



14900

**การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับเครื่องวัด Water Activity  
Programming for Water Activity Measuring Instrument**



T096521

**นางสาวณัฐยา เจริญสมถวิล**

**นายสมลักษณ์ เตชสมบูรณ์สุข**

**รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

รฟ.

๑๖๑๖๑ ก

๒๕๔๐

สงวนลิขสิทธิ์.....

เลขทะเบียน..... ๑๑๕๒๑

วันที่เดือนปี..... ๑ JUN ๒๐๐๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



### ใบรับรองปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับเครื่องวัด Water Activity  
Programming for Water Activity Measuring Instrument

โดย

นางสาวณัฐยา เจริญสมถวิล  
นายสมลักษณ์ เศษสมบูรณ์สุข

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบจาก

*(Signature)* ๑๗/๑๐/๖๐

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

( )

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

*(Signature)*

( )

หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร

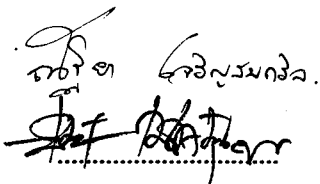
วันที่ 30 เดือน ส.ค พ.ศ. ๒๕๓๙

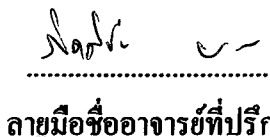
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

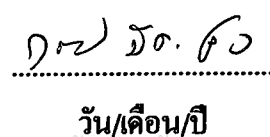
๒๕ ส.ค. 2540  
๒๕๓๙  
๒๕๓๙

นางสาวณัฐชา เจริญสมถวิล และ นายสมลักษณ์ เฑชสมบูรณ์สุข. 2540. การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับเครื่องวัด Water Activity (Programming for Water Activity Measuring Instrument) ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.กิตติชัย บรรจง , 50 หน้า

โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการวัด water activity ( $A_w$ ) ของอาหาร ออกแบบและเขียนขึ้นเพื่อใช้กับเครื่องวัด  $A_w$  ที่สร้างขึ้นโดยห้องปฏิบัติการสมบัติทางกายภาพของชีววัสดุ เครื่องวัด  $A_w$  นี้ใช้วิธีการวัดแบบ electric hygrometers ด้วย thin film polymer วัดปริมาณความชื้นสัมพัทธ์อากาศเหนือผลิตภัณฑ์อาหารในขวดระบบปิดที่มีปริมาตรประมาณ 130 มิลลิลิตร จำนวน 3 ชุด ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ณ สภาวะสมดุล ค่า  $A_w$  จะเท่ากับเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สมดุลส่วนร้อย โดยหัววัดความชื้นสัมพัทธ์จะดูดซับหรือปลดปล่อยไอน้ำเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเพิ่มขึ้นหรือลดลง ความจุไฟฟ้าของหัววัดจะเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงความชื้นสัมพัทธ์แล้ว ส่งสัญญาณกระแสไฟฟ้า 4-20 mA เป็น analog input ผ่านเข้าสู่ analog input card 12 บิต (WISCO รุ่น AI 95) และส่งผ่านข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ทางพอร์ต RS 232 เมื่อได้รับคำสั่งโปรแกรมจะส่ง address ขอดึงต่อกับ analog input card และขอข้อมูล analog input ที่ได้จากหัววัด จากนั้น analog input card จะแปลงสัญญาณข้อมูลเป็น digital input มีค่าระหว่าง 0-4095 ส่วนการปรับเทียบค่าทำโดยวัด  $A_w$  ของสารละลายเกลืออิ่มตัวที่ทราบค่า  $A_w$  แน่นอน 5 ตัวอย่างแล้วนำค่า  $A_w$  ของตัวอย่างกับค่าสัญญาณ digital input ที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าคงที่เป็นสมการเส้นตรงมาตรฐาน โปรแกรมจะนำค่าจุดตัดแกน y และความชันของเส้นตรงไปเก็บไว้เพื่อใช้แปลงค่า digital input เป็นค่า  $A_w$  ที่ถูกต้องต่อไป เมื่อเริ่มวัด  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์อาหาร โปรแกรมจะรับค่า digital input จากหัววัด  $A_w$  ทั้ง 3 ชุด แล้วนำไปแทนค่าในสมการมาตรฐานได้ค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์อาหาร และเก็บค่าทุกช่วงเวลา 5 นาทีจนกระทั่งถึงจุดสมดุล ค่าเฉลี่ยที่ได้จากหัววัดทั้ง 3 ชุด ณ จุดสมดุลคือค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์อาหาร

  
ลายมือชื่อนักศึกษา

  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

  
วัน/เดือน/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

รายงานปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ดร.กิตติชัย บรรจง เป็นอย่างสูงที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำและช่วยแก้ปัญหา จัดหาโปรแกรมและเอกสารที่เป็นประโยชน์ และตรวจแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ช่วย อบรมสั่งสอนให้ความรู้

ขอบคุณนายวรพจน์ ครรชนีกุลที่ให้ความช่วยเหลือ และขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ให้กำลังใจจนงานประสบผลสำเร็จลงได้ด้วยดี

ณัฐษา เจริญสมถวิล

สมลักษณ์ เตะสมบุญรสสุข

14 มีนาคม 2540



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของค่า Water Activity ต่อผลิตภัณฑ์อาหาร	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
2. วารสารปริทัศน์	4
2.1 ความชื้นสัมพัทธ์	4
2.2 ปริมาณความชื้นสมดุลและค่าแอกเตอร์แอกทิวิตี้	5
2.3 นิยามของศักยภาพทางเคมี	6
2.4 การวัดค่า Water Activity	7
2.5 วิธีวัดค่า Water Activity	7
2.6 คุณสมบัติของอาหารที่มีผลต่อค่า Water Activity	9
2.7 ผลของอุณหภูมิต่อการวัดค่า $A_w$ และการปรับเทียบค่า	11
3. แผนผังโปรแกรม	12
4. การเขียนโปรแกรม	17
4.1 ฟอรัมของโปรแกรม Water Activity Measuring	18
4.2 รหัสของโปรแกรม Water Activity Measuring	22
5. การใช้โปรแกรม Water Activity Measuring	42
5.1 การปรับเทียบค่าแบบมาตรฐาน	42
5.2 การปรับเทียบค่าแบบเร็ว	45
5.3 การวัดค่า $A_w$	46
6. ข้อเสนอแนะและคำแนะนำ	48
บรรณานุกรม	49
ประวัติผู้เขียน	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ระดับ $A_w$ ต่ำที่สุดที่จุลินทรีย์แต่ละประเภทสามารถเจริญได้	2
1.2 แสดงเชื้อจุลินทรีย์ที่มีผลต่อสุขภาพซึ่งเจริญในช่วงค่า $A_w$ ต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์อาหาร	2
4.1 แสดงความหมายของชื่อวัตถุ	17



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 การสูญเสียความกรอบของอาหารในค่า $A_w$ ต่าง ๆ กัน	3
2.1 การเคลื่อนที่ของ โมเลกุลน้ำระหว่างชั้นอาหารกับอากาศรอบ ๆ ภายในภาชนะปิด	9
2.2 ความสัมพันธ์ของความชื้นสัมพัทธ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของสารละลายเกลืออิมิตัว	11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

ในอาหารมีน้ำ 2 ลักษณะ คือ รูปของน้ำอิสระ (free water) และน้ำไม่อิสระ (bound water) น้ำอิสระเท่านั้นที่สามารถเกิดปฏิกิริยาในอาหารได้ น้ำอิสระในอาหารสามารถวัดได้ในรูปของค่า Water Activity ( $A_w$ ) ค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์อาหาร เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร โดยจะบอกถึงความคงตัวในระหว่างการเก็บผลิตภัณฑ์ต่อปฏิกิริยาการเสื่อมเสียทางชีวเคมีต่างๆ จากการทำลายของจุลินทรีย์ในอาหาร รวมถึงการสูญเสียคุณสมบัติทางกายภาพของอาหารด้วย

### 1.1 ความสำคัญของค่า Water Activity ต่อผลิตภัณฑ์อาหาร

#### 1.1.1 ทางด้านชีวเคมี

อาหารในธรรมชาติหรือยังไม่ผ่านการแปรรูปมีน้ำประกอบอยู่ในปริมาณมาก เช่นเนื้อสัตว์มีน้ำประกอบอยู่ 50-60% ผลไม้ 74-95% และผักสด 74-95% น้ำในอาหารดังกล่าวเป็นปัจจัยของการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี ปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นในอาหารที่สำคัญ ได้แก่ การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (lipid oxidation) ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolytic reaction) การเกิดสีน้ำตาล (browning reaction) รวมทั้งความสามารถของเอนไซม์ในการเร่งปฏิกิริยา (enzyme activity) ซึ่งปฏิกิริยาดังกล่าวมีอัตราการเกิดขึ้นที่สอดคล้องกับปริมาณความชื้นที่มีในอาหารและค่า  $A_w$

#### 1.1.2 ทางด้านจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ที่มีในอาหารเป็นสาเหตุให้เกิดการบูดเน่าของอาหาร Scott และคณะ (1983) รายงานว่าจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในผลิตภัณฑ์ที่มี  $A_w$  ในระดับพอเหมาะ เรียกว่า Optimal Water Activity เมื่อ  $A_w$  ลดลงการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะลดลงไปจนถึงค่า  $A_w$  ในระดับหนึ่ง ซึ่งจุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญได้ จุลินทรีย์แต่ละชนิดมีความต้องการปริมาณน้ำที่ใช้ประโยชน์หรือ  $A_w$  ไม่เท่ากัน ระดับ  $A_w$  ต่ำสุดที่จุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้เรียกว่า Minimal Water Activity (Minimal  $A_w$ ) เชื้อรามีความต้องการ  $A_w$  น้อยกว่ายีสต์และแบคทีเรีย ความต้องการของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ แสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 : ระดับ  $A_w$  ต่ำที่สุดที่จุลินทรีย์แต่ละประเภทสามารถเจริญได้

ชนิดของจุลินทรีย์	ค่า $A_w$ ต่ำสุดสำหรับการเจริญเติบโต
แบคทีเรีย	0.90
ยีสต์	0.87
รา	0.80
จุลินทรีย์ที่สามารถเจริญในสภาพแห้งได้	
- Halophilic bacteria	0.75
- Osmophilic yeast	0.63
- Xerophilic mold	0.61

ที่มา : นฤคม (2532)

จุลินทรีย์ที่มีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค จะสามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารที่มีค่า  $A_w$  แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 : แสดงเชื้อจุลินทรีย์ที่มีผลต่อสุขภาพซึ่งเจริญในช่วงค่า  $A_w$  ต่างๆของผลิตภัณฑ์อาหาร

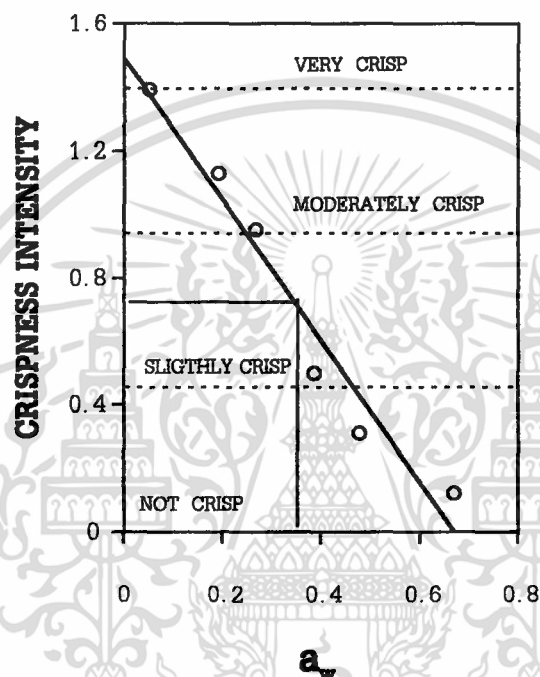
Microorganism	Minimal $A_w$ for	
	Growth	Toxin Production
<i>Aspergillus clavatus</i>	0.85	0.99 (patulin)
<i>A. flavus</i>	0.78 - 0.80	0.83 - 0.87
<i>A. ochraceus</i>	0.77 - 0.83	0.83 - 0.87 (ochratoxin)
<i>A. ochraceus</i>	0.76 - 0.81	0.80 - 0.88 (penicillic acid)
<i>A. parasiticus</i>	0.82	0.87 (alfatoxin)
<i>Bacillus cereus</i>	0.93 - 0.95	
<i>Byssoschlamys nivea</i>	0.84	
<i>Clostridium botulinum</i>	0.93(A) - 0.95(A)	0.94 - 0.95(A)
	0.93 - 0.94(B)	0.94(B)
	0.95(E) - 0.97(E)	0.97(E)
<i>Clostridium perfringens</i>	0.93 - 0.95	
<i>P. cyclopium</i>	0.81 - 0.85	0.87 - 0.90 (ochratoxin)
<i>P. expansum</i>	0.83 - 0.85	0.99 (patulin)
<i>P. islandicum</i>	0.83	
<i>P. martensii</i>	0.79 - 0.83	0.99 (penicillic acid)
<i>P. patulum</i>	0.81 - 0.85	0.85 - 0.95 (patulin)
<i>P. viridicatum</i>	0.83	0.83 - 0.86 (ochratoxin)
<i>Salmonella spp.</i>	0.92 - 0.95	
<i>Stachybotrys atra</i>	0.94	0.94 (stachybotryn)
<i>Staphylococcus aureus</i>	0.86	0.87 - 0.90 (enterotoxin A)
		0.97 (enterotoxin B)
<i>Trichthecium roseum</i>	0.90	
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.94	

ที่มา : Labuza (1984)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.1.3 ทางด้านกายภาพ

ค่า  $A_w$  นอกจากจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่าง ๆ ในอาหาร แล้วค่า  $A_w$  ยังมีผลต่อคุณสมบัติทางเนื้อสัมผัสของอาหารด้วย ได้แก่ ความกรอบ (Crispness) ของผลิตภัณฑ์อาหารจากธัญพืช (Cereal-Bese Product) เช่น แครกเกอร์ ขนมทอดกรอบ (Fried Snacks) และในด้านความแข็งของผลิตภัณฑ์ (Hardeness) ซึ่งแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างค่า  $A_w$  และความกรอบของผลิตภัณฑ์อาหาร ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 : การสูญเสียความกรอบของอาหารในค่า  $A_w$  ต่างๆกัน  
ที่มา : Labuza (1984)

จากความสำคัญของค่า  $A_w$  ที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นได้ว่า การทราบค่า  $A_w$  ของอาหารจะช่วยให้สามารถควบคุม และหลีกเลี่ยงการเสื่อมเสียของอาหารได้

## 1.2 วัตถุประสงค์

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมสำหรับเครื่องวัดค่า  $A_w$  ที่ถูกสร้างขึ้นโดยห้องปฏิบัติการสมบัติทางกายภาพของชีววัสดุ เพื่อให้การทำงานของเครื่องวัดค่า  $A_w$  สามารถทำงานได้สะดวกและมีความรวดเร็วในการวัดค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### วารสารปริทัศน์

ผลิตภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่มีน้ำเป็นองค์ประกอบและอาจแบ่งประเภทของน้ำตามความสามารถของการนำไปใช้ประโยชน์โดยจุลินทรีย์ได้ 2 ส่วนด้วยกันคือ น้ำที่ผลิตภัณฑ์ดูดซึมไว้เรียกว่า bound water น้ำส่วนนี้จุลินทรีย์นำไปใช้ไม่ได้ยาก และน้ำที่อยู่รอบผลิตภัณฑ์อย่างอิสระ เป็นส่วนที่จุลินทรีย์นำไปใช้ประโยชน์ได้เรียกว่า available water หรือ water activity เขียนย่อว่า  $A_w$  (นฤคม,2532)

นอกจากนี้เมื่อก้าวถึงคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และเทอร์โมไดนามิกส์ของน้ำที่ยึดเกาะในอาหาร สามารถแบ่งน้ำออกได้เป็น 3 ประเภทคือ (รุ่งนภา,2535)

- (1) โมเลกุลน้ำที่จะยึดเกาะกับอออนิกกรุป ได้แก่ กลุ่มคาร์บอกซิล และอะมิโน
- (2) โมเลกุลน้ำที่ยึดเกาะกับกลุ่มไฮดรอกซิล และเอไมด์ (amide) ด้วยพันธะไฮโดรเจน
- (3) น้ำอิสระพบในช่องว่างอินเทอร์สทิเชียล (interstitial pores)

ในช่วงของค่า  $A_w$  ที่ต่างกันชนิดของน้ำที่ยึดเกาะอยู่ในผลิตภัณฑ์ก็จะแตกต่างกันดังนี้  
ค่า  $A_w$  ระหว่าง 0 ถึง 0.25 เป็นช่วงที่โมเลกุลน้ำยึดเกาะด้วยพันธะอออนิก เช่น  $\text{NH}_3^+$  ยึดกับโปรตีน และ  $\text{COO}^-$  ยึดกับโปรตีน

ค่า  $A_w$  ระหว่าง 0.25 ถึง 0.75 เป็นช่วงที่โมเลกุลของน้ำยึดเกาะด้วยพันธะ โควาเลนต์ เช่น OH ในโปรตีน และโพลิเมอร์ของคาร์โบไฮเดรต เช่น แป้ง เพกติน เซลลูโลส และ เฮมิเซลลูโลส

ค่า  $A_w$  ระหว่าง 0.75 ถึง 1.0 เป็นช่วงที่มีชั้นของน้ำอยู่หลายชั้นบนโปรตีนและโพลิเมอร์ของคาร์โบไฮเดรต

### 2.1 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) เป็นอัตราส่วนของสัดส่วนโมลของไอน้ำในตัวอย่างอากาศชื้น ( $X_w$ ) ต่อสัดส่วนโมลของไอน้ำอิ่มตัวของตัวอย่างอากาศนั้น ( $X_{ws}$ ) ณ อุณหภูมิและความดันเดียวกัน ดังนี้

$$RH = \frac{(X_w/X_{ws}) \times 100}{\dots} - 1$$

หรือความชื้นสัมพัทธ์เป็นอัตราส่วนของความดันไอของน้ำในอากาศ ( $P_{H_2O}$ ) ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์ ( $P_0$ ) ณ อุณหภูมิคงที่เดียวกันดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$RH = (P_{H_2O}/P_0) \times 100 \text{ ----- 2}$$

## 2.2 ปริมาณความชื้นสมดุลและค่าวอเตอร์แอกทิวิตี

ปริมาณความชื้นสมดุลของสารนิยามว่าเป็นปริมาณความชื้นที่มีอยู่เมื่อสารมีความดันไอสมดุลกับสิ่งแวดล้อม

อัตราส่วนของความดันไอสมดุลต่อความดันไอมืดจะเรียกว่า ความชื้นสัมพัทธ์สมดุล หรือ วอเตอร์แอกทิวิตี (Water Activity :  $A_w$ ) และค่านี้จะสอดคล้องกับปริมาณความชื้นสมดุลของผลิตภัณฑ์นั้น

จากนิยามจะได้สมการของค่า  $A_w$  ดังนี้คือ

$$A_w = (P_{H_2O}/P_0) \text{ ----- 3}$$

สมการ 3 นี้จะคล้ายกับสมการที่ 2 มาก ถ้ารู้ความชื้นของน้ำในอากาศจะได้ค่า  $A_w$  ของอากาศดังนี้

$$A_w = \%RH/100 \text{ ----- 4}$$

เมื่อความชื้นในผลิตภัณฑ์อาหารสมดุลกับน้ำในอากาศค่า  $A_w$  ของอาหารจะเท่ากับ  $A_w$  ของอากาศ จากสมการ 4 ถ้า  $\%RH$  เมื่อน้ำในอาหารเข้าสู่จุดสมดุลค่า  $A_w$  จะถูกกำหนดโดยค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สมดุล (Equilibrium Relative Humidity,  $\%ERH$ ) ดังนี้

$$A_w = \%ERH/100 \text{ ----- 5}$$

## 2.3 นิยามของศักย์ภาพทางเคมี

ในการอธิบายสถานะของระบบใดๆนั้น ปัจจัยที่สำคัญนอกจากอุณหภูมิ ปริมาตร ความเข้มข้น แล้ว พลังงานอิสระ (free energy,  $\Delta G$ ) ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อศักย์ภาพทางเคมี (Chemical Potential,  $\mu$ ) จากสมการเทอร์โมไดนามิกส์กำหนดโดย

$$\mu = \mu_0 + RT \ln a$$

$\mu$	คือ	ศักย์ภาพทางเคมี (cal/mol)
$\mu_0$	คือ	ศักย์ภาพทางเคมี (cal/mol) ณ สภาวะมาตรฐาน
R	คือ	ค่าคงที่ของแก๊ส เท่ากับ 1.987 (cal/mol °K)
T	คือ	อุณหภูมิ โดย °K = °C + 273.15
a	คือ	Thermodynamic Activity ของ Particular substance

ค่า Activity วัดหรือกำหนดจากสมการอื่น ขึ้นอยู่กับสิ่งที่พิจารณา ได้แก่ ไนมัน ของแข็ง หรือ ระบบไอน้ำ

จากเทอร์โมไดนามิกส์ กล่าวว่า ถ้าศักย์ภาพทางเคมีขององค์ประกอบที่ เหมือนกัน ใน 2 สถานะ ที่แตกต่างกัน แสดงว่าเกิดความสมดุลระหว่าง 2 สถานะนั้น เมื่อเกิดการแลกเปลี่ยนขึ้น สถานะหนึ่งจะสูญเสียและอีกสถานะหนึ่งจะได้รับ เช่นการแลกเปลี่ยนความชื้นระหว่างผลิตภัณฑ์อาหารและอากาศ ในกรณีที่ไม่มีการแลกเปลี่ยนความชื้นระหว่างผลิตภัณฑ์อาหารและอากาศกล่าวได้ว่ามีความคงตัวของศักย์ภาพทางเคมีของน้ำ คือ

$$\mu (\text{H}_2\text{O}) \text{ อากาศ} = \mu (\text{H}_2\text{O}) \text{ อาหาร}$$

เนื่องจากอุณหภูมิกงที่  $\mu_0$  และ R เป็นค่าคงที่ ดังนั้นค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์อาหารและอากาศจึงคงที่ กล่าวได้ว่า ค่า  $A_w$  ของอากาศภายในผลิตภัณฑ์อาหารเท่ากับค่า  $A_w$  ของอากาศรอบๆ อาหาร

$$A_w \text{ อาหาร} = A_w \text{ อากาศ}$$

## 2.4 การวัดค่า Water Activity

การวัดค่า Water Activity ( $A_w$ ) และการควบคุมเป็นพื้นฐานสำคัญในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอาหารซึ่งการวัดค่า  $A_w$  มีหลายวิธี อย่างไรก็ตามวิธีและอุปกรณ์ในการวัดค่า  $A_w$  ควรจะมีคุณสมบัติดังนี้

- (1) มีความถูกต้อง (Accuracy)
- (2) สามารถให้ผลซ้ำได้ (Reproducibility)
- (3) มีความรวดเร็วในการตรวจวัด (Speed)
- (4) ราคาถูก (Low cost)
- (5) เคลื่อนย้ายได้สะดวก (Portability)
- (6) สะดวกในการใช้ (Easy of use)
- (7) มีความทนทาน (Durability)

## 2.5 วิธีวัดค่า Water Activity

### 2.5.1 Vapor Pressure Measurement (VPM)

เนื่องจากการวัดค่า  $A_w$  มีความเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ที่ระบบสมดุล วิธีนี้เป็นการวัดโดยตรง (Direct Measurement) เป็นวิธีที่ดีที่สุดพบในรายงานครั้งแรกโดย Makower and Myers ในปี 1943 หลังจากนั้นก็ได้มีการปรับปรุงเรื่อยมา ความถูกต้องของวิธีนี้จะแม่นยำในช่วงของค่า  $A_w$  คือ 0.32-0.97 รวดเร็วในการวัด หรือในการวิเคราะห์เป็นประจำ อย่างไรก็ตามวิธีนี้ก็เหมาะในการหาค่ามาตรฐาน เพราะวิธี VPM เป็นการวัดค่า  $A_w$  โดยตรง

### 2.5.2 Freezing-Point Depression

การใช้ข้อมูลด้วยการลดลงของจุดเยือกแข็ง สามารถนำมาใช้ในการหาค่า  $A_w$  ได้โดยอาศัยหลักการของ Raoult's law กล่าวว่าการลดลงของจุดเยือกแข็งของสารละลายจะสัมพันธ์โดยตรงกับการลดลงของความดันไอน้ำ ที่อยู่เหนือสารละลายเมื่อเทียบกับความดันไอน้ำเหนือน้ำบริสุทธิ์ ณ อุณหภูมิและความดันเดียวกัน โดยค่าความดันไอน้ำแข็งที่อุณหภูมิต่างๆกันได้แสดงไว้ใน Chemical Handbooks วิธีนี้เหมาะที่จะวัดค่า  $A_w$  ของอาหารในช่วง 0.98-1.0 จะมีความแม่นยำสูง เมื่อใช้วัดกับอาหารที่เป็นของเหลวมากกว่าการวัดอาหารที่เป็นของแข็ง

### 2.5.3 Graphical Interpolation

วิธีการคือนำอาหารไปวางไว้ในบรรยากาศที่ทราบค่า ความชื้นสัมพัทธ์ และปล่อยให้เข้าสู่สมดุล โดยจะมีการดูดและคายความชื้นแลกเปลี่ยนกันระหว่าง บรรยากาศและอาหาร จากนั้นนำค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงมาเขียนกราฟกับความชื้นสัมพัทธ์ แล้วหาจุดที่ไม่มีมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนัก

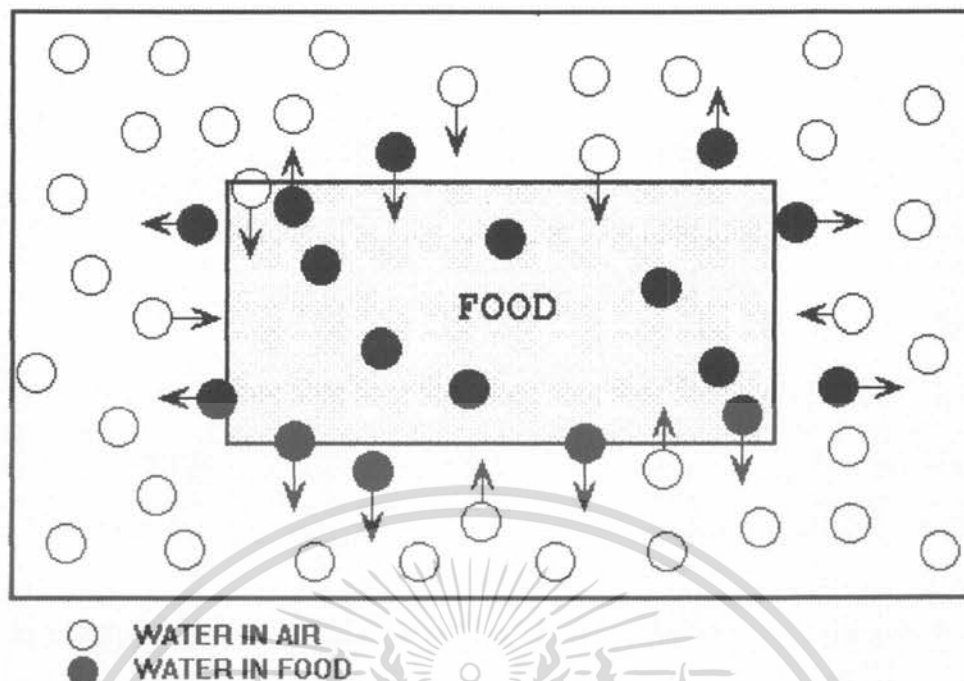
### 2.5.4 Water-Sorption Isoterm

วิธีนี้อาศัย Water-Sorption Isoterm มาตรฐาน วิธีการนี้ใช้อุปกรณ์ราคาถูก โดยนำอาหารตัวอย่างที่ต้องการหาค่า  $A_w$  มาใส่ใน Desiccator ที่มีโปรตีนแห้ง หรือ Microcrystalline cellulose ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนจนถึงสภาวะสมดุล ปริมาณน้ำที่ดูดซับด้วย โปรตีน หรือ เซลลูโลสจะขึ้นกับค่า  $A_w$  เริ่มแรกของอาหาร ซึ่งสามารถอ่านค่าได้จาก Water Sorption Isoterm มาตรฐาน วิธีการนี้ใช้ได้กับผลิตภัณฑ์พวกเนื้อ นม ขนมปัง เป็นต้น

### 2.5.5 Electric Hygrometers

วิธี Electric Hygrometers เป็นการวัดค่า  $A_w$  แบบทางอ้อม วิธีการนี้จะใช้เครื่องตรวจวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์สมดุล ของอากาศเหนือตัวอย่างในภาชนะปิดที่เข้าใกล้สมดุลมากที่สุด ซึ่งถือว่ามีค่าที่ใช้ทดแทนค่า  $A_w$  โดยอาศัย การอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyzation) สารละลายอิมตัวของเกลือ เช่น LiCl การวัดจะวัดในสภาวะสมดุลเมื่อใส่ตัวอย่างในเครื่องวัด โดยวิธีการนี้จะต้องมีการปรับเทียบค่า ด้วยสารละลายที่ทราบค่า  $A_w$  แน่นนอน ความถี่ของการปรับเทียบค่าตัวเครื่องมือและวัสดุที่ใช้วัดจำเป็นที่จะต้องปรับเทียบค่า มากกว่า 1 ถึง 2 ครั้งต่อสัปดาห์ จากการทดสอบค่าความถูกต้องเฉลี่ยเมื่อตัวอย่างที่วัดมีค่า  $A_w$  เกินกว่า 0.90 ค่าความถูกต้องจะลดลง และค่าความถูกต้องของเครื่องมือจะอยู่ในช่วงของค่า  $A_w$  ระหว่าง 0.32-0.97 มีค่าเท่ากับ 0.02  $A_w$  unit

จะทำงานวัดความชื้น โดยการวัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศในขวดวัดที่สภาวะสมดุล การเคลื่อนที่ของโมเลกุลน้ำระหว่างตัวอย่างอาหารหรือสารละลายเกลืออิมตัวกับอากาศภายในแสดงในรูปแบบที่ 2.1 จนกระทั่งค่า  $A_w$  ของทั้งอาหารและอากาศเท่ากัน เมื่ออยู่ในภาวะดังกล่าวสามารถวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์โดยใช้หัววัดความชื้นได้



รูปที่ 2.1 การเคลื่อนที่ของโมเลกุลน้ำระหว่างชั้นอาหารกับอากาศรอบๆ ภายในภาชนะปิด  
ที่มา : Leunk ( 1986 )

## 2.6 คุณสมบัติของอาหาร ที่มีผลต่อค่า Water Activity

คุณสมบัติของอาหาร และทิศทางที่น้ำทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบของอาหาร มีสาเหตุจากระดับการยึดเกาะกันของอนุภาคของน้ำ น้ำที่ยึดเกาะกันมากคือน้ำในส่วน bound และที่ต่ำลงมากคือน้ำในส่วน free water หรือ  $A_w$  ระดับของการยึดเกาะของน้ำมีผลมาจากคุณภาพของอาหาร โดยอิทธิพลทางกายภาพ 3 ประการหลักที่มีผลต่อ  $A_w$  คือ

### 2.6.1 Colligative effect

เมื่อของแข็งละลายในน้ำ จะทำปฏิกิริยา 3 ปฏิกิริยา คือ ปฏิกิริยาระหว่างขั้วปฏิกิริยา ไอออนิกและพันธะไฮโดรเจน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นมีผลมาจากคุณสมบัติของน้ำ โดยขึ้นอยู่กับปริมาณของโมเลกุลที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับประมาณโมเลกุลของน้ำที่มีอยู่ เรียกปฏิกิริยานี้ว่า “Colligative effect”

คุณสมบัติบางประการสามารถเปลี่ยน ค่า จุดเดือด จุดเยือกแข็ง และความดันไอ ความสำคัญของความดันไอคือมีผลต่อ activity ของอากาศเหนือสารละลาย เช่น ถ้าเพิ่มตัวทำละลาย ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ค่า  $A_w$  ในสารละลายลดลง  $P_{H_2O}$  ของอากาศตรงช่องว่างเหนือสารละลาย ( $A_w$  ของอากาศ) จะลดลงในปริมาณที่เท่าเทียมกันจนกระทั่งถึงจุดสมดุล

สำหรับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีมวลโมเลกุลต่ำ และพวกนอนอิเล็กโทรไลต์ ที่มีความเข้มข้นต่ำ ปฏิบัติสามารถหาค่าได้โดยใช้ กฎของราอูล (Raoult's law)

$$A_w = \gamma \frac{N_{H_2O}}{N_{H_2O} + N_{solute}}$$

$N_{H_2O}$	คือ โมลของน้ำในสารละลาย
$N_{solute}$	คือ โมลของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลายของน้ำ
$\gamma$	คือ สัมประสิทธิ์ activity มีค่า = 1 สำหรับสารละลายอุดมคติ

### 2.6.2 Capillary effect

ความดันไอหน้าเหนือของเหลวมีค่าน้อยกว่าความดันไอน้ำบริสุทธิ์ เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของน้ำทำให้ค่า  $A_w$  ของอาหารมีค่าลดลง สมการเคลวิน (Kelvin equation) ทำนายการลดลงของค่า  $A_w$  โดย

$$A_w = \exp \left( \frac{-2\gamma_s \cos \theta}{rRT} \right)$$

โดย	$\gamma_s$	คือ ความตึงผิวของของเหลวใน capillary
	$\theta$	คือ Wetting angle
	$V_L$	คือ ปริมาตรของของเหลว ในหน่วย $cm^3 /mole$
	$r$	รัศมีของ capillary
	$R$	ค่าคงที่ของแก๊ส ( $8.314 \times 10^7$ ergs/ $^{\circ}K$ mole)
	$T$	คือ $^{\circ}K$

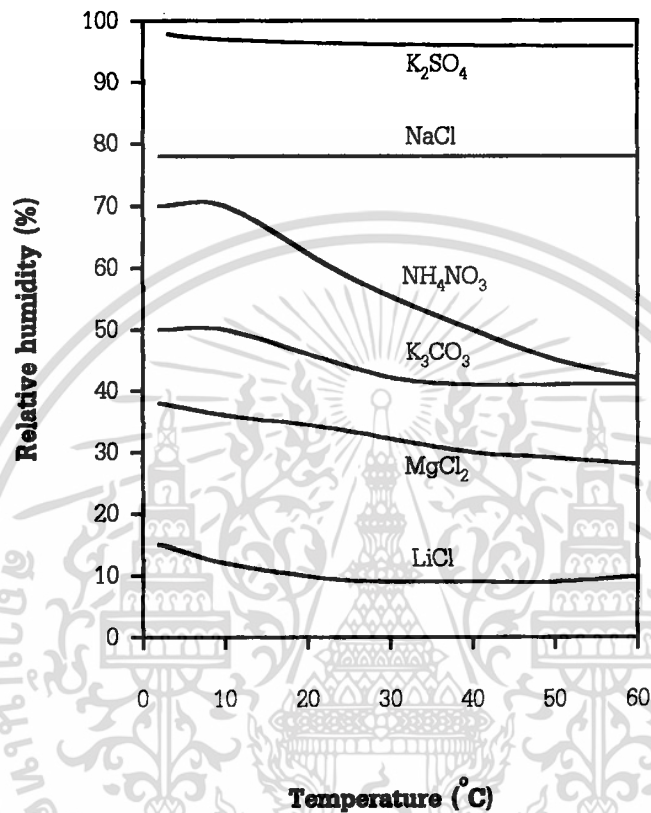
### 2.6.3 Surface interaction

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เช่น ปฏิกิริยาระหว่างขั้ว พันธะไอออนิก แรงแรงแควร์วาลส์ และพันธะไฮโดรเจน โมเลกุลของน้ำในส่วน bound ต้องการพลังงานมากในการเปลี่ยนสถานะจาก ของเหลวไปเป็นของแข็ง และมีส่วนของ free น้อยที่ จะเปลี่ยนเป็นไอจึงทำให้ค่า  $A_w$  ลดต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.7 ผลของอุณหภูมิต่อการวัดค่า $A_w$ และการปรับเทียบค่า

ผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่อการวัดค่า  $A_w$  และการปรับเทียบค่าคือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ค่า  $A_w$  จะลดลงดังแสดงในรูปที่ 2.2



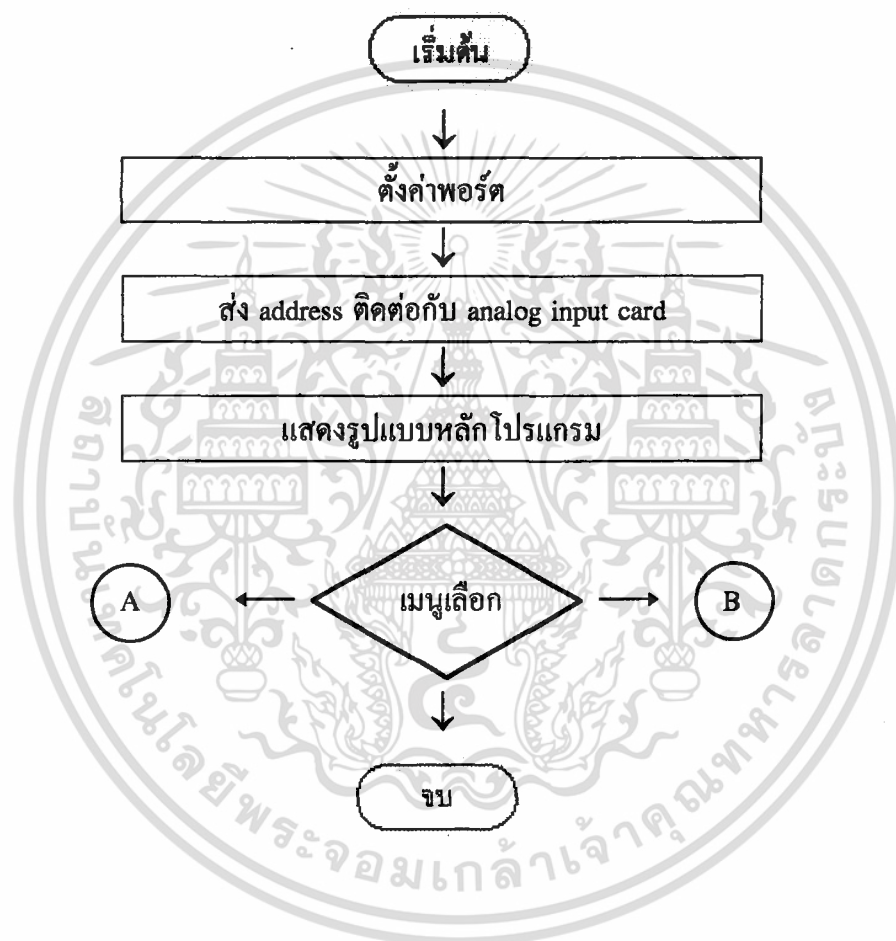
รูปที่ 2.2 : ความสัมพันธ์ของความชื้นสัมพัทธ์ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ของสารละลายเกลืออัมตั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

#### แผนผังโปรแกรม

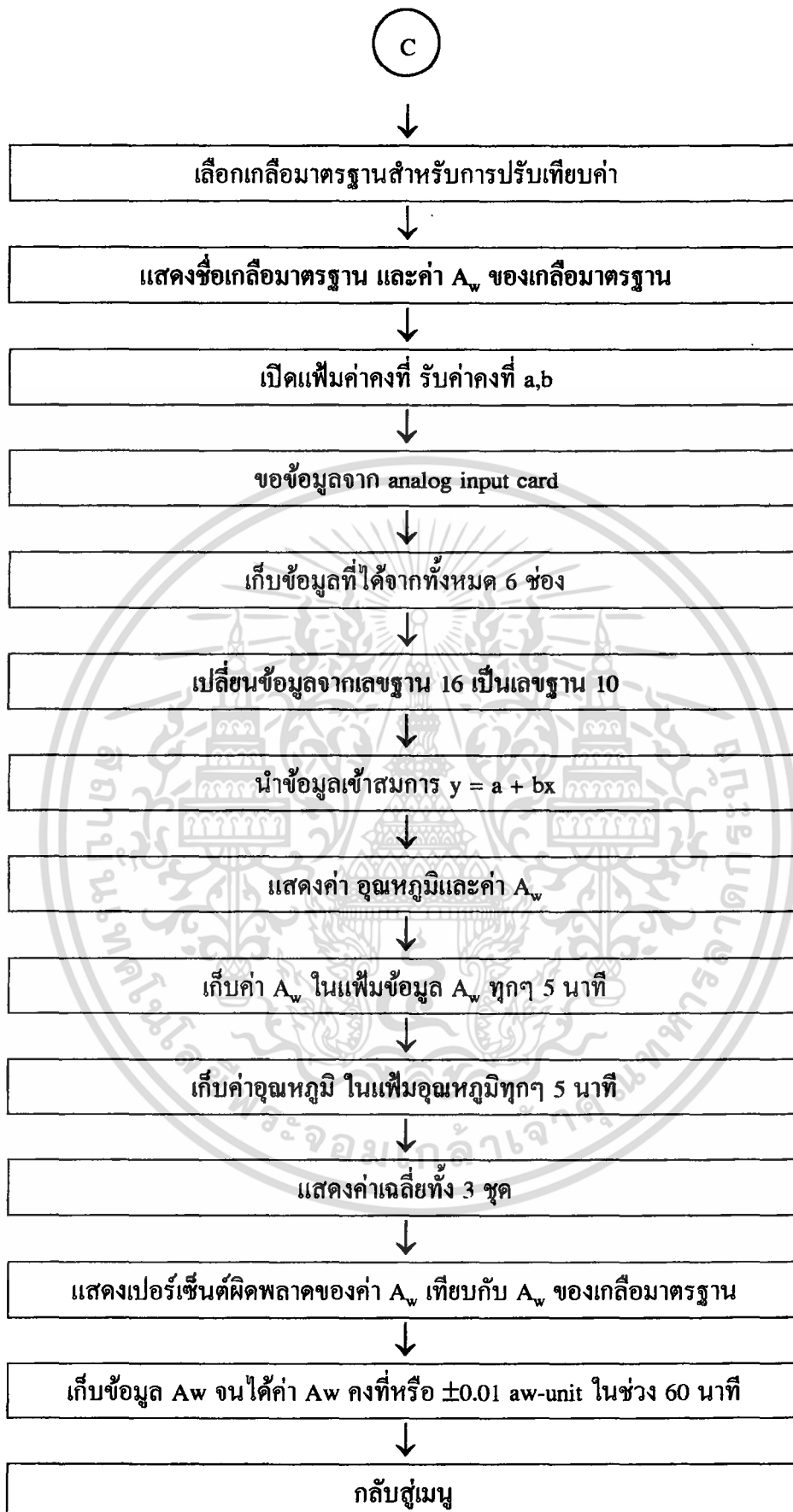
ในการเขียนโปรแกรมจะเริ่มจากการเขียนแผนผังโปรแกรม (Flow Chart) ก่อน เพื่อแสดงลำดับขั้นตอนของโปรแกรม ทำให้เกิดปัญหาและข้อผิดพลาดของโปรแกรมน้อยที่สุด ดังนั้นก่อนเริ่มเขียนโปรแกรม Water Acitivity Measuring เราจะต้องเขียนแผนผังโปรแกรมเสียก่อน ซึ่งแผนผังโปรแกรมแสดงได้ดังนี้



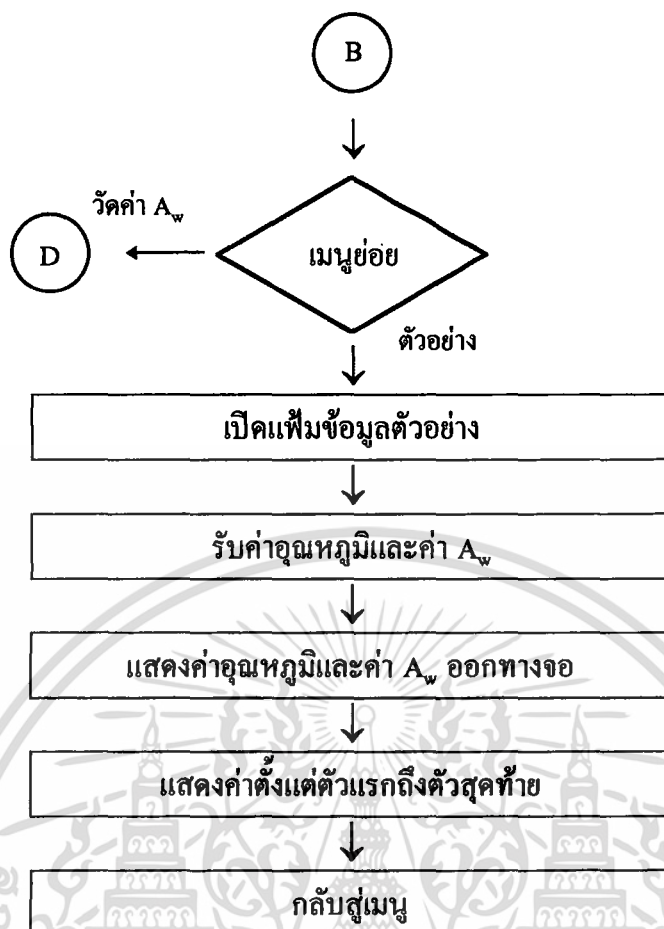
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



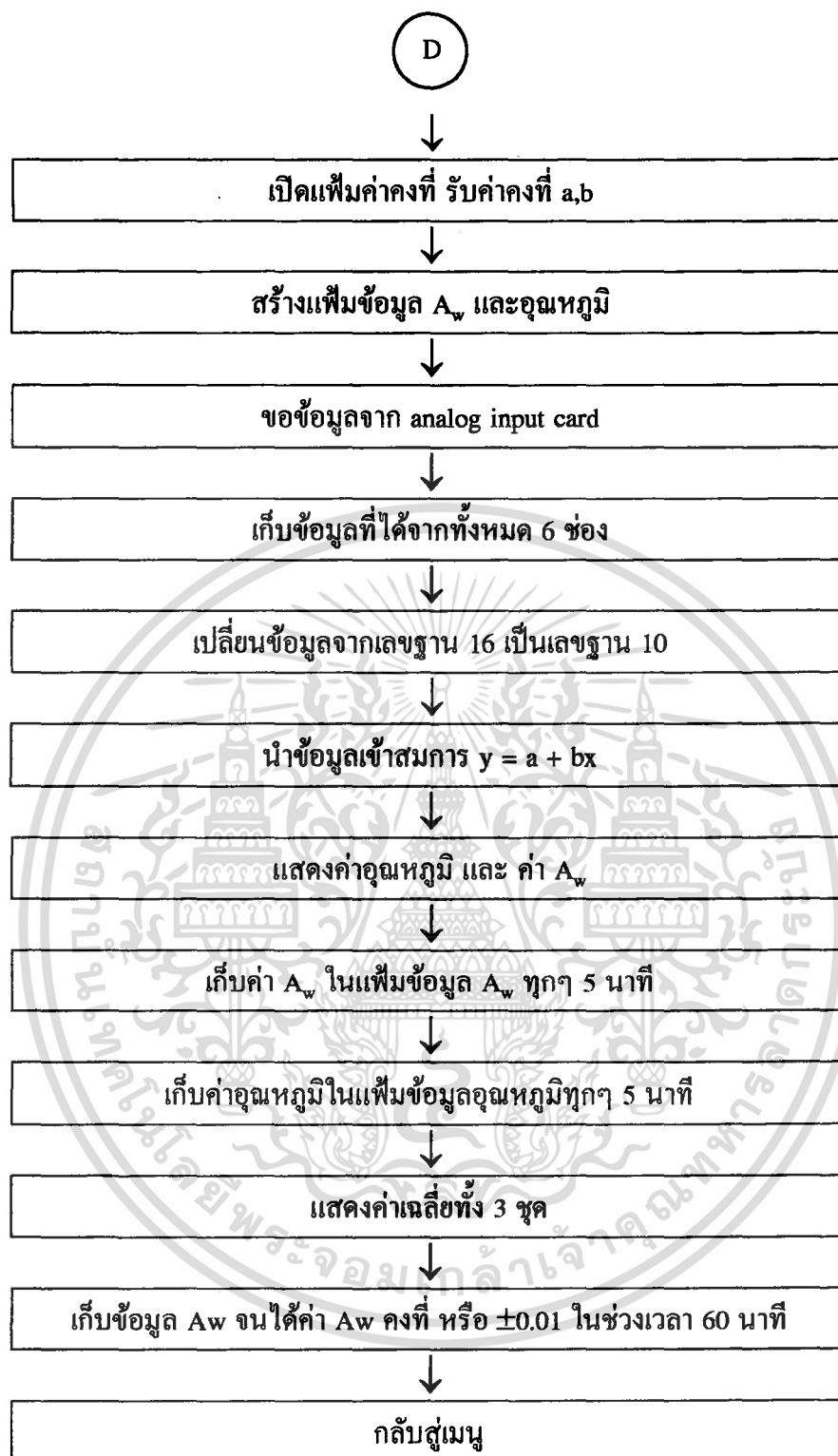
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การเขียนโปรแกรม

โปรแกรม Water Activity Measuring เป็นโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นโดยใช้ภาษา Visual Basic 4 (Microsoft Corp.) ซึ่งมีลักษณะเด่นเป็นการกำหนด Object และ Event คือ เริ่มจากการกำหนดรูปแบบและตัววัตถุต่าง ๆ หลังจากนั้นเราก็มากำหนดเหตุการณ์ของวัตถุนั้น ๆ พร้อมกับใส่รหัสของวัตถุนั้น ๆ

สิ่งแรกของการเขียนโปรแกรมคือการกำหนดรูปแบบหรือแบบฟอร์มที่ต้องการให้แสดงผลออกมาโดยจะมีวัตถุต่าง ๆ ให้เราเลือกใช้ ไม่ว่าจะเป็น label, text box, command button, check box และอื่นๆ อีกมาก

ก่อนเริ่มเข้าสู่ตัวโปรแกรมขอทำความเข้าใจในการเรียกชื่อแต่ละวัตถุ เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจตัวโปรแกรม โดยจะมีชื่อย่อของแต่ละวัตถุตามด้วยความหมายของวัตถุนั้น เช่น frmMain จะหมายถึงวัตถุ Form ซึ่งจัดให้เป็นฟอร์มหลัก รายละเอียดวัตถุอื่นดูได้จากตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 : แสดงความหมายของชื่อวัตถุ

Object	ชื่อย่อ	ตัวอย่าง
Form	frm	frmMain
Command Button	cmd	cmdExit
Label	lbl	lblAw
Text Box	txt	textTemp
Option Button	opt	optChannel
Combo box	cbo	cboSalt
Image	img	imgBird
Menu	mnu	mnuFile
Line	lin	linGraph
Timer	tmr	tmrStart

เมื่อเราได้วัตถุที่เราต้องการขั้นต่อไปคือการกำหนดคุณสมบัติของวัตถุนั้น เช่น Form ต้องการให้มีขนาดเท่าไร มีพื้นสีอะไร เป็นต้น

แล้วเราก็เริ่มเขียนรหัสต่อเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นกับวัตถุนั้น

#### 4.1 ฟอรัมของโปรแกรม Water Activity Measuring

โปรแกรม Water Activity Measuring มีฟอรัมหลักๆ ดังนี้

Begin VB.Form frmMain

```

BackColor = &H00FFFFFF&
Caption = "Program Water Activity"
Height = 6765
Left = 1410
Top = 2010
Width = 6840
WindowState = 2 'Maximized

```

End

Begin VB.Timer tmrCali

```

Enabled = 0 'False
Interval = 500

```

End

Begin VB.Timer tmrStart

```

Enabled = 0 'False
Interval = 500

```

End

Begin VB.CommandButton cmdExit

```

Caption = "E&xit"

```

End

Begin VB.CommandButton cmdGraph

```

Caption = "&Graph"

```

End

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Begin VB.CommandButton cmdStop**

    Caption        =        "&Stop"

    Default        =        -1 'True

**End**

**Begin VB.CommandButton cmdStart**

    Caption        =        "&Start"

**End**

**Begin VB.Timer tmrDemo**

    Enabled        =        0 'False

    Interval        =        10

**End**

**Begin VB.Timer tmrTime**

    Interval        =        100

**End**

**Begin VB.Label lblNameError**

    Caption        =        "% Error"

    Visible        =        0 'False

**End**

**Begin VB.Label lblError**

    BorderStyle    =        1 'Fixed Single

    Visible        =        0 'False

**End**

**Begin VB.Label lblNameSalt**

    ForeColor      =        &H00FF8080&

**End**

**Begin VB.Label Label**

    Caption        =        "Average"

**End**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Begin VB.Label lblAvg
    BorderStyle = 1 'Fixed Single
    Caption = "0"
End

```

```

Begin VB.Label lblAw
    BorderStyle = 1 'Fixed Single
    Caption = "0"
End

```

```

Begin VB.Label lblTemp
    BorderStyle = 1 'Fixed Single
    Caption = "0"
End

```

```

Begin VB.Label lblTime
    BorderStyle = 1 'Fixed Single
    Caption = "0"
End

```

```

Begin VB.Label lblChannel
    BorderStyle = 1 'Fixed Single
    Caption = "3"
End

```

```

Begin VB.Label lblClock
    AutoSize = -1 'True
End

```

```

Begin VB.Label lblDate
    AutoSize = -1 'True
End

```

```

Begin VB.Image Image1
    Height = 690
    Left = 6000

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Picture    = "MAIN.frx":537AA
Top        = 240
Width      = 5520

```

End

Begin VB.Label lblComputer

```

AutoSize   = -1 True

```

End

Begin VB.Label lblAtoD

```

AutoSize   = -1 True

```

End

Begin VB.Label lblBottle

```

AutoSize   = -1 True

```

End

Begin VB.Label lblProbe

```

AutoSize   = -1 True

```

End

Begin VB.Image imgProbe

```

Picture    = "MAIN.frx":5FE4E

```

```

Stretch    = -1 True

```

End

Begin VB.Image imgCard

```

Picture    = "MAIN.frx":A2268

```

```

Stretch    = -1 True

```

End

Begin VB.Menu mnuFile

```

Caption    = "&File"

```

Begin VB.Menu mnuSetAB

```

Caption    = "&Setup"

```

End

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร

โ.โศภิตพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

```

Begin VB.Menu mnuStep
    Caption      =      "_"
End
Begin VB.Menu mnuExit
    Caption      =      "E&xit"
End
End

```

วัตถุที่กำหนดตามตัวอย่างข้างบนเป็นเพียงบางส่วนเพื่อให้เกิดความเข้าใจเท่านั้น

#### 4.2 รหัสของโปรแกรม Water Activity Measuring

เมื่อเราได้รูปแบบของตัวโปรแกรมที่เรากำหนดขึ้นเราก็จะเริ่มมากำหนดเหตุการณ์ให้กับวัตถุพร้อมกับเริ่มใส่รหัสให้กับเหตุการณ์นั้น โดยเหตุการณ์และรหัสมีดังนี้

เมื่อฟอร์มถูกโหลดเข้าหน่วยความจำ

```

Private Sub Form_Load()
    "เป็นเหตุการณ์ที่เริ่มเมื่อมีการแสดงฟอร์ม"
    MScomm.CommPort = 2 "เป็นการตั้งค่าติดต่อกับคอมพอร์ต ทางพอร์ตที่ 2"
    MScomm.Settings = "9600,N,8,1" "เป็นการตั้งค่าในการติดต่อทางพอร์ต RS 232"
    MScomm.InputLen = 0 "ค่าความยาวของข้อมูลเข้าเป็น 0"
    Address "เรียก procedure Address"
End Sub

```

ฟังก์ชัน Address สำหรับส่ง Address ติดต่อกับ analog input card

```

Public Function Address()
    "procedure Address"
    Dim dummy "dummy เป็นตัวแปร แบบ variant"
    frmMain.MScomm.portopen = True "เปิดการติดต่อกับคอมพอร์ต"
    frmMain.MScomm.Output = Chr$(4) + "00" + Chr$(5) "ส่ง address ติดต่อกับ analog input card"
    Do "กำหนด ลูป"
        dummy = DoEvents() "สามารถทำงานอื่นพร้อมกับลูปได้"
    Loop Until frmMain.MScomm.InBufferCount >= 3 "วนลูปจนมีข้อมูลใน buffer มากกว่า 3"
    frmMain.MScomm.portopen = False "ปิดการติดต่อกับคอมพอร์ต"
End Function
"จบ procedure"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Private Sub mnuDemo_Click()
    lblNameSalt.Caption = ""
    lblAw(0).Caption = "Aw"
    mnuCalibration.Enabled = False
    Demo
    cmdStart.Enabled = False
    cmdStop.Enabled = True
End Sub

```

“วัตถุเมนู Demo เมื่อมีการกดเลือก”  
“ให้ label NameSalt แสดงข้อความว่าง”  
“ให้ label Aw(0) แสดงข้อความ Aw”  
“เมนู Calibration ไม่สามารถเลือกได้”  
“เรียก procedure Demo”  
“ปุ่ม Start ไม่สามารถกดได้”  
“จบเหตุการณ์นี้”

ฟังก์ชัน Demo เป็นตัวอย่างของโปรแกรม

```

Public Function Demo()
    Dim Counter As Integer
    Dim I%
    Counter = 0
    Open "c:\water\demo.dat" For Input As #1
    Do While Not EOF(1)
        Input #1, i, TempData(0, Counter), AwData(0, Counter)
        Counter = Counter + 1
    Loop
    Close #1
    frmMain.tmrDemo.Enabled = True
End Function

```

“ให้ Counter เป็นตัวแปรชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม”  
“ให้ I% เป็นตัวแปรชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม”  
“ให้ Counter มีค่าเท่ากับ 0”  
“เปิดแฟ้ม demo.dat เพื่อขอข้อมูล”  
“ลูป เมื่อยังไม่สิ้นสุดแฟ้ม”  
“รับข้อมูล”  
“Counter มีค่าเพิ่มทีละ 1”  
“ปิดแฟ้มข้อมูล”  
“Timer Demo สามารถทำงานได้”

วัตถุ Timer เมื่อมีการทำงานของวัตถุ

```

Private Sub tmrDemo_Timer()
    frmMain.lblTemp(1).Caption = Format(TempData(0, Counter), "00.0")
    frmMain.lblAw(1).Caption = Format(AwData(0, Counter), "0.000")
    frmMain.lblTime(1).Caption = Counter * 5
    Counter = Counter + 1
    If Counter = 174 Then
        tmrDemo.Enabled = False
        Counter = 0
        Erase AwData
        Erase TempData
    End If
End Sub

```

“แสดงค่าในรูปแบบทศนิยม”  
“ทศนิยม 3 ตำแหน่ง”  
“แสดงค่า Counter คูณกับ 5”  
“ถ้า Counter เท่ากับ 174 ให้ทำตามช่วงของ if”  
“ลบข้อมูลของตัวแปร AwData”  
“จบฟังก์ชัน if”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ่ม Start ถูกกด

Private Sub cmdStart\_Click()

Dim k%, g%

Open "c:\water\cfg.dat" For Input As #9

For g% = 0 To 1 “ดูป โดยเริ่มตั้งแต่ค่า g% เท่ากับ 0 ถึง 1 เพิ่มขึ้นทีละ 1”

For k% = 0 To 2

Input #9, A(k%, g%), b(k%, g%)

Next

Next

Close #9

tmrStart.Enabled = True

tmrBird.Enabled = True

cmdStop.Enabled = True

cmdStart.Enabled = False

mnuDemo.Enabled = False

Open "c:\water\aw.dat" For Output As #1 “สร้างเพิ่มข้อมูล aw.dat ใหม่”

Print #1, lblNameSalt.Caption “เก็บค่าที่แสดงออกทาง lblNameSalt”

Print #1, "Time", "Aw1", "Aw2", "Aw3" “เก็บค่า Time, Aw1, Aw2, Aw3”

Close #1

Open "c:\water\temp.dat" For Output As #2

Print #2, lblNameSalt.Caption

Print #2, "Time", "Temp1", "Temp2", "Temp3"

Close #2

Open "c:\water\graph.dat" For Output As #8

Close #8

End Sub

Timer ของการเริ่มวัด

Private Sub tmrStart\_Timer()

InputData

“procedure InputData”

Dim Cha(5) As String

“กำหนดตัวแปรแบบตัวอักษร”

Cha(0) = Mid(St, 8, 3)

“ตัวอักษรตั้งแต่ตัวที่ 8 ถัดไป 3 ตัวของตัวแปร St”

Cha(1) = Mid(St, 12, 3)

Cha(2) = Mid(St, 16, 3)

Cha(3) = Mid(St, 20, 3)

Cha(4) = Mid(St, 24, 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Cha(5) = Mid(St, 24, 3)
lblTemp(1).Caption = Format((HToD(Cha(1)) * b(0, 1)) + A(0, 1), "0.00000")
lblTemp(2).Caption = Format((HToD(Cha(3)) * b(1, 1)) + A(1, 1), "0.00000")
lblTemp(3).Caption = Format((HToD(Cha(5)) * b(2, 1)) + A(2, 1), "0.00000")
lblAw(1).Caption = Format((HToD(Cha(0)) * b(0, 0)) + A(0, 0), "0.0000000")
lblAw(2).Caption = Format((HToD(Cha(2)) * b(1, 0)) + A(1, 0), "0.0000000")
lblAw(3).Caption = Format((HToD(Cha(4)) * b(2, 0)) + A(2, 0), "0.0000000")
lblAvg.Caption = (CSng(lblAw(1).Caption) + CSng(lblAw(2).Caption) + _
                  CSng(lblAw(3).Caption)) / 3      "พิมพ์ต่ออีกบรรทัด"
                  "CSng เปลี่ยนเป็นข้อมูลแบบ string"
lblTime(1).Caption = Fix(NoTime / 60)              "Fix คือ ไม่มีการปัดเศษ"
lblTime(2).Caption = Fix(NoTime / 60)
lblTime(3).Caption = Fix(NoTime / 60)
NoTime = NoTime + 1
If (Fix(NoTime / 300)) * 5 = (Counter + 1) * 5 Then
Open "c:\water\aw.dat" For Append As #1           "เก็บข้อมูลเพิ่ม"
    Print #1, Fix(NoTime / 300) * 5, Format((HToD(Cha(0)) * b(0, 0)) + A(0, 0), _
    "0.0000000"), Format((HToD(Cha(2)) * b(1, 0)) + A(1, 0), "0.0000000"), _
    Format((HToD(Cha(4)) * b(2, 0)) + A(2, 0), "0.0000000")      "HToD คือ procedure"
Close #1
Open "c:\water\temp.dat" For Append As #2
    Print #2, Fix(NoTime / 300) * 5, Format((HToD(Cha(1)) * b(0, 1)) + A(0, 1), _
    "0.00000"), Format((HToD(Cha(3)) * b(1, 1)) + A(1, 1), "0.00000"), _
    Format((HToD(Cha(5)) * b(2, 1)) + A(2, 1), "0.00000")
Close #2
Open "c:\water\graph.dat" For Append As #6
    Write #6, (HToD(Cha(1)) * b(0, 1)) + A(0, 1), (HToD(Cha(3)) * b(1, 1)) + A(1, 1), _
    (HToD(Cha(5)) * b(2, 1)) + A(2, 1), (HToD(Cha(0)) * b(0, 0)) + A(0, 0), _
    (HToD(Cha(2)) * b(1, 0)) + A(1, 0), (HToD(Cha(4)) * b(2, 0)) + A(2, 0)
Close #6
Counter = Counter + 1
End If
If lblError.Visible = True Then
lblError.Caption = Format((AwSalt - CSng(lblAvg.Caption)) / AwSalt, "0.00 %")
End If
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชัน InputData สำหรับรับข้อมูล

Public Function InputData()

Dim dummy

frmMain.MScomm.portopen = True

frmMain.MScomm.Output = Chr\$(2) + "EX AI" + Chr\$(3) "ขอข้อมูลจาก analog input card"

Do

    dummy = DoEvents()

Loop Until frmMain.MScomm.InBufferCount >= 40

St = frmMain.MScomm.Input

frmMain.MScomm.portopen = False

End Function

ฟังก์ชัน HToD สำหรับเปลี่ยนเลขฐาน 16 เป็นเลขฐาน 10

Public Function HToD(X As String) As Integer

Dim Y As String

Dim K As Integer

Dim A As String

Dim i%

i% = 1

For i% = 1 To 3 Step 1

    A = Mid(X, i%, 1)

    If A = "1" Then

        K = 1

    End If

    If A = "2" Then

        K = 2

    End If

    If A = "3" Then

        K = 3

    End If

    If A = "4" Then

        K = 4

    End If

    If A = "5" Then

        K = 5

    End If

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

If A = "6" Then
    K = 6
End If

If A = "7" Then
    K = 7
End If

If A = "8" Then
    K = 8
End If

If A = "9" Then
    K = 9
End If

If A = "A" Then
    K = 10
End If

If A = "B" Then
    K = 11
End If

If A = "C" Then
    K = 12
End If

If A = "D" Then
    K = 13
End If

If A = "E" Then
    K = 14
End If

If A = "F" Then
    K = 15
End If

If i% = 1 Then
    HToD = HToD + K * 256
End If

If i% = 2 Then
    HToD = HToD + K * 16

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

End If
If i% = 3 Then
    HToD = HToD + K * I
End If
Next
End Function

```

เมนูเลือกสำหรับการตั้งค่า Calibrate

```
Private Sub mnuSetCalibrate_Click()
```

```
    frmSetupSalt.Show           “แสดงฟอร์ม frmSetupSalt”
```

```
    cmdStart.Enabled = False
```

```
    lblNameError.Visible = False   “ไม่สามารถมองเห็น lblNameError”
```

```
    lblError.Visible = False
```

```
    lblAw(0).Caption = "X"
```

```
    mnuStart.Enabled = True
```

```
    mnuDemo.Enabled = False
```

```
End Sub
```

รายชื่อเกลือมาตรฐาน

```
Private Sub cboSalt_Click()
```

```
    Select Case cboSalt.ListIndex   “ให้เลือกแล้วไปตามกรณีของค่า ListIndex”
```

```
    Case 0
```

```
        txtValue.Text = Format(0.81, "0.000")
```

```
    Case 1
```

```
        txtValue.Text = 0.902
```

```
    Case 2
```

```
        txtValue.Text = 0.649
```

```
    Case 3
```

```
        txtValue.Text = 0.432
```

```
    Case 4
```

```
        txtValue.Text = 0.973
```

```
    Case 5
```

```
        txtValue.Text = 0.809
```

```
    Case 6
```

```
        txtValue.Text = 0.843
```

```
    Case 7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

txtValue.Text = 0.936
Case 8
txtValue.Text = 0.529
Case 9
txtValue.Text = 0.328
Case 10
txtValue.Text = 0.576
Case 11
txtValue.Text = 0.753
Case 12
txtValue.Text = 0.743
Case 13
txtValue.Text = 0.851
Case 14
txtValue.Text = 0.709
End Select
End Sub

Private Sub mnuStart_Click()
    "เมนูเริ่มวัดค่า Calibrate"
    mnuStop.Enabled = True
    mnuStart.Enabled = False
    mnuSetup1.Enabled = False
    lblNameSalt.Caption = lblNameSalt.Caption
    Open "c:\water\calx.dat" For Output As #3
    Print #3, lblNameSalt.Caption
    Print #3, "Time", "X1", "X2", "X3"
    Close #3
    Open "c:\water\caltemp.dat" For Output As #4
    Print #4, lblNameSalt.Caption
    Print #4, "Time", "Temp1", "Temp2", "Temp3"
    Close #4
    Open "c:\water\calgraph.dat" For Output As #7
    Close #7
    tmrCali.Enabled = True
    tmrBird.Enabled = True
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Timer สำหรับการ Calibrate

Private Sub tmrCali\_Timer()

    InputData

    Dim Cha(5) As String

    Cha(0) = Mid(St, 8, 3)

    Cha(1) = Mid(St, 12, 3)

    Cha(2) = Mid(St, 16, 3)

    Cha(3) = Mid(St, 20, 3)

    Cha(4) = Mid(St, 24, 3)

    Cha(5) = Mid(St, 24, 3)

    lblAw(1).Caption = HToD(Cha(0))

    lblAw(2).Caption = HToD(Cha(2))

    lblAw(3).Caption = HToD(Cha(4))

    lblTemp(1).Caption = HToD(Cha(1))

    lblTemp(2).Caption = HToD(Cha(3))

    lblTemp(3).Caption = HToD(Cha(5))

    lblAvg.Caption = Format((CInt(lblAw(1).Caption) + CInt(lblAw(2).Caption) + \_  
        CInt(lblAw(3).Caption)) / 3, "0.00")

    lblTime(1).Caption = Fix(NoTime / 60)

    lblTime(2).Caption = Fix(NoTime / 60)

    lblTime(3).Caption = Fix(NoTime / 60)

    NoTime = NoTime + 1

    If (Fix(NoTime / 300)) \* 5 = (Counter + 1) \* 5 Then

        Open "c:\water\calx.dat" For Append As #3

        Print #3, Fix(NoTime / 300) \* 5, HToD(Cha(0)), HToD(Cha(2)), \_  
            HToD(Cha(4))

        Close #3

        Open "c:\water\caltemp.dat" For Append As #4

        Print #4, Fix(NoTime / 300) \* 5, HToD(Cha(1)), HToD(Cha(3)), \_  
            HToD(Cha(5))

        Close #4

        Open "c:\water\calgraph.dat" For Append As #7

        Write #7, HToD(Cha(1)), HToD(Cha(3)), HToD(Cha(5)), \_  
            HToD(Cha(0)), HToD(Cha(2)), HToD(Cha(4))

        Close #7

    Counter = Counter + 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```

MsgBox "คำ Aw ผิดพลาด !", vbExclamation, "Error"          "แสดงข้อความ box"
Exit Sub
End Sub

```

```

Option Explicit          "กำหนดให้มีการประกาศตัวแปร"
Dim Counter As Integer
Dim NoTime As Long
Dim P As Integer

```

```

Private Sub cmdExit_Click()
    Dim Response As Integer
    Response = MsgBox("ท่านต้องการออกจากโปรแกรม ?", vbYesNo + vbQuestion, _
        "The Message Program")
    If Response = vbYes Then          "ถ้าค่าที่ได้จากการแสดงข้อความ box เป็น yes"
        End
    End If
End Sub

```

```

Private Sub cmdStop_Click()
    Dim M%, k%
    tmrStart.Enabled = False
    tmrDemo.Enabled = False
    tmrBird.Enabled = False
    cmdStart.Enabled = True
    cmdStop.Enabled = False
    mnuDemo.Enabled = True
    mnuCalibration.Enabled = True
    Counter = 0
End Sub

```

```

Private Sub Form_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    lblProbe.Caption = ""
    lblBottle.Caption = ""
    lblAtoD.Caption = ""
    lblComputer.Caption = ""
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub imgbottle_MouseMove(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
```

```
    lblBottle.Caption = "ขวดสแตนเลส ปริมาตรประมาณ 130 มิลลิลิตร"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub imgCard_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
```

```
    lblAtoD.Caption = "Analog input card"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub imgComputer_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
```

```
    lblComputer.Caption = "คอมพิวเตอร์ เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการทดลอง"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub imgProbe_MouseMove(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
```

```
    lblProbe.Caption = "หัววัดความชื้นสัมพัทธ์อากาศ"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub mnuAbout_Click()
```

```
    frmAbout.Show
```

```
End Sub
```

```
Private Sub mnuExit_Click()
```

```
    Dim Response As Integer
```

```
    Response = MsgBox("ท่านต้องการออกจากโปรแกรม ?", vbYesNo + vbQuestion, _  
        "The Message Program")
```

```
    If Response = vbYes Then
```

```
        End
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub mnuMeasure_Click()
```

```
    lblNameError.Visible = False
```

```
    lblError.Visible = False
```

```
    lblNameSalt.Caption = ""
```

```
    mnuMeasure.Enabled = False
```

```
    lblAw(0).Caption = "Aw"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

cmdStart.Enabled = True
mnuStart.Enabled = False
mnuDemo.Enabled = True

```

```
End Sub
```

```
Private Sub mnuSetAB_Click()
```

```
    frmSetAB.Show
```

```
End Sub
```

```
Private Sub mnuStop_Click()
```

```

mnuStart.Enabled = True
mnuStop.Enabled = False
mnuDemo.Enabled = True
mnuMeasure.Enabled = True
mnuSetup1.Enabled = True
tmrCali.Enabled = False
tmrBird.Enabled = False

```

```
End Sub
```

```
Private Sub tmrBird_Timer()
```

```

If P < 16 Then
    imgBird.Picture = imgBirds(P).Picture
    P = P + 1
Else
    P = 0
End If

```

```
End Sub
```

```
Private Sub tmrTime_Timer()
```

```

Dim Name As String
Name = Format(Date, "dddddd")           “ให้ Name เท่ากับวันที่ในรูปแบบ วัน เดือน ปี”
lblDate.Caption = Name
Name = Format(Time, "hh:mm:ss")        “ให้ Name เท่ากับเวลาในรูปแบบ ชั่วโมง:นาที:วินาที”
lblClock.Caption = Name

```

```
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Attribute VB\_Name = "ModMain"

"module main"

Option Explicit

Global AwData(2, 299) As Single

"กำหนดตัวแปรที่สามารถใช้ได้ทั้งโครงการ"

Global TempData(2, 299) As Single

Global St As String

Global AwSalt As Single

Global A(2, 1), B(2, 1) As Single

Attribute VB\_Name = "frmAbout"

Attribute VB\_Creatable = False

Attribute VB\_Exposed = False

Private Sub cmdOk\_Click()

    Unload frmAbout

End Sub

Attribute VB\_Name = "modGraph"

"module graph"

Option Explicit

Global Temp(255) As Single

Global Aw(255) As Single

Global M%

ฟังก์ชันการสร้างกราฟ

Public Function Graph(X!, Y!, A!, B!, C!)

    frmGraph.Line (1500 + ((X! \* 140) / M%), 6500 - (Y! \* 5000))-(1500 + ((A! \* 140) / M%), \_  
        6500 - (B! \* 5000)), QBColor(C!)     "สร้างเส้นตรง"

End Function

Public Function GraphTemp(X!, Y!, A!, B!, C!)

    frmGraph.Line (1500 + ((X! \* 140) / M%), 6500 - ((Y! - 20) \* 333.34))-  
        (1500 + ((A! \* 140) / M%), 6500 - ((B! - 20) \* 333.34)), QBColor(C!)

End Function

Public Function GraphX(X!, Y!, A!, B!, C!)

    frmGraph.Line (1500 + ((X! \* 140) / M%), 6500 - Y!)-(1500 + ((A! \* 140) / M%), 6500 - B!),  
        QBColor(C!)

End Function

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Attribute VB_Name = "frmSetAB"
```

```
Private Sub cmdCancel_Click()
```

```
    Unload frmSetAB
```

```
End Sub
```

```
Private Sub cmdOk_Click()
```

```
    Dim a!, b!
```

```
    Dim k%
```

```
    Open "c:\water\cfg.dat" For Output As #9
```

```
        For k% = 0 To 5
```

```
            On Error GoTo error
```

```
            a! = CSng(txtValA(k%).Text)
```

```
            b! = CSng(txtValB(k%).Text)
```

```
            Write #9, a!, b!
```

```
        Next
```

```
    Close #9
```

```
    Unload frmSetAB
```

```
    Exit Sub
```

```
error:
```

```
    Close #9
```

```
    MsgBox "ข้อมูลที่ป้อนผิดพลาด!", vbExclamation, "Error"
```

```
    Exit Sub
```

```
End Sub
```

```
Attribute VB_Name = "frmGraph"
```

```
Dim u As Single
```

```
Private Sub cmdCali_Click()
```

```
    Dim T, TT, TTT, A, AA, AAA As Single
```

```
    Dim ii%
```

```
    ii% = 0
```

```
    For i% = 0 To 10
```

```
        lblNoAw(i%).Caption = i% * 500
```

```
    Next
```

```
    lblLabelAw.Caption = "X"
```

```
    lblValAw(0).Caption = "X"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Open "c:\water\calgraph.dat" For Input As #10
Do While Not EOF(10)
    Input #10, T, TT, TTT, A, AA, AAA
    If optChannel(0).Value = True Then
        Temp(ii%) = T
        Aw(ii%) = A
    End If
    If optChannel(1).Value = True Then
        Temp(ii%) = TT
        Aw(ii%) = AA
    End If
    If optChannel(2).Value = True Then
        Temp(ii%) = TTT
        Aw(ii%) = AAA
    End If
    ii% = ii% + 1
Loop
Close #10
frmGraph.Cls
cmdStop.Enabled = False
cmdDemo.Enabled = False
cmdgraph.Enabled = False
cmdCali.Enabled = False
Do
    GraphX u * 5, Aw(u), (u + 1) * 5, Aw(u + 1), 9
    GraphTemp u * 5, Temp(u), (u + 1) * 5, Temp(u + 1), 12
    u = u + 1
    lblValTime(2).Caption = (u) * 5
    lblValAw(2).Caption = Format(Aw(u), "0.000")
    If (u + 1) * 5 > 60 Then
        lblValTime(1).Caption = ((u) * 5) - 60
        lblValAw(1).Caption = Format(Aw(u - 12), "0.000")
    End If
    If 1500 + (((u + 1) * 5) * 140) / M% = 8500 Then
        u = 0
        M% = M% + 1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

frmGraph.Cls
For i% = 0 To 10
    lblNoTime(i%).Caption = ((i% * 5) * 1) * M%
Next
End If
Loop Until Aw(u + 1) = 0
u = 0
End Sub

```

```

Private Sub cmdgraph_Click()
    Dim T, TT, TTT, A, AA, AAA As Single
    Dim ii%
    Open "c:\water\graph.dat" For Input As #8
    Do While Not EOF(8)
        Input #8, T, TT, TTT, A, AA, AAA
        If optChannel(0).Value = True Then
            Temp(ii%) = T
            Aw(ii%) = A
        End If
        If optChannel(1).Value = True Then
            Temp(ii%) = TT
            Aw(ii%) = AA
        End If
        If optChannel(2).Value = True Then
            Temp(ii%) = TTT
            Aw(ii%) = AAA
        End If
        ii% = ii% + 1
    Loop
    Close #8
    frmGraph.Cls
    cmdStop.Enabled = True
    cmdDemo.Enabled = False
    cmdgraph.Enabled = False
    Do
        Graph u * 5, Aw(u), (u + 1) * 5, Aw(u + 1), 9
    
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

GraphTemp u * 5, Temp(u), (u + 1) * 5, Temp(u + 1), 12
u = u + 1
lblValTime(2).Caption = (u) * 5
lblValAw(2).Caption = Format(Aw(u), "0.000")
If (u + 1) * 5 > 60 Then
    lblValTime(1).Caption = ((u) * 5) - 60
    lblValAw(1).Caption = Format(Aw(u - 12), "0.000")
End If
If 1500 + (((u + 1) * 5) * 140) / M% = 8500 Then
    u = 0
    M% = M% + 1
    frmGraph.Cls
    For i% = 0 To 10
        lblNoTime(i%).Caption = ((i% * 5) * 1) * M%
    Next
End If
Loop Until Aw(u + 1) = 0
u = 0
End Sub

Private Sub cmdDemo_Click()
    Dim T, TT, TTT As Single
    Dim ii%
    Open "c:\water\demo.dat" For Input As #8
    Do While Not EOF(8)
        Input #8, T, TT, TTT
        Temp(ii%) = TT
        Aw(ii%) = TTT
        ii% = ii% + 1
    Loop
    Close #8
    tmrGraph.Enabled = True
    frmGraph.Cls
    cmdStop.Enabled = True
    cmdDemo.Enabled = False
    cmdgraph.Enabled = False
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Private Sub cmdStop_Click()
    tmrGraph.Enabled = False
    frmGraph.Cls
    cmdDemo.Enabled = True
    cmdStop.Enabled = False
    cmdgraph.Enabled = True
    lblValAw(2).Caption = 0
    lblValAw(1).Caption = 0
    lblValTime(2).Caption = 0
    lblValTime(1).Caption = 0
    M% = 1
    u = 0
    For i% = 0 To 10
        lblNoTime(i%).Caption = ((i% * 5) * 1) * M%
    Next
    frmGraph.Cls
End Sub

Private Sub Form_Load()
    M% = 1
    For i% = 0 To 10
        lblNoAw(i%).Caption = i% * 0.1
        lblNoTemp(i%).Caption = (i% * 1.5) + 2 * 10
        lblNoTime(i%).Caption = (i% * 5) * 1
    Next
End Sub

Private Sub Form_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
    lblExit.Caption = ""
End Sub

Private Sub Image1_Click()
    frmMain.cmdgraph.Enabled = True
    Unload frmGraph
End Sub

```

```
Private Sub Image1_MouseMove(Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
```

```
    lblExit.Caption = "EXIT"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub tmrGraph_Timer()
```

```
    Graph u * 5, Aw(u), (u + 1) * 5, Aw(u + 1), 9
```

```
    GraphTemp u * 5, Temp(u), (u + 1) * 5, Temp(u + 1), 12
```

```
    u = u + 1
```

```
    lblValTime(2).Caption = (u) * 5
```

```
    lblValAw(2).Caption = Format(Aw(u), "0.000")
```

```
    If (u + 1) * 5 > 60 Then
```

```
        lblValTime(1).Caption = ((u) * 5) - 60
```

```
        lblValAw(1).Caption = Format(Aw(u - 12), "0.000")
```

```
    End If
```

```
    If 1500 + (((u) * 5) * 140) / M% = 8500 Then
```

```
        u = 0
```

```
        M% = M% + 1
```

```
        frmGraph.Cls
```

```
        For i% = 0 To 10
```

```
            lblNoTime(i%).Caption = ((i% * 5) * 1) * M%
```

```
        Next
```

```
    End If
```

```
    If Aw(u + 1) = 0 Then
```

```
        tmrGraph.Enabled = False
```

```
        u = 0
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

จากรหัสของโปรแกรมที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น เป็นลำดับการทำงานแบบเดียวกับแผนผังที่ได้กล่าวในบทที่ 3 ซึ่งสามารถดูเปรียบเทียบกันได้ระหว่างแผนผังกันรหัสนี้ของโปรแกรมเพื่อความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

## บทที่ 5

### การใช้โปรแกรม Water Activity Measuring

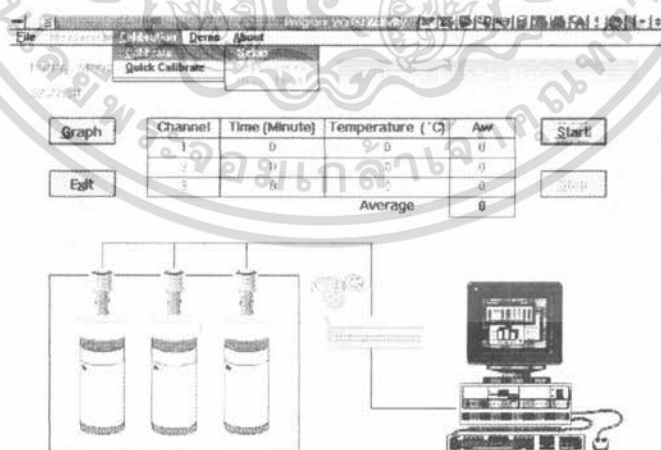
โปรแกรม Water Activity Measuring ทำงานควบคู่กับ analog input card 12 บิต (WISCO รุ่น AI95) ภายใต้ระบบปฏิบัติการของ Windows 3.1x ดังนั้นก่อนการใช้งานโปรแกรมจะต้องติดตั้ง analog input card ทางพอร์ต RS-232 แล้วเรียกโปรแกรม Windows ก่อน จึงเรียกโปรแกรม Water Activity Measuring แล้วเข้าสู่การทำงาน

ในการทำงานจะมีเมนูให้เลือกการทำงานว่าท่านมีความต้องการที่จะทำการวัดค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์อาหารหรือต้องการปรับเทียบค่าของอุปกรณ์ตรวจรู้ความชื้นสัมพัทธ์อากาศ ซึ่งมีให้เลือกได้ 2 แบบ คือ

- (1) การปรับเทียบค่าแบบมาตรฐาน
- (2) การปรับเทียบค่าแบบเร็ว

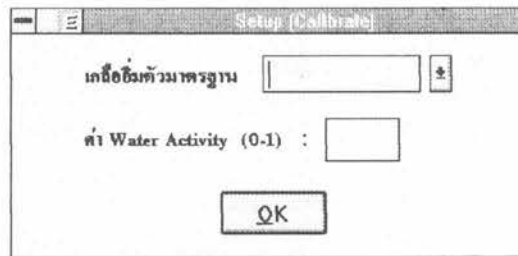
#### 5.1 การปรับเทียบค่าแบบมาตรฐาน

การปรับเทียบค่าจะเทียบค่ากับสารละลายเกลืออิ่มตัวที่ทราบค่า  $A_w$  แน่นนอน ซึ่งก่อนการปรับเทียบค่าจะต้องเลือกสารละลายเกลืออิ่มตัว ซึ่งสามารถเลือกได้จากเมนูที่อยู่ทางตอนบน โดยเลือกที่ Calibration แล้วเลือกเมนูย่อย Calibrate และ Setup ตามลำดับ

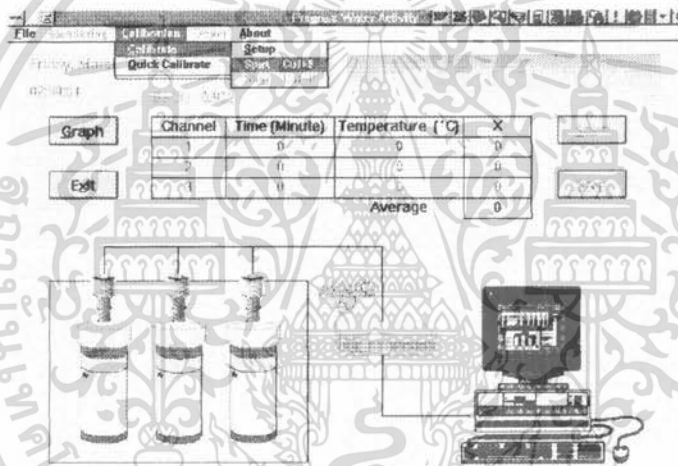


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

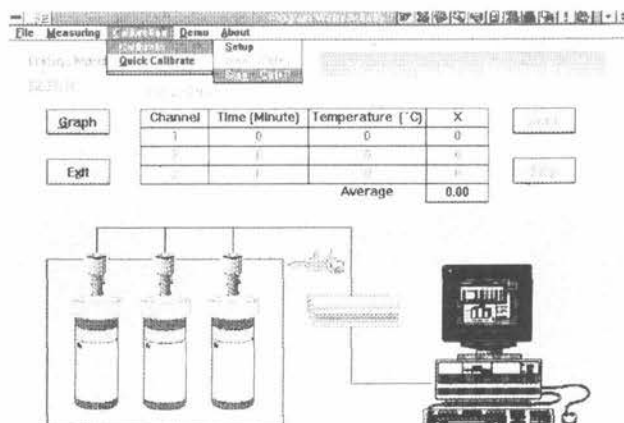
ก็จะเข้าสู่หน้าต่าง Setup (Calibrate) เราสามารถเลือกสารละลายเกลือที่ต้องการได้ ถ้าไม่มีชื่อเกลือที่ท่านต้องการ ท่านสามารถพิมพ์ชื่อเกลือและค่า  $A_w$  ที่แน่นอนได้ หลังจากนั้น กดปุ่ม OK



ตัวโปรแกรมจะขึ้นชื่อและค่า  $A_w$  ที่ท่านเลือกหรือพิมพ์ ออกทางหน้าจอ ตารางค่า  $A_w$  จะเปลี่ยนเป็นตาราง X จากนั้นเราจะเริ่มทำการวัดได้โดยเลือกที่เมนู Calibration เมนูย่อย Calibrate และ Start ตามลำดับ



โปรแกรมจะแสดงค่า เวลา อุณหภูมิ และค่า X แล้วจะทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 5 นาที ซึ่งเพิ่มข้อมูลที่ได้อชื่อ calx.dat เราจะทำการหยุดวัดก็ต่อเมื่อค่า X ที่ได้มีค่าคงที่ ส่วนวิธีการหยุดวัด ทำได้โดยเลือกที่เมนู Calibration เมนูย่อย Calibrate และ Stop ตามลำดับ

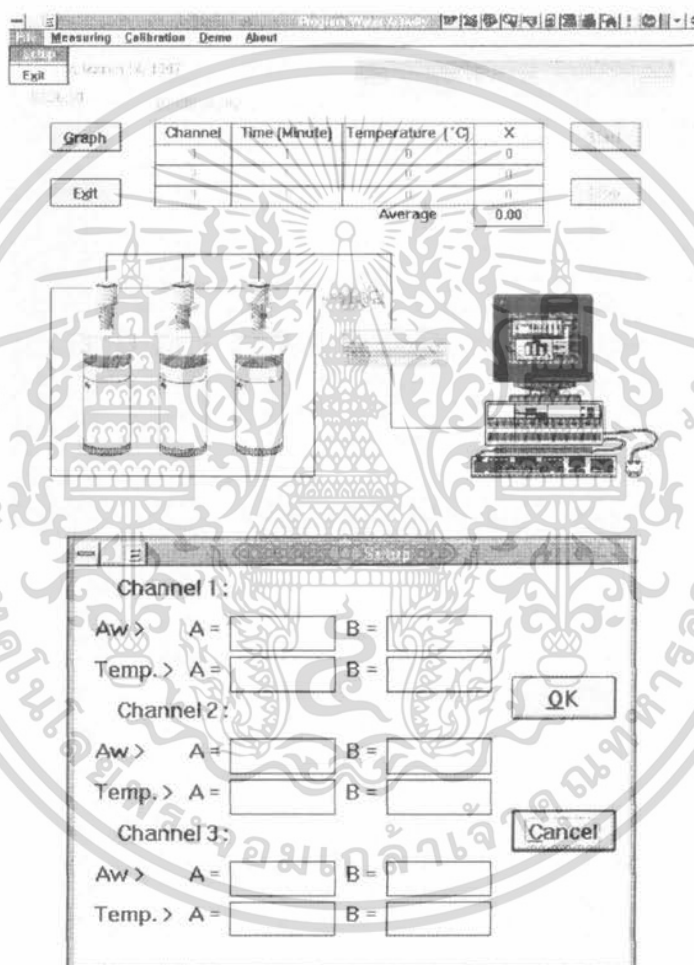


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มข้อมูลที่ได้เราควรทำการเปลี่ยนชื่อเพิ่มข้อมูลทันทีหลังจากหยุดวัดแล้ว เพราะเนื่องจากถ้าเราทำการวัดใหม่ข้อมูลที่บันทึกไว้จะหายไป

ในการปรับเทียบค่าแบบมาตรฐาน เราจะต้องวัดสารละลายเกลือมาตรฐาน 5 ตัว โดยให้มีค่า  $A_w$  กระจายเฉลี่ยระหว่างค่า 0-1 แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าตรงมาตรฐาน ได้ค่าความชัน (b) และจุดตัดแกน y (a) นำค่า a และ b มาป้อนเข้าสู่โปรแกรมเพื่อเป็นค่าคงที่ในการวัดค่า  $A_w$  ต่อไป

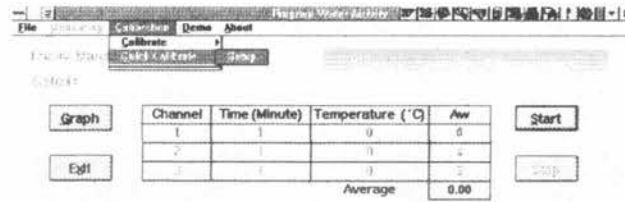
การป้อนค่า a และ b ทำได้โดยเลือกที่เมนู File เมนูย่อย Setup จะขึ้นหน้าต่าง Setup ป้อนค่า a และ b ของแต่ละช่อง จากนั้นกดปุ่ม OK



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 การปรับเทียบค่าแบบเร็ว

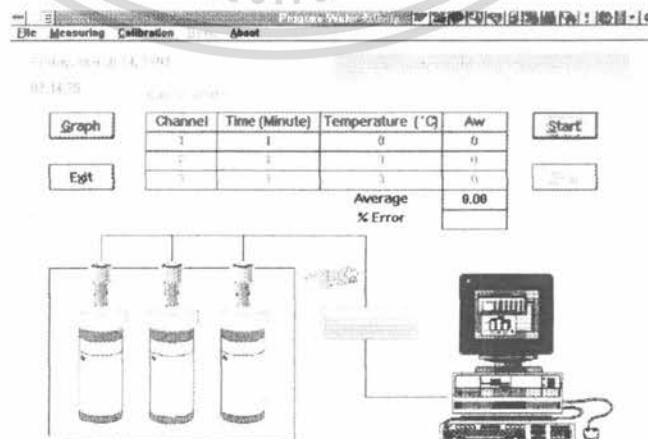
ต้องมีการเลือกสารละลายเกลือมาตรฐานเช่นกัน แต่จะปรับเทียบค่ากับเกลือมาตรฐานเพียงตัวเดียว โดยเลือกที่เมนู Calibration เมนูย่อย Quick Calibrate และ Setup ตามลำดับ



จะขึ้นหน้าต่าง Setup (Calibrate) เลือกสารละลายเกลือมาตรฐานเช่นเดียวกับการปรับเทียบค่าแบบมาตรฐาน



เมื่อเลือกเกลือมาตรฐานแล้ว หน้าจอจะแสดงตารางค่า  $A_w$  และตารางเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Error,%) ในการวัดทำได้โดยคลิกปุ่ม Start



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจะอ่านค่าทุก 1 วินาที และจะบันทึกข้อมูลทุก 5 นาที แล้วเก็บข้อมูลลงเพิ่มข้อมูล aw.dat จนได้ค่า  $A_w$  คงที่ คือมีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน  $\pm 0.01$  aw-unit ในช่วงเวลา 60 นาที ในการวิเคราะห์จะดูจากเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนโดย ผู้ทำการทดลองเป็นผู้ตัดสินใจว่าสามารถยอมรับเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนมากที่สุดเท่าไร ถ้าผู้ทำการทดลองเห็นว่าผลการวัดมีความคลาดเคลื่อนสูงก็สามารถกลับไปดำเนินขั้นตอนปรับเทียบค่าแบบมาตรฐานอีกครั้ง

เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน (Error,%) จากการทดลองนี้ คำนวณจาก

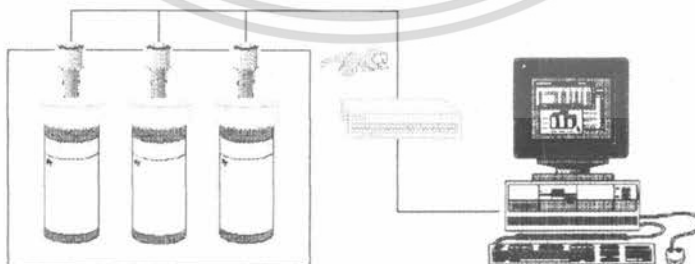
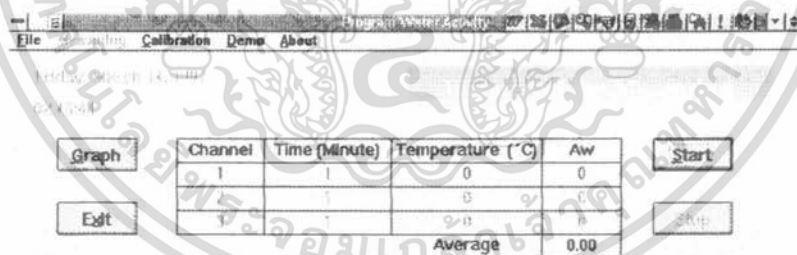
$$\text{Error} = ((A-P)/A) \times 100$$

เมื่อ A คือค่า  $A_w$  ของสารละลายเกลือมาตรฐาน

P คือค่า  $A_w$  เฉลี่ยจากการวัดทั้ง 3 หัว

### 5.3 การวัดค่า $A_w$

การวัดค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์อาหาร ทำโดยการนำผลิตภัณฑ์อาหารมาใส่ในขวดสแตนเลสให้มีปริมาณมากกว่า 1/20 ของปริมาตรขวด ปิดฝาแล้วใส่ลงในตู้ควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นจะเริ่มวัดโดยการกดปุ่ม Start โปรแกรมจะแสดงเวลา อุณหภูมิ และ ค่า  $A_w$  และจะเก็บข้อมูลลงเพิ่มข้อมูล temp.dat และ aw.dat



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัดค่าจนได้ค่า  $A_w$  คงที่คือมีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน  $\pm 0.01$  aw-unit ในช่วง 60 นาที และจะหยุดการวัดค่าโดยการกดปุ่ม Stop ข้อมูลที่ได้นี้เราสามารถนำมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Excel ต่อไป

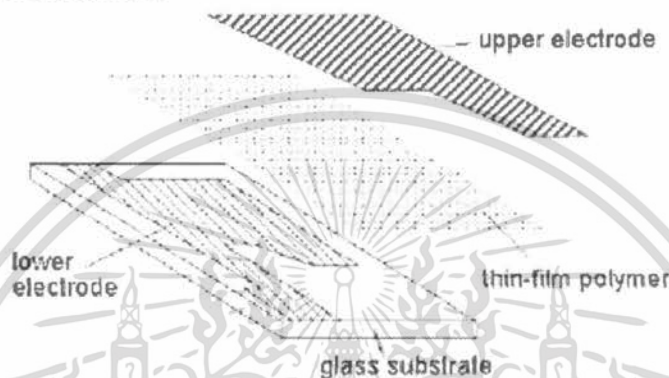


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

### ข้อสรุปและคำแนะนำ

โปรแกรม Water Activity Measuring เป็นโปรแกรมที่ใช้ประกอบกับ analog input card (WISCO รุ่น AI95) ที่คู่กับเครื่องวัดค่า Water Activity โดยมีอุปกรณ์ตรวจรู้ความชื้นสัมพัทธ์อากาศที่มี thin film polymer เป็นตัวบอกค่า โดยที่ค่าความจุไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงตามความชื้นสัมพัทธ์ที่ถูกดูดซับหรือปลดปล่อย



โปรแกรม Water Activity Measuring เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องดังนี้

1. ทำให้การทำงานของเครื่องรวดเร็วขึ้น
2. มีการเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ภายหลังได้
3. ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่าย
4. มีการคำนวณค่า  $A_w$  ของผลิตภัณฑ์อาหาร โดยอัตโนมัติ

โปรแกรม Water Activity Measuring เป็นโปรแกรมที่สร้างโดยใช้ Visual Basic 4 ซึ่งถ้ามีผู้ใดต้องการปรับปรุงคุณภาพบางประการของโปรแกรม ควรจะมีความรู้ด้าน Visual Basic 4 พอสมควร เพื่อความรวดเร็วในการแก้ไขปรับปรุง เนื่องจากโปรแกรมไม่ได้ผ่านการใช้งานจริง จึงยังไม่ทราบข้อผิดพลาดของโปรแกรม ถ้ามีข้อผิดพลาดผู้ทำการแก้ไขสามารถตรวจสอบรายละเอียดของโปรแกรมได้จากรายงานฉบับนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- นฤตม บุญหลง. 2532. การควบคุมคุณภาพอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ:ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ราบินเดอร์ ศรีกิจจาภรณ์. 2538. คู่มือการใช้งาน **Visual Basic** สำหรับวินโดวส์. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด กรุงเทพมหานคร, 407 หน้า
- รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2535. **วิศวกรรมแปรรูปอาหาร : การถนอมอาหาร**. โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์. กรุงเทพมหานคร, 284 หน้า
- วรวิทย์ ตันติโกคิน และ นกมล ชาญธีระเดช. 2537. การเขียนโปรแกรมบนวินโดวส์ด้วย **Visual Basic** ภาคปฏิบัติ . บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด กรุงเทพมหานคร, 566 หน้า
- สุทธิศักดิ์ พงษ์รณานิข. 2539. **Visual Basic 4.0 Professional**. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด กรุงเทพมหานคร, 1082 หน้า
- Gurewich, N. and Gurewich, O. 1995. **teach yourself VISUAL BASIC 4 in 21 days**. Sams Publishing. Indiana. U.S.A. 895 p.
- Labuza, T.P. 1984. **Moisture Sorption : Practical Aspect of Isotherm Measurement and Use**. Minnesota:American Association of Cereal Chemists. St.Paul, 150 p.
- Leunk, H.K. 1986. Water Activity and Other Colligative Properties of Foods. In:M.R. Okos(ed). **Physical and Chemical Properties of Food**. ASAE publication. Michigan, 138-170 p.
- Potts, S. and others. 1995. **Visual Basic 4 Expert Solutions**. Que Corporation. Indianapolis. U.S.A. 649-681.
- Scott, V.N., and Bernard, D.T. 1983. Influence of Temperatrue on The Measurement of Water Activity of Food and Salt System. **J.Food Sci.** 48:552-554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

นางสาวณัฐิยา เจริญสมถวิล

เกิดเมื่อวันที่ 18 มกราคม 2517

สถานที่เกิด จังหวัด กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนสตรีมหาพฤฒาราม พ.ศ. 2535

ปริญญาตรี วทบ. (อุตสาหกรรมเกษตร)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2539

นายสมลักษณ์ เตชสมบูรณ์สุข

เกิดเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2517

สถานที่เกิด จังหวัด กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

โรงเรียนวัดสุทธิวราราม พ.ศ. 2535

ปริญญาตรี วทบ. (อุตสาหกรรมเกษตร)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2539



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้