รายงานสหกิจศึกษา

ความสัมพันธ์ระหว่าง Conductivity Test และ Ink Test

&

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

(ความหนืดของโยเกิร์ตดัชชี่)

เสนอ

บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด

(DUTCH MILL COMPANY LIMITED)

โดย

นายธีรยุทธ กทิศาสตร์ รหัส B4253020

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ

ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2546

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานสหกิจศึกษา

ความสัมพันธ์ระหว่าง Conductivity Test และ Ink Test

เสนอ

บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด

(DUTCH MILL COMPANY LIMITED)

โดย

นายธีรยุทธ กทิศาสตร์ รหัส B4253020

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ

ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2546

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

งานที่ได้รับมอบหมาย

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Conductivity Test และ Ink Test
2. การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (พารามิเตอร์ คือ ความหนืดโยเกิร์ต)

Job Supervisor

นายสราญพัฒน์ พงษ์เพียรกิจ

แผนกควบคุมคุณภาพ (QSM) ฝ่ายการผลิต (MFG)

ตำแหน่ง Supervisor

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติบริษัท ดัชมิลล์ จำกัด

บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด เดิมจดทะเบียนก่อตั้งเมื่อวันที่ 27 มกราคม 2527 ในนามบริษัท โปรฟู้ด จำกัด เพื่อประกอบกิจการโรงงานผลิตโยเกิร์ต และนมเปรี้ยวพร้อมดื่มภายใต้ชื่อผลิตภัณฑ์ ดัชมิลล์ (DUTCH MILL) โดยเริ่มจากอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่หมู่บ้านสหกรณ์คลองกุ่ม กรุงเทพมหานคร สินค้าตัวแรกที่ทำการผลิต คือ โยเกิร์ตชนิดเข้มข้น (SET YOGHURT) ซึ่งมี 4 รส คือ ส้ม สตรอเบอร์รี่ สับปะรด และรสธรรมชาติ ทำการทดลองวางตลาด โดยวางจำหน่ายในซูปเปอร์มาร์เก็ตบนถนนสุขุมวิท และเพชรบุรีตัดใหม่ ซึ่งภายในระยะเวลาเพียง 3 เดือนก็ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในหมู่ชาวต่างชาติ โดยมีบริษัท โปร์มาร์ท อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด เป็นผู้ดำเนินการด้านการตลาดในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ ซึ่งบริษัทโปร์มาร์ท อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ได้จดทะเบียนก่อตั้งเมื่อเดือนกุมภาพันธ์ 2527

วันที่ 1 มกราคม 2529 ได้ย้ายโรงงานไปที่พุทธมณฑลสาย 8 อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม บนเนื้อที่ประมาณ 12 ไร่ ได้มีการนำเอาเครื่องจักรที่ทันสมัยเข้ามาใช้เพื่อเพิ่มกำลังการผลิต ต่อมาเมื่อวันที่ 2 สิงหาคม 2534 ได้มีการเปลี่ยนแปลงในด้านการบริหาร คือ ได้ทำการเปลี่ยนชื่อบริษัท โปรฟู้ด จำกัด เป็นบริษัท ดัชมิลล์ จำกัด โดยได้รวมบริษัทดัชมิลล์ (ประเทศไทย) จำกัด เข้าเป็นบริษัทเดียวกัน และรวมบริษัท คัสตอมมาร์ท จำกัด กับบริษัท แดรี่ พลัส จำกัด เข้าด้วยกันภายใต้ชื่อบริษัท แดรี่ พลัส จำกัด เมื่อวันที่ 1 เมษายน 2543

ทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตเป็นไปอย่างพิถีพิถัน ตั้งแต่ขั้นตอนการควบคุมภาพของวัตถุดิบให้มีคุณภาพดีที่สุด มาสู่กระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย จนถึงการตรวจสอบคุณภาพทุกขั้นตอนระหว่างการผลิตถึงผลิตภัณฑ์สุดท้ายก่อนถึงมือผู้บริโภค เพื่อให้ได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ดี สะอาดตามหลักโภชนาการ ด้วยปณิธานที่แน่วแน่ ที่ต้องการผลิตสินค้าที่ดี มีคุณภาพสู่ผู้บริโภค ส่งผลให้บริษัทมีอัตราการเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้ต้องเพิ่มกำลังการผลิต มีการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความพึงพอใจของผู้บริโภคภายใต้ผลิตภัณฑ์ชื่อ “ ดัชมิลล์”

ปัจจุบันกลุ่มบริษัท ดัชมิลล์ ประกอบด้วยบริษัทในเครือ 3 บริษัท คือ

1. บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด (DUTCH MILL COMPANY LIMITED)

การดำเนินธุรกิจ : ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารนมทั้งพาสเจอร์ไรส์ และยูเอชที ตลอดจนการจัดจำหน่ายสินค้าพาสเจอร์ไรส์

ที่ตั้งโรงงาน : เลขที่ 137/6 ถนนพุทธมณฑลสาย 8 หมู่ที่ 1 ต. ขุนแก้ว อ.นครชัยศรี จ. นครปฐม 73120

โทรศัพท์ : (034) 232222-4

โทรสาร : (034) 232755

2. บริษัท แดรี่ พลัส จำกัด (DAIRY PLUS COMPANY LIMITED)

การดำเนินธุรกิจ : ผลิตผลิตภัณฑ์อาหารนมยูเอชที และจัดจำหน่าย

ที่ตั้งโรงงาน : เลขที่ 99 ถนนพหลโยธิน กม.203 หมู่ที่ 17 ต.ม่วงหัก อ. พยุหะคีรี จ. นครสวรรค์ 60130

โทรศัพท์ : (056) 316799

โทรสาร : (056) 316799

3. บริษัท โปรมาร์ท อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด (PROMART INTERNATIONAL COMPANY LIMITED)

การดำเนินธุรกิจ : เป็นบริษัทแม่ (Holding company) ของกลุ่มบริษัทดัชมิลล์

ที่ตั้งโรงงาน : เลขที่ 226, 228 อาคารกรุงธนเมืองแก้ว ถนนสิรินธรแขวนบางพลัด กรุงเทพ ฯ 10700

โทรศัพท์ : 8810397-402

โทรสาร : 8810391

ประเภทของสินค้าที่ผลิต

1. นมสดพาสเจอร์ไรส์ ตรา ดัชมิลล์

เป็นนมสดที่ผลิตจากน้ำนมบริสุทธิ์จากแม่โคพันธุ์ดี นำมาผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ได้มาตรฐานจึงมีคุณค่าทางอาหารครบถ้วน ซึ่งนมสดพาสเจอร์ไรส์ ตรา ดัชมิลล์ มี 6 รส คือรสธรรมชาติ รสโกโก้ รสสตรอเบอร์รี่ รสพร่องมันเนยและรสกาแฟ โดยบรรจุขวดขนาด 200, 450,830 และ 2000 ซีซี. เพื่อจำหน่ายในประเทศ

2 .นมเปรี้ยวยูเอชที (UHT) หรือ ที่เรียกว่าโยเกิร์ตพร้อมดื่ม

ผลิตจากนมสดมีคุณประโยชน์ไม่แตกต่างจากนมสด และมีคุณสมบัติเฉพาะตัวตรงที่ย่อยสลายง่าย โดยเติมจุลินทรีย์ 2 ชนิด คือ แลคโตบาซิลัส บูลกา ริกัส (*Lactobacillas bullgaricus*) และสเตรปโตคอคัส เทอร์โมฟิลลัส (*streptococcus thermophillas*) ซึ่งจุลินทรีย์ 2 สายพันธุ์นี้มีคุณสมบัติในการย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสให้เป็นกรดแลคติด จึงเหมาะสมสำหรับผู้บริโภคที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหารให้โมเลกุลของนมเล็กลง ทำให้ดูดซึมเข้าร่างกายได้ง่ายและเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก ผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม หรือโยเกิร์ตดัชมิลล์ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. โยเกิร์ตพร้อมดื่ม หรือ นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม ผลิตจากนมสดเกรดดี ผสมกับน้ำผลไม้แท้และผ่านการเติมเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดซึ่งมี 2 ประเภท คือ

1.1 นมเปรี้ยวพาสเจอร์ไรส์ ให้คุณค่าของความสด อร่อย โดยเก็บไว้ในที่เย็น มีขนาด 120,450 และ 830 ซีซี

1.2 นมเปรี้ยวยูเอชที (UHT) สะดวกในการเก็บรักษาสามารถเก็บได้นาน 6 เดือน โดยไม่ต้องแช่เย็นก่อนเปิด บรรจุในกล่องขนาด 180 ซีซี

2. โยเกิร์ตแบบครีม (Cream yoghurt) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการเติมเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดที่กล่าวมาแล้ว ผสมด้วยเนื้อผลไม้ หรือผสมธัญพืชต่างๆ ผ่านการเซ็ทตัว บรรจุภาชนะ ซึ่งโยเกิร์ตถ้วยแบ่งออกเป็น

2.1 โยเกิร์ตถ้วยดัชชี่ (Dutchie yoghurt) ซึ่งเป็นโยเกิร์ตคนสำเร็จรูปชนิดผสมเนื้อผลไม้และชนิดผสมธัญญาหาร มีรสต่างๆ คือ รสส้ม รสสตรอเบอร์รี่ รสผลไม้รวม รสธรรมชาติ รสผสมธัญญาหาร กับชนิดผสมวุ้นมะพร้าวมีคุณค่าช่วยบำรุงสุขภาพ ขนาดบรรจุ 150 กรัม

2.2 โยเกิร์ต ดัชชี่ (หมีพู) สำหรับคุณหนู ขนาดบรรจุ80 กรัม

2.3 โยเกิร์ต ดัชชี่ ทูโทน รวมความต่างในหนึ่งเดียวสำหรับความทันสมัยที่ลงตัว มีขนาดบรรจุ 130 กรัม และ150 กรัม

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำรายงสนฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทั้งนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบริษัท ดัชมิลล์ จำกัด ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงาน ตั้งแต่วันที่ 22 ธันวาคม พ.ศ 2546 ถึงวันที่ 9 เมษายน พ.ศ. 2547 และคุณบุญหา สวัสดี, คุณสราญพัฒน์ พงษ์เพียรกิจ พี่แผนก QSM, แผนก PRP และพี่ๆส่วนกลาง ที่ได้ให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือ อย่างเป็นกันเอง ตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ซึ่งทำให้ข้าพเจ้าได้มีประสบการณ์และความรู้อย่างมากมายในการทำงาน

นายธีรยุทธ กทิศาสตร์

12 เมษายน 2547

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งเป็นรายงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด ในเรื่องการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Conductivity Test และ Ink Test ของการตรวจสอบรอยรั่ว และศึกษาวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตโยเกิร์ต ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้คงจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษา หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายธีรยุทธ กทิศาสตร์

12 เมษายน 2547

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ความสัมพันธ์ระหว่าง Conductivity และ Ink Test

บทคัดย่อ

วิธีการตรวจสอบรอยรั่วหรือความสมบูรณ์ของภาชนะบรรจุที่ดี จะต้องเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ใช้เวลาในการตรวจสอบสั้น มีความถูกต้องแม่นยำและเหมาะสมในกระบวนการผลิตนั้น รวมทั้งใช้ต้นทุนในการตรวจสอบต่ำด้วย ทั้งนี้เพื่อจะได้สร้างความมั่นใจและทำให้ผู้ผลิตทราบได้ว่าผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้มีคุณภาพดีหรือไม่ แต่ในการตรวจสอบรอยรั่วในส่วนของ Line UHT โดยวิธี Conductivity Test และ Ink Test พบว่าทั้งสองวิธีไม่มีความสัมพันธ์กัน คือ เมื่อวิธีหนึ่งตรวจพบรอยรั่วแต่พอตรวจอีกวิธีหนึ่งกลับไม่พบรอยรั่ว จึงทำให้พนักงานตรวจสอบเกิดการตัดสินใจผิดพลาด ซึ่งสาเหตุของปัญหาดังกล่าวอาจเกิดจากพนักงาน อุปกรณ์ หรือวิธีการตรวจสอบเอง ซึ่งสองสาเหตุแรกอาจแก้ไขได้โดยไม่จำเป็นต้องมีการทดลอง ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาหาสาเหตุจากวิธีการตรวจสอบว่าสัมพันธ์กันและเชื่อถือได้หรือไม่ โดยทำการเก็บตัวอย่างกล่องนมเปรี้ยวที่เป็นของเสีย มาทำการตรวจสอบประมาณ 500 กล่อง ทำการตรวจสอบทั้งสองวิธีทุกกล่องพร้อมกับดูผลของกล่องที่เช็ดและกล่องที่ไม่เช็ดว่าให้ผลการตรวจสอบต่างกันหรือไม่ และทดสอบว่า สี Ink สามารถซึมผ่านพลาสติกที่ไม่รั่วได้หรือไม่ ซึ่งผลที่ได้พบว่าทั้งสองวิธีไม่พบรอยรั่ว = 84.12%, ทั้งสองวิธีพบรอยรั่ว = 12.70% , Conduct พบรอยรั่วแต่ Ink Test ไม่พบรอยรั่ว = 2.78% และ Conduct ไม่พบรอยรั่วแต่ Ink Test พบรอยรั่ว = 0.40% ซึ่งจะพบว่าสองกรณีหลังเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดความไม่สัมพันธ์กัน และเนื่องจากการเช็ดหรือไม่เช็ดกล่องจะให้ผลการตรวจสอบไม่ต่างกัน รวมทั้งเมื่อทำการแช่สี Ink ไว้ในกล่องประมาณ 10 นาที พบว่าสี Ink ไม่สามารถซึมผ่านพลาสติกได้ ถ้าพลาสติกไม่รั่ว ดังนั้นสาเหตุดังกล่าวจึงตัดทิ้งไป จากนั้นได้นำตัวอย่างที่มีปัญหามาทำการละลาย PACK เพื่อดูว่าพลาสติกด้านในรั่วหรือไม่ ซึ่งพบว่าพลาสติกชั้นในสุดของกล่องมีรอยรั่ว จึงสรุปได้ว่าการรั่วเฉพาะพลาสติกชั้นในสุดของกล่องจะทำให้ Conduct ตรวจพบแต่ Ink ไม่พบ เนื่องจากสีไม่สามารถซึมถึงชั้นกระดาษได้ทำให้มองไม่เห็นจุดซึมของสี สรุปได้ว่าถ้า Conduct ตรวจพบรอยรั่ว นั่นคือ กล่องมีรอยรั่วตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป ส่วน Ink ตรวจพบรอยรั่วกล่องจะต้องรั่วตั้งแต่ 4 ชั้นขึ้นไป สำหรับกรณีสุดท้าย 0.40% ซึ่งขัดแย้งกับความเป็นจริง โดยสาเหตุเกิดจากผู้ทำการตรวจสอบเร็วเกินไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
ทฤษฎีและหลักการ	3
แผนดำเนินการ	6
การคำนวณหาขนาดตัวอย่าง	7
วัตถุประสงค์	8
วิธีการทดลอง	8
ผลการทดลอง	10
สรุปผลการทดลอง	17
วิจารณ์ผลการทดลอง	17
ข้อเสนอแนะ	18
เอกสารอ้างอิง	19

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงกระบวนการผลิตโยเกิร์ต	2
รูปที่ 1 แสดงคุณสมบัติและชนิดของวัสดุในแต่ละชั้นของกล่องนม	4
รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบต่างๆของเกล่องที่มีโอกาสเกิดรอยรั่ว	5
รูปที่ 4 แสดงส่วนประกอบของเครื่องที่มีโอกาสเกิดรอยรั่วของกล่อง	12

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของกล่องที่ตรวจพบในกรณีต่างๆ	10
ตารางที่ 2 แสดงผลการตรวจสอบและกล่องที่เช็ดกับกล่องที่ไม่เช็ด และผลของการแช่สีไว้ประมาณ 10 นาที	10
ตารางที่ 3 แสดงผลตรวจสอบรอยรั่วของพลาสติกชั้นในสุดที่ได้จากการ ละลาย PACK โดยวิธี Ink Test	10
ตารางที่ 4 แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของกล่องที่พบตำแหน่งรอยรั่วลักษณะต่างๆ	11

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

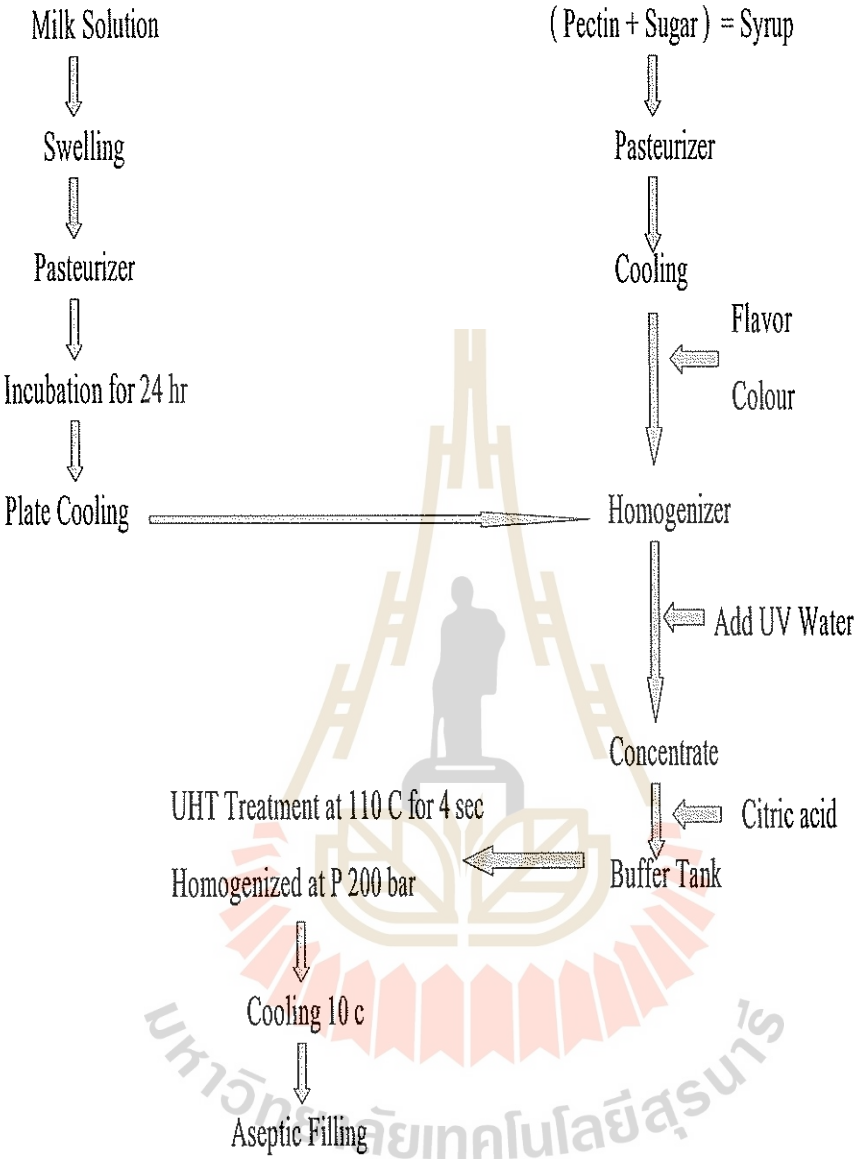
บทนำ

นมเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ซึ่งจะประกอบไปด้วยสารอาหารต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และแร่ธาตุต่างๆ เป็นต้น ดังนั้นปัญหาที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียคุณภาพของนมลงจึงมีสาเหตุมาจากพวกจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย (Spoilage microorganism) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตนมได้นำกระบวนการที่สามารถป้องกันและลดปัญหาเหล่านี้ได้ ซึ่งได้แก่ กระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ เป็นกระบวนการที่มุ่งทำลายจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียของนมเป็นส่วนใหญ่ และกระบวนการสเตอริไลซ์ เป็นกระบวนการที่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด นอกจากนี้ยังมีการใช้สารเคมีต่างๆ ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ควบคู่กันไปกับกระบวนการเหล่านี้ด้วย เป็นต้น แต่ในวิธีเหล่านี้จะเป็นการป้องกันและลดปัญหาในขั้นตอนเริ่มต้นของกระบวนการผลิตเท่านั้น ซึ่งยังไม่สามารถที่จะยืนยันหรือเชื่อมั่นได้ว่า ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ออกไปนั้นจะเกิดการเสื่อมเสียก่อนอายุการเก็บหรือไม่ และมีแนวโน้มในการเสื่อมเสียมากน้อยเท่าไร ดังนั้นภาชนะบรรจุและวิธีการตรวจสอบคุณภาพต่างๆของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะภาชนะบรรจุซึ่งมีบทบาทหน้าที่ที่สำคัญในการป้องกันการเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์หรือสิ่งแปลงปลอมต่างๆ หลังจากการผลิตเสร็จ (post contamination) ดังนั้นในกระบวนการผลิตใดๆ ก็ตามวิธีการสุ่มเลือกตัวอย่างและวิธีการตรวจสอบภาชนะบรรจุจึงมีความสำคัญมาก ทำให้สามารถยืนยันและเชื่อมั่นได้ว่าผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้นั้นมีความปลอดภัยและมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนหรือการเสื่อมเสียคุณภาพก่อนอายุการเก็บมากน้อยแค่ไหน ฉะนั้นในการเลือกวิธีการตรวจสอบใดๆก็ตาม จะต้องมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่ทำการผลิต สามารถตรวจสอบได้อย่างถูกต้องแน่นอนภายในระยะเวลาอันสั้น และใช้ต้นทุนในการตรวจสอบต่ำ สำหรับปัญหาการเสื่อมเสียคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุดท้าย โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์นมเปรี้ยวยูเอชทีส่วนใหญ่จะมีสาเหตุมาจากภาชนะบรรจุมีรอยรั่วหรือมีการปิดผนึกที่ไม่ดี ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนเข้าไปได้ง่าย ซึ่งปัญหาเหล่านี้อาจต้องมีการใช้วิธีร่วมกันหลายวิธีในการตรวจสอบ และวิธีการตรวจสอบเหล่านั้นจะต้องมีความเหมาะสมและสัมพันธ์กันเพื่อให้ผลที่ได้มีความแน่นอนและน่าเชื่อถือมากขึ้น

สำหรับการศึกษาในครั้งนี้จะทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่าง Conductivity Test และ Ink Test ในการตรวจสอบรอยรั่วของกล่องนมเปรี้ยวยูเอชที เนื่องจากเมื่อพนักงานได้ทำการตรวจสอบรอยรั่วโดยวิธีเหล่านี้ ซึ่งบางครั้งพบว่าการตรวจสอบทั้งสองวิธีให้ผลสุดท้ายที่ได้ต่างกัน นั่นคือ วิธีหนึ่งพบว่ากล่องมีรอยรั่วพอทำอีกวิธีหนึ่งจากกล่องเดียวกันพบว่าไม่มีรอยรั่ว ทำให้ผู้ทำการตรวจสอบเกิดการตัดสินใจผิดพลาดได้ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ของการตรวจสอบรอยรั่วของทั้งสองวิธี ระบุสาเหตุของปัญหาที่พบ และระบุตำแหน่งการเกิดรอยรั่วส่วนใหญ่ ตลอดจนเสนอแนะแนวทางของวิธีหรือขั้นตอนในการตรวจสอบที่ถูกต้องและเหมาะสม

นมเปรี้ยวพร้อมดื่ม UHT

(UHT Drinking Yoghurt)



รูปที่ 1 แสดงกระบวนการผลิตนมเปรี้ยวยูเอชที

ทฤษฎีและหลักการ

1. **Conductivity Test หรือ Electrical conduct Test** เป็นวิธีการตรวจสอบรอยรั่วโดยอาศัยหลักการการนำไฟฟ้าผ่านตัวนำไฟฟ้าที่เป็นสารละลาย การนำไฟฟ้าเป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าผ่าน ซึ่งคุณสมบัติข้อนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ชนิดของอิออนที่มีอยู่ในน้ำและอุณหภูมิ สารประกอบอินทรีย์ เช่น กรดอนินทรีย์ เบสและเกลือ เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดีเพราะอยู่ในน้ำจะแตกตัวให้อิออนที่นำไฟฟ้าได้ตรงกันข้ามกับสารอินทรีย์ เช่น น้ำตาลซูโครส เบนซิน สารเหล่านี้ไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่นำไฟฟ้า ดังนั้นการล้างคราบนมไม่สะอาดอาจทำสารละลายมีความสามารถในการนำไฟฟ้าลดลงได้

การนำไฟฟ้าของสารละลายขึ้นอยู่กับ

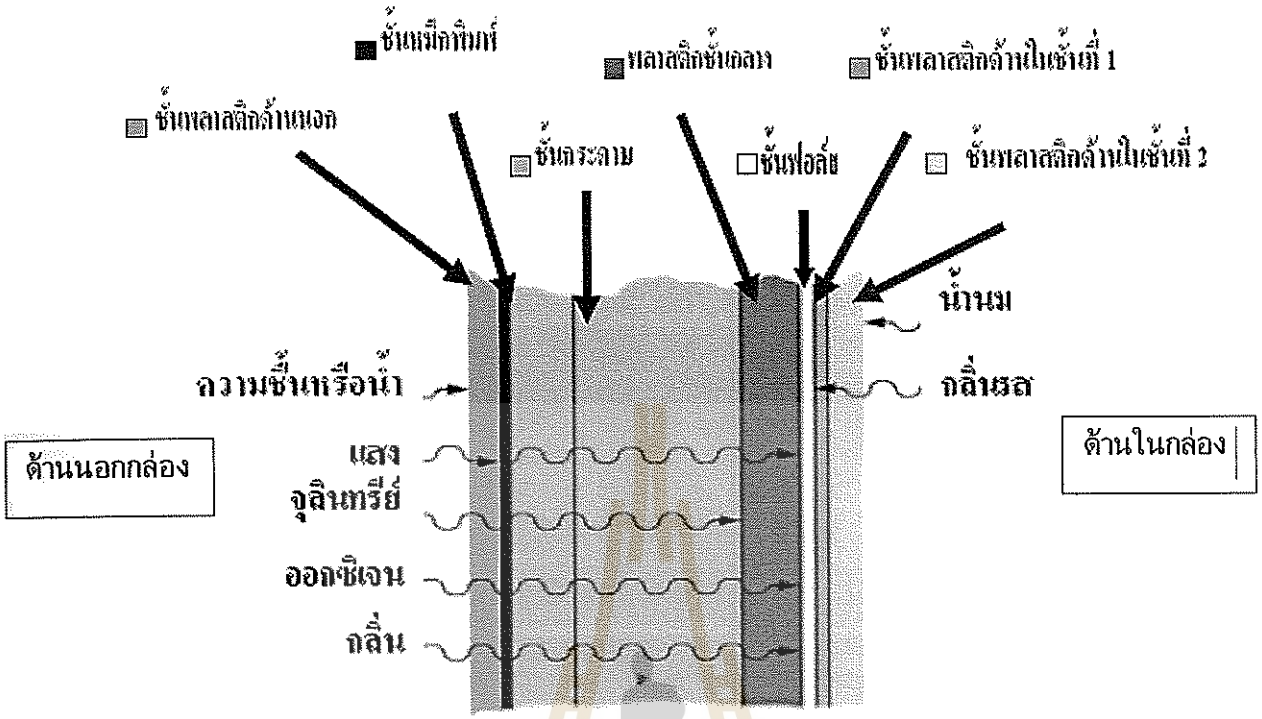
1.1 ความสามารถในการละลายของของแข็ง นั่นคือถ้าสารละลายน้ำได้ดี ionic mobility ก็สูง ส่งผลให้การนำไฟฟ้าได้ดี

1.2 pH > 9 หรือ < 5 ค่าการนำไฟฟ้าก็สูงเนื่องจากมีไฮโดรเจนไอออนและไฮดรอกไซด์ไอออนที่มี ionic mobility กว่าอิออนตัวอื่นๆ ดังนั้นค่าการนำไฟฟ้าของน้ำที่เป็นกรดหรือด่างมากจึงเนื่องมาจากไอออนสองตัวดังกล่าว

1.3 อุณหภูมิ สารต่างๆมีการแตกตัวได้ดีที่อุณหภูมิสูง ดังนั้นจึงมีค่าการนำไฟฟ้าสูงเนื่องจาก ionic mobility สูง

2. Ink Test เป็นวิธีการตรวจสอบรอยรั่วโดยอาศัยหลักการการซึมซับของสีผ่านจุดที่มีรอยรั่ว โดยอาศัยคุณสมบัติของสารละลายไอโซโพรพานอลที่มีประสิทธิภาพในการซึมซับที่ดี เนื่องจากโพรพานอลเป็นสารประกอบแอลกอฮอลล์ที่มีจุดเดือดต่ำ ทำให้ระเหยได้ง่ายเมื่อทิ้งไว้ในภาชนะที่ปิดไม่สนิท ดังนั้นจึงมีความสามารถในการซึมซับได้ดี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2 แสดงคุณสมบัติและชนิดของวัสดุในแต่ละชั้นของกล่องนม

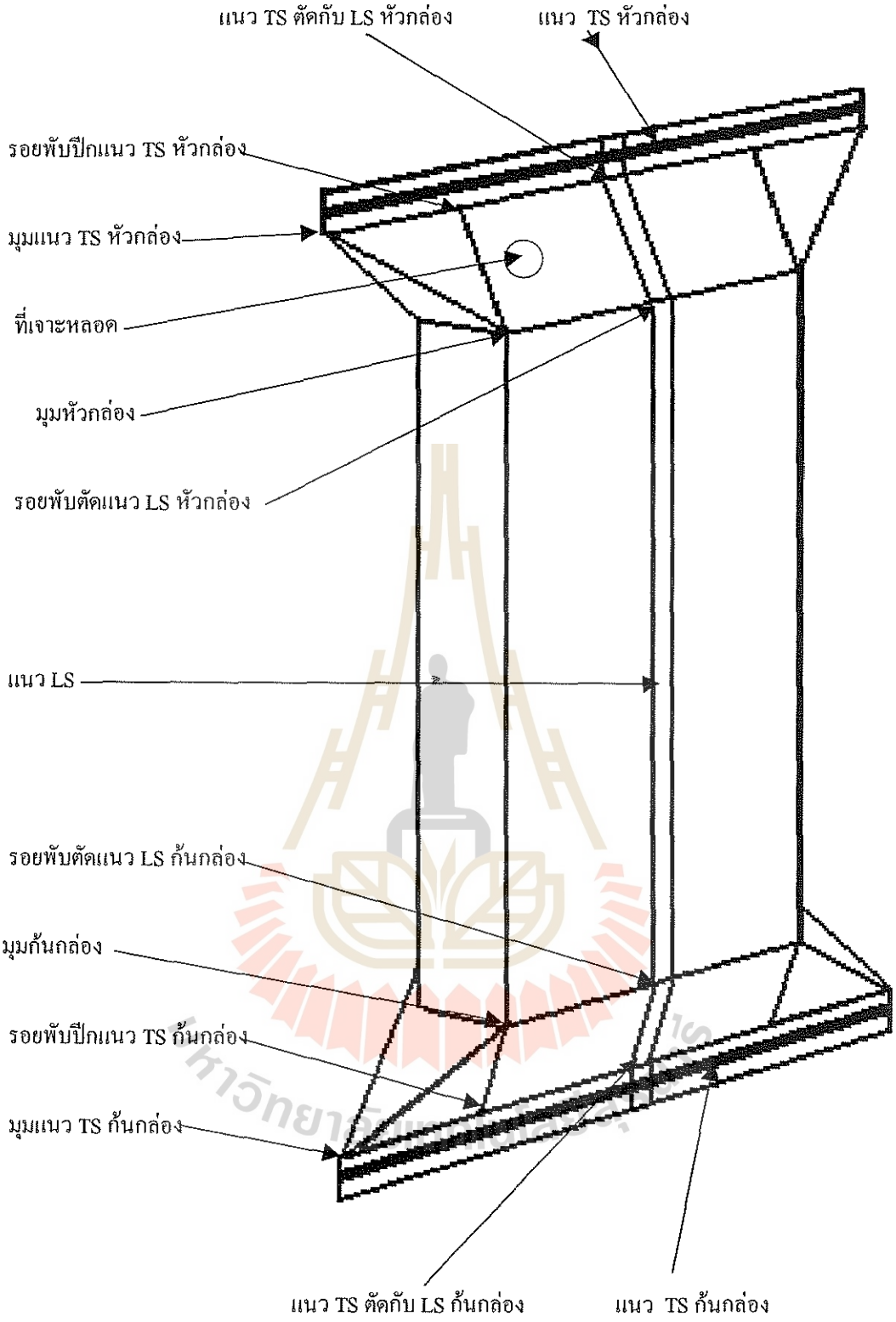
องค์ประกอบของกล่องนมเปรี้ยวยูเอชที

1. ชั้นพลาสติก polyethylene มีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมซับของสี ink และสารละลายเกลือ รวมทั้งพลาสติกเป็นฉนวนไฟฟ้าดังนั้นพลาสติกจึงไม่มีการนำไฟฟ้า

2. ชั้นกระดาษมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวนไฟฟ้าแต่สารละลายเกลือสามารถซึมผ่านกระดาษได้ ดังนั้นกระดาษจึงมีการนำไฟฟ้าเกิดขึ้นได้ ส่วนสี ink สามารถซึมซับกระดาษได้ดีมาก

3.ชั้นอะลูมิเนียมฟอล์ย มีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมซับของสี ink และสารละลายเกลือ แต่อะลูมิเนียมฟอล์ยเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ดังนั้นจึงสามารถนำไฟฟ้าได้ดี

สำหรับคุณสมบัติในการป้องกันการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพของน้ำนมจากสภาพแวดล้อมภายนอกแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของกล่องนมที่มีโอกาสเกิดรอยรั่วในระหว่างการผลิต

แผนดำเนินการ

คำนวณหาขนาดของตัวอย่างสำหรับใช้ในการตรวจสอบที่เหมาะสมซึ่งควรจะทำให้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือที่ระดับ 95% ขึ้นไป

↓

เก็บกล่องตัวอย่างนมเปรี้ยวยูเอชทีที่เกิดจากการซีลทิ้งตอนเริ่มต้นของการเดินเครื่อง ช่วงการเปลี่ยนสตริป และช่วงการเปลี่ยนกระดาษ มาประมาณ 28 กล่อง/ วัน

↓

นำกล่องแต่ละกล่องมาทำการตรวจสอบรอยรั่วทั้งสองวิธีโดยทำการตรวจ Conductivity Test ก่อนหลังจากนั้นจึงทำการตรวจสอบโดยวิธี Ink Test ต่อ โดยทำการตรวจสอบทั้ง 28 กล่องที่เก็บมา พร้อมกับดูผลการตรวจสอบรอยรั่วระหว่างกล่องที่เช็ดให้แห้งและกล่องที่ไม่เช็ด และผลของการซึมซับของสี Ink ว่าสามารถซึมผ่านพลาสติกที่ไม่มีรอยรั่วได้หรือไม่ถ้าแช่ทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที

↓

บันทึกผลการตรวจสอบที่พบในแต่ละกล่อง โดยถ้าพบรอยรั่วจะกำหนดให้เป็น 1 และถ้าไม่พบรอยรั่วจะกำหนดให้เป็น 0 พร้อมทั้งระบุตำแหน่งของรอยรั่วที่พบ

↓

เมื่อค่าการตรวจสอบที่ได้ทั้งสองวิธีพบว่าไม่มีความไม่สัมพันธ์กัน นั่นคือ มีวิธีหนึ่งตรวจพบรอยรั่วแต่อีกวิธีหนึ่งตรวจไม่พบรอยรั่ว นำตัวอย่างดังกล่าวไปทำการละลาย PACK เพื่อดูรอยรั่วเฉพาะชั้นของพลาสติกด้านในบันทึกผลการตรวจสอบ

↓

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

↓

ข้อเสนอแนะ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การคำนวณหาขนาดของตัวอย่าง

เนื่องจากไม่ทราบค่าสัดส่วนของกล่องตัวอย่างที่รั่วหรือไม่รั่ว และข้อมูลเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพนั่นคือเป็นข้อมูลที่ได้จากการนับ ซึ่งใช้แผนการเลือกตัวอย่างเป็นการเลือกตัวอย่างแบบไม่ใส่คืน ดังนั้นสูตรที่ใช้คำนวณ คือ

$n = Z^2 / 4E^2$ เมื่อ n ; ขนาดของตัวอย่าง

Z ; ค่ามาตรฐานซึ่งขึ้นกับระดับความเชื่อมั่น

E ; ความคลาดเคลื่อนในการประมาณสัดส่วนของตัวอย่าง

เมื่อต้องการศึกษาผลการตรวจสอบรอยรั่วของการตรวจสอบแบบ Conductivity Test กับ Ink Test ว่ามีความไม่แตกต่างหรือสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยต้องการให้มีความผิดพลาดไม่เกิน 5% ด้วยระดับความเชื่อมั่น 95% ควรใช้ขนาดของตัวอย่าง

ในที่นี้ $\alpha = 0.05$

$Z_{1-\alpha/2} = Z_{.975} = 1.96$

$E = 0.05$

จากสูตรดังกล่าว

$$n = \frac{(1.96)^2}{4(0.05)^2}$$

$$= 384.16$$

ดังนั้นควรเลือกตัวอย่างกล่องนมมาประมาณ 385 กล่องเป็นอย่างต่ำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของการตรวจสอบรอยรั่วแบบ Conductivity Test และ Ink Test
2. เพื่อหาสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา และหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่พบ
3. เพื่อระบุตำแหน่งรอยรั่วที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่
4. เพื่อศึกษาแนะแนวทางของวิธีหรือขั้นตอนในการตรวจสอบที่ถูกต้องและเหมาะสมกว่า

อุปกรณ์และสารเคมี

1. ตัวอย่างกล่องนมยูเอชที
2. Conductor
3. สารละลายเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0.1%
4. สารละลายสี Erytrosine 0.15 %
5. สารละลายกรดไนตริก 60%
6. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10%
7. น้ำกลั่น
8. คีมและแท่งแก้ว
9. นาฬิกาจับเวลา
10. บีกเกอร์ขนาด 250 ml
11. กรรไกร
12. กระบอกฉีดยา
13. ถาด
14. ทิชชูหรือผ้าสะอาด

วิธีการทดลอง

1. การตรวจสอบรอยรั่วโดย Conduct-Ink Test

1.1 ตัดกล่องแบ่งครึ่งทางด้านที่ไม่มีสตริปหรือด้านภาษาไทยทั้งสามด้าน โดยไม่ต้องตัดด้านที่มีสริป หรือด้านภาษาไทย ทำการเทนมใส่ถังนมที่มีไว้สำหรับเก็บนม จากนั้นนำกล่องไปล้างคราบนมที่เหลือให้สะอาดและสะบัดกล่องสองถึงสามครั้งเพื่อให้กล่องสะเด็ดน้ำเล็กน้อย

1.2 เทสารละลายเกลือลงไปในกล่องให้พอท่วมมุมกล่องทั้งสี่มุม แล้วนำกล่องไปวางในถาดซึ่งมีน้ำเกลืออยู่ในระดับที่ท่วมมุมกล่องเช่นเดียวกัน ทำการวัดรอยรั่วโดยจุ่มเข็มของขั้วหนึ่งของ conductor ลงไปในกล่องนม และเข็มอีกขั้วหนึ่งจุ่มลงไปนอกกล่องนม ทำการอ่านผลที่ได้บนหน้าปัดของ conductor ซึ่งถ้าเข็มไม่กระดิกหรือกระดิกเล็กน้อยหรือเข็มอาจจะกระดิกขึ้นมากแล้วลดลง แสดงว่ากล่องไม่มีรอยรั่ว แต่ถ้าเข็มกระดิกจนสุดหน้าปัดและหยุดนิ่งแสดงว่ากล่องมีรอยรั่วเกิดขึ้น ทำการตรวจสอบอีกครั้งถ้าพบว่าเข็มมีการกระดิก โดยทำการเช็ดกล่องให้แห้ง บันทึกผลที่ได้

1.3 นำกล่องเดียวกันที่ตรวจสอบข้างต้นไปล้างน้ำเกลือออกแล้วใช้กระดาษทิชชูเช็ดน้ำออกให้แห้ง จากนั้นเทสีลงไปในกล่องอย่างระมัดระวัง เพราะถ้าสีเปื้อนข้างกล่องอาจทำให้เกิดการอ่านผลผิดพลาดได้ ควรเทให้พอท่วมมุมกล่องประมาณ 2-3 เซนติเมตร ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที และ 10 นาที สำหรับกล่องที่ Conduct ไม่พบรอยรั่วประมาณ 100 กล่องแรกที่ทำการทดลอง บันทึกผล

1.4 นำกระบอกฉีดยาดูดสีออกก่อนอย่างระมัดระวังแล้วจากนั้นจึงใช้หลอดหยดดูดสีออกจากกล่องจนหมดโดยดูดสีใส่กลับไปในขวดสีเดิม จากนั้นนำกล่องไปล้างน้ำให้สะอาด ซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู่เล็กน้อย สังเกตจุดซึมของสีจากภายนอกกล่องก่อน จากนั้นจึงทำการลอกกระดาษชั้นนอกออกสังเกตจุดซึมของสีอีกครั้ง ถ้าเห็นจุดซึมของสีแสดงว่ามีรอยรั่ว บันทึกผลพร้อมตำแหน่งรอยรั่วที่พบ

ในกรณีเมื่อพบว่า Conductivity Test พบรอยรั่ว แต่ Ink Test ไม่พบรอยรั่ว ผู้ทำการทดลองได้ตั้งข้อสมมติฐานว่าเกิดจากการที่ชั้นพลาสติกด้านในสุดของกล่องมีรอยรั่ว ซึ่งการรั่วนี้จะไม่ทะลุถึงชั้นกระดาษ จึงไม่สามารถมองเห็นจุดซึมของสีได้ ดังนั้นผู้ทำการทดลองจึงทดลองเอากล่องนมมาบีบเพื่อหากล่องตัวอย่างที่ให้ผลการตรวจสอบตามกรณีดังกล่าวเพิ่ม แล้วจึงนำกล่องตัวอย่างที่ได้นำไปทดสอบหารอยรั่วโดยวิธี Conductivity Test และ Ink Test ทำการบันทึกผลที่ได้ จากนั้นนำกล่องตัวอย่างทั้งหมดไปทำการละลาย PACK ต่อ เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับข้อสมมติฐาน

2. วิธีการละลาย PACK

2.1 ตัดกล่องแบ่งครึ่งโดยตัดเอาเฉพาะส่วนก้นหรือส่วนหัวกล่องให้กว้างไปประมาณ 3-4 เซนติเมตร ลอกชั้นกระดาษออก ทำตำหนิส่วนของกล่องที่ Conductivity Test พบรอยรั่วและไม่พบรอยรั่ว

2.2 นำไปแช่สารละลายกรดไนตริก 60% ประมาณ 7-8 นาที หลังจากนั้นนำแท่งแก้วหรือคีมคีบออกมาแช่น้ำไว้ในบีกเกอร์ให้กรดเจือจาง แล้วล้างกรดออกให้หมดก่อนที่จะทำการลอกชั้นของกระดาษและชั้นอะลูมิเนียมออก (ต้องใส่ถุงมือ ผ้าปิดปากและแว่นตาทุกครั้งก่อนทำการทดลอง)

2.3 เมื่อลอกชั้นของกระดาษและชั้นของอะลูมิเนียมออกจนเหลือเฉพาะส่วนที่ติดบริเวณแนว TS แล้ว ก็นำไปแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10% ประมาณ 8-9 นาที เพื่อละลายฟอล์ยที่เหลือออกหลังจากนั้นนำออกมาล้างด่างด้วยน้ำให้สะอาด และเช็ดให้แห้ง(ต้องใส่ถุงมือ ผ้าปิดปากและแว่นตาทุกครั้งก่อนทำการทดลอง)

2.4 นำชั้นของพลาสติกที่ละลายได้ไปทำการทดสอบรอยรั่วโดยการเทสารละลายสี Erytrosine 0.15 % ลงไปเล็กน้อยโดยใช้หลอดหยด ใช้กระดาษทิชชูซับบริเวณภายนอกของชั้นพลาสติกเบา สังเกตดูจุดซึมของสีที่พบบนกระดาษทิชชู บันทึกผล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของกล่องที่ตรวจพบในกรณีต่างๆ

กรณีที่พบ	จำนวนกล่องที่พบ	เปอร์เซ็นต์การพบ
Conduct และ Ink ไม่พบรอยรั่ว	424	84.12
Conduct และ Ink พบรอยรั่ว	64	12.70
Conduct พบรอยรั่วแต่ Ink ไม่พบรอยรั่ว	14	2.78
Conduct ไม่พบรอยรั่วแต่ Ink พบรอยรั่ว	2	0.40
รวม	504	100.00

- **Con = Conductivity Test , Ink = Ink Test**

ตารางที่ 2 แสดงผลการตรวจสอบและกล่องที่เช็ดกับกล่องที่ไม่เช็ด และผลของการแช่สีไว้ประมาณ 10 นาที

กรณีที่พบ	ผลการตรวจสอบ	
	ไม่ได้ทำการเช็ดกล่อง	ทำการเช็ดกล่อง
Conduct และ Ink พบรอยรั่ว ตรวจสอบทั้ง 64 กล่อง	พบรอยรั่ว (เข็มกระดิกสุดหยุดนิ่ง)	พบรอยรั่ว (เข็มกระดิกสุดหยุดนิ่ง)
กรณีที่พบ	**เมื่อแช่สีไว้ประมาณ 10 นาที**	
Conduct และ Ink ไม่พบรอยรั่ว ตรวจสอบ 100 กล่องแรก	ไม่พบจุดซึมของสี	

จากตารางที่ 1 จะพบว่ามีกรณีที่ทำให้ผลการตรวจสอบรอยรั่วระหว่าง Conductivity Test กับ Ink Test ไม่สัมพันธ์กันอยู่ 3.18% โดยเกิดจาก Conduct พบรอยรั่วแต่ Ink ไม่พบรอยรั่ว 2.78% และเกิดจาก Conduct ไม่พบรอยรั่วแต่ Ink พบรอยรั่ว 0.40% ซึ่งสาเหตุของปัญหาดังกล่าวไม่ได้เกิดจากการที่เช็ดกล่องไม่แห้งหรือแช่สีไว้นานเกินไป เพราะผลดังตารางที่ 2 พบว่าการเช็ดกล่องให้แห้งกับการไม่เช็ดกล่องให้ผลการตรวจสอบไม่ต่างกัน และสี Ink ก็ไม่สามารถซึมผ่านพลาสติกได้ ถ้าไม่มีรอยรั่ว ดังนั้นการที่ Conduct พบรอยรั่วแต่ Ink ไม่พบรอยรั่ว เมื่อพิจารณาตามทฤษฎีและหลักการแล้ว สาเหตุน่าจะเกิดจากมีรอยรั่วเฉพาะชั้นพลาสติกด้านใน จึงทำให้ผู้ทำการทดสอบไม่สามารถมองเห็นจุดซึมของสีได้ จึงได้นำตัวอย่างที่พบตามกรณีดังกล่าว ไปทำการละลาย Pack ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลตรวจสอบรอยรั่วของพลาสติกชั้นในสุดที่ได้จากการละลาย PACK โดยวิธี Ink Test

กรณีที่พบ	ผลการตรวจสอบ	%ที่พบ
Conduct และ Ink ไม่พบรอยรั่ว	ไม่พบรอยรั่ว(14)	100
Conduct พบรอยรั่วแต่ Ink ไม่พบรอยรั่ว	พบรอยรั่ว(14)	100
Conduct ไม่พบรอยรั่วแต่ Ink พบรอยรั่ว	พบรอยรั่ว(2)	100

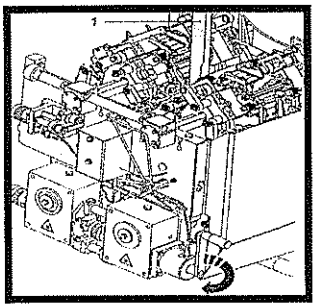
จากตารางข้างต้นจะพบว่ากรณีที่ Conduct พบรอยรั่วแต่ Ink ไม่พบรอยรั่ว เกิดจากการที่มีรอยรั่วเฉพาะพลาสติกด้านในของกล่อง จึงทำให้ผู้ทำการทดสอบไม่สามารถมองเห็นจุดซึมของสีได้ และเพื่อยืนยันว่าตัวอย่างไม่มีการรั่วระหว่างการทดลอง จึงทำการละลาย PACK เทียบกับกรณีอื่น ซึ่งพบว่าผลการตรวจสอบทุกกรณีเป็น 100% นั่นคือ ถ้าตัวอย่างใดพบว่าไม่รั่ว ผลการละลาย PACK ก็ไม่รั่ว ดังนั้นพลาสติกที่ไม่มีการรั่วจะไม่รั่วในระหว่างการทดลองแน่นอน ส่วนกรณีที่ Conduct ไม่พบรอยรั่วแต่ Ink พบรอยรั่ว เมื่อนำตัวอย่างดังกล่าวนี้ไปละลาย PACK ก็พบว่าพลาสติกด้านในของกล่องมีรอยรั่วจริง ดังนั้นสาเหตุจึงมาจากผู้ทำการทดลองเอง

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนและเปอร์เซ็นต์ของกล่องที่พบตำแหน่งรอยรั่วลักษณะต่างๆ

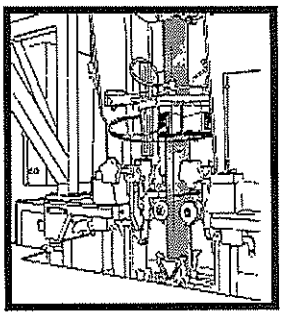
ตำแหน่งรอยรั่ว	จำนวนรอยรั่วที่พบแต่ละตำแหน่ง	เปอร์เซ็นต์ของตำแหน่งรอยรั่ว
มุมหัวกล่อง	11	15.07
มุมก้นกล่อง	15	20.55
รอยพับปีกแนว TS หัวกล่อง	6	8.22
รอนพับปีกแนว TS ก้นกล่อง	7	9.59
มุมบนแนว TS ก้นกล่อง	2	2.74
รอยพับตัดแนว LS หัวกล่อง	9	12.33
รอยพับตัดแนว LS ก้นกล่อง	13	17.81
แนว LS หัวกล่อง	2	2.74
แนว LS ก้นกล่อง	3	4.11
TS รั่ว	1	1.37
ที่เจาะหลอด	1	1.37
แนว TS ตัดกับ LS หัวกล่อง	2	2.74
แนว TS ตัดกับ LS ก้นกล่อง	1	1.37
รวม	73	100.00

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

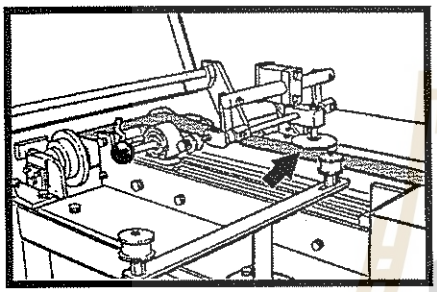
จากตารางที่ 3 พบว่ากรณีที่ผลการตรวจสอบพบรอยรั่วทั้งสองวิธีนั้น ส่วนใหญ่ตำแหน่งที่มีโอกาสการเกิดรอยรั่วในระหว่างการบรรจุจะเกิดบริเวณมุมกล่อง 35.62% รองลงมาเกิดบริเวณรอยพับตัดแนว LS 30.14% และบริเวณรอยพับปีกแนว TS 17.81% ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่าสาเหตุส่วนใหญ่ที่มีโอกาสทำให้เกิดรอยรั่วของกล่องในระหว่างการบรรจุ คือ



1. TS inductor



2. LS inductor



3. SA inductor

รูปที่ 4 แสดงส่วนต่างๆ ของเครื่องบรรจุที่มีโอกาสทำให้เกิดรอยรั่ว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลอง พบว่า การตรวจสอบโดยวิธี Conductivity Test และ Ink Test ไม่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งสาเหตุเกิดจากการมีรอยรั่วเฉพาะพลาสติกชั้นในของกล่อง จึงทำให้ไม่สามารถสังเกตเห็นจุดซึมของสีได้ ดังนั้นในการตรวจสอบโดยวิธี Conductivity Test จะสามารถตรวจสอบรอยรั่วได้เมื่อมีรอยรั่วตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไปจากด้านในกล่อง และ Ink Test จะสามารถตรวจสอบรอยรั่วได้เมื่อมีรอยรั่วตั้งแต่ 4 ชั้นขึ้นไปจากด้านในกล่อง (ดังรูปที่ 2) สำหรับรอยรั่วที่พบส่วนใหญ่จะพบบริเวณมุมของกล่อง 35.62% บริเวณรอยพับตัดแนว LS 30.14% และบริเวณรอยพับปีกแนว TS 17.81% ตามลำดับ

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้พบว่ามีกรณีหนึ่งที่พบว่ามีผลขัดแย้งกับทฤษฎี นั่นคือ Conductivity Test ไม่พบรอยรั่ว แต่ Ink Test พบรอยรั่ว ซึ่งสาเหตุเกิดจากการตรวจวัด Conductor เร็วเกินไป ทำให้ยังไม่เกิดการนำไฟฟ้า Conductor จึงไม่สามารถตรวจวัดได้ และเนื่องจากในการตรวจสอบโดยวิธี Ink Test มีข้อจำกัด คือ ต้องอาศัยการสังเกตจุดซึมของสีผ่านชั้นกระดาษ ดังนั้นถ้ามีการรั่วเฉพาะชั้นพลาสติกด้านใน สีก็จะไม่สามารถซึมออกมาถึงชั้นกระดาษได้ ทำให้ตรวจผลว่ากล่องไม่มีรอยรั่ว จึงได้ผลตามกรณีของ Conduct พบรอยรั่วแต่ Ink ไม่พบรอยรั่ว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข้อเสนอแนะ

1. ในการตรวจสอบรอยรั่วของกล่องนมเปรี้ยวยูเอชทีโดยวิธี Conductivity Test และ Ink Test เมื่อทำการตรวจสอบ Conduct แล้วพบรอยรั่วให้ทำการตรวจสอบ Ink Test ต่อเพื่อหาตำแหน่งรอยรั่วที่เกิดขึ้น ถ้าผลการตรวจสอบ Ink พบตำแหน่งรอยรั่วให้ทำการหยุดผลิตทันที แล้วแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องให้ทำการแก้ไข แต่ถ้าผลการตรวจสอบInk Test ไม่พบรอยรั่วให้ทำการผลิตตามปกติได้เนื่องจาก กรณีดังกล่าวนี้พลาสติกชั้นกลางไม่มีรอยรั่วจึงสามารถป้องกันการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ได้ แต่ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นในช่วงเวลาที่มีการตรวจพบตามกรณีดังกล่าวนี้ควรจะทำการปล่อยขายโดยเร็ว เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียที่อาจเกิดขึ้นได้

2. ทำการเพิ่มจุดการตรวจสอบให้เหมาะสมขึ้น เนื่องจากจุดตรวจสอบมีจุดเดียวแต่เครื่องบรรจุมีหลายเครื่อง จึงทำให้ใช้เวลาในการตรวจสอบช้า

3. ในการตรวจสอบ Conductivity Test อาจไม่จำเป็นต้องทำการเช็ดกล่องให้แห้ง เนื่องจากไม่มีผลต่อการตรวจสอบ เพราะถ้ากล่องมีรอยรั่วเข็มของ Conductor ต้องกระดิกจนสุดและหยุดนิ่ง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

ปุน และ สมพรคงเจริญ.2541.บรรจุภัณฑ์อาหาร.กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมและ สมาคมบรรจุภัณฑ์ไทย

กรรณิการ์ สิริสิงห.2522.เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.ภาควิชาอุตสาหกรรม.คณะสาธารณสุข.มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานสหกิจศึกษา

การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ
(ความหนืดของโยเกิร์ตดัชชี่)

เสนอ

บริษัท ดัชมิลล์ จำกัด

(DUTCH MILL COMPANY LIMITED)

โดย

นายธีรยุทธ กทิศาสตร์ รหัส B4253020

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ

ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2546

สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการพัฒนาอุตสาหกรรมนั้นจำเป็นจะต้องดำเนินการผลิตหรือบริการให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพด้วยต้นทุนที่เหมาะสม ภายใต้ระยะเวลาส่งมอบที่กำหนด เพื่อให้สามารถสร้างอำนาจในการแข่งขันได้

ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนผลิต โดยพารามิเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์ คือ ความหนืดของโยเกิร์ตดัชชี่ ทำการวัดความหนืดของโยเกิร์ตที่อุณหภูมิเริ่มต้นและที่อุณหภูมิ 19 °C หลังจากการ stop yoghurt เก็บข้อมูลประมาณ 20 – 25 ตัวอย่าง ทำการศึกษาการแจกแจงแบบปกติของข้อมูล จากนั้นแปรียบเทียบผลของอุณหภูมิต่อความหนืดของโยเกิร์ต ทำการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดด้านความสามารถในการทำซ้ำ (repeatability)ของเครื่องวัดความหนืดผ่านวิธี GR&R ทำการศึกษาความเสถียรภาพของกระบวนผ่าน X-MR chart และวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตทั้งทางด้านศักยภาพและสมรรถนะ ผลการทดลองที่ได้พบว่า 1) ความหนืดที่อุณหภูมิเริ่มต้น (10-14.5 °C) กับความหนืดที่อุณหภูมิ 19 °C แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดังนั้นจึงไม่สามารถวัดที่อุณหภูมิเริ่มต้นแทนอุณหภูมิ 19 °C ได้ 2) เครื่องวัดความหนืดมีความแม่นยำอยู่ในขั้นพอใช้ สามารถใช้ควบคุมความผันแปรของกระบวนการได้ และไม่จำเป็นต้องมีการวัดซ้ำ 3) กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้สภาวะการควบคุมหรือมีเสถียรภาพ และข้อมูลมีคุณภาพดี เนื่องจากข้อมูลเป็นไปอย่างสุ่มไม่มีรูปแบบที่แน่นอน 4) กระบวนการมีความสามารถด้านศักยภาพที่ดี แต่มีความสามารถด้านสมรรถนะไม่ดี ดังนั้นจึง จำเป็นต้องดำเนินการมาตรการแรก ด้วยการปรับค่าเซตติ้งของกระบวนการให้ใกล้ค่ากลางของพิกัดข้อกำหนดเฉพาะของมาตรฐานให้มากที่สุดหรือปรับค่าเซตติ้งของข้อกำหนดเฉพาะมาตรฐานให้ใกล้ค่ากลางของพิกัดของกระบวนการมากที่สุด

แต่ในที่นี้ได้ทำการเปรียบเทียบกับข้อกำหนดเฉพาะมาตรฐานเมื่อ 2 ปีที่แล้ว ดังนั้นจึงเสนอแนะว่าให้ทำการกำหนดข้อกำหนดเฉพาะใหม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
แผนดำเนินการ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีการทดลอง	4
ผลการทดลอง	5
สรุปผลการทดลอง	16
วิจารณ์ผลการทดลอง	16
ข้อเสนอแนะ	14
เอกสารอ้างอิง	18

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงค่าความหนืดโยเกิร์ตดัชชี่ที่วัดได้ ณ อุณหภูมิเริ่มต้น	5
ตารางที่ 2 แสดงความหนืดโยเกิร์ตดัชชี่ที่วัดได้ ณ อุณหภูมิ 19 องศาเซลเซียส	6
ตารางที่ 3 แสดงสภาวะต่างๆ ของแต่ละแบชหลังจากการ stop yoghurt	7
ตารางที่ 4 แสดงความผันแปรจากปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความหนืด	8
ตารางที่ 5 แสดงค่าของ t ภายใต้ความน่าจะเป็น α ที่กำหนด	10

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงกระบวนการผลิตโยเกิร์ต	2
รูปที่ 2 แสดงการทดสองการแจกแจงแบบปกติ	9
รูปที่ 3 แสดงการทดสอบความแตกต่างของความหนืดที่อุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิ 19 °C	10
รูปที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความแม่นยำของเครื่องวัดความหนืด	11
รูปที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความเสถียรภาพของกระบวนการ	13
รูปที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ	14
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านสมรรถนะกับด้านศักยภาพ	15
รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการ ทั้งแบบระยะสั้นและแบบระยะยาว	15

โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทนำ

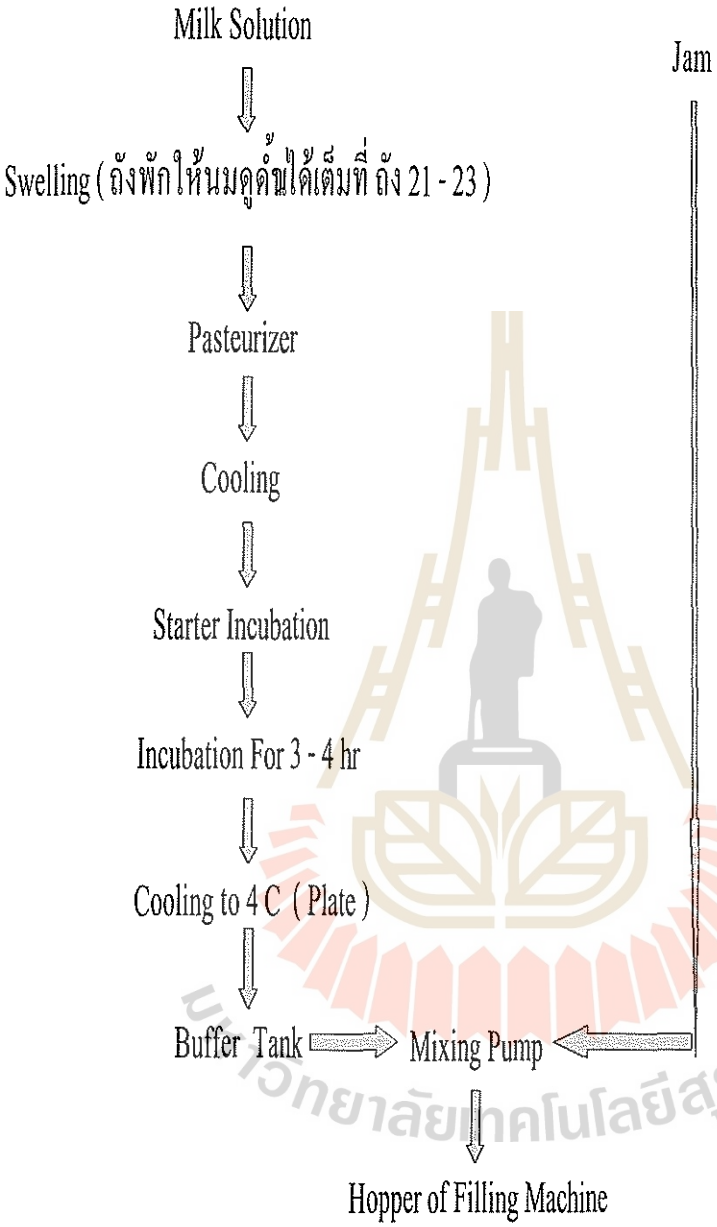
ในปัจจุบันการพัฒนาอุตสาหกรรมนั้นจำเป็นจะต้องดำเนินการผลิตหรือบริการให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ ด้วยต้นทุนที่เหมาะสม ภายใต้ระยะเวลาส่งมอบที่กำหนด โดยให้ความสนใจต่อการออกแบบกระบวนการตั้งแต่เริ่มต้นเพื่อพิจารณาถึงความสามารถ(cabability) ของกระบวนการ ตลอดจนสนใจต่อการควบคุมกระบวนการเพื่อการพิจารณาถึงคุณภาพที่เกิดขึ้นจริงจากกระบวนการดังกล่าว เพื่อให้สามารถสร้างอำนาจในการแข่งขันได้

ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนผลิต โดยพารามิเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์ คือ ความหนืดของโยเกิร์ตดัชชี่ ทั้งนี้เพื่อทำการศึกษาลดระยะเวลาในการตรวจสอบ ศึกษาความแม่นยำของระบบการวัดด้าน Repeatability ศึกษาความเสถียรภาพของกระบวนการผลิต รวมทั้งศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิตด้านศักยภาพและด้านสมรรถนะทั้งแบบระยะสั้นและแบบระยะยาว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โยเกิร์ต

(Yoghurt)

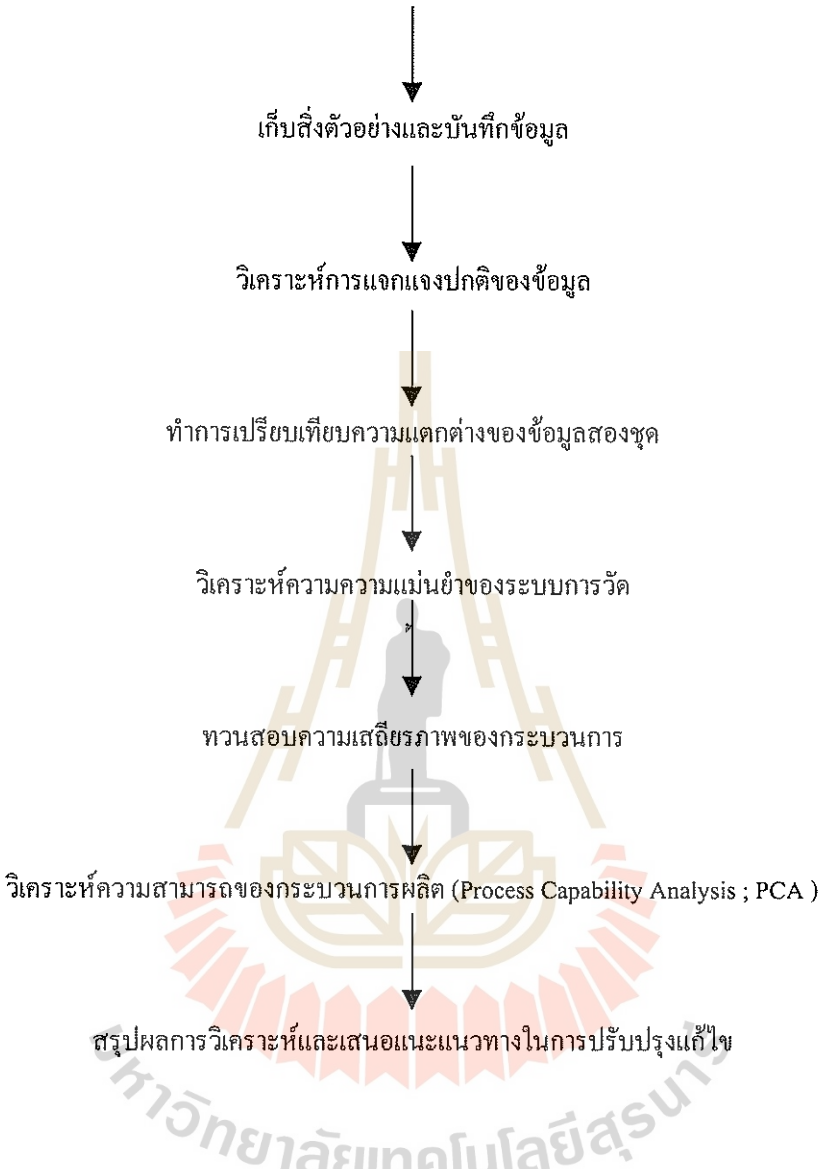


รูปที่ 1 แสดงการผลิตโยเกิร์ต

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แผนดำเนินการ

เมื่อกระบวนการผลิตได้รับการควบคุมให้อยู่ภายใต้สภาวะการควบคุมมาตรฐานแล้ว ทำการกำหนดพารามิเตอร์ของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการที่ต้องการวิเคราะห์



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิต่อค่าความหนืดของโยเกิร์ตดัชชี่
2. เพื่อศึกษาความแม่นยำของเครื่องวัดความหนืด Brookfield Viscometer
3. เพื่อทวนสอบกระบวนการผลิตโดยผ่านแผนภูมิควบคุมแบบ X-MR Chart
4. เพื่อศึกษาความสามารถของกระบวนการผลิตทั้งแบบระยะสั้นและระยะยาว สรุปและเสนอแนะแนวทางปรับปรุงแก้ไข

วิธีการทดลอง

1. เก็บตัวอย่างโยเกิร์ตดัชชี่ที่ได้หลังจากการ stop yoghurt ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 500 ml วัดอุณหภูมิของโยเกิร์ต ทำการวัดความหนืด 4 ซ้ำๆ ละจุด ที่อุณหภูมิเดียวกันตลอด (ใช้เข็มวัดเบอร์ 3 speed 20 อ่านค่าเมื่อครบ 1 นาทีค่าที่วัดได้ควรมี % torqe มากกว่า 50%) บันทึกผลความหนืดของอุณหภูมิเริ่มต้น
2. ตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิของโยเกิร์ตถึง 19 $^{\circ}$C ทำการวัดความหนืด 4 ซ้ำๆ ละจุด ที่อุณหภูมิเดียวกัน บันทึกผล
3. ทำการวัดตัวอย่างให้ได้ประมาณ 20 - 25 ตัวอย่าง
4. เก็บรวมรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 แสดงค่าความหนืดโยเกิร์ตดัชชี่ที่วัดได้ ณ อุณหภูมิเริ่มต้น

batch	อุณหภูมิ	ซ้ำ1	ซ้ำ2	ซ้ำ3	ซ้ำ4
1	13	4745	4695	4733	4679
2	13	3947	3965	3893	3815
3	11	4211	4421	4217	4358
4	13	4277	4301	4263	4181
5	14	4403	4347	4517	4457
6	13	3587	3533	3599	3509
7	13	3923	3941	3815	3826
8	13	3989	3945	4005	3910
9	13	4091	4145	4217	4223
10	14	4253	4265	4283	4199
11	14.5	4643	4589	4625	4619
12	14.5	4379	4481	4559	4427
13	11.5	4535	4583	4643	4547
14	10	3945	4055	4049	4023
15	11	4535	4655	4589	4637
16	12	4133	4091	4085	4115
17	12	4943	4877	4889	4913
18	12	5063	5107	4987	4963
19	10	5303	5153	5297	5194
20	12	4625	4637	4589	4473
21	13	4217	4247	4103	4115
22	13	4955	5032	4987	4889

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2 แสดงความหนืดโยเกิร์ตดัชชี่ที่วัดได้ ณ อุณหภูมิ 19 องศาเซลเซียส

batch	อุณหภูมิ	ซ้ำ1	ซ้ำ2	ซ้ำ3	ซ้ำ4
1	19	4451	4403	4223	4139
2	19	3401	3329	3379	3256
3	19	3765	3749	3791	3617
4	19	4055	4049	3845	3941
5	19	4193	4211	4163	4151
6	19	3437	3425	3383	3299
7	19	3719	3665	3730	3679
8	19	3737	3809	3857	3677
9	19	3723	3789	3805	3689
10	19	4187	4124	4073	3983
11	19	4523	4565	4517	4433
12	19	3971	4073	4157	4002
13	19	3947	3893	3857	3821
14	19	3443	3389	3311	3251
15	19	3911	4079	3998	4102
16	19	3491	3521	3527	3539
17	19	3893	4003	4073	3911
18	19	4493	4541	4481	4479
19	19	3979	3983	3911	3935
20	19	4079	4043	4067	4032
21	19	3737	3653	3794	3802
22	19	4427	4511	4463	4415

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 3 แสดงสภาวะต่างๆ ของแต่ละแบชหลังจากการ Stop โยเกิร์ตดัชชี่

แบชที่	เบอร์ถัง	time หมัก (h) R std(3-5)	temp หมัก (°C) R std(40-44 C)	Stop pressure	temp	brix R std(16-21)	TA R std(0.9-1.1)
1	123	3.19	43	5.00	13	16.9	1.1
2	131	4.40	43	5.00	10	16.6	0.8
3	132	4.27	43	5.20	10	16.8	0.9
4	123	3.56	42	6.00	13	17.0	0.9
5	132	3.31	44	7.00	13	16.8	0.9
6	131	3.09	43	6.40	16	16.3	0.9
7	131	3.37	43	5.70	7	16.6	1.0
8	131	2.35	43	6.40	14	16.6	0.9
9	123	2.48	43	4.00	11	17.0	0.9
10	132	4.60	43	6.00	12	16.2	1.0
11	131	5.52	43	5.20	14	16.6	0.9
12	124	5.06	44	5.30	14	17.0	0.9
13	131	4.56	43	6.60	12	20.0	0.9
14	131	4.28	41	7.50	14	17.5	0.9
15	132	5.33	42	6.30	7	16.9	0.9
16	124	4.40	43	2.60	11	16.9	0.9
17	132	7.08	43	8.00	11	16.9	0.9
18	131	6.29	43	8.00	11	17.2	0.9
19	131	3.40	43	5.00	9	17.2	0.9
20	124	4.15	43	6.00	15	16.4	0.9
21	131	5.40	43	5.00	12	17.2	0.9
22	132	5.44	43	5.50	15	17.2	0.9

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4 แสดงความผันแปรจากปัจจัยต่างที่มีผลต่อความหนืดของโยเกิร์ต

time หมัก (h)	temp หมัก (°C)	Stop pressure	Stop temp	brix	TA	ความหนืด 19 C	
0.00	1.21	0.00	3.00	0.30	0.30	844.00	
0.20	0.13	0.00	0.00	0.20	0.10	412.00	
0.80	0.71	1.00	3.00	0.20	0.00	54.00	
1.00	0.25	2.00	0.00	0.20	0.00	318.00	
0.60	0.22	1.00	3.00	0.50	0.00	780.00	
0.70	0.28	0.00	9.00	0.30	0.10	347.00	
0.70	1.02	0.00	7.00	0.00	0.10	127.00	
2.40	0.13	0.00	3.00	0.40	0.00	52.00	
2.00	2.12	0.00	1.00	0.80	0.10	268.00	
0.80	0.92	0.00	2.00	0.40	0.10	444.00	
-0.10	0.46	1.00	0.00	0.40	0.00	360.00	
1.30	0.50	1.00	2.00	3.00	0.00	300.00	
0.90	0.28	2.00	2.00	2.50	0.00	546.00	
1.20	1.05	1.00	7.00	0.60	0.00	687.00	
3.70	0.93	1.00	4.00	0.00	0.00	471.00	
5.40	2.68	0.00	0.00	0.00	0.00	546.00	
0.00	0.79	0.00	0.00	0.30	0.00	408.00	
3.00	2.89	0.00	2.00	0.00	0.00	570.00	
1.00	0.75	0.00	6.00	0.80	0.00	156.00	
1.00	1.25	0.00	3.00	0.80	0.05	273.00	
0.50	0.04	0.00	3.00	0.00	0.05	669.00	
1.29	0.89	0.48	2.86	0.56	0.04	411.05	MRbar
1.35	0.80	0.68	2.56	0.78	0.07	223.83	S.D.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

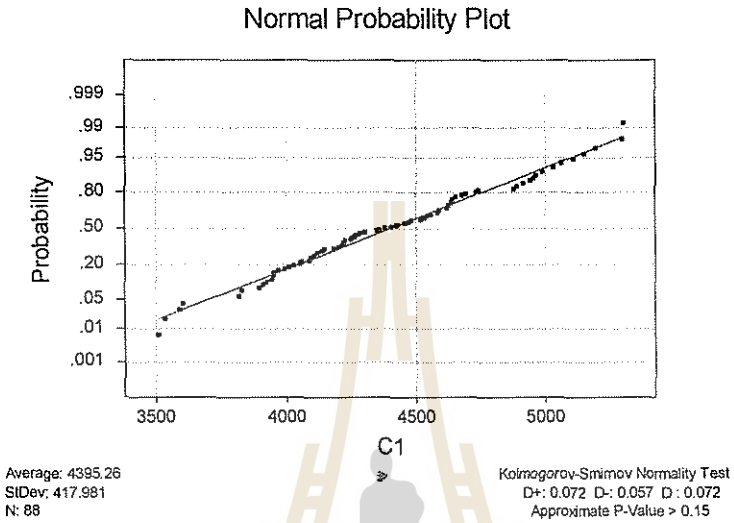
1. การทดสอบการแจกแจงของข้อมูลที่วัดได้

สมมติฐาน

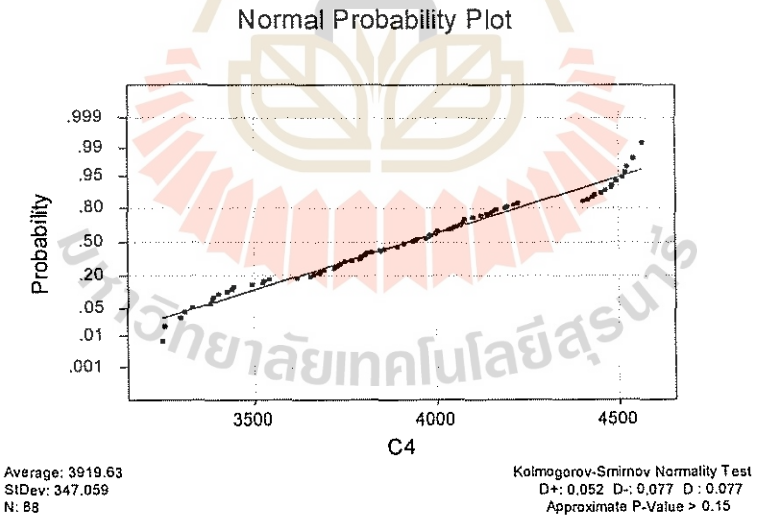
H_0 = ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 = ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

1.1 ค่าความหนืด ณ อุณหภูมิเริ่มต้น



1.2 ค่าความหนืด ณ อุณหภูมิ 19 องศาเซลเซียส



รูปที่ 2 แสดงการทดสอบการแจกแจงแบบปกติ

สรุป

ข้อมูลความหนืดทั้งสองอุณหภูมิมีความแตกต่างจากตัวแบบปกติ (กราฟเส้นตรง) ไม่มาก รวมทั้งค่า P มีค่ามากกว่า ($P > 0.15, P > 0.15$) 0.05 และค่า D มีค่าน้อย ($D = 0.072, D = 0.077$) จึงยอมรับ H_0 นั่นแสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. การทดสอบความแตกต่างของความหนืดที่อุณหภูมิเริ่มต้น(10-14.5 °C) กับ อุณหภูมิ 19 °C

สมมติฐาน

H_0 = ค่าความหนืดทั้งสองอุณหภูมิไม่ต่างกัน

H_1 = ค่าความหนืดทั้งสองอุณหภูมิต่างกัน

Paired T-Test : viscosity at initial temp & viscosity at 19 C

	N	Mean	StDev	SE Mean
initial temp	22	4395.3	422.1	90.0
19 C	22	3919.6	347.7	74.1
Difference	22	475.6	275.9	58.8

95% CI for mean difference: (353.3, 598.0)
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 8.09 P-Value = 0.000

รูปที่ 3 แสดงการทดสอบความแตกต่างของความหนืดที่อุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิที่ 19°C

สรุป

ผลการวิเคราะห์ Paired Test ได้ค่า T- test = 8.09 มากกว่า $T_{\alpha=.005,df=21} = 2.831$ จึงปฏิเสธ H_0 นั่นแสดงว่าค่าความหนืดของโยเกิร์ตดัชชี่ที่อุณหภูมิเริ่มต้นกับอุณหภูมิ 19 °C มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

ผลดังกล่าวพบว่าไม่สามารถทำการวัดความหนืดของโยเกิร์ต ณ อุณหภูมิเริ่มต้นแทนความหนืด ณ อุณหภูมิ 19 °C ที่ทำการวัดอยู่ในปัจจุบันได้ ดังนั้นจึงได้นำข้อมูลความหนืดอุณหภูมิที่ 19 °C มาทำการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการต่อไป

∝ / df	0.05	0.025	0.01	0.01
20	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.717	2.074	2.508	2.819

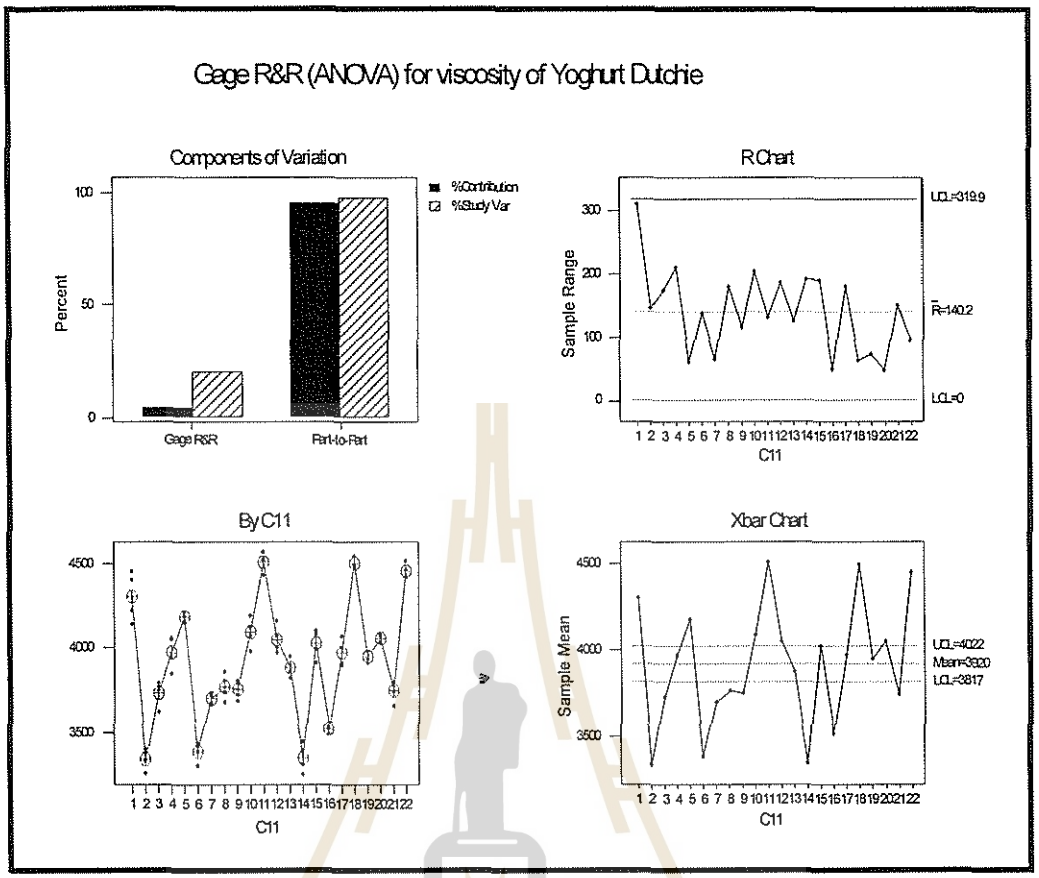
ตารางที่ 4 แสดงค่าของ t ภายใต้ความน่าจะเป็น ∝ ที่กำหนด

ที่มา : กิตติศักดิ์, 2546

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. การวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด

โดยทำการวัดความสามารถในการวัดทำซ้ำ (Repeatability) ของอุปกรณ์วัดที่ผ่านการสอบเทียบ



Gage R&R of Yoghurt Dutchie

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	4919	3.95
Repeatability	4919	3.95
Part-to-Part	119658	96.05
Total Variation	124576	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15*SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	70.134	361.19	19.87
Repeatability	70.134	361.19	19.87
Part-to-Part	345.916	1781.47	98.01
Total Variation	352.954	1817.71	100.00

Number of Distinct Categories = 7

รูปที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความแม่นยำของเครื่องวัดความหนืด

การตีความ รูปที่ 4

R Chart แสดงว่าระบบการวัดดังกล่าวมีคุณสมบัติด้านความสม่ำเสมอ(consistent) และข้อมูลมีคุณภาพดี นั่นหมายความว่า อุปกรณ์วัดมีความสามารถในวัดซ้ำที่แม่นยำ มีความสามารถในการวัดละเอียดเพียงพอและเหมาะสมในการใช้งาน โดยการพิจารณาผ่านเกณฑ์ คือ จุดทุกที่พลอตต้องอยู่ภายในเส้นควบคุม และข้อมูลเป็นอย่างสุ่ม ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน

Xbar Chart แสดงว่าความผันแปรส่วนส่วนใหญ่มาจากกระบวนการผลิต ไม่ได้มาจากระบบการวัด นั่นคือ อุปกรณ์วัดสามารถตรวจจับความแตกต่างระหว่างสิ่งตัวอย่างและความผันแปรภายในกระบวนการได้ โดยพิจารณาจากจุดส่วนใหญ่ที่ออกนอกเส้นควบคุม และไม่ได้เป็นรูปแบบที่แน่นอน

สำหรับค่า NDC = 7 แสดงว่าระบบการวัดสามารถแยกประเภทความแตกต่างของข้อมูลได้ 7 ประเภท (ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในกลุ่มมากกว่า 0.90)ซึ่งปกติถ้ามากกว่า 5 ก็ยอมรับได้เพราะถ้าต่ำกว่า 5 นั่นคือความผันแปรส่วนใหญ่จะเกิดจากอุปกรณ์วัด สามารถจำแนกข้อมูลออกเป็นสูงและต่ำเท่านั้น จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมความผันแปรในกระบวนการได้

เมื่อพิจารณา ค่า GR & R = 19.87 แสดงว่าระบบการวัดมีความแม่นยำพอใช้ โดยพิจารณาจากค่า $10 \leq GR\ \&\ R \leq 30$ และจะพบว่าเมื่อความผันแปรโดยรวมเป็น 100% จะเกิดจากความผันแปรของกระบวนการผลิต 98.01 % ส่วนความผันแปรจากระบบการวัดมีเพียง 19.87 % เท่านั้น

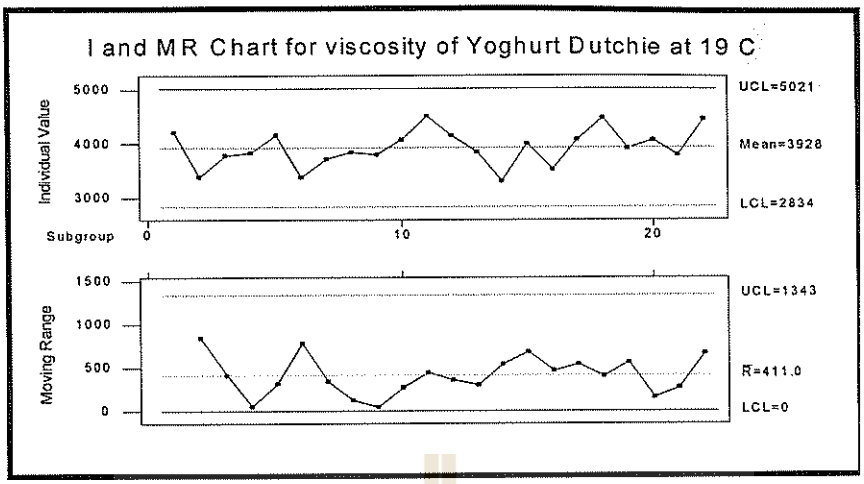
เพราะฉะนั้นจึงสรุปได้ว่าอุปกรณ์วัดมีความแม่นยำอยู่ในขั้นพอใช้ และสามารถใช้ควบคุมความผันแปรของกระบวนการได้

จากการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดพบว่ากระบวนการผลิตมีความแม่นยำ โดยกระบวนการมีความผันแปรจาก Repeatability น้อย จนไม่มีความสนใจต้องควบคุม และกระบวนการผลิตเป็นกระบวนการแบบแบช (Batch)ดังนั้นจึงใช้แผนภูมิ X-MR ทำการทวนสอบกระบวนการต่อไปดังรูปที่ 4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. การทวนสอบกระบวนการ

I-MR Chart ของความหนืดโยเกิร์ตดัชชี่



I/MR for Viscosity of Yoghurt

Test Results for I Chart
Test Results for MR Chart

รูปที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์ความเสถียรภาพของกระบวนการ

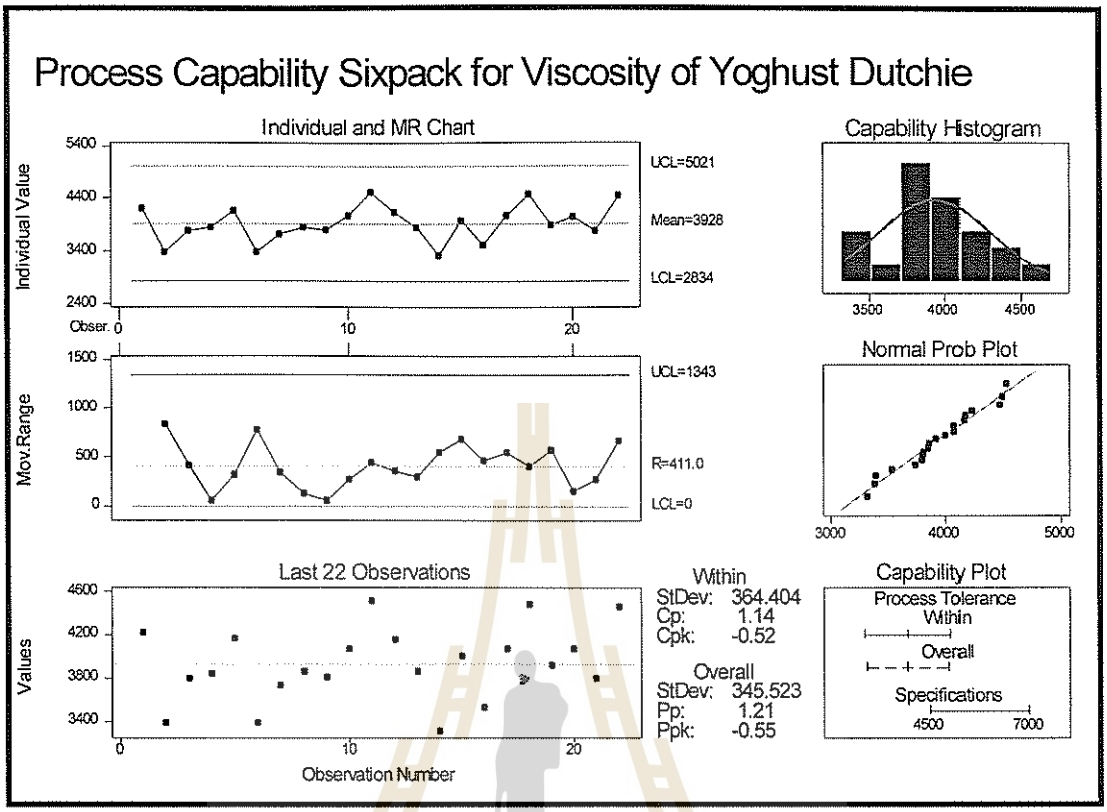
การตีความ

I-MR Chart แสดงว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้สภาวะการควบคุม และข้อมูลมีคุณภาพดี โดยพิจารณาจากไม่มีจุดออกนอกเส้นควบคุม รวมทั้งข้อมูลที่ได้เป็นไปอย่างสุ่มไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ดังนั้นจึงสามารถประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้งการศึกษาแบบระยะสั้นและแบบระยะยาวได้ ดังรูปที่ 5

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5. การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

โดยทำการเปรียบเทียบกับข้อกำหนดเฉพาะมาตรฐานที่ทำขึ้นเมื่อวันที่



รูปที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

การตีความ

จากผลการวิเคราะห์จะเห็นว่าค่า Pp = 1.21 มากกว่า Cp = 1.14 ซึ่งโดยปกติค่า Pp ควรจะน้อยกว่า Cp แต่เนื่องจากค่า Cp จะประเมินค่าความผันแปรภายในกลุ่มย่อย ซึ่งในที่นี้ไม่มีการพิจารณาค่า Repeatability หรือไม่มีกลุ่มย่อย ค่า Cp จึงเป็นค่าการประมาณเท่านั้น ดังนั้นจึงควรจะพิจารณาแบบ Overall จากค่า Pp จะเหมาะสมกว่า อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลที่ได้ทั้งหมด จะได้ว่า

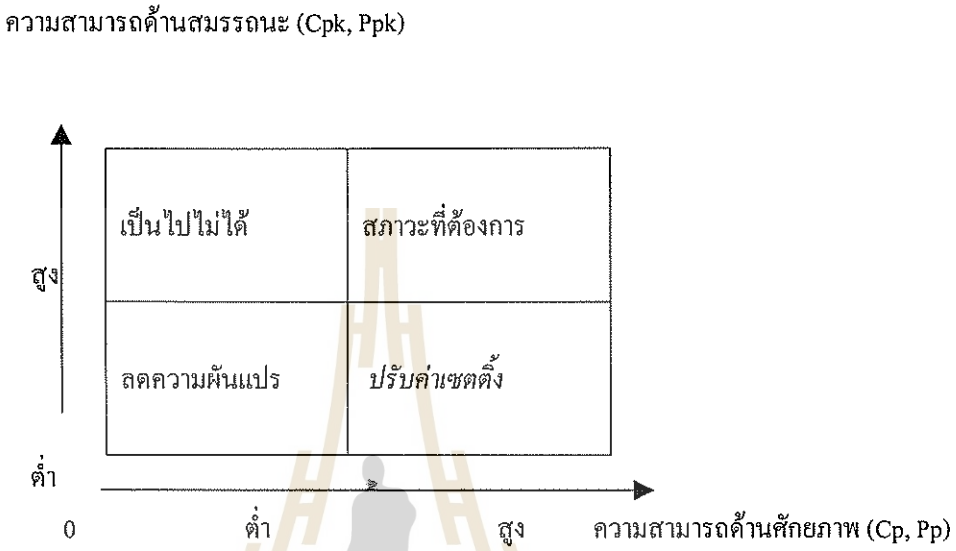
I-MR Chart แสดงว่ากระบวนการมีเสถียรภาพ และข้อมูลเป็นข้อมูลที่มีกระจายแบบปกติ ดังที่กล่าวไว้แล้วในรูปที่ 4 และ 1 ตามลำดับ

ค่า Cpk = -0.52 และค่า Ppk = -0.55 แสดงว่ากระบวนการผลิตไม่มีความสามารถด้านสมรรถนะ นั่นหมายความว่า กระบวนการมีความผันแปรจากค่าเซตติ้งและปัญหาด้านเทคโนโลยี โดยพิจารณาจากรูปที่ 6 และ 7 จึงควรทำการแก้ไขปรับปรุงโดยการปรับค่าเซตติ้งและลดความผันแปรของกระบวนการลง

ค่า Cp = 1.12 และค่า Pp = 1.21 แสดงว่ากระบวนการมีความสามารถด้านศักยภาพที่ดี โดยพิจารณาจากการได้ค่ามากกว่า 1.00 ซึ่งเป็นระดับโดยทั่วไปที่โรงงานอุตสาหกรรมอาหารกำหนด แต่ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จะกำหนดไว้ที่ระดับ 1.33 (ที่มา : กิตติศักดิ์ , 2543) นั่นหมายความว่า กระบวนการผลิตมีการออกแบบดี

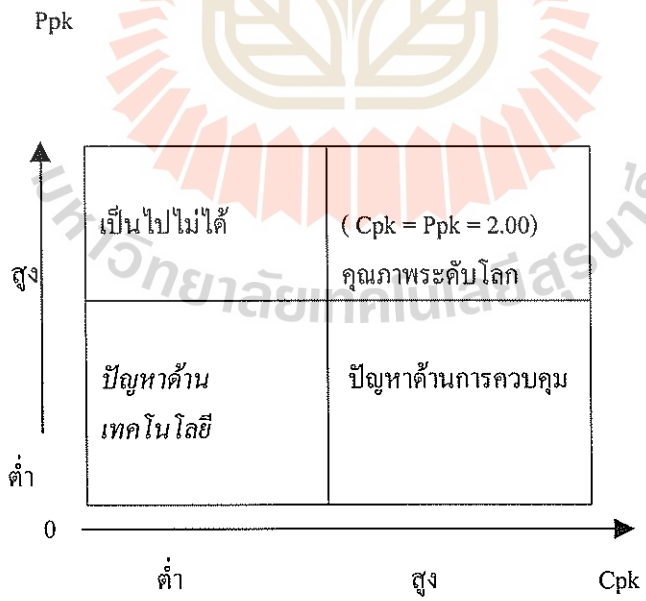
ค่า Cp และ Pp สูงกว่าค่า Cpk และ Ppk แสดงว่ามีความผันแปรจากสาเหตุที่ไม่สามารถควบคุมได้ของค่าเซตติ้ง โดยพิจารณาจากรูปที่ 6 จึงต้องหาปัจจัยที่มีผลต่อค่าเซตติ้งของกระบวนการหรือของมาตรฐานที่ใช้อ้างอิง เพื่อปรับให้ค่าเซตติ้งหรือค่าเฉลี่ยอยู่ในพิกัดเดียวกัน

ค่า Cp ใกล้เคียงกับค่า Pp และค่า Cpk ใกล้เคียงกับค่า Ppk แสดงว่ากระบวนการมีการควบคุมดี จึงมีความผันแปรระหว่างเวลาที่ทำการศึกษาน้อยมาก



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านสมรรถนะกับด้านศักยภาพ

ที่มา : กิตติศักดิ์, 2546



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถด้านสมรรถนะของกระบวนการทั้งแบบระยะสั้นและแบบระยะยาว

ที่มา : กิตติศักดิ์, 2546

สรุปผลการทดลอง

1. จากการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อความหนืดของโยเกิร์ตดัชชี่ พบว่า ความหนืดที่อุณหภูมิเริ่มต้น (10-14.5 °C) กับความหนืดที่อุณหภูมิ 19 °C แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ดังนั้นจึงไม่สามารถวัดที่อุณหภูมิเริ่มต้นแทนอุณหภูมิ 19 °C ได้
2. จากการศึกษาความแม่นยำของระบบการวัด พบว่าเครื่องวัดความหนืดมีความแม่นยำอยู่ในขั้นดี สามารถใช้ควบคุมความผันแปรของกระบวนการได้ และไม่จำเป็นต้องมีการวัดซ้ำ
3. จากการทวนสอบกระบวนการ พบว่ากระบวนการผลิตอยู่ภายใต้สภาวะการควบคุม และข้อมูลมีคุณภาพดี เนื่องจากข้อมูลเป็นไปอย่างสุ่มไม่มีรูปแบบที่แน่นอน
4. ในการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิตโดยอาศัยพารามิเตอร์ของความหนืดโยเกิร์ตดัชชี่ พบว่ากระบวนการมีความสามารถด้านศักยภาพที่ดี แต่มีความสามารถด้านสมรรถนะไม่ดี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องดำเนินการมาตรการแรก ด้วยการปรับค่าเซตติ้งของกระบวนการให้ใกล้ค่ากลางของพิกัดข้อกำหนดเฉพาะมาตรฐานให้มากที่สุดหรือปรับค่าเซตติ้งของข้อกำหนดเฉพาะมาตรฐานให้ใกล้ค่ากลางของพิกัดของกระบวนการมากที่สุด

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการจะต้องมีเปรียบเทียบกับข้อกำหนดเฉพาะมาตรฐานที่น่าเชื่อถือและเหมาะสมกับกระบวนการผลิตในปัจจุบัน แต่ในที่นี้ได้ทำการเปรียบเทียบกับข้อกำหนดเฉพาะเมื่อ 2 ปีที่แล้วซึ่งไม่มีความเหมาะสมกับการผลิตในปัจจุบัน ดังนั้นผลการทดลองที่ได้จึงอาจไม่มีความแน่นอน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข้อเสนอแนะ

1. หลังจากที่มีการ Stop โยเกิร์ตแล้ว จะมีการนำเอาโยเกิร์ตมาทำการวัดความหนืดโดยพนักงาน QC หน้า Shelf โดยจะทำการวัด 2 ซ้ำที่อุณหภูมิ 19 ° C แล้วทำการเฉลี่ยลงบันทึกข้อมูล จึงทำให้ใช้เวลานานพอสมควรในการบันทึกข้อมูลตรงส่วนนี้ เนื่องจากการวัดแต่ละซ้ำต้องใช้เวลาการวัดถึง 1 นาที และในช่วงนั้นพนักงานอาจต้องวัดค่าควบคุมอื่นๆ เพื่อการตัดสินใจว่าจะให้ทำการผลิตต่อๆ ได้หรือไม่ ซึ่งจะทำการวัดพร้อมกันไม่ได้ เพราะต้องคอยดูเวลาในการวัดตลอดเวลา ซึ่งถ้ามีซ้ำใดซ้ำหนึ่งใช้เวลานานกว่า 1 นาที จะทำให้ค่าความหนืดที่ได้แตกต่างกันอย่างมาก จึงทำให้ผลผิดพลาดได้เมื่อนำค่าทั้งสองมาเฉลี่ย ดังนั้นจึงให้ทำการวัดแค่เพียงครั้งเดียวก็พอแล้ว
2. เมื่อต้องการเพิ่มค่า Cpk ให้ทำการหาข้อกำหนดเฉพาะของค่าความหนืดโยเกิร์ตดัชชี่ใหม่ให้มีความเหมาะสมมากขึ้น โดยพนักงานแผนก R&D จะต้องทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภค โดยทำการทดลองว่าความหนืดในช่วงใดที่ผู้บริโภคมีความชอบและพอใจ ซึ่งผู้บริโภคอาจเป็นพนักงานแผนกอื่นหรือบุคคลก็ได้ ทั้งนี้จำนวนผู้ทดสอบต้องมีความเหมาะสม และน่าเชื่อถือได้
3. เมื่อต้องการเพิ่มค่า Cp ก่อนอื่นต้องหาปัจจัยที่ทำให้เกิดความผันแปรของกระบวนการลง นั่นคือทำการลดค่าซิกม่า โดยค่าซิกม่าจะแปรตาม ค่า MRbar ของข้อมูลที่ได้ โดยปัจจัยที่ต้องทำการควบคุมจะต้องเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความแตกต่างของความหนืดสูง ดังนั้นเมื่อพิจารณาปัจจัยต่างๆ ดังตารางที่ 4 พบว่าปัจจัยที่คาดว่ามีผลต่อความผันแปรของความหนืดและต้องดำเนินการแก้ไขควบคุมก่อน คือ อุณหภูมิในช่วงผ่าน Plate Cooling รองลงมาคือเวลาในการหมักและอุณหภูมิในการหมัก ตามลำดับ ทั้งนี้พิจารณาจากค่าความผันแปร Mrbar และ S.D. ของแต่ละปัจจัย ซึ่งพบว่าปัจจัยดังกล่าวมีความผันแปรมาก เพราะถ้าปัจจัยดังกล่าวมีความผันแปรน้อยก็แสดงว่ากระบวนการมีการควบคุมดี ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องทำการควบคุมอีก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ.2540.**สถิติสำหรับงานวิศวกรรม เล่ม 2(ประมวลผลด้วย MINITAB)**.สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยี(ไทย-ยี่ปุ่น) : กรุงเทพ

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ.2544.**การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ**.สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ยี่ปุ่น) : กรุงเทพ

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล.2530.**การควบคุมคุณภาพ**.ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมอาหาร.คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี. วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขตเทเวศน์.พิมพ์ครั้งที่ 4. ประกอบเมไตร : กรุงเทพ

ไพศาล เหล่าสุวรรณ.2545.**สถิติสำหรับการวิจัยทางการเกษตร**.สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตพืช.สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี