สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การสร้างเครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดระดับไขมันนมด้วยกล้องดิจิตอลในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์นมโค

The Prototype by Using Digital Camera Checking Butterfat for the Products in Milk Cows Industrial Manufacture

โดย

อิทธิพล พจนสัจ

อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ

พิมล ผลพฤกษา

RCH
TK
4878.4
.Q7875

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 73029
วัน,เดือน,ปี 27 มิ.ย. 2550

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

กิติพล ชิตสกุล

ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัย ประจำปี 2549

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

b.11718058
i.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

กรมปศุสัตว์ได้มีนโยบายที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตน้ำนม เพื่อให้ได้น้ำนมดิบเพียงพอกับความต้องการและทดแทนการนำเข้านมผง ผลิตภัณฑ์นมมีการบริโภคในปริมาณและมูลค่าค่อนข้างสูง ปัจจุบันน้ำนมดิบที่ผลิตได้ภายในประเทศ จะถูกนำไปผลิตเป็นนมพร้อมดื่มเกือบทั้งหมด

การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมเป็นปัจจัยที่สำคัญของขบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์นม ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการปรับปรุงคุณภาพน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมให้ดีขึ้น เพราะผลการตรวจจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพของสุขลักษณะของน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมนั้นๆว่ามีสภาพดีหรือไม่ดี น้ำนมจำเป็นต้องมีองค์ประกอบตามมาตราฐานที่กำหนดไว้ตามประกาศฉบับที่ 6(2522) ของกระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดไขมันนมต้องไม่น้อยกว่า 3.25% (วรรณา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ 2531.)

ทางคณะวิจัยจึงได้เสนอแนวคิดในการตรวจวัดระดับไขมันนมจากวิธีการปั่นด้วยเครื่องเหวี่ยง (centrifuge) ซึ่งจะมีปริมาณไขมันอยู่ในช่วง 2.5 – 6.0 % (สุวรรณา กิจภากรณ์. 2530.) จากรูปแบบเดิมจะใช้การอ่านด้วยสายตา แต่เนื่องจากปริมาณของไขมันที่มีอยู่น้อยเมื่อเทียบกับส่วนประกอบอื่นทำให้ยากในการอ่านค่า แต่ถ้าใช้กล้องถ่ายภาพจับภาพและนำภาพมาประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีความละเอียดมากกว่าซึ่งจะสามารถอ่านค่าปริมาณไขมันในน้ำนมได้ง่ายขึ้น โดยหลังจากมีการปั่นจนกระทั่งไขมันแยกตัวออกจากองค์ประกอบอื่นในน้ำนมแล้ว ก็จะใช้กล้องจับภาพของหลอดแก้วที่บรรจุน้ำนมดิบทีละหลอดเพื่อบันทึกภาพและส่งมายังคอมพิวเตอร์ที่มีโปรแกรมในการคำนวณความสูงของชั้นไขมันเทียบกับค่าความสูงของของเหลวทั้งหมดในหลอดแก้วก่อนที่จะทำการปั่นด้วยเครื่องเหวี่ยง และแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ปริมาณไขมันในน้ำนมผ่านจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

The Policy of The Stock Organization is increasing efficiency for milk product. Now in Thailand, Demand for milk product has a lot and valuation. All most formed by drunk milk.

Milk inspector is important for development and quality. Ministry of Public Health Law, Milkfat is not less than 3.25 %

The researchers present The checking milkfat by using centrifuge (ranges 2.5-6.0 %). From the start, to recorded by sight. But this research using digital camera to process image by computer. This method,Image processing give fine value of milkfat than sight and ease to use. The process by using centrifuge milk sample, Recording milkfat image for each sample. And send data to computer for calculable height of milkfat, prepare with the milk before centrifuge . and displied percent of milkfat by monitor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข

สารบัญ.....ค

สารบัญตาราง.....จ

สารบัญภาพ.....ฉ

บทที่

1. บทนำ.....1

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย.....3

ขอบเขตของการวิจัย.....3

ระเบียบวิธีวิจัย.....3

ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย.....4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....5

2. น้ำนมและการวิเคราะห์ไขมันนม.....6

น้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม.....6

ไขมันนม.....6

การปรับมาตรฐานไขมันนม.....8

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันนม.....8

อุปกรณ์และสารเคมี.....9

วิธีการทดลอง.....9

วิธีการวัด % ไขมันในนมโดยใช้วิธี Gerber test.....11

แผนภูมิการทำงาน.....12

รายละเอียดขั้นตอนการทำงาน.....12

3. ทฤษฎีและการออกแบบระบบ.....14

ทฤษฎีและการออกแบบระบบเครื่องเหวี่ยงของการตรวจวัดระดับไขมันนม.....14

การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง.....14

กริยาควบคุมแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมอัตโนมัติ.....14

การควบคุมแบบ ON-OFF หรือ 2 ตำแหน่ง.....14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมแบบ Proportional + Derivative (PD).....15
ส่วนต่างๆของระบบ.....17
ส่วนควบคุมอุณหภูมิ.....17
ส่วนวงจรควบคุมและขับฮีตเตอร์.....17
ส่วนวงจรควบคุมและขับมอเตอร์.....18
การประมวลผลภาพ.....19
การแปลงภาพดิจิตอล.....19
การปรับปรุงข้อมูลภาพ.....21
ฮีสโตแกรม.....21
การสเกลลิ่ง.....22
ฮีสโตแกรมอีควอไลเซชั่น.....23
การออกแบบโปรแกรมแยกปริมาณไขมันในน้ำนม.....25
4. สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ.....28
รายละเอียดคุณลักษณะของเครื่องที่ออกแบบ.....28
ผลการทดสอบเครื่องตรวจวัดระดับไขมันนมด้วยกล้องดิจิตอลที่ออกแบบ.....29
สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ.....35
5. บรรณานุกรม.....36
6. ประวัติผู้วิจัย.....37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แสดงปริมาณน้ำนมดิบที่ยังผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการผลิตนมพร้อมดื่ม.....1

1.2 แสดงส่วนประกอบของน้ำนม.....2

2.1 แสดงส่วนประกอบของน้ำนม.....6

2.2 มาตรฐานองค์ประกอบของน้ำนมโคตามกฎหมายไทย.....8

4.1 ผลของการวัดอุณหภูมิที่ต้องการกับอุณหภูมิที่วัดได้จริง.....29

4.2 ผลของการวัดความเร็วรอบต่อนาทีของค่าที่ต้องการกับค่าที่วัดได้จริง.....30

4.3 ผลการตรวจวัดระดับไขมันนมตัวอย่างด้วยเครื่องมาตรฐาน.....32

4.4 ผลการตรวจวัดระดับไขมันนมตัวอย่างด้วยเครื่องที่ออกแบบ.....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 (ก) หลอดแก้วที่ใช้วัดเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมโดยเฉพาะ
(ข) น้ำนมดิบหลังผ่าน.....4

1.2 ระบบการวัดไขมันในน้ำนมโดยใช้กล้องถ่ายภาพและประมวลผลด้วยเครื่อง
คอมพิวเตอร์.....5

3.1 การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง.....14

3.2 Block Diagram ของตัวควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง หรือแบบ ON-OFF 15

3.3 ก) Block Diagram ของตัวควบคุมแบบ PD
ข) อินพุตของตัวควบคุมซึ่งเป็นแบบ Unit step
ค) เอาต์พุตของตัวควบคุมแบบ PD.....16

3.4 แสดงส่วนต่างๆของระบบ.....17

3.5 วงจรวัดอุณหภูมิ.....17

3.6 วงจรควบคุมและขับฮีตเตอร์.....17

3.7 วงจรควบคุมและขับมอเตอร์.....18

3.8 อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับระบบการประมวลผลภาพ.....19

3.9 (ก) ภาพและฮีสโตแกรมของภาพ.....21
(ข) ภาพและฮีสโตแกรมของภาพ.....22

3.10 (ก) ภาพต้นฉบับ.....22
(ข) ภาพที่ผ่านการสเกลลิ่ง.....23

3.11 (ก) ภาพต้นฉบับ.....24
(ข) ภาพที่ผ่านการทำ ฮีสโตแกรมอีควอไลเซชั่น.....25

3.12 ภาพเปรียบเทียบระหว่าง ภาพต้นฉบับ ภาพที่ผ่านการสเกลลิ่ง
และภาพที่ผ่านการทำฮีสโตแกรมอีควอไลเซชั่น.....25

3.13 โครงสร้างแท่นยึดกล้องและหลอดทดลอง.....26

3.14 ผังงานของโปรแกรมแยกระดับปริมาณไขมันในน้ำนม.....27

4.1 แสดง KEYPAD ของเครื่อง.....28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 แสดงเครื่องต้นแบบตรวจวัดระดับไขมันนม....28
4.3 แสดงค่าอุณหภูมิที่ต้องการกับอุณหภูมิที่วัดได้จริง....29
4.4 แสดงค่าความเร็วรอบต่อนาทีของค่าที่ต้องการกับค่าที่วัดได้จริง....30
4.5 การเก็บตัวอย่างน้ำนม....31
4.6 เตรียมสารละลายกรดซัลฟิวริกและผสมตัวอย่างน้ำนมในหลอดแก้ว....31
4.7 เติมไอโซเอมิล แอลกอฮอล์ เขย่าผสมตัวอย่างนมให้ทั่ว ปั่นที่ 1,100 RPM อุณหภูมิ 65 °C เป็นเวลา 5 นาที....31
4.8 ผลการทดสอบตัวอย่างน้ำนมด้วยเครื่องตรวจวัดระดับไขมันนมมาตรฐาน....31
4.9 ตัวอย่างน้ำนมที่เตรียมและปั่นด้วยเครื่องตรวจวัดระดับไขมันนมที่ออกแบบ....32
4.10 การทดสอบตัวอย่างน้ำนมด้วยเครื่องตรวจวัดระดับไขมันนมที่ออกแบบ ด้วยโปรแกรมแยกปริมาณไขมันในน้ำนม....32
4.11 แสดงค่าระดับไขมันนมเครื่องมาตรฐานกับค่าระดับไขมันนมเครื่องที่ออกแบบ....33
4.12 โปรแกรมแยกปริมาณไขมันในน้ำนม ตัวอย่างวิเคราะห์ที่ 1....34
4.13 โปรแกรมแยกปริมาณไขมันในน้ำนม ตัวอย่างวิเคราะห์ที่ 2....34
4.14 โปรแกรมแยกปริมาณไขมันในน้ำนม ตัวอย่างวิเคราะห์ที่ 3....34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

การผลิตน้ำนมในเชิงการค้า ส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงศูนย์รับน้ำนม และโรงงานผลิตภัณฑ์นม เช่น เชียงใหม่ นครราชสีมา สระบุรี ปราจีนบุรี ราชบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ฯลฯ กรมปศุสัตว์ได้มีนโยบายที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตน้ำนม เพื่อให้ได้น้ำนมดิบเพียงพอกับความต้องการและทดแทนการนำเข้านมผง ผลิตภัณฑ์นมที่มีการบริโภคในปริมาณและมูลค่าค่อนข้างสูงซึ่งคาดว่าจะเป็นแหล่งรองรับน้ำนมดิบที่ผลิตได้ มีอยู่ 3 ประเภท คือ

1. ผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่ม
2. ผลิตภัณฑ์นมผงเลี้ยงทารก และนมผงธรรมดา
3. ผลิตภัณฑ์นมข้นหวาน และนมข้นไม่หวาน

ปัจจุบันน้ำนมดิบที่ผลิตได้ภายในประเทศ จะถูกนำไปผลิตเป็นนมพร้อมดื่มเกือบทั้งหมด จากตารางที่ 1.1 แสดงปริมาณน้ำนมดิบ ความต้องการน้ำนมดิบ เพื่อผลิตนมพร้อมดื่ม และน้ำนมดิบส่วนที่ขาด(วิพิชญ์ ไชยศรีสงคราม.)จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิต ไม่เพียงพอกับความต้องการในการผลิตนมพร้อมดื่ม

ปี	ปริมาณน้ำนมดิบ	ความต้องการน้ำนมดิบเพื่อผลิตนมพร้อมดื่ม	น้ำนมดิบส่วนที่ขาด
2542	679,140	882,350	203,210
2543	796,950	1,002,700	205,750
2444	925,420	1,141,100	215,680

ตารางที่ 1.1 แสดงปริมาณน้ำนมดิบที่ยังผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการผลิตนมพร้อมดื่ม
ที่มา: กองนโยบายและแผนพัฒนาการเกษตร

โรงงานผลิตนมพร้อมดื่ม มีทั้งของภาครัฐ เอกชน และสหกรณ์โคนม โดยผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มที่สำคัญ ได้แก่ นมพาสเจอร์ไรซ์ นมสเตอริไรซ์ และนมยู.เอช.ที ผลการดำเนินงานของรัฐบาลด้านกิจการโคนม ทำให้สามารถผลิตน้ำนมดิบเพิ่มขึ้นเป็นลำดับและสามารถเพิ่มรายได้ที่แน่นอนให้แก่เกษตรกร ลดปัญหาการว่างงานและความยากจน ช่วยประหยัดเงินตราต่างประเทศจากการนำเข้าผลิตภัณฑ์นม รวมทั้งก่อให้เกิดการขยายตัวด้านการลงทุนของเอกชนในการจัดตั้งโรงงานแปรรูปน้ำนมเป็นผลิตภัณฑ์นม และทางรัฐบาลได้จัดทำโครงการเพิ่มประสิทธิภาพและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณการผลิตน้ำนมเพิ่มเติม

การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมเป็นปัจจัยที่สำคัญของขบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์นม ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการปรับปรุงคุณภาพน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมให้ดีขึ้น เพราะผลการตรวจจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงสภาพของสุขลักษณะของน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมนั้นๆ ว่ามีสภาพดีหรือไม่ดี การตรวจคุณภาพนมและผลิตภัณฑ์นมจะได้ผลดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับเจ้าหน้าที่ผู้ทำการตรวจสอบ ว่ามีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญ เพียงไร และอุปกรณ์เครื่องมือภายในห้องปฏิบัติการมีเพียงพอหรือไม่

การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมมีหลายสถาบันที่เกี่ยวข้อง เช่น(วิพิชญ์ ไชยศรีสงคราม.)

1. Central Milk Laboratories (CML) เป็นหน่วยงานกลางของรัฐ ทำการตรวจสอบอาทิเช่น ยาฆ่าแมลง
2. Regional Milk Laboratory (RML) เป็นหน่วยงานในระดับภาค ทำการตรวจสอบอาทิเช่น ตรวจวัดเปอร์เซ็นต์ไขมัน และรวบรวมสถิติต่างๆที่เกี่ยวข้องกับโคนมในแต่ละฟาร์ม

จากตารางที่ 1.2 แสดงส่วนประกอบของน้ำนม(สุวรรณา กิจภากรณ์. 2530.) ไขมันนม (Butterfat) เป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งในการตรวจสอบคุณภาพน้ำนม น้ำนมจำเป็นต้องมีองค์ประกอบตามมาตราฐานที่กำหนดไว้ตามประกาศฉบับที่ 6 (2522) ของกระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดไขมันนมต้องไม่น้อยกว่า 3.25% (วรรณา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ 2531.) และธาตุน้ำนมไม่รวมไขมันนม(Solid-non-fat, Snf) ไม่น้อยกว่า 8.5% จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมโดย

ส่วนประกอบของน้ำนม	ค่าเฉลี่ย (%)	ช่วงความแตกต่าง (%)
น้ำ	87.20	82.0-89.0
ไขมัน	3.70	2.5-6.0
เคซีน	2.8	2.3-4.0
แลคต้าบูมินและแลคโตโกบูลิน	0.70	0.4-0.8
แลคโตส	4.90	3.5-6.0
แร่ธาติ	0.70	0.6-0.75
รวม	100.00	

ตารางที่ 1.2 แสดงส่วนประกอบของน้ำนม

การวิเคราะห์ไขมันน้ำนม ซึ่งวิเคราะห์ไขมันน้ำนมมีความสำคัญดังนี้ คือ(วรรณา ตั้งเจริญชัย.)

1. กำหนดราคานมดิบหรือผลิตภัณฑ์นม จำเป็นต้องใช้ปริมาณไขมันเป็นดรรชนีของการตีราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ในการปรับปรุงและรักษาพันธ์โคนม จำเป็นต้องทราบปริมาณไขมันของนมโคพันธ์นั้นๆ
3. เพื่อความสะดวกในการควบคุมการเติมหางนมในการปรับมาตราฐานก่อนการแปรรูป

การวิเคราะห์ไขมันน้ำนมวิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก คือ Gerber Method ซึ่งนักเคมีชาวสวิสได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์ไขมันน้ำนมจาก Babcock Method มีการใช้ Amyl Alcohal ช่วยป้องกันการไหม้ของไขมัน หลักการของวิธีนี้ (วรรณา ตั้งเจริญชัย.) จะใช้กรดย่อยโปรตีนจนหมด ไขมันเนยเป็นส่วนที่ไม่ถูกย่อยจะเป็นอิสระจากสภาวะ Emulsion จึงลอยตัวขึ้นตอนบน การแยกตัวของไขมันเป็นไปได้ดีขึ้นเมื่อใช้แรงหมุนเหวี่ยงจากเครื่อง Centrifuge

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบตรวจวัดระดับไขมันนมด้วยกล้องดิจิตอลของน้ำนมโคดิบ
- ช่วยตรวจสอบคุณภาพน้ำนม และผลการตรวจจะเป็นตัวบ่งชี้ดรรชนีของการตีราคา
- เพื่อช่วยประหยัดเงินตราต่างประเทศลดการนำเข้าและเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดมีราคาสูง
- การตรวจวัดเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยกล้องดิจิตอล

ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำการออกแบบระบบเครื่องเหวี่ยง (centrifuge) ของการตรวจวัดระดับไขมันนม ผลที่ได้จากการสั่งงานควบคุมทำการแสดงผลออกทาง Display
2. ระบบการตรวจวัดระดับไขมันนมด้วยกล้องดิจิตอลของน้ำนมโคดิบ
3. จากนั้นทำการ Calibrate เครื่องต้นแบบตรวจวัดระดับไขมันนมด้วยกล้องดิจิตอลของน้ำนมโคดิบกับชุดเครื่องมือสอบเทียบที่ได้มาตรฐาน

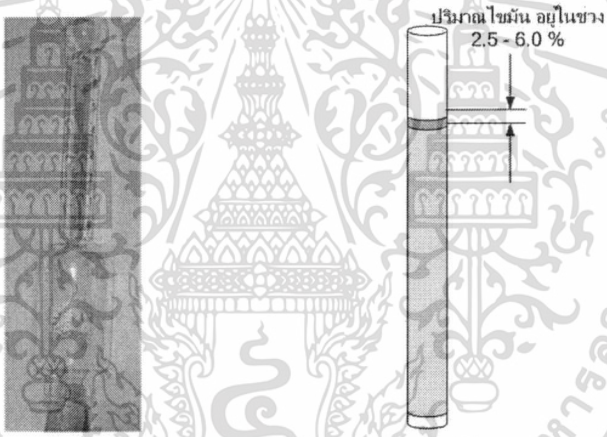
ระเบียบวิธีวิจัย

- การสร้างเครื่องต้นแบบตรวจวัดระดับไขมันนมด้วยกล้องดิจิตอลของน้ำนม โดยทำการออกแบบจัดสร้างเครื่องตรวจฯทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เพื่อทำการออกแบบเครื่องตรวจฯ ให้เหมาะสมกับการทดลอง แล้วทำการจัดสร้าง
- พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- ทำการสอบเทียบ Calibrate เครื่องตรวจฯที่สร้างขึ้นมา
- สรุปผลการทดลอง จัดทำรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

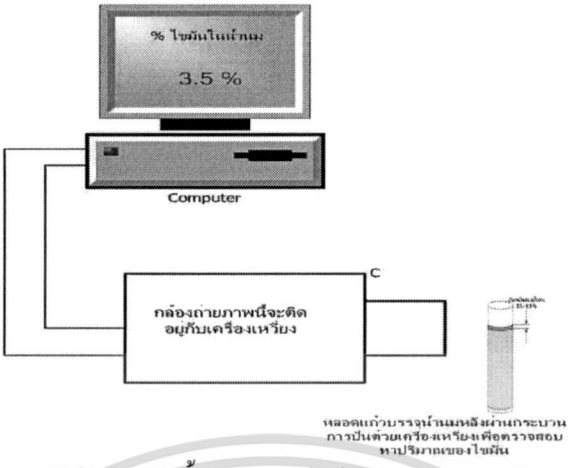
น้ำนมดิบหลังจากผ่านกระบวนการแยกไขมันออกมา จากวิธีการปั่นด้วยเครื่องเหวี่ยง (centrifuge) จะมีปริมาณไขมันอยู่ในช่วง 2.5 – 6.0 % (สุวรรณา กิจภากรณ์. 2530.) จากรูปแบบเดิมจะใช้การอ่านด้วยสายตา แต่เนื่องจากปริมาณของไขมันที่มีอยู่น้อยเมื่อเทียบกับส่วนประกอบอื่นทำให้ยากในการอ่านค่า แต่ถ้าใช้กล้องถ่ายภาพจับภาพและนำภาพมาประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีความละเอียดมากกว่า ซึ่งจะสามารถอ่านค่าปริมาณไขมันในน้ำนมได้ง่ายขึ้น และยังสามารถพัฒนาต่อไป ให้สามารถปั่นและอ่านค่าออกมาโดยอัตโนมัติได้โดยไม่ต้องนำหลอดแก้วออกมาอ่านภายนอกเครื่องเหวี่ยง ภาพที่ 1.1 ก. เป็นรูปหลอดแก้วที่ออกแบบมาสำหรับวัดหาค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมโดยเฉพาะ ภาพที่ 1.1 ข. เป็นน้ำนมดิบหลังจากผ่านการปั่นด้วยเครื่องเหวี่ยงและพร้อมสำหรับอ่านค่าปริมาณไขมันในน้ำนม โดยไขมันจะลอยตัวอยู่ด้านบนสุดขององค์ประกอบอื่นในน้ำนม



ภาพที่ 1.1 (ก) หลอดแก้วที่ใช้วัดเปอร์เซ็นต์ไขมันในน้ำนมโดยเฉพาะ **(ข)** น้ำนมดิบหลังผ่านกระบวนการปั่นด้วยเครื่องเหวี่ยงเพื่อตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ไขมันโดยใช้ หลอดแก้วทั่วไป

ระบบอย่างง่ายที่ใช้วัดปริมาณไขมันในน้ำนม สำหรับงานวิจัยครั้งนี้แสดงในภาพที่ 1.2 จากรูปตัวกล้องจะติดอยู่กับเครื่องเหวี่ยง หลังจากมีการปั่นจนกระทั่งไขมันแยกตัวออกจากองค์ประกอบอื่นในน้ำนมแล้ว ก็จะใช้กล้องจับภาพของหลอดแก้วที่บรรจุน้ำนมดิบทีละหลอดเพื่อบันทึกภาพและส่งมายังคอมพิวเตอร์ ที่มีโปรแกรมในการคำนวณความสูงของชั้นไขมันของเทียบกับค่าความสูงของของเหลวทั้งหมดในหลอดแก้วก่อนที่จะทำการปั่นด้วยเครื่องเหวี่ยง และแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ปริมาณไขมันในน้ำนมผ่านจอมอนิเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.2 ระบบการวัดไขมันในน้ำนมโดยใช้กล้องถ่ายภาพและประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สามารถตรวจวัดระดับไขมันนมของน้ำนมโคดิบ
- เพิ่มมาตรฐานและประสิทธิภาพในการตรวจวัดแบบกึ่งอัตโนมัติด้วยกล้องดิจิตอล
- พัฒนาเทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรมโคนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
น้ำนมและการวิเคราะห์ไขมันนม

น้ำนมและส่วนประกอบของน้ำนม (Milk and Milk composition)

คือของเหลวสีขาวที่รีดได้จากเต้านมของสัตว์ให้นม อาทิเช่น โค กระบือ แพะและแกะที่มีสุขภาพสมบูรณ์หลังจากสัตว์นั้นคลอดลูกแล้ว 72 ชั่วโมง หรือหลังจากหมดน้ำนมเหลือง (colostrum) ไม่ว่าจะผ่านขบวนการผลิตหรือไม่ก็ตาม

น้ำนมประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. น้ำ มีอยู่ประมาณ 820-890 กรัม ในน้ำนม 1,000 กรัม (87.2%)
2. ส่วนที่เป็นของแข็ง หรือธาตุน้ำนมทั้งหมด (Total solid) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 พวก คือ

2.1 ไขมันนม หรือมันเนย (milkfat or butterfat) มีอยู่ 3.7%

2.2 ธาตุน้ำนมไม่รวมมันเนย (solid not fat or serum solid) มีอยู่ 9.1% ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรท (น้ำตาลแลคโตส) ไวตามิน และแร่ธาตุ

ส่วนประกอบของน้ำนม	ค่าเฉลี่ย (%)	ช่วงความแตกต่าง (%)
น้ำ	87.20	82.0-89.0
ไขมัน	3.70	2.5-6.0
เคซีน	2.8	2.3-4.0
แลคต้าบูมินและแลคโตโกบูลิน	0.70	0.4-0.8
แลคโตส	4.90	3.5-6.0
แร่ธาตุ	0.70	0.6-0.75
รวม	100.00	

ตารางที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของน้ำนม

ไขมันนม (Milkfat)

ไขมันในนมจะรวมตัวกันเป็นอนุภาคเล็ก ๆ เรียกว่า globule มีขนาด 0.5-20 ไมครอน (1 micron = 1/25,000 นิ้ว) หรือมีขนาดเฉลี่ยประมาณ 3 ไมครอน และประมาณว่าในน้ำนม 1 หยด มี globule มากกว่า 100 ล้านเม็ด โดยทั่วไปแล้วน้ำนมที่มีไขมันสูงจะประกอบด้วย globule ที่มีขนาดใหญ่ในแต่ละ globule ล้อมรอบด้วยผนังบางซึ่งเรียกว่า milkfat globule membrane ที่ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

phospholipids และ proteinaceous matter ผนังบางนี้ทำหน้าที่ป้องกันไขมันที่อยู่ภายใน และทำให้ไขมันแขวนลอยอยู่ได้

ทางด้านเคมีไขมันประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. ไขมันแท้ (True fat) เป็นไขมันบริสุทธิ์ที่เรียกว่า Triglyceride ซึ่งเกิดจากกรดไขมัน (fatty acid) 3 ตัว จับอยู่กับกลีเซอรอล (glycerol) มีอยู่ประมาณ 98-99% ในไขมันนม โดยมีกรดไขมันอยู่ประมาณ 85.5% และ glycerol 12.5% โดยน้ำหนัก

กรดไขมัน สามารถแยกออกได้ตาม

1.1 การระเหยได้ (Volatility)

กรดไขมันที่ระเหยได้ (Volatile fatty acid) ได้แก่ acetic, butyric, caproic, caprylic capric และ lauric acids กรดไขมันเหล่านี้ทำให้เกิดกลิ่นในไขมันนม ถ้าไขมันมีการแตกตัว (decomposition) จะทำให้เกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์

กรดไขมันที่ระเหยไม่ได้ (Novalatile fatty acid) ได้แก่ palmitic, stearic, oleic, linileic, linolenic และ arachidic acids

1.2 การอิ่มตัว (Saturation)

กรดไขมันที่อิ่มตัว (Saturated fatty acid) หมายถึง กรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอมต่อกันเพียงบอนด์เดียว (signle bond) ได้แก่ myristic,palmitic, steric และ butyric acids เป็นต้น มีอยู่ประมาณ 60-70% ในไขมันนม

กรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) หมายถึง กรดไขมันที่มีคาร์บอนอะตอมต่อกันด้วยบอนด์คู่ (double bond) เพียง 1 คู่ ถ้ามีบอนด์คู่มากกว่า 1 คู่ เราเรียกว่า polyunsaturated fatty acid ได้แก่ oleic, linoleic และ lenolenic acids ซึ่งมีบอนด์ 1, 2 และ 3 คู่ตามลำดับ มีอยู่ประมาณ 30-40% ในไขมันนม

2. อนุพันธ์ของไขมัน (Associated substances)

2.1 phospholipid ซึ่งประกอบด้วย lecithin, cepholin และ sphingomyelin lecithin พบมากในน้ำนม ในไขมันมี phospholipids อยู่ประมาณ 0.2-1.0% ของไขมันที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ

2.2 cholesterol เป็น sterol ที่สำคัญในนมอยู่ในชั้นของ milk fat membrane มากกว่าในส่วนของไขมันนมมีอยู่ประมาณ 0.015% ในไขมันนม

2.3 สารที่ละลายได้ในไขมัน ได้แก่ ไวตามิน (เอ ดี อี เค) สารสี (carotenoid) และขี้ผึ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับมาตรฐานไขมันนม

น้ำนมจำเป็นต้องมีองค์ประกอบเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ตามประกาศฉบับที่ 26 (2522) ของกระทรวงสาธารณสุข ได้กำหนดไขมันนมต้องไม่น้อยกว่า 3.2% และธาตุน้ำนมไม่รวมไขมันนม (solids-non-fat, Snf) ไม่น้อยกว่า 8.5% โดยปกติแล้วค่า Snf มักจะเป็นไปตามที่กำหนดไว้ ส่วนไขมันนมอาจสูงกว่า (ตารางที่ 2.2) จึงจำเป็นต้องแยกเอาไขมันนมออกไปเป็นบางส่วน หากจะให้คำจำกัดความของการปรับมาตรฐานแล้ว ก็คือการปรับเปอร์เซ็นต์ไขมันในนม หรือในครีมให้สูงขึ้น หรือน้อยลง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์เป็นไปตามมาตรฐาน โดยการเติมนมหรือครีมที่มีไขมันสูงหรือต่ำกว่า จนกระทั่งได้นมหรือครีมที่มีไขมันตามต้องการ

	ไขมัน %	Snf %	Total Solids, %	น้ำ %
องค์ประกอบน้ำนมโคมาตรฐานและ กฎหมายไทย	ไม่น้อยกว่า 3.25	ไม่น้อยกว่า 8.50	11.75	88.25
องค์ประกอบน้ำนมโคที่ได้จากโคนม	4	9	13	87

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานองค์ประกอบของน้ำนมโคตามกฎหมายไทย

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันนม

ไขมันนมมีลักษณะเป็นเม็ดไขมันแขวนลอยในสภาพของ emulsion เม็ดไขมันมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 1×10^{-4} นิ้ว และในนมหนึ่งลิตรประกอบด้วยเม็ดไขมันประมาณ 250×10^{6} เม็ด กระบวนการโฮโมจีไนเซชั่นมีผลให้เม็ดไขมันมีขนาดเล็กลงเป็น 4×10^{-5} นิ้ว หรือประมาณ 1 ไมครอน การวิเคราะห์ไขมันนมมีความสำคัญดังนี้

ก. การกำหนดราคานมดิบหรือผลิตภัณฑ์นม จำเป็นต้องใช้เปอร์เซ็นต์ไขมันเป็นดรรชนีของการตีราคา

ข. ในการปรับปรุงและรักษาพันธุ์โคนม จำเป็นต้องทราบปริมาณไขมันของนมโคพันธุ์นั้น

ค. เพื่อความสะดวกในการควบคุมการเติมหางนมในการปรับมาตรฐานก่อนการแปรรูป

การวิเคราะห์ไขมันนมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. Gravimetric method เป็นวิธีวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการแยกไขมันออกจากองค์ประกอบอื่น ๆ ของน้ำนม นำไขมันที่แยกออกได้ไปชั่งน้ำหนัก ที่นิยมใช้กันคือ Mojonnier method ซึ่งมีข้อดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือสามารถให้ผลแม่นยำ สามารถใช้ได้กับผลิตภัณฑ์นมทุกชนิด แต่เป็นวิธีวิเคราะห์ที่ใช้เวลานาน ต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะอย่างราคาแพง

อุปกรณ์และสารเคมี

1. Aluminium fat dish 150 – 250 ml
2. Mojonnier fat extraction flask
3. Hot air oven (102-105 $^{\circ}$C) หรือ vacuum oven (70-75 $^{\circ}$C) < 50 mmHg)
4. Ethyl ether (sp.gr. 0.720)
5. Ethyl alcohol 95%
6. Petroleum ether (b.pt. 40-60 $^{\circ}$C)
7. Ammonium hydroxide เข้มข้น (sp.gr. 0.90-0.94)

วิธีการทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างนมหรือผลิตภัณฑ์นมด้วยตาชั่งละเอียดจำนวน 2 กรัม ใส่ตัวอย่างที่ชั่งแล้วลงใน extraction flask เติมน้ำกลั่นอุณหภูมิ 60 $^{\circ}$ซ. จำนวน 7 มิลลิลิตร เพื่อคลุกเคล้าตัวอย่าง เติม ammonium gydroxide 3 มิลลิลิตร และ ethyl alcohol 10 มิลลิลิตร นำไปเขย่าในเครื่องเขย่า (mechanical shaker) นาน 90 วินาที เติม ethyl ether 25 มิลลิลิตรนำไปเขย่าต่ออีก 30 วินาที เติม petroleum ether 25 มิลลิลิตรและเขย่านาน 30 วินาที นำ extraction flask ไปหมุนเหวี่ยงด้วย centrifuge นาน 30 วินาทีแยกส่วนของ ether extract เทลงใน aluminium fat dish

2. ส่วนที่เหลือจากการสกัดจะถูกนำมาแยกไขมันออกเป็นครั้งที่สอง โดยเติม ethyl alcohol 5 มิลลิลิตร ลงใน extraction flask อันเดิม ค่อย ๆ หมุนช้า ๆ แล้วนำไปเขย่าต่อนาน 30 วินาที เติม ethyl ether 25 มิลลิลิตร และ petroleum ether 25 มิลลิลิตร ทดลองเหมือนตอนต้น รินเอาส่วนของ ether extract ที่สกัดได้ครั้งที่สองลงใน alumminium fat dish อันเดิม

3. ระเหย ethyl ether ออกด้วยความร้อนอุณหภูมิ 135 $^{\circ}$ซ. ภายใต้ทำส่วนของไขมันไปชั่งใต้สุญญากาศนานประมาณ 10 นาที นำส่วนของไขมันที่ไปชั่งด้วยตาชั่งละเอียดคำนวณเปอร์เซ็นต์ไขมันในตัวอย่างดังนี้

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{\text{น.น.ของไขมันที่สกัดได้}}{\text{น.น.ของตัวอย่าง}} \times 100$$

2. Volumetric method เป็นวิธีวิเคราะห์ไขมันนม โดยใช้สารเคมีที่เหมาะสมแยกส่วนของไขมัน วัดปริมาตรของไขมันที่แยกออกมาได้ ที่นิยมใช้กันมากคือ Babcock method และ Gerber method

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 Babcock method

Dr. Babcock คิดค้นวิธีวิเคราะห์ไขมันในปี ค.ศ.1890 และได้รับความนิยมมากในประเทศสหรัฐอเมริกา หลักการของวิธีนี้จะใช้กรด H_2SO_4 ย่อยโปรตีนนมจนหมด ไขมันเนยเป็นส่วนที่ไม่ถูกย่อยจะเป็นอิสระจากสภาวะ emulsion จึงลอยตัวขึ้นตอนบน การแยกตัวของไขมันเป็นไปได้ดีขึ้นเมื่อใช้แรงหมุนเหวี่ยงจากเครื่อง centrifuge เข้าช่วย

2.2 Gerber method

Dr.Gerber ซึ่งเป็นนักเคมีชาวสวิสได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์ไขมันนมจาก Babcock method เพื่อให้มีความสะดวกในการใช้และล้างขวดทดสอบ สามารถอ่านค่าที่แม่นยำขึ้น หลักการของวิธีนี้คล้ายกับของ Babcock method มีการใช้ amyl alcohol ช่วยป้องกันการไหม้ (charring) ของไขมัน

การวิเคราะห์โดย Babcock method และ Gerber method เป็นปริมาตรวิเคราะห์ซึ่งมีพื้นฐานของวิธีที่สรุปได้คือ (ก.) น้ำนมที่มีปริมาตรและอุณหภูมิหนึ่ง ๆ จะมีน้ำหนักที่แน่นอนค่าหนึ่ง และ (ข.) ปริมาตรของไขมันนมที่แยกออกมาได้แสดงถึงเปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของไขมันในนม

ผลจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีทั้งสองมีความสม่ำเสมอและน่าเชื่อถือ จึงได้รับความนิยมในห้องปฏิบัติการทั่วไป และพบว่า กรด H_2SO_4, amyl alcohol และ centrifugal force มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ดังนี้

(1) กรด H_2SO_4 มีผลทั้งทางฟิสิกส์และเคมีต่อไขมัน กรดจะละลายโปรตีนนม fat globule membrane ทำให้ความหนืดลดลงและช่วยให้ไขมันลอยขึ้นตอนบน

(2) เมื่อเติมกรด H_2SO_4 ลงในน้ำนม กรดเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะให้ความร้อนซึ่งช่วยในการแยกตัวของไขมันที่หลอมตัวได้อย่างรวดเร็ว

(3) ความถ่วงจำเพาะของชั้นกรดและน้ำมีค่ามากขึ้น (ความถ่วงจำเพาะของกรดและไขมันเป็น 1.8 และ 0.9 ตามลำดับ) ช่วยให้การเคลื่อนตัวของไขมันสู่ตอนบนดีขึ้น

(4) centrifugal force หรือแรงหมุนเหวี่ยงช่วยเพิ่มแรงศูนย์ถ่วง 800-1000 เท่า ชั้นของกรด-น้ำ ซึ่งหนักกว่าจะรวมตัวอยู่ทางตอนล่างของขวดทดสอบ ไขมันซึ่งเบากว่าจะลอยขึ้นไปแทนที่และไปอยู่ในส่วนของคอขวดทดสอบที่มีสเกลบอกเปอร์เซ็นต์ไขมัน

(5) amyl alcohol ที่ใช้ใน Gerber method ลดแรงตึงผิวช่วยให้การแยกตัวของไขมันดีขึ้นและลดการไหม้ (charring) ของนมอันเนื่องจากการเติมกรด H_2SO_4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังได้กล่าวมาแล้วตอนต้นว่าทั้งสองวิธีมีพื้นฐานการวิเคราะห์ไม่แตกต่างกัน แต่หลอดทดสอบ Butyrometer (Gerber method) และขวด Babcock (Babcock method) ได้รับการออกแบบที่แตกต่างกัน จึงทำให้มีการพิจารณาปริมาณของตัวอย่างนมที่ใช้ในสองวิธีแตกต่างกันดังนี้

Basis of graduation	Babcock	Gerber
ก. ปริมาตรในส่วนของคอขวด (หลอด)	2	1 มิลลิลิตร
ข. น้ำหนักของไขมันหากบรรจุในส่วนของคอขวด (ความหนาแน่นของไขมันนมเป็น 0.9 ณ. อุณหภูมิ 140 °ฟ)	2 x 0.9 หรือ 1.8	1 x 0.9 กรัม หรือ 0.9
ค. Range of calibration	10 (10% หนัก 1.8 กรัม)	8% (8% หนัก 0.9 กรัม)
ง. 100% หรือเท่ากับน้ำหนักของตัวอย่างน้ำนมที่ต้องใช้	18	11.25 กรัม
จ. ความหนาแน่นของน้ำนมที่อุณหภูมิ 60°ฟ. (ค่าเฉลี่ย)	1.032	1.032
ฉ. ปริมาตรของน้ำนมที่อุณหภูมิ 60 °ฟ	$\frac{18}{1.032}$ หรือ 17.5	$\frac{11.25}{1.032}$ หรือ 10.9 มิลลิลิตร
ช. Drainage error ของไปเปต	0.1	0.1 มิลลิลิตร
ซ. ขนาดของ volume pipette	17.6	11.0 มิลลิลิตร

วิธีการวัด % ไขมันในนมโดยใช้วิธี Gerber test

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

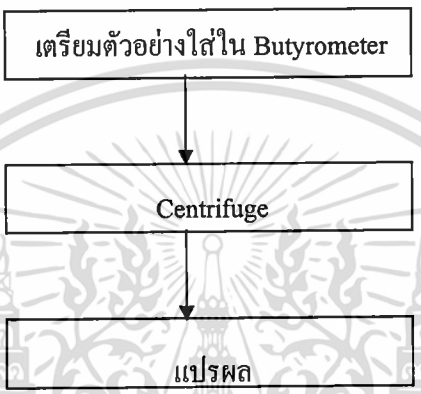
1. Gerber centrifuge
2. Butyrometers พร้อมจุกยาง
3. ปิเปต (Pipette) ขนาด 10.73 มิลลิลิตร
4. ปิเปต (Pipette) ขนาด 1 มิลลิลิตร
5. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 กรดซัลฟูริก (Sulphuric acid) ความถ่วงจำเพาะ 1.820-1.825 (15.5 °C) ความเข้มข้น 90-91% โดยน้ำหนัก

7. ไอโซเอมิล แอลกอฮอล์ (Isoamyl alcohol) ความถ่วงจำเพาะ 0.814-0.816 (15.5 °C) ระบุชนิดใช้กับ Gerber test

แผนภูมิการทำงาน



รายละเอียดขั้นตอนการทำงาน

1. เตรียมตัวอย่างใส่ใน Butyrometer

- ใช้ปิเปตดูด กรดซัลฟิวริก (Sulphuric acid) จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวด Butyrometer

- ผสมตัวอย่างนมให้เข้ากัน โดยใช้ปิเปตดูดตัวอย่างนม จำนวน 10.73 มล. ให้ค่อย ๆ เติมลงไป เพราะอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรง

- เติมไอโซเอมิล แอลกอฮอล์ (Isoamyl alcohol) จำนวน 1 มล. ลงในตัวอย่างนม ควรระวังไม่ให้น้ำนม กรดซัลฟิวริก (sulphuric acid) และไอโซเอมิล แอลกอฮอล์ (Isoamyl alcohol) เปื้อนบริเวณคอของขวด Butyrometer เนื่องจากจุกยางอาจหลุดได้โดยง่าย

- ปิดจุกยางขวด Butyrometer

2. Centrifuge

- เขย่าขวด Butyrometer ให้ตัวอย่างนมละลาย โดยถือบริเวณคอและปากขวด แล้วเอียงขวดไปมา ประมาณ 10 ครั้ง เพื่อให้กรดผสมกับตัวอย่างนมอย่างทั่วถึง

- ตรวจสอบจุกยางปิดขวด Butyrometer ให้แน่น

- Centrifuge ความเร็วรอบ 1,100 ± 100 rpm นาน 5 นาที

3. แปรผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- นำขวด Butyrometer ลงไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที โดยให้ด้านฝาปิดของขวด Butyrometer อยู่ด้านหลัง ดังนั้น Column section จะอยู่เหนือน้ำและต้องประคองให้ขวด Butyrometer ตั้งตรง หรือใช้แกนเหล็กดันจุกยาง

- อ่านผล โดยใช้ระดับสายตาอยู่ในระดับเดียวกันกับระดับของไขมันใน Column

เอกสารอ้างอิง

วิพิชญ์ ไชยศรีสงคราม. 2541. การตรวจคุณภาพน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม. หน้า 164.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

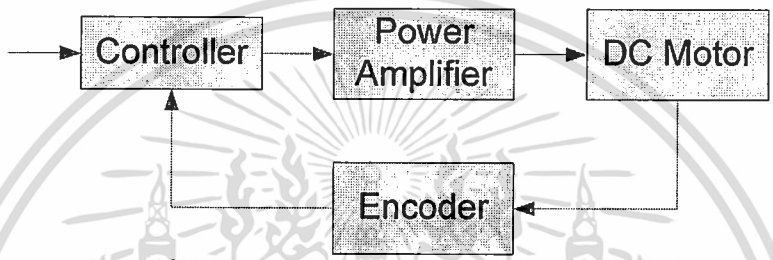
บทที่ 3

ทฤษฎีและการออกแบบระบบ
Theory and System Design

ทฤษฎีและการออกแบบระบบเครื่องเหวี่ยงของการตรวจวัดระดับไขมันนม

(Theory and The Butterfat Measurement System Design of Centrifuge)

การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง



ภาพที่ 3.1 การควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง

ส่วนประกอบของการควบคุมความเร็วมอเตอร์กระแสตรง แสดงดังภาพที่ 3.1

1. Controller
2. Driver , Power Amplifier
3. Feedback or Encoder
4. DC Motor

กริยาควบคุมแบบต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมอัตโนมัติ

1. ตัวควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง (Two-position) หรือแบบ On-Off
2. ตัวควบคุมแบบ Proportional
3. ตัวควบคุมแบบ Integral
4. ตัวควบคุมแบบ Proportional + Integral หรือ ตัวควบคุมแบบ PI
5. ตัวควบคุมแบบ Proportional + Derivative หรือ ตัวควบคุมแบบ PD
6. ตัวควบคุมแบบ Proportional + Integral + Derivative หรือ ตัวควบคุมแบบ PID

การควบคุมแบบ ON-OFF หรือ 2 ตำแหน่ง

ในระบบควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง การควบคุมจะทำงานในตำแหน่งที่คงที่เพียง 2 ตำแหน่ง เท่านั้น ในบางครั้งจึงมีชื่อเรียกว่า ON และ OFF การควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง หรือแบบ ON-OFF นี้

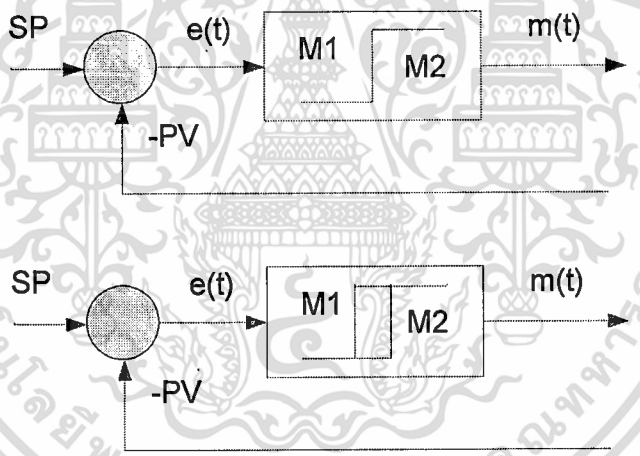
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเป็นการควบคุมแบบง่าย ๆ และราคาไม่แพง ดังนั้นจึงนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในงานควบคุมทางอุตสาหกรรม และในกรณีที่ผลจากการ Oscillate นั้นเป็นที่ยอมรับได้

กำหนดให้สัญญาณเอาต์พุตของตัวควบคุมเป็น $m(t)$ และสัญญาณค่าความคลาดเคลื่อนเป็น $e(t)$ ฉะนั้นในการควบคุมแบบ 2 ตำแหน่งนั้น สัญญาณ $m(t)$ จะมีค่าอยู่เพียงค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดเท่านั้น โดยจะขึ้นอยู่กับว่าสัญญาณค่าความเคลื่อนมีค่าเป็น + หรือเป็น - นั่นคือ

$$m(t) = M_1 \quad \text{สำหรับ } e(t) > 0 \text{ ; โดยที่ } M_1 \text{ และ } M_2 \text{ เป็นค่าคงที่}$$
$$= M_2 \quad \text{สำหรับ } e(t) < 0$$

ภาพที่ 3.2 แสดงถึง Block Diagram ของตัวควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง และสำหรับช่วงซึ่งสัญญาณค่าความคลาดเคลื่อนเปลี่ยนแปลงไปก่อนเกิดการเปลี่ยนตำแหน่ง (Switching) ของการควบคุมนั้นเรียกว่า Differential Gap ดังแสดงในภาพที่ ช่วง Differential Gap นี้บางครั้งเป็นการทำให้เกิดขึ้นเพื่อป้องกันการ ON-OFF บ่อยเกินไป



ภาพที่ 3.2 Block Diagram ของตัวควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง หรือแบบ ON-OFF

การควบคุมแบบ Proportional + Derivative (PD)

กริยาการควบคุมแบบ PD สามารถเขียนให้อยู่ในภาพของสมการได้ดังต่อไปนี้

$$m(t) = K_p e(t) + K_p T_d \frac{de(t)}{dt}$$

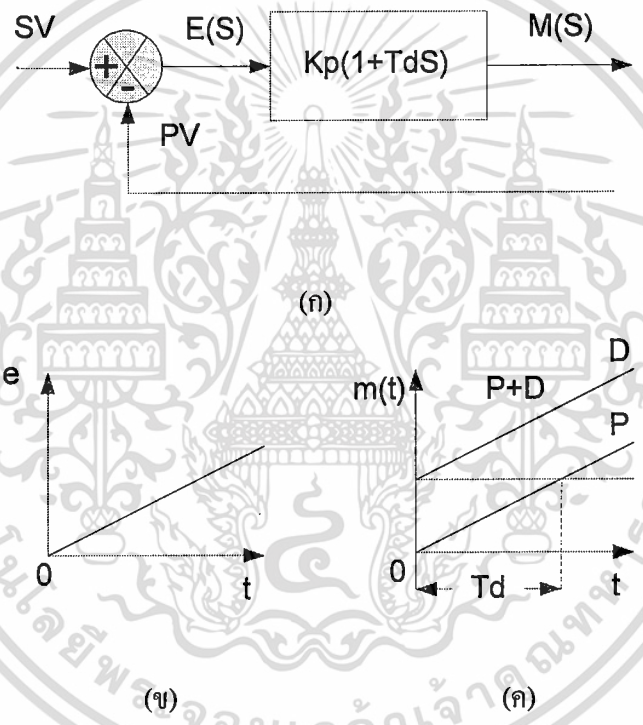
$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p (1 + T_d s)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ K_p เป็นค่าของ Proportional Sensitivity หรือ Gain

T_d เป็นค่าของ Derivative Time

ค่าของ K_p และ T_d นั้นจะเป็นค่าที่สามารถปรับได้ และในบางครั้งจะเรียกกริยาควบคุมแบบ Derivative ว่า "rate Control" ทั้งนี้เพราะขนาดของสัญญาณเอาต์พุตของตัวควบคุมจะเป็นสัดส่วนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณค่าความคลาดเคลื่อน ภาพที่ 3.3 (ก) แสดงถึง Block Diagram ของตัวควบคุมแบบ PD ถ้าสัญญาณค่าความคลาดเคลื่อน e(t) เป็น unit ramp ดังแสดงในภาพที่ 3.3 (ข) แล้วสัญญาณเอาต์พุต $m(t)$ ของตัวควบคุมแบบ PD จะเป็นดังภาพที่ 3.3 (ค)



ภาพที่ 3.3 **ก)** Block Diagram ของตัวควบคุมแบบ PD

ข) อินพุตของตัวควบคุมซึ่งเป็นแบบ Unit step

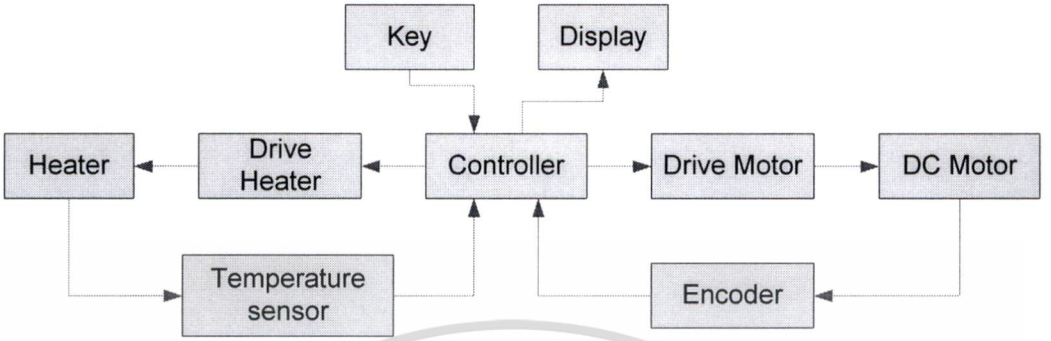
ค) เอาต์พุตของตัวควบคุมแบบ PD

กระบวนการจำนวนมากอาจทำให้เกิดมี Time Lag ที่มีค่ามากพอได้ กระบวนการที่มีปัญหาเกี่ยวกับ Time Lag มากก็คือ กระบวนการที่เกี่ยวกับความร้อนการควบคุมแบบ Derivative นี้จะแก้ไขเกี่ยวกับระบบที่มี Time Lag มาก ๆ ได้ ในบางครั้งกริยาควบคุมแบบ Derivative นี้เรียกว่ากริยาควบคุมแบบ "คาดการณ์ล่วงหน้า"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

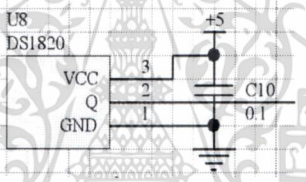
ส่วนต่างๆของระบบ



ภาพที่ 3.4 แสดงส่วนต่างๆของระบบ

ส่วนประกอบของระบบแสดงดังภาพที่ 3.4 ซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป

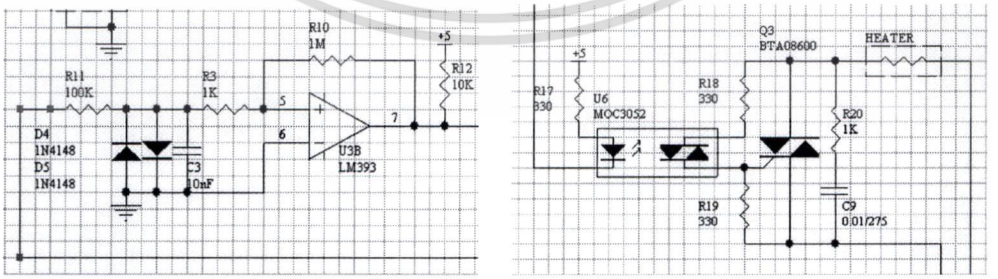
ส่วนควบคุมอุณหภูมิ



ภาพที่ 3.5 วงจรวัดอุณหภูมิ

รายละเอียดดังภาพที่ 3.5 โดยใช้ไอซีวัดอุณหภูมิ เบอร์ DS1820 ของ Dallas/Maxim วัดอุณหภูมิที่ความละเอียด 0.5 Degree Celsius

ส่วนวงจรควบคุมและขับฮีตเตอร์

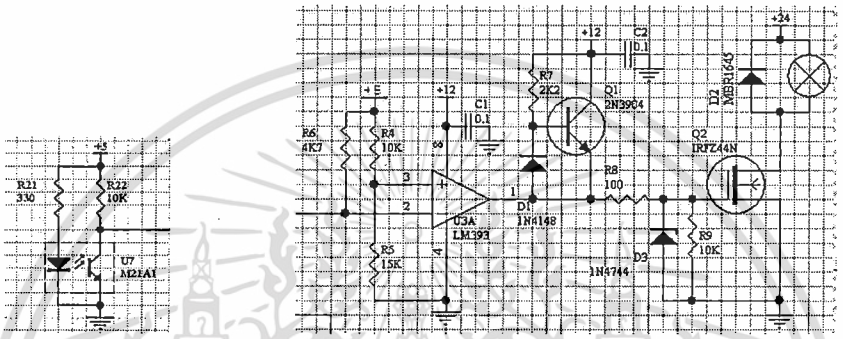


ภาพที่ 3.6 วงจรควบคุมและขับฮีตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
73029

รายละเอียดดังภาพที่ 3.6 ใช้หลักการ Closed-Loop On/Off Control ตัววัดอุณหภูมิจะทำการสุ่มวัด (Sampling) ทุกๆ 1 วินาที จากนั้นทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ผู้ใช้ต้องการ แล้วจึงสั่งการเปิด/ปิด ฮีทเตอร์ ผ่านออปโต้ไตรแอค เบอร์ MOC3052 และไตรแอค เบอร์ BTA08600 ตามลำดับ โดยมีไอซีเบอร์ LM393:B ทำหน้าที่ตรวจจับจุดตัดศูนย์ (Zero Crossing Detection)

ส่วนวงจรควบคุมและขับมอเตอร์



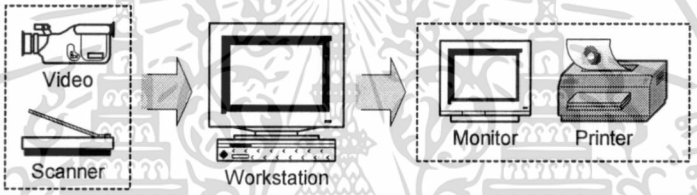
ภาพที่ 3.7 วงจรควบคุมและขับมอเตอร์

รายละเอียดดังภาพที่ 3.7 ส่วนควบคุมความเร็วรอบ ใช้หลักการ Closed-Loop PD-Control ทำได้โดยการใช้เซนเซอร์อินฟราเรดติดตั้งไว้ใกล้กับแกนมอเตอร์ มีใบพัดขนาดเล็กยึดติดกับแกนมอเตอร์ ซึ่งจะตัดลำแสงของเซนเซอร์ขณะมอเตอร์หมุน เมื่อมอเตอร์หมุนได้ 1 รอบ จะส่งเข้าวงจรนับ (Counter0) ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อครบทุก 1 วินาที จะนำค่าที่นับได้ เป็นความเร็วรอบในขณะนั้น (หน่วยเป็น รอบต่อวินาที : RPS) แล้วนำมาเปรียบเทียบ กับค่าความเร็วรอบ (หน่วยเป็น รอบต่อนาที : RPM) ที่ผู้ใช้ต้องการ แล้วนำผลต่างไปปรับชดเชยที่ส่วนสร้าง PWM ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง จากนั้นสัญญาณ PWM จะถูกส่งต่อไปยังวงจรขับมอเตอร์ซึ่งประกอบด้วย ไอซีเบอร์ LM393:A, ทรานซิสเตอร์ เบอร์ 2N3940, มอสเฟตเบอร์ IRFZ44N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพเป็นขบวนการในการปรับปรุงภาพทั่วไปเพื่อให้มนุษย์สามารถมองเห็นได้ดีขึ้น ในปัจจุบันมีการนำทฤษฎีการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ มากมายเช่น การปรับปรุงภาพทางการแพทย์ การปรับปรุงภาพถ่ายทางดาวเทียม การปรับปรุงภาพในงานอุตสาหกรรม การบีบอัดข้อมูลภาพ และการประยุกต์ใช้งานในระบบอินเตอร์เน็ต เป็นต้นซึ่งขั้นตอนการประมวลผลภาพจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ ขั้นตอนการนำข้อมูลภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนการพัฒนาวิธีการเพื่อการประมวลผลภาพ และขั้นตอนการแสดงผลภาพ ซึ่งอุปกรณ์พื้นฐานในการประมวลผลภาพตามขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้จะประกอบไปด้วย เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ตรวจจับภาพ(อาจจะเป็นกล้องวีดีโอหรือเครื่องสแกนเนอร์ก็ได้) อุปกรณ์แสดงผล(อาจจะเป็นจอภาพหรือเครื่องพิมพ์)



ภาพที่ 3.8 อุปกรณ์พื้นฐานสำหรับระบบการประมวลผลภาพ

ขั้นตอนการนำภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นขั้นตอนในการแปลงสัญญาณภาพ ซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อก(Analog Signal) ให้เป็นสัญญาณภาพดิจิตอล(Digital Signal) เพื่อที่จะให้เครื่องคอมพิวเตอร์รู้จักและสามารถประมวลผลได้ ทั้งนี้สามารถกระทำได้โดยผ่านอุปกรณ์ตรวจจับภาพ โดยทั่วไปแล้วภาพดิจิตอลที่ได้จากการแปลงสัญญาณจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำที่มีอยู่ในอุปกรณ์นั้นๆ ซึ่งจะนิยมเก็บภาพขนาด 256×256 จุดภาพ(Pixel) หรือ 512×512 จุดภาพ และแต่ละจุดภาพจะสามารถแสดงระดับเทาได้ 256 ระดับ

ขั้นตอนการพัฒนาวิธีการเพื่อการประมวลผลภาพจะเป็นขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำข้อมูลภาพดิจิตอลที่เก็บไว้มาประมวลผลตามทฤษฎีหรือวิธีการของการประมวลผลภาพ

ขั้นตอนการแสดงผลภาพจะเป็นการนำภาพที่ผ่านการประมวลผลแล้วออกมาแสดง ซึ่งอาจทำได้โดยผ่านจอภาพหรือพิมพ์ภาพโดยเครื่องพิมพ์

การแปลงภาพดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาพทั่วๆ ไปจะเป็นสัญญาณอนาล็อกซึ่งสามารถจะกำหนดได้เป็นฟังก์ชั่นของแสง 2 มิติ(Two dimensional light intensity function) $f(x,y)$ โดยที่ และ y เป็นตำแหน่งบนพิกัดของภาพ ส่วนค่าของ f ที่ตำแหน่ง (x,y) นั้นจะเป็นสัดส่วนกับความเข้ม(Brightness) หรือระดับเทา (Gray level) ของภาพที่ตำแหน่งนั้นๆ ซึ่งค่า $f(x,y)$ จะมีค่ามากกว่าศูนย์

$$0 < f(x,y) < \infty$$

โดยทั่วไปค่าระดับความเข้มของแสง $f(x,y)$ จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของสองส่วนคือ ค่า Illumination ซึ่งเป็นค่าระดับแสงที่มองเห็น และค่า Reflection ซึ่งก็คือค่าระดับแสงที่สะท้อนมาจากวัตถุซึ่งค่าทั้งสองนี้อาจกำหนดให้เป็นฟังก์ชั่น $i(x,y)$ และ $r(x,y)$ ตามลำดับและค่า $f(x,y)$ จะเป็นผลคูณของค่าทั้งสอง

$$f(x,y) = i(x,y)r(x,y)$$

โดยที่ $$0 < i(x,y) < \infty$$

และ $$0 < r(x,y) < 1$$

สำหรับภาพดิจิตอลนั้นจะถูกแปลงมาจากภาพอนาล็อกโดยการ Discretize ภาพ ทั้งค่าในพิกัดระยะ(Spatial coordinate) และค่าความเข้ม ซึ่งขบวนการแปลงภาพดิจิตอลนั้นมีขั้นตอนเช่นเดียวกับการแปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลโดยทั่วไป กล่าวคือจะมีขบวนการที่สำคัญ 2 ขั้นตอนคือ การชักตัวอย่าง(Sampling) และการควอนไตซ์(Quantization) ภาพที่ได้จากการชักตัวอย่างจะเป็นอะเรย์ 2 มิติ ซึ่งอะเรย์นี้จะประกอบไปด้วยจุดภาพจำนวนมาก และเราสามารถที่จะเขียนความสัมพันธ์ระหว่างภาพอนาล็อก $f(x,y)$ และภาพดิจิตอลที่มีระยะห่างของจุดภาพคงที่ขนาด $M \times N$ จุดภาพได้ดังนี้

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \cdots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \cdots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \cdots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

ส่วนขบวนการควอนไตซ์จะเป็นการแบ่งระดับเทาของแต่ละจุดภาพ ซึ่งโดยทั่วไปจะแบ่งออกเป็น 256 ระดับ ภาพที่จำนวนจุดภาพมากจะมีความละเอียดของภาพมากกว่าภาพที่มีจำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดภาพน้อย นอกจากนี้ภาพที่มีระดับขั้นของการควอนไตซ์มากจะให้รายละเอียดที่ดีกว่าภาพที่มีระดับขั้นของการควอนไตซ์น้อยกว่า

การปรับปรุงข้อมูลภาพ

การปรับปรุงข้อมูลภาพ(Image Enhancement) เป็นการนำเอาข้อมูลภาพต้นฉบับที่มีคุณภาพไม่ดีหรือมีค่าความแตกต่างของระดับเทา(Contrast) ต่ำ มาผ่านขบวนการทรานส์ฟอร์มแบบใดแบบหนึ่งเพื่อทำให้ภาพมีคุณภาพดีขึ้น หรือเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการนำไปประมวลผลในขั้นตอนต่อๆ ไป

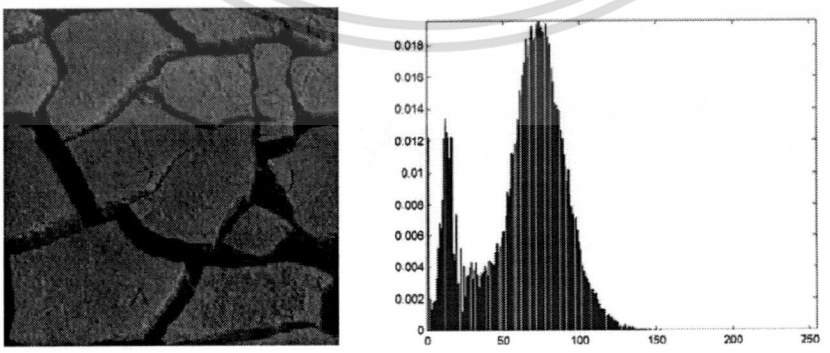
ฮีสโตแกรม

ฮีสโตแกรม(Histogram) คือการแสดงลักษณะการกระจายของค่าระดับเทาที่มีอยู่ในภาพนั้นๆ โดยสามารถกำหนดสมการของการหา ฮีสโตแกรมของภาพได้ดังสมการ

$$h(i) = \frac{n(i)}{N}$$

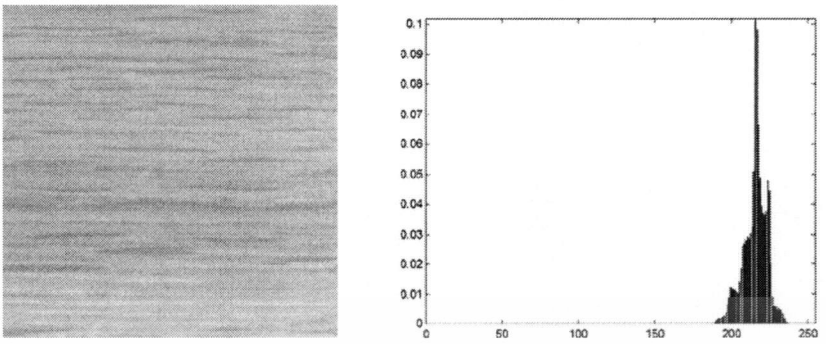
โดยที่ $n(i)$ คือจำนวนของจุดภาพในภาพนั้นๆ ที่มีค่าระดับเทาเท่ากับ i เมื่อ i =0-255(ค่าระดับเทาสูงสุด) และ N คือจำนวนของจุดภาพทั้งหมดที่มีอยู่ในภาพ

พิจารณาภาพที่ 3.9 (ก) ซึ่งเป็นภาพที่อยู่ในโทนมืด ดังนั้นฮีสโตแกรมของภาพนี้จะมีข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ในช่วงที่ i มีค่าน้อย ส่วนภาพที่ 3.9 (ข) นั้นจะเป็นภาพที่อยู่ในโทนที่สว่างกว่า ดังนั้นฮีสโตแกรมของภาพนี้จะมีข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ในช่วงที่ i มีค่ามาก และจะสังเกตุเห็นว่าฮีสโตแกรมของภาพทั้ง 2 จะมีลักษณะที่ไม่กระจายซึ่งจะทำเราไม่สามารถเห็นรายละเอียดในภาพได้ดี ดังนั้นในหัวข้อถัดไปกล่าวถึงการปรับปรุงข้อมูลภาพ โดยการปรับเปลี่ยนลักษณะการกระจายของฮีสโตแกรมต่อไป



(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)

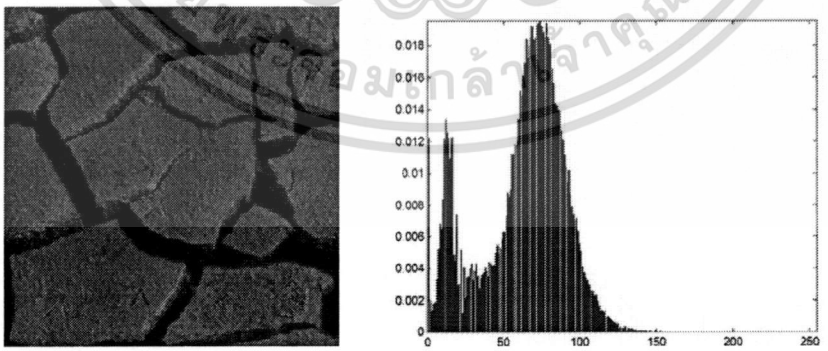
ภาพที่ 3.9 ภาพและฮีสโตแกรมของภาพ

การสเกลลิ่ง

การสเกลลิ่ง(Scaling) คือการปรับระดับเทาของจุดภาพในภาพนั้นๆ ให้กระจายตลอดช่วงระหว่าง ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด ของระดับเทาที่กำหนดในระบบ ซึ่งโดยปกติจะอยู่ในช่วง 0-255 โดยการสเกลลิ่งจะเป็นไปในลักษณะที่เป็นเชิงเส้น และสามารถกำหนดได้ตามสมการ

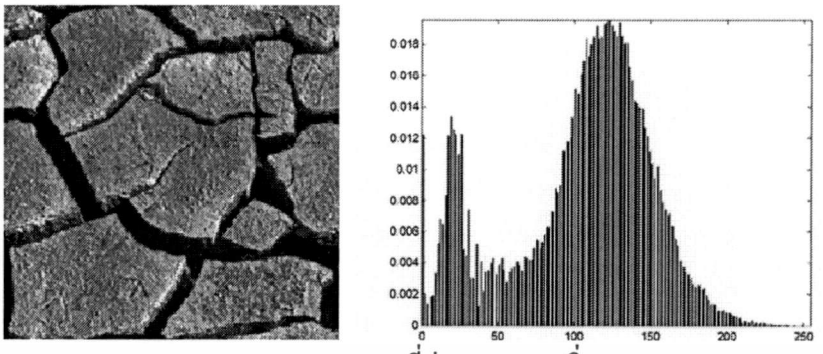
$$s = \frac{r - r_{\min}}{r_{\max} - r_{\min}} \times 255$$

เมื่อกำหนดให้ r คือค่าระดับเทาของจุดภาพต้นฉบับ $r_{\min}$ คือค่าระดับเทาของจุดภาพที่มีค่าต่ำที่สุดในภาพ $r_{\max}$ คือค่าระดับเทาของจุดภาพที่มีค่าสูงที่สุดในภาพ 255 คือค่าระดับเทาที่สูงที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ในระบบ และ s คือค่าระดับเทาของจุดภาพใหม่ที่ได้จากการสเกลลิ่งภาพต้นฉบับ



(ก) ภาพต้นฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) ภาพที่ผ่านการสเกลลิ่ง

ภาพที่ 3.10 ภาพและฮีสโตแกรมของภาพที่ผ่านการสเกลลิ่ง

พิจารณาภาพที่ 3.10 (ก) จะสังเกตเห็นว่าฮีสโตแกรมที่ได้จากภาพต้นฉบับจะมีการกระจายน้อย คือจะรวมกันเป็นกลุ่มอยู่ในช่วงที่ i มีค่าน้อยๆ แต่ฮีสโตแกรมของภาพที่ 3.10 (ข) ผ่านการสเกลลิ่งจะมีการกระจายของข้อมูลตลอดทั้งช่วง ตั้งแต่ 0-255 อย่างเป็นเชิงเส้นกับฮีสโตแกรมของภาพต้นฉบับ ซึ่งก็จะมีผลให้สามารถแสดงรายละเอียดของภาพได้ดีขึ้น

ฮีสโตแกรมอีควอไลเซชั่น

ฮีสโตแกรมอีควอไลเซชั่น(Histogram Equalization) คือการปรับเปลี่ยนฟังก์ชั่นความหนาแน่นของฮีสโตแกรมของภาพ($p_r(r)$) เพื่อให้มีการกระจายของข้อมูลฮีสโตแกรมที่ดีขึ้น ซึ่งสามารถกำหนดให้อยู่ในลักษณะของการทรานส์ฟอร์มข้อมูล โดยกำหนดให้ r เป็นข้อมูลจากต้นฉบับและ s เป็นค่าใหม่ที่ได้จากการทรานส์ฟอร์ม ดังสมการ

$$s = T(r)$$

และสามารถเขียนสมการของการทรานส์ฟอร์มกลับได้เป็น

$$r = T^{-1}(s)$$

หากกำหนดให้ $p_s(s)$ เป็นฟังก์ชั่นความหนาแน่นของฮีสโตแกรมที่ผ่านการทรานส์ฟอร์ม ซึ่งจากทฤษฎีของความน่าจะเป็นจะเขียนสมการของการทรานส์ฟอร์มได้ดังสมการ

$$p_s(s) = \left[p_r(r)\frac{dr}{ds} \right]_{r=T^{-1}(s)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสามารถเขียนสมการของฟังก์ชั่นต่อเนื่องของการทรานส์ฟอร์มได้เป็นสมการ

$$s = T(r) = \int p_r(\omega)d\omega$$

ซึ่งด้านขวาของสมการ เราจะรู้จักกันในชื่อ cumulative distribution function (CDF) และจากสมการจะได้ว่า

$$\frac{ds}{dr} = p_r(r)$$

นำสมการ ไปแทนลงในสมการด้านบนจะได้

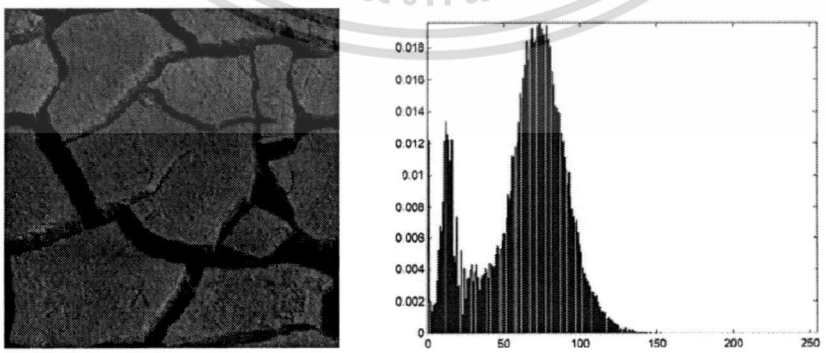
$$p_s(s) = p_r(r)\frac{1}{p_r(r)} = 1$$

จากการทรานส์ฟอร์ม ก็จะทำให้เกิดการกระจายของค่าระดับเทาของจุดภาพในภาพ ซึ่งเราจะสามารถเขียนสมการของการทรานส์ฟอร์มในรูปของการทรานส์ฟอร์มแบบแบ่งช่วงได้ดังสมการ

$$s_k = \sum_{j=0}^{k} n(j)$$

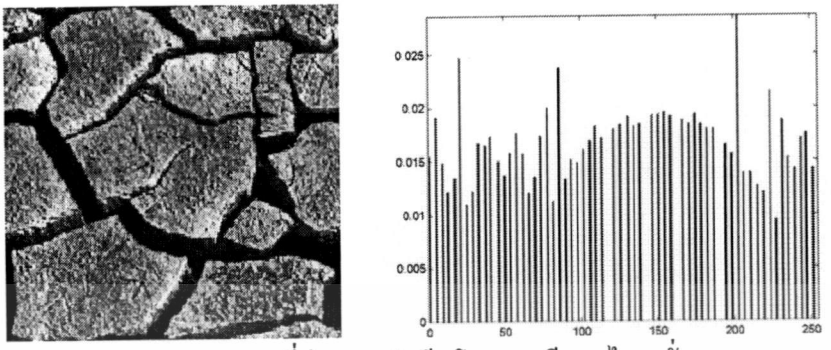
จากนั้นก็ทำการปรับการกระจายของ s_k เพื่อให้มีการกระจายตลอดช่วงตั้งแต่ 0-255 โดยใช้วิธีการสเกลลิ่งดังสมการ

$$\tilde{s}_k = \frac{s_k - s_0}{s_{255} - s_0} \times 255$$



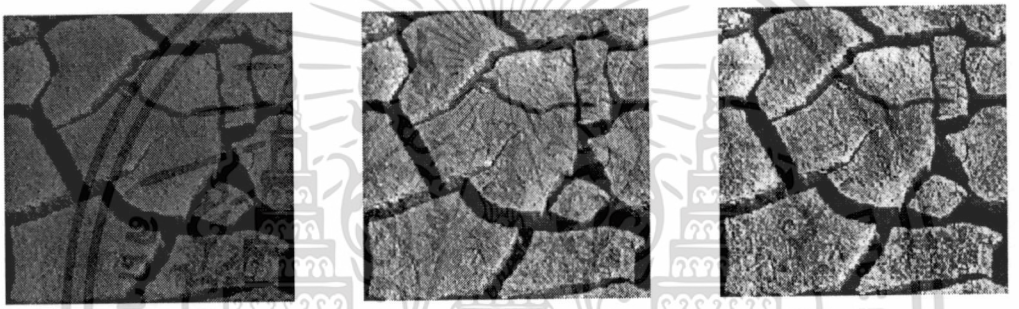
(ก) ภาพต้นฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) ภาพที่ผ่านการทำ ฮีสโตแกรมอีควอไลเซชั่น

ภาพที่ 3.11 ภาพและฮีสโตแกรมของภาพที่ผ่านการทำ ฮีสโตแกรมอีควอไลเซชั่น



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 3.12 ภาพเปรียบเทียบระหว่าง ภาพต้นฉบับ ภาพที่ผ่านการสเกลลิ่ง และภาพที่ผ่านการทำฮีสโตแกรมอีควอไลเซชั่น

พิจารณาภาพ จะเห็นว่าภาพที่ 3.12 (ข) ที่ผ่านการสเกลลิ่งจะสามารถแสดงรายละเอียดของภาพได้ดีขึ้นเมื่อเทียบกับภาพที่ 3.12 (ก) ต้นฉบับแต่ก็เป็นไปในลักษณะที่เป็นเชิงเส้น ดังนั้นรายละเอียดในบางส่วนของภาพที่ฮีสโตแกรมรวมกันเป็นกลุ่มอย่างหนาแน่น จึงอาจจะยังแสดงให้เห็นไม่เด่นชัดนัก แต่หากพิจารณาภาพที่ 3.12 (ค) ซึ่งเป็นภาพที่ผ่านการทำ ฮีสโตแกรมอีควอไลเซชั่น จะเห็นว่าจะสามารถแสดงรายละเอียดของภาพได้ดีขึ้นเนื่องจากฟังก์ชั่นของการทรานส์ฟอร์มฮีสโตแกรมที่เป็นไปในลักษณะที่ไม่ได้เป็นเชิงเส้นนั้นเอง

การออกแบบโปรแกรมแยกปริมาณไขมันในน้ำนม

ในส่วนของการออกแบบโปรแกรมแยกปริมาณไขมันในน้ำนม ได้นำเอาหลักการของการประมวลผลภาพมาใช้ โดยข้อมูลภาพที่นำมาใช้สำหรับวิเคราะห์ ได้มาจากกล้องวีดีโอ ซึ่งทำการจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพของหลอดทดลองที่มีน้ำนมที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยได้ออกแบบแท่นยึดหลอดทดลองและกล้องวีดีโอ ดังภาพที่ 3.13

ภาพที่ 3.13 โครงสร้างแท่นยึดกล้องและหลอดทดลอง

ในส่วนของการวิเคราะห์ได้ออกแบบโปรแกรมให้จับภาพหลอดทดลองขนาด 320×240 จุดภาพ และตัดส่วนของภาพเฉพาะในส่วนของภาพที่เป็นหลอดทดลองที่เป็นส่วนที่ใช้ในการอ่านค่าปริมาณไขมัน โดยส่วนของภาพที่ถูกตัดออกมามีขนาด 24×128 จุดภาพ โดยเป็นภาพสีแบบดิจิตอล และได้ปรับปรุงคุณภาพของภาพที่ได้มาโดยการทำ Scaling และ Histogram Equalization ในขั้นตอนต่อมาคือการแยกข้อมูลภาพออกเป็น ข้อมูลภาพสีแดง ข้อมูลภาพสีเขียว และข้อมูลภาพสีน้ำเงิน ซึ่งก็คือแม่สีแสงของภาพนั่นเอง ซึ่งสามารถแยกได้จากลักษณะโครงสร้างของข้อมูลภาพเดิมที่มี Model สีเป็น RGB เมื่อแยกภาพออกเป็นแต่ละสีแล้ว ก็ทำการประมวลผลในแต่ละสีโดยการทำ Threshold ข้อมูลที่อยู่ในแต่ละกลุ่มสี เพื่อให้ข้อมูลที่ถูกแยกออกไปในแต่ละกลุ่มสีแสดงลักษณะเฉพาะของแต่ละสีนั้นๆ จากนั้นจึงนำข้อมูลของแต่ละกลุ่มสีที่กรองเอาเฉพาะข้อมูลของสีนั้นๆ มารวมกันและเปรียบเทียบกับข้อมูลค่าสีของไขมัน ที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลสีไขมัน และประมาณปริมาณของสีที่เป็นไขมันที่ปรากฏในภาพ ออกมาเป็นตัวเลข ดังแสดงผังงานทั้งระบบได้ดังภาพที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.14 ผังงานของโปรแกรมแยกระดับปริมาณไขมันในน้ำนม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

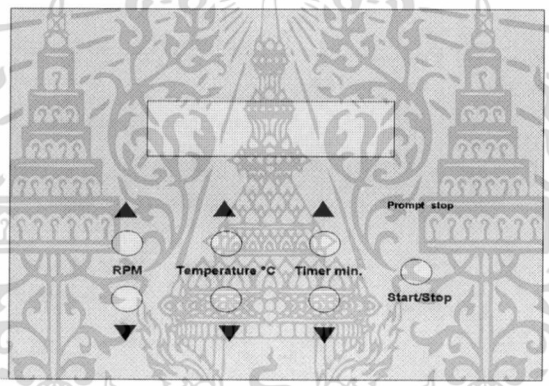
สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

รายละเอียดคุณลักษณะของเครื่องที่ออกแบบ

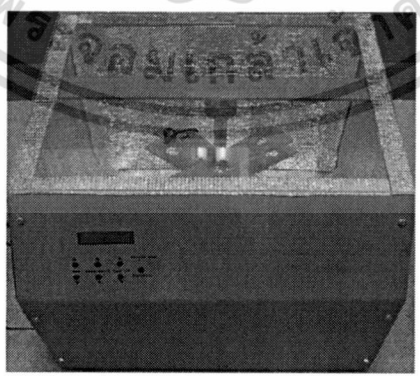
- เป็นเครื่องแบบตั้งโต๊ะ แบบฝาเปิดด้านบน
- แสดงผลแบบ LCD 2 บรรทัด
- ควบคุมการทำงานด้วย KEYPAD

  ประกอบด้วย

  1. ความเร็วรอบ 800-2,500 RPM ± 100 RMP / STEP
  2. อุณหภูมิ 30-70 °C ± 5°C / STEP
  3. ตั้งเวลา 1-15 min. ± 1 min. / STEP
  4. Start/Stop
- แหล่งจ่ายไฟแบบ 220 VAC



ภาพที่ 4.1 แสดง KEYPAD ของเครื่อง



ภาพที่ 4.2 แสดงเครื่องต้นแบบตรวจวัดระดับไขมันนม

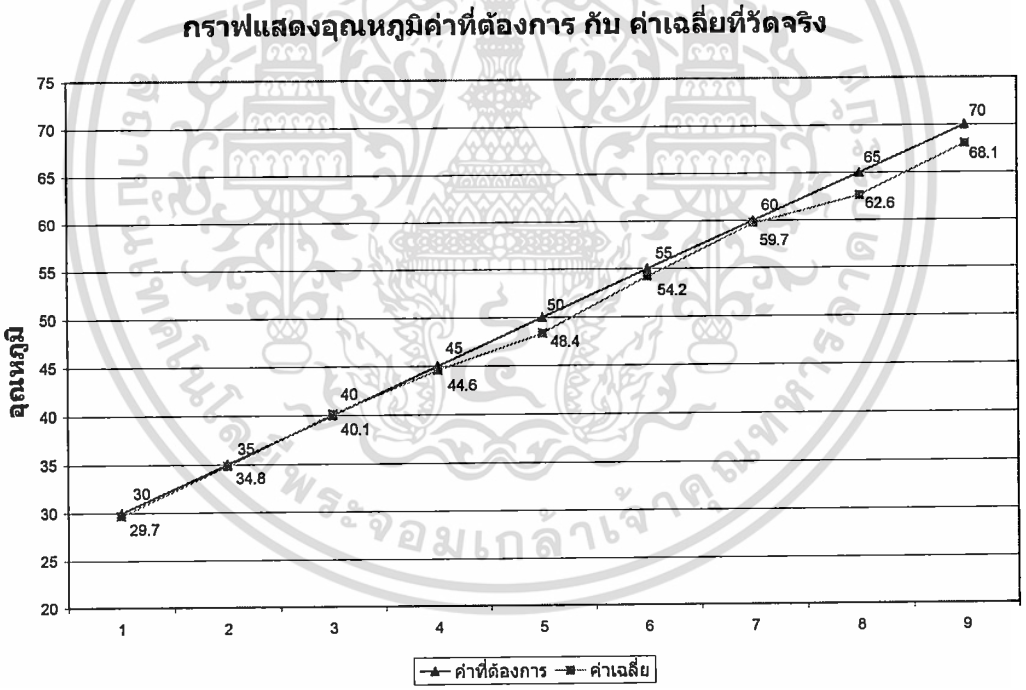
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบเครื่องตรวจวัดระดับไขมันนมด้วยกล้องดิจิตอลที่ออกแบบ

จากการออกแบบระบบของเครื่อง ผลการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิที่ต้องการกับอุณหภูมิที่วัดได้จริง โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิมาตรฐาน TM10 Thermo collector YOKOGAWA แสดงดังตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.3

อุณหภูมิ (°C)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย	%error
30	29.5	29.6	29.7	29.8	29.9	29.7	1.00
35	33.0	34.5	35.1	35.5	36.0	34.8	0.51
40	39.5	40.4	40.3	40.2	40.1	40.1	0.25
45	43.6	44.2	44.8	45.1	45.3	44.6	0.89
50	47.2	47.6	48.0	48.7	50.3	48.4	3.28
55	52.8	54.2	54.8	53.3	55.9	54.2	1.45
60	59.4	59.8	59.8	59.8	59.8	59.7	0.47
65	61.5	62.2	62.8	63.3	63.3	62.6	3.66
70	68.9	69.5	60.2	70.5	71.2	68.1	2.77

ตารางที่ 4.1 ผลของการวัดอุณหภูมิที่ต้องการกับอุณหภูมิที่วัดได้จริง



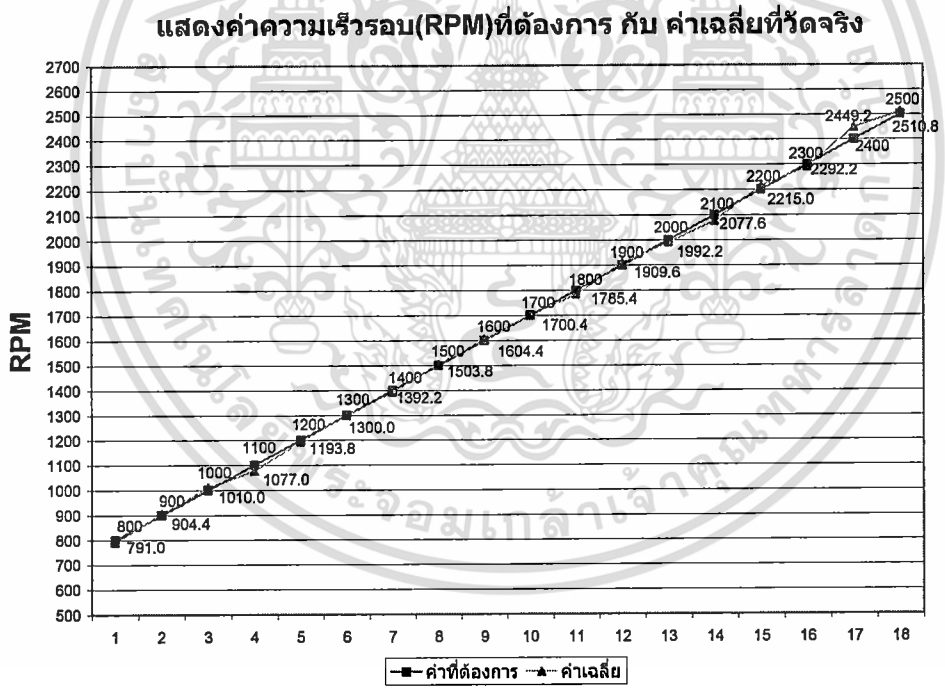
ภาพที่ 4.3 แสดงค่าอุณหภูมิที่ต้องการกับอุณหภูมิที่วัดได้จริง

ผลของการวัดการควบคุมความเร็วรอบต่อนาทีของค่าที่ต้องการกับค่าที่วัดได้จริง โดยใช้เครื่องวัดความเร็วรอบมาตรฐาน MODEL 3632 POCKET TACHOMETER YOKOGAWA แสดงดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RPM	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย	%error
800	789	779	781	814	792	791.0	1.13
900	910	904	900	902	906	904.4	0.49
1000	1016	987	1050	1015	982	1010.0	1.00
1100	1088	1066	1068	1081	1082	1077.0	2.09
1200	1188	1195	1197	1201	1188	1193.8	0.52
1300	1299	1295	1301	1302	1303	1300.0	0.00
1400	1386	1390	1395	1391	1399	1392.2	0.56
1500	1494	1506	1504	1508	1507	1503.8	0.25
1600	1564	1589	1605	1644	1620	1604.4	0.28
1700	1680	1685	1710	1712	1715	1700.4	0.02
1800	1700	1780	1795	1802	1850	1785.4	0.81
1900	1888	1920	1925	1910	1905	1909.6	0.51
2000	1950	1980	2020	2010	2001	1992.2	0.39
2100	2020	2050	2095	2113	2110	2077.6	1.07
2200	2195	2210	2225	2230	2215	2215.0	0.68
2300	2250	2285	2304	2310	2312	2292.2	0.34
2400	2442	2450	2452	2450	2452	2449.2	2.05
2500	2498	2501	2525	2520	2510	2510.8	0.43

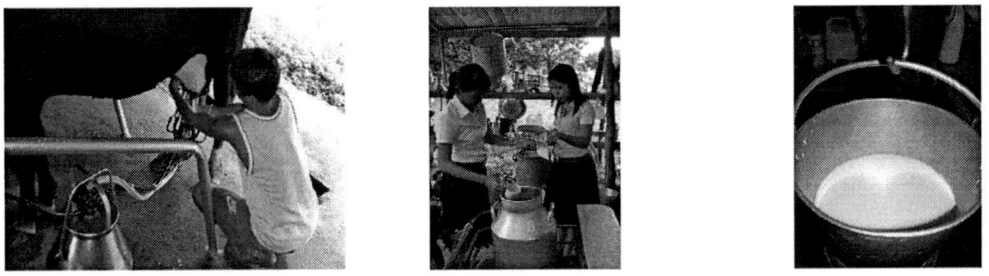
ตารางที่ 4.2 ผลของการวัดความเร็วรอบต่อนาทีของค่าที่ต้องการกับค่าที่วัดได้จริง



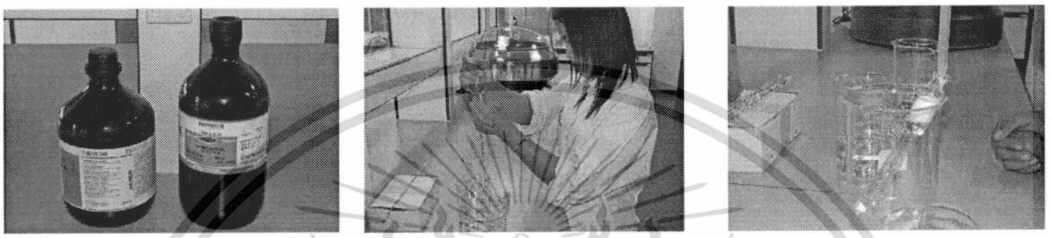
ภาพที่ 4.4 แสดงค่าความเร็วรอบต่อนาทีของค่าที่ต้องการกับค่าที่วัดได้จริง

ภาพแสดงการเตรียมอุปกรณ์ในขบวนการตรวจวัดระดับไขมันนมด้วยเครื่องมาตรฐาน FUNKE GERBER SUPERVARIO –N แสดงดังภาพที่ 4.5-4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

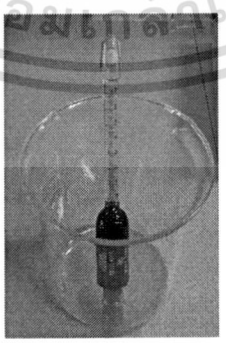


ภาพที่ 4.5 การเก็บตัวอย่างน้ำนม



ภาพที่ 4.6 เตรียมสารละลายกรดซัลฟิวริกและผสมตัวอย่างน้ำนมในหลอดแก้ว

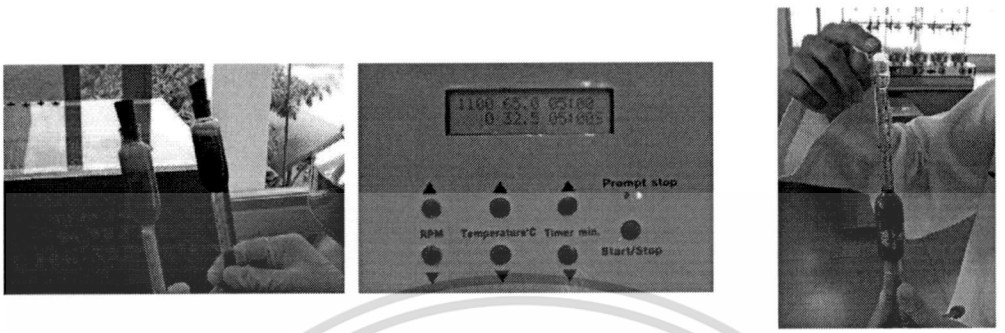
ภาพที่ 4.7 เติมไอโซเอมิล แอลกอฮอล์ เขย่าผสมตัวอย่างนมให้ทั่ว ปั่นที่ 1,100 RPM อุณหภูมิ 65 °C เป็นเวลา 5 นาที



ภาพที่ 4.8 ผลการทดสอบตัวอย่างน้ำนมด้วยเครื่องตรวจวัดระดับไขมันนมมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการเตรียมอุปกรณ์ในขบวนการตรวจวัดระดับไขมันนมของการทดสอบตัวอย่างน้ำนมด้วยเครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดระดับไขมันนมด้วยกล้องดิจิตอลในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์นมโคที่ออกแบบ แสดงดังภาพที่ 4.9-4.10



ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างน้ำนมที่เตรียมและปั่นด้วยเครื่องตรวจวัดระดับไขมันนมที่ออกแบบ

ภาพที่ 4.10 การทดสอบตัวอย่างน้ำนมด้วยเครื่องตรวจวัดระดับไขมันนมที่ออกแบบด้วยโปรแกรมแยกปริมาณไขมันในน้ำนม

ผลการตรวจวัดระดับไขมันนมของการทดสอบตัวอย่างน้ำนมด้วยเครื่องมาตรฐาน FUNKE GERBER SUPERVARIO –N แสดงดังตารางที่ 4.3

ตัวอย่างที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย
1	5.4	5.3	5.4	5.4	5.3	5.36
2	2.5	2.3	2.5	2.4	2.5	2.44
3	3.2	3.1	3.2	3.3	3.2	3.20
4	2.8	2.8	2.9	2.7	2.8	2.80
5	4.4	4.2	4.3	4.4	4.4	4.34

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจวัดระดับไขมันนมตัวอย่างด้วยเครื่องมาตรฐาน

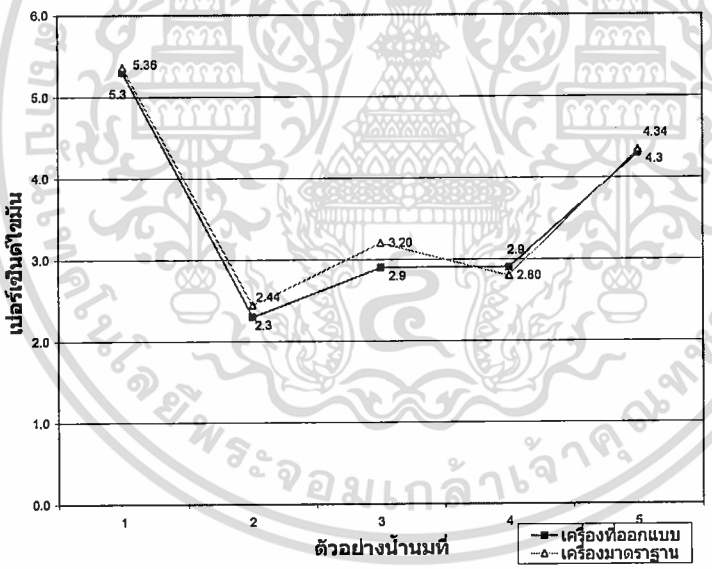
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการตรวจวัดระดับไขมันนมของการทดสอบตัวอย่างน้ำนมจากตารางที่ 4.3 ด้วยเครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดระดับไขมันนมด้วยกล้องดิจิตอลในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์นมโคที่ออกแบบ ผลแสดงดังตารางที่ 4.4

ตัวอย่างที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ค่าเฉลี่ย	%error
1	5.3	5.2	5.3	5.4	5.3	5.3	1.12
2	2.4	2.3	2.2	2.4	2.3	2.3	4.92
3	2.2	3.0	3.1	3.2	3.2	2.9	8.13
4	3.2	3.0	3.0	2.8	2.7	2.9	5.00
5	4.1	4.4	4.3	4.2	4.4	4.3	1.38

ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจวัดระดับไขมันนมตัวอย่างด้วยเครื่องที่ออกแบบ

กราฟแสดงค่าระดับไขมันนมของเครื่องมาตรฐานกับค่าระดับไขมันนมของเครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดระดับไขมันนมด้วยกล้องดิจิตอลในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์นมโคที่ออกแบบ แสดงดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 แสดงค่าระดับไขมันนมของเครื่องมาตรฐานกับค่าระดับไขมันนมของเครื่องที่ออกแบบ

แสดงโปรแกรมแยกปริมาณไขมันในน้ำนม โดยข้อมูลภาพที่นำมาใช้สำหรับวิเคราะห์ได้มาจากกล้อง ซึ่งทำการจับภาพของหลอดทดลองที่มีน้ำนมที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณไขมัน แสดงดังภาพที่ 4.12-4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.12 โปรแกรมแยกปริมาณไขมันในน้ำนม ตัวอย่างวิเคราะห์ที่ 1

ภาพที่ 4.13 โปรแกรมแยกปริมาณไขมันในน้ำนม ตัวอย่างวิเคราะห์ที่ 2

ภาพที่ 4.14 โปรแกรมแยกปริมาณไขมันในน้ำนม ตัวอย่างวิเคราะห์ที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดสอบและข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบเครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดระดับไขมันนมด้วยกล้องดิจิตอลในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์นมโค ส่วนระบบเครื่องเหวี่ยงของการตรวจวัดระดับไขมันนม ผลการทดสอบการควบคุมอุณหภูมิที่ต้องการ แสดงดังตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.3 ผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนระหว่าง 0.25-3.66 % ผลของการวัดการควบคุมความเร็วรอบต่อนาทีของค่าที่ต้องการ แสดงดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.4 ผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนระหว่าง 0.00-2.09 % การทดสอบตัวเครื่องและการแสดงผล ได้ผลตามที่ออกแบบไว้

การทดสอบโปรแกรมแยกปริมาณไขมันในน้ำนม โดยข้อมูลภาพจากกล้องซึ่งทำการจับภาพของหลอดทดลองที่มีน้ำนมที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณไขมัน ผลของการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.11 ผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนระหว่าง 1.12-8.13 % จากค่ามาตรฐาน

ผลของการทดสอบตัวอย่างน้ำนมที่ได้ยังมีความไม่แน่นอนในการวิเคราะห์บางตัวอย่าง ดังตารางที่ 4.3 และ 4.4 ตัวอย่างน้ำนมที่ 3 ผลการตรวจวัดระดับไขมันนมตัวอย่างด้วยเครื่องมาตรฐานเท่ากับ 3.2 % ผลการตรวจวัดด้วยเครื่องที่ออกแบบเท่ากับ 2.2 % ทำให้ความคลาดเคลื่อนมีค่าเท่ากับ 8.13 %

ค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าสูงบางค่า เนื่องมาจากสมมุติฐาน อาจมีความคลาดเคลื่อนในการเตรียมสารเคมี

สำหรับแนวทางในการพัฒนางานวิจัยนี้ในอนาคตคือ

1. ไม่ต้องใช้สารเคมีในการวิเคราะห์
2. ใช้หลอดทดลองที่มีอยู่ในประเทศ
3. ใช้หลักการอื่นในการวิเคราะห์ เช่น แสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

วิพิชญ์ ไชยศรีสงคราม. การตรวจคุณภาพน้ำนมและผลิตภัณฑ์นม

วรรณา ตั้งเจริญชัย และวิบูลย์ศักดิ์ กาวิละ 2531. นมและผลิตภัณฑ์นม, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพ.

วรรณา ตั้งเจริญชัย. ปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพนมและผลิตภัณฑ์นม, ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล. สำนักพิมพ์วี.บี.บุ๊คเซ็นเตอร์ กรุงเทพ.

สุวรรณา กิจภากรณ์. 2530. ผลิตภัณฑ์จากน้ำนม. ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข(สำเนา) ฉบับที่ 265 พ.ศ. 2545. เรื่องนมโค

Valentine, Richard. **Motor control electronics handbook.** New York : McGarw-Hill, c1998

Hartman, Thomas B. **Direct digital controls for HVAC systems.** New York : McGraw-Hill, c1993

Astrom, Karl and Hagglund, Tore . **PID controllers : theory, design, and tunning.** Research Triangle Park, NC : Instrument Society of America, c1995

Sid-Ahmed **Image Processing.** McGraw-Hill, Inc. 1995.

John A. Richards. **Remote Sensing Digital Image Analysis An Introduction.** Springer-Verlag. 1993.

Morton Nadler and Eric P.Smith. **Pattern Recognition Engineering.** John Wiley & Sons, Inc, N.Y., 1993.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย นายอิทธิพล พจนสัจ

สถานที่ทำงาน สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

โทรศัพท์ (077)506-422

ประวัติการศึกษา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วศ.ม.ไฟฟ้า)
จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2541
วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ (วท.บ.ฟิสิกส์)
จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน พ.ศ.2534

ประวัติการทำงาน

- อาจารย์พิเศษ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2534-2538
- อาจารย์พิเศษ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร พ.ศ. 2539
- หัวหน้าสาขาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คณะทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา พ.ศ. 2541-2544
- ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับ

1. **อิทธิพล พจนสัจ** ประภากร สุวรรณะ และมนัส สังวรศิลป์ ,"เครื่องตรวจสอบแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า" , การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 14 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ , 7-8 พฤศจิกายน 2534 , หน้า 2-119 ถึง 2-112.
2. **อิทธิพล พจนสัจ** และประภากร สุวรรณะ , "เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สายใช้เทคนิกเลือกช่องความถี่ที่ว่าง" , วารสารวิจัยและพัฒนา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี , ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2539 , หน้า 29-42.
3. **อิทธิพล พจนสัจ** และประภากร สุวรรณะ , "เครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สายใช้เทคนิกเลือกช่องความถี่ที่ว่าง" , การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35 , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน , 3-5 กุมภาพันธ์ 2540 ,หน้า 354-361.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. **อิทธิพล พจนสัจ** อภินัย ฤกษ์รัตน์ กิติพล ชิตสกุล และมนัส สังวรศิลป์, "การศึกษาถึงการสร้างภาพตัดขวางของวัสดุการเกษตรด้วยวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้า",การประชุมวิชาการครั้งที่ 5 สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,26-27 เมษายน 2547, หน้า 295-300.
5. **อิทธิพล พจนสัจ** พิมล ผลพฤกษา อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ กิติพล ชิตสกุลและสุรพล เศรษฐบุตร,"การศึกษาผลของการวัดค่าความจุไฟฟ้าที่มีต่อความชื้นของลำไยอบแห้ง",การประชุมวิชาการครั้งที่ 6,สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, 30-31 มีนาคม 2548 ,หน้า 656-662.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ร่วมวิจัย

1.1 ชื่อ (ภาษาไทย) นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Athasart Narkthewan

1.2 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ ระดับ 5

1.3 หน่วยงานที่สังกัด

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์,

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

โทรศัพท์ 0-77506-422 โทรสาร 0-77591-445

1.4 ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2545	โท	วศ.ม.	วิศวกรรมไฟฟ้า	อิเล็กทรอนิกส์	สจล.	ไทย
2536	ตรี	คอ.บ.	ครุศาสตร์วิศวกรรม	อิเล็กทรอนิกส์และ คอมพิวเตอร์	สจล.	ไทย

1.5 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

- Image Processing
- Pattern Recognition

1.6 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

1.6.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

- **อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ และ กิติพล ชิตสกุล.** "การตรวจหาสิ่งผิดปกติในเท็กเจอร์ของผ้าไหมโดยใช้การแปลงเวฟเล็ต." การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41, 3-7 กุมภาพันธ์ 2546.
- **อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ และ กิติพล ชิตสกุล.** "การวิเคราะห์เท็กเจอร์โดยใช้การแปลงเวฟเล็ต." การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 20 (EECON-20), พฤศจิกายน 2540. หน้า 530-535.
- **อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ ชัยชาญ มัคคุ้น กิติพล ชิตสกุล มนัส สังวรศิลป์.** "การแก้ไขรายละเอียดของภาพโดยใช้การแปลงเวฟเล็ต." วิศวสารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, ปีที่ 13, ฉบับที่ 2, เมษายน 2540. หน้า 44-50.

1.6.2 งานวิจัยที่กำลังทำ

-

ผู้ร่วมวิจัย

2.1 ชื่อ (ภาษาไทย) นายพิมล ผลพฤกษา

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Phimon Phonphruksa

2.2 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ ระดับ 5

2.3 หน่วยงานที่สังกัด

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์,
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160
โทรศัพท์ 0-77506-422 โทรสาร 0-77591-445
Email : kpphimon@kmitl.ac.th

2.4 ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2546	โท	วศ.ม	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	อิเล็กทรอนิกส์	สจล.	ไทย
2544	ตรี	วศ.บ	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	อิเล็กทรอนิกส์	สจล.	ไทย

2.5 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

- อิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์และการประมวลผลสัญญาณ
- วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และการประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.6 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

2.6.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พิมล ผลพฤกษา และ สุพันธุ์ ตั้งจิตกุศลมั่น *"วิธีการและเครื่องมือในการวัดหาค่า ผลตอบสนองการส่งผ่านของฮีมาโตคริตโดยวิธีการทางแสง"*, การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 25 (EECON-25) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2545 หน้า EL 94-98.

- Phimon Phonphruksa and Supan Tungjitkusolmun, *"A Photoplethysmographic Method for real time Hematocrit Monitoring"*, International Congress on Biological and Medical Engineering (ICBME), Singapore, 2002.

2.6.2 งานวิจัยที่กำลังทำ

-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้