รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การศึกษากราฟ Moisture Sorption Isotherm ในผลิตภัณฑ์อาหารเม็ด

โดย

นางสาว นันทิกา ถุงมณี B4251644

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2545

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2545

เรื่อง ขอส่งรายงานปฏิบัติการสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร อ.ดร. ปิยะวรรณ กาสลัก

จากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา (305497) ระหว่างวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2545 ถึง วันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2545 ข้าพเจ้า นางสาว นันทิกา ถุงมณี รหัสประจำตัว B4251644 นักศึกษาสาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร สำนักวิชา เทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ปฏิบัติงานในตำแหน่งนักศึกษาฝึกงาน แผนกวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ณ บริษัท เอฟเฟ็มฟู้ดส์ (ประเทศไทย) จำกัด และได้รับมอบหมายจาก Jop Supervisor ให้ศึกษาและทำรายงานในเรื่อง กราฟ Moisture Sorption Isotherm ในผลิตภัณฑ์อาหารเม็ด เนื่องจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ได้สิ้นสุดลง ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานในเรื่องดังกล่าวเป็นจำนวน 1 เล่มเพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาว นันทิกา ถุงมณี)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

จากการที่ข้าพเจ้าได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท เอฟเฟิมฟู้ดส์ (ประเทศไทย) จำกัด ในแผนกวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ระหว่างวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2545 ถึงวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2545 ทำให้ข้าพเจ้าได้รับประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน ความรู้ และทักษะต่างๆ การปฏิบัติงานและรายงานฉบับนี้สำเร็จลงได้เป็นอย่างดีเนื่องมาจากความกรุณาในการให้ความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายๆ ฝ่าย ดังนี้

ฝ่ายบุคคล

คุณ อังคณา ธนปิยะวณิชย์ ที่กรุณาติดต่อประสานงานกับโครงการสหกิจศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ฝ่ายวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์

คุณ จริยา แสงไชยญา ที่เห็นความสำคัญของโครงการสหกิจศึกษาและให้โอกาสในการคัดเลือกข้าพเจ้าเข้ามาปฏิบัติงาน

คุณ คีรีมาส อเตนต้า Jop supervisor ที่ให้คำแนะนำและปรึกษาแก่ข้าพเจ้า

คุณ สมเพลิน คำศรี

คุณ คม กมลพัฒนะ

คุณ วิไลลักษณ์ สมใจ

ฝ่ายผลิต

Shift Manager และ Operation ในโรงงานผลิตอาหารแห้ง ทุกท่านที่กรุณาถ่ายทอดความรู้ความชำนาญ และความร่วมมืออย่างดียิ่งในระหว่างการปฏิบัติงานและบุคคลากรท่านอื่น ๆ ที่มิได้กล่าวนาม

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน สำหรับการให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือข้าพเจ้าเป็นอย่างดียิ่งมาโดยตลอด

นางสาว นันทิกา ถุงมณี

ผู้จัดทำ

20 ธันวาคม พ.ศ. 2545

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

บริษัท เอฟเฟิมฟู้ดส์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นหนึ่งในโรงงานของกลุ่มบริษัท มาร์ส ซึ่งเป็นผู้ผลิตช็อกโกแลต ขนมขบเคี้ยว รวมทั้งผลิตอาหารสัตว์เลี้ยงสำเร็จรูปรายใหญ่ของโลก โดยผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงภายใต้เครื่องหมายการค้าที่เป็นที่ยอมรับ คือ เพดดิกรี และ วิสกัส เมื่อเข้ามาปฏิบัติงานตามโครงการสหกิจศึกษา และได้ปฏิบัติงานในแผนกวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในส่วนของโรงงานผลิตอาหารแห้งนั้น ข้าพเจ้าได้รับมอบหมายให้ศึกษาในเรื่อง กราฟ Moisture Sorption Isotherm ของผลิตภัณฑ์อาหารสัตว์เลี้ยงชนิดแห้ง เพื่อเป็นหลักฐานอ้างอิงสภาวะในการผลิตได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

		หน้าที่
บทที่ 1	บทนำ	
	- บทนำ	8
	- รายละเอียดกระบวนการผลิตในส่วนต่างๆ	10
บทที่ 2	ลักษณะงานที่ปฏิบัติ	
	- Technical Service	16
	- การหาสาร Aflatoxin	18
บทที่ 3	การศึกษากราฟ Sorption Isotherm แบบ Adsorption	
	- วัตถุประสงค์	21
	- บทนำ	21
	- อุปกรณ์	22
	-วิธีการเตรียมเกลืออิ่มตัว	23
	- วิธีการปรับ water activity ของ อาหารเม็ด	23
	- วิธีการวิเคราะห์ Water Activity (a_w)	24
	- วิธีการวิเคราะห์ความชื้น	25
	- สรุปผลการทดลอง	34
	- ข้อเสนอแนะ	34

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญกราฟและแผนผัง

	หน้าที่
- แผนผังกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Whiskas และ Pedigree	9
- แผนผังแสดงกระบวนการการผลิตของ Batching Area	11
- แผนผังแสดงกระบวนการผลิตของ Extrusion Area	12
- แผนผังแสดงกระบวนการผลิตของ DCC Area	13
- แผนผังแสดงกระบวนการผลิตของ Packing area	14
- กราฟแสดงแนวโน้มการปรับสมดุลเกลืออิ่มตัวในอาหารเม็ด Pedigree Beef	29
- กราฟ Moisture Sorption Isothrem แบบ Adsorption ในผลิตภัณฑ์ Pedigree Beef	33

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

	หน้าที่
- ผลการปรับ aw ใน Pedigree Beef ให้สมดุลกับเกลือ	26
- ตารางแสดงค่าความชื้นที่ค่า water activity แตกต่างกัน	33

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

กล่าวนำ

บริษัท เอฟเฟิมฟู้ดส์ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นหนึ่งในโรงงานของกลุ่มบริษัทมาร์ส

ซึ่งบริษัทมาร์สเป็นบริษัทเอกชนที่ประกอบกิจการในธุรกิจหลักในกว่า 60 ประเทศทั่วโลก โดยแบ่งเป็นกลุ่มต่างๆ ดังนี้

- กลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยว
- กลุ่มผลิตภัณฑ์อาหาร
- กลุ่มผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับสัตว์เลี้ยง ที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายคือ เพดดิกรี และ วิสกัส
- กลุ่มผลิตเครื่องจ่ายเงินอัตโนมัติ
- กลุ่มผลิตเครื่องขายสินค้าชนิดหยอดเหรียญ

ในปีพ.ศ. 2541 บริษัทมาร์สได้ลงทุนสร้างโรงงานแห่งใหม่ที่ตำบลจันทึก อำเภอปากช่องจังหวัดนครราชสีมา ใน 1 ปีถัดมา โรงงานเอฟเฟิมฟูดส์ (ประเทศไทย) จึงก่อสร้างสำเร็จในส่วนที่1 และจัดเป็นโรงงานที่มีศักยภาพอย่างมาก ในการผลิตอาหารสัตว์สำเร็จรูประดับพรีเมี่ยม ซึ่งมีมาตรฐานคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการสูงออกสู่ตลาด และได้รับการต้อนรับเป็นอย่างดีจากผู้บริโภค

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกว่าร้อยละ 80 ในโรงงานเอฟเฟิมฟู้ดส์ เป็นวัตถุดิบที่เป็นผลิตผลทางการ เกษตรภายในประเทศไทย โดยเอฟเฟิมฟู้ดส์ได้เลือกสรรวัตถุดิบอย่างดีในการผลิต อาทิ ธัญพืชและเนื้อสัตว์ ที่มีคุณภาพและสะอาด เพื่อป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิตจนได้อาหารสัตว์สำเร็จรูปที่มาตรฐานคุณภาพสูง โดยวัตถุดิบที่ผ่านการเลือกสรรแล้วจะถูกผสมกันตามสัดส่วนตามสูตรที่คิดค้นขึ้นพิเศษ จากนั้นจะถูกนำไปผ่านกระบวนการอัดด้วยแรงดันสูงเพื่อผ่านเครื่องขึ้นรูป กลายเป็นอาหารสัตว์ชนิดเม็ด แล้วจึงนำไปผ่านขั้นตอน การเคลือบด้วยน้ำซอสที่ได้รับการปรุงกลิ่นและรสชาติเพื่อช่วยในการเจริญอาหารของสัตว์เลี้ยง ซึ่งตลอดกระบวนการผลิตของโรงงานเอฟเฟิมฟู้ดส์ล้วนถูกควบคุมการผลิตด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัย

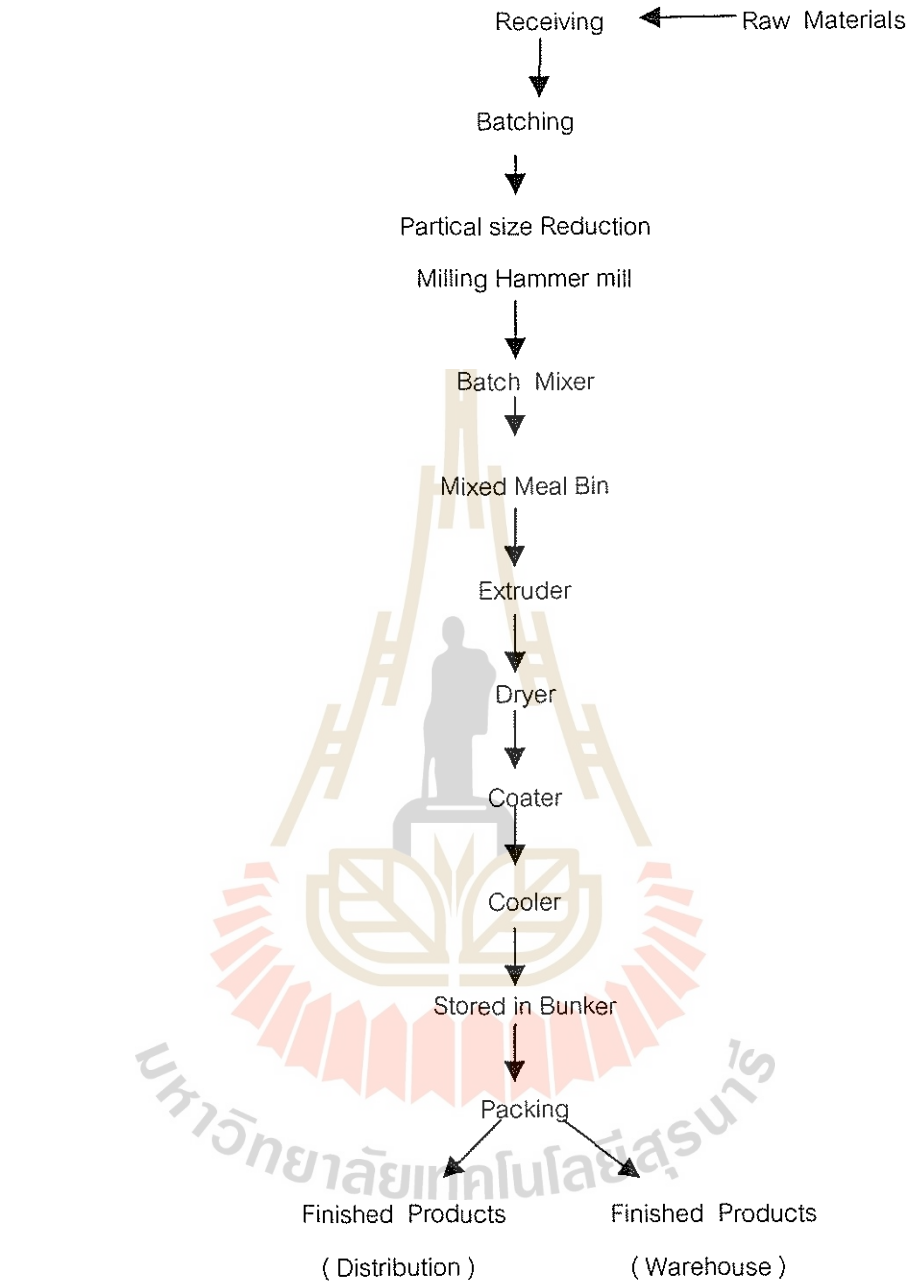
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

หลัก 5 ประการของมาร์ส

คุณภาพ	ผู้บริโภคคือนายของเรา คุณภาพคืองานของเรา และความคุ้มค่าเงินคือเป้าหมายของเรา
ความรับผิดชอบ	ส่วนบุคคล เรารับผิดชอบต่อตนเอง ส่วนรวม เราสนับสนุนผู้อื่นด้วยความรับผิดชอบ
ผลประโยชน์ร่วมกัน	การแบ่งปันผลประโยชน์ร่วมกันจะสร้างความสัมพันธ์อันมั่นคง
ประสิทธิภาพ	เราใช้ทรัพยากรอย่างเต็มที่ในสิ่งที่เป็นประโยชน์ โดยไม่มีการสูญเสีย และทำในสิ่งที่เราทำได้ดีที่สุดเท่านั้น
ความอิสระ	เราจำเป็นต้องมีความอิสระเพื่อกำหนดอนาคตของเรา และจำเป็นต้องมีผลกำไรเพื่อคงความอิสระนั้นไว้

แผนผังกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Whiskas และ Pedigree

Process Line



รูปที่ 1 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ Whiskas และ Pedigree

<u>รายละเอียดกระบวนการผลิตในส่วนต่างๆ</u>

1.Receiving and Unloading Liquid Area

เป็นจุดรับวัตถุดิบจาก Supplier เมื่อวัตถุดิบจาก supplier มาถึงโรงงาน จะมีการตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและกายภาพขั้นพื้นฐานก่อนเมื่อผ่านการตรวจคุณภาพแล้วทางโรงงานจึงจะรับวัตถุดิบ จากนั้นจะมีการสุ่มวัตถุดิบบางส่วนไปตรวจขั้นละเอียดต่อไป วัตถุดิบต่างๆ ที่โรงงานรับมาจาก supplier แบ่งเป็นประเภทได้ 9 ประเภท ดังนี้

1.ธัญพืช / แหล่งคาร์โบไฮเดรต เช่น ข้าวโพด ปลายข้าว
โดยสิ่งที่ตรวจทางกายภาพได้แก่ สี กลิ่น และสิ่งแปลกปลอมต่างๆ สิ่งที่ตรวจทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โดยที่ข้าวโพดนั้นจะต้อง ทำการตรวจปริมาณเมล็ดเสีย ปริมาณเมล็ดแตก และปริมาณสาร Aflatoxin ด้วย

2. โปรตีนจากสัตว์ เช่น Poultry meal , Meat & Bone Meal สิ่งที่ตรวจทางกายภาพได้แก่ สี กลิ่น เส้นใย แมลง และสิ่งปลอมปน สิ่งที่ตรวจทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า
3. โปรตีนจากพืช เช่น รำสกัดน้ำมัน , กากถั่วเหลือง , Soy Concentrate 65 % , สิ่งที่ตรวจทางกายภาพได้แก่ สี กลิ่น และสิ่งปลอมปน สิ่งที่ตรวจทางเคมี ได้แก่ ความชื้น สารพิษจากเชื้อรา โปรตีน ไขมัน และเถ้า
4. น้ำมันและไขมันจากพืช / สัตว์ เช่น Palm Stearine , Vegetable oil สิ่งที่ตรวจทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น และสิ่งปลอมปน
5. สารให้สี เช่น Titanium Dioxide , Red dye blend สิ่งทีตรวจทางกายภาพ ได้แก่ สี และสิ่งปลอมปน สิ่งที่ตรวจสอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น
6. วิตามินและเกลือแร่ เช่น Cat/Dog vitamin สิ่งที่ตรวจสอบทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น และสิ่งแปลกปลอม
7. สารให้กลิ่นรส เช่น กากน้ำตาล , Cat flavor blend สิ่งที่ตรวจทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น สิ่งแปลกปลอม ซึ่งในกากน้ำตาลจะทำการตรวจ % Brix (เปอร์เซนต์ความหวาน) ด้วย
8. สารเคมี ได้แก่ Preservatives , Antioxidants , Amino acid , Acid and Base , Flavor Ingredients สิ่งที่ตรวจทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น และสิ่งแปลกปลอม
สิ่งที่ตรวจทางเคมี ได้แก่ ความชื้น
9. วัตถุดิบสด / แช่เย็น / แช่เยือกแข็ง เช่น ปลาซาร์ดีนแช่แข็ง , ไส้ไก่สด
สิ่งที่ตรวจทางกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น สิ่งแปลกปลอม และ อุณหภูมิ
สิ่งที่ตรวจสอบทางเคมี ได้แก่ pH

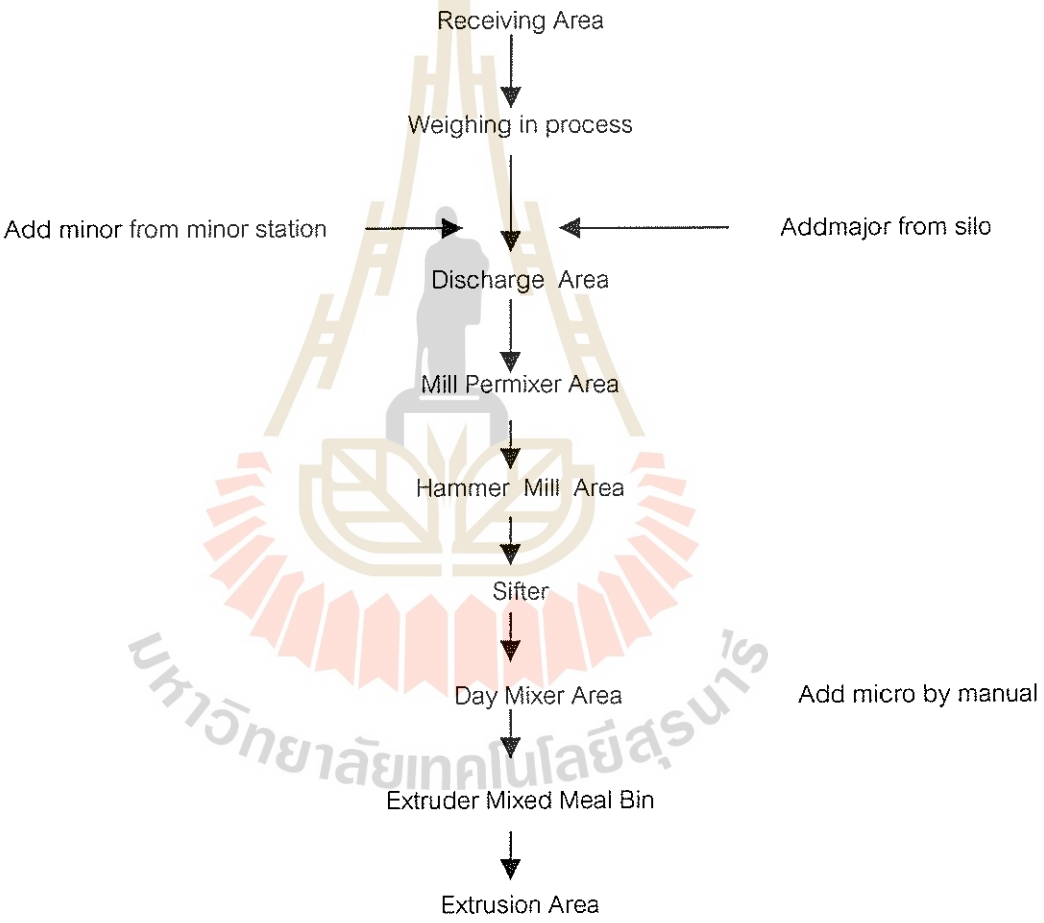
สำนักวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. Batching Area

เป็นจุดที่เตรียม Ingredients ต่างๆ โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้ คือ

- Major Ingredients เช่น Corn whole , Broken rice , Maize gluten
- Minor Ingredients เช่น Soy concentrate 65% , Soy bean meal 44% ,
- Micro Ingredients เช่น Mineral blend , Vitamin blend , Flavor blend

ซึ่งการเตรียม Ingredients ต่างๆ จะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับว่าจะผลิตอะไร โดย kibble แต่ละชนิดจะใช้ส่วนผสมตามที่กำหนดโดยมี paddle ทำหน้าที่กวนให้ส่วนผสมเข้ากันและกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ เรียกส่วนผสมนี้ว่า Mixed Meal แล้วนำมาเก็บไว้ใน Extruder Mixed Mill Bin เพื่อส่งให้ Extrusion Area และนำไปใช้ในกระบวนการผลิตต่อไป โดยแผนผังแสดงกระบวนการผลิตของ Batching Area แสดงดังต่อไปนี้

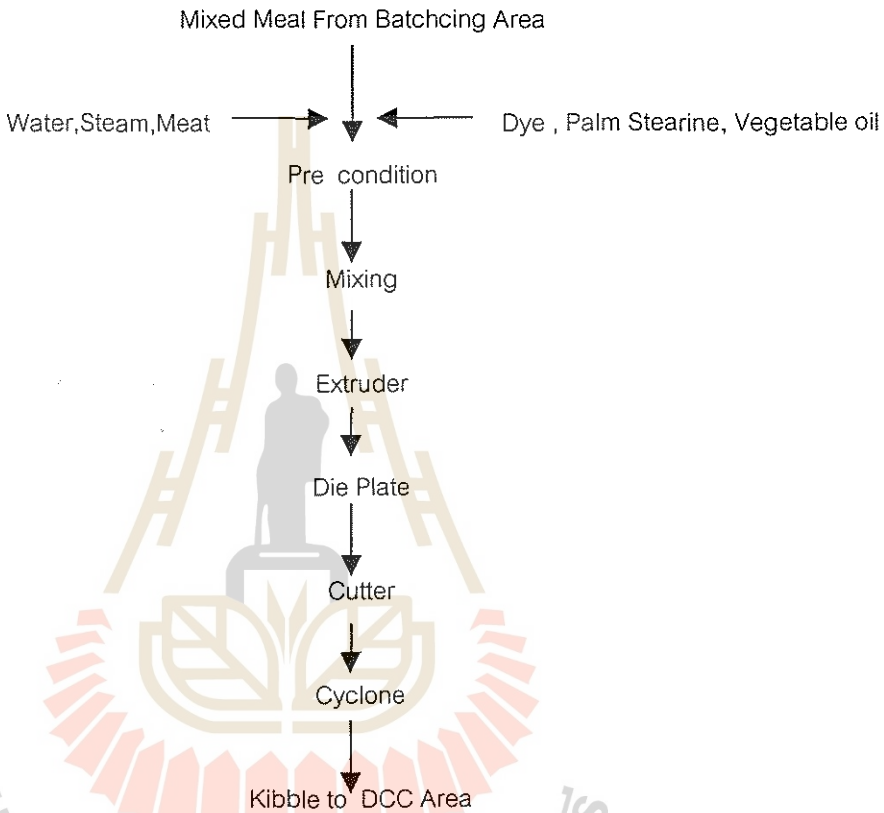


รูปที่2 แผนผังแสดงกระบวนการการผลิตของ Batching Area

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3. Extrusion Area

เป็นจุดผลิต kibble โดยให้ความร้อนกับ Mixed Meal เพื่อทำให้เกิดเจล จะนำส่วน mixed meal ที่เตรียมจากส่วน Batching นำมาผสมน้ำ , สี , Palm stearine , น้ำมันพืช และเนื้อสัตว์ จากนั้นจะให้ความร้อนเพื่อทำให้ส่วนผสมสุก และมีความดันสูงขึ้น แล้วอัดผ่านรู Die plate ที่ความดันสูงและถูกตัดด้วย Cutter ได้เป็น kibble ซึ่งมีความพองตัวและจะถูกส่งต่อไปยัง Dryer ต่อไป แผนผังแสดงขั้นตอนต่างๆ ในส่วน Extrusion แสดงดังต่อไปนี้

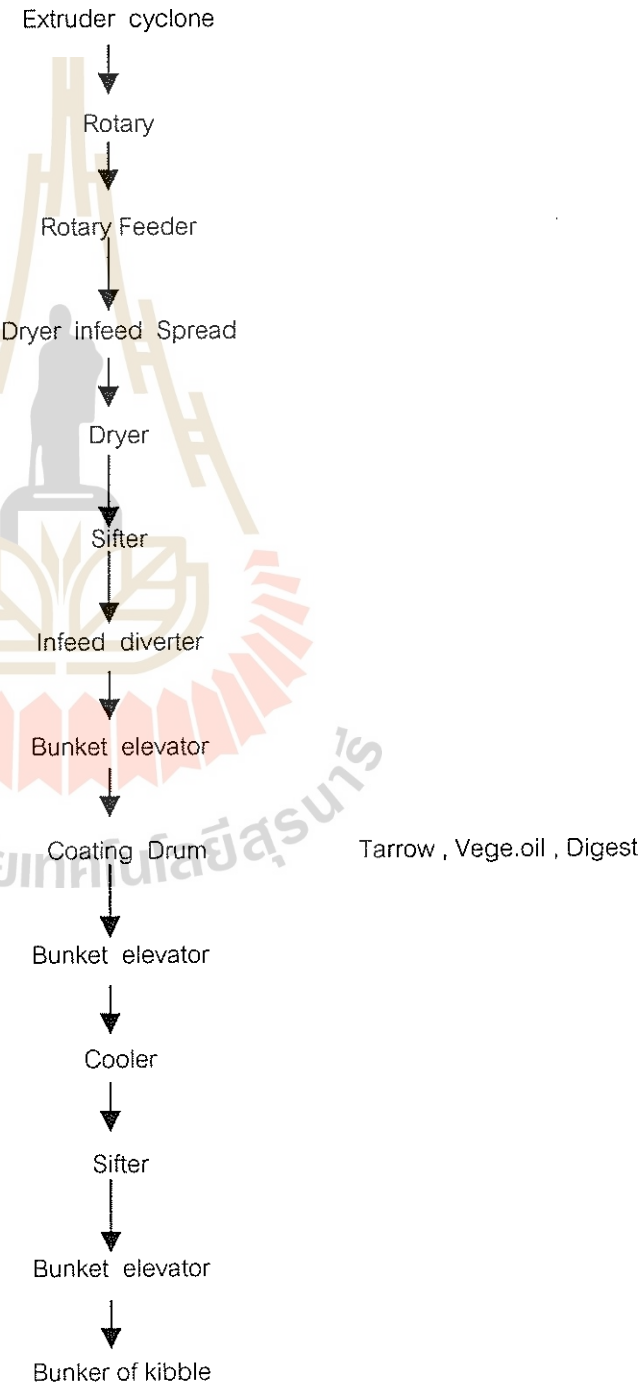


รูปที่ 3 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตของ Extrusion Area

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. Dyer Coater Cooler (DCC) Area

จุดนี้จะแบ่งพื้นที่เป็น 3 ส่วน คือ ส่วน Dyer ซึ่งทำหน้าที่ลดความชื้นของ kibble ที่ผ่านจาก extrusion ลงเพื่อเพิ่มอายุการเก็บโดยใช้ความร้อนหลังจากนั้นส่งผ่าน Sifter เพื่อแยกสิ่งแปลกปลอมและตรวจสอบการเกิดการจับตัวเป็นก้อน (Clumping) แล้วจึงส่งไปยังส่วนที่ 2 คือ ส่วน Coater ส่วนนี้จะทำหน้าที่เคลือบ kibble ด้วยน้ำซอสปรุงรสที่เตรียมไว้ หลังจากนั้น จะถูกขนส่งโดย Bunket ไปยังส่วนที่ 3 คือ Cooler ส่วนนี้จะถูกเก็บเข้า Bunker เพื่อรอบรรจุต่อไป แผนผังแสดงการผลิตของ DCC Area แสดงดังรูปที่ 4 ต่อไปนี้



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5. Packing Area

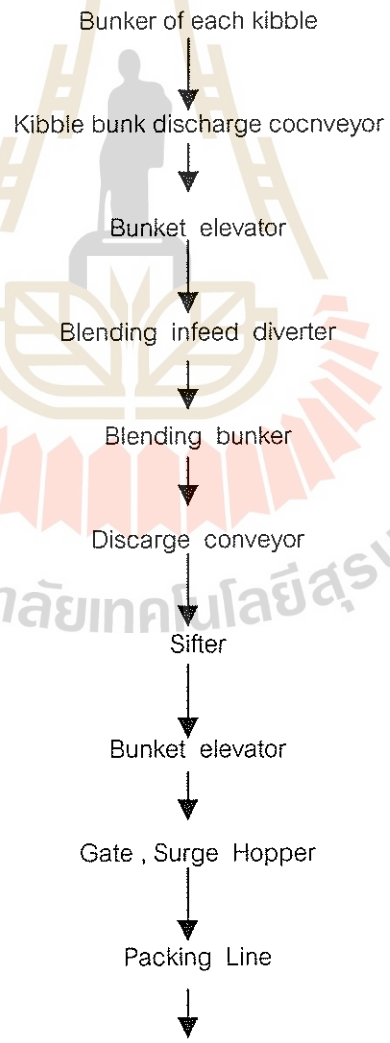
เป็นจุดที่ทำหน้าที่ผสม kibble แต่ละชนิดเข้าด้วยกัน แล้วบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ประเภทต่างๆ ซึ่งจะมีสายการผลิตทั้งหมด 4 Line

Line ที่ 1,2 จะบรรจุผลิตภัณฑ์สำเร็จลงในถุงสำเร็จรูปโดย packing จะทำการ Seal ที่ปากถุงเท่านั้น

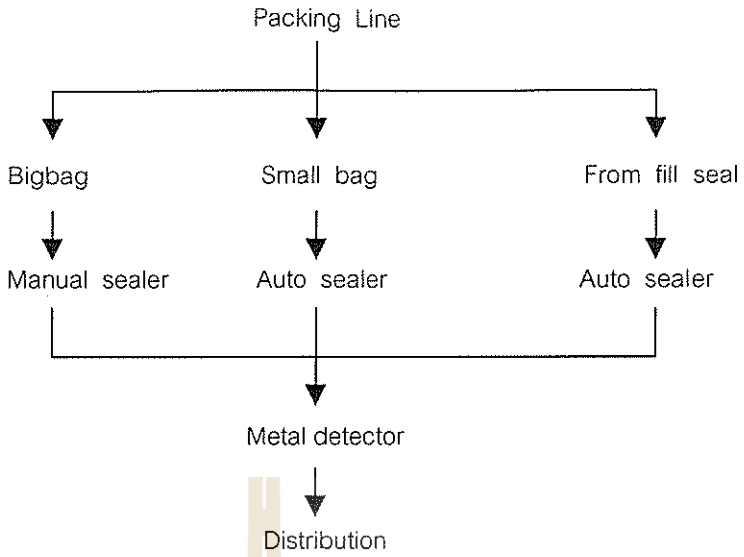
Line ที่ 3 จะบรรจุผลิตภัณฑ์สำเร็จลงในถุงแบบ From Fill Seal

Line ที่ 4 จะทำการบรรจุผลิตภัณฑ์สำเร็จลงในถุง Small bag แล้วจึงบรรจุถุงลงใน Carton Machine ซึ่งเป็นเครื่องขึ้นรูปแบบกล่อง

เมื่อ kibble ถูกบรรจุลงในถุงแล้วจะถูกลำเลียงบนสายพาน ผ่านเครื่องตรวจจับโลหะ (Metal Detector) และทดสอบประสิทธิภาพการ Seal ผลิตภัณฑ์จะถูกบรรจุลงกล่อง สำหรับ Big bag จะถูกเรียงบน Pallet แล้วห่อด้วยพลาสติกใสเพื่อรอการขนส่งเพื่อการจำหน่ายต่อไป แผนผังในส่วน packing แสดงดังต่อไปนี้



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 5 แผนผังแสดงกระบวนการผลิตของ Packing area

บทที่ 2
ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

ในระหว่างปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ข้าพเจ้าได้ปฏิบัติงานในแผนกวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทำให้ได้รับทักษะ ความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการตรวจคุณภาพทางกายภาพของวัตถุดิบที่รับเข้าโรงงานเพื่อนำไปผลิตการตรวจคุณภาพวัตถุดิบทางเคมี การปฏิบัติงานจริงในไลน์การผลิต การสุ่มเก็บตัวอย่างในไลน์การผลิต และการทำโครงงานที่ได้รับมอบหมายในเรื่องการศึกษาในเรื่องกราฟ Moisture Sorption Isotherm ของผลิตภัณฑ์บางชนิด ซึ่งสามารถแยกหัวข้อในการปฏิบัติงานจริงและแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

1. Technical Service

ลักษณะงานที่ข้าพเจ้าปฏิบัตินั้นจัดอยู่ในส่วนของ Technical Servicec ซึ่งมีความสำคัญ คือ ทำหน้าที่ควบคุม ให้คำแนะนำเกี่ยวกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ การจัดเตรียม มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ไม่ว่าจะเป็น การเตรียมสีให้กับ Meat and Liquid Area และจัดเก็บตัวอย่าง kibble ที่ได้มาตรฐานเพื่อให้ Extrusion Area นำมาเปรียบเทียบกับ kibble ที่ผลิตในครั้งต่อไป การสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนของผลิตภัณฑ์สำเร็จทั้งหมด เพื่อนำไปตรวจสอบเกี่ยวกับคุณภาพหลักต่างๆ เช่น % Ratio , % Broken product และ % Good Product รวบรวมตัวอย่างของแต่ละวัน เพื่อนำไปตรวจวัดคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี จัดตัวอย่างสำหรับเข้า Morning Panel และเก็บตัวอย่างไปเป็น Retained product เพื่อสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้เมื่อมีปัญหาคุณภาพหลังจากผลิตออกสู่ตลาดแล้ว

หน้าที่และความรับผิดชอบ

- สุ่มเก็บตัวอย่าง

การสุ่มเก็บตัวอย่างมีทั้งส่วน Cooler และส่วน Packing

Cooler

* ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างทุก 2-3 ชั่วโมง หรืออย่างน้อย 2 ครั้งต่อ 1 กะ (8 ชั่วโมง)

* นำตัวอย่างที่เก็บมาบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ชนิดของ kibble วัน เดือน ปี เวลา และไลน์ที่ผลิต

* นำตัวอย่างมาลดขนาดโดยการบดเพื่อส่งห้องปฏิบัติการนำไปตรวจวิเคราะห์ความชื้นต่อไป

* ติดตามการตรวจวัดคุณภาพของ kibble จาก operator ในทุกพื้นที่การผลิต รวมทั้งให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับคุณภาพต่างๆ หากพบว่า kibble มีคุณภาพเบี่ยงเบนจาก MCL ต้องแจ้ง operator เพื่อทำการปรับสภาวะการผลิตให้ kibble มีคุณภาพปกติต่อไป

Packing

* สุ่มเก็บตัวอย่างทุก 4 ชั่วโมงต่อครั้ง

ในทุกสายการผลิตเพื่อนำมาตรวจสอบคุณภาพหลักต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น % Ratio , % Broken product , % Good Product และ % Fine ทำการบดตัวอย่างแล้วส่งให้ห้องปฏิบัติการเพื่อหาความชื้นต่อไป โดยวิธีการสุ่มเก็บตัวอย่างจะแบ่งตามสายผลิต ดังต่อไปนี้

1. สำหรับ Line Big Bag จะทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 4 ชั่วโมง ระบุรายละเอียดบนถุงใส่ตัวอย่างเป็น วัน/เดือน/ปี ที่ผลิต , Line และเวลาที่ทำการผลิต และในการสุ่มเก็บครั้งแรกจะเก็บทั้งหมด 4 ถุง ถุงแรกสำหรับเก็บไว้เป็น Retained product ถุงที่สองสำหรับส่งห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ถุงที่สามเก็บตัวอย่างเพื่อเข้าห้อง Morning panel เพื่อทำการเกรดคุณภาพของ Finish Product และมีการหาค่าความชื้นและ Bulk density ด้วย

สำหรับการสุ่มเก็บตัวอย่างครั้งต่อๆ ไปจะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเพียง 2 ถุงเท่านั้นเพื่อเก็บเข้า Morning panel และเก็บเพื่อส่งห้องปฏิบัติ หน้าที่ของ Technical service นอกจากจะสุ่มเก็บตัวอย่างแล้วยังมีนอกเหนือจากนี้ คือ การตรวจสอบคุณภาพของ Finished product

- <u>การตรวจสอบคุณภาพของ Finish product</u>

การตรวจสอบจะมีดังต่อไปนี้ คือ

* % Ratio
* %Broken product
* % Good Product
* % Fine

การตรวจวัดดังกล่าวจะมีวิธีตรวจวัดดังนี้

% Ratio , % Broken product , % Good product

1. ในทุก 4 ชั่วโมงจะเก็บตัวอย่างแยกมาประมาณ 300 กรัม
2. แยก kibble แต่ละชนิดออกมา และในแต่ละชนิดนั้นหากมีการแตกจะแยกไว้ด้วย
3. นำ kibble แต่ละชนิดทั้งส่วน Good product และ Broken product มาชั่งน้ำหนัก
4. บันทึกค่าน้ำหนักที่ได้ และคำนวณหา % Ratio , % Broken product , % Good product ดังนี้

$$\%\ \text{Ratio} = \frac{\text{น้ำหนัก kibble แต่ละชนิด} * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างทั้งหมด}}$$

$$\%\ \text{Broken product} = \frac{\text{น้ำหนัก kibble ที่แตกหัก} * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างทั้งหมด}}$$

$$\%\ \text{Good product} = \%\ \text{Ratio} - \%\ \text{Broken product}$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5. บันทึกค่าที่อ่านได้

% Fine (ทำการตรวจวันละ 1 ครั้ง)

1. ชั่งน้ำหนัก pan size ขนาด 2.12 mm ที่มีลูกเหล็ก 1 ลูก
2. ใส่ตัวอย่างลงไป 150 กรัม
3. ประกอบ pan เข้าเครื่อง Sieve Analysis โดยตั้งเครื่องให้สั่นแบบ interval นาน 10 นาที มี Amplitude เท่ากับ 8 ในทุก ๆ 10 วินาที
4. หลังจากเขย่าเสร็จนำ pan มาชั่งน้ำหนัก
   หาผลต่างระหว่างน้ำหนักเริ่มต้นกับน้ำหนักสุดท้าย ผลต่างที่ได้นี้เป็นน้ำหนักของ Fine ที่มีใน Finish product

$$\% \text{ Fine} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างในชั้น pan} * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างทั้งหมด}}$$

2. การหาสาร Aflatoxin

เนื่องจากสาร Aflatoxin เป็นสารพิษที่เกิดจากเชื้อรา ซึ่งอาจพบได้ในวัตถุดิบที่รับเข้าโรงงานเพื่อทำการผลิต ตามกำหนดในการตรวจรับวัตถุดิบแล้ว ในวัตถุดิบที่สุ่มเก็บมา 20 กรัมต้องมีสาร Alfatoxin ไม่เกิน 20 ppb หากเกินกำหนดจะ Reject วัตถุดิบทันที ในการตรวจเบื้องต้น จะทำการตรวจหา Aflatoxin ในข้าวโพดด้วยวิธีส่อง Black ligth ซึ่งมีวิธีปฏิบัติดังนี้

ส่อง Black ligth

1. บดตัวอย่างย่างหยาบแล้วแบ่งลงในถาดสีดำ 4 ถาด เกลี่ยตัวอย่างให้ทั่ว
2. นำถาดเข้าเครื่องส่อง เปิดสวิตซ์เพื่อดูการเรืองแสง
3. นับจำนวนชิ้นที่เรืองแสงสีเขียวปนเหลืองสะท้อนแสง
4. ถ้ารวมกัน 4 ถาด ได้มากกว่า 5 จุดให้แจ้งทาง QA shift
   เพื่อทำการตรวจขั้นละเอียดในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี Elisa Test หากผลไม่ผ่านอีกให้ Reject วัตถุดิบนั้น

Elisa Test

<u>อุปกรณ์</u>

1. กระดาษกรองเบอร์ 1 จำนวนเท่าตัวอย่างที่ทำการตรวจ
2. Methanol เข้มข้น 70 %
3. ขวดพลาสติกมีฝาเกลียวปิดสำหรับใส่ตัวอย่าง
4. ชุดทดสอบ Micro well ทั้งแบบ Red marked และ Antibody-coated

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5. สารละลาย Test kit 4 ชนิด
- Conjugate
- Control
- Substrate
- Stop
6. Micro pipet ขนาด 100 ไมโครลิตร
7. กระบอกตวง 100 มิลลิลิตร 1 กระบอก
8. บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
9. ตัวอย่างที่ต้องการตรวจ

<u>วิธีทำ</u>

1. นำชุดทดสอบ Test kit ออกจากตู้เย็น ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (สำหรับ Micro well ไม่ควรนำออกจากซองบรรจุตั้งทิ้งไว้ในบรรยากาศเพราะอาจส่งผลให้ผลการทดสอบที่ได้ผิดพลาด ควรนำออกจากซองเมื่อจะใช้เท่านั้น)
2. นำตัวอย่างไปบดละเอียด ชั่งน้ำหนักใส่ขวดพลาสติก 20 +/- 0.1 กรัม
3. ตวง Methanol 70% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดพลาสติกที่ใส่ตัวอย่างในข้อ 1 ปิดฝาให้สนิท เขย่าอย่างแรงเป็นเวลา 3 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้ตัวอย่างตกตะกอน
4. พับกระดาษกรองเป็นกรวย วางบนบีกเกอร์ 50 มิลลิลิตร เทสารละลายในข้อ 3 ลงบนกระดาษกรองเพื่อกรองให้ได้สารละลายใส
5. นำ Micro well แบบ Red marked ออกจากซองบรรจุ
หากทำการทดสอบตัวอย่างเดียวให้ใช้ Micro well 4 well เพื่อเป็น Blank และ Control อย่างละ 1 well และอีก 2 well สำหรับตัวอย่างที่ทำ 2 ซ้ำ หากมีมากกว่า 1 ตัวอย่าง ให้เพิ่ม well ตามจำนวนตัวอย่างนั้นๆ และทำ 2 ซ้ำในทุกตัวอย่าง
6. ใช้ไมโครปิเปตขนาด 100 ไมโครลิตร ทำการปิเปต Test kit แบบ Conjugate ใส่ลงใน well ทุก well
7. เปลี่ยนไมโครปิเปต(แต่ขนาด 100 ไมโครลิตรเช่นเดิม) ปิเปต Test kit แบบ Control ใส่ลงใน well ที่กำหนดให้เป็น Control ดูดสารละลายขึ้นลง 3 ครั้ง เพื่อให้สารละลายผสมเข้ากันดี
8. เปลี่ยนไมโครปิเปต(แต่ขนาด 100 ไมโครลิตรเช่นเดิม) ปิเปตสารละลายใสที่ผ่านการกรอง แล้วในข้อ 4 ใส่ใน well ที่กำหนดให้เป็นตัวอย่างทั้ง 2 ซ้ำดูดสารละลายขึ้นลง 3 ครั้ง เพื่อให้สารละลายผสมเข้ากันดี

9. ใช้ไมโครปิเปตถ่ายสารละลายใส่ Micri well แบบ Antibody-coated ควรไม่ใช้ปิเปตปนกัน แม้ในการถ่าย well ของตัวอย่างก็ไม่ควรใช้ปนกันในแต่ละซ้ำ เมื่อถ่ายเสร็จตั้งทิ้งไว้ 5 นาที
10. เมื่อครบเวลา เทสารละลายใน Antibody-coated well ทิ้ง ล้างด้วยน้ำกลั่น 5 ครั้ง เคาะบนกระดาษทิชชูหรือผ้า เพื่อให้หยดน้ำใน well เหลืออยู่น้อยที่สุด
11. ใช้ปิเปตดูดสารละลาย Test kit แบบ Substrate ใส่ลงในแต่ละ well ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 5 นาที
12. ใช้ปิเปตดูดสารละลาย Test kit แบบ Substrate ใส่ลงในแต่ละ well โดยใช้ปิเปตดูดสารละลายขึ้นลง 3 ครั้ง เพื่อให้สารละลายเข้ากันดี
13. ดูสีที่เกิดขึ้นแล้วแปลผลจากการเทียบสีที่เกิดขึ้นในสารละลาย

<u>การแปลผล</u>

* หากสีของตัวอย่างเข้มกว่า Control แสดงว่ามี Aflatoxin < 20 ppb คือ ยอมรับได้

* แต่หากสีของตัวอย่างอ่อนกว่า Control แสดงว่ามี Alfatoxin > 20 ppb คือ ยอมรับไม่ได้

** และสีของ Control ต้องไม่เข้มกว่าสีของ Blank

หากเข้มกว่าแสดงว่ามีข้อผิดพลาดในการทดสอบเกิดขึ้น ให้ทำซ้ำอีกครั้ง หากทำซ้ำแล้วสีของ Control ยังคงเข้มกว่าของ Blank ให้เปลี่ยนชุด Test kit solution เป็นชุดใหม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
การศึกษากราฟ Sorption Isotherm แบบ Adsorption

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า water activity กับค่าความชื้นในผลิตภัณฑ์ Pedigree Beef โดยพลอตกราฟ Moisture Sorption Isotherm
2. เพื่อนำกราฟ Moisture Sorption Isotherm มาใช้เป็นข้อมูลสำหรับอ้างอิง
3. เพื่อคาดคะเนอายุการเก็บในผลิตภัณฑ์ Pedigree Beef ในสภาวะที่มีค่าความชื้นสูง

บทนำ

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเสื่อมเสียของอาหารมีหลายปัจจัยด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่มีในอาหาร อุณหภูมิในการผลิตและเก็บรักษา นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่สำคัญที่สุดคือ ค่า water activity ของอาหารนั้น ๆ

Water activity เป็นปัจจัยชี้ถึงระดับปริมาณน้ำต่ำสุดที่มีอยู่ในอาหารเพื่อการเจริญของจุลินทรีย์ ซึ่งค่า water activity ของผลิตภัณฑ์สามารถวัดได้จากค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สมดุลกับอากาศที่ปล่อยให้เกิดการสมดุลกับผลิตภัณฑ์ กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในอุณหภูมิที่กำหนดกับคาส water activity เรียกว่ากราฟ Moisture Sorption Isotherm และกราฟนี้จะสร้างได้จากการทดลองเท่านั้น ในการทดลองที่ข้าพเจ้าได้ทำนั้นได้ทำการศึกษากราฟนี้ในผลิตภัณฑ์ Pedigree Beef ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังที่จะกล่าวถึงต่อไป

น้ำในอาหารทั่วไปจะมีลักษณะในการรวมตัวของน้ำหรือการ Binding หลายลักษณะด้วยกัน ซึ่งสามารถแยกได้ 4 ประเภท คือ

1. Chemically bond water

น้ำส่วนนี้ในอาหารจะยึดกับสารถูกละลาย (Solute)ด้วยพันธะ ionic bond ซึ่งพันธะนี้สามารถทำให้หลุดได้ด้วยการให้ความร้อน โดยพันธะนี้มีพลังงานในการรวมตัวเท่ากับ 84-420 Kj/mol.

2. Adsorptionally bond water

น้ำส่วนนี้ในอาหารจะยึดระหว่างผิวภายนอกและผิวภายในของอนุภาคคอลลอยด์ด้วยแรงของประจุ ความชื้นที่เกิดขึ้นจะเกิดได้หลายชั้น โดยเริ่มจากชั้นแรก เรียกว่า Monomolecular layer และชั้นนี้สามารถทำให้เกิดความชื้นชั้นที่ 2 , 3 และ Polymolecular adsorption layer ได้ ซึ่งพลังงานในการยึดเท่ากับ 21-63 kj/mol.

3. Capillary bond water

น้ำส่วนนี้ในอาหารจัดเป็นน้ำในช่องว่างทั้งขนาดใหญ่และเล็กของผลิตภัณฑ์นั้นๆ น้ำส่วนนี้จัดเป็นน้ำอิสระ (free water) ในอาหารที่สามารถแยกออกจากอาหารได้ ยกเว้นน้ำบนผิวของผนังช่องว่างหรือ Capillary walls ซึ่งเรียงตัวอยู่เป็นชั้นบางๆ บน Capillary walls

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. Osmotically retained moisture media

น้ำส่วนนี้ในอาหารจะกระจายอยู่เป็นสารละลายในเซลล์ มีการเคลื่อนผ่าน Semipermeable membranes ในเนื้อเยื่อพืชหรือเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ น้ำส่วนนี้จัดเป็นน้ำที่มีพลังงานในการรวมตัวต่ำ คือ ใช้พลังงานเพียง 2.1 kj/ mol.

<u>อุปกรณ์</u>

1. อาหารเม็ด ได้แก่ Pedigree Beef
2. plate สำหรับใส่ตัวอย่าง
3. Desicator 5 ตัว
4. Loger data
5. Water activity Analyzer
6. ตู้อบไฟฟ้า (Electric oven)
7. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
8. ถ้วยอะลูมิเนียม
9. เครื่องบดละเอียด

<u>สารเคมี</u>

1. Sodium nitrate ($NaNO_3$)
2. Sodium nitrite ($NaNO_2$)
3. Sodium dicromate ($Na_2Cr_2O_7.2H_2O$)
4. Magnesium nitrate hexahydrate ($Mg(NO_3)_2.6H_2O$)
5. Pottassium carbonate ($K_2CO_3.2H_2O$)
6. Humidity Standard สำหรับ Calibrate เครื่อง Water activity Analyzer

<u>วิธีการเตรียมเกลืออิ่มตัว</u>

แบ่งเกลือ Sodium nitrate ($NaNO_3$) มาประมาณ 500 กรัม ใส่ลงในภาชนะ

⇓

ค่อยๆ เติมน้ำกลั่นลงไป คนจนกระทั่งเกลือเกิดการละลายหมด

⇓

นำเกลือ Sodium nitrate ที่เหลือจากการแบ่งไว้ในตอนแรก ค่อยๆ เติมเกลือลงในสารละลาย คนตลอดเวลา เติมจนกระทั่งเกิดการตกผลึกของเกลือจึงหยุด เนื่องจากเกิดการอิ่มตัวของเกลือแล้ว

⇓

ในการเตรียมเกลืออิ่มตัวของ Sodium nitrite , Sodium dicromate, Magnesium nitrate hexahydrate และ Pottassium carbonate ใช้วิธีเดียวกัน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>วิธีการปรับ water activity ของ อาหารเม็ด</u>

ใส่เกลืออิ่มตัว Sodium nitrate ที่เตรียมไว้แล้วลงใน Desicator

⇓

ชั่ง อาหารเม็ดที่ต้องการปรับ water activity ประมาณ 12 กรัม
ใส่ลงใน plate เกลี่ยอาหารเม็ด ให้กระจายทั่ว plate ทำทั้งสิ้น 9 plate

⇓

วางเรียง plate ที่ใส่อาหารเม็ด แล้วลงใน Desicator จะวางได้ 3 plateถือเป็นชั้นที่ 1
วาง plate ในชั้นที่ 2 โดยวางทับชั้นที่ 1 บริเวณรอยต่อระหว่าง plate
และทำเช่นเดียวกันในการวางชั้นที่ 3

⇓

ทำวิธีเดียวกันทั้งหมดนี้ใน Desicator อีก 4 ตัว แต่เปลี่ยนชนิด
ของเกลืออิ่มตัวที่ใส่ใน Desicator เป็น Sodium nitrite , Sodium dicromate,
Magnesium nitrate hexahydrate และ Pottassium carbonate

⇓

ทิ้งอาหารเม็ดไว้ใน Desicator เป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วสุ่มตัวอย่าง
อาหารเม็ดทั้ง มาหาค่า water activity ด้วยเครื่อง a_w Analyzer
ทำเช่นเดียวกันในทุก Desicator บันทึกผล

⇓

หลังจากนั้น ทำการสุ่มตัวอย่างมาหาค่า water activity
ทุก ๆ 2 วัน จนกระทั่งค่าที่ได้มีค่าคงที่ (คงที่อย่างน้อย 5 วัน)

⇓

นำอาหารเม็ดซึ่งมีค่า water activity คงที่แล้วมาทำการหาค่าความชื้น
โดยวิธีอบในตู้อบไฟฟ้า โดยทำในและทุกๆ Desicator
บันทึกผลการคำนวณค่าความชื้นที่ได้ไว้

⇓

นำค่า water activity และค่าความชื้นของอาหารเม็ด แต่ละชนิดมาสร้างกราฟ
แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกัน เป็นกราฟ Sorption Isothrem แบบ Adsorption

** การใช้เกลือที่ต่างชนิดกันจะทำให้การปรับ water activity ในอาหารเม็ดได้ค่าที่แตกต่างกัน ดังนี้

- Sodium nitrate ให้ค่า water activity ประมาณ 0.738
- Sodium nitrite ให้ค่า water activity ประมาณ 0.65
- Sodium dicromate ให้ค่า water activity ประมาณ 0.54
- Magnesium nitrate hexahydrate ให้ค่า water activity ประมาณ 0.529
- Pottassium carbonate ให้ค่า water activity ประมาณ 0.428

<u>วิธีการวิเคราะห์ Water Activity (a_w)</u>

นำตัวอย่างไปบดด้วยเครื่องบดละเอียด
บรรจุตัวอย่างใส่ลงใน Plastic container ให้ถึงขีด
บอกระดับครึ่งหนึ่งของภาชนะบรรจุ ปิดฝา
⇓
เปิดเครื่องวิเคราะห์ Water activity Analyzer เพื่ออุ่นเครื่องให้
มีอุณหภูมิประมาณ 25° C (จะใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง)
⇓
Calibrate เครื่องให้มีค่า water activity อยู่ในช่วงที่ต้องการตรวจวัด ดังนี้
Humidity standard 0.53,0.75 สำหรับ Pedigree และ Whiskas
Humidity standard 0.33,0.53 สำหรับ Bone Biscuit
Humidity standard 0.11,0.33,0.53,0.75 สำหรับ
ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบ
⇓
หลังจาก Calibrate แล้วนำตัวอย่างไปวัดค่า water activity
ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ แล้วบันทึกผล

<u>วิธีการวิเคราะห์ความชื้น</u>

นำถ้วยอะลูมิเนียมเข้าตู้อบ 105°C นาน 1 ชั่วโมง
เมื่อครบเวลานำออกจากตู้อบ ใส่ไว้ในตู้ดูดความชื้น นาน 30 นาที
⇓
ชั่งตัวอย่างที่ต้องการหาค่าความชื้นให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 2 กรัม ใส่ลงในถ้วยอะลูมิเนียม
(ทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ) เคาะถ้วยเบาๆ เพื่อให้ตัวอย่างมีการกระจายสม่ำเสมอ
⇓
อบถ้วยอะลูมิเนียมที่ใส่ตัวอย่างแล้วในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105°C นาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อบถ้วยอะลูมิเนียมที่ใส่ตัวอย่างแล้วในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105°C นาน 8 ชั่วโมง เมื่อครบเวลานำออกจากตู้อบใส่ไว้ในตู้ดูดความชื้น นาน 30 นาที

⇓

ชั่งน้ำหนัก นำค่าที่ได้มาคำนวณหา % ความชื้น

$$\%\ \text{ความชื้น} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนและหลังอบ} * 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลการปรับ aw ใน Pedigree Beef ให้สมดุลกับเกลือ

Date	สารละลายเกลืออิ่มตัว	water activity	temperature(C)
14/10/2002	NaNO2	0.599	
	K2CO3	0.575	
	MgNO302	0.537	20.71
	NaNO3	0.625	
	Na2Cr2O7	0.570	
18/10/2002	NaNO2	0.614	
	K2CO3	0.586	
	MgNO302	0.567	24.45
	NaNO3	0.675	
	Na2Cr2O7	0.594	
21/10/2002	NaNO2	0.615	
	K2CO3	0.594	
	MgNO302	0.554	24.63
	NaNO3	0.645	
	Na2Cr2O7	0.598	
28/10/2002	NaNO2	0.633	
	K2CO3	0.597	
	MgNO302	0.634	24.54
	NaNO3	0.711	
	Na2Cr2O7	0.627	
1/11/2002	NaNO2	0.643	
	K2CO3	0.613	
	MgNO302	0.585	24.51
	NaNO3	0.712	
	Na2Cr2O7	0.631	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Date	สารละลายเกลืออิ่มตัว	water activitv	temperature(C)
6/11/2002	NaNO2	0.624	
	K2CO3	0.599	
	MgNO302	0.547	25.12
	NaNO3	0.720	
	Na2Cr2O7	0.600	
13/11/2002	NaNO2	0.622	
	K2CO3	0.606	
	MgNO302	0.560	24.67
	NaNO3	0.674	
	Na2Cr2O7	0.540	
25/11/2002	NaNO2	0.660	
	K2CO3	0.683	
	MgNO302	0.655	24.18
	NaNO3	0.675	
	Na2Cr2O7	0.687	
26/11/2002	NaNO2	0.639	
	K2CO3	0.663	
	MgNO302	0.647	24.91
	NaNO3	0.688	
	Na2Cr2O7	0.671	
9/12/2002	NaNO2	0.642	
	K2CO3	0.683	
	MgNO302	0.673	25.01
	NaNO3	0.714	
	Na2Cr2O7	0.701	

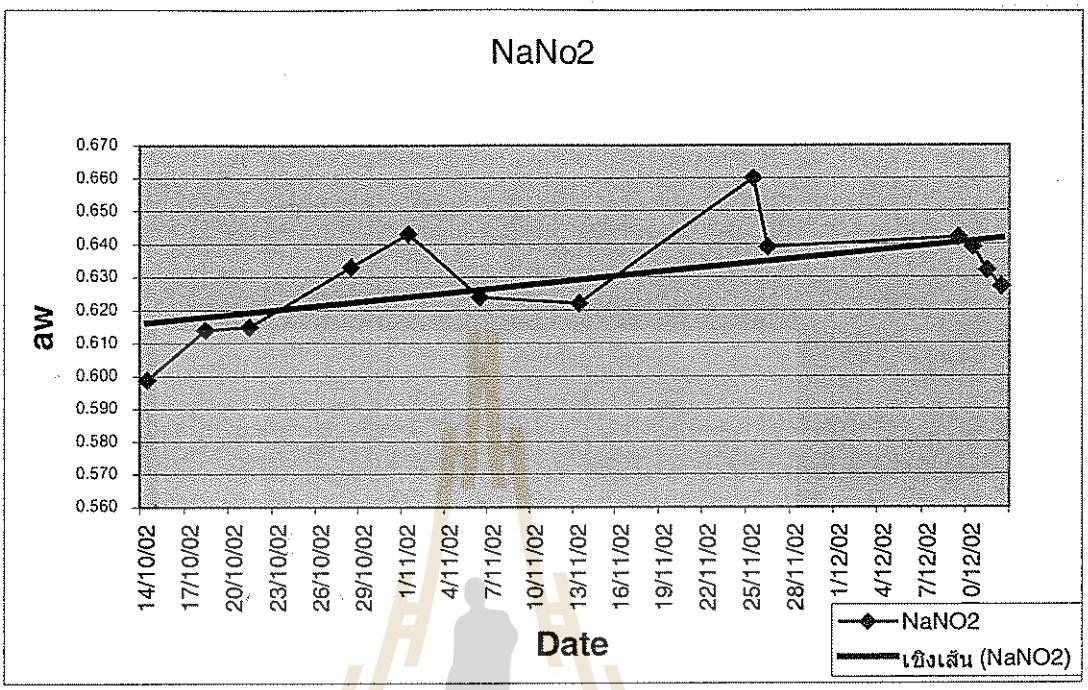
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Date	สารละลายเกลืออิ่มตัว	Water activity	Temperature
10 / 12 / 2002	NaNO2	0.639	
	K2CO3	0.667	
	MgNO302	0.683	25.03
	NaNO3	0.707	
	Na2Cr2O7	0.692	
11/12/2002	NaNO2	0.632	
	K2CO3	0.681	
	MgNO302	0.676	24.86
	NaNO3	0.692	
	Na2Cr2O7	0.690	
12/12/2002	NaNO2	0.627	
	K2CO3	0.694	
	MgNO302	0.687	24.75
	NaNO3	0.694	
	Na2Cr2O7	0.690	

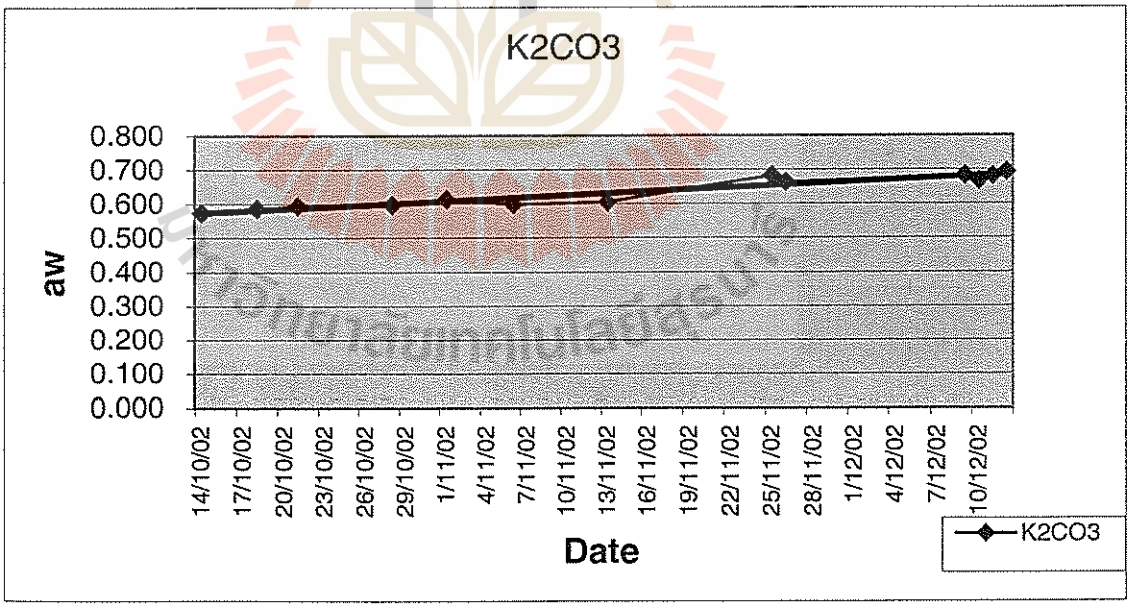
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กราฟแสดงแนวโน้มการปรับสมดุลเกลืออิ่มตัวในอาหารเม็ด Pedigree Beef

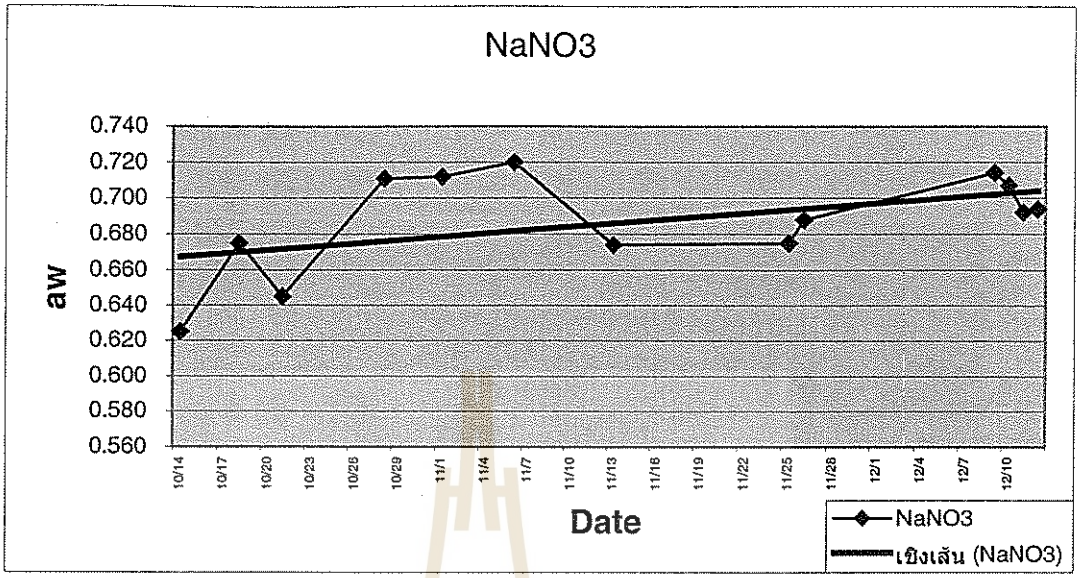
$NaNO_2$



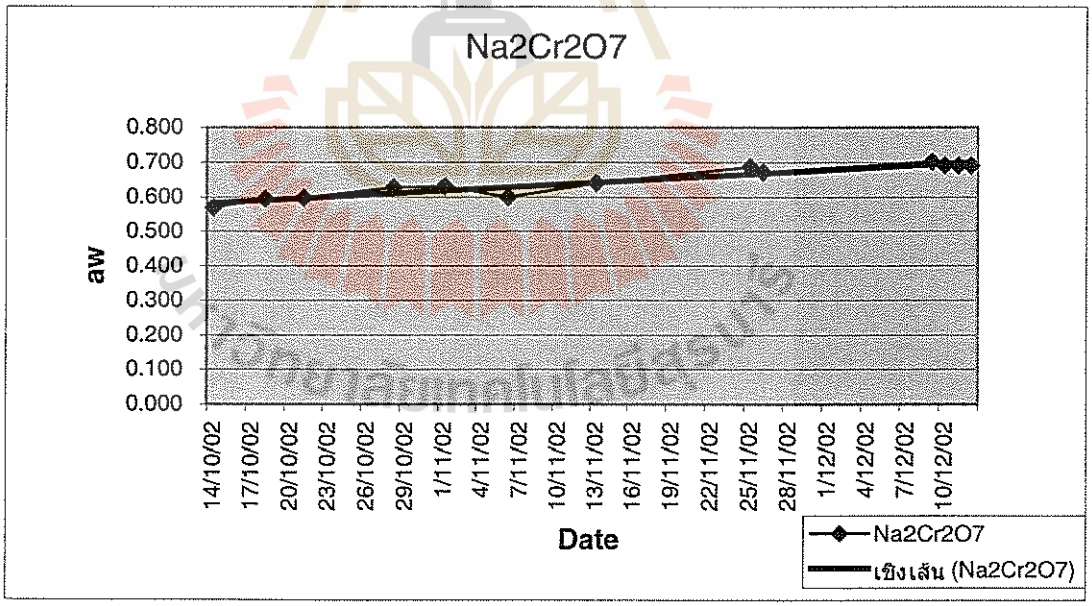
K_2CO_3



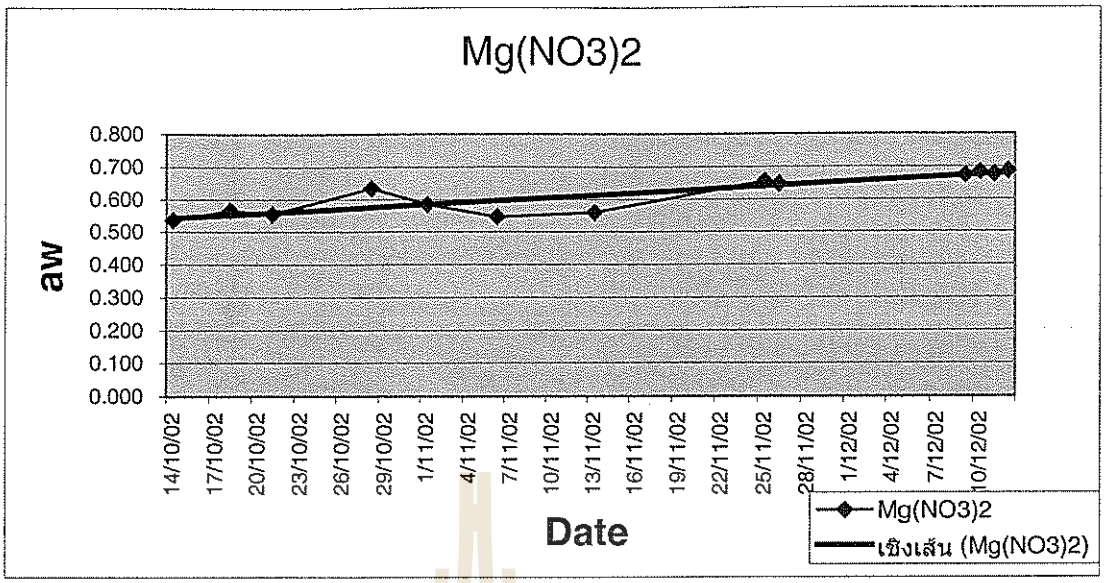
$NaNO_3$



$Na_2Cr_2O_7$



$Mg(NO_3)_2$



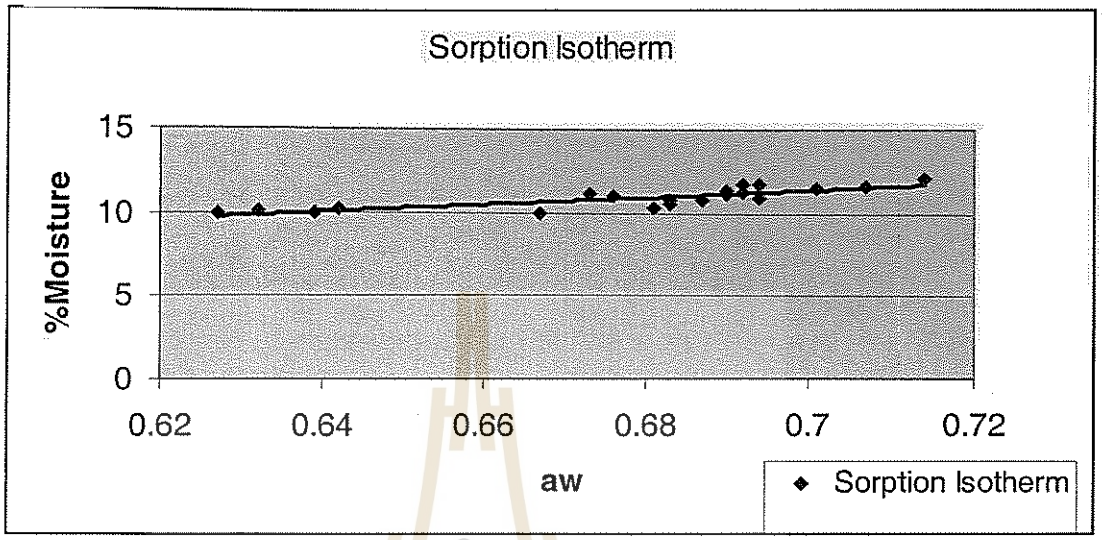
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางแสดงค่าความชื้นที่ค่า water activity แตกต่างกัน

Date	เกลืออิ่มตัว	Moisture	aw
9/12/2002	Mg(NO2)3	11.122	0.673
	NaNO2	10.199	0.642
	K2CO3	10.818	0.683
	Na2Cr2O7	11.513	0.701
	NaNo3	12.061	0.714
10/12/2002	Mg(NO2)3	10.62	0.683
	NaNO2	9.91	0.639
	K2CO3	9.909	0.667
	Na2Cr2O7	11.815	0.692
	NaNo3	11.612	0.707
11/12/2002	Mg(NO2)3	11.008	0.676
	NaNO2	10.044	0.632
	K2CO3	10.371	0.681
	Na2Cr2O7	11.388	0.690
	NaNo3	11.290	0.692
12/12/2002	Mg(NO2)3	10.748	0.687
	NaNO2	9.989	0.627
	K2CO3	10.867	0.694
	Na2Cr2O7	11.126	0.690
	NaNo3	11.771	0.694

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กราฟ Moisture Sorption Isothrem แบบ Adsorption ในผลิตภัณฑ์ Pedigree Beef



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สรุปผลการทดลอง

1. จากการศึกษากราฟ Moisture Sorption Isotherm ในผลิตภัณฑ์อาหาร Pedigree Beef พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่าค่าความชื้นกับค่า water activity ในอาหารมีทิศทางไปในทางเดียวกัน คือ เมื่อค่า water activity ในอาหารเม็ดเพิ่มขึ้น ค่าความชื้นในอาหารจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย แต่กราฟที่ได้จะมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง อาจเนื่องมาจากช่วง water activity ที่ได้มีช่วงที่แคบเกินไป ทำให้เห็นแนวโน้มของกราฟ Moisture Sorption Isotherm ในช่วงสั้นๆ เท่านั้น

2. ในผลิตภัณฑ์อาหาร Pedigree Beef ที่ถูกปรับค่า water activity ให้มีค่าสูง คือประมาณ 0.7 เมื่อทำการรักษาสภาวะ ความชื้นสัมพัทธ์สูงไว้ 72 วัน ยังไม่พบการขึ้นราบนผลิตภัณฑ์ แสดงว่าอายุการเก็บอาหารเม็ดชนิดนี้เมื่อค่า water activity สูงจะมีอายุการเก็บเกิน 72 วัน

ข้อเสนอแนะ

1. การปรับค่า water activity ในอาหารด้วยวิธีการปรับความชื้นสัมพัทธ์รอบๆ อาหารเพื่อให้อาหารมีค่า water activity ตามที่ต้องการนี้จะใช้เวลานาน ดังนั้น อาจเร่งสภาวะ การปรับสมดุลความชื้นได้โดยการใช้พัดลมหรือปั๊มพ์เป่าให้อากาศหมุนเวียนภายใน Desicator มากขึ้น จะลดระยะเวลาในการทดลองลงได้

2. ควรทำจำนวนซ้ำในการหาคาสความชื้นและ water activity มากกว่า 3 ซ้ำ เพราะจะทำให้กราฟ Moisture Sorption Isotherm ที่ได้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

4. วิธีนี้มีข้อเสียอื่นๆ อีกคือ การเก็บ kibble ไว้ที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงๆ จะทำให้อาหารมี ความเสี่ยงสูงในการเกิดรา และเชื้อแบคทีเรียได้

5. ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เวลาในการปรับสมดุลระว่างอาหารกับบรรยากาศใช้เวลานาน อาจมาจากในการสุ่มเก็บตัวอย่างต้องมีการเปิด ปิดฝา Desicator บ่อยครั้ง ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ใน Desicator ไม่ได้ตามที่ต้องการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

กนกอร อิทราพิเชษฐ์ . Food chemistry . สาขาเทคโนโลยีอาหาร สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี