือนมีนาคมจากเครื่องบรรจุน้ำซอสทั้ง 3 เครื่อง และเครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 จะพบว่าค่า P_{pk} มีค่าเพิ่มขึ้นมากที่สุดในเดือนมีนาคมจากเครื่องบรรจุน้ำซอสทั้ง 3 เครื่อง
- ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส พบว่าน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอสควบคุมได้ไม่ดีทำให้ค่า C_{pk} และ P_{pk} น้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้นและระยะยาวของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์อยู่ในระดับที่ไม่ดีและยังมีร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตที่กำหนดมากพอสมควร

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นตอนการสไลด์

บริษัทซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด ได้กำหนดน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการสไลด์เนื้อหมูสันนอกติดมันไว้ที่ 18 – 23 กรัมต่อชิ้น นั่นหมายถึงได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit) หรือ LSL = 18 กรัมต่อชิ้น และขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit) หรือ USL = 23 กรัมต่อชิ้น ในระหว่างการเก็บข้อมูลนั้นได้มีการบันทึกความผิดปกติที่เกิดขึ้นซึ่งจะนำมาใช้ในกรณีที่มีข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) หรือขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) เพื่อใช้ในการปรับปรุงเส้นขีดจำกัดควบคุม

4.2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ ขั้นตอนการสไลด์ สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 2.066 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

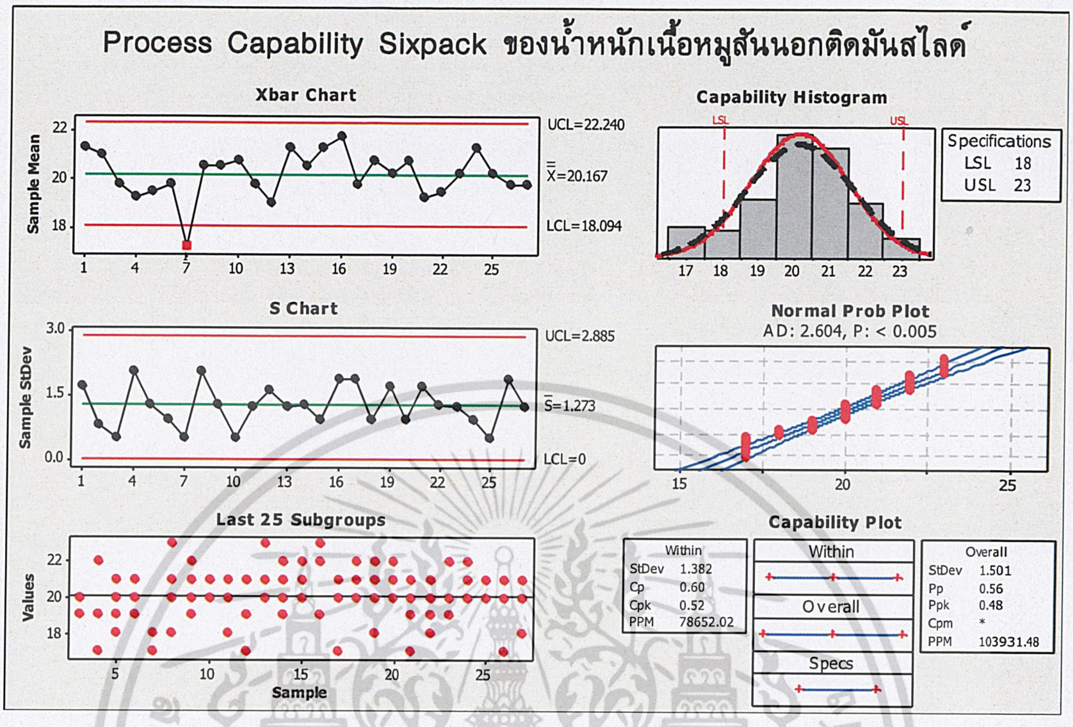
สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่า จุดที่ 3, 4 และ 15 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.62 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 64,962.86 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการสไลด์อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 6.4962

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.45 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 174,683.19 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการสไลด์อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 17.4683

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 64,962.86) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางซ้ายปานกลาง ซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และจากค่าร้อยละของเสียในระยะยาวที่มี (ค่า PPM = 174,683.19) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนด (Overall) แสดงว่าขั้นตอนการสไลด์ ให้น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์แตกต่างกัน นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ ขั้นตอนการสไลด์ สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 2.604 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

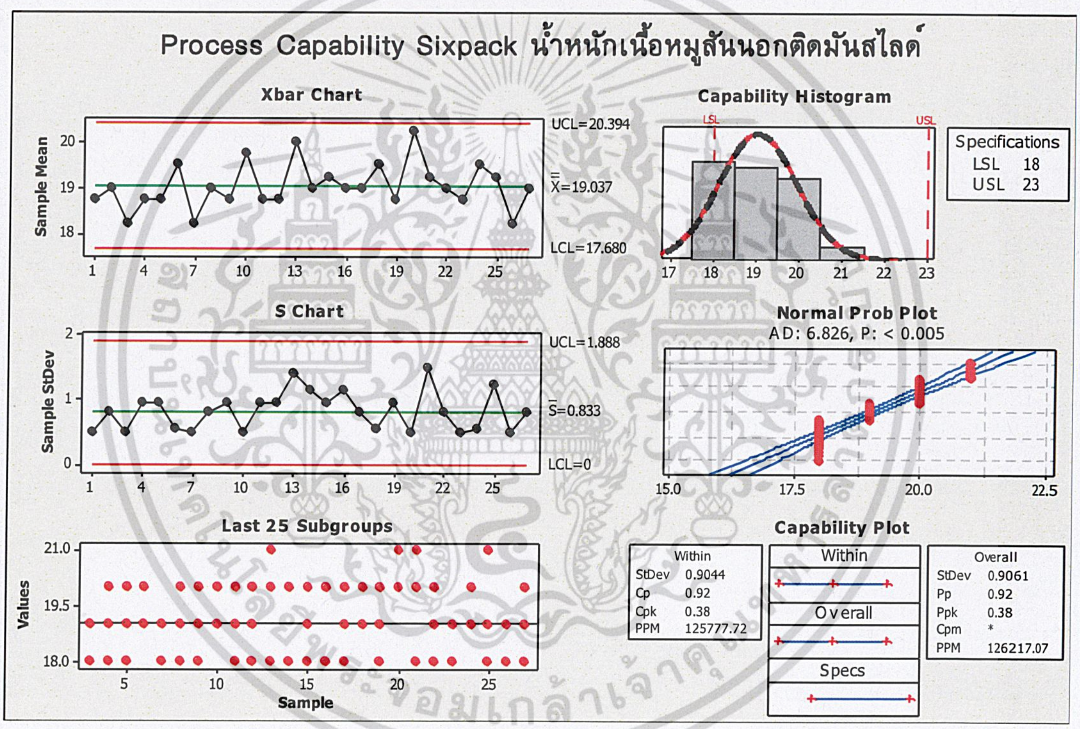
สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่า จุดที่ 7 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.52 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 78,652.02 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการสไลด์อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 7.8652

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.48 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 103,931.48 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการสไลด์อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 10.3931

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 78,652.02) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางขวาเล็กน้อย ซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (ค่า PPM = 103,931.48) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าขั้นตอนการสไลด์ ให้น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์แตกต่างกัน นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.2.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ ขั้นตอนการสไลด์ สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลนี้ส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 6.826 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.38 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 125,777.72 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการสไลด์อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 12.5777

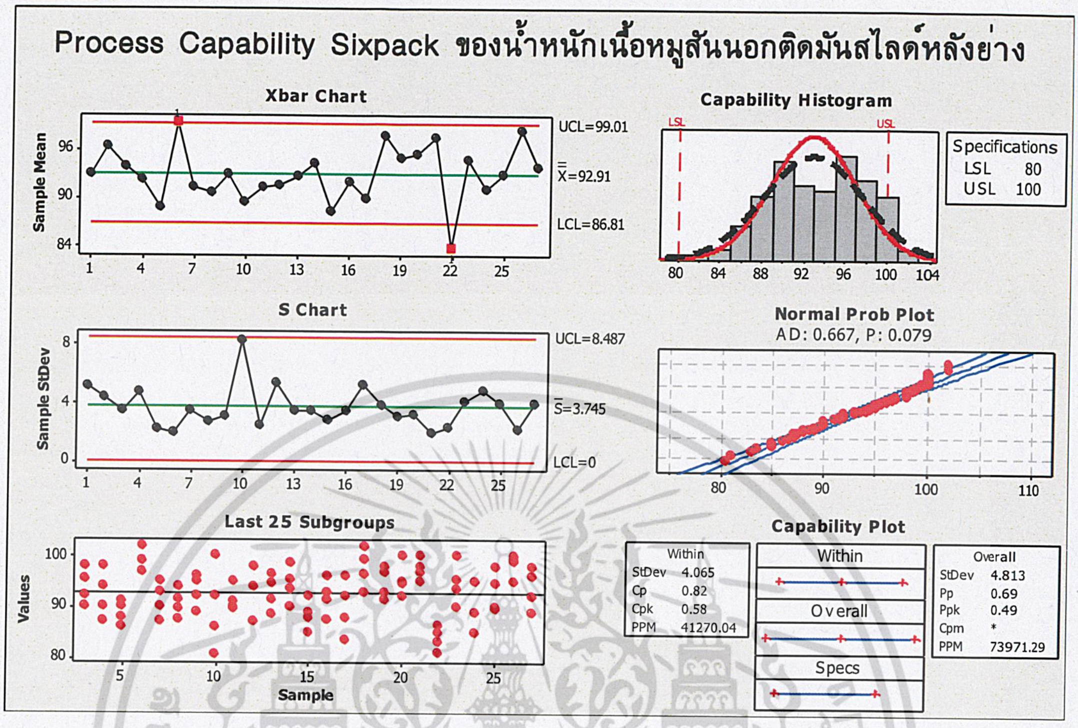
ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.38 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 126,217.07 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการสไลด์อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 12.6217

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 125,777.72) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางขวาเล็กน้อย ซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (ค่า PPM = 126,217.07) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าขั้นตอนการสไลด์ ให้น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์แตกต่างกัน นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง

บริษัทซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด ได้กำหนดน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง โดยที่ 1 ถุงบรรจุเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างจำนวน 4 ชิ้น ไว้ที่ 80 – 100 กรัมต่อถุง นั่นหมายถึงได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit) หรือ LSL = 80 กรัมต่อถุง และขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit) หรือ USL = 100 กรัมต่อถุง ในระหว่างการเก็บข้อมูลนั้นได้มีการบันทึกความผิดปกติที่เกิดขึ้นซึ่งจะนำมาใช้ในกรณีที่มีข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) หรือขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) เพื่อใช้ในการปรับปรุงเส้นขีดจำกัดควบคุม

4.3.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง ขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลนี้ส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 0.667 และ P-value = 0.079 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 มีการแจกแจงปรกติ

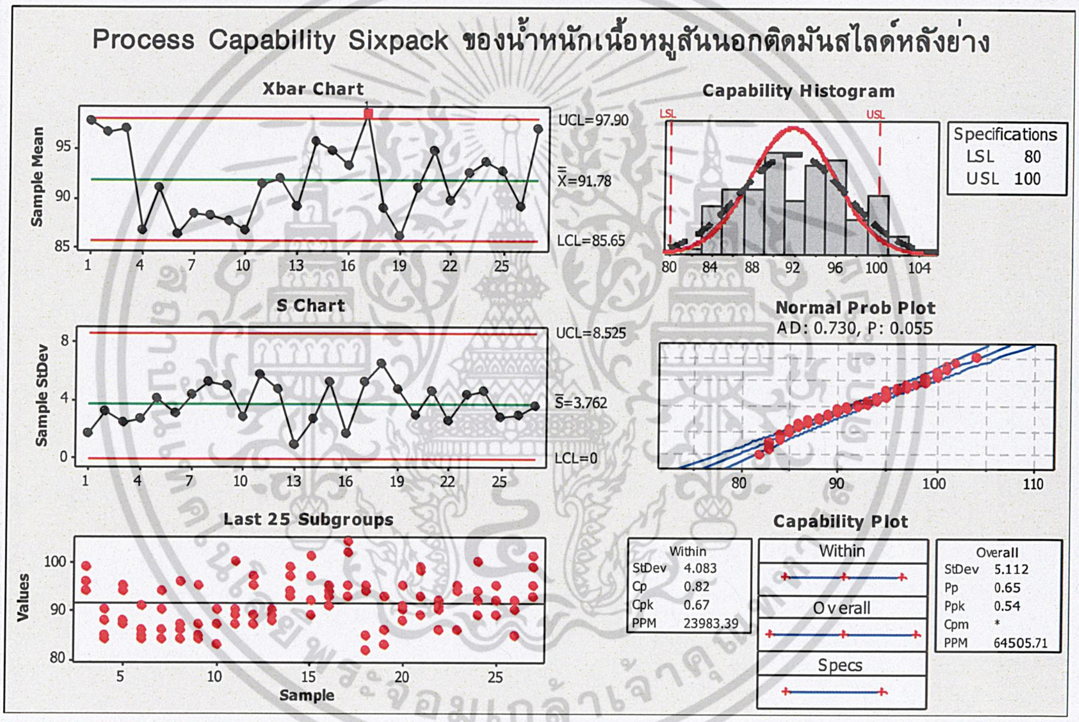
สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่า จุดที่ 6 และ 22 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.58 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 41,270.04 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการสไลด์อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 4.1277

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.49 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 73,971.29 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการสไลด์อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 7.3971

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 41,270.04) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางขวาปานกลาง ซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (ค่า PPM = 73,971.29) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง ให้น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างแตกต่างกัน นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.3.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง ขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 0.730 และ P-value = 0.055 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 มีการแจกแจงปรกติ

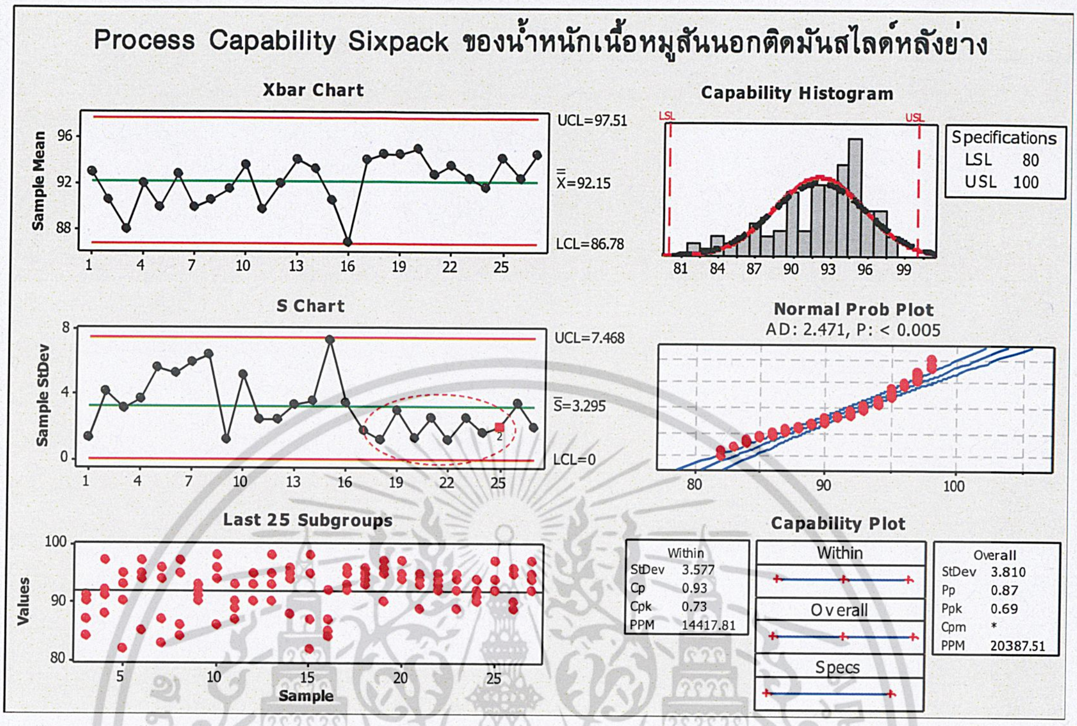
สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่า จุดที่ 17 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนของแผนภูมิควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.67 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 23,983.39 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการสไลด์อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 2.3983

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.54 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 64,505.71 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการสไลด์อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 6.4505

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 23,983.39) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางขวาปานกลาง ซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (ค่า PPM = 64,505.71) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง ให้น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างแตกต่างกัน นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.3.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง ขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 2.471 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบจุดที่ 17 – 25 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีจุดอย่างน้อย 9 จุดที่ต่อเนื่องกันอยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.73 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 14,417.81 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการสไลด์อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 1.4417

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.69 และ ค่า PPM มีค่าเท่ากับ 20,387.51 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการสไลด์อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 2.0387

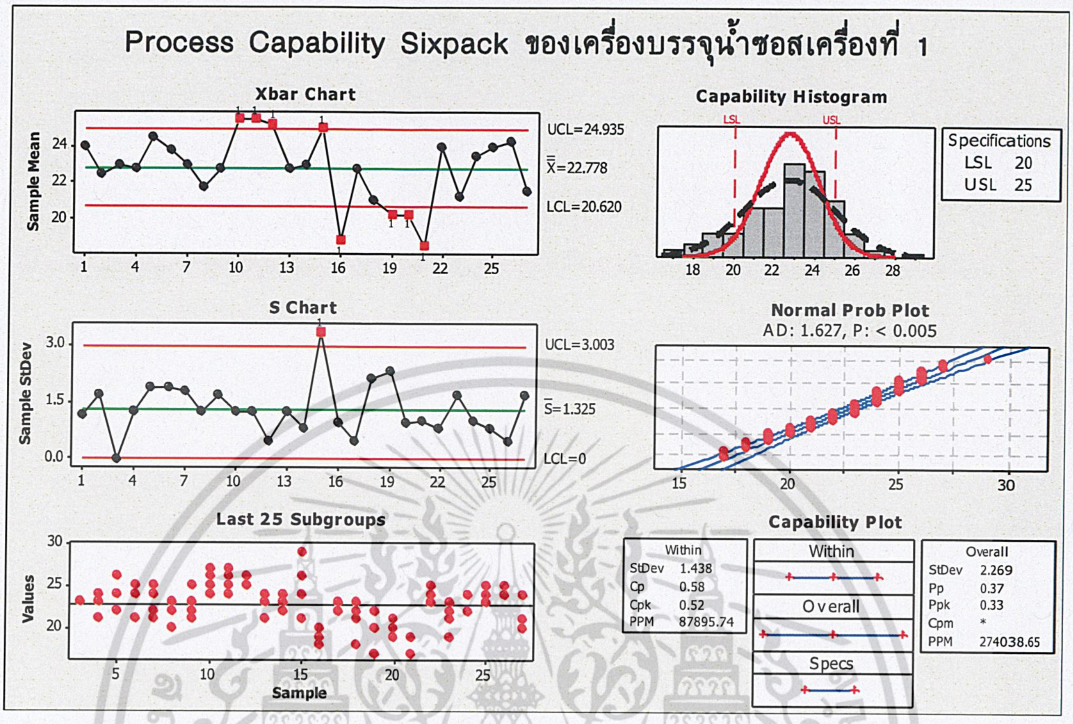
จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 14,417.81) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางขวา ซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (ค่า PPM = 20,387.51) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง ให้น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างแตกต่างกัน นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส

บริษัทซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด ได้กำหนดน้ำหนักสุทธิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอสได้แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ค่า

4.4.1 น้ำหนักน้ำซอส กำหนดไว้ที่ 20 – 25 กรัมต่อถุง นั่นหมายถึงได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit) หรือ LSL = 20 กรัมต่อถุง และขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit) หรือ USL = 25 กรัมต่อถุง ในระหว่างการเก็บข้อมูลนั้นได้มีการบันทึกความผิดปกติที่เกิดขึ้นซึ่งจะนำมาใช้ในกรณีที่มีข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) หรือขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) เพื่อใช้ในการปรับปรุงเส้นขีดจำกัดควบคุม

4.4.1.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอส เครื่องที่ 1 สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.7 แผนภูมิควบคุมคุณภาพน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 1.627 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

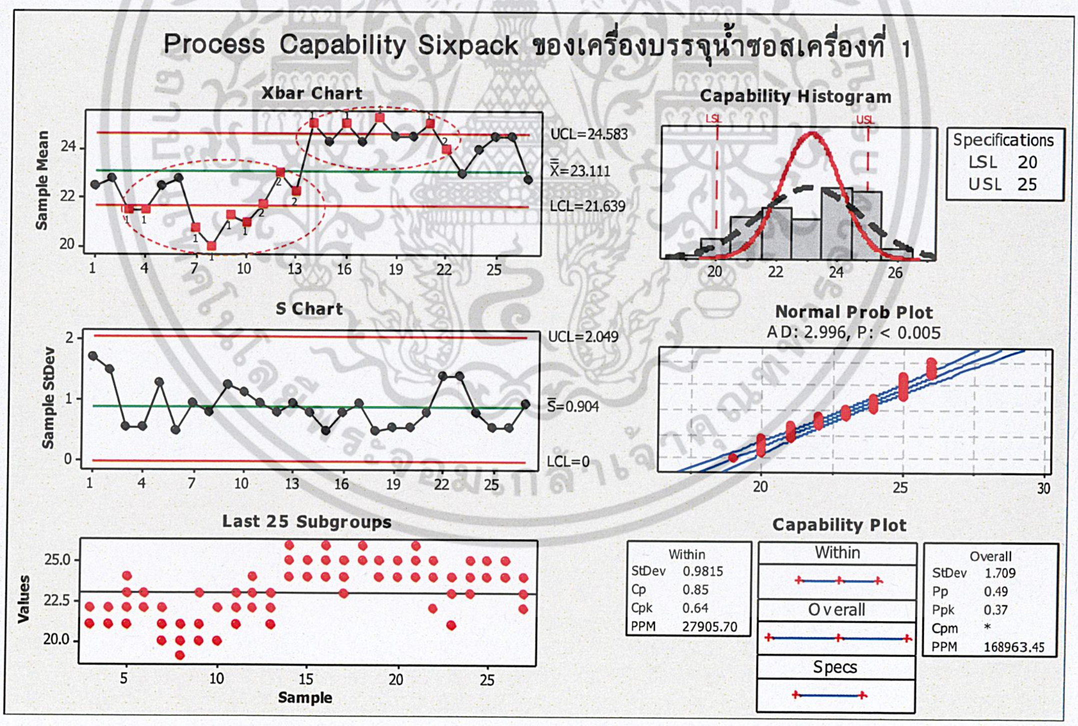
สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่าจุดที่ 10, 11, 12, 15, 16, 19, 20 และ 21 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนและล่างของแผนภูมิควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่าจุดที่ 15 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.52 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 87,895.74 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 8.7895

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.33 และ ค่า PPM มีค่าเท่ากับ 274,038.65 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 27.4038

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 87,895.74) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางขวาปานกลาง ซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (PPM = 274,038.65) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าในการกดน้ำซอสแต่ละครั้ง เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 ให้น้ำหนักของน้ำซอสแตกต่างกัน นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.4.1.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอส เครื่องที่ 1 สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.8 แผนภูมิควบคุมคุณภาพน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 2.996 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

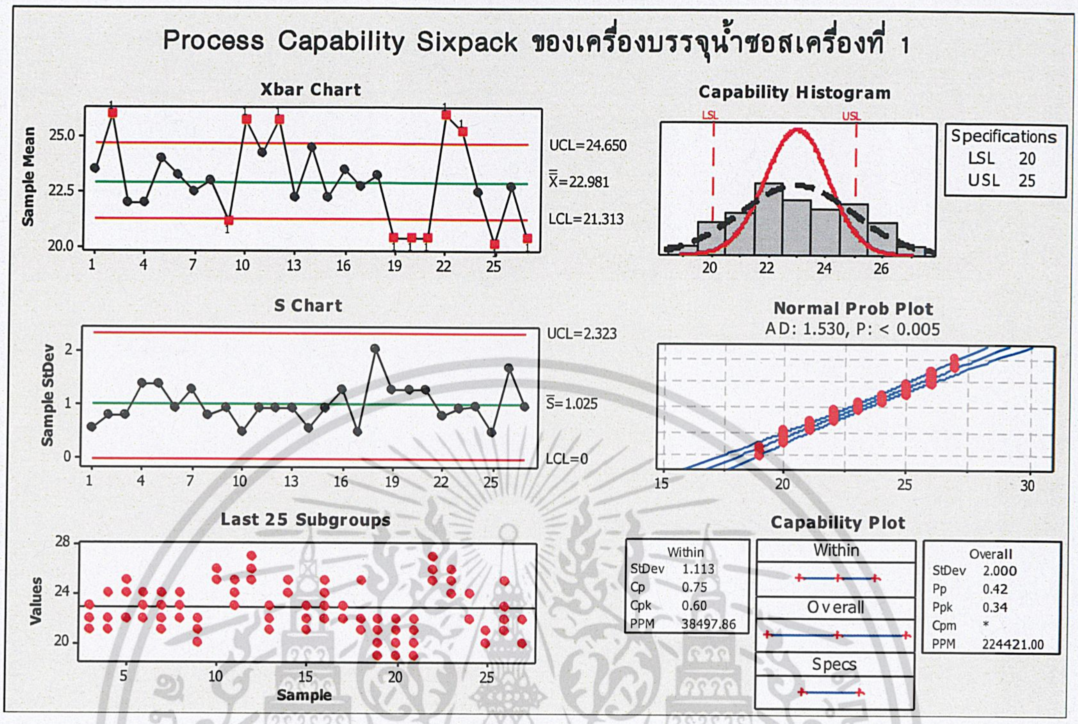
สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่าจุดที่ 3, 4, 7, 8, 9, 10, 14, 16, 18 และ 21 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนและล่างของแผนภูมิควบคุม และยังพบจุดที่ 3 – 11, 4 – 12, 5 – 13 และ 14 – 22 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีจุดอย่างน้อย 9 จุดที่ต่อเนื่องกันอยู่ด้านบนหรือล่างของเส้นกึ่งกลาง สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.64 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 27,905.70 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 2.7905

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.37 และ ค่า PPM มีค่าเท่ากับ 168,963.45 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 16.8963

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 27,905.70) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางซ้ายและขวาปานกลาง ซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (PPM = 168,963.45) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าในการกดน้ำซอสแต่ละครั้งเครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 ให้น้ำหนักของน้ำซอสแตกต่างกัน นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.4.1.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอส เครื่องที่ 1 สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.9 แผนภูมิควบคุมคุณภาพน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 1.530 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

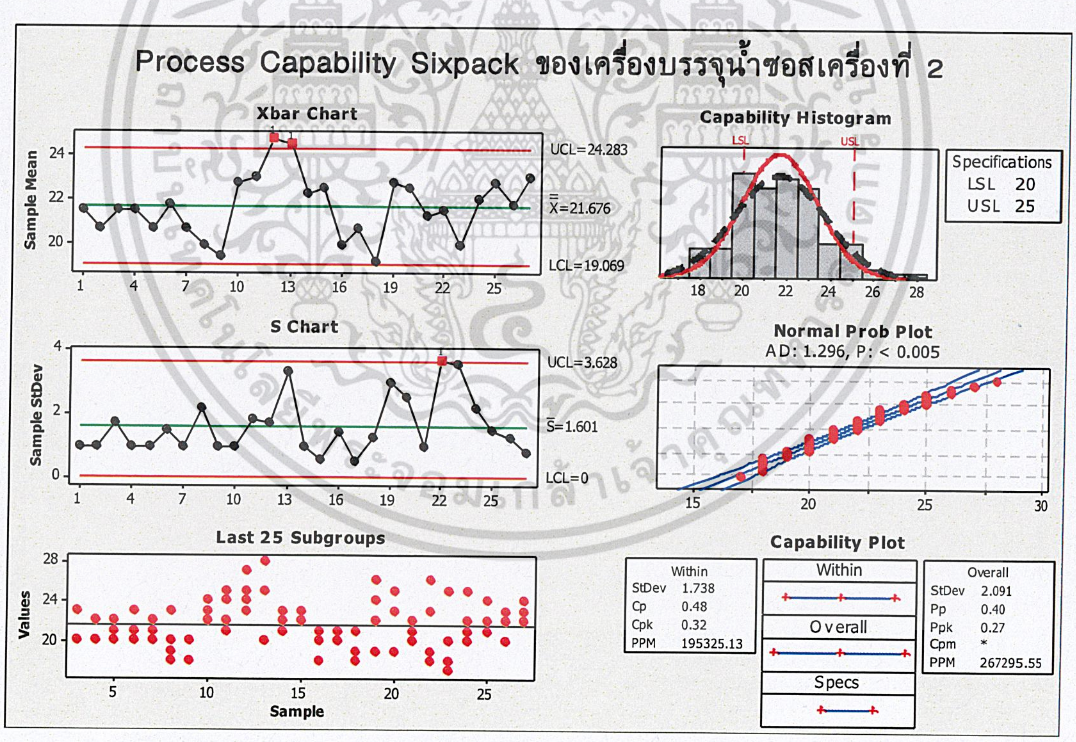
สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่าจุดที่ 2, 9, 10, 12, 19, 20, 21, 22, 23, 25 และ 27 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.60 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 38,497.86 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 3.8497

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.34 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 224,421.00 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 22.4421

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 38,497.86) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางซ้ายและขวาค่อนปานกลางและส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (PPM = 224,421.00) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าในการกดน้ำซอสแต่ละครั้งเครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 ให้น้ำหนักของน้ำซอสแตกต่างกันมาก นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.4.1.4 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.10 แผนภูมิควบคุมคุณภาพน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 1.296 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

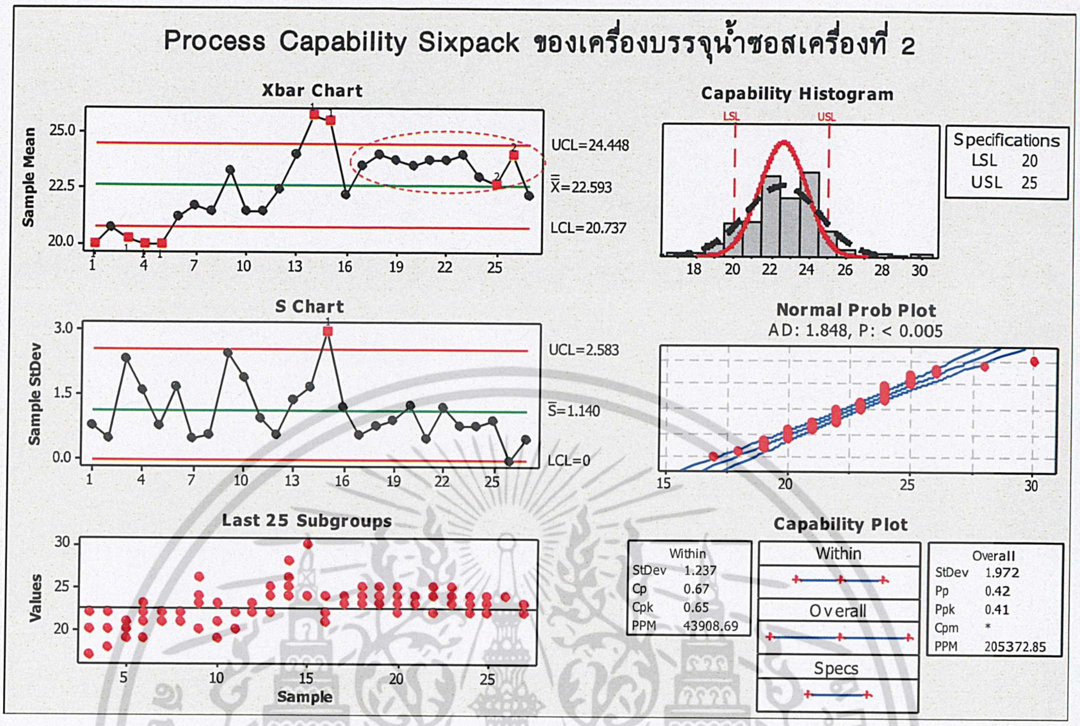
สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่าจุดที่ 12 และ 13 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนของแผนภูมิควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าจุดที่ 22 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.32 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 195,325.13 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 19.5325

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.27 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 267,295.55 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 26.7296

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 195,325.13) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางซ้ายค่อนข้างมาก ซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตในระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (PPM = 267,295.55) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าในการกดน้ำซอสแต่ละครั้ง เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 ให้น้ำหนักของน้ำซอสแตกต่างกันมาก นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.4.1.5 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอส เครื่องที่ 2 สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.11 แผนภูมิควบคุมคุณภาพน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 1.848 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

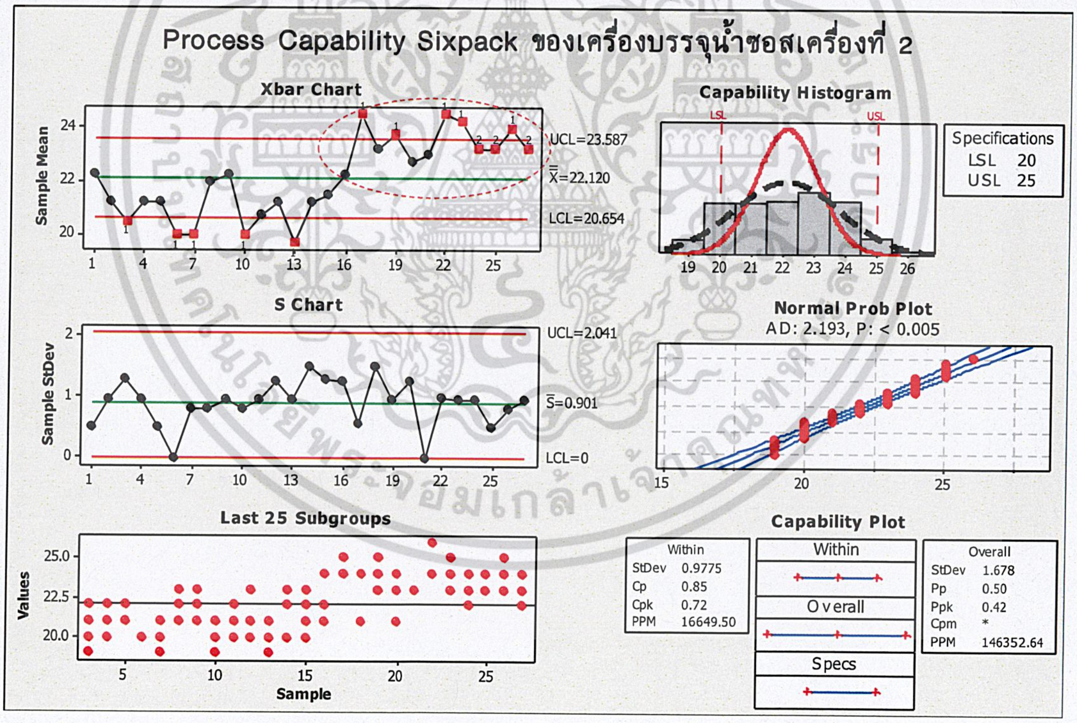
สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่าจุดที่ 1, 3, 4, 5, 14 และ 15 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุม และยังพบจุดที่ 17 – 25 และ 18 – 26 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีจุดอย่างน้อย 9 จุดที่ต่อเนื่องกันอยู่ด้านบนของเส้นกึ่งกลาง สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าจุดที่ 15 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนของแผนภูมิควบคุม แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.65 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 43,908.69 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 4.3908

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(\mathbf{P_{pk}}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.41 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 205,372.85 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 20.5372

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 43,908.69) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางซ้ายและขวาปานกลาง ซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตในระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (PPM = 205,372.55) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าในการกดน้ำซอสแต่ละครั้งเครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 ให้น้ำหนักของน้ำซอสแตกต่างกันมาก นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.4.1.6 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอส เครื่องที่ 2 สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.12 แผนภูมิควบคุมคุณภาพน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 2.193 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05

แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

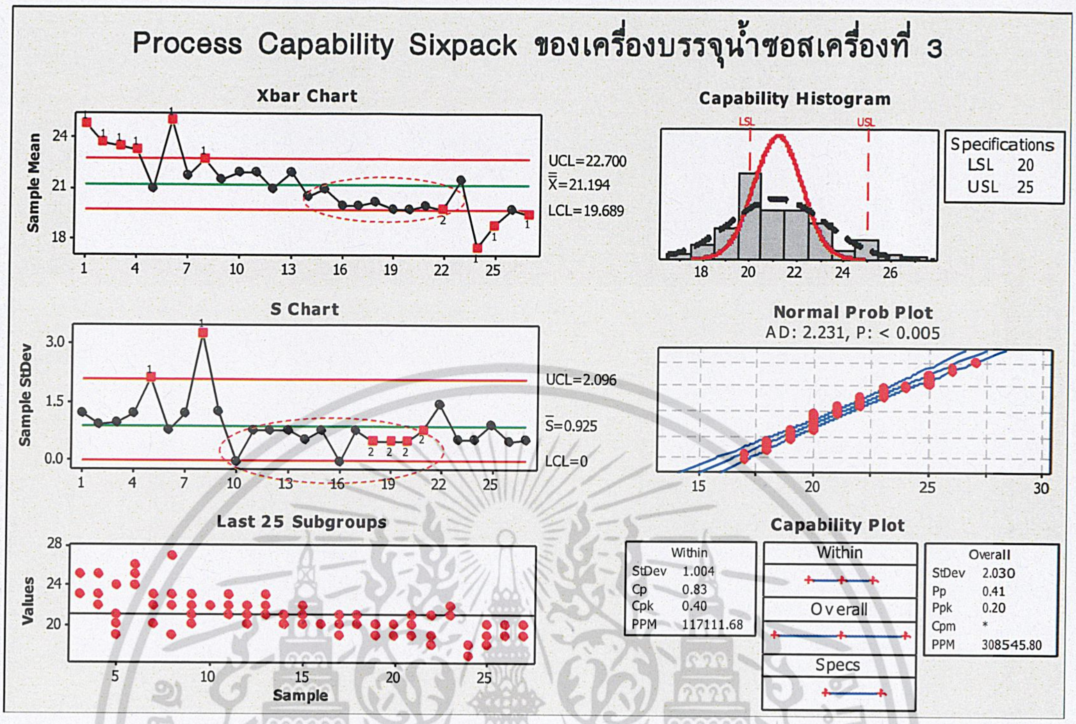
สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่าจุดที่ 3, 6, 7, 10, 13, 17, 19, 22, 23 และ 26 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนและล่างของแผนภูมิควบคุม และยังพบจุดที่ 16 – 24, 17 – 25 และ 19 – 27 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีจุดอย่างน้อย 9 จุดที่ต่อเนื่องกันอยู่ด้านบนของเส้นกึ่งกลาง สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.72 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 16,649.50 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 1.6649

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.42 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 146,352.64 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 14.6532

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 16,649.50) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางซ้ายและขวาปานกลาง ซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตในระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (PPM = 146,352.64) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าในการกดน้ำซอสแต่ละครั้งเครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 ให้น้ำหนักของน้ำซอสแตกต่างกันมาก นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.4.1.7 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอส เครื่องที่ 3 สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.13 แผนภูมิควบคุมคุณภาพน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 2.231 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่าจุดที่ 1, 2, 3, 4, 6, 8, 24, 25 และ 27 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุม และยังพบจุดที่ 14 – 22 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือมีจุดอย่างน้อย 9 จุดที่ต่อเนื่องกันอยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าจุดที่ 5 และ 8 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนของแผนภูมิควบคุม และยังพบจุดที่ 10 – 18, 11 – 19, 12 – 20 และ 13 – 21 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีจุดอย่างน้อย 9 จุดที่ต่อเนื่องกันอยู่ด้านล่างของเส้นกึ่งกลาง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี เจ้าหน้าที่เกี่ยวข้องควรหาสาเหตุว่าเกิดความผิดปกติหรือไม่ จึงทำให้เกิดความผิดปกติอย่างต่อเนื่อง แล้วแก้ไขสาเหตุนั้น

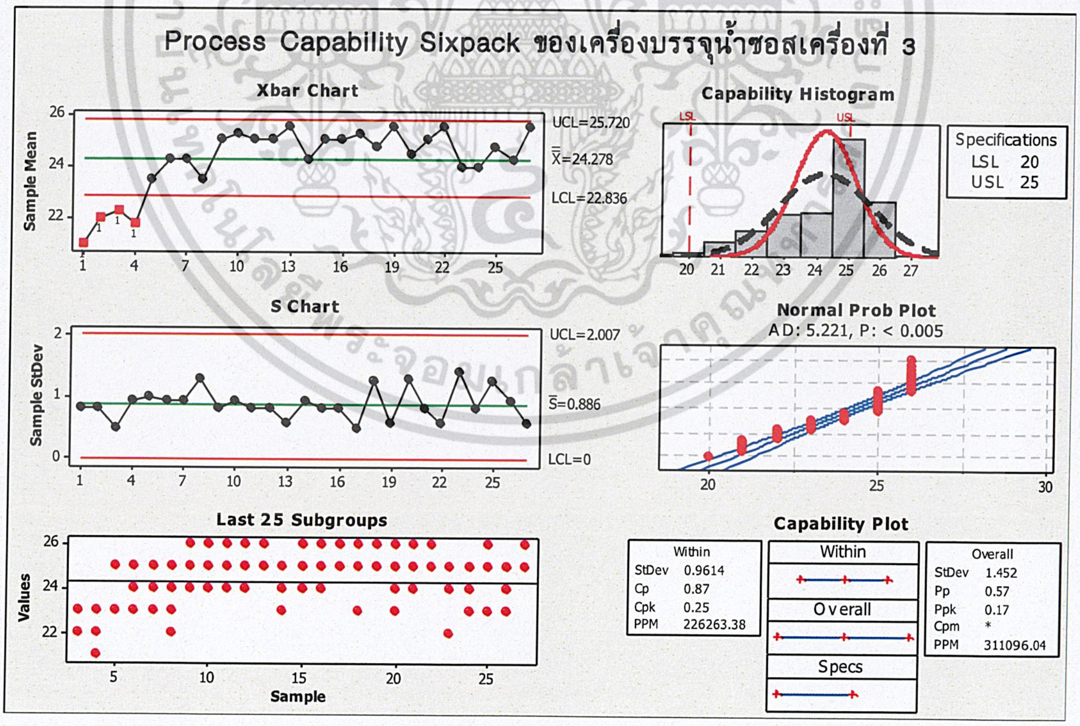
ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.40 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 117,111.68 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการ

บรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 11.7117

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.20 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 308,545.80 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 30.8546

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 117,111.68) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางซ้ายค่อนข้างมากและซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (PPM = 308,545.80) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าในการกดน้ำซอสแต่ละครั้ง เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 ให้น้ำหนักของน้ำซอสแตกต่างกันมาก นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.4.1.8 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอส เครื่องที่ 3 สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.14 แผนภูมิควบคุมคุณภาพน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 5.221 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

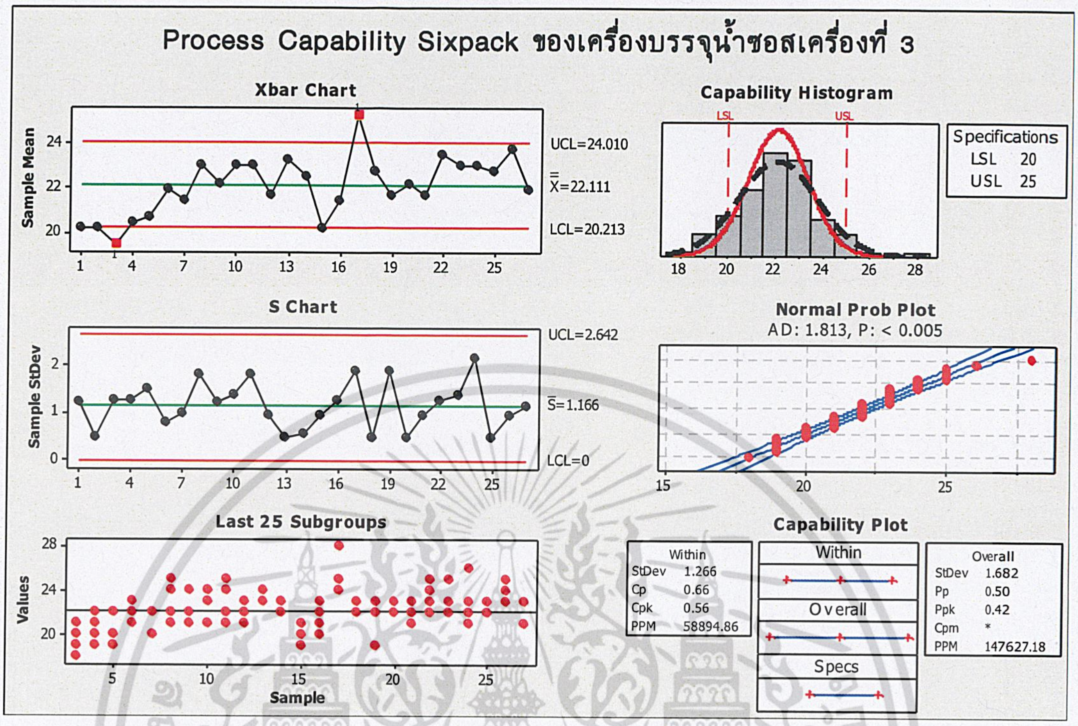
สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่าจุดที่ 1, 2, 3, และ 4 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.25 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 226,263.38 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 22.6263

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.17 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 311,096.04 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 31.1096

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 226,263.38) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางขวาค่อนข้างมากและซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (PPM = 311,096.04) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าในการกดน้ำซอสแต่ละครั้ง เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 ให้น้ำหนักของน้ำซอสแตกต่างกันมาก นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.4.1.9 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอส เครื่องที่ 3 สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.15 แผนภูมิควบคุมคุณภาพน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 1.813 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่าจุดที่ 3 และ 17 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนและล่างของแผนภูมิควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.56 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 58,894.96 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 5.8894

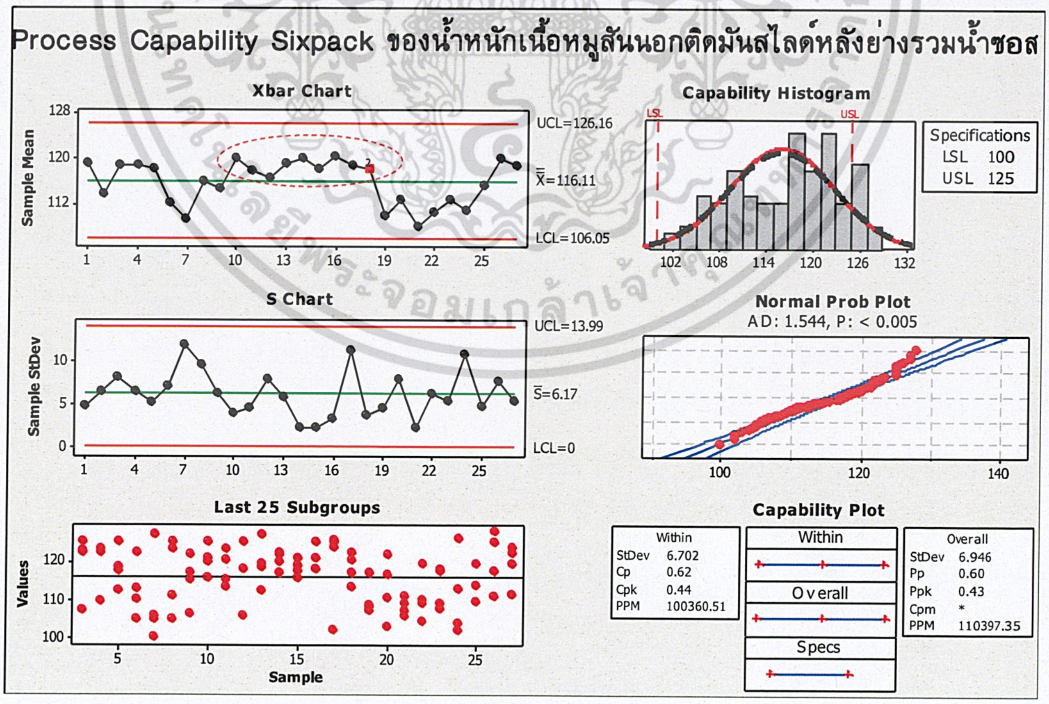
ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.42 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 147,627.18 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุ

น้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 14.7627

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 58,894.96) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางซ้ายและซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (PPM = 147,627.18) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าในการกดน้ำซอสแต่ละครั้ง เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 ให้น้ำหนักของน้ำซอสแตกต่างกันมาก นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.4.2 น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส กำหนดไว้ที่ 100 – 125 กรัมต่อถุง นั่นหมายถึงได้กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง (Lower Specification Limit) หรือ LSL = 100 กรัมต่อถุง และขีดจำกัดข้อกำหนดบน (Upper Specification Limit) หรือ USL = 125 กรัมต่อถุง ในระหว่างการเก็บข้อมูลนั้นได้มีการบันทึกความผิดปกติที่เกิดขึ้นซึ่งจะนำมาใช้ในกรณีที่มีข้อมูลตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) หรือขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) เพื่อใช้ในการปรับปรุงเส้นขีดจำกัดควบคุม

4.4.2.1 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.16 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 1.544 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

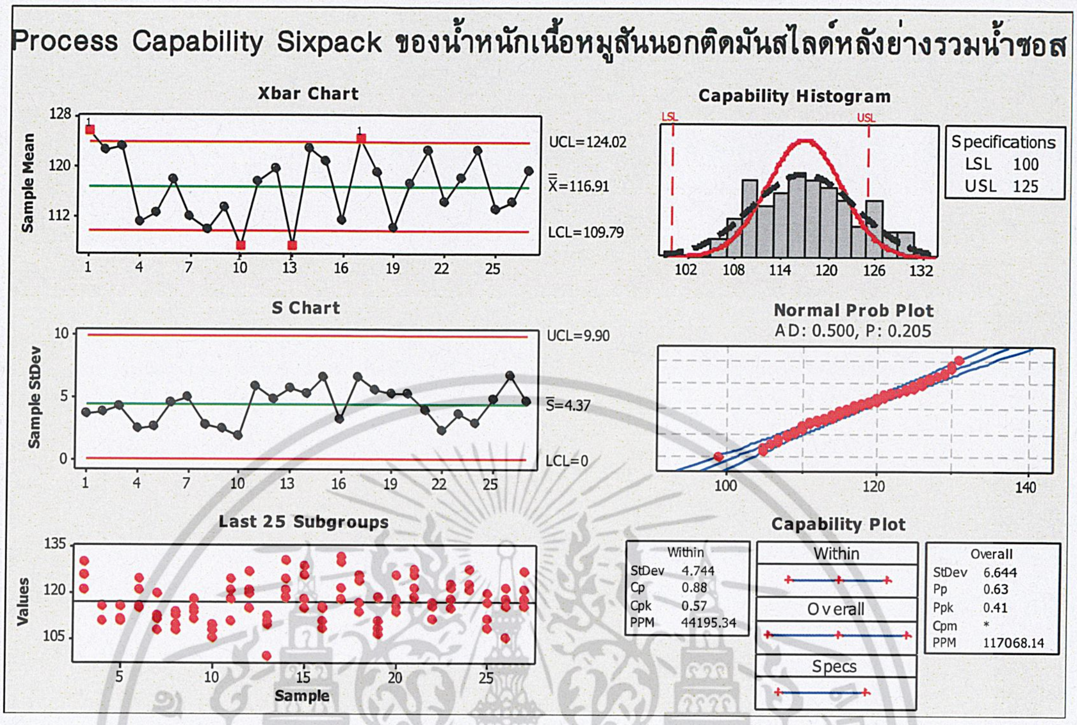
สำหรับแผนภูมิค่าเฉลี่ยพบว่าจุดที่ 10 – 18 มีลักษณะที่ควบคุมไม่ได้ คือ มีจุดอย่างน้อย 9 จุดที่ต่อเนื่องกันอยู่ด้านบนของเส้นกึ่งกลางของแผนภูมิควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.44 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 100,360.51 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 10.0360

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.43 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 110,397.35 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 11.0397

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 100,360.51) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางขวาและซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (PPM = 110,397.35) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส ให้น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอสแตกต่างกัน นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.4.2.2 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.17 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะอยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 0.500 และ P-value = 0.205 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.05 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่าจุดที่ 1, 10, 13 และ 17 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่างของแผนภูมิควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

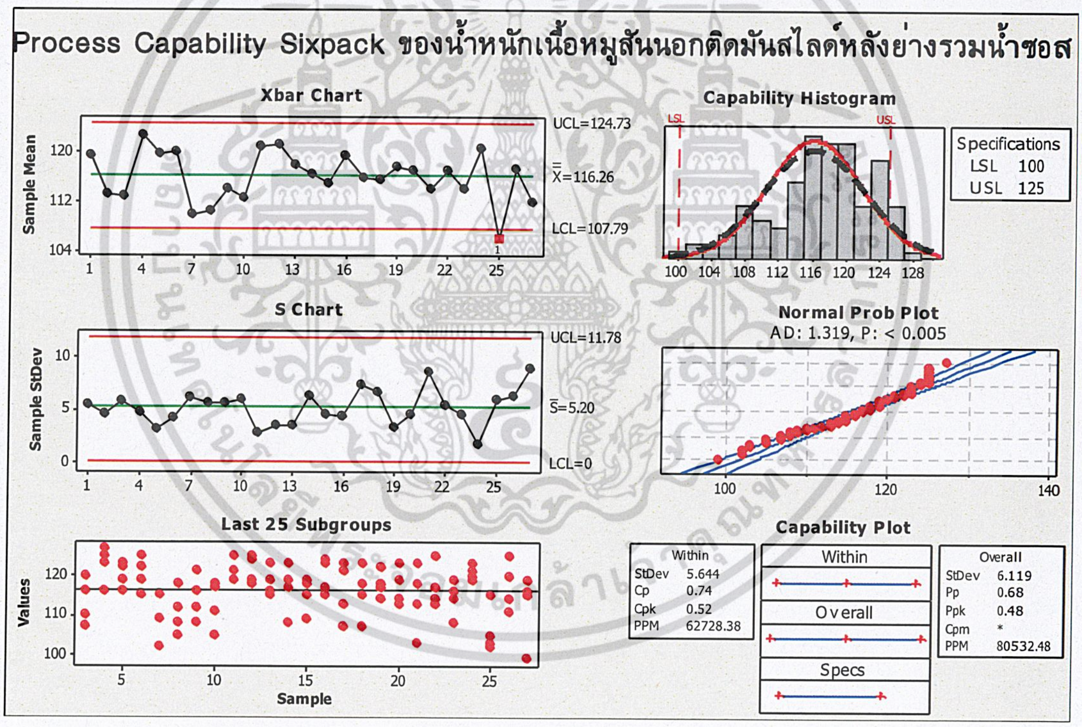
ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น (C_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.57 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 44,195.34 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 4.4195

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (P_{pk}) มีค่าเท่ากับ 0.41 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 117,068.14 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุ

น้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 11.7068

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 44,195.34) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางขวาและซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (PPM = 117,068.14) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส ให้น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอสแตกต่างกัน นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

4.4.2.3 แผนภูมิควบคุมคุณภาพข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.18 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

สำหรับการแจกแจงปรกติพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่จะไม่อยู่รอบๆ เส้นตรง และจากการทดสอบโดยใช้ Anderson-Darling Test จะได้ค่า AD = 1.319 และ P-value < 0.005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05

แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559 ไม่มีการแจกแจงปรกติ

สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยพบว่าจุดที่ 25 เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุม สำหรับแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่าไม่มีจุดใดๆ เป็นจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงว่ากระบวนการผลิตยังควบคุมได้ไม่ดี

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.52 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 62,728.38 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 6.2728

ดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ มีค่าเท่ากับ 0.48 และค่า PPM มีค่าเท่ากับ 80,532.48 แสดงว่ากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 อยู่ในระดับไม่ดี และมีร้อยละของข้อมูลตกนอกเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 8.0532

จากค่าร้อยละของเสียในระยะสั้นที่มี (ค่า PPM = 62,728.38) เมื่อพิจารณากราฟ capability Histogram พบว่า รูปกราฟจะเลื่อนไปทางขวาและซึ่งส่งผลให้หางทั้งสองข้างของการแจกแจงข้อมูลเลยเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้มีของเสียเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาการผลิตระยะยาวจากค่าร้อยละของเสียที่มี (PPM = 80,532.48) จะเห็นว่าถ้ามีการผลิตในระยะยาว การกระจายข้อมูลจะยิ่งกว้างและจะยิ่งเลยเกณฑ์ที่กำหนดออกไปมากยิ่งขึ้น (Overall) แสดงว่าขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส ให้น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอสแตกต่างกัน นั่นคือกระบวนการผลิตเริ่มควบคุมค่าเฉลี่ยของกระบวนการผลิตไม่ได้ ควรหาสาเหตุแล้วแก้ปัญหาค่าเฉลี่ยที่เริ่มผิดปกตินี้

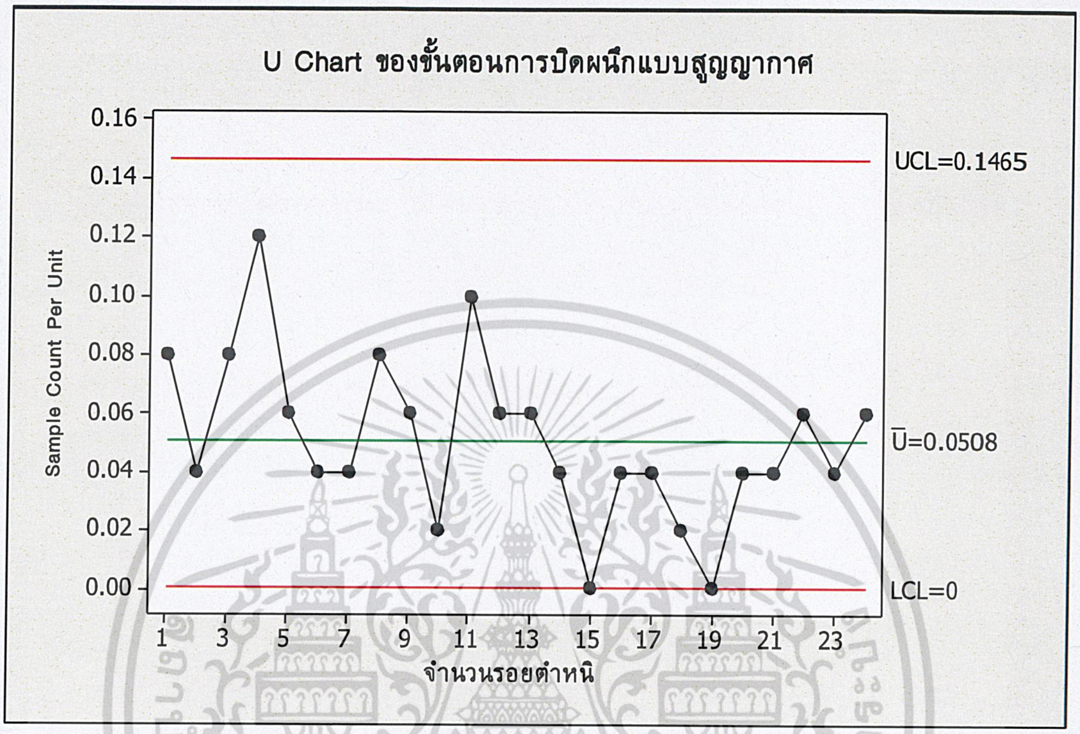
ตารางที่ 4.7 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork

ขั้นตอน	วัน/เดือน/ปี	แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย			
		ขนาดตัวอย่าง (n)	LCL	UCL	$\bar{U}$
การปิดผนึกแบบสูญญากาศ	14 ม.ค. 59	50	0	0.1465	**0.0508**
	15 ก.พ. 59	50	0	0.1266	0.0408
	15 มี.ค. 59	50	0	0.0881	0.0233
การแช่แข็ง	14 ม.ค. 59	50	0.0520	0.4963	**0.2742**
	15 ก.พ. 59	50	0	0.1333	0.0442
	15 มี.ค. 59	50	0	0.1072	0.0317

จากตารางที่ 4.7 จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้ง 3 เดือนจะเห็นว่าขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ จำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วย $(\bar{U})$ มีค่ามากที่สุดในเดือนมกราคม รองลงมาคือเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคมเป็นลำดับสุดท้าย ขั้นตอนการแช่แข็ง จำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วย $(\bar{U})$ มีค่ามากที่สุดในเดือนมกราคม รองลงมาคือเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคมเป็นลำดับสุดท้าย แต่เนื่องจากจำนวนรอยตำหนิที่เกิดมีจำนวนน้อย จึงถือได้ว่าเครื่องปิดผนึกแบบสูญญากาศและตู้แช่แข็งมีประสิทธิภาพด้วยกันทั้งคู่

4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ

4.5.1 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

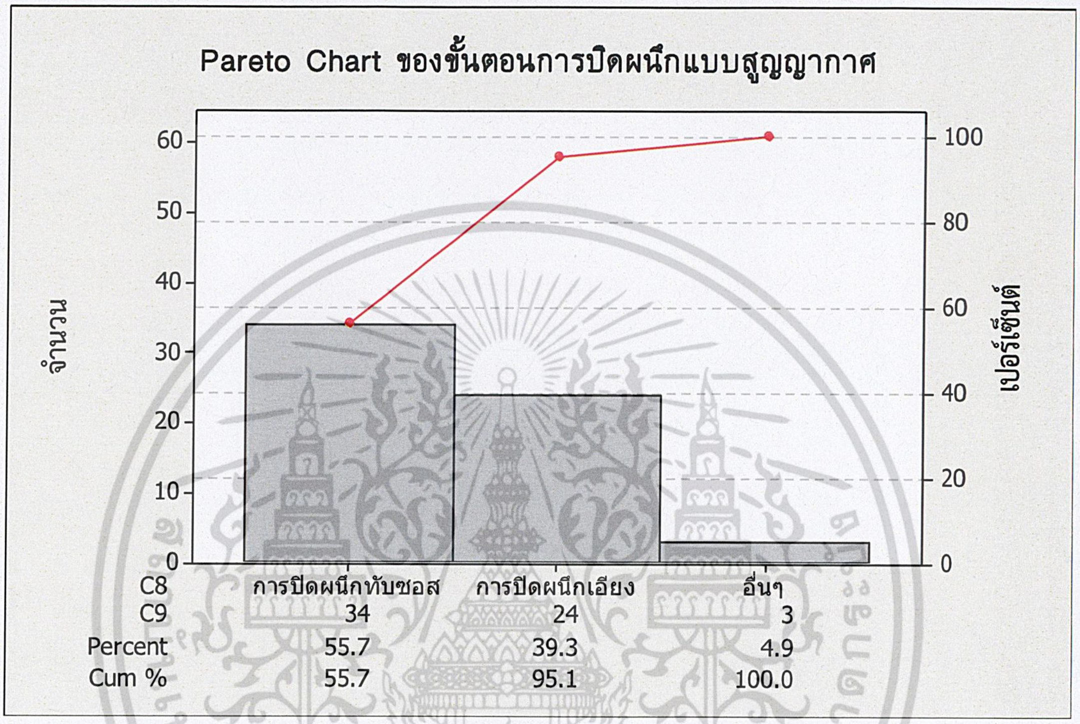


รูปที่ 4.19 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.19 พบว่าแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย มีขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 0.1465 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) มีค่าเท่ากับ 0 ไม่พบจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมเลย แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม และมีจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบเท่ากับ 0.0508

4.5.2 แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

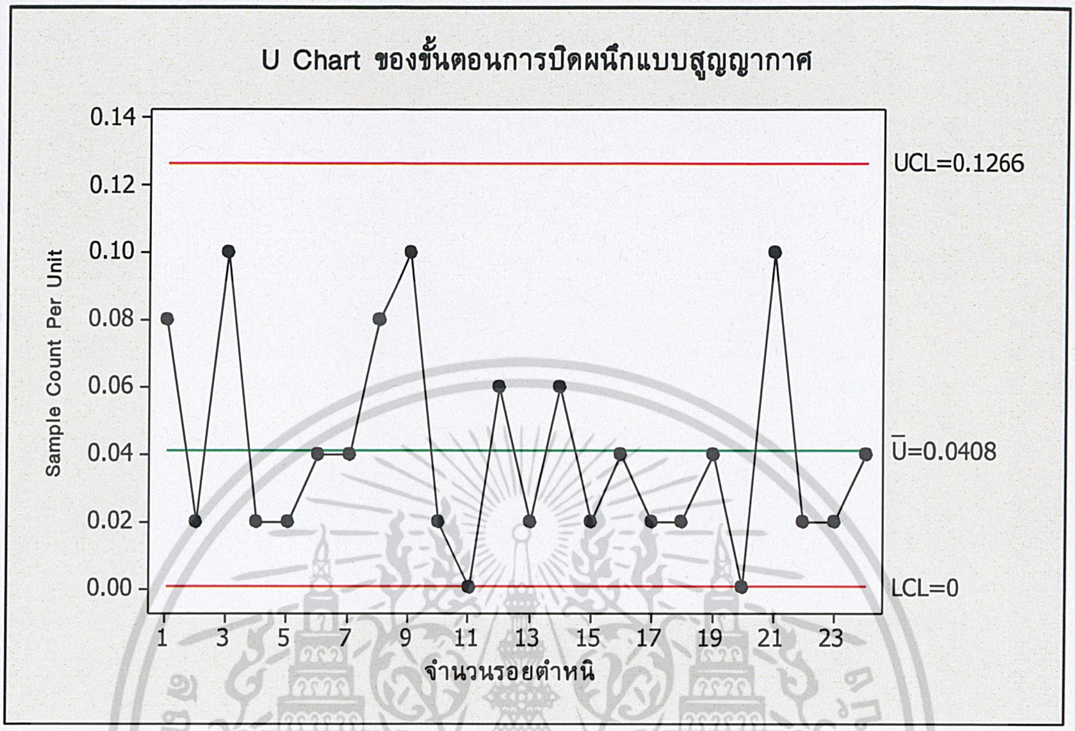
จากจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศเมื่อนำมาแยกประเภทของเสียด้วยแผนผังพาเรโต จะได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.20 แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศสำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.20 แสดงจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย เปอร์เซ็นของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยและเปอร์เซ็นสะสมของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ในขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศพบว่าสาเหตุของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ การปิดผนึกแบบสูญญากาศทับซอสมีจำนวน 34 ถุง คิดเป็นร้อยละ 55.7 รองลงมาคือ การปิดผนึกแบบสูญญากาศเอียงมีจำนวน 24 ถุง คิดเป็นร้อยละ 39.3 และสาเหตุอื่นๆ มีจำนวน 3 ถุง คิดเป็นร้อยละ 4.9 ตามลำดับ

4.5.3 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

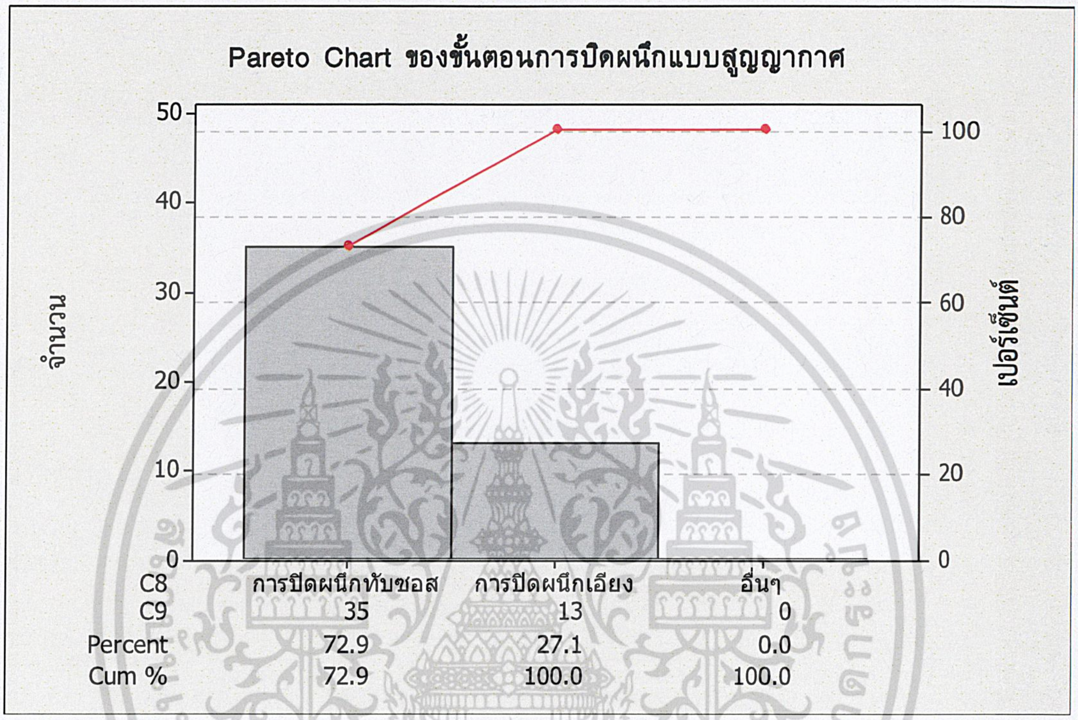


รูปที่ 4.21 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.21 พบว่าแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย มีขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 0.1266 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) มีค่าเท่ากับ 0 ไม่พบจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมเลย แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม และมีจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบเท่ากับ 0.0408

4.4.4 แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

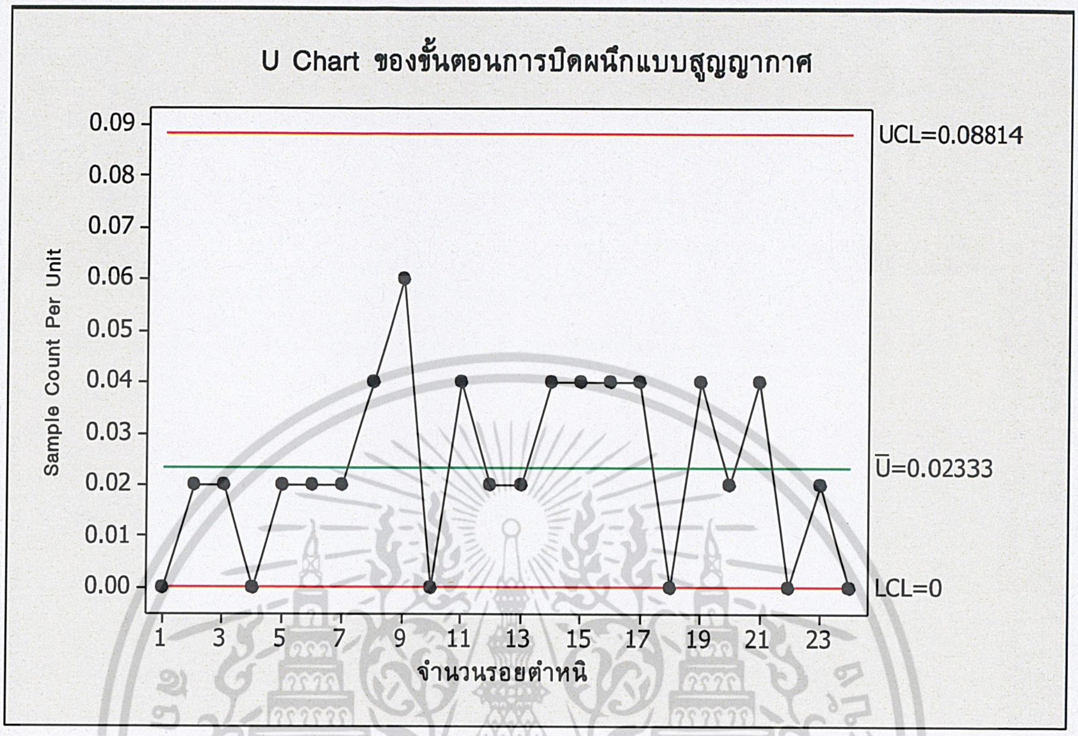
จากจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศเมื่อนำมาแยกประเภทของเสียด้วยแผนผังพาเรโต จะได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.22 แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.22 แสดงจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย เปอร์เซ็นต์ของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยและเปอร์เซ็นต์สะสมของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ในขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศพบว่าสาเหตุของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ การปิดผนึกแบบสูญญากาศทับซอสมีจำนวน 35 ถุง คิดเป็นร้อยละ 72.9 รองลงมาคือ การปิดผนึกแบบสูญญากาศเอียงมีจำนวน 13 ถุง คิดเป็นร้อยละ 27.1 และสาเหตุอื่นๆ มีจำนวน 0 ถุง คิดเป็นร้อยละ 0 ตามลำดับ

4.5.5 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

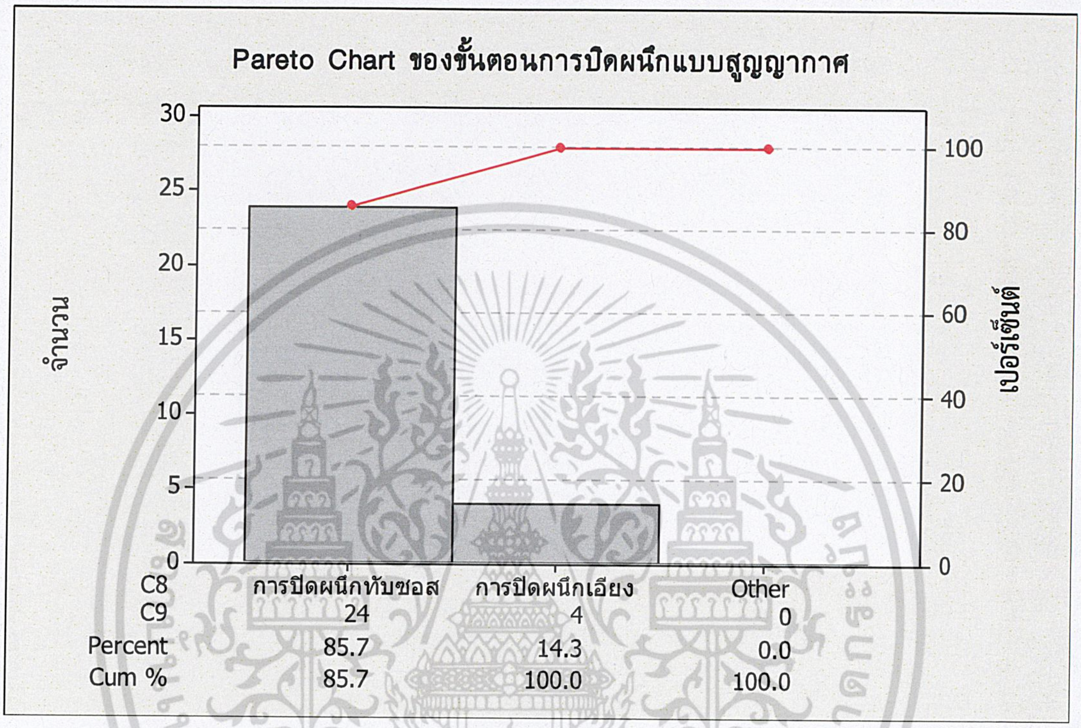


รูปที่ 4.23 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.23 พบว่าแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย มีขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 0.08814 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) มีค่าเท่ากับ 0 ไม่พบจุดที่ตกนอกขีดจำกัดควบคุมเลย แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม และมีจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบเท่ากับ 0.02333

4.5.6 แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

จากจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศเมื่อนำมาแยกประเภทของเสียด้วยแผนผังพาเรโต จะได้ดังรูปต่อไปนี้

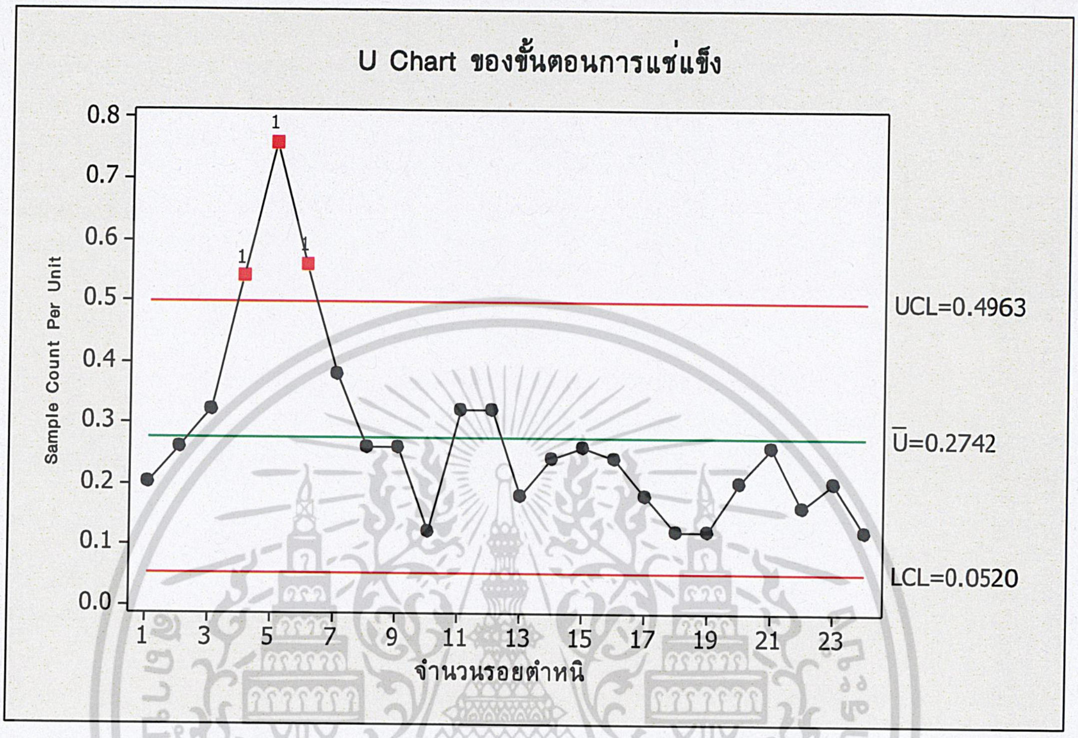


รูปที่ 4.24 แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.24 แสดงจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย เปอร์เซ็นของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยและเปอร์เซ็นสะสมของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ในขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศพบว่าสาเหตุของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ การปิดผนึกแบบสูญญากาศทับซอสมีจำนวน 24 ถุง คิดเป็นร้อยละ 85.7 รองลงมาคือ การปิดผนึกแบบสูญญากาศเอียงมีจำนวน 4 ถุง คิดเป็นร้อยละ 14.3 และสาเหตุอื่นๆ มีจำนวน 0 ถุง คิดเป็นร้อยละ 0 ตามลำดับ

4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นตอนการแช่แข็ง

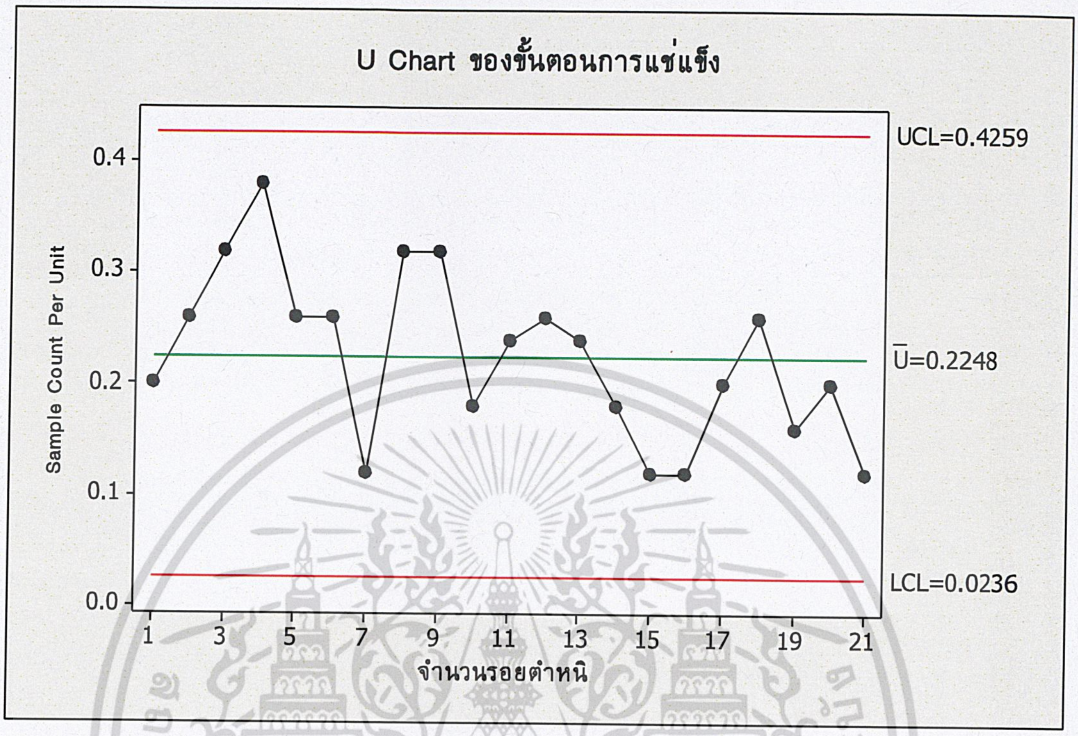
4.6.1 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการแช่งแข็ง ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559



รูปที่ 4.25 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการแช่แข็ง สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.25 พบว่าแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย มีขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 0.4963 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) มีค่าเท่ากับ 0.0520 พบจุดที่ 4, 5 และ 6 ตกนอกขีดจำกัดควบคุมบน แต่ทราบสาเหตุความผิดปกติ เราทำการปรับปรุงใหม่ (Revised) จนไม่มีจุดตกออกนอกแผนภูมิ จะได้แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิใหม่ดังรูปต่อไปนี้

การปรับแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการแช่งแข็ง ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

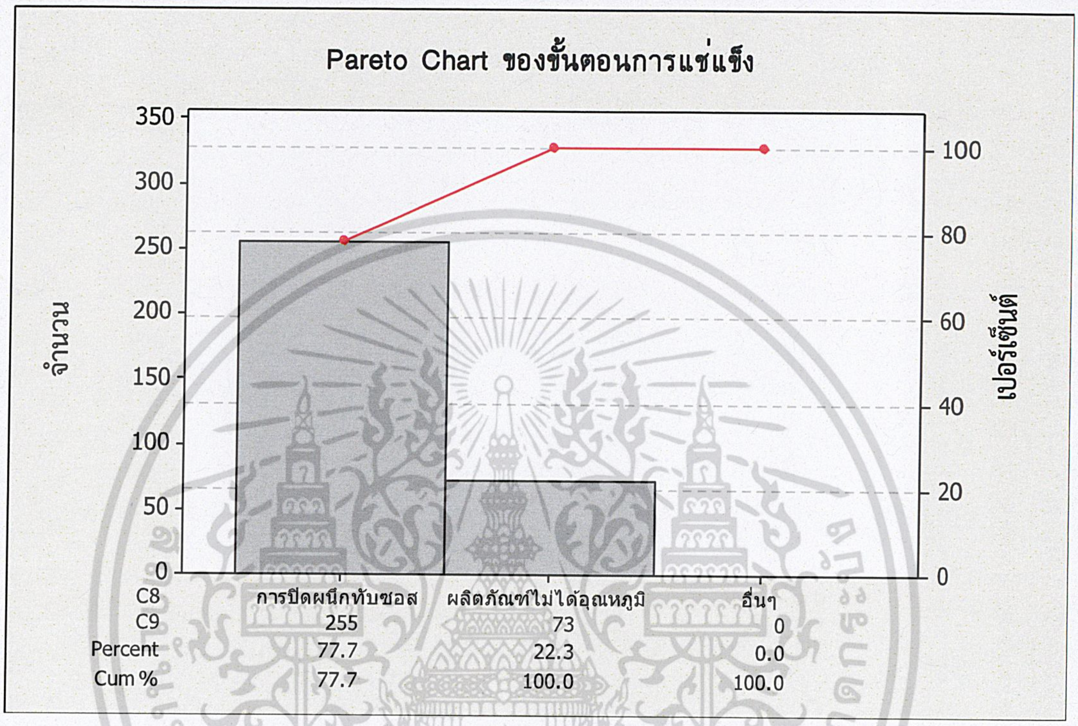


รูปที่ 4.26 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยใหม่ ขั้นตอนการแช่แข็ง สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.26 พบว่าแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย มีขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 0.4259 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) มีค่าเท่ากับ 0.0236 ไม่พบจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม และมีจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบเท่ากับ 0.2248

4.6.2 แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการแช่แข็ง ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

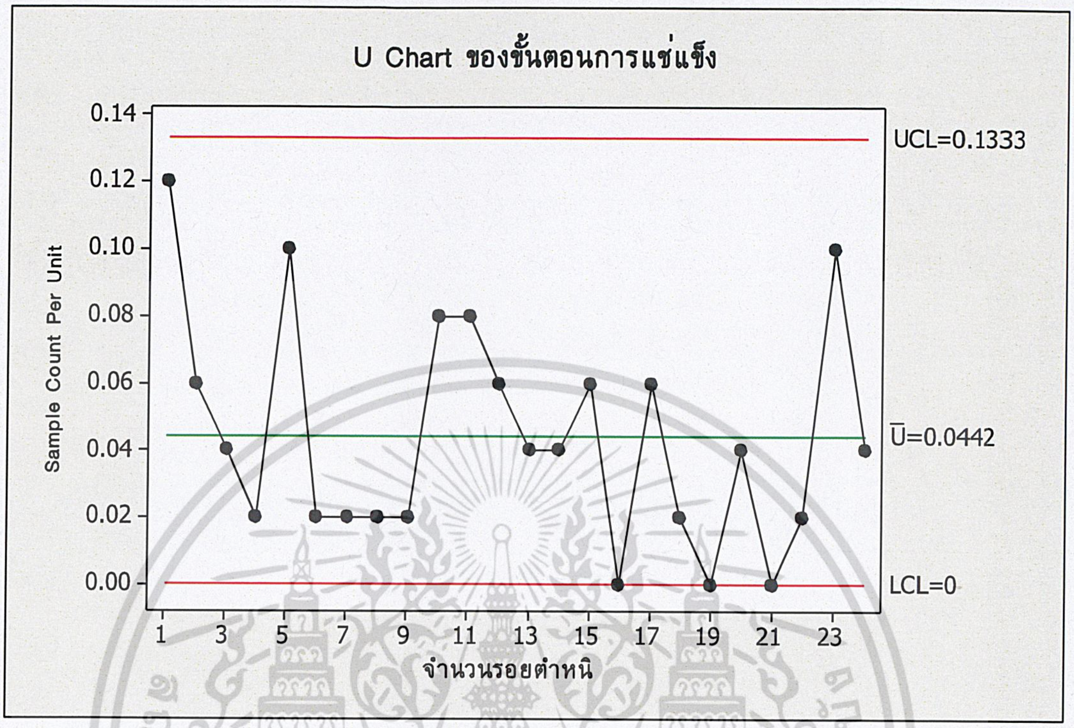
จากจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการแช่แข็ง เมื่อนำมาแยกประเภทของเสียด้วยแผนผังพาเรโต จะได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.27 แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการแช่แข็ง สำหรับวันที่ 14 เดือนมกราคม พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.27 แสดงจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย เปอร์เซ็นของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยและเปอร์เซ็นสะสมของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ในขั้นตอนการแช่แข็ง พบว่าสาเหตุของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ การปิดผนึกแบบสูญญากาศทับซอสมีจำนวน 255 ถุง คิดเป็นร้อยละ 77.7 รองลงมาคือ ผลิตภัณฑ์ไม่ได้อุณหภูมิมีจำนวน 73 ถุง คิดเป็นร้อยละ 22.3 และสาเหตุอื่นๆ มีจำนวน 0 ถุง คิดเป็นร้อยละ 0 ตามลำดับ

4.6.3 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการแช่งแข็ง ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

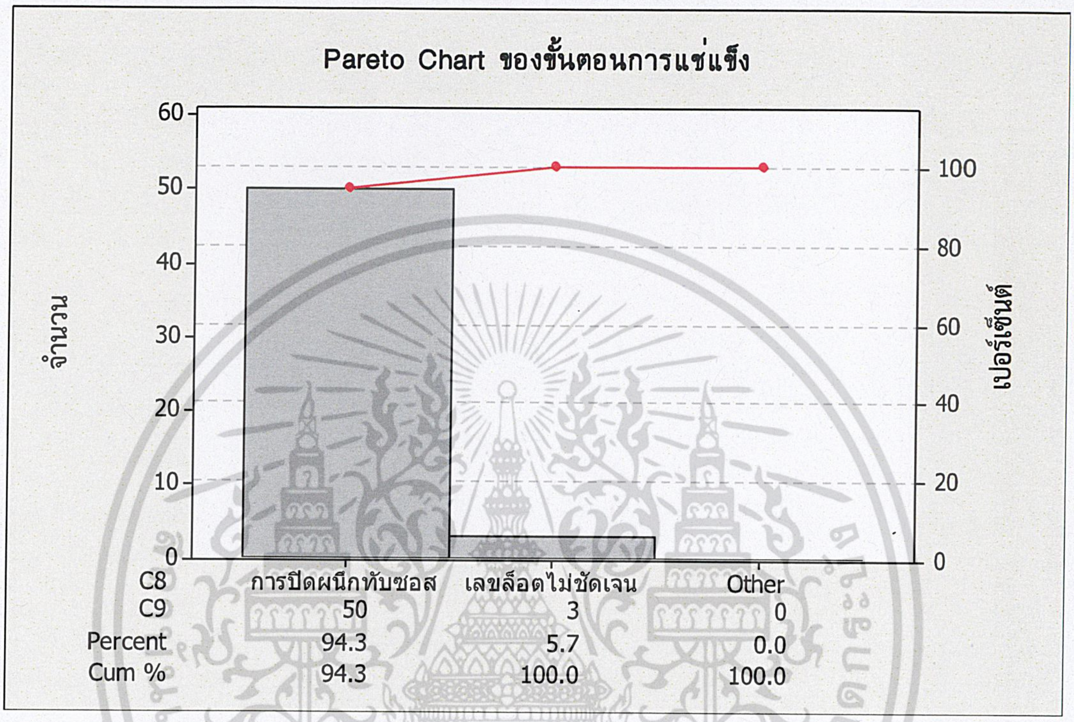


รูปที่ 4.28 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการแช่แข็ง สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.28 พบว่าแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย มีขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 0.1333 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) มีค่าเท่ากับ 0 ไม่พบจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม และมีจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบเท่ากับ 0.0442

4.6.4 แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการแช่แข็งของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

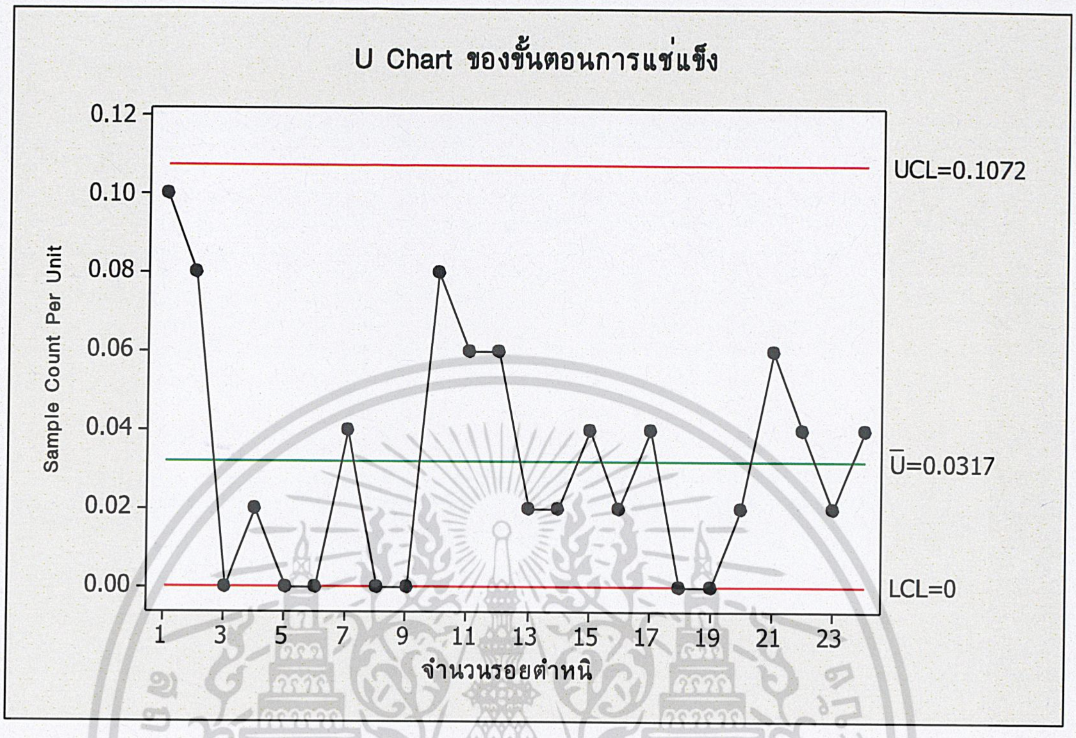
จากจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการแช่แข็ง เมื่อนำมาแยกประเภทของเสียด้วยแผนผังพาเรโต จะได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.29 แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการแช่แข็ง สำหรับวันที่ 15 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.29 แสดงจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย เปอร์เซ็นของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยและเปอร์เซ็นสะสมของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ในขั้นตอนการแช่แข็ง พบว่าสาเหตุของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ การปิดผนึกแบบสูญญากาศทับซอสมีจำนวน 50 ถุง คิดเป็นร้อยละ 94.3 รองลงมาคือ เลขล็อตไม่ชัดเจนมีจำนวน 3 ถุง คิดเป็นร้อยละ 5.7 และสาเหตุอื่นๆ มีจำนวน 0 ถุง คิดเป็นร้อยละ 0 ตามลำดับ

4.6.5 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการแช่งแข็ง ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

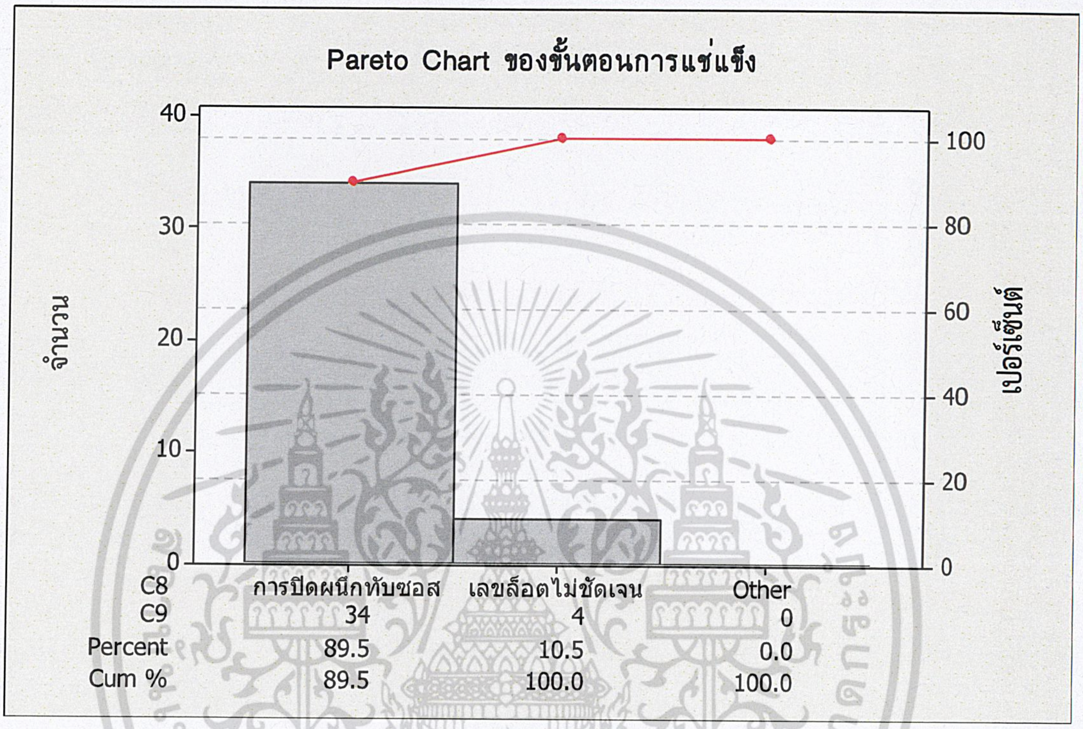


รูปที่ 4.30 แผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการแช่แข็ง สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.30 พบว่าแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย มีขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) เท่ากับ 0.1072 และขีดจำกัดควบคุมล่าง (LCL) มีค่าเท่ากับ 0 ไม่พบจุดตกนอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง แสดงให้เห็นว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุม และมีจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบเท่ากับ 0.0317

4.6.6 แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการแช่แข็ง ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

จากจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการแช่แข็ง เมื่อนำมาแยกประเภทของเสียด้วยแผนผังพาเรโต จะได้ดังรูปต่อไปนี้



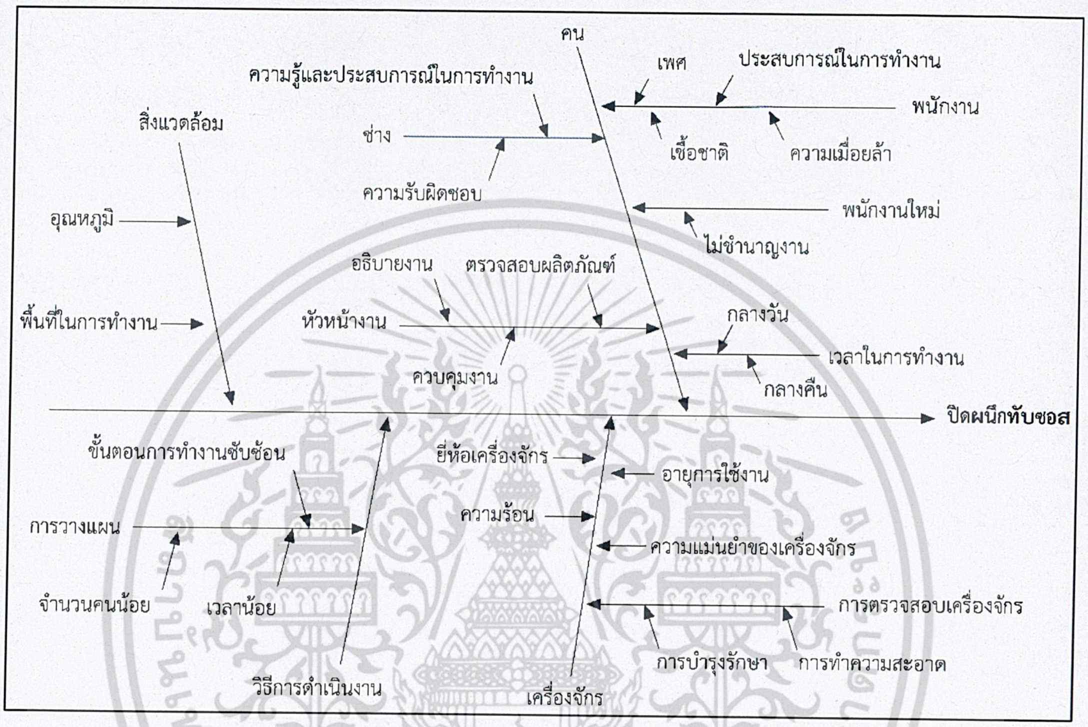
รูปที่ 4.31 แผนผังพาเรโตจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย ขั้นตอนการแช่แข็ง สำหรับวันที่ 15 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2559

จากรูปที่ 4.31 แสดงจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย เปอร์เซ็นของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยและเปอร์เซ็นสะสมของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ในขั้นตอนการแช่แข็ง พบว่าสาเหตุของจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ การปิดผนึกแบบสูญญากาศทับซอสมีจำนวน 34 ถุง คิดเป็นร้อยละ 89.5 รองลงมาคือ เลขล็อตไม่ชัดเจนมีจำนวน 4 ถุง คิดเป็นร้อยละ 10.5 และสาเหตุอื่นๆ มีจำนวน 0 ถุง คิดเป็นร้อยละ 0 ตามลำดับ

4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแผนผังเหตุและผล

4.7.1 แผนผังเหตุและผลของขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ

จากผลการวิเคราะห์แผนผังพาเรโตจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจะพบว่า สาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ การปิดผนึกทับซอส ซึ่งสามารถนำมาสร้างแผนผังเหตุและผลของสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียประเภทปิดผนึกทับซอสได้ดังต่อไปนี



รูปที่ 4.32 แผนผังเหตุและผล ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ

จากรูปที่ 4.32 แผนผังเหตุและผล ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศจะพบว่าปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดการปิดผนึกทับซอส มี 4 ปัจจัยหลัก ดังนี้

1. คน เนื่องมาจาก
   - ช่าง
     - ความรับผิดชอบ ทำหน้าที่ดูแล บำรุงรักษาและตรวจสภาพเครื่องจักรตรงตามระยะเวลาที่กำหนด
     - ความรู้และประสบการณ์ในการทำงาน ประสบการณ์ในการทำงานที่มากจะทำให้มองเห็นปัญหาและข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ทันท่วงทีและถูกต้อง

- พนักงาน
  - เชื้อชาติ เนื่องจากมี 2 เชื้อชาติ ได้แก่ เชื้อชาติกัมพูชาและเชื้อชาติไทย ทำให้เกิดปัญหาในการสื่อสารระหว่างการดำเนินงาน
  - เพศ เพศชายและเพศหญิง ซึ่งเพศหญิงจะใส่ใจรายละเอียดในการทำงานและมีความอดทนมากกว่าเพศชาย
  - ความเมื่อยล้า การทำงานติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดน้อยลง
  - ประสบการณ์ในการทำงาน ประสบการณ์ในการทำงานที่มาก ทำให้ทำงานได้อย่างรวดเร็วแต่อาจส่งผลเสียทำให้เกิดความละเลยและไม่ใส่ใจในการทำงาน
- พนักงานใหม่
  - ไม่ชำนาญงาน ทำให้เกิดความล่าช้าและส่งผลต่อขั้นตอนต่อไปจนเป็นปัญหาที่ซับซ้อน
- หัวหน้างาน
  - การควบคุมดูแล การดูแลพนักงานและผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในความเรียบร้อยและคอยแก้ปัญหา
  - ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ การสุ่มผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบ
  - การอธิบายงาน การอธิบายวิธีการทำงานในขั้นตอนต่างๆ และให้คำแนะนำ
- เวลาในการทำงาน
  - กลางคืน เวลาการทำงาน 19.00 - 06.00 น
  - กลางวัน เวลาการทำงาน 07.00 - 19.00 น

2. วิธีการดำเนินงาน เนื่องมาจาก
   - การวางแผนดำเนินงาน
     - เวลาน้อย การเร่งกระบวนการผลิตทำให้พนักงานต้องเร่งการทำงาน ส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่อชิ้นลดน้อยลง
     - จำนวนคนน้อย จำนวนพนักงานที่น้อยส่งผลให้มีพนักงานไม่เพียงพอต่อการทำงาน
     - ขั้นตอนการทำงานซับซ้อน
3. เครื่องจักร เนื่องมาจาก
   - การตรวจสอบเครื่องจักร

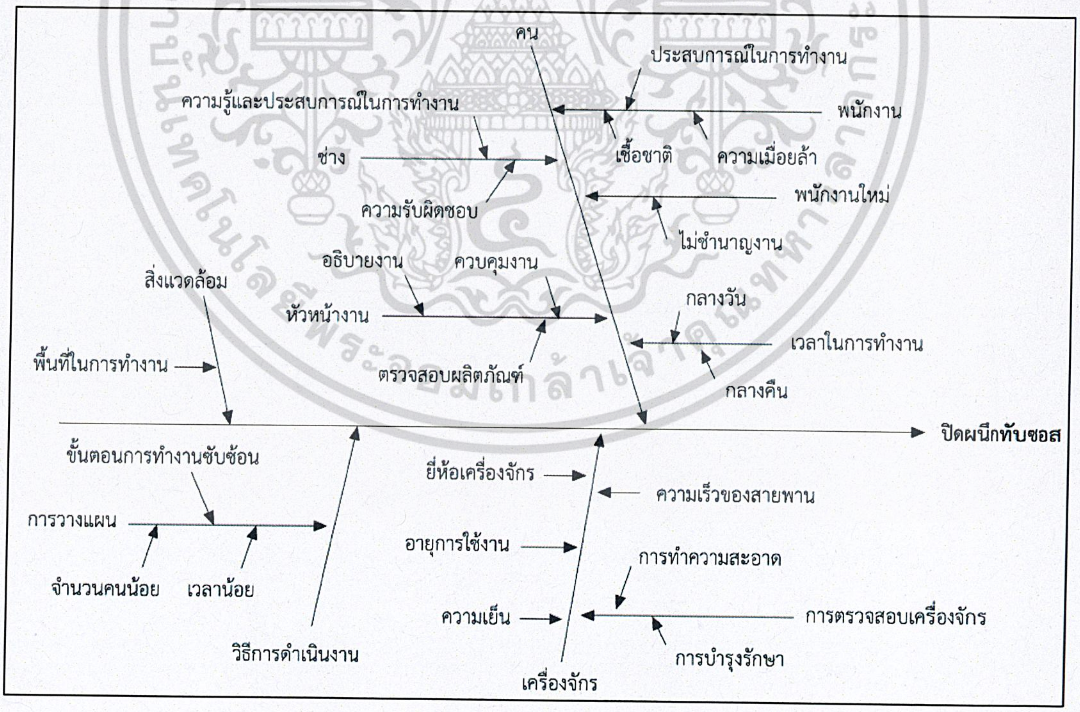
- การบำรุงรักษา การซ่อมแซมส่วนที่ชำรุดของเครื่องจักร ควรตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอเพื่อลดความเสียหายของเครื่องจักรซึ่งจะส่งผลต่อผลิตภัณฑ์
- การทำความสะอาด ควรทำความสะอาดเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดเนื่องจากการสะสมของของเสียที่เกิดขึ้น

- ยี่ห้อเครื่องจักร เครื่องจักรที่ผลิตจากยุโรปจะมีประสิทธิภาพและความแข็งแกร่งมากกว่าเครื่องจักรที่ผลิตจากเอเชีย
- ความร้อน อุณหภูมิที่มากหรือน้อยเกินไปส่งผลให้รอยปิดผนึกไม่ปิดสนิทพอดี เป็นเหตุให้อากาศเข้ามาได้
- อายุการใช้งาน เครื่องจักรที่มีอายุการใช้งานมาก จะส่งผลให้เครื่องจักรเกิดการสึกหรอ

4. สิ่งแวดล้อม เนื่องมาจาก
   - พื้นที่ในการทำงาน

4.7.2 แผนผังเหตุและผลของขั้นตอนการแช่แข็ง

จากผลการวิเคราะห์แผนผังพาเรโตจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจะพบว่า สาเหตุของเสียที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ การปิดผนึกทับซอส ซึ่งสามารถนำมาสร้างแผนผังเหตุและผลของสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียประเภทปิดผนึกทับซอสได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.33 แผนผังเหตุและผล ขั้นตอนการแช่แข็ง

จากรูปที่ 4.33 แผนผังเหตุและผล ขั้นตอนการแช่แข็ง จะพบว่าปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดการปิดผนึกทับซอส มี 4 ปัจจัยหลัก ดังนี้

1. คน เนื่องมาจาก
   - ช่าง
     - ความรับผิดชอบ ทำหน้าที่ดูแล บำรุงรักษาและตรวจสภาพเครื่องจักรตรงตามระยะเวลาที่กำหนด
     - ความรู้และประสบการณ์ในการทำงาน ประสบการณ์ในการทำงานที่มากจะทำให้มองเห็นปัญหาและข้อขัดข้องที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้ทันท่วงทีและถูกต้อง
   - พนักงาน
     - เชื้อชาติ เนื่องจากมี 2 เชื้อชาติ ได้แก่ เชื้อชาติกัมพูชาและเชื้อชาติไทย ทำให้เกิดปัญหาในการสื่อสารระหว่างการดำเนินงาน
     - ความเมื่อยล้า การทำงานติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดน้อยลง
     - ประสบการณ์ในการทำงาน ประสบการณ์ในการทำงานที่มาก ทำให้ทำงานได้อย่างรวดเร็วแต่อาจส่งผลเสียทำให้เกิดความละเลยและไม่ใส่ใจในการทำงาน
   - พนักงานใหม่
     - ไม่ชำนาญงาน ทำให้เกิดความล่าช้าและส่งผลต่อขั้นตอนต่อไปจนเป็นปัญหาที่ซับซ้อน
   - หัวหน้างาน
     - การควบคุมดูแล การดูแลพนักงานและผลิตภัณฑ์ให้อยู่ในความเรียบร้อยและคอยแก้ปัญหา
     - ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ การสุ่มผลิตภัณฑ์มาตรวจสอบ
     - การอธิบายงาน การอธิบายวิธีการทำงานในขั้นตอนต่างๆ และให้คำแนะนำ
   - เวลาในการทำงาน
     - กลางคืน เวลาการทำงาน 19.00 - 06.00 น
     - กลางวัน เวลาการทำงาน 07.00 - 19.00 น
2. วิธีการดำเนินงาน เนื่องมาจาก
   - การวางแผนดำเนินงาน

- เวลาน้อย การเร่งกระบวนการผลิตทำให้พนักงานต้องเร่งการทำงาน ส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่อชิ้นลดน้อยลง
- จำนวนคนน้อย จำนวนพนักงานที่น้อยส่งผลให้มีพนักงานไม่เพียงพอต่อการทำงาน
- ขั้นตอนการทำงานซับซ้อน

3. เครื่องจักร เนื่องมาจาก
   - การตรวจสอบเครื่องจักร
     - การบำรุงรักษา การซ่อมแซมส่วนที่ชำรุดของเครื่องจักร ควรตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอเพื่อลดความเสียหายของเครื่องจักรซึ่งจะส่งผลต่อผลิตภัณฑ์
     - การทำความสะอาด ควรทำความสะอาดเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอเพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดเนื่องจากการสะสมของของเสียที่เกิดขึ้น
   - ยี่ห้อเครื่องจักร เครื่องจักรที่ผลิตจากยุโรปจะมีประสิทธิภาพและความแข็งแกร่งมากกว่าเครื่องจักรที่ผลิตจากเอเชีย
   - ความเย็น อุณหภูมิที่มากหรือน้อยเกินไปส่งผลให้รอยปิดผนึกไม่ปิดสนิทพอดี เป็นเหตุให้อากาศเข้ามาได้
   - อายุการใช้งาน เครื่องจักรที่มีอายุการใช้งานมาก จะส่งผลให้เครื่องจักรเกิดการสึกหรอ
   - ความเร็วของสายพาน การกำหนดความเร็วของสายพานที่เร็วเกินไปส่งผลให้อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ภายหลังการแช่แข็งไม่ได้อุณหภูมิตรงตามที่กำหนด
4. สิ่งแวดล้อม เนื่องมาจาก
   - พื้นที่ในการทำงาน

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การทำวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ Ginger Pork ของบริษัท ซีพีเอฟ พรีเมียม ฟู้ดส์ จำกัด จากข้อมูลน้ำหนักขั้นตอนการสไลด์ ขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ และขั้นตอนการแช่แข็ง ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์จะเก็บข้อมูลในเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2559 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย $(\overline{X}\text{ - chart})$ แผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S - chart) แผนภูมิควบคุมรอยตำหนิต่อหน่วย (U - chart) แผนผังพาเรโต และแผนผังเหตุและผล ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถนำมาสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การหาความหนาที่เหมาะสมสำหรับขั้นตอนการสไลด์

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ค่า F = 5.59 และ P-Value = 0.005 < 0.05 ซึ่งตกอยู่ในอาณาเขตวิกฤต จึงปฏิเสธ H_0 แสดงว่าความหนาทั้งสามระดับมีผลทำให้น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และจึงทำการเปรียบเทียบน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เฉลี่ยเป็นคู่ๆ พบว่า ความหนา 3.10 มิลลิเมตร จะทำให้น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เฉลี่ยมีค่าน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด คือ 18-23 กรัมต่อชิ้น

5.1.2 การควบคุมคุณภาพสำหรับขั้นตอนการสไลด์

บริษัทฯ ได้กำหนดช่วงน้ำหนักมาตรฐานของเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ไว้ที่ 18-23 กรัมต่อชิ้น จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่าน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ยังควบคุมได้ไม่ดี ซึ่งทำให้ค่า C_{pk} ส่วนใหญ่น้อยกว่า 1.33 แสดงว่าความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้นของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์อยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่า P_{pk} ส่วนใหญ่น้อยกว่า 1.33 แสดงว่า ความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาวของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์อยู่ในระดับที่ไม่ดี และยังมีร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตเกณฑ์ที่บริษัทฯ กำหนดมากพอสมควร

5.1.3 การควบคุมคุณภาพสำหรับขั้นตอนการบรรจุใส่ถุง

บริษัทฯ ได้กำหนดช่วงน้ำหนักมาตรฐานของเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างไว้ที่ 80-100 กรัมต่อถุง จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่าน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างยังควบคุมได้ไม่ดี ซึ่งทำให้ค่า C_{pk} ส่วนใหญ่น้อยกว่า 1.33 แสดงว่า ความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้นของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างอยู่ในระดับที่ไม่ดี ซึ่งค่า C_{pk} ของขั้นตอนการบรรจุใส่ถุงมีค่าสูงขึ้นแต่ก็ยังถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่ดี และค่า P_{pk} ส่วนใหญ่น้อยกว่า 1.33 แสดงว่า ความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาวของขั้นตอนการบรรจุใส่ถุงน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างอยู่ในระดับที่ไม่ดี ซึ่งค่า P_{pk} ของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างมีค่าสูงขึ้นแต่ก็ยังถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่ดี และยังมีร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตเกณฑ์ที่บริษัทฯ กำหนดเพียงเล็กน้อย

5.1.4 การควบคุมคุณภาพสำหรับขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส

5.1.4.1 น้ำหนักน้ำซอส

บริษัทฯ ได้กำหนดช่วงน้ำหนักมาตรฐานของน้ำหนักน้ำซอสไว้ที่ 20-25 กรัมต่อถุง จากการศึกษา เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องพบว่า ค่าขีดจำกัดควบคุมของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่อง จะมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย และเมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักน้ำซอส พบว่าเครื่องจักรทั้ง 3 เครื่องให้น้ำหนักน้ำซอสไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาจากค่า C_{pk} และ P_{pk} ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.33 แสดงว่า ความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้นและระยะยาวของขั้นตอนการบรรจุน้ำซอสอยู่ในระดับที่ไม่ดี แต่การบรรจุน้ำซอสของเครื่องจักรที่ 2 มีค่า C_{pk} และค่า P_{pk} มากที่สุด จึงทำให้ปริมาณน้ำหนักน้ำซอสใกล้เคียงกันมากกว่าการบรรจุน้ำซอสของเครื่องจักรที่ 1 และการบรรจุน้ำซอสของเครื่องจักรที่ 3 เมื่อพิจารณาเครื่องบรรจุน้ำซอสรายเครื่อง จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้ง 3 เดือน จะเห็นว่าเครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 ค่า C_{pk} เพิ่มขึ้นเล็กน้อยและค่า P_{pk} ไม่แตกต่างกัน เครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 2 ค่า C_{pk} เพิ่มขึ้นมากที่สุดในเดือนมีนาคมจากเครื่องบรรจุน้ำซอสทั้ง 3 เครื่องและค่า P_{pk} เพิ่มมากขึ้น และเครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 3 ค่า C_{pk} เพิ่มขึ้นเล็กน้อยและค่า P_{pk} เพิ่มขึ้นมากที่สุดในเดือนมีนาคมจากเครื่องบรรจุน้ำซอสทั้ง 3 เครื่อง และยังมีร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตเกณฑ์ที่บริษัทฯ กำหนดมากพอสมควร

5.1.4.2 น้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอส

บริษัทฯ ได้กำหนดช่วงน้ำหนักมาตรฐานของน้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอสไว้ที่ 100-125 กรัมต่อถุง จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานพบว่าน้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอสยังควบคุมได้ไม่ดี ซึ่งทำให้ค่า C_{pk} ส่วนใหญ่น้อยกว่า 1.33 แสดงว่า ความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้นของขั้นตอนการบรรจุน้ำซอสอยู่ในระดับที่ไม่ดี ซึ่งค่า C_{pk} ของน้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอสเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และค่า P_{pk} ส่วนใหญ่น้อยกว่า 1.33 แสดงว่า ความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาวของขั้นตอนการบรรจุน้ำซอสอยู่ในระดับที่ไม่ดี ซึ่งค่า P_{pk} ของน้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์หลังย่างรวมน้ำซอสเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย และยังมีร้อยละข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตเกณฑ์ที่บริษัทฯ กำหนด

5.1.5 การควบคุมคุณภาพสำหรับขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยในขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศพบว่าจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบ $(\overline{\mathrm{U}})$ มีค่าน้อย แสดงว่าจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบที่เกิดจากเครื่องปิดผนึกแบบสูญญากาศจะมีจำนวนน้อยเช่นกัน จึงถือได้ว่าเครื่องปิดผนึกแบบสูญญากาศมีประสิทธิภาพ จากจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เมื่อนำจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมาแยกประเภทของเสียด้วยแผนผังพาเรโต พบว่า สาเหตุของรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ การปิดผนึกทับซอส เมื่อนำสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดการปิดผนึกทับซอสด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล จะพบว่าสาเหตุของปัญหามี 4 ปัจจัยหลัก คือ

1. คน เนื่องมาจากพนักงานไม่มีประสบการณ์ในการทำงาน ไม่ชำนาญงาน หรือเกิดจากความเมื่อยล้าจากการทำงาน ดังนั้นทางบริษัทฯควรจัดเวลาพัก 5-10 นาที เพื่อให้พนักงานรู้สึกผ่อนคลายและไม่เครียดกับงานที่ทำมากเกินไป

2. วิธีดำเนินการ เนื่องมาจากขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศมีการดำเนินงานที่ซับซ้อน อีกทั้งในการทำงานซึ่งมีเวลาจำกัดและมีจำนวนพนักงานน้อยก็ทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตลดลง ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ควรมีการจัดอบรมให้ความรู้แก่พนักงาน เพื่อให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการผลิตมากขึ้น

3. เครื่องจักร เนื่องมาจากเครื่องปิดผนึกแบบสูญญากาศอาจใช้งานมาเป็นเวลานานและเกิดการชำรุดได้ ดังนั้นควรมีการบำรุงรักษาและทำความสะอาดเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และหากพบการชำรุดก็ควรรีบแก้ไขโดยทันที

4. สิ่งแวดล้อม เนื่องมาจากพื้นที่ในการทำงานคับแคบ ไม่สะดวกต่อการปฏิบัติงาน ทำให้งานที่ได้ไม่มีประสิทธิภาพตามที่บริษัทฯ กำหนด

ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญกับการควบคุมจำนวนของเสียในขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศเป็นพิเศษ

5.1.6 การควบคุมคุณภาพสำหรับขั้นตอนการแช่แข็ง

จากการศึกษาแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วยในขั้นตอนการแช่แข็งพบว่า จำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบ $(\overline{U})$ มีค่าน้อย แสดงว่าจำนวนรอยตำหนิเฉลี่ยต่อหน่วยตรวจสอบที่เกิดจากตู้แช่แข็งจะมีจำนวนน้อยเช่นกัน จึงถือได้ว่าตู้แช่แข็งมีประสิทธิภาพ จากจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต เมื่อนำจำนวนรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมาแยกประเภทของเสียด้วยแผนผังพาเรโต พบว่า สาเหตุของรอยตำหนิที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ การปิดผนึกทับซอส เมื่อนำสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดการปิดผนึกทับซอสด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล จะพบว่าสาเหตุของปัญหามี 4 ปัจจัยหลัก คือ

1. คน เนื่องมาจากพนักงานไม่มีประสบการณ์ในการทำงาน ไม่ชำนาญงาน ดังนั้นควรมีการจัดอบรมให้ความรู้แก่พนักงาน เพื่อให้พนักงานมีความรู้ความเชี่ยวชาญในการทำงานมากขึ้น
2. วิธีดำเนินงาน เนื่องมาจากขั้นตอนการแช่แข็งมีการดำเนินงานที่ซับซ้อน ดังนั้นควรมีการตรวจสอบของเสียที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนต่างๆ ก่อนขั้นตอนการแช่แข็งอย่างละเอียด เพื่อลดความซับซ้อนของวิธีดำเนินงานในขั้นตอนการแช่แข็ง
3. เครื่องจักร เนื่องมาจากตู้แช่แข็งอาจใช้งานเป็นเวลานานและสายพานอาจเกิดการชำรุดได้ ดังนั้นควรมีการบำรุงรักษาและทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอและหากพบการชำรุดก็ควรรีบแก้ไขโดยทันที
4. สิ่งแวดล้อม เนื่องมาจากพื้นที่ในการทำงานคับแคบ ไม่สะดวกต่อการปฏิบัติงาน ทำให้งานที่ได้ไม่มีประสิทธิภาพตามที่บริษัทฯ กำหนด

ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญกับการควบคุมจำนวนของเสียในขั้นตอนการแช่แข็งเป็นพิเศษ

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. เครื่องจักรมักมีปัญหาค่อนข้างบ่อย เนื่องจากเครื่องจักรใช้มาเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการชำรุดขณะทำงาน
2. วัตถุดิบไม่เพียงพอต่อการผลิต เนื่องจากในการเก็บข้อมูลนั้น คณะผู้จัดทำจะใช้เนื้อหมูที่มีความยาวของเส้นรอบวงคือ 28-32 เซนติเมตร ทำให้เนื้อหมูที่จะนำมาสไลด์นั้นมีไม่เพียงพอ
3. ระยะเวลาในการผลิตแต่ละขั้นตอนนานเกินไป ทำให้ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลนาน
4. ที่ตั้งของบริษัทฯอยู่ค่อนข้างไกล ทำให้การเดินทางยากลำบากและมีข้อจำกัดในเรื่องเวลาการปฏิบัติงานในแต่ละวัน

5. สื่อสารกับพนักงานที่เป็นชาวต่างชาติไม่รู้เรื่อง เพราะทางบริษัทฯมีพนักงานทั้งที่เป็นคนไทยและชาวต่างชาติ ทำให้สื่อสารกันไม่เข้าใจและผิดพลาดได้

6. คณะผู้จัดทำขาดความรอบคอบในการวางแผนเก็บข้อมูล

7. เนื่องจากข้อจำกัดของทางบริษัทฯมีมาก ทำให้การทำงานไม่เป็นไปตามที่วางแผนไว้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ทางบริษัทฯควรนำแผนภูมิควบคุมคุณภาพมาช่วยในการควบคุมการผลิต เพราะจะทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นและสามารถแก้ปัญหาได้ทันท่วงที

2. หากเกิดความผิดพลาดขณะดำเนินการผลิตควรแก้ไขโดยทันที เพื่อให้น้ำหนักและรอยตำหนิที่เกิดขึ้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่บริษัทฯกำหนด

บรรณานุกรม

กษิภัท โชติกรวรกุล และคณะ. 2557. **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสถิติทดสอบเอฟ สถิติทดสอบของบาร์ตเลตและสถิติทดสอบของเลวีน สำหรับทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนในกรณี 2 ประชากร โดยใช้โปรแกรมอาร์.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กิติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ. 2550. **หลักการการควบคุมคุณภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

กุลธิดา หล่ออุดมพันธ์ และคณะ. 2550. **การควบคุมคุณภาพการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกของบริษัทเทอดไทยบรรจุภัณฑ์ จำกัด.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล. 2557. **การควบคุมคุณภาพ.** กรุงเทพฯ : ท้อป.

กรณ์ทิพย์ เอี่ยมประภัสสร และคณะ. 2554. **การควบคุมคุณภาพการผลิตแร็คช่องไฟฟ้าอาบสังกะสีของห้างหุ้นส่วน จำกัด ยูดี โลหะกิจ.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑามาศ มุขธรรม และคณะ. 2554. **การควบคุมคุณภาพการบรรจุภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ก๋วยเตี๋ยวและซอสของบริษัทไทยเบตเตอร์ฟูดส์ จำกัด.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จีระวัฒน์ ประดุจกาญจนา และคณะ. 2554. **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อไก่ BL Steak ของบริษัท ซีพีเอฟ ผลิตภัณฑ์อาหาร จำกัด สาขาโรงงานแปรรูป มีนบุรี 1.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชูใจ คูหารัตนไชย. 2554. **เอกสารประกอบการสอนวิชาสถิติควบคุมคุณภาพ.** ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชลนิชา แสนคำ และคณะ. 2557. **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ยาเม็ด บริษัทยูนีซัน จำกัด.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นราศิริ หิรัญบูรณะ และคณะ. 2554. **การควบคุมคุณภาพการผลิตวาล์วรถยนต์ของบริษัทนิตตั้น (ประเทศไทย) จำกัด**. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มนัญญา สอนครุฑ และคณะ. 2552. **การควบคุมการผลิตชิ้นส่วนบันไดเลื่อนของบริษัท มิตซูบิชิ เอลเลเวเตอร์ เอเชีย จำกัด.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มินตรา เรืองรัศมีโรจน์ และคณะ. 2551. **การควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์สมุนไพรอภัยภูเบศรของมูลนิธิโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร.** ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ประภัสสร คงชาตรี และคณะ. 2554. **การควบคุมคุณภาพตลับลูกปืนของห้างหุ้นส่วนจำกัดการ์เทอร์เทคโนโลยี(สาขาย่อย)**. ปัญหาพิเศษ ภาควิชาสถิติประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

มนตรี สังข์ทอง. 2557. **หลักสถิติ.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ศุภชัย นาทะพันธ์. 2551. **การควบคุมคุณภาพ.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2554. **การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติและวิศวกรรม.** กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักส์

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2557. **การวางแผนแบบการทดลอง.** กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักส์.

สายชล สินสมบูรณ์ทอง. 2559. **การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab for Windows.** กรุงเทพฯ : จามจุรีโปรดักส์

ฤดี มาสุจันท์. 2550. **การควบคุมคุณภาพ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Besterfield, D. H. 2004. **Quality Control.** 7th edition. New Jersey: Pearson Prentice.

Grant, E. L. and Leavenworth, R. S. 1996. **Statistic Quality Control.** Boston: McGraw-Hill.

Juran, J. M. 1992. **Juran on Quality Design.** New York : Free Press.

Levene, H. 1960. **In Contributions to Probability and Statistics.** Stanford Univ. Press, California : Stanford, p. 278.

Snedecor, G. W. and Cochran W.G. 1980. **Statistical Methods.** 7th ed. Iowa : The Iowa state University Press.

Stephens, M. A. 1974. **EDF Statistics for Good of Fit and Some Comparison, Journal of the American Statisticial Association.** 69, pp.730-737.

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงค่า Significance point ของ Anderson-Darling

ตารางแสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณขีดจำกัด

ตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติมาตรฐาน

ตารางที่ ก-1 ตารางแสดงค่า Significance point ของ Anderson-Darling

Significance	Case 1	Case 2*	Case 3	Case 4
15%	1.610	?	?	0.576
10%	1.933	0.908	1.760	0.656
5%	2.492	1.105	2.323	0.787
2.5%	3.070	1.304	2.904	0.918
1%	3.857	1.573	3.690	1.092

(*) For the case 2, the values are for the asymptotic distribution.

Case 1: The mean μ and the variance σ^2 are both known.

Case 2: The variance σ^2 is known, but the mean μ is unknown.

Case 3: The mean μ is known, but the variance σ^2 is unknown.

Case 4: Both the mean μ and the variance σ^2 are unknown.

ตารางที่ ก-2 ตารางแสดงค่าตัวประกอบสำหรับการคำนวณขีดจำกัด

Table of Control Chart Constants

				$\overline{X}$ and R Charts			$\overline{X}$ and S Charts		
n	d_2	d_3	C_4	A_2	D_3	D_4	A_3	B_3	B_4
2	1.128	0.8525	0.7979	1.880	—	3.267	2.659	—	3.267
3	1.693	0.8884	0.8862	1.023	—	2.574	1.954	—	2.568
4	2.059	0.8798	0.9213	0.729	—	2.282	1.628	—	2.266
5	2.326	0.8798	0.9400	0.577	—	2.114	1.427	—	2.089
6	2.534	0.8480	0.9515	0.483	—	2.004	1.287	0.030	1.970
7	2.704	0.8332	0.9594	0.419	0.076	1.924	1.182	0.118	1.882
8	2.847	0.8198	0.9650	0.373	0.136	1.864	1.099	0.185	1.815
9	2.970	0.8078	0.9693	0.337	0.184	1.816	1.032	0.239	1.761
10	3.078	0.7971	0.9727	0.308	0.223	1.777	0.975	0.284	1.716
11	3.173	0.7873	0.9754	0.285	0.256	1.744	0.927	0.321	1.679
12	3.258	0.7785	0.9776	0.266	0.283	1.717	0.886	0.354	1.646
13	3.336	0.7704	0.9794	0.249	0.307	1.693	0.850	0.382	1.618
14	3.407	0.7630	0.9810	0.235	0.328	1.672	0.817	0.406	1.594
15	3.472	0.7562	0.9823	0.223	0.347	1.653	0.789	0.428	1.572
16	3.532	0.7499	0.9835	0.212	0.363	1.637	0.763	0.448	1.552
17	3.588	0.7441	0.9845	0.203	0.378	1.662	0.739	0.466	1.534
18	3.640	0.7386	0.9854	0.194	0.391	1.607	0.718	0.482	1.518
19	3.689	0.7335	0.9862	0.187	0.403	1.597	0.698	0.497	1.503
20	3.735	0.7287	0.9869	0.180	0.415	1.585	0.680	0.510	1.490
21	3.778	0.7272	0.9876	0.173	0.425	1.575	0.663	0.523	1.477
22	3.819	0.7199	0.9882	0.167	0.434	1.566	0.647	0.534	1.466
23	3.858	0.1759	0.9887	0.162	0.443	1.557	0.633	0.545	1.455
24	3.895	0.7121	0.9892	0.157	0.451	1.548	0.619	0.555	1.445
25	3.931	0.7084	0.9896	0.153	0.459	1.541	0.606	0.565	1.435

ตารางที่ ก-3 ตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติมาตรฐาน

Standard Normal Probabilities

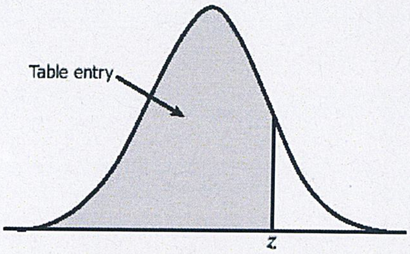


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z.

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

ตารางที่ ก-3 ตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปรกติมาตรฐาน (ต่อ)

Standard Normal Probabilities

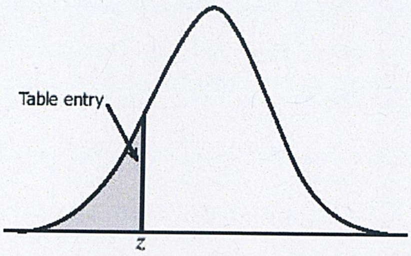


Table entry for z is the area under the standard normal curve to the left of z.

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
−3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
−3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
−3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
−3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
−3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
−2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
−2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
−2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
−2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
−2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
−2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
−2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
−2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
−2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
−2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
−1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
−1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
−1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
−1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
−1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
−1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
−1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
−1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
−1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
−1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
−0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
−0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
−0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
−0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
−0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
−0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
−0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
−0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
−0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
−0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว : การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น

ตารางที่ ข-1 น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ (กรัม) **ขั้นตอน** การสไลด์

วันที่ 6 พฤศจิกายน 2558 ผู้บันทึก สุนิษา ระงับชิด

กำหนดความหนา 3.10 มิลลิเมตร

ท่อนที่	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$
	X_1	X_2	X_3	X_4	
1	15	18	18	19	17.5
2	16	18	22	25	20.25
3	20	21	19	23	20.75
4	16	18	22	19	18.75
5	23	19	25	27	23.5
6	16	18	20	20	18.5
7	16	17	23	20	19
8	18	21	19	23	20.25
9	17	20	21	21	19.75
10	19	22	25	21	21.75
11	22	20	21	20	20.75
12	20	22	21	24	21.75
13	19	19	19	23	20
14	17	18	19	22	19
15	18	19	20	24	20.25
16	19	21	18	19	19.25
17	17	15	16	15	15.75
18	18	18	18	21	18.75
19	19	25	20	28	23
20	17	17	18	23	18.75
21	18	21	22	26	21.75
22	18	19	23	20	20
23	21	20	22	20	20.75
24	19	20	20	21	20
25	20	19	18	24	20.25
26	17	19	25	26	21.75
27	17	19	19	23	19.5
28	18	22	20	24	21
29	19	19	20	25	20.75
30	17	17	20	20	18.5

ตารางที่ ข-2 น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ (กรัม) **ขั้นตอน** การสไลด์

วันที่ 6 พฤศจิกายน 2558 ผู้บันทึก สุนิษา ระงับชิด

กำหนดความหนา 3.15 มิลลิเมตร

ท่อนที่	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$
	X_1	X_2	X_3	X_4	
1	16	20	21	22	19.75
2	20	21	23	24	22
3	22	20	23	27	23
4	19	23	19	21	20.5
5	21	21	21	25	22
6	24	23	21	22	22.5
7	19	20	21	22	20.5
8	20	18	18	20	19
9	19	21	19	20	19.75
10	23	21	24	24	23
11	17	18	24	25	21
12	18	19	19	21	19.25
13	22	20	21	22	21.25
14	21	21	19	22	20.75
15	17	19	19	22	19.25
16	18	21	23	24	21.5
17	19	23	22	21	21.25
18	17	17	19	23	19
19	18	20	20	21	19.75
20	15	17	17	19	17
21	24	24	19	26	23.25
22	26	24	25	33	27
23	21	21	21	22	21.25
24	24	20	21	25	22.5
25	20	19	19	22	20
26	19	20	22	25	21.5
27	17	17	19	20	18.25
28	18	20	18	21	19.25
29	21	21	19	22	20.75
30	20	20	20	20	20

ตารางที่ ข-3 น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ (กรัม) **ขั้นตอน** การสไลด์

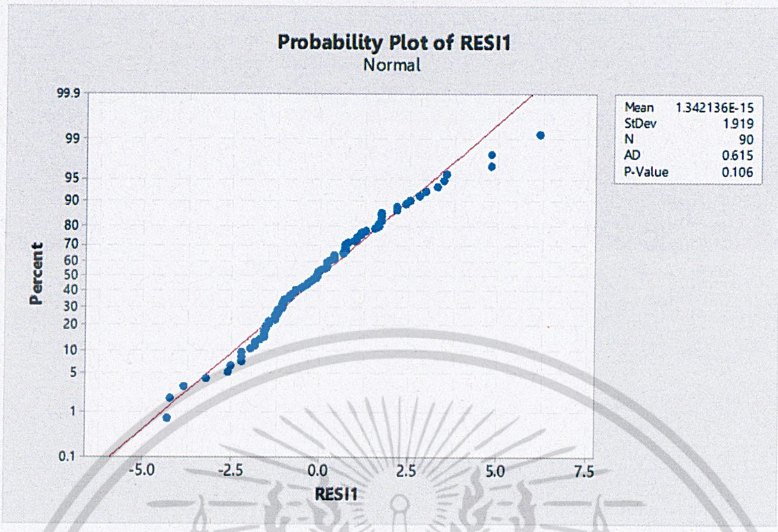
วันที่ 6 พฤศจิกายน 2558 ผู้บันทึก สุนิษา ระงับชิด

กำหนดความหนา 3.20 มิลลิเมตร

ท่อนที่	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$
	X_1	X_2	X_3	X_4	
1	19	21	24	27	22.75
2	19	22	21	20	20.5
3	17	24	23	21	21.25
4	18	20	21	23	20.5
5	22	21	23	24	22.5
6	23	22	23	23	22.75
7	15	20	20	23	19.5
8	21	21	21	24	21.75
9	22	23	23	24	23
10	23	20	19	22	21
11	20	22	22	24	22
12	21	18	19	20	19.5
13	21	19	19	24	20.75
14	22	18	18	20	19.5
15	23	17	20	20	20
16	32	24	28	22	26.5
17	21	23	26	23	23.25
18	21	18	21	26	21.5
19	20	19	19	23	20.25
20	21	20	21	20	20.5
21	18	17	17	18	17.5
22	25	23	24	29	25.25
23	27	22	24	25	24.5
24	20	19	19	21	19.75
25	27	25	22	26	25
26	26	23	26	31	26.5
27	22	19	21	22	21
28	18	19	20	17	18.5
29	21	19	20	21	20.25
30	22	23	22	30	24.25

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption)

1.1 การทดสอบการแจกแจงปรกติ (Test for Normality)



รูปที่ ข-1 การทดสอบการแจกแจงปรกติของเศษตกค้างเกี่ยวกับความหนาของน้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์

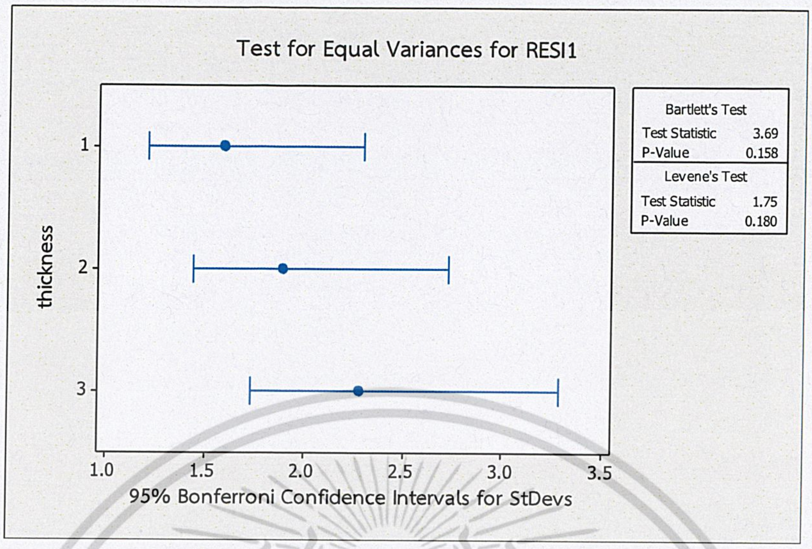
สมมติฐาน

H_0: น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์มีการแจกแจงปรกติ

H_1: น้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ไม่มีการแจกแจงปรกติ

จากรูปภาพที่ ข-1 การทดสอบเศษตกค้าง เนื่องจาก AD = 0.615 และ P-Value = 0.106 > 0.05 จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ดังนั้นน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์มีการแจกแจงปรกติ

1.2 การทดสอบความแปรปรวนเท่ากัน (Test for Homogeneity of variance)



รูปที่ ข-2 การทดสอบความแปรปรวนเท่ากันของเศษตกค้างเกี่ยวกับความหนาของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์

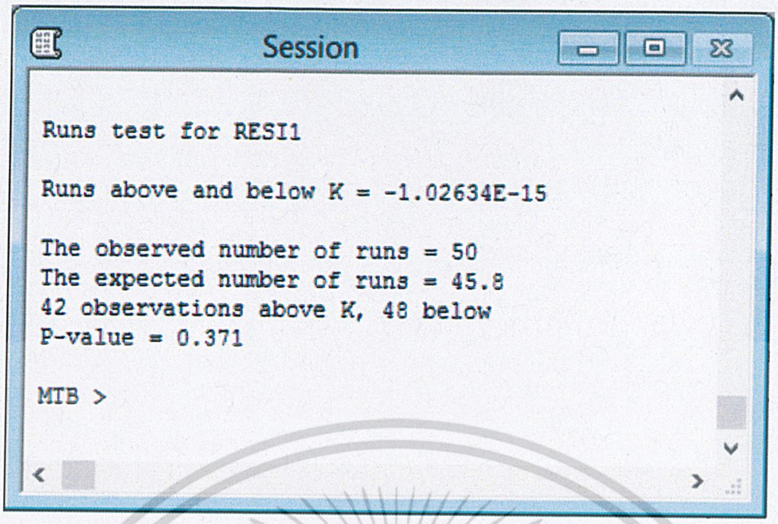
สมมติฐาน

H_0: ความหนาของเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ทั้ง 3 ระดับ มีความแปรปรวนของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เท่ากัน

H_1: ความหนาของเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ทั้ง 3 ระดับ มีความแปรปรวนของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ไม่เท่ากัน

จากรูปภาพที่ ข-2 จะเห็นว่าการทดสอบเศษตกค้าง เนื่องจาก Bartlett's Test Statistic = 3.69, P-Value = 0.158 > 0.05 และ Levene's Test Statistic = 1.75, P-Value = 0.180 > 0.05 จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ดังนั้นความหนาของเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ทั้ง 3 ระดับ มีความแปรปรวนของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์เท่ากัน

1.3 การทดสอบความเป็นอิสระกัน (Test for Independence)



รูปที่ ข-3 การทดสอบความเป็นอิสระกันของเศษตกค้างเกี่ยวกับความหนาของน้ำหนักเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์

สมมติฐาน

H_0: ความหนาของเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ทั้ง 3 ระดับ มีน้ำหนักเป็นอิสระกัน

H_1: ความหนาของเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ทั้ง 3 ระดับ มีน้ำหนักไม่เป็นอิสระกัน

จากรูปภาพที่ ข-3 จะเห็นว่าการทดสอบเศษตกค้าง เนื่องจาก P-Value = 0.371 > 0.05 จึงปฏิเสธ H_0 ดังนั้นความหนาของเนื้อหมูสันนอกติดมันสไลด์ทั้ง 3 ระดับ มีน้ำหนักเป็นอิสระกัน

ภาคผนวก ค

ตารางบันทึกข้อมูล

ตารางที่ ค-1 น้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์ (กรัม) **ขั้นตอน** การสไลด์

วันที่ 14 มกราคม 2559 ผู้บันทึก เจษฎา สุวรรณพิทักษ์

Spec (min,max) 18-23 กรัม

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	09.00	17	21	21	23	20.500	2.517	
2	09.10	20	23	23	23	22.250	1.500	
3	09.20	22	23	23	24	23.000	0.816	
4	09.30	25	22	25	24	24.000	1.414	
5	09.40	19	21	20	22	20.500	1.291	
6	09.50	23	23	18	20	21.000	2.449	
7	10.00	23	21	20	19	20.750	1.708	
8	10.10	19	20	24	21	21.000	2.160	
9	10.20	18	19	19	18	18.500	0.577	
10	10.30	21	21	22	20	21.000	0.816	
11	10.40	20	20	21	19	20.000	0.816	
12	10.50	20	20	20	21	20.250	0.500	
13	10.00	19	25	23	22	22.250	2.500	
14	11.10	21	22	23	22	22.000	0.816	
15	11.20	18	18	19	18	18.250	0.500	
16	11.30	19	21	21	20	20.250	0.957	
17	11.40	18	19	23	18	19.500	2.380	
18	11.50	18	20	22	19	19.750	1.708	
19	12.00	21	21	21	21	21.000	0.000	
20	12.10	19	20	21	22	20.500	1.291	
21	12.20	20	20	20	23	20.750	1.500	
22	12.30	21	20	21	22	21.000	0.816	
23	12.40	18	19	21	20	19.500	1.291	
24	12.50	19	19	18	21	19.250	1.258	
25	13.00	20	18	18	20	19.000	1.155	
26	13.10	18	20	18	19	18.750	0.957	
27	13.20	19	19	19	19	19.000	0.000	

ตารางที่ ค-2 น้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง (กรัม) **ขั้นตอน** การบรรจุใส่ถุง

วันที่ 14 มกราคม 2559 ผู้บันทึก ขนิษฐา ศรีอุไร

Spec (min,max) 80-100 กรัม

.ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.20	90	96.5	98	87	92.875	5.234	
2	16.30	98.5	100	90	97	96.375	4.423	
3	16.40	98	92	90	95.5	93.875	3.568	
4	16.50	87	90	98	94	92.250	4.787	
5	17.00	88	90	86	91	88.750	2.217	
6	17.10	99	97	99	102	99.250	2.062	
7	17.20	87	90	95	93	91.250	3.500	
8	17.30	91.5	87.5	94	89.5	90.625	2.780	
9	17.40	95	92	96	89	93.000	3.162	
10	17.50	86	92	80.5	100	89.625	8.360	
11	18.00	91	90	95	89.5	91.375	2.496	
12	18.10	87	94	98	87	91.500	5.447	
13	18.20	91.5	94.5	88.5	96.5	92.750	3.500	
14	18.30	90	95.5	98.5	93.5	94.375	3.568	
15	18.40	89	88	92	85	88.500	2.887	
16	18.50	87.5	96	91.5	93	92.000	3.536	
17	19.00	96	88	83.5	92	89.875	5.360	
18	19.10	99.5	102	93	96.5	97.750	3.884	
19	19.20	97	91.5	93	98	94.875	3.119	
20	19.30	100	94.5	92	95	95.375	3.351	
21	19.40	98	100	95	97	97.500	2.082	
22	19.50	86.5	81	85	83	83.875	2.394	
23	20.00	90	100	95.5	93.5	94.750	4.173	
24	20.10	95	95	85	89	91.000	4.899	
25	20.20	90	98	94.5	89.5	93.000	4.021	
26	20.30	100	99	99.5	95	98.375	2.287	
27	20.40	92	89	96	98	93.750	4.031	

ตารางที่ ค-3 น้ำหนักน้ำซอส (กรัม) **ขั้นตอน** การบรรจุน้ำซอส

วันที่ 14 มกราคม 2559 ผู้บันทึก เตชพัฒน์ ทองเกตุแก้ว

Spec (min,max) 20-25 กรัม

เครื่องบรรจุน้ำซอส ☒ เครื่องที่ 1 ☐ เครื่องที่ 2 ☐ เครื่องที่ 3

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.30	23	25	25	23	24.000	1.155	
2	16.40	23	23	20	24	22.500	1.732	
3	16.50	23	23	23	23	23.000	0.000	
4	17.00	21	23	23	24	22.750	1.258	
5	17.10	22	24	26	26	24.500	1.915	
6	17.20	24	21	25	25	23.750	1.893	
7	17.30	25	21	22	24	23.000	1.826	
8	17.40	22	23	20	22	21.750	1.258	
9	17.50	23	25	22	21	22.750	1.708	
10	18.00	26	25	27	24	25.500	1.291	
11	18.10	24	25	26	27	25.500	1.291	
12	18.20	25	25	25	26	25.250	0.500	
13	18.30	21	24	23	23	22.750	1.258	
14	18.40	22	24	23	23	23.000	0.816	
15	18.50	24	21	29	26	25.000	3.367	
16	19.00	20	19	18	18	18.750	0.957	
17	19.10	23	23	22	23	22.750	0.500	
18	19.20	18	21	23	22	21.000	2.160	
19	19.30	22	22	20	17	20.250	2.363	
20	19.40	21	20	19	21	20.250	0.957	
21	19.50	19	19	19	17	18.500	1.000	
22	20.00	23	24	25	24	24.000	0.816	
23	20.10	22	19	23	21	21.250	1.708	
24	20.20	22	24	24	24	23.500	1.000	
25	20.30	25	24	23	24	24.000	0.816	
26	20.40	24	24	24	25	24.250	0.500	
27	20.50	21	24	21	20	21.500	1.732	

ตารางที่ ค-4 น้ำหนักน้ำซอส (กรัม) **ขั้นตอน** การบรรจุน้ำซอส

วันที่ 14 มกราคม 2559 ผู้บันทึก สุนิษา ระงับชิด

Spec (min,max) 20-25 กรัม

เครื่องบรรจุน้ำซอส ☐ เครื่องที่ 1 ☒ เครื่องที่ 2 ☐ เครื่องที่ 3

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.30	21	21	21	23	21.500	1.000	
2	16.40	22	20	21	20	20.750	0.957	
3	16.50	23	20	23	20	21.500	1.732	
4	17.00	22	22	22	20	21.500	1.000	
5	17.10	20	20	21	22	20.750	0.957	
6	17.20	23	23	21	20	21.750	1.500	
7	17.30	20	20	21	22	20.750	0.957	
8	17.40	19	23	18	20	20.000	2.160	
9	17.50	20	20	18	20	19.500	1.000	
10	18.00	22	23	22	24	22.750	0.957	
11	18.10	21	22	24	25	23.000	1.826	
12	18.20	23	27	25	24	24.750	1.708	
13	18.30	28	25	25	20	24.500	3.317	
14	18.40	23	23	21	22	22.250	0.957	
15	18.50	22	23	23	22	22.500	0.577	
16	19.00	21	20	18	21	20.000	1.414	
17	19.10	21	21	20	21	20.750	0.500	
18	19.20	19	18	19	21	19.250	1.258	
19	19.30	22	24	26	19	22.750	2.986	
20	19.40	23	23	19	25	22.500	2.517	
21	19.50	20	22	22	21	21.250	0.957	
22	20.00	26	23	18	19	21.500	3.697	
23	20.10	17	20	25	18	20.000	3.559	
24	20.20	22	21	20	25	22.000	2.160	
25	20.30	24	24	22	21	22.750	1.500	
26	20.40	22	20	23	22	21.750	1.258	
27	20.50	22	23	24	23	23.000	0.816	

ตารางที่ ค-5 น้ำหนักน้ำซอส (กรัม) **ขั้นตอน** การบรรจุน้ำซอส

วันที่ 14 มกราคม 2559 ผู้บันทึก เจษฎา สุวรรณพิทักษ์

Spec (min,max) 20-25 กรัม

เครื่องบรรจุน้ำซอส ☐ เครื่องที่ 1 ☐ เครื่องที่ 2 ☒ เครื่องที่ 3

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.30	25	25	23	26	24.750	1.258	
2	16.40	23	25	23	24	23.750	0.957	
3	16.50	23	23	23	25	23.500	1.000	
4	17.00	22	25	23	23	23.250	1.258	
5	17.10	24	20	21	19	21.000	2.160	
6	17.20	25	24	25	26	25.000	0.816	
7	17.30	22	23	20	22	21.750	1.258	
8	17.40	22	23	19	27	22.750	3.304	
9	17.50	23	22	20	21	21.500	1.291	
10	18.00	22	22	22	22	22.000	0.000	
11	18.10	21	22	22	23	22.000	0.816	
12	18.20	21	20	22	21	21.000	0.816	
13	18.30	21	23	22	22	22.000	0.816	
14	18.40	20	21	20	21	20.500	0.577	
15	18.50	22	21	21	20	21.000	0.816	
16	19.00	20	20	20	20	20.000	0.000	
17	19.10	20	19	21	20	20.000	0.816	
18	19.20	20	20	21	20	20.250	0.500	
19	19.30	19	20	20	20	19.750	0.500	
20	19.40	20	20	20	19	19.750	0.500	
21	19.50	20	20	21	19	20.000	0.816	
22	20.00	18	21	19	21	19.750	1.500	
23	20.10	21	21	22	22	21.500	0.577	
24	20.20	18	17	18	17	17.500	0.577	
25	20.30	19	18	20	18	18.750	0.957	
26	20.40	19	20	20	20	19.750	0.500	
27	20.50	19	20	20	19	19.500	0.577	

ตารางที่ ค-6 น้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์รวมน้ำซอส (กรัม) **ขั้นตอน**การบรรจุน้ำซอส (4 ชิ้น/ถุง)

วันที่ 14 มกราคม 2559 ผู้บันทึก ขนิษฐา ศรีอุไร

Spec (min,max) 100-125 กรัม

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.40	116.5	114.5	121.5	125	119.375	4.768	
2	16.50	110.5	112	109.5	123.5	113.875	6.498	
3	17.00	122.5	125	122	107	119.125	8.189	
4	17.10	109.5	122	122	123	119.125	6.434	
5	17.20	117.5	125	118.5	112.5	118.375	5.138	
6	17.30	113	110	105	122	112.500	7.141	
7	17.40	127	105	100	106	109.500	11.958	
8	17.50	125	111	123	105	116.000	9.592	
9	18.00	117	115	106.5	121.5	115.000	6.285	
10	18.10	125	120	121	115.5	120.375	3.902	
11	18.20	123	113.5	115	120.5	118.000	4.491	
12	18.30	118	125	106	118	116.750	7.890	
13	18.40	112.5	119.5	118.5	127	119.375	5.949	
14	18.50	117	121.5	120	122	120.125	2.250	
15	19.00	115.5	117.5	121	119	118.250	2.327	
16	19.10	125	121	118	118	120.500	3.317	
17	19.20	102	123.5	125	125.5	119.000	11.365	
18	19.30	113.5	120.5	117	122	118.250	3.797	
19	19.40	108	117	107	108.5	110.125	4.626	
20	19.50	116.5	103	110.5	121.5	112.875	7.973	
21	20.00	107	111	106	109	108.250	2.217	
22	20.10	119.5	109	110	104.5	110.750	6.305	
23	20.20	117.5	118	107.5	109	113.000	5.523	
24	20.30	102	104	113	126	111.250	10.935	
25	20.40	109.5	119.5	114	119.5	115.625	4.837	
26	20.50	128	117.5	111	125	120.375	7.653	
27	21.00	119.5	123.5	111.5	122	119.125	5.344	

ตารางที่ ค-7 จำนวนสาเหตุรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork **ขั้นตอน** การปิดผนึกแบบสูญญากาศ

วันที่ 14 มกราคม 2559 ผู้บันทึก สุนิษา ระงับชิด

ครั้งที่	จำนวนหน่วยตัวอย่าง	สาเหตุของรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ
		ชิ้นเนื้อใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร	ปิดผนึกเอียง	ปิดผนึกทับซอส	ปิดผนึกปากถุงพับ	ปิดผนึกเกินมาตรฐาน	เลขล็อตไม่ชัดเจน	
1	50	0	3	1	0	0	0	4
2	50	1	0	1	0	0	0	2
3	50	0	2	2	0	0	0	4
4	50	1	3	2	0	0	0	6
5	50	0	1	2	0	0	0	3
6	50	0	0	2	0	0	0	2
7	50	0	0	2	0	0	0	2
8	50	0	1	3	0	0	0	4
9	50	0	1	2	0	0	0	3
10	50	0	0	1	0	0	0	1
11	50	0	3	2	0	0	0	5
12	50	0	0	2	1	0	0	3
13	50	0	0	3	0	0	0	3
14	50	0	0	2	0	0	0	2
15	50	0	0	0	0	0	0	0
16	50	0	2	0	0	0	0	2
17	50	0	2	0	0	0	0	2
18	50	0	1	0	0	0	0	1
19	50	0	0	0	0	0	0	0
20	50	0	2	0	0	0	0	2
21	50	0	0	2	0	0	0	2
22	50	0	1	2	0	0	0	3
23	50	0	1	1	0	0	0	2
24	50	0	1	2	0	0	0	3
รวม	1200	2	24	34	1	0	0	61

ตารางที่ ค-8 จำนวนสาเหตุรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork **ขั้นตอน** การแช่แข็ง

วันที่ 14 มกราคม 2559 ผู้บันทึก เตชพัฒน์ ทองเกตุแก้ว

ครั้งที่	จำนวนหน่วยตัวอย่าง	สาเหตุของรอยตำหนิ						หมายเหตุ
		ถุงยับ	หมูติดรอยปิดผนึก	ปิดผนึกเลอะซอส	ผลิตภัณฑ์ไม่ได้อุณหภูมิ	ไขมันลอยขึ้นด้านหน้าผลิตภัณฑ์	เลขล็อตไม่ชัดเจน	
1	50	0	0	9	1	0	0	
2	50	0	0	10	3	0	0	
3	50	0	0	13	3	0	0	
4	50	0	0	14	13	0	0	ตู้แช่แข็งชำรุด
5	50	0	0	14	24	0	0	ตู้แช่แข็งชำรุด
6	50	0	0	11	17	0	0	ตู้แช่แข็งชำรุด
7	50	0	0	12	7	0	0	
8	50	0	0	12	1	0	0	
9	50	0	0	11	2	0	0	
10	50	0	0	6	0	0	0	
11	50	0	0	16	0	0	0	
12	50	0	0	16	0	0	0	
13	50	0	0	9	0	0	0	
14	50	0	0	12	0	0	0	
15	50	0	0	10	2	0	1	
16	50	0	0	12	0	0	0	
17	50	0	0	9	0	0	0	
18	50	0	0	6	0	0	0	
19	50	0	0	6	0	0	0	
20	50	0	0	10	0	0	0	
21	50	0	0	13	0	0	0	
22	50	0	0	8	0	0	0	
23	50	0	0	10	0	0	0	
24	50	0	0	6	0	0	0	
รวม	1200	0	0	255	73	0	1	

ตารางที่ ค-9 น้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์ (กรัม) **ขั้นตอน** การสไลด์

วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559 ผู้บันทึก เจษฎา สุวรรณพิทักษ์

Spec (min,max) 18-23 กรัม

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	09.00	19	22	21	23	21.250	1.708	
2	09.10	20	21	21	22	21.000	0.816	
3	09.20	19	20	20	20	19.750	0.500	
4	09.30	17	19	19	22	19.250	2.062	
5	09.40	18	19	20	21	19.500	1.291	
6	09.50	19	21	20	19	19.750	0.957	
7	10.00	17	17	18	17	17.250	0.500	
8	10.10	18	21	20	23	20.500	2.082	
9	10.20	19	20	22	21	20.500	1.291	
10	10.30	20	21	21	21	20.750	0.500	
11	10.40	18	20	21	20	19.750	1.258	
12	10.50	19	17	19	21	19.000	1.633	
13	10.00	20	21	21	23	21.250	1.258	
14	11.10	20	21	19	22	20.500	1.291	
15	11.20	20	22	21	22	21.250	0.957	
16	11.30	19	22	23	23	21.750	1.893	
17	11.40	17	21	21	20	19.750	1.893	
18	11.50	20	22	20	21	20.750	0.957	
19	12.00	18	21	22	20	20.250	1.708	
20	12.10	20	20	21	22	20.750	0.957	
21	12.20	17	20	19	21	19.250	1.708	
22	12.30	18	19	21	20	19.500	1.291	
23	12.40	19	22	20	20	20.250	1.258	
24	12.50	20	21	22	22	21.250	0.957	
25	13.00	20	21	20	20	20.250	0.500	
26	13.10	17	21	21	20	19.750	1.893	
27	13.20	18	21	20	20	19.750	1.258	

ตารางที่ ค-10 น้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง (กรัม) **ขั้นตอน** การบรรจุใส่ถุง

วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559 ผู้บันทึก ขนิษฐา ศรีอุไร

Spec (min,max) 80-100 กรัม

.ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.20	100	98	96	97	97.750	1.708	
2	16.30	95	99	100	93	96.750	3.304	
3	16.40	94	99	99	96	97.000	2.449	
4	16.50	90	85	84	88	86.750	2.754	
5	17.00	88	94	87	95	91.000	4.082	
6	17.10	84	86	91	85	86.500	3.109	
7	17.20	90	86	94	84	88.500	4.435	
8	17.30	84	87	96	86	88.250	5.315	
9	17.40	87	84	95	85	87.750	4.992	
10	17.50	87	90	83	87	86.750	2.872	
11	18.00	100	90	87	89	91.500	5.802	
12	18.10	89	87	97	95	92.000	4.761	
13	18.20	90	89	88	90	89.250	0.957	
14	18.30	99	93	97	94	95.750	2.754	
15	18.40	89	101	92	97	94.750	5.315	
16	18.50	93	95	91	94	93.250	1.708	
17	19.00	93	104	102	95	98.500	5.323	
18	19.10	85	82	94	95	89.000	6.481	
19	19.20	83	83	93	86	86.250	4.717	
20	19.30	90	95	88	91	91.000	2.944	
21	19.40	89	93	99	98	94.750	4.646	
22	19.50	86	90	92	91	89.750	2.630	
23	20.00	95	86	94	95	92.500	4.359	
24	20.10	94	92	100	89	93.750	4.646	
25	20.20	92	89	95	95	92.750	2.872	
26	20.30	90	92	85	90	89.250	2.986	
27	20.40	93	101	95	99	97.000	3.651	

ตารางที่ ค-11 น้ำหนักน้ำซอส (กรัม) **ขั้นตอน** การบรรจุน้ำซอส

วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559 ผู้บันทึก เตชพัฒน์ ทองเกตุแก้ว

Spec (min,max) 20-25 กรัม

เครื่องบรรจุน้ำซอส ☒ เครื่องที่ 1 ☐ เครื่องที่ 2 ☐ เครื่องที่ 3

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.30	22	22	21	25	22.500	1.732	
2	16.40	21	24	24	22	22.750	1.500	
3	16.50	21	21	22	22	21.500	0.577	
4	17.00	21	22	21	22	21.500	0.577	
5	17.10	21	22	24	23	22.500	1.291	
6	17.20	23	23	23	22	22.750	0.500	
7	17.30	20	20	22	21	20.750	0.957	
8	17.40	19	20	21	20	20.000	0.816	
9	17.50	21	20	21	23	21.250	1.258	
10	18.00	20	22	20	22	21.000	1.155	
11	18.10	23	21	22	21	21.750	0.957	
12	18.20	23	24	22	23	23.000	0.816	
13	18.30	23	22	23	21	22.250	0.957	
14	18.40	25	26	24	25	25.000	0.816	
15	18.50	25	24	24	24	24.250	0.500	
16	19.00	25	25	24	26	25.000	0.816	
17	19.10	24	25	25	23	24.250	0.957	
18	19.20	25	26	25	25	25.250	0.500	
19	19.30	24	24	25	25	24.500	0.577	
20	19.40	25	24	24	25	24.500	0.577	
21	19.50	25	26	25	24	25.000	0.816	
22	20.00	22	25	24	25	24.000	1.414	
23	20.10	24	21	24	23	23.000	1.414	
24	20.20	25	24	24	23	24.000	0.816	
25	20.30	24	24	25	25	24.500	0.577	
26	20.40	25	24	24	25	24.500	0.577	
27	20.50	23	22	22	24	22.750	0.957	

ตารางที่ ค-12 น้ำหนักน้ำซอส (กรัม) **ขั้นตอน** การบรรจุน้ำซอส

วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559 ผู้บันทึก สุนิษา ระงับชิด

Spec (min,max) 20-25 กรัม

เครื่องบรรจุน้ำซอส ☐ เครื่องที่ 1 ☒ เครื่องที่ 2 ☐ เครื่องที่ 3

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.30	20	20	21	19	20.000	0.816	
2	16.40	21	21	21	20	20.750	0.500	
3	16.50	20	22	22	17	20.250	2.363	
4	17.00	20	22	20	18	20.000	1.633	
5	17.10	20	19	21	20	20.000	0.816	
6	17.20	21	23	22	19	21.250	1.708	
7	17.30	22	22	22	21	21.750	0.500	
8	17.40	21	21	22	22	21.500	0.577	
9	17.50	23	26	24	20	23.250	2.500	
10	18.00	21	19	23	23	21.500	1.915	
11	18.10	22	22	20	22	21.500	1.000	
12	18.20	23	22	23	22	22.500	0.577	
13	18.30	22	25	25	24	24.000	1.414	
14	18.40	26	28	25	24	25.750	1.708	
15	18.50	30	24	24	24	25.500	3.000	
16	19.00	24	22	22	21	22.250	1.258	
17	19.10	24	23	24	23	23.500	0.577	
18	19.20	23	25	24	24	24.000	0.816	
19	19.30	25	23	23	24	23.750	0.957	
20	19.40	25	22	23	24	23.500	1.291	
21	19.50	24	24	24	23	23.750	0.500	
22	20.00	24	22	24	25	23.750	1.258	
23	20.10	24	23	25	24	24.000	0.816	
24	20.20	23	22	24	23	23.000	0.816	
25	20.30	22	23	22	24	22.750	0.957	
26	20.40	24	24	24	24	24.000	0.000	
27	20.50	23	22	22	22	22.250	0.500	

ตารางที่ ค-13 น้ำหนักน้ำซอส (กรัม) **ขั้นตอน** การบรรจุน้ำซอส

วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559 ผู้บันทึก เจษฎา สุวรรณพิทักษ์

Spec (min,max) 20-25 กรัม

เครื่องบรรจุน้ำซอส ☐ เครื่องที่ 1 ☐ เครื่องที่ 2 ☑ เครื่องที่ 3

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.30	21	22	20	21	21.000	0.577	
2	16.40	22	22	23	21	21.500	0.816	
3	16.50	22	23	22	22	22.250	0.816	
4	17.00	21	22	21	23	20.250	0.816	
5	17.10	23	23	23	25	23.500	1.000	
6	17.20	23	25	24	25	24.250	0.957	
7	17.30	24	25	25	23	24.250	0.957	
8	17.40	25	23	22	24	23.500	1.291	
9	17.50	25	24	26	25	25.000	0.816	
10	18.00	25	26	24	26	25.250	0.957	
11	18.10	25	26	24	25	26.000	0.816	
12	18.20	25	24	25	26	25.000	0.816	
13	18.30	26	26	25	25	25.500	0.577	
14	18.40	24	25	23	25	24.250	0.957	
15	18.50	24	26	25	25	25.000	0.816	
16	19.00	26	25	24	25	25.000	0.816	
17	19.10	25	25	26	25	25.250	0.500	
18	19.20	25	25	26	23	25.375	0.577	
19	19.30	25	25	26	26	25.500	0.577	
20	19.40	25	23	24	26	25.250	0.577	
21	19.50	25	25	24	26	25.000	0.816	
22	20.00	25	26	26	25	25.500	0.577	
23	20.10	25	24	22	25	24.625	0.816	
24	20.20	25	23	24	24	24.625	0.957	
25	20.30	25	23	25	26	25.000	0.816	
26	20.40	25	23	24	25	24.250	0.957	
27	20.50	25	25	26	26	25.500	0.577	

ตารางที่ ค-14 น้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์รวมน้ำซอส (กรัม) **ขั้นตอน**การบรรจุน้ำซอส (4 ชิ้น/ถุง)

วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559 ผู้บันทึก ขนิษฐา ศรีอุไร

Spec (min,max) 100-125 กรัม

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.40	130	126	126	121	125.750	3.686	
2	16.50	118	124	127	122	122.750	3.775	
3	17.00	120	120	125	129	123.500	4.359	
4	17.10	110	115	110	110	111.250	2.500	
5	17.20	115	111	110	115	112.750	2.630	
6	17.30	124	114	115	120	118.250	4.646	
7	17.40	112	107	119	111	112.250	4.992	
8	17.50	113	109	112	107	110.000	2.754	
9	18.00	114	111	117	113	113.750	2.500	
10	18.10	107	109	105	109	107.500	1.915	
11	18.20	124	117	110	120	117.750	5.909	
12	18.30	114	119	126	120	119.750	4.924	
13	18.40	99	112	110	109	107.500	5.802	
14	18.50	130	124	120	118	123.000	5.292	
15	19.00	114	128	117	125	121.000	6.583	
16	19.10	110	115	108	114	111.750	3.304	
17	19.20	121	129	131	117	124.500	6.608	
18	19.30	113	116	123	125	119.250	5.679	
19	19.40	108	106	118	110	110.500	5.260	
20	19.50	113	125	115	117	117.500	5.260	
21	20.00	118	121	127	125	122.750	4.031	
22	20.10	111	116	116	115	114.500	2.380	
23	20.20	122	117	114	121	118.500	3.697	
24	20.30	122	122	127	120	120.500	2.986	
25	20.40	108	111	116	119	113.500	4.933	
26	20.50	115	121	105	117	114.500	6.807	
27	21.00	115	126	117	120	119.750	4.796	

ตารางที่ ค-15 จำนวนสาเหตุรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork **ขั้นตอน** การปิดผนึกแบบสูญญากาศ

วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559 ผู้บันทึก สุนิษา ระงับชิด

ครั้งที่	จำนวนหน่วยตัวอย่าง	สาเหตุของรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ
		ชิ้นเนื้อใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร	ปิดผนึกเอียง	ปิดผนึกทับซอส	ปิดผนึกปากถุงพับ	ปิดผนึกเกินมาตรฐาน	เลขล็อตไม่ชัด	
1	50	0	0	4	0	0	0	4
2	50	0	0	1	0	0	0	1
3	50	0	3	2	0	0	0	5
4	50	0	1	0	0	0	0	1
5	50	0	0	1	0	0	0	1
6	50	0	1	1	0	0	0	2
7	50	0	0	2	0	0	0	2
8	50	1	1	2	0	0	0	4
9	50	0	2	3	0	0	0	5
10	50	0	0	1	0	0	0	1
11	50	0	0	0	0	0	0	0
12	50	0	1	2	0	0	0	3
13	50	0	1	0	0	0	0	1
14	50	0	0	3	0	0	0	3
15	50	0	0	1	0	0	0	1
16	50	0	0	2	0	0	0	2
17	50	0	0	1	0	0	0	1
18	50	0	0	1	0	0	0	1
19	50	0	1	1	0	0	0	2
20	50	0	0	0	0	0	0	0
21	50	0	0	5	0	0	0	5
22	50	0	0	1	0	0	0	1
23	50	0	1	0	0	0	0	1
24	50	0	1	1	0	0	0	2
รวม	1200	1	13	35	0	0	0	49

ตารางที่ ค-16 จำนวนสาเหตุรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork **ขั้นตอน** การแช่แข็ง

วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2559 ผู้บันทึก เตชพัฒน์ ทองเกตุแก้ว

ครั้งที่	จำนวนหน่วยตัวอย่าง	สาเหตุของรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ
		ถุงยับ	หมูติดรอยปิดผนึก	ปิดผนึกเลอะซอส	ผลิตภัณฑ์ไม่ได้อุณหภูมิ	ไขมันลอยขึ้นด้านหน้าผลิตภัณฑ์	เลขล็อตไม่ชัดเจน	
1	50	0	0	6	0	0	0	6
2	50	0	0	2	0	0	1	3
3	50	0	0	2	0	0	0	2
4	50	0	0	1	0	0	0	1
5	50	0	0	4	0	0	1	5
6	50	0	0	1	0	0	0	1
7	50	0	0	1	0	0	0	1
8	50	0	0	1	0	0	0	1
9	50	0	0	1	0	0	0	1
10	50	0	0	4	0	0	0	4
11	50	0	0	4	0	0	0	4
12	50	0	0	2	0	0	1	3
13	50	0	0	2	0	0	0	2
14	50	0	0	2	0	0	0	2
15	50	0	0	3	0	0	0	3
16	50	0	0	0	0	0	0	0
17	50	0	0	3	0	0	0	3
18	50	0	0	1	0	0	0	1
19	50	0	0	0	0	0	0	0
20	50	0	0	2	0	0	0	2
21	50	0	0	0	0	0	0	0
22	50	0	0	1	0	0	0	1
23	50	0	0	5	0	0	0	5
24	50	0	0	2	0	0	0	2
รวม	1200	0	0	50	0	0	3	53

ตารางที่ ค-17 น้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์ (กรัม) **ขั้นตอน** การสไลด์

วันที่ 15 มีนาคม 2559 ผู้บันทึก เจษฎา สุวรรณพิทักษ์

Spec (min,max) 18-23 กรัม

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	09.00	19	18	19	19	18.750	0.500	
2	09.10	19	18	20	19	19.000	0.816	
3	09.20	18	18	19	18	18.250	0.500	
4	09.30	19	18	20	18	18.750	0.957	
5	09.40	18	18	19	20	18.750	0.957	
6	09.50	19	19	20	20	19.500	0.577	
7	10.00	18	18	19	18	18.250	0.500	
8	10.10	18	19	20	19	19.000	0.816	
9	10.20	18	18	20	19	18.750	0.957	
10	10.30	20	19	20	20	19.750	0.500	
11	10.40	18	18	19	20	18.750	0.957	
12	10.50	18	18	19	20	18.250	0.957	
13	10.00	18	20	21	21	20.000	1.414	
14	11.10	18	18	20	20	19.000	1.155	
15	11.20	19	18	20	20	19.250	0.957	
16	11.30	18	18	20	20	19.000	1.155	
17	11.40	18	19	19	20	18.500	1.000	
18	11.50	20	19	19	20	19.500	0.577	
19	12.00	18	20	18	19	18.250	0.957	
20	12.10	20	20	21	20	20.250	0.500	
21	12.20	18	18	21	20	18.500	1.732	
22	12.30	18	19	19	20	19.000	0.816	
23	12.40	18	19	19	19	18.750	0.500	
24	12.50	20	19	19	20	19.500	0.577	
25	13.00	18	19	19	21	18.750	1.258	
26	13.10	19	18	18	18	18.250	0.500	
27	13.20	18	19	20	19	19.000	0.816	

ตารางที่ ค-18 น้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์หลังย่าง (กรัม) **ขั้นตอน** การบรรจุใส่ถุง

วันที่ 15 มีนาคม 2559 ผู้บันทึก ขนิษฐา ศรีอุไร

Spec (min,max) 80-100 กรัม

.ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.20	92	92	95	93	93.000	1.414	
2	16.30	86	93	95	88	90.500	4.203	
3	16.40	84	90	87	91	88.000	3.162	
4	16.50	88	92	97	91	92.000	3.742	
5	17.00	95	93	82	90	90.000	5.715	
6	17.10	95	97	85	94	92.750	5.315	
7	17.20	96	94	83	87	90.000	6.055	
8	17.30	95	97	86	84	90.500	6.455	
9	17.40	93	90	92	91	91.500	1.291	
10	17.50	96	86	98	94	93.500	5.260	
11	18.00	93	90	87	89	89.750	2.500	
12	18.10	90	90	95	93	92.000	2.449	
13	18.20	95	98	90	93	94.000	3.367	
14	18.30	94	96	95	88	93.250	3.594	
15	18.40	87	82	98	95	90.750	4.349	
16	18.50	92	87	84	85	87.000	3.559	
17	19.00	95	96	93	92	94.000	1.826	
18	19.10	94	96	93	95	94.500	1.291	
19	19.20	97	90	96	95	94.500	3.109	
20	19.30	95	94	97	94	95.000	1.414	
21	19.40	89	93	95	94	92.750	2.630	
22	19.50	93	92	95	94	93.500	1.291	
23	20.00	92	89	94	95	92.500	2.646	
24	20.10	94	92	90	91	91.750	1.708	
25	20.20	94	94	97	92	94.250	2.062	
26	20.30	89	96	90	95	92.500	3.512	
27	20.40	95	94	97	92	94.500	2.082	

ตารางที่ ค-19 น้ำหนักน้ำซอส (กรัม) **ขั้นตอน** การบรรจุน้ำซอส

วันที่ 15 มีนาคม 2559 ผู้บันทึก เตชพัฒน์ ทองเกตุแก้ว

Spec (min,max) 20-25 กรัม

เครื่องบรรจุน้ำซอส ☒ เครื่องที่ 1 ☐ เครื่องที่ 2 ☐ เครื่องที่ 3

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.30	24	24	23	23	23.500	0.577	
2	16.40	26	27	26	25	27.500	1.000	
3	16.50	21	23	22	22	22.000	2.160	
4	17.00	22	21	24	21	22.000	2.160	
5	17.10	25	24	22	25	24.000	1.414	
6	17.20	22	24	24	23	23.250	0.957	
7	17.30	24	23	22	21	22.500	1.291	
8	17.40	24	23	22	23	23.000	0.816	
9	17.50	22	21	20	22	21.250	0.957	
10	18.00	25	26	26	26	25.750	0.500	
11	18.10	24	23	25	25	24.250	0.957	
12	18.20	25	27	26	25	25.750	0.957	
13	18.30	23	22	21	23	22.250	1.708	
14	18.40	24	25	24	25	24.500	0.577	
15	18.50	22	21	23	23	22.250	1.893	
16	19.00	25	22	23	24	23.750	1.500	
17	19.10	22	23	23	23	22.750	0.500	
18	19.20	25	21	25	22	23.250	2.062	
19	19.30	20	21	22	19	20.500	1.291	
20	19.40	20	21	22	19	20.500	1.291	
21	19.50	22	19	21	20	20.500	1.291	
22	20.00	25	27	26	26	26.000	0.816	
23	20.10	26	24	25	26	25.250	0.957	
24	20.20	22	22	22	24	22.500	1.000	
25	20.30	20	20	20	21	20.250	0.500	
26	20.40	22	25	23	21	22.750	1.708	
27	20.50	22	20	20	20	20.500	1.000	

ตารางที่ ค-20 น้ำหนักน้ำซอส (กรัม) **ขั้นตอน** การบรรจุน้ำซอส

วันที่ 15 มีนาคม 2559 ผู้บันทึก สุนิษา ระงับชิด

Spec (min,max) 20-25 กรัม

เครื่องบรรจุน้ำซอส ☐ เครื่องที่ 1 ☒ เครื่องที่ 2 ☐ เครื่องที่ 3

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.30	22	23	22	22	22.250	0.500	
2	16.40	22	21	22	20	21.250	0.957	
3	16.50	21	22	19	20	20.500	1.291	
4	17.00	21	22	22	20	21.250	0.957	
5	17.10	22	21	21	21	21.250	0.500	
6	17.20	20	20	20	20	20.000	0.000	
7	17.30	20	19	21	20	20.000	0.816	
8	17.40	22	21	22	23	22.000	0.816	
9	17.50	22	23	23	21	22.250	0.957	
10	18.00	20	19	20	21	20.000	0.816	
11	18.10	20	22	21	20	20.750	0.957	
12	18.20	21	23	21	20	21.250	1.258	
13	18.30	19	21	20	19	19.750	0.957	
14	18.40	20	22	23	20	21.250	1.500	
15	18.50	23	22	21	20	21.500	1.291	
16	19.00	22	22	21	24	22.250	1.258	
17	19.10	25	25	24	24	24.500	0.577	
18	19.20	24	21	24	24	23.250	1.500	
19	19.30	23	24	25	23	23.750	0.957	
20	19.40	23	21	24	23	22.750	1.258	
21	19.50	23	23	23	23	23.000	0.000	
22	20.00	26	24	24	24	24.500	1.000	
23	20.10	23	25	25	24	24.250	0.957	
24	20.20	24	23	22	24	23.250	0.957	
25	20.30	23	23	23	24	23.250	0.500	
26	20.40	25	23	24	24	24.000	0.816	
27	20.50	24	23	22	24	23.250	0.957	

ตารางที่ ค-21 น้ำหนักน้ำซอส (กรัม) **ขั้นตอน** การบรรจุน้ำซอส

วันที่ 15 มีนาคม 2559 ผู้บันทึก เจษฎา สุวรรณพิทักษ์

Spec (min,max) 20-25 กรัม

เครื่องบรรจุน้ำซอส ☐ เครื่องที่ 1 ☐ เครื่องที่ 2 ☑ เครื่องที่ 3

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\bar{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.30	20	20	19	22	20.250	1.258	
2	16.40	20	20	21	20	20.250	0.500	
3	16.50	21	19	20	18	19.500	1.291	
4	17.00	21	19	20	22	20.500	1.291	
5	17.10	20	22	19	22	20.750	1.500	
6	17.20	21	22	23	22	22.000	0.816	
7	17.30	22	22	20	22	21.500	1.000	
8	17.40	21	25	24	22	23.000	1.826	
9	17.50	22	24	21	22	22.250	1.258	
10	18.00	23	24	24	21	23.000	1.414	
11	18.10	24	25	22	21	23.000	1.826	
12	18.20	21	23	21	22	21.750	0.957	
13	18.30	24	23	23	23	23.250	0.500	
14	18.40	22	23	23	22	22.500	0.577	
15	18.50	19	20	21	21	20.250	0.957	
16	19.00	20	22	23	21	21.500	1.291	
17	19.10	28	24	24	25	25.250	1.893	
18	19.20	23	23	23	22	22.750	0.500	
19	19.30	23	22	23	19	21.750	1.893	
20	19.40	22	22	23	22	22.250	0.500	
21	19.50	22	21	21	23	21.750	0.957	
22	20.00	24	22	25	23	23.500	1.291	
23	20.10	22	25	23	22	23.000	1.414	
24	20.20	22	26	23	21	23.000	2.160	
25	20.30	23	22	23	23	22.750	0.500	
26	20.40	24	23	25	23	23.750	0.957	
27	20.50	23	23	21	21	22.000	1.155	

ตารางที่ ค-22 น้ำหนักเนื้อสันนอกติดมันสไลด์รวมน้ำซอส (กรัม) **ขั้นตอน**การบรรจุน้ำซอส (4 ชิ้น/ถุง)

วันที่ 15 มีนาคม 2559 ผู้บันทึก ขนิษฐา ศรีอุไร

Spec (min,max) 100-125 กรัม

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่วัดได้ (กรัม)				$\overline{X}$	S	หมายเหตุ
		X_1	X_2	X_3	X_4			
1	16.40	113	117	123	125	119.500	5.508	
2	16.50	109	110	117	118	113.500	4.655	
3	17.00	107	116	110	120	113.250	5.852	
4	17.10	116	123	125	127	122.750	4.787	
5	17.20	123	119	116	122	119.500	3.162	
6	17.30	125	115	119	122	120.250	4.272	
7	17.40	115	109	102	115	117.250	8.139	
8	17.50	105	112	108	118	122.250	6.481	
9	18.00	116	121	112	108	120.000	5.447	
10	18.10	118	105	111	117	121.500	6.021	
11	18.20	119	119	121	125	120.750	2.828	
12	18.30	125	119	124	118	122.500	3.512	
13	18.40	119	116	115	123	118.250	3.594	
14	18.50	119	123	117	108	119.500	6.344	
15	19.00	118	109	119	115	118.500	4.500	
16	19.10	115	124	117	123	119.750	4.425	
17	19.20	121	107	113	123	119.250	7.394	
18	19.30	118	123	115	107	119.000	6.702	
19	19.40	122	114	118	117	117.750	3.304	
20	19.50	123	114	119	113	117.250	4.646	
21	20.00	103	118	113	123	124.000	8.539	
22	20.10	117	114	125	113	119.000	5.439	
23	20.20	114	108	116	119	114.250	4.646	
24	20.30	120	121	123	119	120.500	1.708	
25	20.40	103	105	102	115	121.000	5.965	
26	20.50	120	111	114	125	122.750	6.245	
27	21.00	99	116	119	115	117.500	8.995	

ตารางที่ ค-23 จำนวนสาเหตุรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork **ขั้นตอน** การปิดผนึกแบบสูญญากาศ

วันที่ 15 มีนาคม 2559 ผู้บันทึก สุนิษา ระงับชิด

ครั้งที่	จำนวนหน่วยตัวอย่าง	สาเหตุของรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ
		ชิ้นเนื้อใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร	ปิดผนึกเอียง	ปิดผนึกทับซอส	ปิดผนึกปากถุงพับ	ปิดผนึกเกินมาตรฐาน	เลขล็อตไม่ชัด	
1	50	0	0	0	0	0	0	0
2	50	0	0	1	0	0	0	1
3	50	0	0	1	0	0	0	1
4	50	0	0	0	0	0	0	0
5	50	0	0	1	0	0	0	1
6	50	0	1	0	0	0	0	1
7	50	0	0	1	0	0	0	1
8	50	0	1	1	0	0	0	2
9	50	0	0	3	0	0	0	3
10	50	0	0	0	0	0	0	0
11	50	0	1	1	0	0	0	2
12	50	0	0	1	0	0	0	1
13	50	0	0	1	0	0	0	1
14	50	0	0	2	0	0	0	2
15	50	0	0	2	0	0	0	2
16	50	0	0	2	0	0	0	2
17	50	0	0	2	0	0	0	2
18	50	0	0	0	0	0	0	0
19	50	0	0	2	0	0	0	2
20	50	0	0	1	0	0	0	1
21	50	0	1	1	0	0	0	2
22	50	0	0	0	0	0	0	0
23	50	0	0	1	0	0	0	1
24	50	0	0	0	0	0	0	0
รวม	1200	0	4	24	0	0	0	28

ตารางที่ ค-24 จำนวนสาเหตุรอยตำหนิของผลิตภัณฑ์ Ginger Pork **ขั้นตอน** การแช่แข็ง

วันที่ 15 มีนาคม 2559 ผู้บันทึก เตชพัฒน์ ทองเกตุแก้ว

ครั้งที่	จำนวนหน่วยตัวอย่าง	สาเหตุของรอยตำหนิ						จำนวนรอยตำหนิ
		ถุงยับ	หมูติดรอยปิดผนึก	ปิดผนึกเลอะซอส	ผลิตภัณฑ์ไม่ได้อุณหภูมิ	ไขมันลอยขึ้นด้านหน้าผลิตภัณฑ์	เลขล็อตไม่ชัดเจน	
1	50	0	0	5	0	0	0	5
2	50	0	0	4	0	0	0	4
3	50	0	0	0	0	0	0	0
4	50	0	0	0	0	0	1	1
5	50	0	0	0	0	0	0	0
6	50	0	0	0	0	0	0	0
7	50	0	0	2	0	0	0	2
8	50	0	0	0	0	0	0	0
9	50	0	0	0	0	0	0	0
10	50	0	0	4	0	0	0	4
11	50	0	0	3	0	0	0	3
12	50	0	0	3	0	0	0	3
13	50	0	0	1	0	0	0	1
14	50	0	0	0	0	0	1	1
15	50	0	0	1	0	0	1	2
16	50	0	0	1	0	0	0	1
17	50	0	0	2	0	0	0	2
18	50	0	0	0	0	0	0	0
19	50	0	0	0	0	0	0	0
20	50	0	0	1	0	0	0	1
21	50	0	0	3	0	0	0	3
22	50	0	0	2	0	0	0	2
23	50	0	0	0	0	0	1	1
24	50	0	0	2	0	0	0	2
รวม	1200	0	0	34	0	0	4	38

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างการคำนวณ

ตัวอย่างที่ 1 การคำนวณค่าแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ขั้นตอนการบรรจุสินค้า กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง LSL = 80 กรัมต่อถุง และ ขีดจำกัดข้อกำหนดบน USL = 100 กรัมต่อถุงในหัวข้อ 4.3.1

$$\bar{\bar{X}} = \frac{92.875 + 96.375 + ... + 93.750}{27} = 92.9074$$

$$\bar{S} = \frac{5.234 + 4.423 + ... + 4.031}{27} = 3.745$$

1. การคำนวณหาขีดจำกัดของแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ย

- ขีดจำกัดควบคุมบน

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{S}$$

เมื่อ $A_3 = 1.628$ สามารถเปิดจากตารางที่ 2 ในภาคผนวก ก ที่ $n = 4$

$$= 92.9074 + 1.628\ (3.745)$$
$$= 99.004$$

- เส้นกึ่งกลาง

$$CL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}}$$
$$= 92.9074$$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{S}$$
$$= 92.9074 - 1.628\ (3.745)$$
$$= 86.811$$

2. การคำนวณหาขีดจำกัดของแผนภูมิควบคุมค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ขีดจำกัดควบคุมบน

$$UCL_S = B_4\bar{S}$$

เมื่อ $B_4 = 2.266$ สามารถเปิดจากตารางที่ 2 ในภาคผนวก ก ที่ $n = 4$

$$= 2.266\ (3.745)$$
$$= 8.486$$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง

$$LCL_S = B_3\bar{S}$$

เมื่อ $B_3 = 0$ สามารถเปิดจากตารางที่ 2 ในภาคผนวก ก ที่ $n = 4$

$$= 0\ (3.745)$$
$$= 0$$

- เส้นกึ่งกลาง

$$CL_S = \bar{S}$$
$$= 3.745$$

ตัวอย่างที่ 2 การคำนวณค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$ ค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$ คำนวณหาร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

ขั้นตอนการบรรจุน้ำซอส น้ำหนักน้ำซอสของเครื่องบรรจุน้ำซอสเครื่องที่ 1 กำหนดขีดจำกัดข้อกำหนดล่าง LSL = 20 กรัมต่อถุง และขีดจำกัดข้อกำหนดบน USL = 25 กรัมต่อถุง ในหัวข้อ 4.4.1.1

$$\overline{\overline{X}} = \frac{24+22.5+...+21.5}{27} = 22.778$$

$$\overline{S} = \frac{1.155+1.732+...1.732}{27} = 1.325$$

1. การคำนวณค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะสั้น $\left(C_{pk}\right)$

$$C_{pk} = \text{Min}\,(C_{PU}, C_{PL})$$

เมื่อ $C_{PU} = \dfrac{USL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}_{within}}$ และ $C_{PL} = \dfrac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}_{within}}$

โดยที่ $\hat{\sigma}_{within} = \dfrac{\overline{S}}{C_4}$

เมื่อ $C_4 = 0.9213$ สามารถเปิดจากตารางที่ 2 ในภาคผนวก ก ที่ $n = 4$

- $C_{PU} = \dfrac{25 - 22.778}{3\left(\dfrac{1.325}{0.9213}\right)} = 0.515$

- $C_{PL} = \dfrac{22.778 - 20}{3\left(\dfrac{1.325}{0.9213}\right)} = 0.644$

$$C_{pk} = \text{Min}\,(0.515\ ,\ 0.644)$$

$$C_{pk} = 0.515$$

การคำนวณค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

$$\begin{aligned}
\text{สัดส่วนของเสีย} &= 1 - P\left(Z_L \le \overline{X} \le Z_U\right) \\
&= 1 - \left\{P\left(Z \le Z_U\right) - P\left(Z \le Z_L\right)\right\} \\
&= 1 - \left\{P\left(Z \le \frac{USL - \overline{\overline{X}}}{\hat{\sigma}_{within}}\right) - P\left(Z \le \frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{\hat{\sigma}_{within}}\right)\right\} \\
&= 1 - \left\{P\left(Z \le \frac{25 - 22/778}{1.4382}\right) - P\left(Z \le \frac{20 - 22/778}{1.4382}\right)\right\} \\
&= 1 - \left\{P\left(Z \le 1.54499\right) - P\left(Z \le -1.93158\right)\right\} \\
&= 1 - \left(0.938825 - 0.026706\right) \\
&= 0.087881
\end{aligned}$$

น้ำหนักน้ำซอสตกนอกเกณฑ์ที่กำหนด

จำนวน 0.087881×100 $= 8.7881$ ชิ้น ใน 100 ชิ้น

หรือ จำนวน $\dfrac{0.087881 \times 1{,}000{,}000}{100} = 87{,}881$ ชิ้น ใน 1,000,000 ชิ้น

หรือ 87,881 ชิ้น (part per million : ppm)

2. การคำนวณค่าดัชนีความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว $\left(P_{pk}\right)$

$$P_{pk} = \mathrm{Min}(P_{PU}, P_{PL})$$

เมื่อ $P_{PU} = \dfrac{USL - \bar{X}}{3\hat{\sigma}_{overall}}$ และ $P_{PL} = \dfrac{\bar{X} - LSL}{3\hat{\sigma}_{overall}}$

โดยที่ $\hat{\sigma}_{overall} = \sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = 2.269$

- $P_{PU} = \dfrac{25-22.778}{3(2.269)}$

$= 0.326$

- $P_{PL} = \dfrac{22.778 - 20}{3(2.269)}$

$= 0.408$

$P_{pk} = \mathrm{Min}(0.326 , 0.408)$

$= 0.326$

การคำนวณค่าร้อยละของข้อมูลที่ตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

$$\begin{aligned}
\text{สัดส่วนของเสีย} &= 1 - P\left(Z_L \le \bar{X} \le Z_U\right) \\
&= 1 - \left\{P\left(Z \le Z_U\right) - P\left(Z \le Z_L\right)\right\} \\
&= 1 - \left\{P\left(Z \le \frac{USL - \bar{\bar{X}}}{\hat{\sigma}_{overall}}\right) - P\left(Z \le \frac{\bar{\bar{X}} - LSL}{\hat{\sigma}_{overall}}\right)\right\} \\
&= 1 - \left\{P\left(Z \le \frac{25 - 22.778}{2.269}\right) - P\left(Z \le \frac{22.778 - 20}{2.269}\right)\right\} \\
&= 1 - \left\{P\left(Z \le 0.979286\right) - P\left(Z \le -1.22\right)\right\} \\
&= 1 - \left(0.836281 - 0.110414\right) \\
&= 0.274133
\end{aligned}$$

น้ำหนักน้ำซอสตกนอกขอบเขตของเกณฑ์ที่กำหนด

จำนวน 0.274133×100 $= 27.4133$ ชิ้น ใน 100 ชิ้น

หรือ จำนวน $\dfrac{27.4133 \times 1{,}000{,}000}{100} = 274{,}133$ ชิ้น ใน 1,000,000 ชิ้น

หรือ จำนวน 27,4133 ชิ้น (part per million : ppm)

ตัวอย่างที่ 3 การคำนวณค่าแผนภูมิควบคุมจำนวนรอยตำหนิต่อหน่วย

ขั้นตอนการปิดผนึกแบบสูญญากาศ

$$\sum_{i=1}^{k} C_i = 61 \quad \sum_{i=1}^{k} n_i = 1200 \quad n_i = 50$$

เมื่อ $$\bar{U} = \frac{\sum_{i=1}^{k} C_i}{\sum_{i=1}^{k} n_i} = \frac{61}{1200} = 0.0508$$

- ขีดจำกัดควบคุมบน

$$UCL_U = \bar{U} + 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}}$$

$$= 0.0508 + 3\sqrt{\frac{0.0508}{50}}$$

$$= 0.146$$

- ขีดจำกัดควบคุมล่าง

$$LCL_U = \bar{U} - 3\sqrt{\frac{\bar{U}}{n_i}}$$

$$= 0.0508 - 3\sqrt{\frac{0.0508}{50}}$$

$$= -0.04 \approx 0$$