

ภาคผนวก ก

การหาปริมาณอะไมโลส

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณอะไมโลสศึกษา โดย นำข้าวสารมาบดให้เป็นแป้ง จากนั้น นำแป้งนำไปวิเคราะห์ทางเคมี โดยวิธีการของ งามชื่น คงเสรี คือ ชั่งแป้งตัวอย่างที่ได้จากข้างต้นมา 0.1000 กรัม ในขวดแก้วปริมาตร ขนาดบรรจุ 100 มิลลิลิตร เติมเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ในแป้งตัวอย่าง เขย่าเบา ๆ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 นอร์มอล ปริมาตร 9 มิลลิลิตร บั่นกวนตัวอย่างด้วยเครื่องปั่นกระบวนแม่เหล็ก นาน 10 นาทีให้เป็นน้ำ แป้งแล้วเติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร จากนั้นเตรียมขวดปริมาตร ขนาดบรรจุ 100 มิลลิลิตร ชุดใหม่ เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร กรดเกลือเชียลอะซิติกปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลาย ไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ดูดน้ำแป้งที่เตรียมไว้ขึ้นต้น ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer (UNICAM UV 500) ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร โดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน

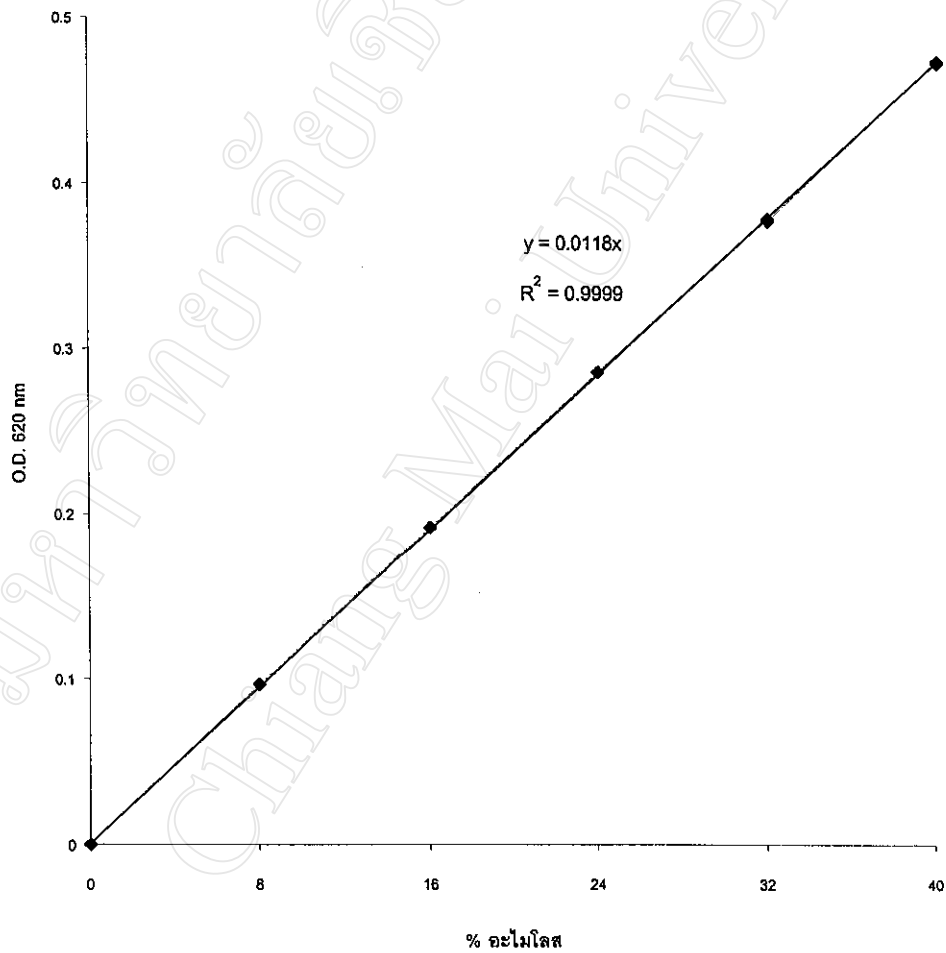
การเขียนกราฟมาตรฐาน

1. ชั่งอะไมโลส 0.040 กรัม ใส่ในขวด แก้วปริมาตร ขนาดบรรจุ 100 มิลลิลิตร ที่แห้งสนิท เติมเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นร้อยละ 95 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ในแป้งตัวอย่าง เขย่าเบา ๆ เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 2 นอร์มอล ปริมาตร 9 มิลลิลิตร บั่นกวนตัวอย่างด้วยเครื่องปั่นกระบวนแม่เหล็ก นาน 10 นาทีให้เป็นน้ำแป้งแล้วเติมน้ำกลั่นเพื่อปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร
2. เตรียมขนาดบรรจุ 100 มิลลิลิตร จำนวน 5 ขวด เติมน้ำกลั่น ขวดละ 70 มิลลิลิตร เติม กรดเกลือเชียลอะซิติกปริมาตร 0.4 มิลลิลิตร ในขวดที่ 1 , 0.8 มิลลิลิตร ในขวดที่ 2, 1.2 มิลลิลิตร ในขวดที่ 3 , 1.6 มิลลิลิตร ในขวดที่ 4 และ 2.0 มิลลิลิตร ในขวดที่ 5 ตามลำดับ แล้วเติมสารละลายไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ลงในแต่ละขวด
3. เตรียม blank โดย เติมน้ำกลั่นประมาณ 70 มิลลิลิตร กรดเกลือเชียลอะซิติกปริมาตร 2 มิลลิลิตร และสารละลาย ไอโอดีน 2 มิลลิลิตร ใน ขวดแก้วปริมาตร ขนาดบรรจุ 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร
4. ดูดสารละลายมาตรฐาน ตามข้อ 2 ปริมาตร 1 , 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตร ซึ่งเทียบเท่า ปริมาณ อะไมโลส 8 % , 16 % , 24 % , 32% และ 40% ตามลำดับ ใส่ในขวดที่เตรียมไว้ในข้อ 2 เติมน้ำ

กลั่นปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร และวัดการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร ปรับเครื่องด้วย blank ให้ค่า Absorbance เท่ากับ 0

5. เขียนกราฟ ระหว่างปริมาณ อะไมโลส กับค่าการดูดกลืนแสง

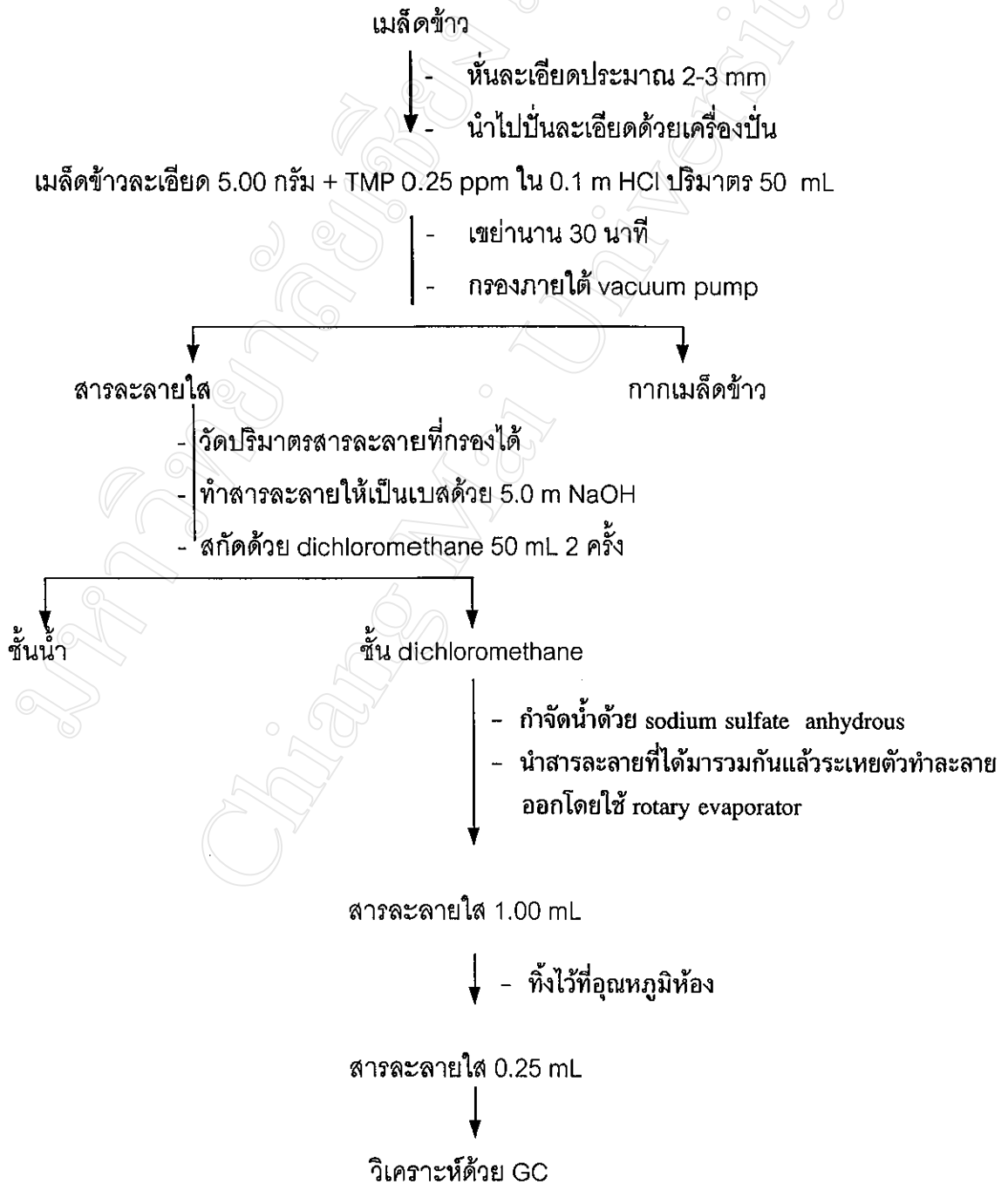
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 nm กับ ปริมาณอะไมโลส



ภาคผนวก ข

การสกัดสารหอม 2AP จากเมล็ดข้าวด้วยสารละลายกรดและการวิเคราะห์ปริมาณด้วยเทคนิค gas chromatography (GC)

วิธีการสกัดสารหอม 2AP จากเมล็ดข้าวด้วยสารละลายกรดใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.10 โมลาร์ และมีรายละเอียดขั้นตอนการสกัดแสดงดังแผนภาพ ในรูปที่ 1.



รูป 1. แผนภาพแสดงขั้นตอนการสกัดเมล็ดข้าวด้วยสารละลายกรด 0.1 M HCl

การสร้างกราฟมาตรฐาน

มีขั้นตอนดังนี้

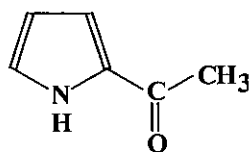
1. สังเคราะห์สารมาตรฐาน ตามวิธีดังนี้

วิธีการสังเคราะห์สารหอม 2AP และการทำให้บริสุทธิ์

การสังเคราะห์สารหอม 2AP ซึ่งเป็นสารหอมในเมล็ดข้าว เพื่อใช้เป็นสารมาตรฐานในการศึกษาปฏิกิริยากับรีเอเจนต์ ใช้หลักการสังเคราะห์เช่นเดียวกับวิธีของ Buttery และคณะ (Buttery, *et al.*, J. Agric. Food Chem., 1983, 31(4): 823) แต่ได้มีการปรับปรุงรายละเอียดของขั้นตอนการสังเคราะห์ซึ่งจะแตกต่างจากวิธีของ Buttery และคณะบางส่วน ขั้นตอนการสังเคราะห์แสดงในแผนภาพรูป 2.

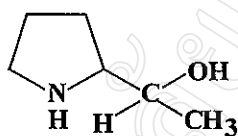
การสังเคราะห์เริ่มจากปฏิกิริยา catalytic hydrogenation ของสารตั้งต้น 2-acetylpyrrole ใช้โลหะ 5% rhodium on activated alumina เป็นคะตะลิสต์ ได้ผลผลิตเป็นสารแอลกอฮอล์ 2-(1-hydroxyethyl) pyrrolidine ให้ mass spectrum ที่มีค่า m/z 115, 100, 96, 82, 71, 70, 55, 43 และ 41 จำนวนเปอร์เซ็นต์ผลผลิตได้ 98% สารผลิตภัณฑ์แอลกอฮอล์ที่ได้ในขั้นแรกนี้นำมาทำปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อกับ silver carbonate on celite ในตัวทำละลาย toluene วิเคราะห์สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นด้วยเทคนิค gas chromatography ได้ผลผลิตมากกว่าหนึ่งองค์ประกอบ และมีสาร 2AP เป็นผลผลิตหนึ่ง ความเข้มข้นของ 2AP อยู่ในช่วง 40-65 % ของน้ำหนักสารละลาย จากนั้นทำให้บริสุทธิ์ด้วย preparative gas chromatography ที่ใช้คอลัมน์แบบ packed column ซึ่งมี stationary phase หรือ packing materials เป็น OV-1 ความบริสุทธิ์ของสารสังเคราะห์ที่ได้ทดสอบด้วยเทคนิค gas chromatography-mass spectrometry ให้ mass spectrum ให้ mass spectrum ที่มีค่า m/z 111, 96, 83, 69, 68, 55, 43 และ 41

การนำสารสังเคราะห์ 2AP มาเพื่อสร้างกราฟสารละลายมาตรฐานนั้น อาจใช้ผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้ทำให้บริสุทธิ์ โดยคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ผลผลิตของสาร 2AP จาก GC chromatogram ได้



2-acetylpyrrole (0.4116 g) + 50 mL methanol

1. Hydrogenation : - 5% Rhodium on activated alumina powder (0.556g)
2. Filtration : - to remove powder
3. Rotary evaporation : - removal of solvent



MW 115

m/z 115, 100, 96, 82, 71, 70(100),
55, 43, 41

2-(1-hydroxyethyl) pyrrolidine + stirred suspension of silver carbonate
(0.2806 g) on celite (2.036 g in 100 mL benzene)

1. Reflux : - under N_2 for 42 hr.
2. Filtration : - to remove Ag_2CO_3

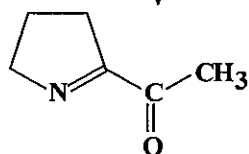
Mixture solution

Contained ~ 40 % of 2AP

Preparative GC : packed column OV-1

Collected peak at $t_r = 21.5$ Min

Other products



2AP

MW 111

m/z 111, 96, 83, 69, 68,
55, 43(100), 41

รูป 2. แผนภาพแสดงขั้นตอนวิธีการสังเคราะห์สาร 2AP

จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์ใช้ 2acetyl-1-pyrrole (2A) จำนวน 0.4116 g ได้ hydrogenation product 0.2806 g และ oxidation product มี 2AP 40.08258 %

2. เตรียมสารละลายมาตรฐาน 2AP ใน toluene (ที่ได้จากการสังเคราะห์) ที่ความเข้มข้นต่างๆ
3. เตรียมสารละลายมาตรฐานภายใน 2,4,6-trimethylpyridine (TMP) 0.25 ppm ในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์
4. สกัดสารละลายมาตรฐาน 2AP แต่ละความเข้มข้นด้วย สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 โมลาร์ที่มีสารมาตรฐานภายใน TMP 0.25 ppm ปริมาตร 50.0 mL จากข้อ 2.
5. สกัดด้วย dichloromethane ปริมาตร 50.0 mL 2 ครั้ง
6. ระเหยตัวทำละลาย dichloromethane ออกด้วยเครื่องระเหยความดันต่ำให้เหลือปริมาตร 2.0 mL
7. ตั้งทิ้งไว้ให้ตัวทำละลายระเหยไปที่อุณหภูมิห้องจนเหลือปริมาตร 0.2 mL
8. วิเคราะห์ด้วย GC ที่มีสภาวะการทดลองเป็นดังนี้

Gas chromatograph:

คอลัมน์	Quadrex007-5MS: 30 m x 0.25 mm,
	0.25 μ m film
อุณหภูมิของตัวนำสารเข้า	250 องศาเซลเซียส
โปรแกรมอุณหภูมิของคอลัมน์	
อุณหภูมิเริ่มต้น	45 องศาเซลเซียส
อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ	5 องศาเซลเซียสต่อนาที
อุณหภูมิสุดท้าย	120 องศาเซลเซียส
อัตราการไหลของก๊าซ	1 mL/min
ปริมาตรสารที่ฉีด	1 ไมโครลิตร
split ratio	20 : 1

วิธีการคำนวณ

1). ใช้ 2A 0.4116 g = 0.003776 mole

ถ้าเกิดไปเป็นผลิตภัณฑ์หมดจะได้ hydrogenation product

$$= 0.003776 \times 115 \text{ g} = 0.43425 \text{ g}$$

2). hydrogenation product ที่ได้จริง = 0.2806 g

$$0.2806/115 = 0.00244 \text{ mole}$$

คิดเป็น % yield = $(0.2806 \times 100) / 0.4342 = 64.56 \%$

3). Oxidation product

จาก hydrogenation product 0.00244 mole

จากการนำ Oxidation product ไปเช็คด้วย GC พบว่ามี 2AP อยู่ = 40.82585 %

นำ Oxidation product มาปรับปริมาตรให้ได้ 100 mL ด้วยขวดวัดปริมาตร โดยมี toluene เป็นตัวทำละลาย

$$\begin{aligned} \text{เพราะฉะนั้น จะมี 2AP อยู่} &= (0.00244 \times 40.82585) / 100 \\ &= 0.00099615 \text{ mole.} \end{aligned}$$

$$\text{ความหนาแน่นของ toluene} = 0.867 \text{ g/mL}$$

$$\text{ดังนั้น toluene 100 mL หนัก} = 100 \times 0.867 \text{ g} = 86.7 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{2AP ใน toluene ปริมาตร 100 mL จะมีความเข้มข้น} &= (0.00099615 \times 111) / 86.7 \\ &= 0.00127535 \text{ g/g} \end{aligned}$$

$$\text{เพราะฉะนั้น Stock 2AP จะมีความเข้มข้น} = 1275.35 \text{ ppm } (\mu\text{g/g})$$

$$\text{หรือ} = (0.00099615 \times 111) / 100$$

$$= 0.001105726 \text{ g/mL}$$

$$= 1105.73 \text{ ppm } (\mu\text{g/mL})$$

4). การเตรียมสารมาตรฐานเพื่อทำกราฟมาตรฐาน (ใช้ความเข้มข้นหน่วย $\mu\text{g/mL}$ ในตอนเตรียม)

เตรียมสารมาตรฐานของ 2AP ในช่วงความเข้มข้น 0.33 ถึง 7.67 ppm

ตอนที่ 1. การเตรียมสารมาตรฐานของ 2AP ในช่วงความเข้มข้น 1.0 ถึง 10 ppm

4.1) ปิเปต สารจาก Stock 2AP จำนวน 904.37 μL

$$\begin{aligned} \text{จะมีเนื้อ 2AP} &= (0.90437 \text{ mL} \times 0.001105726 \text{ g}) / 1 \text{ mL} \\ &= 999.98 \mu\text{g} \text{ ประมาณ } 1000 \mu\text{g} \end{aligned}$$

ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 mL เพื่อเตรียม stock A

$$\text{Stock A จะมีความเข้มข้น} = 1000 \mu\text{g} / 100 \text{ mL}$$

$$= 10.0 \mu\text{g/mL}$$

นำ stock A จำนวน 10 mL ไปสกัดด้วย 0.1 M HCl ที่มี TMP อยู่ 0.25 ppm จำนวน 50 mL

$$\text{ดังนั้น จะมีจำนวน 2AP อยู่ทั้งหมด} = 10.0 \mu\text{g/mL} = 100 \mu\text{g} \text{ 10 ml}$$

4.2) ปิเปตสารจาก stock A จำนวน 7.50 mL ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10.0 mL แล้วปรับปริมาตรด้วย Toluene เพื่อเตรียม stock B

$$\text{ดังนั้น stock B จะมีความเข้มข้น} = ((10.0 \mu\text{g/mL} \times 7.50 \text{ mL}) / 10 \text{ mL})$$

$$= 7.50 \mu\text{g/mL}$$

นำ stock B จำนวน 10 mL ไปสกัดด้วย 0.1 M HCl ที่มี TMP อยู่ 0.25 ppm จำนวน 50 mL

$$\text{ดังนั้น จะมีจำนวน 2AP อยู่ทั้งหมด} = 7.50 \mu\text{g/mL} \times 10 \text{ mL} = 75.0 \mu\text{g}$$

- 4.3) ปิเปตสารจาก stock A จำนวน 5.00 ml ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10.0 mL แล้วปรับปริมาตรด้วย Toluene เพื่อเตรียม stock C

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น stock C จะมีความเข้มข้น} &= ((10.0 \mu\text{g}/\text{mL} \times 5.00 \text{ mL}) / 10 \text{ mL}) \\ &= 5.00 \mu\text{g}/\text{mL} \end{aligned}$$

นำ stock C จำนวน 10 mL ไปสกัดด้วย 0.1 M HCl ที่มี TMP อยู่ 0.25 ppm จำนวน 50 mL
ดังนั้น จะมีจำนวน 2AP อยู่ทั้งหมด $= 5.00 \mu\text{g}/\text{mL} \times 10 \text{ mL} = 50.0 \mu\text{g}$

- 4.4) ปิเปตสารจาก stock A จำนวน 2.50 ml ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10.0 mL แล้วปรับปริมาตรด้วย Toluene เพื่อเตรียม stock D

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น stock D จะมีความเข้มข้น} &= ((10.0 \mu\text{g}/\text{mL} \times 2.50 \text{ mL}) / 10 \text{ mL}) \\ &= 2.50 \mu\text{g}/\text{mL} \end{aligned}$$

นำ stock D จำนวน 10 mL ไปสกัดด้วย 0.1 M HCl ที่มี TMP อยู่ 0.25 ppm จำนวน 50 mL
ดังนั้น จะมีจำนวน 2AP อยู่ทั้งหมด $= 2.50 \mu\text{g}/\text{mL} \times 10 \text{ mL} = 25.0 \mu\text{g}$

- 4.5) ปิเปตสารจาก stock A จำนวน 1.00 ml ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10.0 mL แล้วปรับปริมาตรด้วย Toluene เพื่อเตรียม stock E

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น stock E จะมีความเข้มข้น} &= ((10.0 \mu\text{g}/\text{mL} \times 1.00 \text{ mL}) / 10 \text{ mL}) \\ &= 1.00 \mu\text{g}/\text{mL} \end{aligned}$$

นำ stock E จำนวน 10 mL ไปสกัดด้วย 0.1 M HCl ที่มี TMP อยู่ 0.25 ppm จำนวน 50 mL
ดังนั้น จะมีจำนวน 2AP อยู่ทั้งหมด $= 1.00 \mu\text{g}/\text{mL} \times 10 \text{ mL} = 10.0 \mu\text{g}$

จะได้อัตราส่วนน้ำหนักของ 2AP (μg) ต่อน้ำหนักของ TMP (μg) ดังตารางด้านล่างนี้

Samples	ปริมาณ 2AP (μg) ที่อยู่ในชั้นกรด 48 mL	อัตราส่วนน้ำหนักของ 2AP/TMP
Stock A	$((100.0 \times 48)/50) = 96$	$96/12 = 8.0$
Stock B	$((75.0 \times 48)/50) = 72$	$72/12 = 6.0$
Stock C	$((50.0 \times 48)/50) = 48$	$48/12 = 4.0$
Stock D	$((25.0 \times 48)/50) = 24$	$24/12 = 2.0$
Stock E	$((10.0 \times 48)/50) = 9.6$	$9.6/12 = 0.8$

ตอนที่ 2. การเตรียมสารมาตรฐานของ 2AP ในช่วงความเข้มข้น 0.031 ถึง 0.613 ppm

4.6) ปิเปต สารจาก Stock 2AP จำนวน 69.35 μL .

$$\begin{aligned}\text{จะมีเนื้อ 2AP} &= (0.06935 \text{ mL} \times 0.001105726 \text{ g})/1 \text{ mL} \\ &= 7.668 \times 10^{-5} \text{ g} \text{ ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด } 100\end{aligned}$$

mL เพื่อเตรียม stock F

$$\begin{aligned}\text{Stock F จะมีความเข้มข้น} &= 7.668 \times 10^{-5} \text{ g}/10.00 \text{ mL} \\ &= 7.668 \times 10^{-7} \text{ g/mL} \\ &= 0.7668 \mu\text{g/mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{นำ stock F จำนวน } 10 \text{ mL} \text{ ไปสกัดด้วย } 0.1 \text{ M HCl} \text{ ที่มี TMP อยู่ } 0.25 \text{ ppm} \text{ จำนวน } 50 \text{ mL} \\ \text{ดังนั้น จะมีจำนวน 2AP อยู่ทั้งหมด} &= 0.7668 \mu\text{g/mL} \times 10 \text{ mL} \\ &= 7.668 \mu\text{g}\end{aligned}$$

4.7) ปิเปตสารจาก stock F จำนวน 5.00 mL ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10.0 mL แล้วปรับปริมาตรด้วย Toluene เพื่อเตรียม stock G

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น stock G จะมีความเข้มข้น} &= ((0.7668 \mu\text{g/mL} \times 5.00 \text{ mL})/10 \text{ mL}) \\ &= 0.3834 \mu\text{g/mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{นำ stock G จำนวน } 10 \text{ mL} \text{ ไปสกัดด้วย } 0.1 \text{ M HCl} \text{ ที่มี TMP อยู่ } 0.25 \text{ ppm} \text{ จำนวน } 50 \text{ mL} \\ \text{ดังนั้น จะมีจำนวน 2AP อยู่ทั้งหมด} &= 0.3834 \mu\text{g/mL} \times 10 \text{ mL} \\ &= 3.834 \mu\text{g}\end{aligned}$$

4.8) ปิเปตสารจาก stock F จำนวน 2.50 mL ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10.0 mL แล้วปรับปริมาตรด้วย Toluene เพื่อเตรียม stock H

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น stock H จะมีความเข้มข้น} &= ((0.7668 \mu\text{g/mL} \times 2.50 \text{ mL})/10 \text{ mL}) \\ &= 0.1917 \mu\text{g/mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{นำ stock H จำนวน } 10 \text{ mL} \text{ ไปสกัดด้วย } 0.1 \text{ M HCl} \text{ ที่มี TMP อยู่ } 0.25 \text{ ppm} \text{ จำนวน } 50 \text{ mL} \\ \text{ดังนั้น จะมีจำนวน 2AP อยู่ทั้งหมด} &= 0.1917 \mu\text{g/mL} \times 10 \text{ mL} \\ &= 1.917 \mu\text{g}\end{aligned}$$

4.9) ปิเปตสารจาก stock F จำนวน 1.00 mL ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10.0 mL แล้วปรับปริมาตรด้วย Toluene เพื่อเตรียม stock I

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น stock I จะมีความเข้มข้น} &= ((0.7668 \mu\text{g/mL} \times 1.00 \text{ mL})/10 \text{ mL}) \\ &= 0.0767 \mu\text{g/mL}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{นำ stock I จำนวน } 10 \text{ mL} \text{ ไปสกัดด้วย } 0.1 \text{ M HCl} \text{ ที่มี TMP อยู่ } 0.25 \text{ ppm} \text{ จำนวน } 50 \text{ mL} \\ \text{ดังนั้น จะมีจำนวน 2AP อยู่ทั้งหมด} &= 0.0767 \mu\text{g/mL} \times 10 \text{ mL} \\ &= 0.767 \mu\text{g}\end{aligned}$$

4.10) ปิเปตสารจาก stock F จำนวน 0.50 mL ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10.0 mL แล้วปรับปริมาตรด้วย Toluene เพื่อเตรียม stock J

$$\text{ดังนั้น stock J จะมีความเข้มข้น} = ((0.7668 \mu\text{g/mL} \times 0.50 \text{ mL})/10 \text{ mL})$$

$$= 0.0383 \mu\text{g/mL}$$

นำ stock J จำนวน 10 mL ไปสกัดด้วย 0.1 m HCl ที่มี TMP อยู่ 0.25 ppm จำนวน 50 mL

ดังนั้น จะมีจำนวน 2AP อยู่ทั้งหมด $= 0.0383 \mu\text{g/mL} \times 10 \text{ mL}$

$$= 0.383 \mu\text{g}$$

- 5). ใช้ 0.1 mHCl + TMP 0.25 ppm จำนวน 50.0 mL ในการสกัดแต่ละครั้งดังนั้น

เมื่อทำการสกัดโดยการเขย่าด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 30 นาที

นำสารละลายทั้งหมดแยกโดยใช้กรวยแยก จะได้สารละลายชั้นกรดอยู่ด้านล่าง

นำสารละลายชั้นกรดที่แยกได้ไปวัดปริมาตรด้วยกระบอกตวงก่อนที่จะทำการสกัดด้วย CH_2Cl_2 ต่อไป

ปริมาตรของชั้นกรดก่อนที่จะสกัดด้วย CH_2Cl_2 จะเท่ากับ 48.0 mL เท่ากันทุกครั้ง

เพราะฉะนั้นในกรด 48 mL จะมี TMP อยู่ $= (0.25 \mu\text{g} \times 48 \text{ mL})/\text{mL}$

$$= 12 \mu\text{g}$$

ดังนั้นจะได้อัตราส่วนน้ำหนักของ 2AP (μg) ต่อน้ำหนักของ TMP (μg) ดังตารางด้านล่างนี้

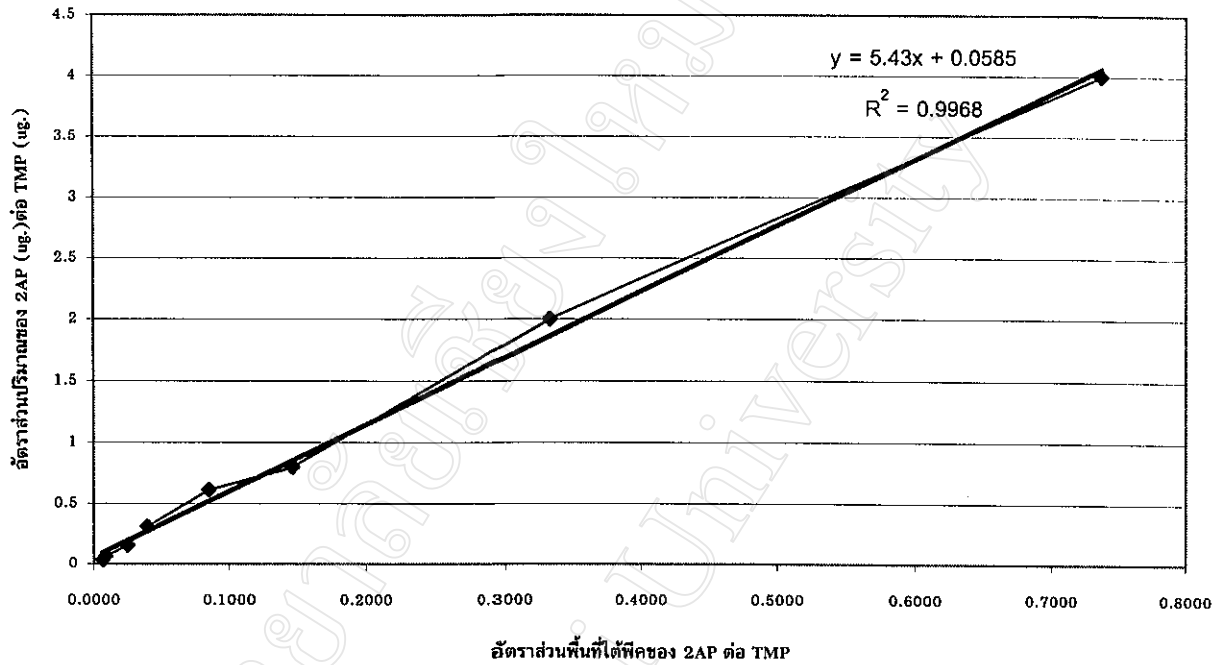
Samples	ปริมาณ 2AP (μg) ที่อยู่ในชั้นกรด 48 mL	อัตราส่วนน้ำหนักของ 2AP /TMP
Stock A	$((7.668 \times 48)/50) = 7.361$	$7.361/12 = 0.613$
Stock B	$((3.834 \times 48)/50) = 3.681$	$3.681/12 = 0.307$
Stock C	$((1.917 \times 48)/50) = 1.840$	$1.840/12 = 0.153$
Stock D	$((0.767 \times 48)/50) = 0.736$	$0.736/12 = 0.061$
Stock E	$((0.383 \times 48)/50) = 0.367$	$0.367/12 = 0.031$

8. จาก chromatograms ของสารละลายผสมมาตรฐาน หาอัตราส่วนพื้นที่ใต้พีคของสารมาตรฐาน 2AP/TMP ได้ค่าแสดงในตาราง 1.

ตาราง 1. อัตราส่วนของพื้นที่ที่ได้พืชของสารมาตรฐาน 2AP/TMP ที่ความเข้มข้นต่างๆ ของสารมาตรฐาน 2AP

อัตราส่วนน้ำหนัก 2AP/TMP	อัตราส่วนพื้นที่ที่ได้พืช 2AP/TMP				
	ครั้งที่	Area 2AP	Area TMP	Area 2AP/TMP	Area 2AP/TMP เฉลี่ย
0.031	1	0.2063	31.9689	0.0065	0.0068
	2	0.4718	68.6579	0.0069	
	3	0.5537	78.9942	0.0070	
0.061	1	0.2814	36.9355	0.0076	0.0087
	2	0.3117	36.1706	0.0086	
	3	0.4209	43.0015	0.0098	
0.153	1	0.7534	31.7397	0.0237	0.0247
	2	0.7320	29.4097	0.0249	
	3	0.9619	37.6251	0.0256	
0.307	1	1.3619	34.9279	0.0390	0.0395
	2	1.6763	41.4911	0.0404	
	3	1.3929	35.6033	0.0391	
0.613	1	2.7885	32.5892	0.0856	0.0853
	2	3.0637	36.2871	0.0844	
	3	4.9303	57.4214	0.0859	
0.800	1	7.4024	49.8168	0.1486	0.1462
	2	6.7657	47.1708	0.1434	
	3	5.2461	35.7583	0.1467	
2.0	1	15.3463	45.4833	0.3374	0.3324
	2	18.0114	53.7420	0.3351	
	3	13.3545	41.1544	0.3245	
4.0	1	23.7836	31.4080	0.7572	0.7372
	2	37.8759	52.9533	0.7153	
	3	20.9573	28.3600	0.7390	
6.0	1	39.5353	31.9206	1.2386	1.2527
	2	42.6001	32.6645	1.3042	
	3	66.0438	54.3430	1.2153	
8.0	1	51.9724	30.7181	1.6919	1.6968
	2	28.7735	16.9098	1.7016	
	3	39.6429	23.3611	1.6970	

เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนพื้นที่ได้ฟีกของ 2AP/TMP กับอัตราส่วนน้ำหนัก 2AP/TMP จะได้กราฟสารละลายมาตรฐาน ดังรูป 3.



รูป 3. กราฟสารละลายมาตรฐาน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนพื้นที่ได้ฟีกของ 2AP/TMP กับอัตราส่วนน้ำหนัก 2AP/TMP

6) วิธีการคำนวณปริมาณ 2AP ในข้าว

จากอัตราส่วนพื้นที่ได้ฟีกของ 2AP/TMP ของสารตัวอย่างเราสามารถคำนวณปริมาณของ 2AP ได้ ดังนี้

$$\text{ปริมาณของ 2AP ในข้าวตัวอย่าง} = \frac{(((Y*5.43)+0.0585)*(M*0.25))*N}{M/S}$$

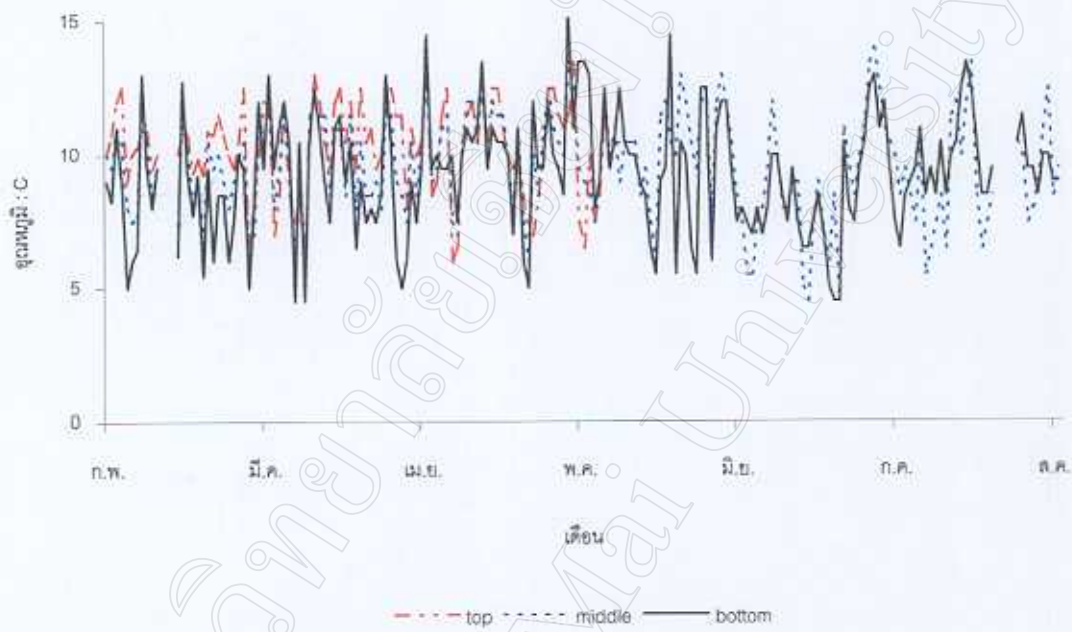
เมื่อ

- | | | |
|---|-----|---------------------------------------------------------------|
| Y | คือ | อัตราส่วนพื้นที่ได้ฟีกของ 2AP/TMP ของข้าวตัวอย่าง |
| M | คือ | ปริมาณ 0.1 m HCl + 0.25 ppm. TMP ที่กรองได้ (ml.) |
| N | คือ | ปริมาณ 0.1 m HCl + 0.25 ppm. TMP ทั้งหมดที่ใช้ในการสกัด (ml.) |
| S | คือ | น้ำหนักของข้าวตัวอย่าง (g.) |

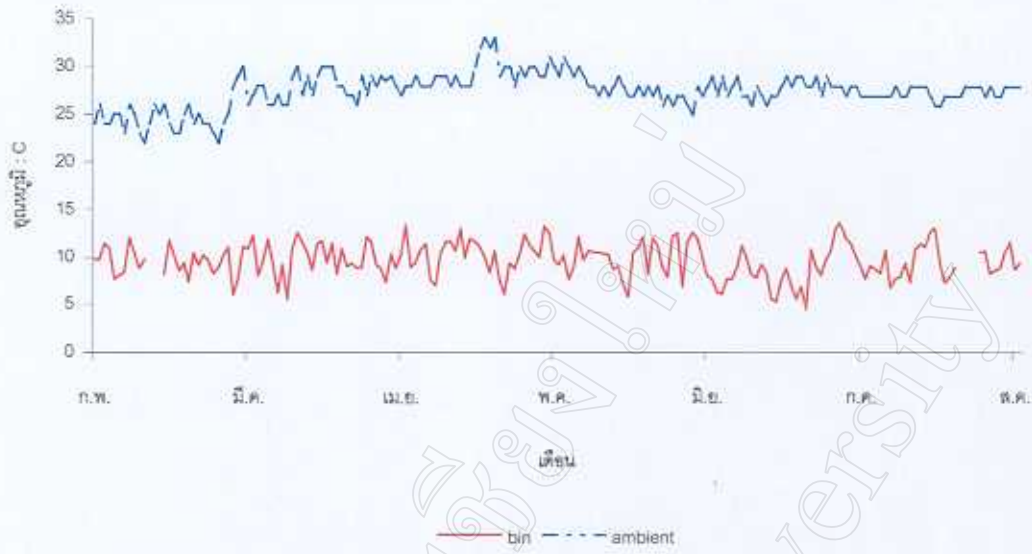
ภาคผนวก ค

การกระจายของอุณหภูมิภายในถังเก็บแต่ละถัง

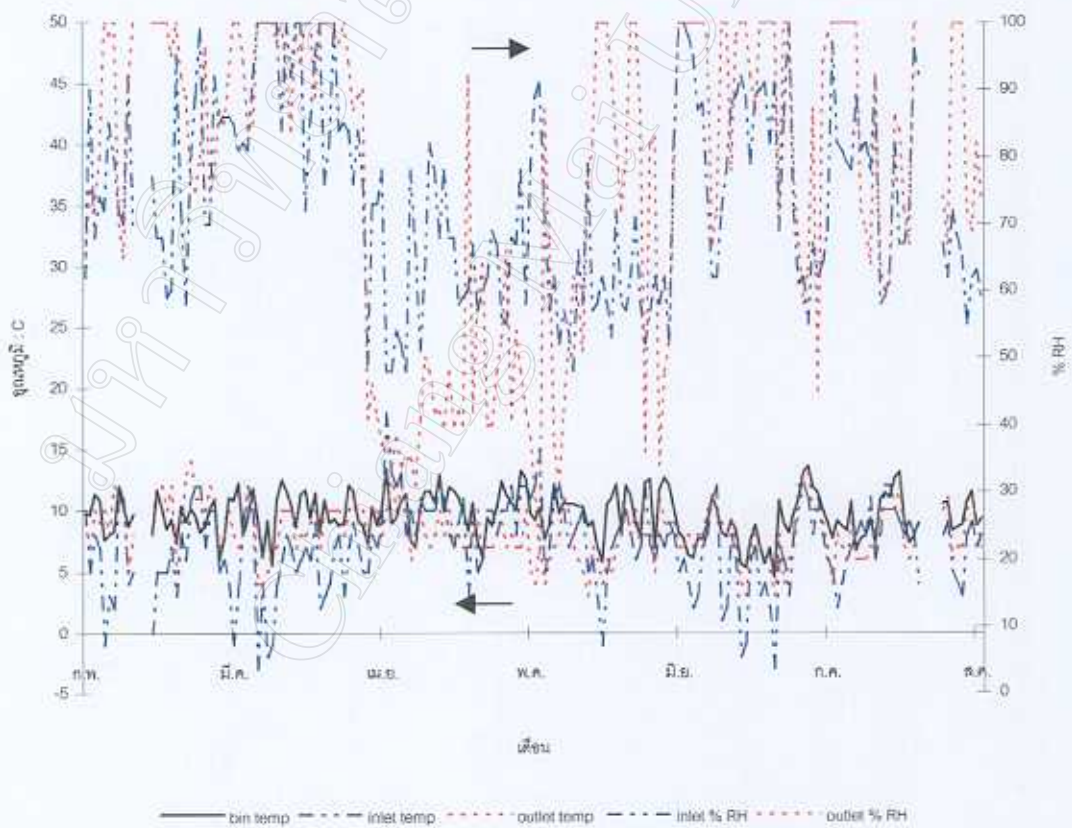
1. การกระจายของอุณหภูมิภายในถัง 10R1



รูปที่ 1.1 อุณหภูมิของข้าวเปลือกส่วนบน, ส่วนกลาง และส่วนล่าง ภายในถัง 10R1
หมายเหตุ ส่วนบนของถังเก็บตั้งแต่วันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2545

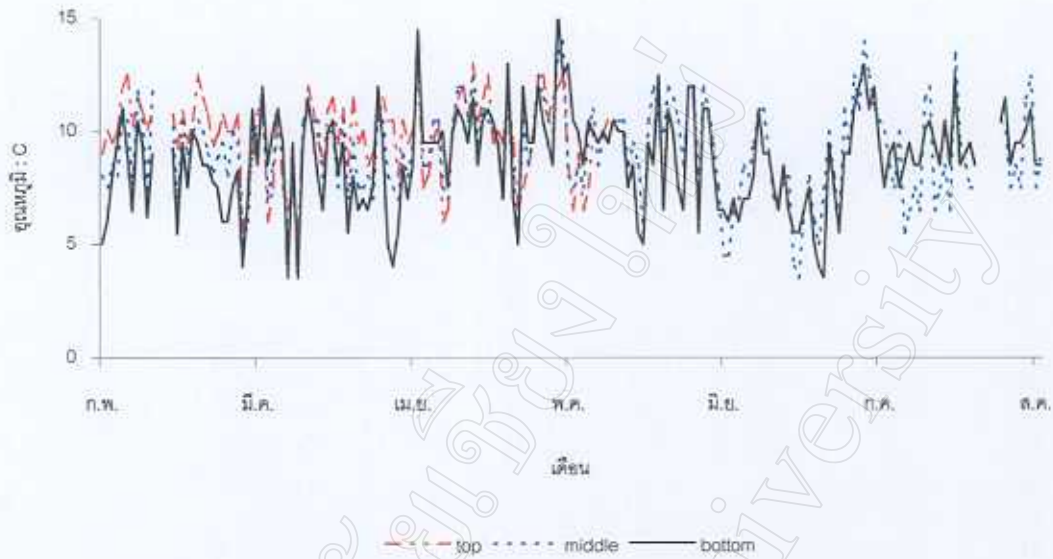


รูปที่ 1.2 อุณหภูมิเฉลี่ยของข้าวเปลือกภายในถัง 10R1 กับ อากาศแวดล้อม



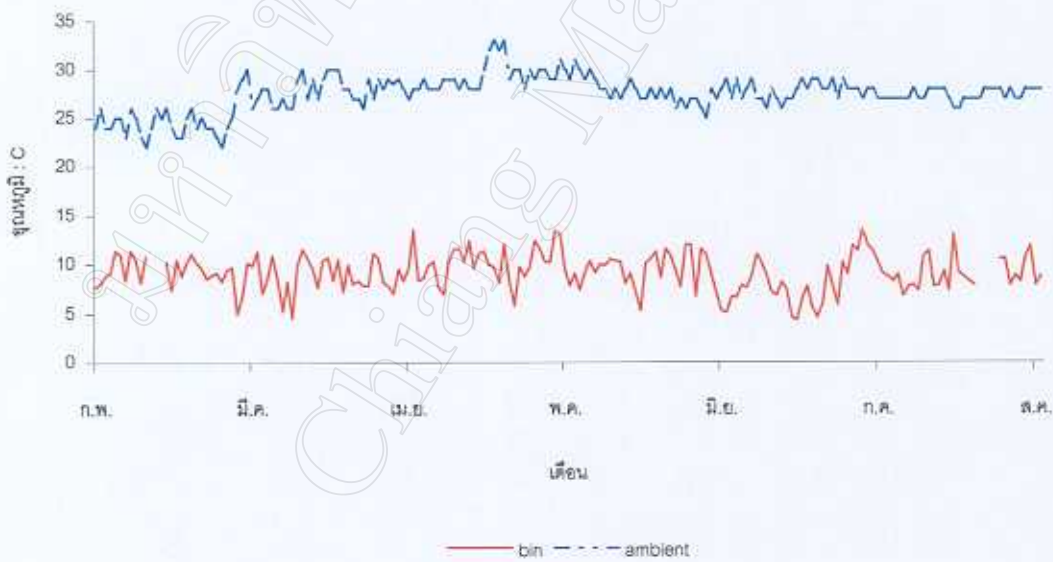
รูปที่ 1.3 อุณหภูมิเฉลี่ยข้าวเปลือกภายในถัง 10R1 อุณหภูมิอากาศขาเข้า-ขาออก และ ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า - ขาออก

2. การกระจายของอุณหภูมิภายในถัง 10R2

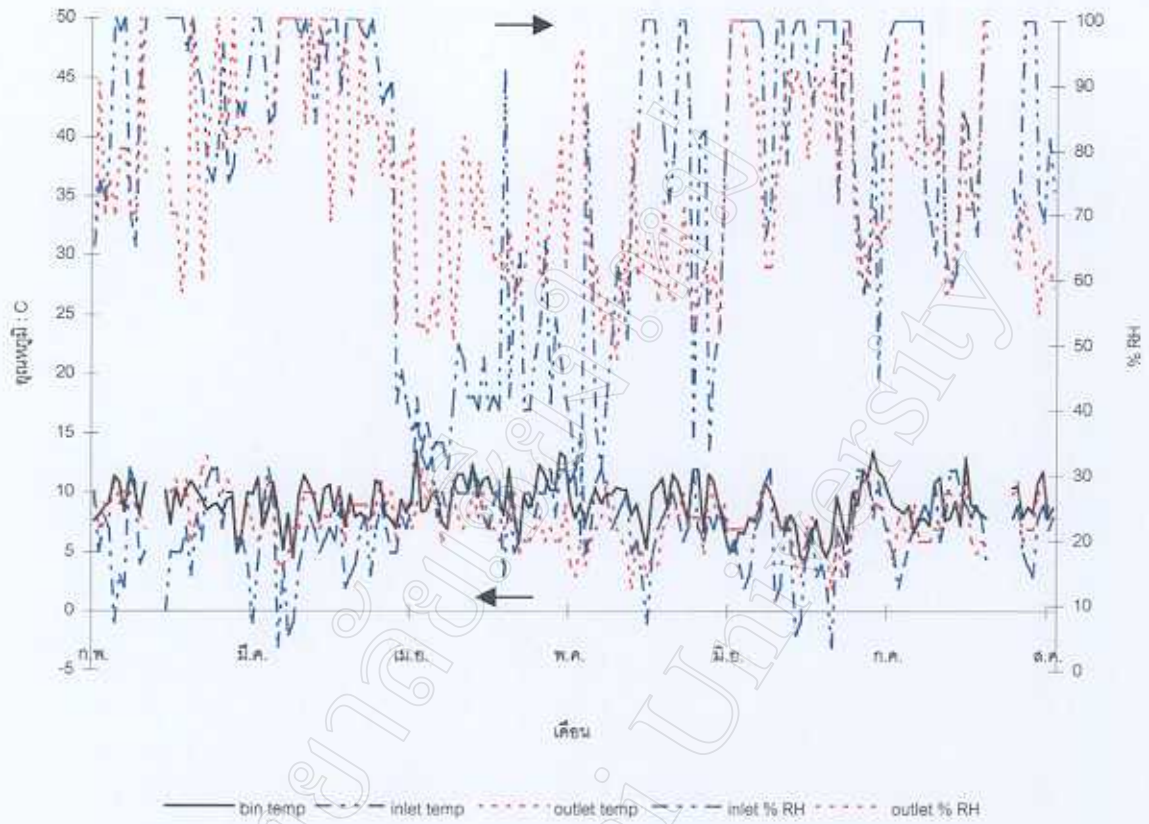


รูปที่ 2.1 อุณหภูมิของข้าวเปลือกส่วนบน ,ส่วนกลาง และส่วนล่าง ภายในถัง 10R2

หมายเหตุ ส่วนบนของถังเก็บตั้งแต่วันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2545

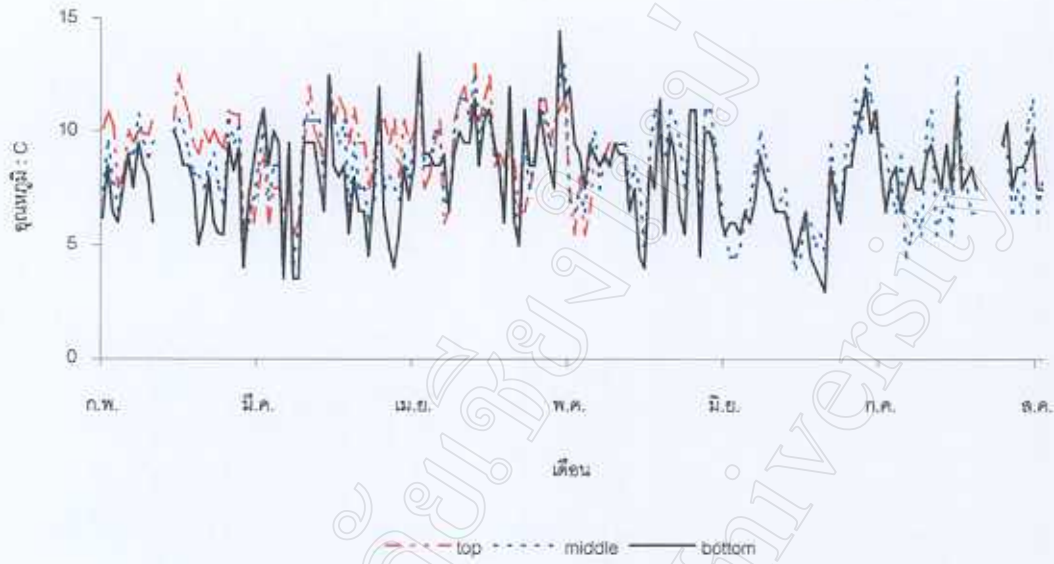


รูปที่ 2.2 อุณหภูมิเฉลี่ยของข้าวเปลือกภายในถัง 10R2 กับ อากาศแวดล้อม

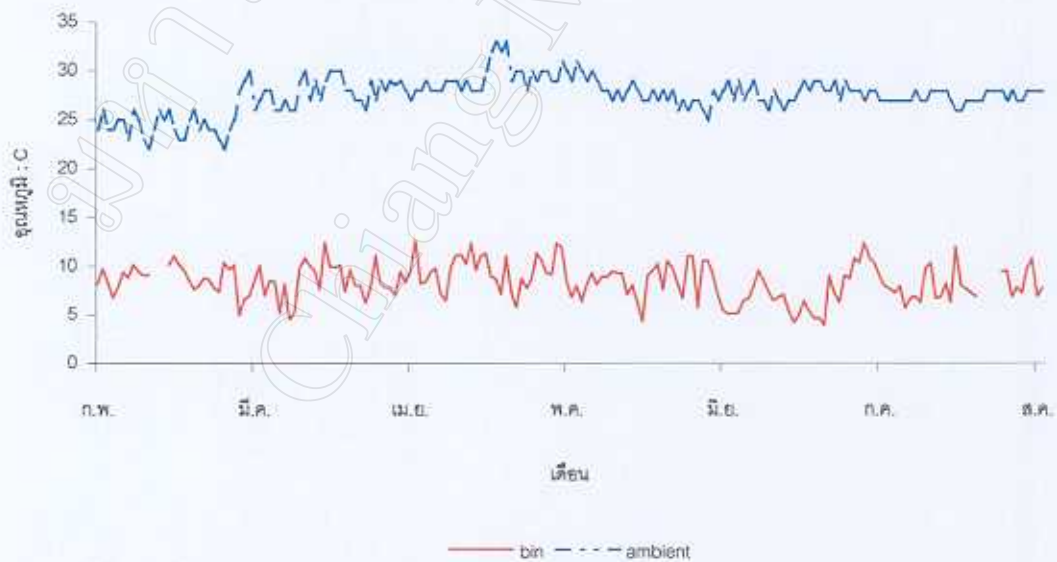


รูปที่ 2.3 อุณหภูมิเฉลี่ยข้าวเปลือกภายในถัง 10R2 อุณหภูมิอากาศขาเข้า-ขาออก และ ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า - ขาออก

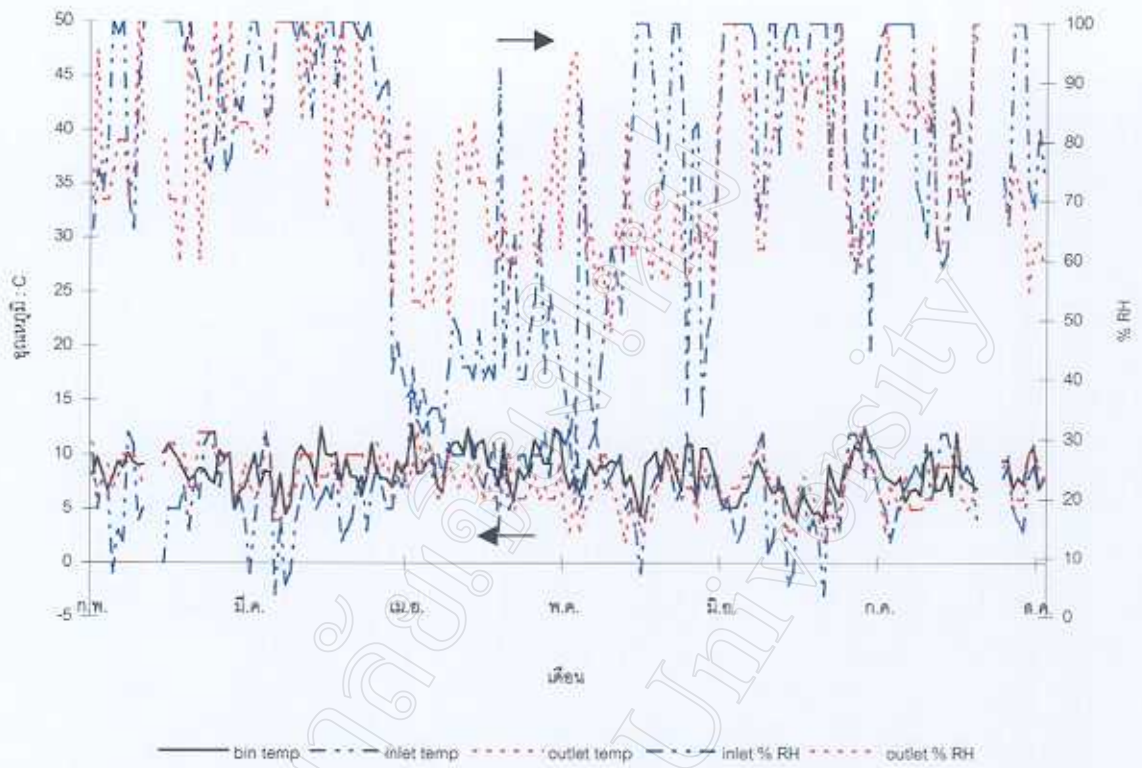
3 การกระจายของอุณหภูมิภายในถัง 10R3



รูปที่ 3.1 อุณหภูมิของข้าวเปลือกส่วนบน ,ส่วนกลาง และส่วนล่าง ภายในถัง 10R3
หมายเหตุ ส่วนบนของถังเก็บถึงวันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2545

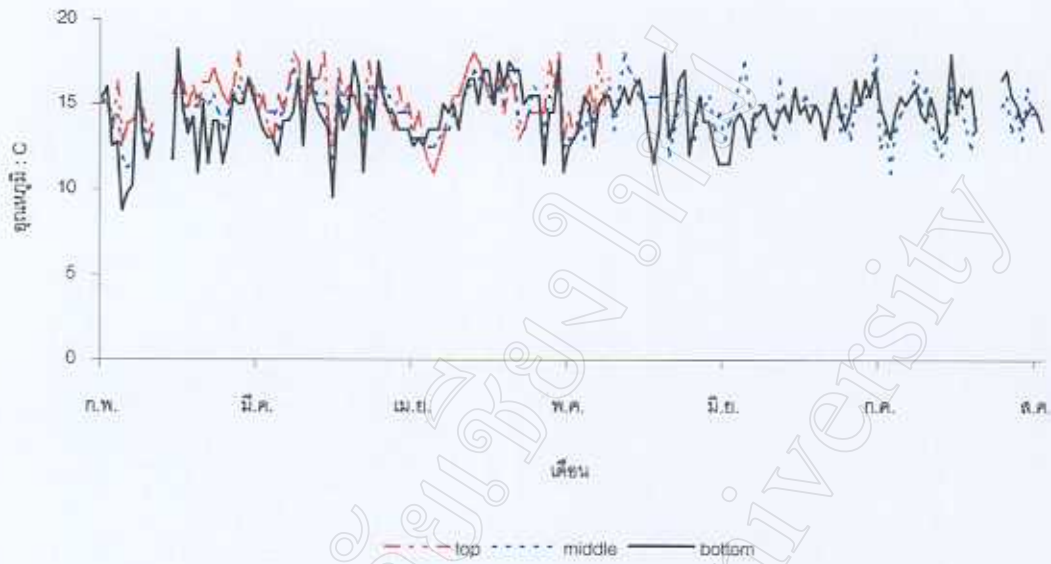


รูปที่ 3.2 อุณหภูมิเฉลี่ยของข้าวเปลือกภายในถัง 10R3 กับ อากาศแวดล้อม



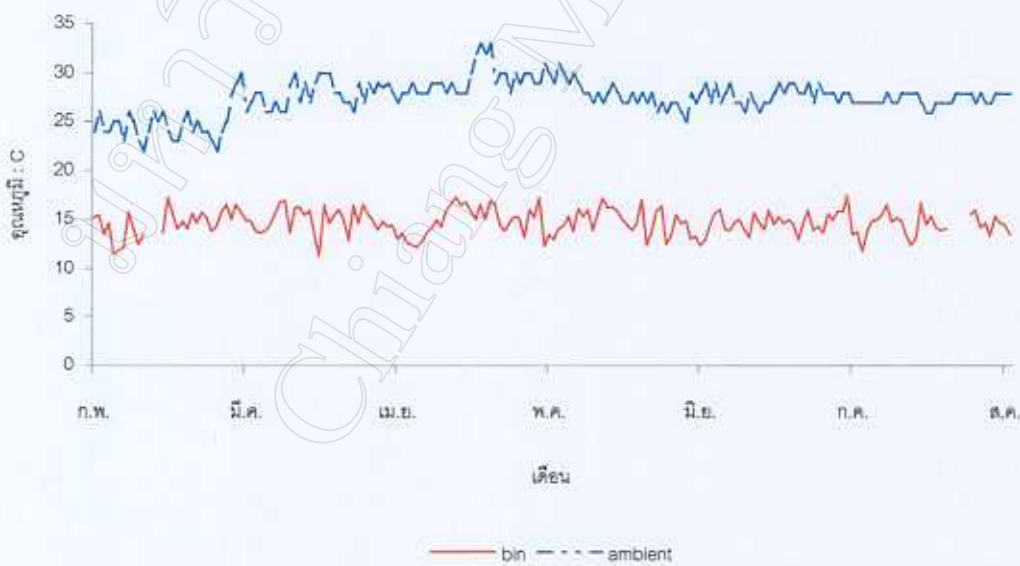
รูปที่ 3.3 อุณหภูมิเฉลี่ยข้าวเปลือกภายในถัง 10R3 อุณหภูมิอากาศเข้า-ขาออก และ ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้า - ขาออก

4 การกระจายของอุณหภูมิภายในถัง 15R1

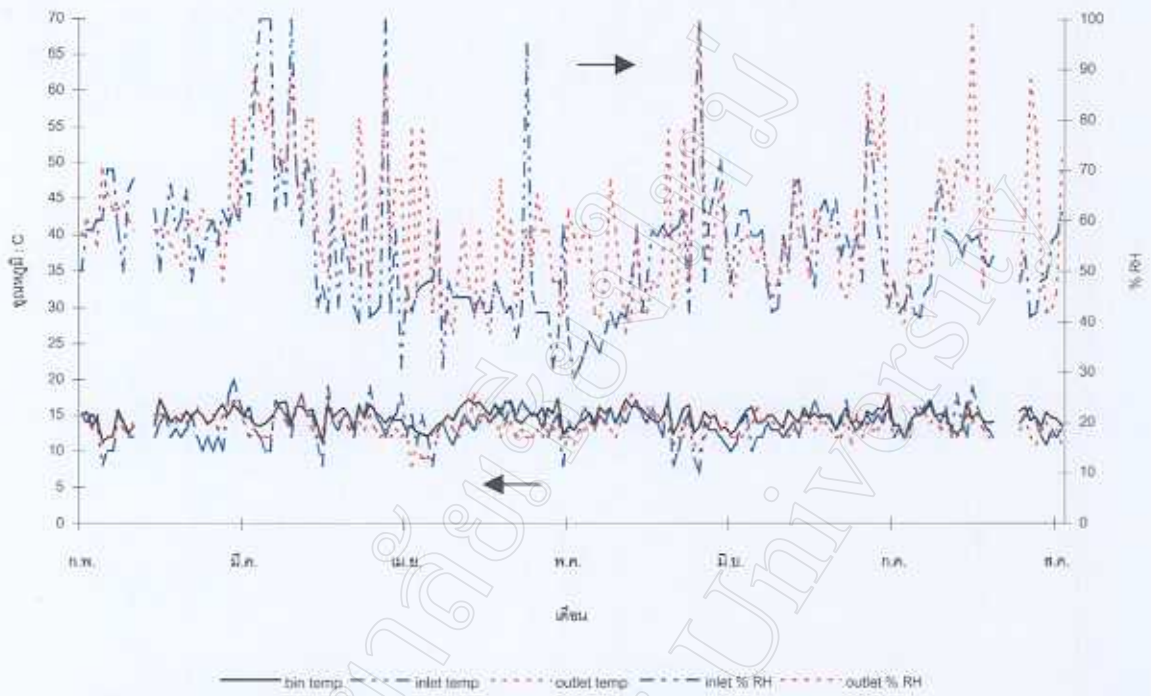


รูปที่ 4.1 อุณหภูมิของข้าวเปลือกส่วนบน ,ส่วนกลาง และส่วนล่าง ภายในถัง 15R1

หมายเหตุ ส่วนบนของถังเก็บตั้งวันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2545

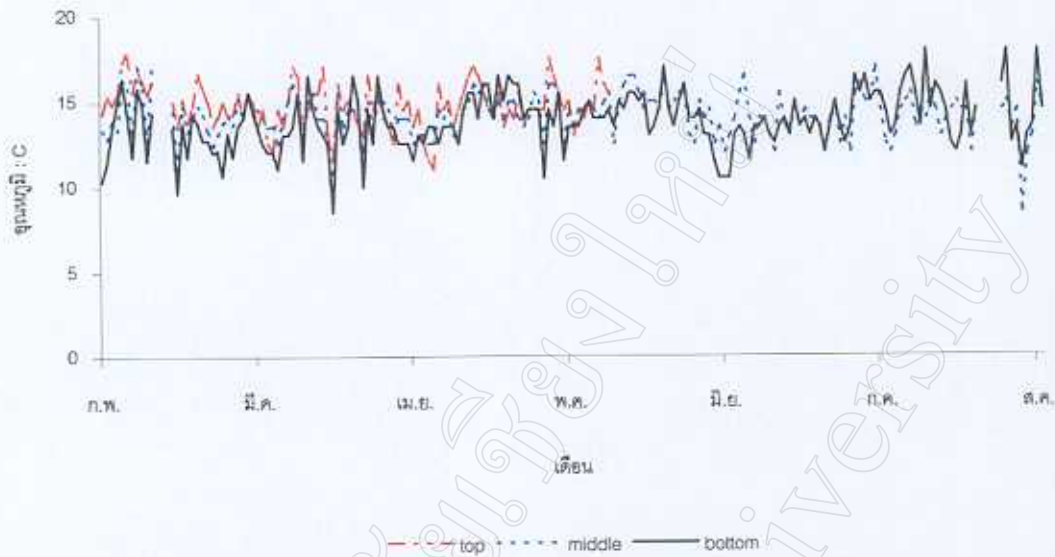


รูปที่ 4.2 อุณหภูมิเฉลี่ยของข้าวเปลือกภายในถัง 15R1 กับ อากาศแวดล้อม

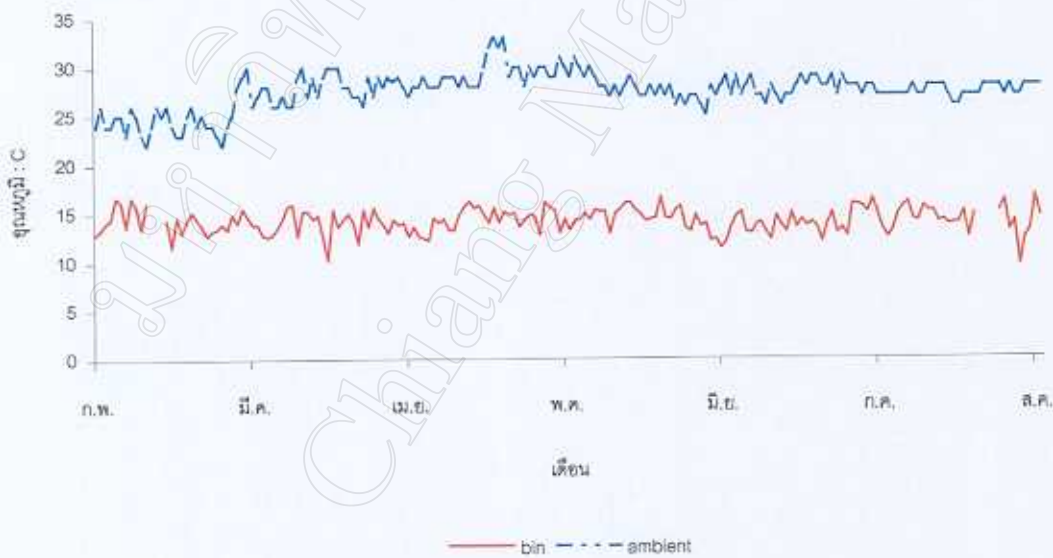


รูปที่ 4.3 อุณหภูมิเฉลี่ยข้างเปลือกภายในถัง 15R1 อุณหภูมิอากาศขาเข้า-ขาออก และ ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า-ขาออก

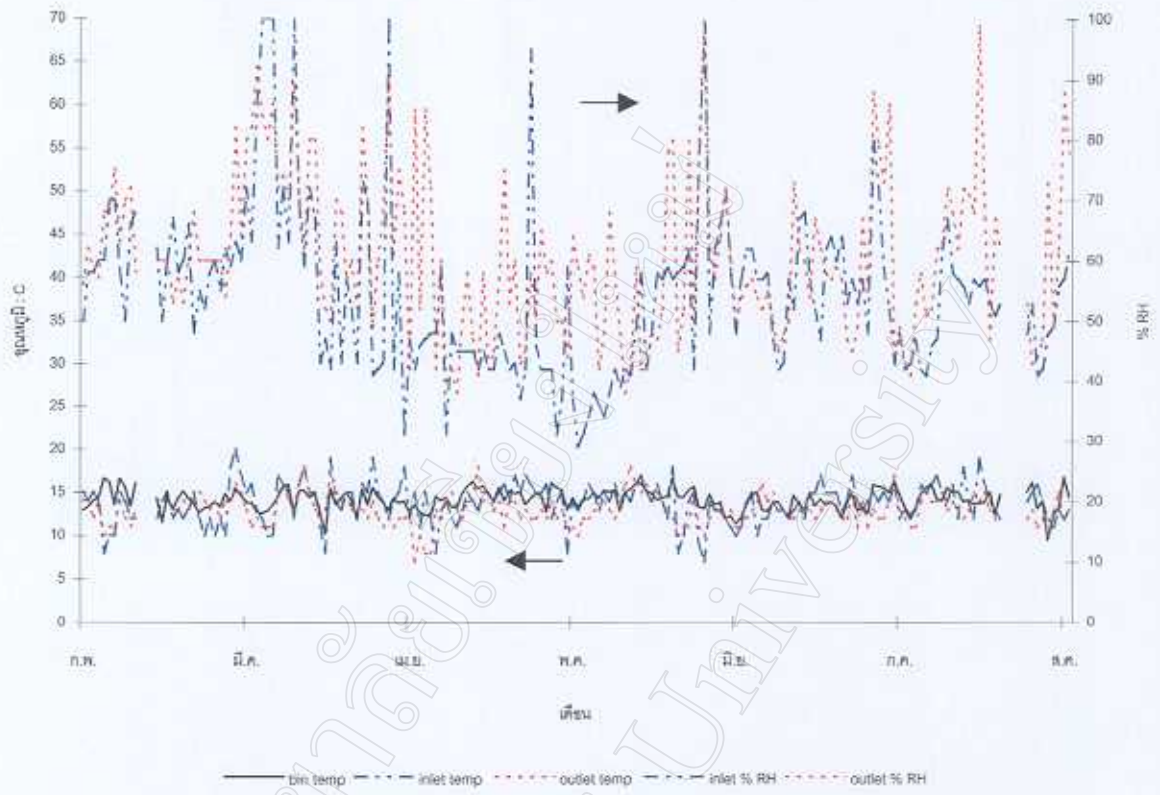
5 การกระจายของอุณหภูมิภายในถัง 15R2



รูปที่ 5.1 อุณหภูมิของข้าวเปลือกส่วนบน, ส่วนกลาง และส่วนล่าง ภายในถัง 15R2
หมายเหตุ ส่วนบนของถังเก็บถึงวันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2545

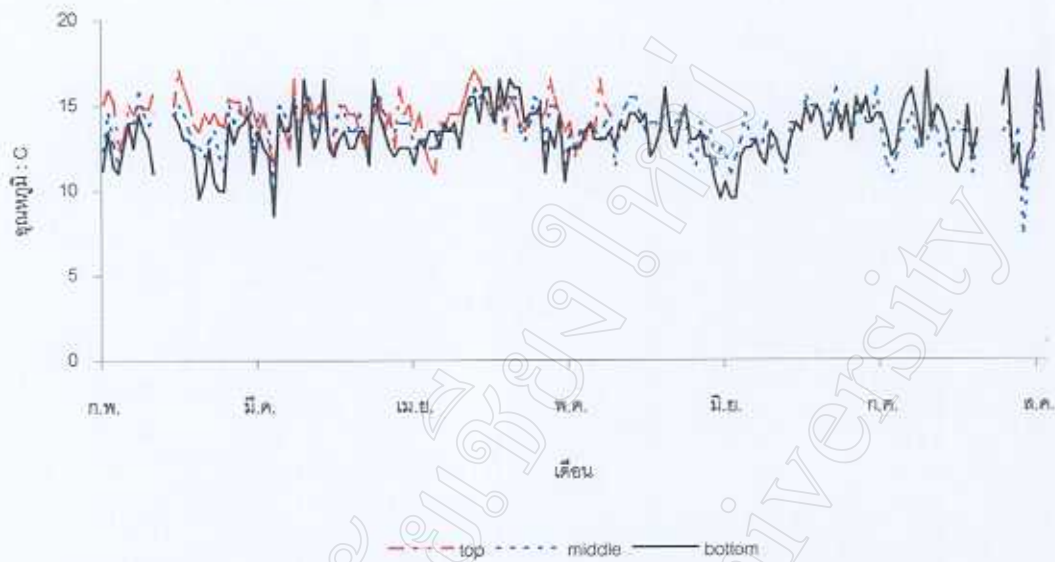


รูปที่ 5.2 อุณหภูมิเฉลี่ยของข้าวเปลือกภายในถัง 15R2 กับ อากาศแวดล้อม

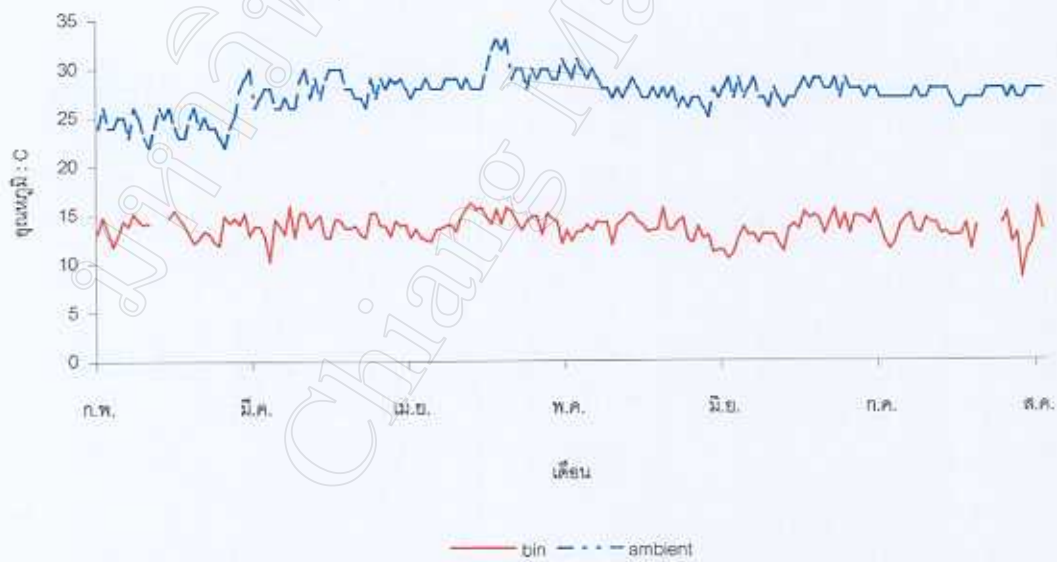


รูปที่ 5.3 อุณหภูมิเฉลี่ยข้างเปลือกภายในถึง 15R2 อุณหภูมิอากาศขาเข้า-ขาออก และ ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า - ขาออก

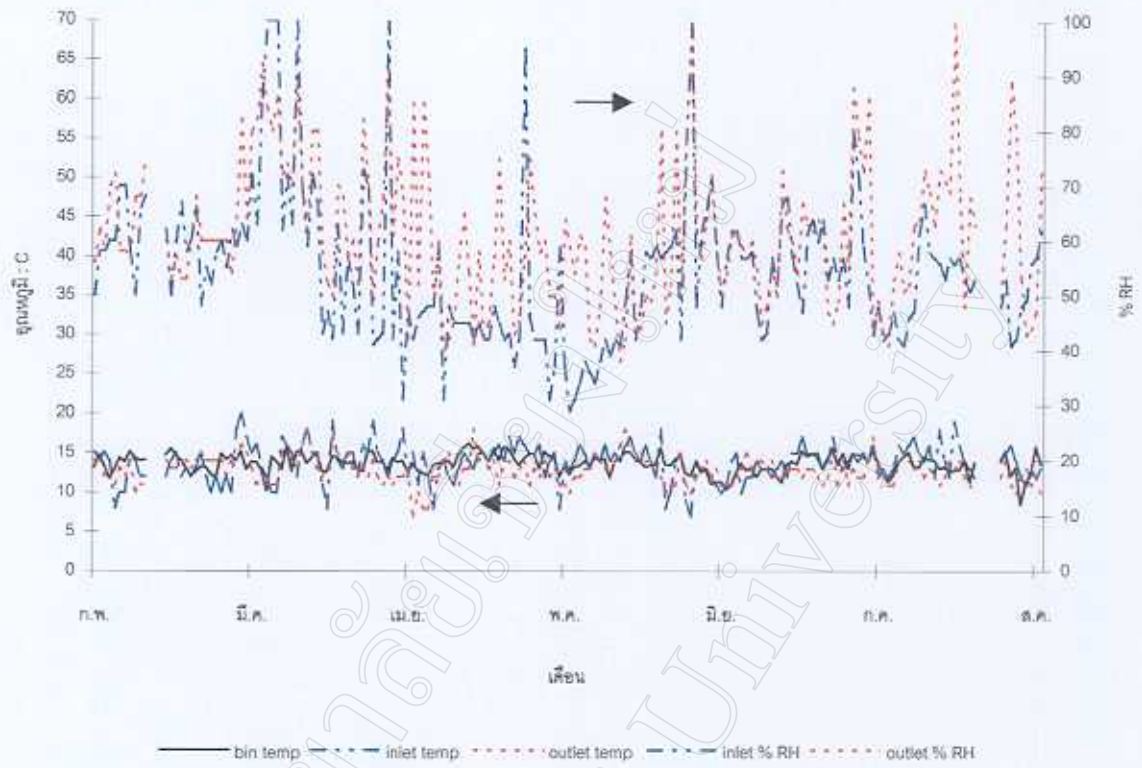
6 การกระจายของอุณหภูมิภายในถัง 15R3



รูปที่ 6.1 อุณหภูมิของข้าวเปลือกส่วนบน, ส่วนกลาง และส่วนล่าง ภายในถัง 15R3
หมายเหตุ ส่วนบนของถังเก็บตั้งวันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2545

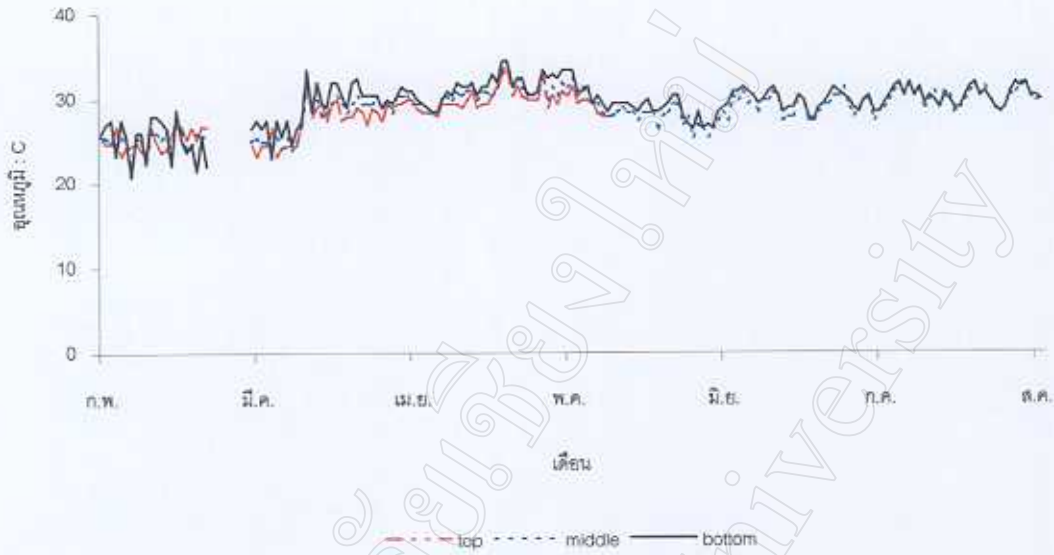


รูปที่ 6.2 อุณหภูมิเฉลี่ยของข้าวเปลือกภายในถัง 15R3 กับ อากาศแวดล้อม

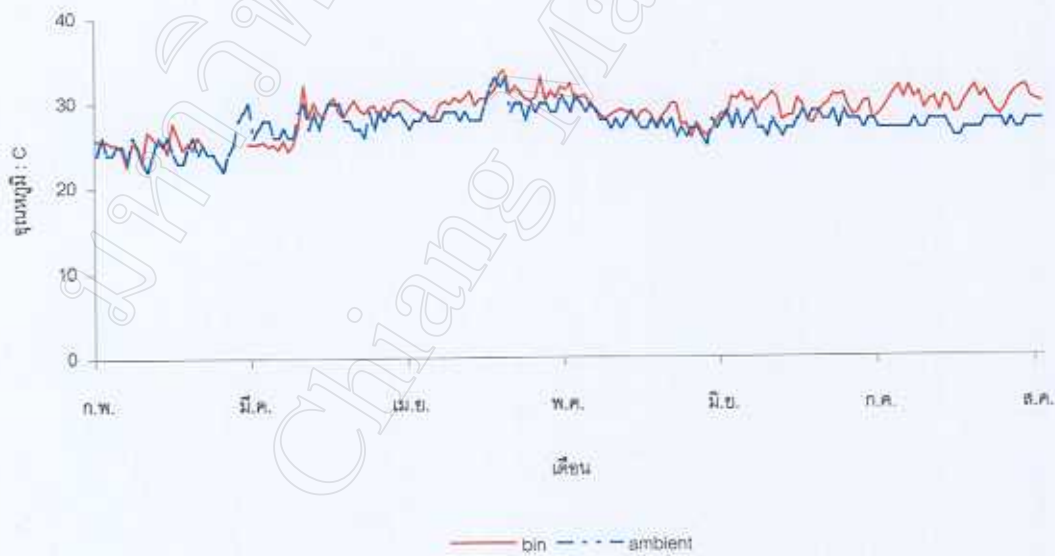


รูปที่ 6.3 อุณหภูมิเฉลี่ยข้าวเปลือกภายในถัง 15R3 อุณหภูมิอากาศขาเข้า-ขาออก และ ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า-ขาออก

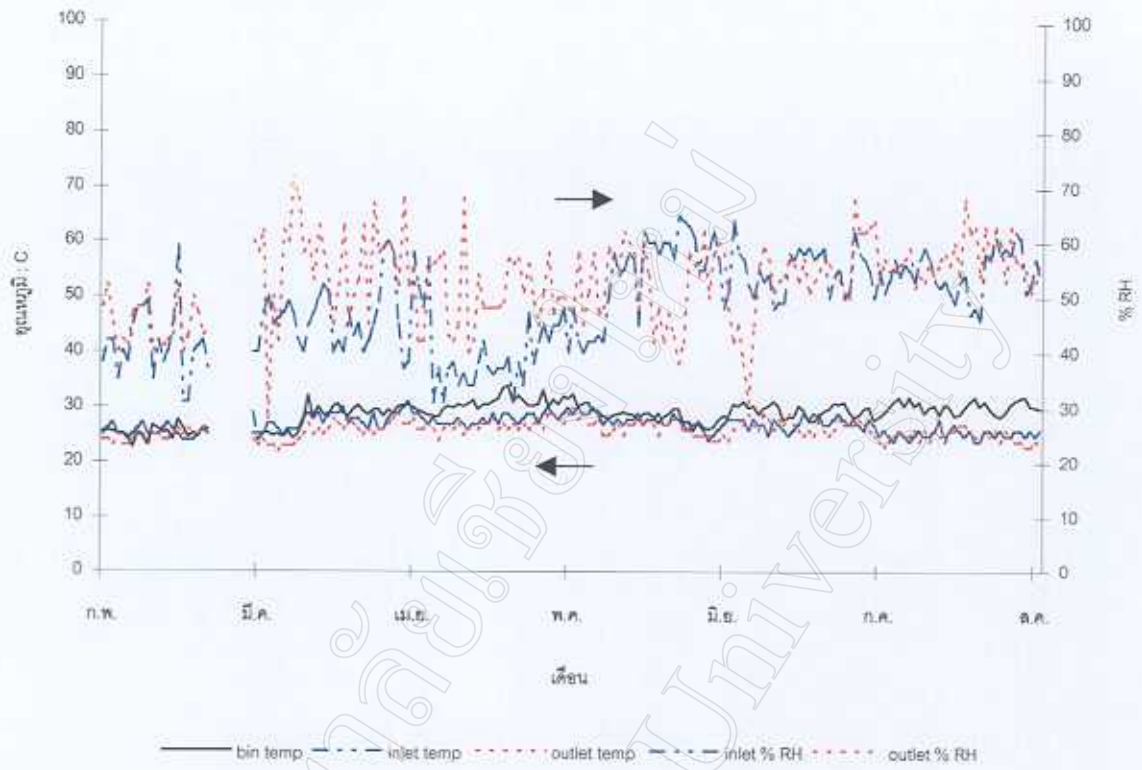
7 การกระจายของอุณหภูมิภายในถัง CR1



รูปที่ 7.1 อุณหภูมิของข้าวเปลือกส่วนบน, ส่วนกลาง และส่วนล่าง ภายในถัง CR1
หมายเหตุ ส่วนบนของถังเก็บตั้งแต่วันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2545

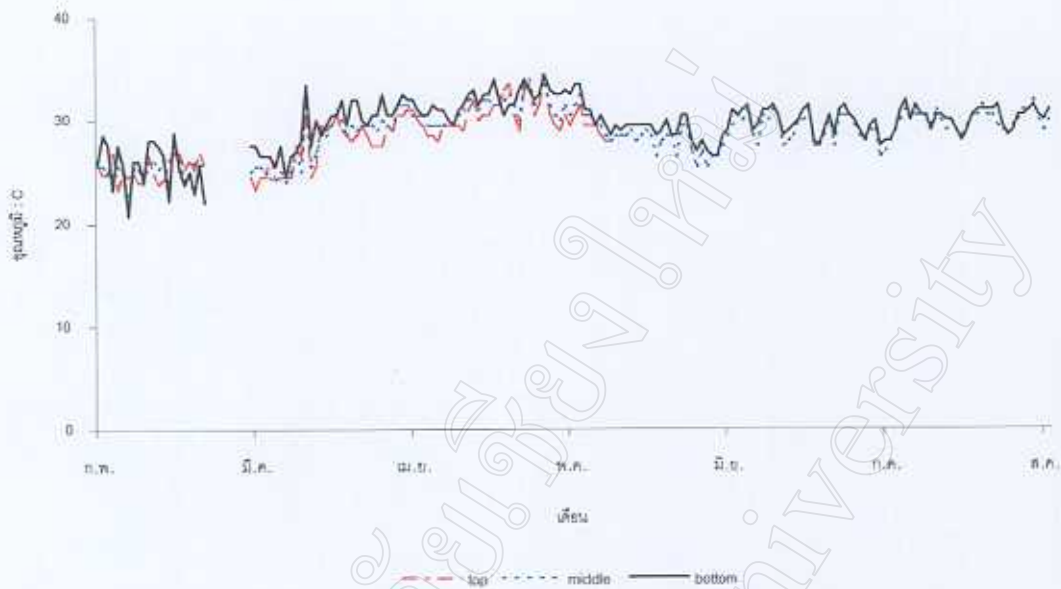


รูปที่ 7.2 อุณหภูมิเฉลี่ยของข้าวเปลือกภายในถัง CR1 กับ อากาศแวดล้อม



รูปที่ 7.3 อุณหภูมิเฉลี่ยข้างเปลือกภายในถัง CR1 อุณหภูมิอากาศเข้า-ขาออก และ ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศเข้า - ขาออก

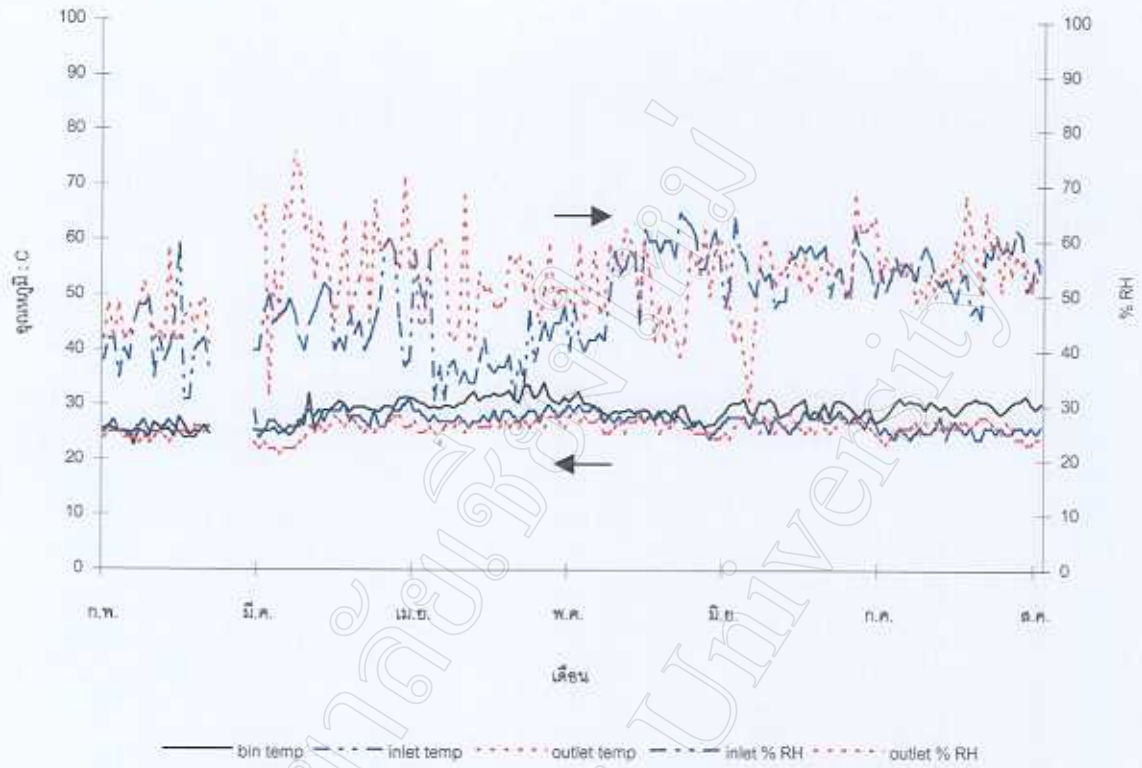
8 การกระจายของอุณหภูมิภายในถัง CR2



รูปที่ 8.1 อุณหภูมิของข้าวเปลือกส่วนบน, ส่วนกลาง และส่วนล่าง ภายในถัง CR2
หมายเหตุ ส่วนบนของถังเก็บถึงวันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2545

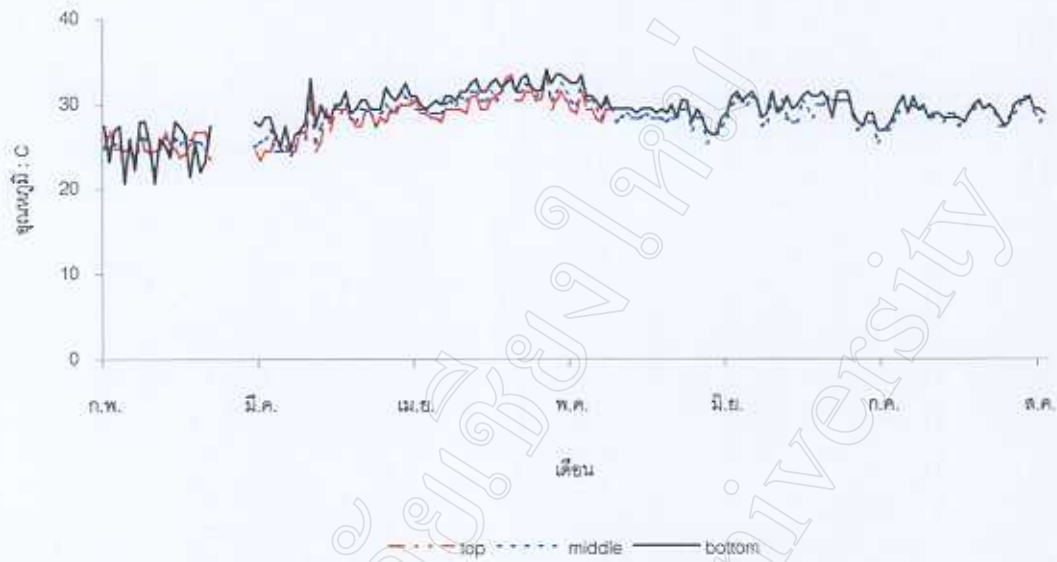


รูปที่ 8.2 อุณหภูมิเฉลี่ยของข้าวเปลือกภายในถัง CR2 กับ อากาศแวดล้อม

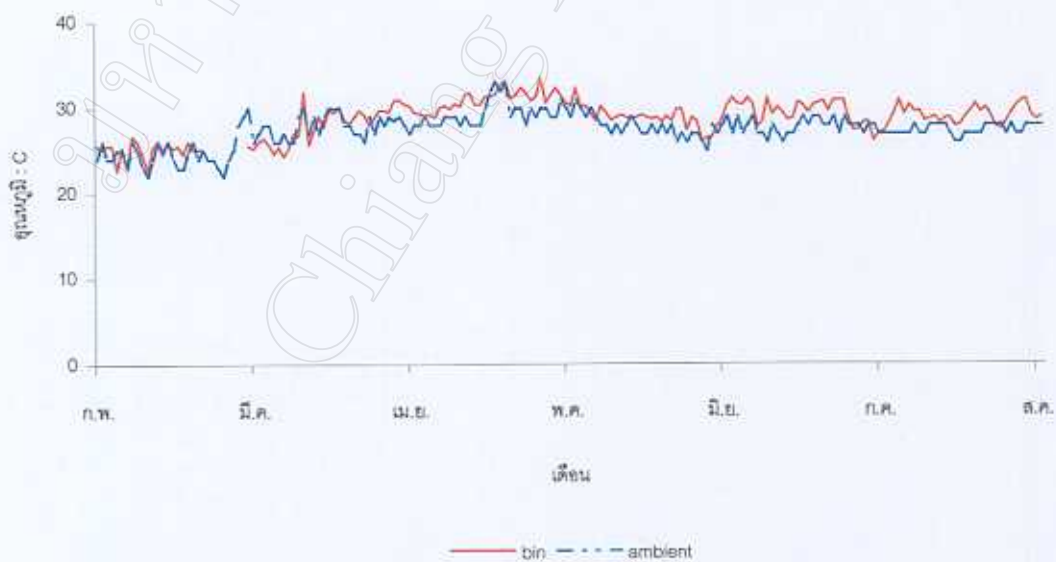


รูปที่ 8.3 อุณหภูมิเฉลี่ยรายชั่วโมงภายในถัง CR2 อุณหภูมิอากาศขาเข้า-ขาออก และ ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า - ขาออก

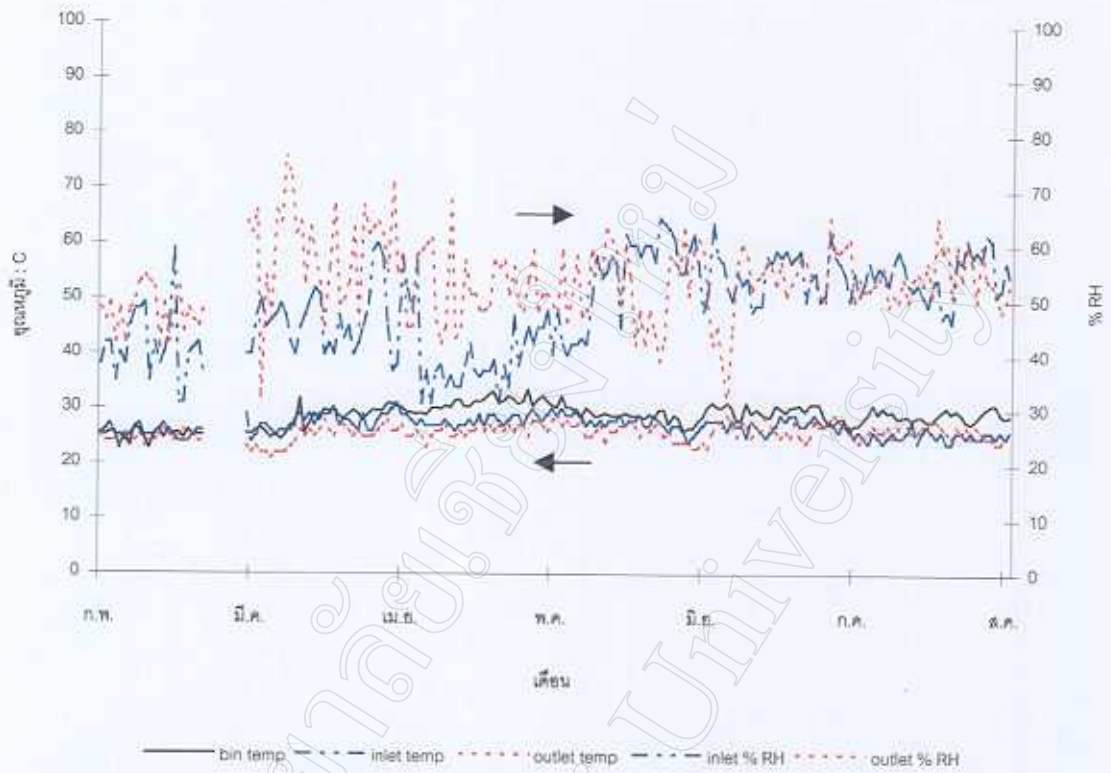
9 การกระจายของอุณหภูมิภายในถัง CR3



รูปที่ 9.1 อุณหภูมิของข้าวเปลือกส่วนบน ,ส่วนกลาง และส่วนล่าง ภายในถัง CR3
หมายเหตุ ส่วนบนของถังเก็บถึงวันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2545

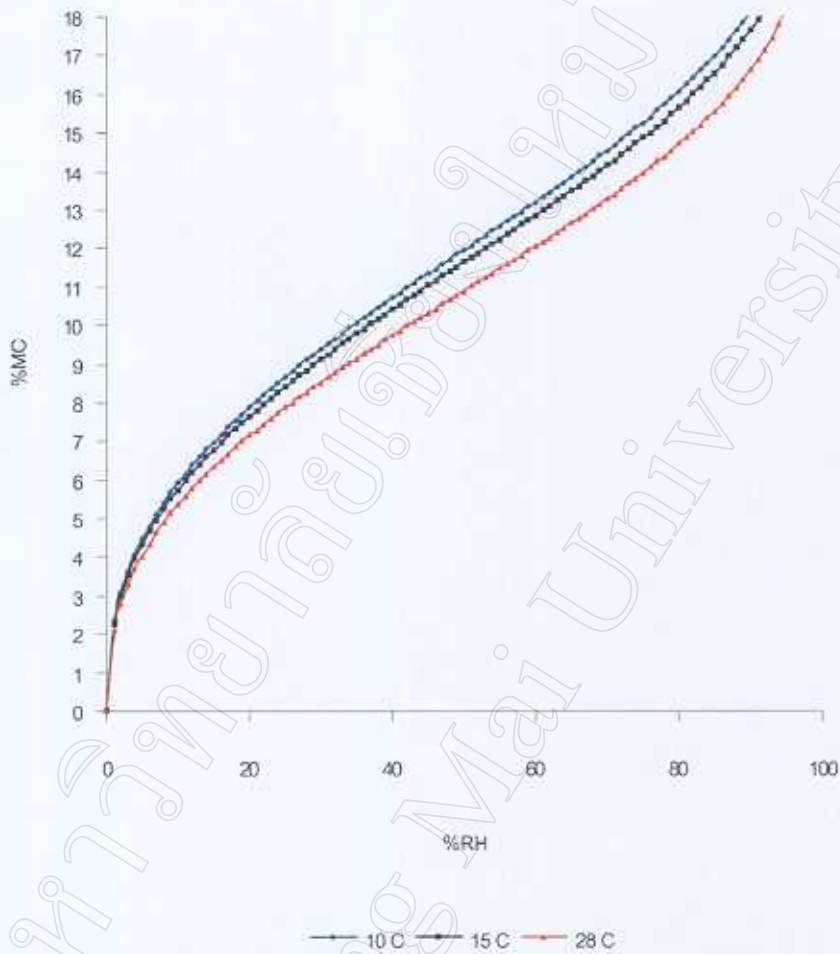


รูปที่ 9.2 อุณหภูมิเฉลี่ยของข้าวเปลือกภายในถัง CR3 กับ อากาศแวดล้อม



รูปที่ 9.3 อุณหภูมิเฉลี่ยข้างเปลือกภายในถัง CR3 อุณหภูมิอากาศขาเข้า-ขาออก และ ร้อยละความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้า - ขาออก

ภาคผนวก ง
เส้นความชื้นสมดุลของข้าวเปลือก



เส้นความชื้นสมดุลของข้าวเปลือก โดยสมการของ Thompson (1967) ที่ประยุกต์มาจากสมการของ Henderson equation (1952)

$$1 - r = \exp [-K(T+C)(100M)^N]$$

r = ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นทศนิยม

M = ความชื้นมาตรฐานแห้งของเมล็ดในที่นี้คือ ข้าว

T = อุณหภูมิ เป็นองศาเซลเซียส

$K = 1.9187 \times 10^{-5}$

$N = 2.4451$

$C = 51.161$

จาก ASAE (1988)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายพัศกร เจียตระกูล
วัน เดือน ปี เกิด	20 ตุลาคม 2519
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษา โรงเรียนปิ่นสร้อยแยลสวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2537 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2541