

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดคุณสมบัติเชิงความร้อนเมล็ดข้าวโพด

Design and Development of Seed Thermal Properties Measurement Apparatus



T 103139

โดย

นาย พงศ์นคร สรเตโช

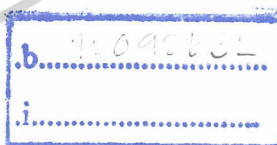
นาย วุฒิชัย มโหฬารวิริยะ

นาย ศิระยุทธ จันทร์พวง

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 103139

วัน,เดือน,ปี 28 ส.ค. 2552



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดคุณสมบัติเชิงความร้อนเมล็ดธัญพืช

Design and Development of Seed Thermal Properties Measurement Apparatus

ผู้จัดทำ

1. นาย พงศ์นคร สรเตโช รหัสนักศึกษา 49015623
2. นาย วุฒิชัย มไหสวริยะ รหัสนักศึกษา 49015635
3. นาย ศิวะยุทธ จันทร์พวง รหัสนักศึกษา 49015638


..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบูรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดคุณสมบัติเชิงความร้อนเมตซ์ยูพีช

นาย พงศ์นคร สรเตโช รหัสนักศึกษา 49015623
 นาย วุฒิชัย มไหสวริยะ รหัสนักศึกษา 49015635
 นาย ศิวะยุทธ จันทร์พวง รหัสนักศึกษา 49015638
 รศ.ดร ปานมนัส ศิริสมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
 ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบสร้างเครื่องมือวัดการแพร่ความร้อน (Thermal diffusivity) เครื่องวัดการนำความร้อน (Thermal conductivity) เครื่องวัดการแพร่ความร้อน ประกอบด้วย 1. กระจกทองแดงเป็นทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ยาว 500 มิลลิเมตร เพื่อบรรจุตัวอย่างการทดลอง 2. ท่ออะกลิกเป็นทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 250 มิลลิเมตร ยาว 800 มิลลิเมตร ใช้สำหรับใส่น้ำผสมน้ำแข็งให้ได้อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส 3. จุกยางเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ยาว 35 มิลลิเมตร ใช้สำหรับปิดหัวท้ายของกระจกทองแดง ด้านหนึ่งเป็นที่เสียบเทอร์โมคอปเปิล 2 ตัว 4. เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องวัดการนำความร้อนประกอบด้วย 1. ตัวจ่ายกระแสไฟตรง 1.6 โวลต์ 2. เครื่องบันทึกผล Data logger 3. กระจ็องอะลูมิเนียมเส้นผ่าศูนย์กลาง 124 มิลลิเมตร สูง 102 มิลลิเมตร พร้อมหุ้มฉนวนเพื่อบรรจุตัวอย่างการทดลองและความร้อนจำเพาะ วัดโดยใช้ Differential scanning calorimeter ได้ทดลองใช้อุปกรณ์วัดสมบัติเชิงความร้อนของข้าวกล้องงอกที่ 2 ระดับความชื้น จากการทดลองพบว่าค่าการแพร่ความร้อนของข้าวกล้องงอกที่ความชื้นเฉลี่ย 33.87 % เท่ากับ $1.11 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ และความชื้นเฉลี่ย 11.30 % ได้ $1.15 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ ค่าการนำความร้อนที่ข้าวกล้องงอกที่ความชื้นเฉลี่ย 33.87 % เท่ากับ 0.0628 W/m K และที่ความชื้นเฉลี่ย 11.30 % เท่ากับ 0.064 W/m K ค่า ความร้อนจำเพาะ ที่ความชื้นเฉลี่ย 33.87 % ที่ช่วงอุณหภูมิ 52.73 – 85.52 องศาเซลเซียส ได้ค่าเฉลี่ย 25.04 – 23.32 kJ/kg K และที่ความชื้นเฉลี่ย 11.30 % ที่อุณหภูมิ 52.83 – 85.51 องศาเซลเซียส จะได้ค่าเฉลี่ย 33.63 – 17.11 kJ/kg K

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Design and Development of Seed Thermal Properties Measurement Apparatus

Mr. Pongnakon Sontecho

Mr. Wuthichai Mahaisavariya

Mr. Sivayoot Janpuang

Assoc. Prof. Dr. Panmanas Sirisomboon Advisor

Abstract

The study involved designing and fabricating thermal diffusivity and thermal conductivity measurement apparatuses. Thermal diffusivity measurement apparatus is consisted of 1) copper cylindrical pipe (50 mm diameter and 500 mm length) for putting in grain sample. 2) acrylic cylinder (250 mm diameter and 800 mm length) for putting in water and ice mixture to get 0°C of the mixture 3) two rubber stoppers (50 mm diameter and 35 mm length) for plugging the ends of copper pipe. At one stopper 2 thermocouples was installed. 4) Thermometer. The thermal conductivity measurement apparatus is consisted of 1) D.C. power supply of 1.6 V 2) data logger 3) aluminium can (124 mm diameter and 102 mm height). The can is insulated by glass wool and it is used for containing grain samples. The specific heat was measured by differential scanning calorimeter. The apparatuses were used to measure the thermal properties of Gaba rice at 2 different moisture content. The results showed that 1) thermal diffusivity of Gaba rice with 33.87% moisture content was $1.11 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ and with 11.30% moisture content was $1.15 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$. 2) thermal conductivity was 0.0628 and 0.064 W/m K of 33.87% and 11.30% moisture content, respectively. 3) the specific heat was 25.04 -23.32 kJ/kg K at 52.73-85.52 °C for 33.87% moisture content Gaba rice and 33.63-17.11 kJ/kg K at 52.83-85.51°C for 11.30% moisture content.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการกรุณาในความช่วยเหลือจากบุคคลหลายๆท่าน ซึ่งให้ความอนุเคราะห์ในหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านความรู้ ด้านอุปกรณ์หรือแม้แต่การอำนวยความสะดวกในการทดลองซึ่ง บุคคลที่ต้องขอขอบพระคุณเป็นอันดับแรกคือ รศ.ดร.ปานมนัส ศิริสมบุญรณ์ และรวมทั้งบุคลากรที่ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ ที่ให้คำปรึกษาและคอยดูแลเอาใจใส่ ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณเพื่อนๆภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สำหรับความช่วยเหลือที่ดีเสมอมา

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา พี่ชาย ญาติพี่น้อง อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูข้าพเจ้ามาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาต่ออย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจดูแลเอาใจใส่เสมอมาในทุกๆด้าน อันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าจะขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณและขอกราบขอบคุณมา ณ ที่นี้

นาย พงศ์นคร สรโตโซ

นาย วุฒิชัย มไหสวริยะ

นาย ศิวะยุทธ จันทร์พวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้าที่

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษาโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การนำความร้อน (Thermal conductivity)	3
2.2 การแพร่ความร้อน (Thermal diffusivity)	8
2.3 ความร้อนจำเพาะ (Specific heat)	11
2.4 การอบเมล็ดพืช	11
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	12
3.1 การออกแบบอุปกรณ์หาค่าการแพร่ความร้อน (Thermal diffusivity)	12
3.2 อุปกรณ์ในการสร้าง (Thermal diffusivity)	17
3.3 การออกแบบอุปกรณ์หาค่าการนำความร้อน (Thermal conductivity)	23
3.4 อุปกรณ์ในการสร้าง (Thermal conductivity)	27
3.5 เครื่องวัด (Specific heat)	33
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	34
4.1 การทดลองเบื้องต้น	34
4.1.1 วิธีการทดลองเพื่อศึกษาค่าการแพร่ความร้อน (Thermal diffusivity) ของเมล็ดข้าวเปลือก	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
4.1.2 วิธีการทดลองเพื่อศึกษาค่าการนำความร้อน (Thermal conductivity) ของเมล็ดข้าวเปลือก	36
4.2 การทดลองเพื่อหาคุณสมบัติความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก	38
4.2.1 วิธีการทำข้าวกล้องงอก	38
4.2.2 วิธีการทดลองเพื่อหาค่าความชื้น (Moisture content) ของเมล็ดข้าวกล้องงอก	38
4.2.3 การหาสมบัติเชิงความร้อน	39
4.2.3.1 ค่าการแพร่ความร้อน	39
4.2.3.2 ค่าการนำความร้อน	51
4.2.3.3 ค่าความร้อนจำเพาะ	62
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	73
5.1 สรุปผลการทดลอง	73
ภาคผนวก	74
เอกสารอ้างอิง	188

สารบัญตาราง

	หน้าที่
ตารางที่ 4.32 ค่าเฉลี่ยของสมบัติเชิงความร้อนของข้าวกล้องงอกที่ความชื้นต่าง ๆ กัน ภาคผนวก	72
ตารางที่ ก1 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวเปลือก	75
ตารางที่ ก2 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวเปลือก	76
ตารางที่ ข1 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 1 ที่ความชื้น 33.87 %	82
ตารางที่ ข2 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 2 ที่ความชื้น 33.87 %	83
ตารางที่ ข3 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 3 ที่ความชื้น 33.87 %	84
ตารางที่ ข4 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 4 ที่ความชื้น 33.87 %	85
ตารางที่ ข5 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 5 ที่ความชื้น 33.87 %	86
ตารางที่ ข6 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 5 ที่ความชื้น 11.30 %	87
ตารางที่ ข7 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 5 ที่ความชื้น 11.30 %	88
ตารางที่ ข8 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 5 ที่ความชื้น 11.30 %	89
ตารางที่ ข9 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 5 ที่ความชื้น 11.30 %	90
ตารางที่ ข10 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 5 ที่ความชื้น 11.30 %	91
ตารางที่ ค1 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 1 ที่ความชื้น 33.87 %	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้าที่
ภาคผนวก	
ตารางที่ ค2 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 2 ที่ความชื้น 33.87 %	99
ตารางที่ ค3 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 3 ที่ความชื้น 33.87 %	105
ตารางที่ ค4 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 4 ที่ความชื้น 33.87 %	112
ตารางที่ ค5 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 5 ที่ความชื้น 33.87 %	119
ตารางที่ ค6 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 6 ที่ความชื้น 11.30 %	126
ตารางที่ ค7 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 7 ที่ความชื้น 11.30 %	133
ตารางที่ ค8 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 8 ที่ความชื้น 11.30 %	140
ตารางที่ ค9 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 9 ที่ความชื้น 11.30 %	147
ตารางที่ ค10 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 10 ที่ความชื้น 11.30 %	154
ตารางที่ ง1 ผลการทดลองเฉลี่ยของความร้อนจำเพาะ ที่ความชื้น 33.87 %	161
ตารางที่ ง2 ผลการทดลองเฉลี่ยของความร้อนจำเพาะ ที่ความชื้น 11.30 %	174
ตารางที่ จ1 การอบข้าวกล้องงอกเพื่อหาความชื้น	187
ตารางที่ จ2 การอบข้าวกล้องงอกเพื่อหาความชื้น	187

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้าที่
รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดง ใ้ค้คสีของห้ววัด (Thermal conductivity) และ การเชื่อมต่อไปยัง CR21X datalogger	6
รูปที่ 3.1.1 เป็นภาพประกอบของเครื่องวัดการแพร่ความร้อนของเมล็ดธัญพืช (Thermal diffusivity)	13
รูปที่ 3.1.2 ท่ออะคลิก	14
รูปที่ 3.1.3 ท่อทองแดง	15
รูปที่ 3.1.4 จุกยาง	16
รูปที่ 3.1.5 ท่ออะคลิก	17
รูปที่ 3.1.6 ท่อทองแดง	18
รูปที่ 3.1.7 จุกยาง	19
รูปที่ 3.1.8 เครื่องมิเตอร์	20
รูปที่ 3.1.9 เทอร์โมคอปเปิล	21
รูปที่ 3.3.1 เป็นภาพประกอบของเครื่องมือวัดการนำความร้อนของเมล็ดธัญพืช (Thermal conductivity)	24
รูปที่ 3.3.2 ครอบอะลูมิเนียม	25
รูปที่ 3.3.3 ฉนวนหุ้มครอบอะลูมิเนียม	26
รูปที่ 3.4.1 ครอบอะลูมิเนียม	27
รูปที่ 3.4.2 ฉนวนหุ้มครอบอะลูมิเนียม	28
รูปที่ 3.4.3 Datalogger	29
รูปที่ 3.4.4 หม้อแปลงจ่ายไฟ 1.6 V	30
รูปที่ 3.4.5 หัววัดการนำความร้อน	31
รูปที่ 3.4.6 เครื่องวัดการนำความร้อน (Thermal conductivity)	32
รูปที่ 3.5.1 เครื่อง Differential Scanning Calorimeter (DSC)	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้าที่
รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ ($^{\circ}\text{C}$) กับ Time t (s)	35
รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature (K) กับ Ln (t)	37
รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ ($^{\circ}\text{C}$) กับ Time t (s) ครั้งที่ 1 ที่ความชื้น 33.87 %	41
รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ ($^{\circ}\text{C}$) กับ Time t (s) ครั้งที่ 2 ที่ความชื้น 33.87 %	42
รูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ ($^{\circ}\text{C}$) กับ Time t (s) ครั้งที่ 3 ที่ความชื้น 33.87 %	43
รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ ($^{\circ}\text{C}$) กับ Time t (s) ครั้งที่ 4 ที่ความชื้น 33.87 %	44
รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ ($^{\circ}\text{C}$) กับ Time t (s) ครั้งที่ 5 ที่ความชื้น 33.87 %	45
รูปที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ ($^{\circ}\text{C}$) กับ Time t (s) ครั้งที่ 1 ที่ความชื้น 11.30 %	46
รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ ($^{\circ}\text{C}$) กับ Time t (s) ครั้งที่ 2 ที่ความชื้น 11.30 %	47
รูปที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ ($^{\circ}\text{C}$) กับ Time t (s) ครั้งที่ 3 ที่ความชื้น 11.30 %	48
รูปที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ ($^{\circ}\text{C}$) กับ Time t (s) ครั้งที่ 4 ที่ความชื้น 11.30 %	49
รูปที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ ($^{\circ}\text{C}$) กับ Time t (s) ครั้งที่ 5 ที่ความชื้น 11.30 %	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(t)$ กับ Temperature (K) ครั้งที่ 1 ที่ความชื้น 33.87 %	52
รูปที่ 4.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(t)$ กับ Temperature (K) ครั้งที่ 2 ที่ความชื้น 33.87 %	53
รูปที่ 4.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(t)$ กับ Temperature (K) ครั้งที่ 3 ที่ความชื้น 33.87 %	54
รูปที่ 4.16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(t)$ กับ Temperature (K) ครั้งที่ 4 ที่ความชื้น 33.87 %	55
รูปที่ 4.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(t)$ กับ Temperature (K) ครั้งที่ 5 ที่ความชื้น 33.87 %	56
รูปที่ 4.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(t)$ กับ Temperature (K) ครั้งที่ 1 ที่ความชื้น 11.30 %	57
รูปที่ 4.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(t)$ กับ Temperature (K) ครั้งที่ 2 ที่ความชื้น 11.30 %	58
รูปที่ 4.20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(t)$ กับ Temperature (K) ครั้งที่ 3 ที่ความชื้น 11.30 %	59
รูปที่ 4.21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(t)$ กับ Temperature (K) ครั้งที่ 4 ที่ความชื้น 11.30 %	60
รูปที่ 4.22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(t)$ กับ Temperature (K) ครั้งที่ 5 ที่ความชื้น 11.30 %	61
รูปที่ 4.23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ครั้งที่ 1 ที่ความชื้น 33.87 %	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้าที่

รูปที่ 4.24 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ครั้งที่ 2 ที่ความชื้น 33.87 %	64
รูปที่ 4.25 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ครั้งที่ 3 ที่ความชื้น 33.87 %	65
รูปที่ 4.26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ครั้งที่ 1 ที่ความชื้น 11.30 %	66
รูปที่ 4.27 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ครั้งที่ 2 ที่ความชื้น 11.30 %	67
รูปที่ 4.28 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ครั้งที่ 3 ที่ความชื้น 11.30 %	68
รูปที่ 4.29 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ของน้ำ	69
รูปที่ 4.30 กราฟเฉลี่ยความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ที่ความชื้น 33.87 %	70
รูปที่ 4.31 กราฟเฉลี่ยความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ที่ความชื้น 11.30 %	71

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในอุตสาหกรรมอาหารเกี่ยวกับเมล็ดธัญพืชจำเป็นจะต้องผลิตเมล็ดธัญพืชให้ได้คุณภาพ ในกระบวนการแปรรูปเมล็ดธัญพืชต้องผ่านกระบวนการทางความร้อน เช่น การอบแห้งหรือการนึ่งเพื่อทำเป็นอาหาร ดังนั้นคุณสมบัติเชิงความร้อนจึงมีความสำคัญอย่างมากและในห้องปฏิบัติการ Physical Properties ยังขาดเครื่องวัดนี้ที่จะใช้ในการเรียนการสอน

ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงคิดออกแบบและสร้างเครื่องวัดเพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องวัดคุณสมบัติเชิงความร้อนเมล็ดธัญพืชที่มีคุณภาพ เพื่อใช้ในการวัดคุณสมบัติเชิงความร้อนของเมล็ดธัญพืชต่างๆ

1.2.2 เพื่อนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ

1.2.3 เพื่อศึกษาถึงคุณสมบัติเชิงความร้อนเมล็ดธัญพืชของเมล็ดข้าวกล้องงอกที่ความชื้นแตกต่างกัน

1.3 ขอบเขตการศึกษาโครงการ

1.3.1 การออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดคุณสมบัติเชิงความร้อนเมล็ดธัญพืชนี้เพื่อศึกษาถึงการนำความร้อน การแพร่ความร้อน และค่าความร้อนจำเพาะในเมล็ดธัญพืช ซึ่งประกอบด้วยแนวทางการออกแบบเครื่องวัด 2 ชนิด คือ เครื่องวัดการนำความร้อน (Thermal conductivity) และเครื่องวัดการแพร่ความร้อน (Thermal diffusivity) ส่วนค่าความร้อนจำเพาะวัดด้วย Differential scanning calorimeter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 มีเครื่องวัดใช้ในการเรียนการสอนเพิ่มขึ้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 สืบค้นหาทฤษฎีและข้อมูลของเมตริกซ์ฟีชในการนำมาทดลองและออกแบบอุปกรณ์ในการสร้างเครื่องมือ

1.5.2 ศึกษาถึงคุณสมบัติของชิ้นส่วนประกอบของเครื่องวัดว่ามีหลักการอย่างไร

1.5.3 เริ่มต้นการสร้างเครื่องมือวัดและทดสอบการทำงาน

1.5.4 แก้ไขและปรับปรุงเครื่องมือวัดให้ได้ค่าการทดลองที่ใกล้กับทฤษฎี

1.5.5 สรุปผลและเขียนรายงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คุณสมบัติเชิงความร้อนเมตริกซ์พีชคณิตจะเน้นไปในเรื่องของค่าต่างๆดังนี้

2.1 การนำความร้อน (Thermal conductivity) [2]

เป็นวิธีการเคลื่อนที่ของความร้อน ซึ่งความร้อนจะส่งผ่านจากโมเลกุลหนึ่งไปยังอีกโมเลกุลหนึ่งที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าในเนื้อวัตถุเดียวกันหรือต่างกัน ความร้อนจะไหลผ่านของแข็งโดยวิธีนี้ การถ่ายเทความร้อนโดยค่าปริมาณการถ่ายเทความร้อน (q) สามารถคำนวณได้โดยใช้วิธีนี้

เครื่องตรวจวัดสัญญาณความร้อน(รูปที่ 2.1) ประกอบด้วยหน่วยความร้อนและแผงเครื่องมือวัดอุณหภูมิในท่อสแตนเลสซึ่งตัววัดอุณหภูมิจะตั้งอยู่ตรงกลางท่อ โดยลวดตัวนำความร้อนและตัววัดอุณหภูมิจะเชื่อมกับลวดที่ยึดออกโดยตัวหนึ่งจะเชื่อมกับตัวด้านทานกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้อ้างอิงความถูกต้อง ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายและสีของสายไฟจะแสดงออกที่เส้นสายไฟตามตารางด้านล่างนี้

Thermocouple	chromel-constantan
Positive	purple
Negative	red
Heater	
Positive	black
Negative	gray
Reference resistor	
Positive	blue
Negative	gray (same as heater negative)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของสัปดาห์และความต้านทานไฟฟ้าของเครื่องวัดสัญญาณความร้อนมีดังนี้

Model number	TC-18
Length (mm)	60
Diameter (mm)	1.27
Resistance (ohm)	70
Resistance (ohm/m)	1041.5
Heating Voltage**	1.6 V

ความต้านทานรวมขึ้นอยู่กับตัวอ้างอิงอุปกรณ์ไฟฟ้า ค่าแปรผันระหว่างสัญญาณโดยประมาณ 50 mA

สายไฟพวกเครื่องมือวัดอุณหภูมิตัวนำความร้อนและตัวต้านทานกระแสไฟฟ้าจะต้องเชื่อมกับ Campbell Scientific Data logger เป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งและอุณหภูมิจะสูงขึ้นเมื่อวัดในช่วง 1-2 นาที และใช้ในการคำนวณข้อมูลเหล่านี้จะแสดงเป็นชุดทุกๆวินาทีในช่วงแรกแต่ก็ไม่จำเป็นเสมอไปกับเครื่องมือวัดที่เป็นวงจร

อุณหภูมิเพิ่มขึ้นวัดจากการที่อุณหภูมิน้อยกว่า 0.01°C

กระแสไฟฟ้ากำหนดจากการวัดความต่างศักย์ส่วนด้วยตัวต้านทานกระแสไฟฟ้า

$$I = E_{ref} / R_{ref} \quad (1)$$

ซึ่งค่า E_{ref} มาจากความต่างศักย์ส่วนด้วยตัวต้านทานกระแสไฟฟ้าและ R_{ref} มาจากค่าความต้านทานของตัวต้านทานกระแสไฟฟ้า

กำลังความร้อนวัดจาก

$$q = I^2 \times Rm \quad (2)$$

ความต้านทานต่อหน่วยเวลาแทนค่าสมการที่หนึ่งในสมการที่สอง

$$q = (E_{ref}^2 / R_{ref}^2) * Rm \quad (3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rm คือ 1041.5 o/m และสมมติให้ R_{ref} คือ 1Ω ในสมการที่ 4 จะเป็นดังนี้

$$q = (E_{ref}^2 / 1) * 1041.5 \quad (4)$$

เราควรแทนค่า R_{ref} ด้วยค่าความต้านทานของอุปกรณ์ด้านกระแสไฟฟ้า (ค่าจะอยู่ในซีทตรวจวัด) เราสามารถหาค่าความต้านทานด้วยโปรแกรม RESIST (มีอยู่ในคิสและคู่มือ) ระยะเวลาความร้อน 100 วินาที จะให้ผลลัพธ์ที่ดีสำหรับค่าที่เหมาะสม, อุณหภูมิเพิ่มขึ้นหลังจาก 100 วินาที และ 2-3 °C ด้วยส่วนประกอบที่มีความร้อนสูงมีส่วนช่วยให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นน้อยกว่าและความร้อนความต่างศักย์จะสูงขึ้น อุณหภูมิในระหว่าง 2-3 วินาทีแรกของการวัดซึ่งไม่ควรนำมาใช้ จะใช้ได้ก็ต่อเมื่อเพิ่มขึ้นจากผลของตัววัดสัญญาณความร้อนของมันเองและไม่แสดงให้เห็นในลักษณะของวัตถุที่วัด

การวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องตรวจวัดสัญญาณอุณหภูมิกับความร้อนมีรายละเอียดดังนี้

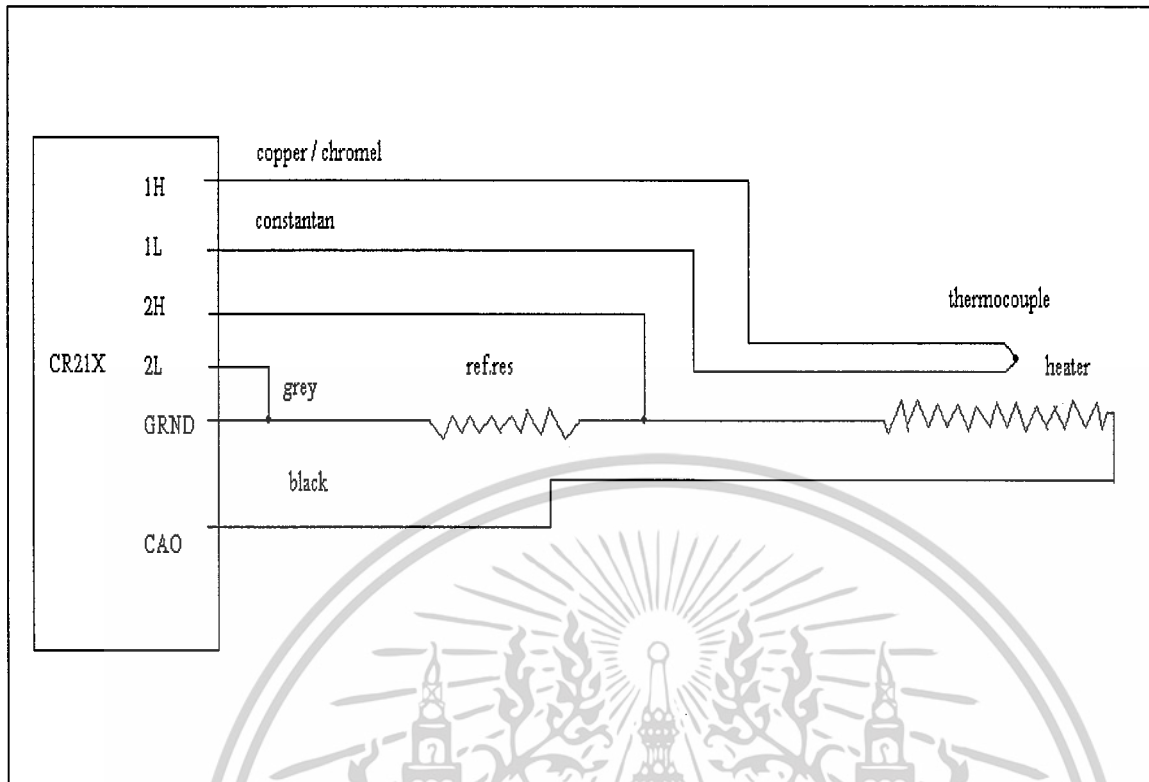
$$T = [q / (4\pi k)] \ln(t + t_0) + C \quad (5)$$

โดย q คือกำลัง (W/m), k คือตัวนำกระแสความร้อน, t คือเวลา, t_0 คือเวลาเริ่มต้นและ C คือค่าคงที่ สมการที่ห้าสามารถแทนลงในข้อมูล T ระหว่างค่า nonlinear regression เพื่อหาค่า k , t_0 , และ C โดยค่าประมาณของ $t_0 = 0$ ดังนั้นสมการที่หกคือ linear ใน $\ln(t)$ ส่วนกับค่า T ใน $\ln(t)$ จะให้ค่า slope, s และตำแหน่งตัดกันและค่า c คือตัวนำความร้อน, ค่า k จะคิดได้จาก slope

$$k = q / (4\pi s) \quad (6)$$

ค่านี้สามารถทำให้สมการสมบูรณ์โดยการใส่โปรแกรม Microsoft Excel worksheet TC.xls ที่มีในแผ่นคิสแทนค่าข้อมูลอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นและกำลังในคอลัมภ์ เวลาแทนคอลัมภ์ด้านขวาในโปรแกรมเสริม ถ้าเราต้องการเปลี่ยนบางอย่างใน worksheet ในคอลัมภ์ให้ถูกต้องเราสามารถทำได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดง โฉดคีของหัววัด Thermal Conductivity และการเชื่อมตอไปยัง CR21X datalogger

ทฤษฎีที่ 2

วิธีการหา Thermal conductivity ของเมล็ดคัษุพีชสามารถหาได้โดยใช้แหล่งกำเนิดความร้อนแบบเส้น (line heat source method) โดยการนำความร้อนแบบสภาวะไม่สม่ำเสมอ (un-steady state) ทฤษฎีนี้เกี่ยวข้องกับการเพิ่มของอุณหภูมิของมวลที่มีเนื้อสม่ำเสมอและมีขอบเขตไม่จำกัด โดยได้รับความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนแบบเส้น สมการพื้นฐานสำหรับการไหลของความร้อนในตัวอย่างจากแหล่งกำเนิดความร้อนแบบเส้นแสดงดังสมการนี้

$$\frac{\delta T}{\delta t} = \alpha \left[\frac{\delta^2 T}{\delta r^2} + \frac{1}{r} \frac{\delta T}{\delta r} \right] \quad (7)$$

เมื่อ	T	=	อุณหภูมิ (°C)
	t	=	เวลา (s)
	r	=	รัศมี (m)
	δ	=	Thermal diffusivity (m ² /s)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำตอบของอุณหภูมิถูกหาโดย Hopper and Lepper (1950)

$$T = \frac{Q}{2\pi k_b} J(rn) \quad (8)$$

เมื่อ	Q	=	ความร้อนที่ให้
	k_b	=	ค่าการนำความร้อนโดยรวม
	n	=	$0.5(ct)^{(-1/2)}$
	J	=	Bessel's function
	J(rn)	=	is given by

$$J(rn) = C - \ln(rn) + \frac{(rn)^2}{2} - \frac{(rn)^4}{8} + \dots, \quad (9)$$

เมื่อ C เป็นค่าคงที่ถ้า r และ n มีค่าน้อยเพียงพอทุกเทอมในอนุกรมยกเว้นสองเทอมแรกเราสามารถตัดทิ้งได้ ดังนั้นจะได้สมการที่ 4

$$J(rn) = C - \ln(rn) \quad (10)$$

แทนค่า J(rn) ในสมการที่ 2

$$T = \frac{Q}{2\pi k_b} [C - \ln(rn)] \quad (11)$$

ระหว่างเวลา t_1 และ t_2 อุณหภูมิเพิ่มขึ้นหาได้จาก

$$\Delta T = -\frac{Q}{2\pi k_b} [\ln(rn_2) - \ln(rn_1)] \quad (12)$$

$$= -\frac{Q}{2\pi k_b} \ln\left(\frac{n_2}{n_1}\right) \quad (13)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่า $n = 0.5(ct)^{(-1/2)}$

$$k_b = \frac{Q \ln(t_2/t_1)}{4\pi(T_2 - T_1)} \quad (14)$$

ลบค่าแฟกเตอร์แก้ไขเวลา t_0 จากค่าเวลาที่วัดได้แต่ละค่าจะได้สมการสุดท้ายของค่าการนำความร้อนตามสมการ

$$k_b = \frac{Q \ln\left(\frac{t_2 - t_0}{t_1 - t_0}\right)}{4\pi(T_2 - T_1)} \quad (15)$$

เมื่อ T_1 = อุณหภูมิของหัววัดที่เวลา T_1 (K)
 T_2 = เป็นเวลาอุณหภูมิ T_2 (K)
 t_1, t_2 = เป็นเวลาใดๆนับตั้งแต่หัว heater ได้รับพลังงาน
 (และ t_0 เป็นแฟกเตอร์แก้ไขเวลา)

สำหรับการวัด Thermal conductivity แหล่งกำเนิดความร้อนแบบเส้นจะถูกเสียบลงโดยตรงกลางที่มีอุณหภูมิเริ่มต้นสม่ำเสมอ แหล่งกำเนิดแบบเส้นจะให้ความร้อนที่อัตราคงที่และอุณหภูมิที่อยู่ใกล้กับแหล่งความร้อนจะถูกวัดเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป

ค่าแฟกเตอร์แก้ไขเวลา t_0 หาได้จากการหาค่าของอัตราการเพิ่มอุณหภูมิ (dT/dt) กับเวลา จากเส้นกราฟที่ได้นี้ $DT/dt = 0$ จะได้ T_0

2.2 การแพร่ความร้อน (Thermal diffusivity) ($m^2 s^{-1}$) [3]

การวัด Thermal diffusivity ของวัสดุที่มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกมีคุณสมบัติเชิงความร้อนสม่ำเสมอ มีอุณหภูมิเริ่มต้น T_0 แล้วจุ่มทรงกระบอกลงในสภาวะที่มีอุณหภูมิต่างไป โดยอุณหภูมินั้นคงที่ T_e ซึ่งจะทำให้เกิดการนำความร้อนเกิดขึ้น การนำความร้อนถูกสมมุติว่าคงที่ตลอดกระบวนการ และมีความสม่ำเสมอตลอดผิวของการถ่ายเทความร้อน

ซึ่งสามารถเขียนสมการการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิต่อเวลาได้ตามสมการ Fourier ของรูปทรงกระบอกดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \right] \quad (16)$$

เมื่อ	T	=	อุณหภูมิ (°C)
	r	=	รัศมี (m)
	x	=	ความยาวตามแนวแกน (m)
	α	=	Thermal diffusivity (m ² /s)
	t	=	เวลา (s)

สมมติว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามแนวแกนไม่มีการเปลี่ยนแปลง ดังนั้น

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0 \quad (17)$$

เพราะฉะนั้นจะได้สมการดังนี้

$$\frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial T}{\partial r} \right) \quad (18)$$

ซึ่งสามารถหาคำตอบโดยวิธีของ Bairy and Laraqi (2003) [3]

จะได้

$$\theta = \frac{T_c - T_e}{T_{c_0} - T_e} = 2 \sum_{m=1}^{\infty} \exp(-\xi_m^2 Fo_c) \frac{1}{\xi_m} \frac{J_1(\xi_m)}{J_0^2(\xi_m) + J_1^2(\xi_m)} J_0(\xi_m r^*) \quad (19)$$

เมื่อ	θ	=	อัตราส่วนอุณหภูมิ (ไม่มีหน่วย)
	T_{c_0}	=	อุณหภูมิจุดกึ่งกลางเมล็ดพืชเริ่มต้น (°C)
	T_c	=	อุณหภูมิจุดกึ่งกลางของกระบอกทองแดงที่บรรจุเมล็ดพืชที่เวลาใดๆ (°C)
	T_e	=	อุณหภูมิของน้ำและน้ำแข็งที่อยู่รอบๆ (°C)
	Fo	=	สมการ Fourier เริ่มต้น number (ไม่มีหน่วย)
	J_0 และ J_1	=	Bessel function ชนิดที่ 1 ลำดับที่ 0 และ 1 ตามลำดับ
	ξ_m	=	ค่ารากที่เป็นบวกของสมการด้านล่างนี้
			$\xi_m J_1(\xi_m) - Bi_c J_0(\xi_m) = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$r^* = \frac{r}{R} = \text{อัตราส่วนรัศมี}$$

$$Bic = \frac{hR}{\lambda} = \text{The modified Biot number}$$

$$Fo_c = \frac{\alpha t}{R^2} = \text{The modified Fourier number}$$

เนื่องจากการทดลองได้จุ่มเมล็ดพืชในกระบอกทองแดงลงในภาชนะที่บรรจุน้ำผสมน้ำแข็ง ที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมาก ทำให้มีการนำความร้อนที่ผิวสูง ซึ่งจะได้สมการดังนี้

$$\theta = \left\{ 2 \left(\frac{1}{\xi_1} \frac{J_1(\xi_1)}{J_0^2(\xi_1) + J_1^2(\xi_1)} \right) J_0(\xi_1 r^*) \right\} \exp[-(\xi_1^2 Fo_c)] \quad (20)$$

ให้ค่า K เป็นส่วนคงที่ของสมการนี้ ดังนั้น

$$\theta = K \exp[-(\xi_1^2 Fo_c)] = K \exp\left[-\alpha \left(\frac{\xi_1^2}{R^2} \right) t\right] \quad (21)$$

ค่ารากที่ 1 ของสมการ Characteristic โดยมีค่าของการนำความร้อนสูงมากจะได้ $\xi_1 = 2.405$ ฉะนั้นค่าคงที่ของเวลา τ

$$\tau = \left[\alpha \left(\frac{\xi_1^2}{R^2} \right) \right]^{-1}, \quad \tau = \frac{1}{\text{slope}} \quad (22)$$

ดังนั้นความชันของกราฟ $\ln \theta = f(t)$ จะสามารถหาค่า τ ได้ ซึ่งจะนำไปสู่การหาค่าการแพร่ความร้อน (Thermal diffusivity) ดังสมการต่อไปนี้

$$\alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{R}{2.405} \right)^2 \quad (23)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความร้อนจำเพาะ (Specific heat)

คือปริมาณความร้อนที่ใช้ในการทำให้มวล 1 กิโลกรัมมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 K (kJ/ kg K) จะใช้วิธีการวัดโดย เครื่อง Differential Scanning Calorimeter

การวัด Specific heat โดยใช้เครื่อง Differential Scanning Calorimeter จะให้ผลออกมาเป็น Thermo gram ซึ่งอธิบายอัตราการไหลของความร้อนเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิซึ่งจะหาค่า Specific heat ของตัวอย่างได้ จากสูตร

$$C_p = Q / (m \cdot DT/dt)$$

$$C_p = \text{Specific heat (kJ/kg K)}$$

$$Q = \text{อัตราการไหลของความร้อน (kJ/s)}$$

$$m = \text{น้ำหนักตัวอย่าง (kg)}$$

$$DT/dt = \text{อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ (K/s)}$$

2.4 การอบเมล็ดพืช [4]

การอบและการเก็บรักษาเมล็ดพืชเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างแรกในโรงงานอุตสาหกรรมเกษตร แต่ละปีปริมาณของเมล็ดพืชจำนวนมากจะถูกทำแห้งและเก็บไว้ในไซโล มีปัญหาหลายอย่างที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการทำแห้งและการเก็บรักษาซึ่งสามารถวิเคราะห์โดยใช้หลักการถ่ายเทความร้อน ตัวอย่างเช่น การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในที่เก็บเมล็ดพืช เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในหรือภายนอกอาจจะคำนวณได้โดยใช้สมการพื้นฐานของการถ่ายเทความร้อน การใช้สมการเหล่านี้มีความต้องการความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติเชิงความร้อนของเมล็ดพืช Specific Heat Thermal Conductivity และ Thermal diffusivity เป็นสิ่งที่ต้องรู้ก่อนที่จะใช้สมการของการเคลื่อนที่ของความร้อน การพิจารณาเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อนไม่จำกัดต่อปัญหาของการทำแห้งหรือการเก็บรักษา แต่อาจใช้สำหรับวิเคราะห์ในกระบวนการอื่นอีกด้วย เช่น ในกระบวนการเป่าอากาศและกระบวนการทำให้เย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้าง

3.1 การออกแบบอุปกรณ์หาค่าการแพร่ความร้อน (Thermal diffusivity)

แนวทางในการออกแบบใช้ตามการทดลองของ Yutaka Chuma, Susumu Uchida and Kassim H. H. Shemsanga

เนื่องจากเครื่องวัดนี้ใช้หลักการนำความร้อนจากภายในเมล็ดพืชที่มีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยการวัดอุณหภูมิแตกต่างระหว่างจุดกึ่งกลางภายในเมล็ดพืชกับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม

ฉะนั้นจึงมีแนวทางการออกแบบคือ

1. ภาชนะที่บรรจุเมล็ดพืชต้องมีความนำความร้อน Thermal diffusivity สูง ซึ่งจะ ทำให้ความต้านทานการนำความร้อนต่ำมาก มีความบางและมีขนาดไม่เล็กเกินไปที่จะทำให้เกิดความแตกต่างของอุณหภูมิภายในและภายนอกน้อยเกินไป ถ้าใหญ่เกินไปการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิก็น่าจะช้า ในที่นี้เลือกวัสดุเป็นท่อทองแดงซึ่งมีค่า Thermal conductivity สูง (401 W/m K ที่อุณหภูมิ 25°C)
2. ต้องควบคุมให้มีทิศทางในการนำความร้อนให้สม่ำเสมอ จึงเลือกใช้เป็นที่รองรับทรงกระบอก ซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะทรงกระบอกที่บรรจุน้ำแข็งผสมน้ำ
3. ต้องควบคุมอุณหภูมิของน้ำและน้ำแข็งให้คงที่เสมอที่ 0°C

เครื่องวัดการแพร่ความร้อนนั้นประกอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ เทอร์โมคอปเปิล ท่อทองแดง จุกยาง ท่ออะคลิลิก แท่นรองแผ่นอะคลิลิก แสดงดังรูปต่อไปนี้

รูปที่ 3.1.1 เป็นภาพประกอบของเครื่องวัดการแพร่ความร้อนของเมล็ดธัญพืช (Thermal diffusivity) ซึ่งประกอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ เทอร์โมคอปเปิล ท่อทองแดง จุกยาง ท่ออะคลิลิก แท่นรองแผ่นอะคลิลิก

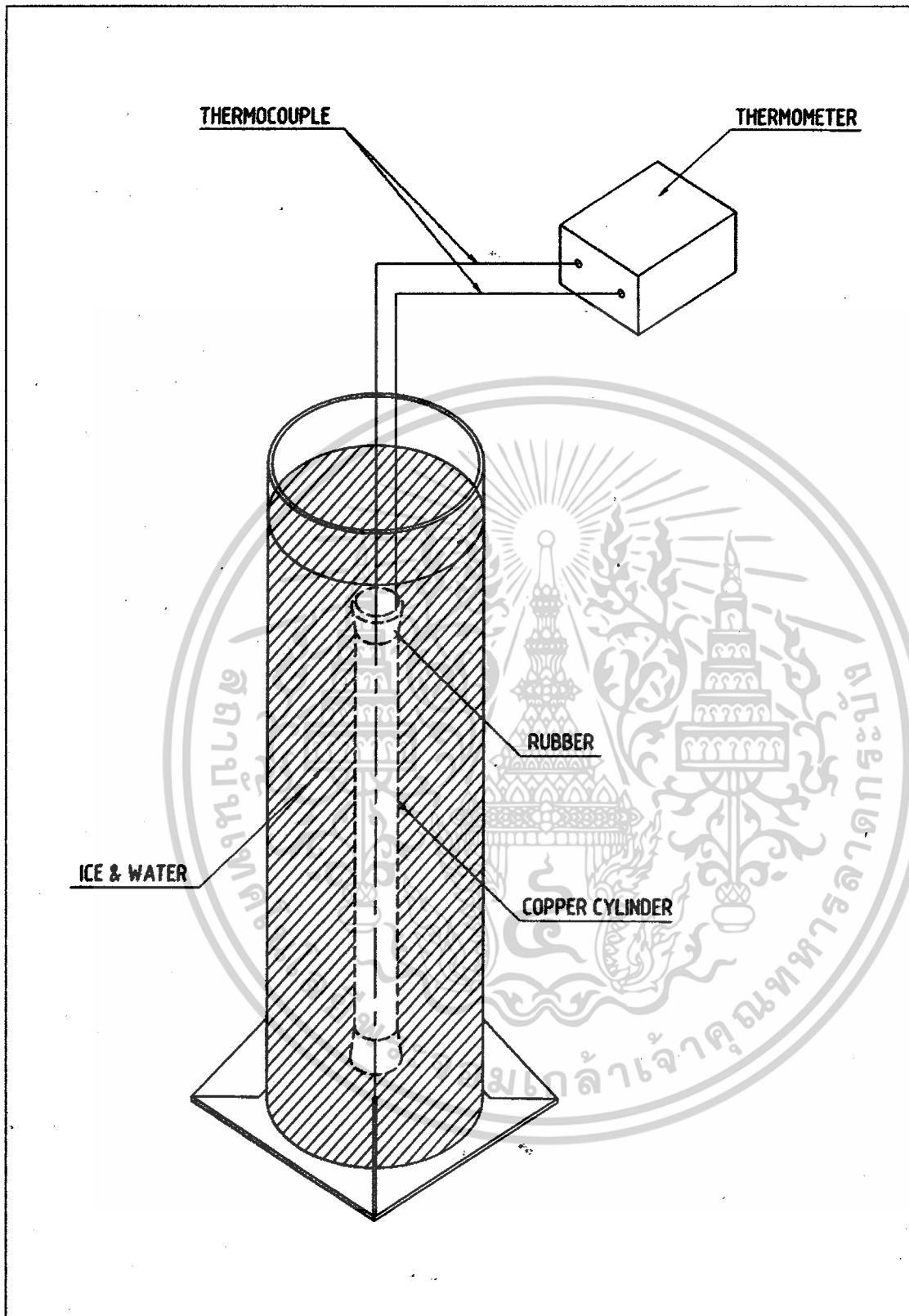
รูปที่ 3.1.2 ท่ออะคลิลิก เป็นท่อกลมทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 250 มิลลิเมตร ยาว 800 มิลลิเมตร ใช้สำหรับใส่น้ำผสมน้ำแข็งให้ได้อุณหภูมิ 0°C

รูปที่ 3.1.3 ท่อทองแดง เป็นท่อกลมทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ยาว 500 มิลลิเมตร ใช้สำหรับบรรจุเมล็ดธัญพืชเพื่อวัดการแพร่ความร้อน

รูปที่ 3.1.4 จุกยาง เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ยาว 35 มิลลิเมตร ใช้สำหรับปิดหัวท้าย

ของกระบอกทองแดง จุกยางอีกด้านหนึ่งเป็นที่เสียบเทอร์โมคอปเปิล 2 ตัว

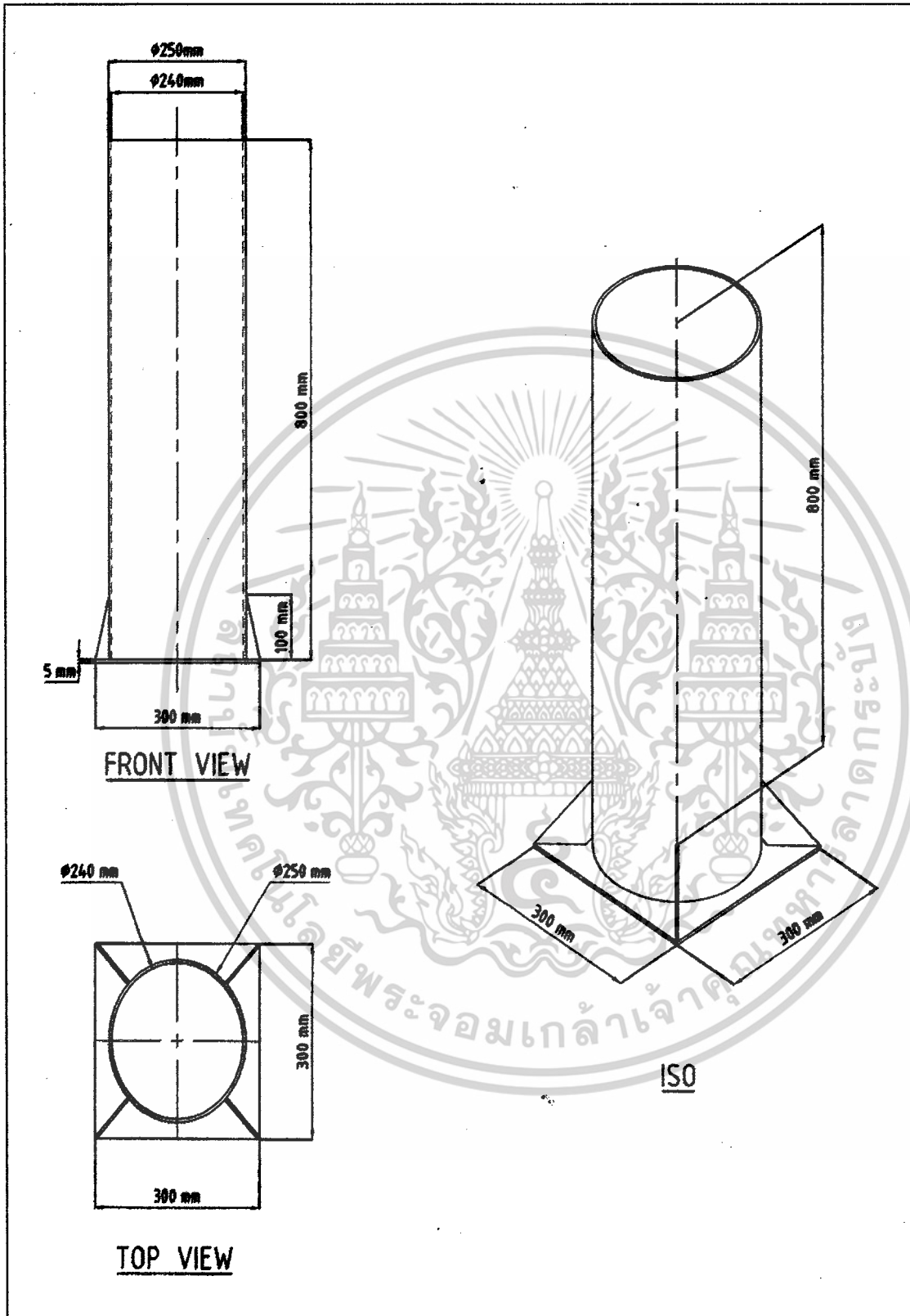
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.1 เป็นภาพประกอบของเครื่องวัดการแพร่ความร้อนของเมตธีคัลพีซ

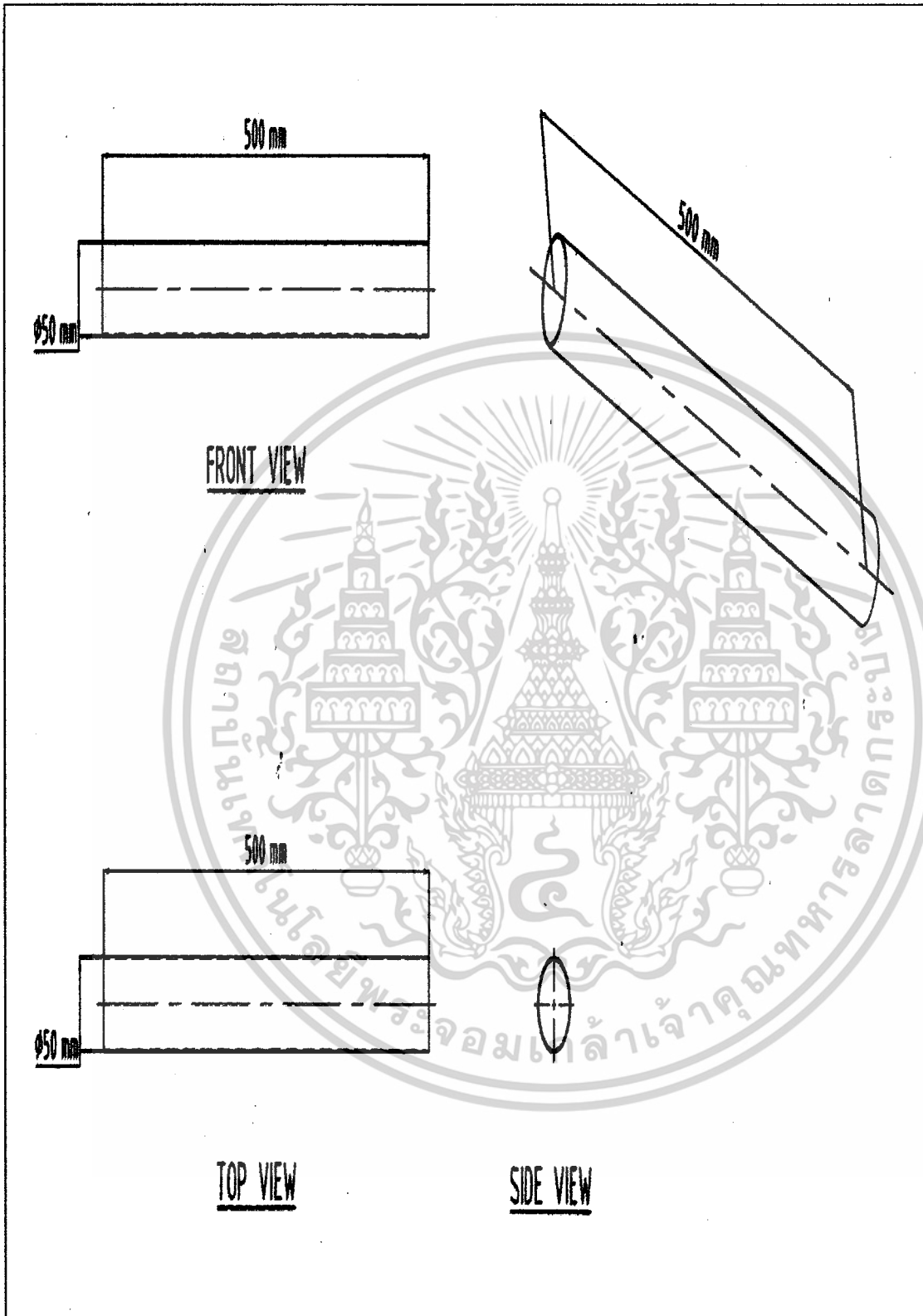
(Thermal diffusivity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรรเชิง นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



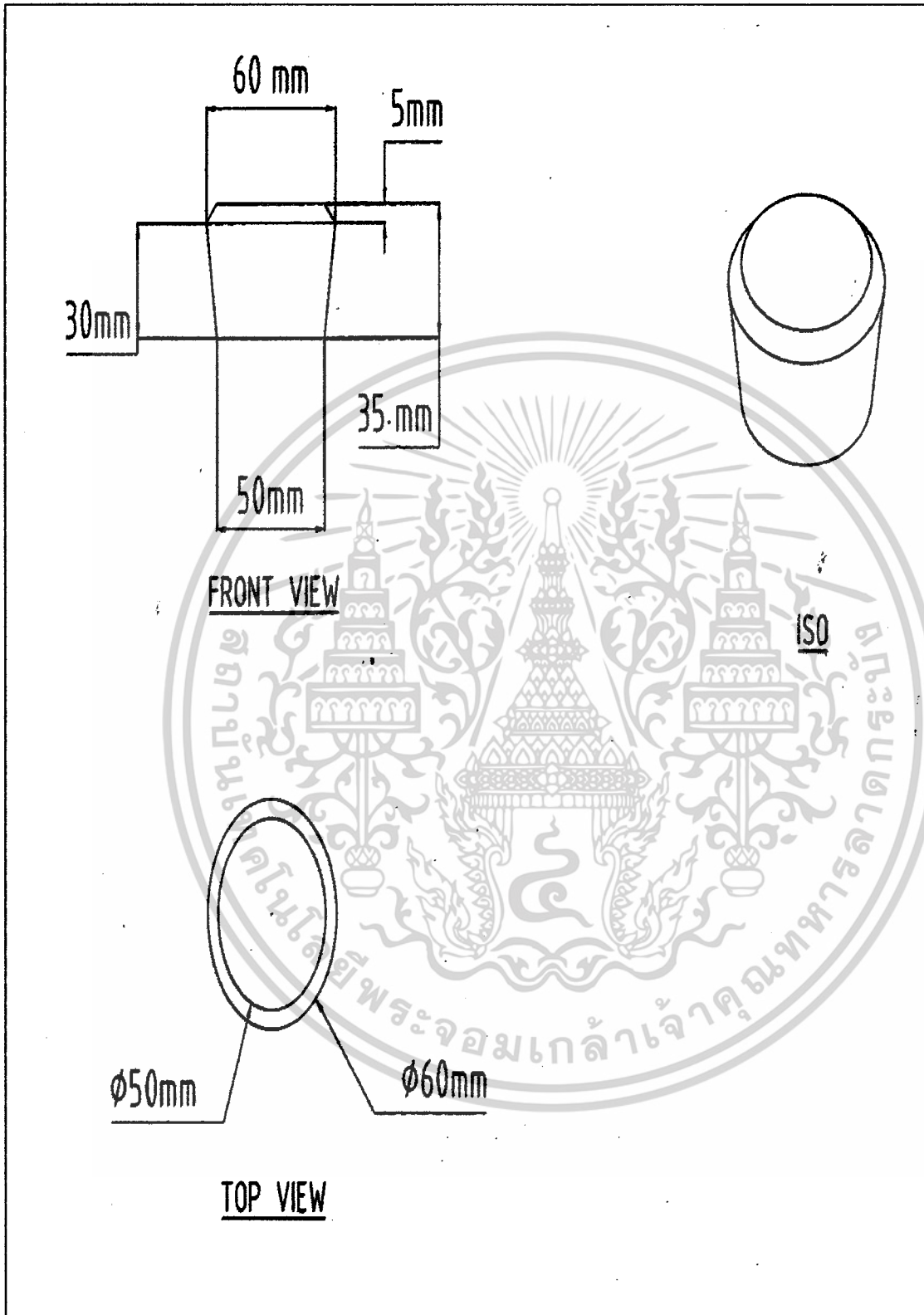
รูปที่ 3.1.2 ท่ออะกลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.3 ท่อทองแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.4 จุกยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์ในการสร้าง (Thermal diffusivity)

3.2.1 ท่ออะคิลิก เป็นท่อกลมทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 250 มิลลิเมตร ยาว 800 มิลลิเมตร ใช้สำหรับใส่น้ำผสมน้ำแข็งให้ได้อุณหภูมิ 0°C



รูปที่ 3.1.5 ท่ออะคิลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 103139
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ท่อทองแดง เป็นท่อกลมทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ยาว 500 มิลลิเมตร ใช้สำหรับบรรจุเมทัลลิตีฟิชเพื่อวัดการแพร่ความร้อน



รูปที่ 3.1.6 ท่อทองแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 จุกยาง เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ยาว 35 มิลลิเมตร ใช้สำหรับปิดหัวท้ายของ กระบอกทองแดง จุกยางอีกด้านหนึ่งเป็นที่เสียบเทอร์โมคอปเปิล 2 ตัว



รูปที่ 3.1.7 จุกยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

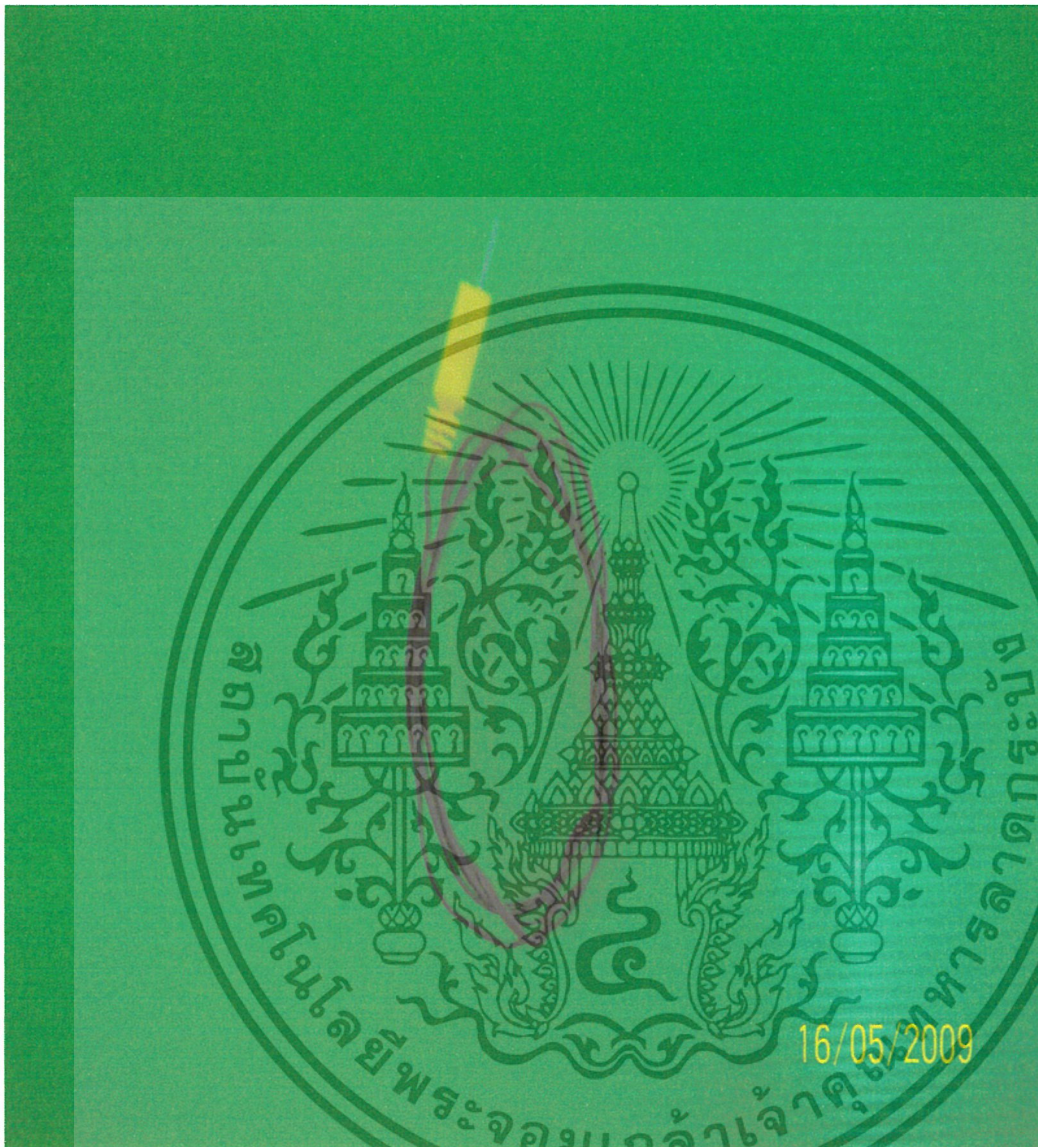
3.2.4 เครื่องมิเตอร์ ใช้สำหรับรับค่าจากเทอร์โมคอปเปิลเพื่อแสดงผลอุณหภูมิ



รูปที่ 3.1.8 เครื่องมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 เทอร์โมคอปเปิล (Thermo couple) เป็นอุปกรณ์ในการวัดอุณหภูมิ



รูปที่ 3.1.9 เทอร์โมคอปเปิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 เครื่องวัดการแพร่ความร้อน (Thermal diffusivity)



รูปที่ 3.1.10 เครื่องวัดการแพร่ความร้อน (Thermal diffusivity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบอุปกรณ์หาค่าการนำความร้อน (Thermal conductivity)

แนวทางในการออกแบบใช้ตามการทดลองของ Yutaka Chuma, Susumu Uchida and Kassim H. H. Shemsanga

เนื่องจากเครื่องวัดใช้หลักการการนำความร้อนให้กับเมล็ดพืช โดยวัดค่าการให้ความร้อนแก่เมล็ดพืชจนเมล็ดพืชได้รับความร้อนจนถึงจุดอิ่มตัว

ฉะนั้นจึงมีแนวทางการออกแบบคือ

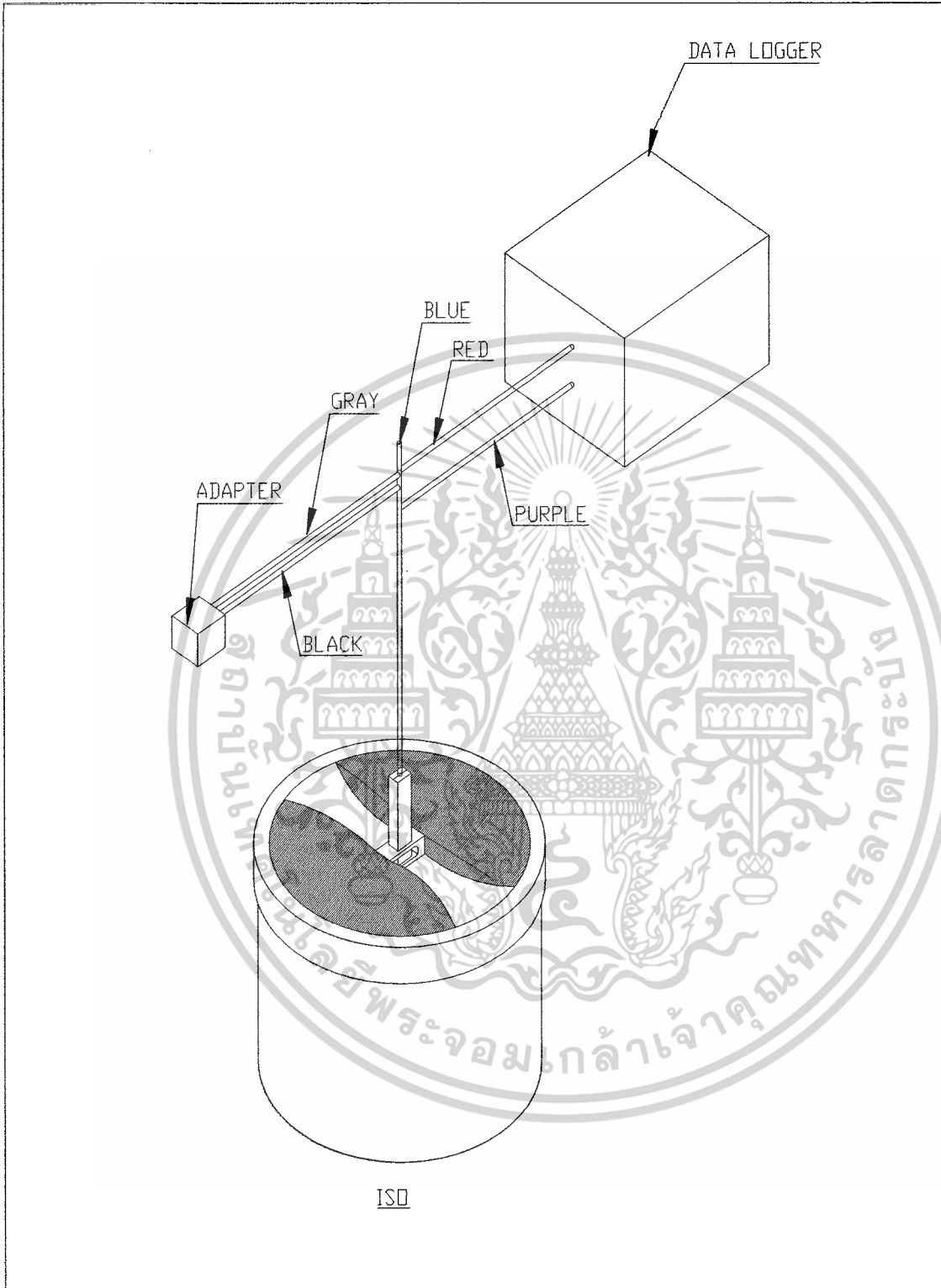
1. ภาชนะที่บรรจุเมล็ดพืชที่มีค่าการนำความร้อน Thermal conductivity จะต้องมีความหนาแน่นอยู่ภายนอกเพื่อป้องกันความร้อนเข้าออกจากกระป๋องทดลอง
2. ต้องควบคุมทิศทางการนำความร้อนให้สม่ำเสมอ จึงเลือกใช้ภาชนะที่เป็นทรงกระบอกเป็นอะลูมิเนียม

เครื่องวัดการนำความร้อนประกอบด้วย หัววัด หม้อแปลงจ่ายไฟ 1.6 V กระป๋องอะลูมิเนียม กระป๋องหุ้มฉนวน ฝาปิดหุ้มฉนวน Data logger แสดงดังรูปต่อไปนี้

รูปที่ 3.3.1 เป็นภาพประกอบของเครื่องวัดการนำความร้อนของเมล็ดธัญพืช (Thermal conductivity) ซึ่งประกอบด้วย หัววัด, หม้อแปลงจ่ายไฟ 1.6 V, กระป๋องอะลูมิเนียมหุ้มฉนวน, ฝาปิดหุ้มฉนวน, data logger

รูปที่ 3.3.2 กระป๋องอะลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 142 มิลลิเมตร สูง 102 มิลลิเมตร ฝาปิดกระป๋องอะลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 146 มิลลิเมตร ใช้สำหรับบรรจุเมล็ดธัญพืชเพื่อวัดการนำความร้อน

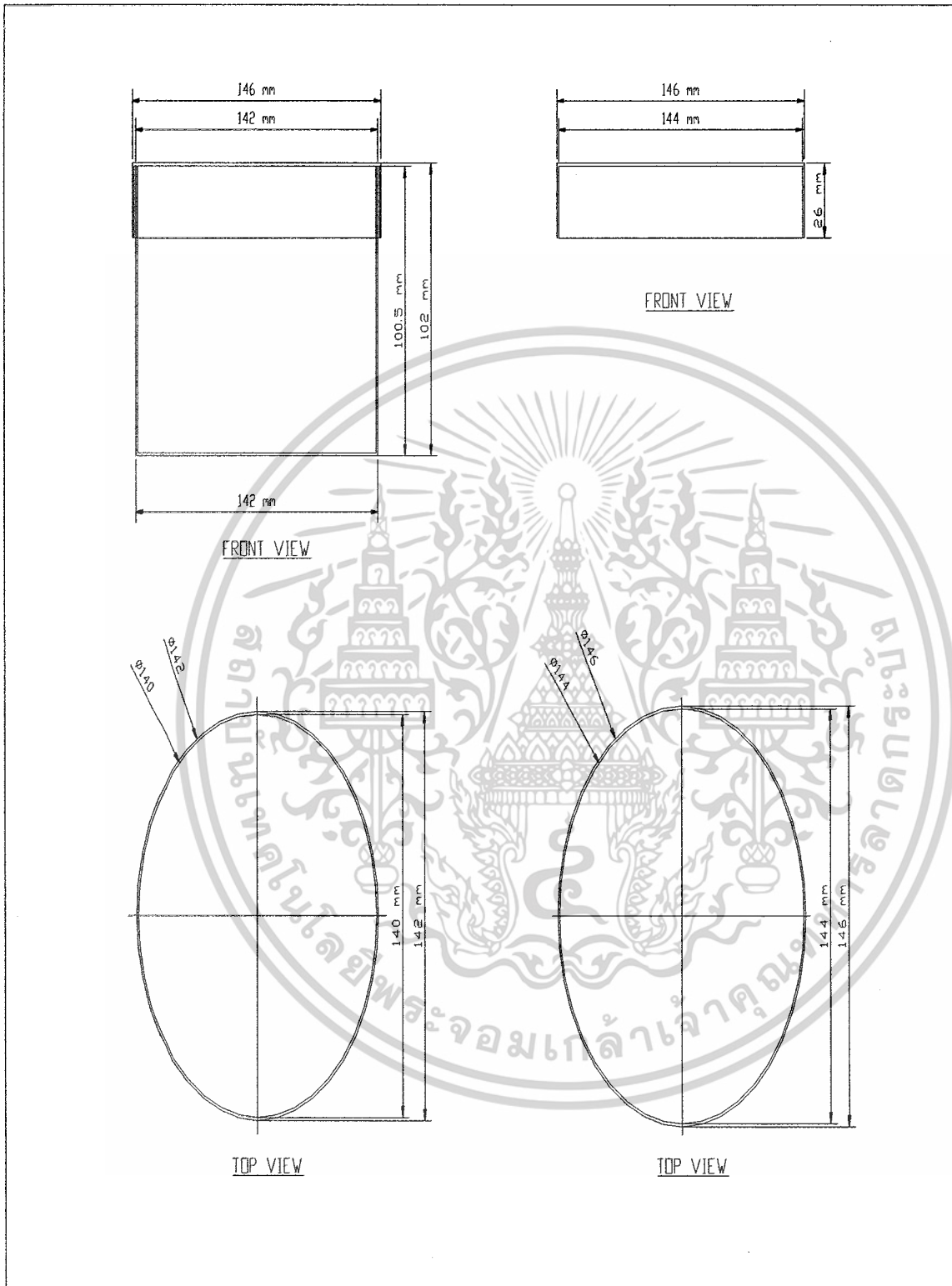
รูปที่ 3.3.3 ฉนวนหุ้มกระป๋องอะลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 180 มิลลิเมตร สูง 130 มิลลิเมตร ฉนวนหุ้มฝาปิดกระป๋องอะลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง 186 มิลลิเมตร ทำหน้าที่ไม่ให้เกิดการถ่ายเทความร้อนออกจากกระป๋องอะลูมิเนียมสู่อากาศภายนอก



รูปที่ 3.3.1 เป็นภาพประกอบของเครื่องวัดการนำความร้อนของเมล็ดธัญพืช

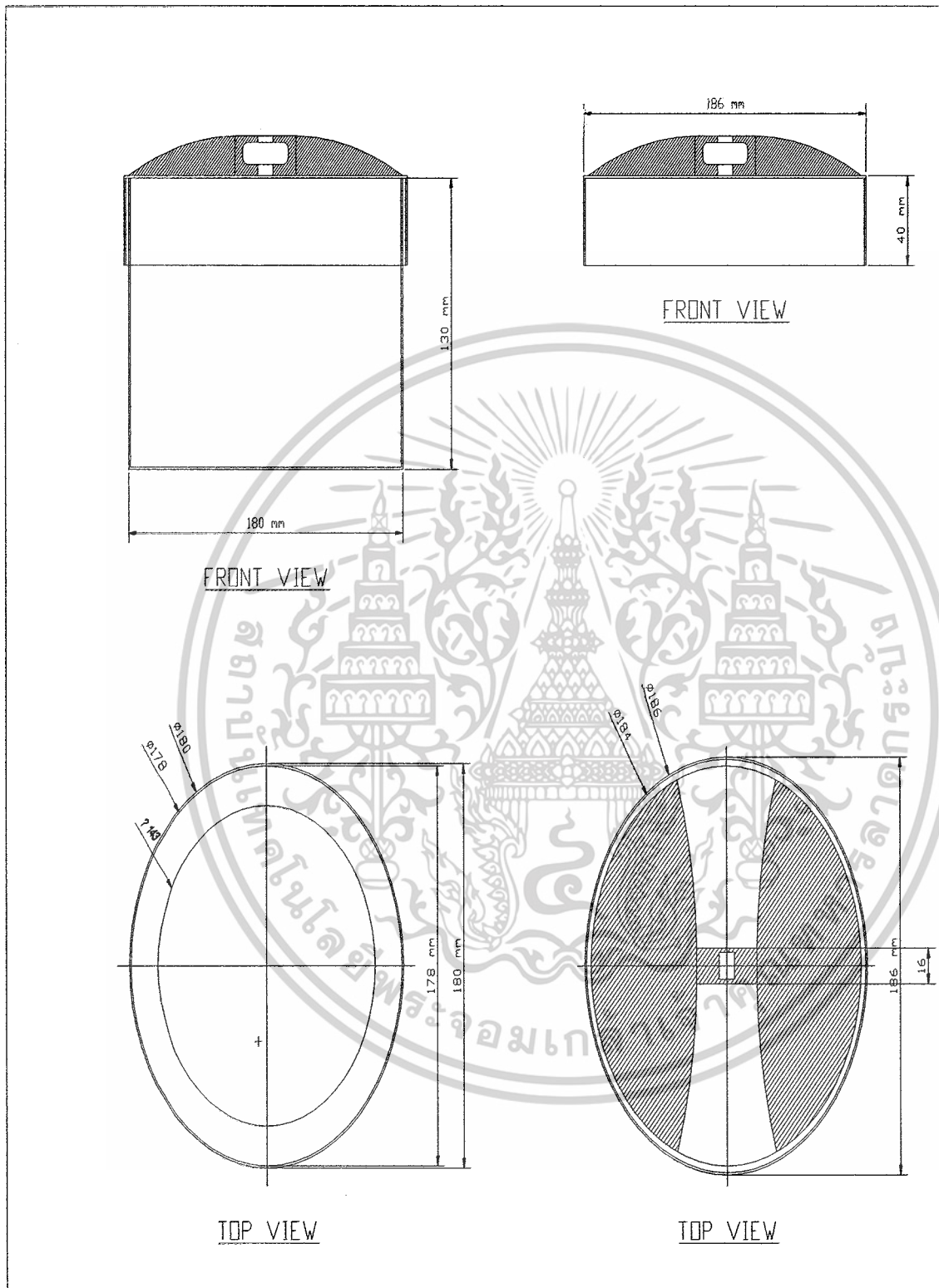
(Thermal conductivity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3.2 ครอบอะลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3.3 ถนนวนหุ้มกระป๋องอะลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 อุปกรณ์ในการสร้าง (Thermal conductivity)

3.4.1 กระจกอะลูมิเนียม เส้นผ่านศูนย์กลาง142 มิลลิเมตร สูง102 มิลลิเมตร ฝาปิด กระจกอะลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง146 มิลลิเมตร ใช้สำหรับบรรจุเมทัลลิกซ์เพื่อวัดการนำความร้อน



รูปที่ 3.4.1 กระจกอะลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ฉนวนหุ้มกระป๋องอะลูมิเนียม เส้นผ่านศูนย์กลาง180 มิลลิเมตร สูง130 มิลลิเมตร ฉนวนหุ้มฝาปิดกระป๋องอะลูมิเนียมเส้นผ่านศูนย์กลาง186 มิลลิเมตรทำหน้าที่ไม่ให้เกิดการถ่ายเทความร้อนออกจากกระป๋องอะลูมิเนียมสู่อากาศภายนอก



รูปที่ 3.4.2 ฉนวนหุ้มกระป๋องอะลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 Data Logger (HIOKI 8420-51 MEMORY HI LOGGER, Japan) ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลองของอุณหภูมิต่างๆ



รูปที่ 3.4.3 Data Logger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

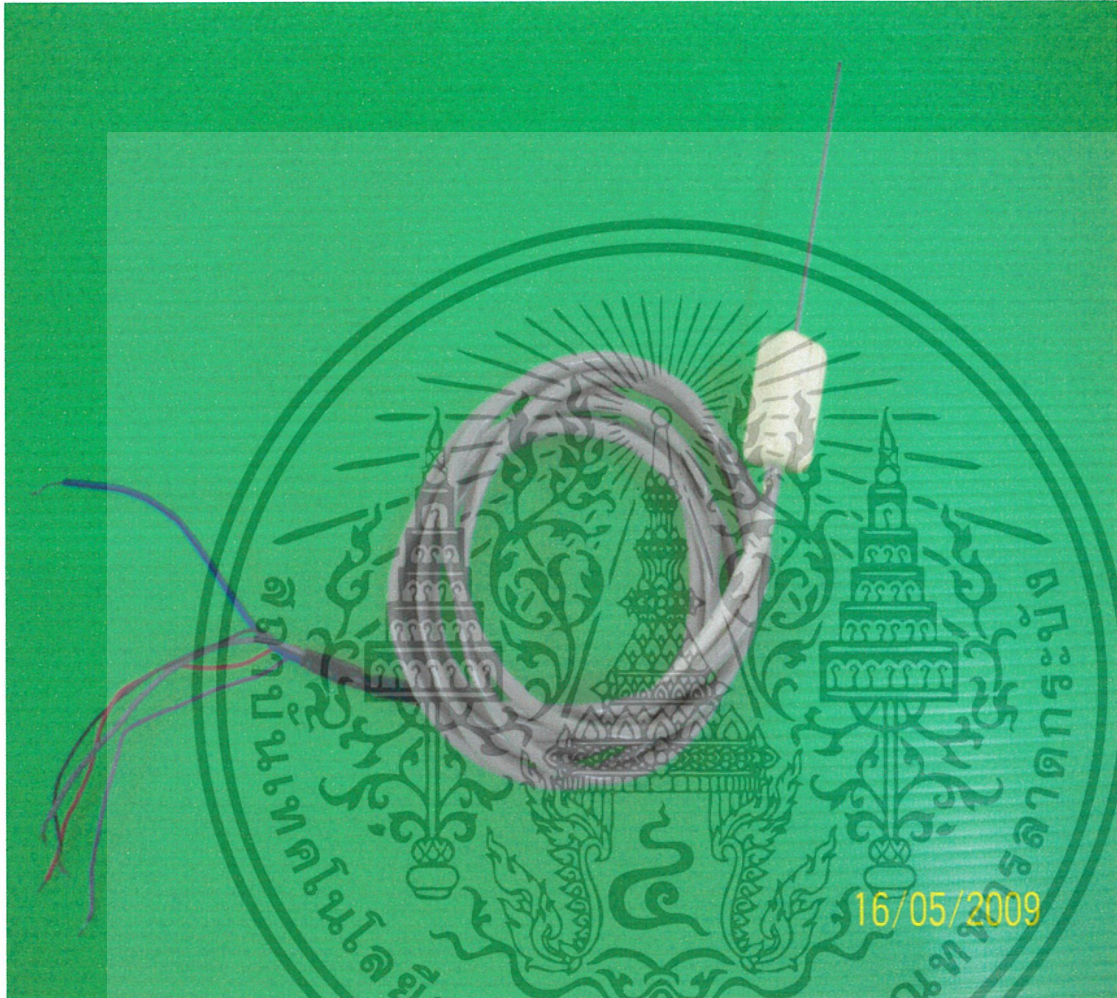
3.4.4 หม้อแปลงจ่ายไฟ 1.6 V (DINAMIC 157S, Japan) ทำหน้าที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับหัววัดการนำความร้อน



รูปที่ 3.4.4 หม้อแปลงจ่ายไฟ 1.6 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

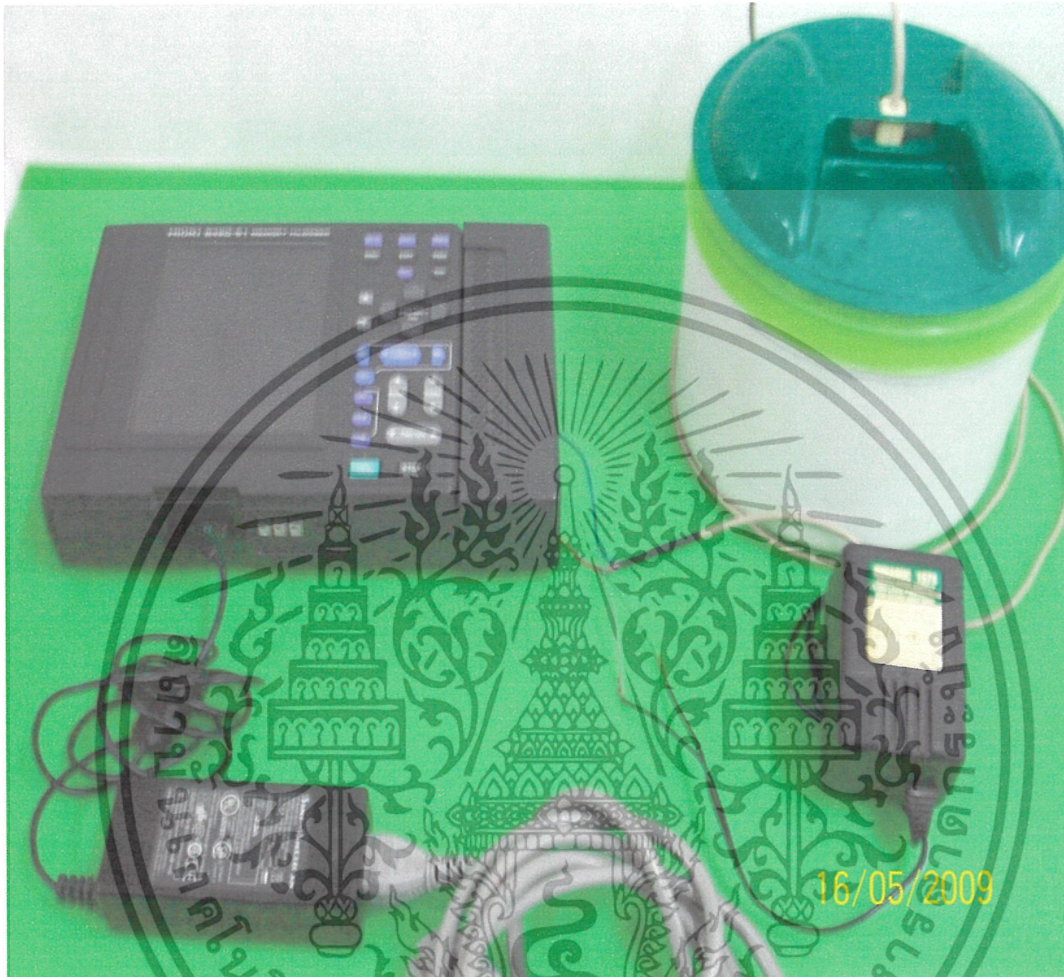
3.4.5 หัววัดการนำความร้อน (Thermal Logic, USA) ทำหน้าที่ให้ความร้อนและวัดอุณหภูมิ



รูปที่ 3.4.5 หัววัดการนำความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 เครื่องวัดการนำความร้อน (Thermal conductivity)



รูปที่ 3.4.6 เครื่องวัดการนำความร้อน (Thermal conductivity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 เครื่องวัด Specific heat

3.5.1 เครื่อง Differential Scanning Calorimeter (DSC) Perkin Elmer 8000, USA



รูปที่ 3.5.1 เครื่อง Differential Scanning Calorimeter (DSC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองเบื้องต้น

4.1.1 วิธีการทดลองเพื่อศึกษาค่าการแพร่ความร้อน (Thermal diffusivity) ของเมล็ดข้าวเปลือก

4.1.1.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดการแพร่ความร้อน
2. เทอร์โมมิเตอร์
3. เทอร์โมคอปเปิล
4. ท่อทองแดงสำหรับใส่เมล็ดธัญพืช
5. ท่ออะคลิกสำหรับใส่น้ำแข็งและน้ำ
6. วัสดุทดสอบเมล็ดข้าวเปลือก
7. น้ำและน้ำแข็ง

4.1.1.2 วิธีการทดลอง

1. เตรียมน้ำผสมน้ำแข็งใส่ลงในท่ออะคลิกและใช้เทอร์โมคอปเปิลวัดให้ได้ 0°C
2. จากนั้นนำเมล็ดข้าวเปลือกหรือเมล็ดธัญพืชที่มีความชื้นที่เตรียมไว้มาบรรจุลงในกระบอกทองแดงจากนั้นปิดจุกยางหัวท้าย แต่อีกด้านหนึ่งจะมีหัววัดของเทอร์โมคอปเปิลติดตั้งอยู่ 2 ตัว ตัวแรกติดตั้งอยู่ตรงกลางภายในกระบอกทองแดงที่มีข้าวเปลือกอยู่ ตัวที่สองจะติดตั้งภายในกระบอกทองแดงแต่อยู่ตรงผนังท่อทองแดง
3. จากนั้นทำการบันทึกค่าเริ่มแรกก่อนที่จะจุ่มท่อทองแดงลงในท่ออะคลิกที่มีน้ำกับน้ำแข็งอยู่
4. จุ่มท่อทองแดงลงในท่ออะคลิกที่มีน้ำผสมน้ำแข็งให้อยู่ตรงกลางท่ออะคลิกห่างจากพื้น 10 cm ด้านข้าง 10 cm และให้น้ำแข็งท่วมกระบอกทองแดงตรงปลายด้านบน 10 cm จัดให้อยู่ตรงกลางเสมอ
5. จากนั้นจดบันทึกค่าอุณหภูมิทั้งหัววัดตรงกลางท่อทองแดงและผนังท่อทองแดงทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 30-35 นาที จนกว่าอุณหภูมิของหัววัดตรงผนังท่อทองแดงจะเข้าใกล้ 0°C

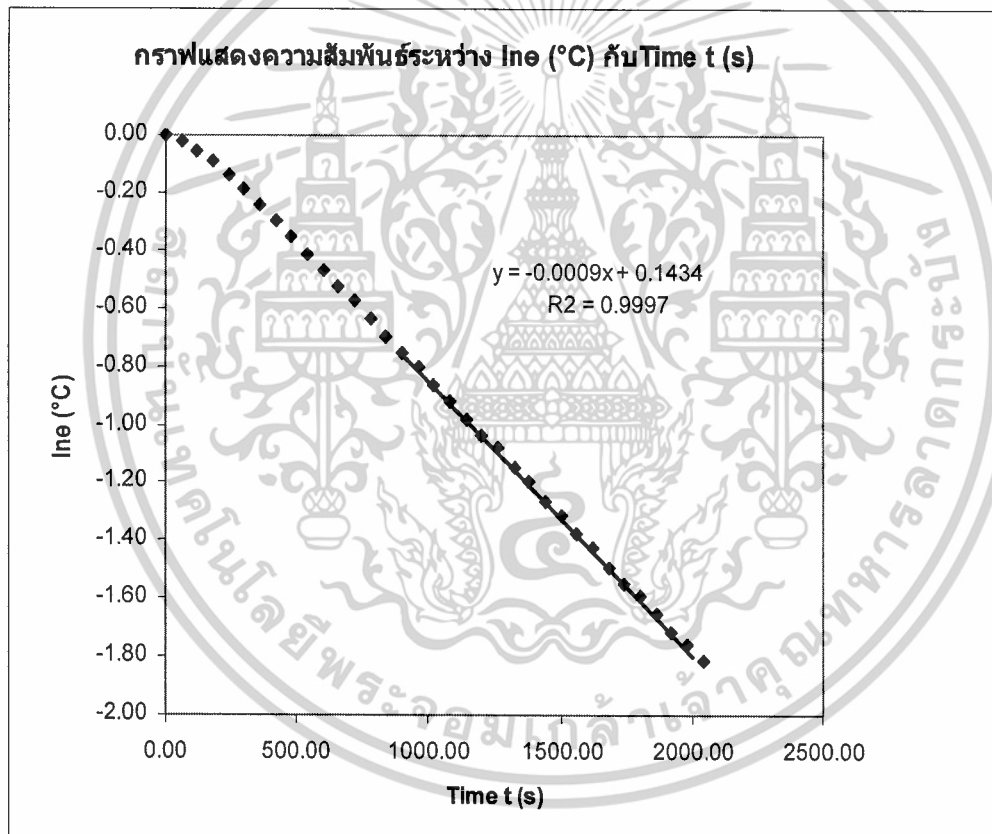
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. จากนั้นนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟในกระดาษ semi-log เพื่อที่จะได้นำไปทำการคำนวณหาค่า Thermal diffusivity ต่อไป
จากสูตร

$$\alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{R}{2.405} \right)^2$$

4.1.1.3 ผลการทดลอง

รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ (°C) กับ Time t (s)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการคำนวณ

$$\text{จากสมการ} \quad \alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{R}{2.405} \right)^2$$

$$\alpha = \frac{1}{1111.11} \left(\frac{0.024}{2.405} \right)^2$$

$$\alpha = 0.89 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

จากผลการทดลองทฤษฎีของ Yutaka Chuma, Susumu Uchida and Kassim H. H. Shemsanga ที่ 14% ความชื้น $3.35 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{hr}$, $\alpha = 0.93 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ [1]

และทฤษฎีของ F.T.Wratten, W.D. Poole, J. L. Chesness, S. Bal and V. Ramarao ที่ 14% ความชื้น $0.00387 \text{ ft}^2/\text{hr}$, $\alpha = 0.96 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ [6]

การทดลองที่ได้นั้นมีค่าใกล้เคียงกับทฤษฎีของทั้งสอง

4.1.2 วิธีการทดลองเพื่อศึกษาค่าการนำความร้อน (Thermal conductivity) ของเมล็ดข้าวเปลือก

4.1.2.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. หัววัดการนำความร้อน (Thermal Logic, USA)
2. หม้อแปลงจ่ายไฟ 1.6 V (DINAMIC 157S, Japan)
3. กระจ่างอะลูมิเนียมสำหรับใส่เมล็ดข้าวเปลือก
4. กระจ่างหุ้มฉนวนพร้อมฝาปิดหุ้มฉนวน
5. Data logger (HIOKI 8420-51 MEMORY HI LOGGER, Japan)
6. วัสดุทดสอบเมล็ดข้าวเปลือก

4.1.2.2 วิธีการทดลอง

1. เตรียมกระจ่างอะลูมิเนียมสำหรับใส่เมล็ดข้าวเปลือก
2. จากนั้นนำเมล็ดข้าวเปลือกหรือเมล็ดธัญพืชที่มีความชื้นที่เตรียมไว้มาบรรจุลงในกระจ่างอะลูมิเนียมให้เต็มพอดีกระจ่าง และจากนั้นนำกระจ่างอะลูมิเนียมใส่ลงในกระจ่างหุ้มฉนวนและนำฝาหุ้มฉนวนซึ่งติดตั้งหัววัดที่ประกอบด้วย ฮีทเตอร์และเทอร์โมคอปเปิล มาปิดให้สนิท

3. ทำการต่อสายไฟหม้อแปลงจ่ายไฟ 1.6 V และ Data logger เข้ากับ

เอกสารนี้เป็นหัววัดการนำความร้อน การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. จากนั้นบันทึกค่าอุณหภูมิหัววัดที่ทำการทดลองประมาณ 5 นาที
5. จากนั้นนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟในกระดาษ semi-log เพื่อที่จะได้นำไปทำการคำนวณหาค่า Thermal conductivity ต่อไป

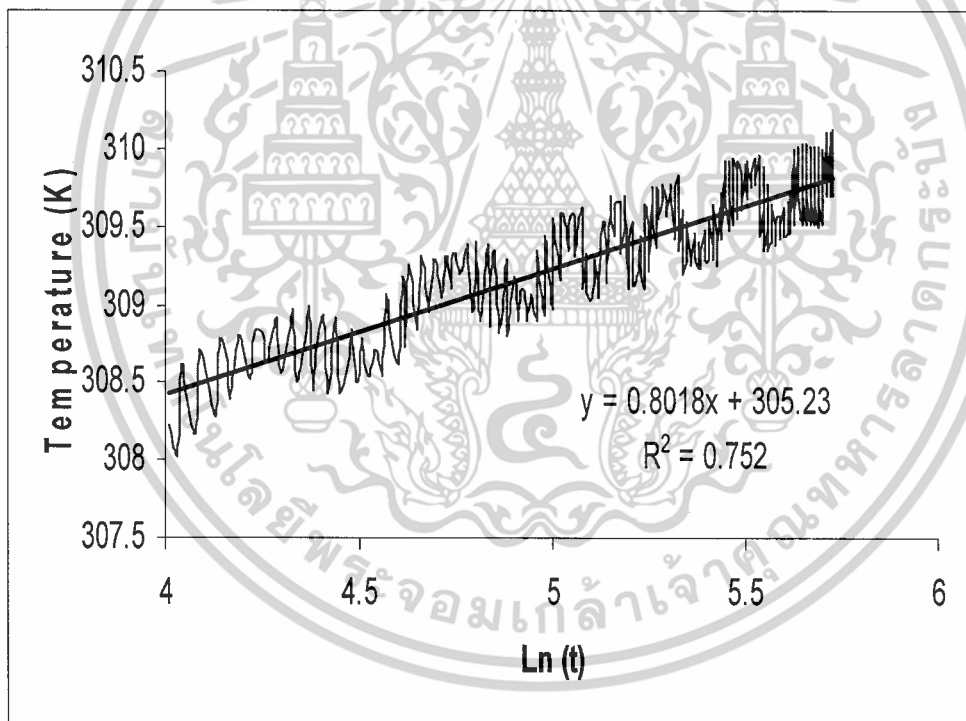
จากสูตร

$$q = (E_{ref}^2 / R_{ref}^2) * Rm$$

$$\kappa = q / (4\pi s)$$

4.1.2.3 ผลการทดลอง

รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature (K) กับ Ln (t)



ผลการคำนวณ

จากสมการ $q = (E_{ref}^2 / R_{ref}^2) * Rm$

$$q = (0.023^2 / 1) * 1041.5$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\kappa = q/(4\pi s)$$

$$\kappa = 0.540285/(4\pi \times 0.8018)$$

$$\kappa = 0.054 \text{ W/m K}$$

4.2 การทดลองเพื่อหาคุณสมบัติเชิงความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องอก

4.2.1 วิธีการทำข้าวกล้องอก

เมื่อได้รับเมล็ดข้าวกล้องจากแหล่งจำหน่ายนำมาทำให้ข้าวกล้องงอก (พันธุ์ข้าวกล้องที่ใช้เป็นพันธุ์สุพรรณ เบอร์ 17 จังหวัด นครนายก)

4.2.1.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. ถังน้ำ
2. น้ำสำหรับแช่ข้าวกล้อง
3. เมล็ดข้าวกล้อง
4. กระจาดสำหรับใส่ข้าวกล้อง
5. ผ้าขาวบาง

4.2.1.2 วิธีการ

1. นำเมล็ดข้าวกล้องมาใส่ถังน้ำจากนั้นเทน้ำให้ท่วมผิวหน้าข้าวเล็กน้อย แช่ข้าวกล้องไว้ 6 ชั่วโมง
2. จากนั้นนำเมล็ดข้าวกล้องขึ้นจากน้ำโดยการใช้ผ้าขาวบางกรองน้ำออก
3. นำเมล็ดข้าวกล้องมาใส่กระจาดที่เตรียมไว้โดยใช้ผ้าขาวบางรองที่ด้านล่างของกระจาด และใช้ผ้าขาวบางคลุมที่ด้านบนของเมล็ดข้าวกล้อง
4. จากนั้นรดน้ำให้กับข้าวกล้องทุกๆ 4 ชั่วโมง เป็นจำนวน 4 ครั้ง

4.2.2 วิธีการทดลองเพื่อหาค่าความชื้น (Moisture content) ของเมล็ดข้าวกล้องอก

4.2.2.1 วัสดุอุปกรณ์

- (1) ภาชนะบรรจุตัวอย่างที่ทำจากถาดแก้วพร้อมฝา ก่อนใช้ต้องไปอบให้แห้ง 1 ชม. แล้วบรรจุใน desiccator ทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำออกมาชั่งน้ำหนัก
- (2) ตู้อบลมร้อน (Memmert, USA) เป็นตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิได้
- (3) โถดูดความชื้น (Desiccator)
- (4) เครื่องชั่งน้ำหนัก (OHAUS รุ่น Adventures Item ARC120, USA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ว่าบรรณารักษ์จะดูแลรักษาเอกสารที่มอบให้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ขนาด 3100 g Readability 0.01g
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 วิธีการทดลอง

- (1) ชั่งมวลงานแก้วเปล่าพร้อมฝา
- (2) ใส่ตัวอย่างลงในงานแก้วและชั่งน้ำหนักบันทึกค่า
- (3) นำไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 105 °C (เปิดฝา) เป็นเวลา 3 ชม.
- (4) นำออกจากตู้อบ (ปิดฝา) ทิ้งไว้ให้เย็นใน โถดูดความชื้น (Desiccator) และนำมาชั่งน้ำหนัก
- (5) ทำซ้ำข้อ 3-4 แต่ใช้เวลาเป็น 1 ชม. จนกว่าน้ำหนักคงที่
- (6) คำนวณหาค่าความชื้น

จากสูตร

$$M(\%wb) = \left(\frac{m_w - m_d}{m_w} \right) \times 100$$

m_w = มวลตัวอย่างก่อนอบ

m_d = มวลตัวอย่างหลังอบ

4.2.3 การหาสมบัติเชิงความร้อน

4.2.3.1 ค่าการแพร่ความร้อน

4.2.3.1.1 วิธีการทดลองเพื่อศึกษาค่าการแพร่ความร้อน (Thermal diffusivity)

ของเมล็ดข้าวกล้องอก

4.2.3.1.2 วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดการแพร่ความร้อน ตามแบบ (รูปที่ 3.1)
2. เทอร์โมมิเตอร์
3. เทอร์โมคอปเปิล (Fluke 52, China)
4. ท่อทองแดงสำหรับใส่เมล็ด ตามแบบ (รูปที่ 3.3)
5. ท่ออะคริลิกสำหรับใส่น้ำแข็งและน้ำ ตามแบบ (รูปที่ 3.2)
6. วัสดุทดสอบได้แก่ เมล็ดข้าวกล้องอก
7. น้ำและน้ำแข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.1.3 วิธีการทดลอง

1. เตรียมน้ำผสมน้ำแข็งใส่ลงในท่ออะคลิกและใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดให้ได้ 0°C จากนั้นนำเมล็ดข้าวกล้องงอกที่มีความชื้นที่เตรียมไว้มาบรรจุลงในกระบอกทองแดงจากนั้นปิดจุกอย่างห่วย้าย แต่อีกด้านหนึ่งจะมีหัววัดของเทอร์โมคอปเปิลติดตั้งอยู่ 2 ตัว ตัวแรกติดตั้งอยู่ตรงกลางภายในกระบอกทองแดงที่มีเมล็ดข้าวกล้องงอกอยู่ ตัวที่สองจะติดตั้งภายในกระบอกทองแดงแต่อยู่ตรงผนังท่อทองแดง
2. จากนั้นทำการบันทึกค่าเริ่มแรกก่อนที่จะจุ่มท่อทองแดงลงในท่ออะคลิกที่มีน้ำกับน้ำแข็งอยู่
3. จุ่มท่อทองแดงลงในท่ออะคลิกที่มีน้ำผสมน้ำแข็งให้อยู่ตรงกลางท่ออะคลิกห่างจากพื้น 10 cm ด้านข้าง 10 cm และให้น้ำแข็งท่วมกระบอกทองแดงตรงปลายด้านบน 10 cm จัดให้อยู่ตรงกลางเสมอ
4. จากนั้นจดบันทึกค่าอุณหภูมิทั้งหัววัดตรงกลางท่อทองแดงและผนังท่อทองแดงทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 30-35 นาที จนกว่าอุณหภูมิของหัววัดตรงผนังท่อและกลางท่อทองแดงจะเข้าใกล้ 0°C
5. จากนั้นนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟในกระดาษ semi-log เพื่อที่จะได้นำไปทำการคำนวณหาค่า Thermal diffusivity ต่อไป
6. ทำซ้ำข้อ 1-6 อีก 5 ครั้ง โดยใช้ตัวอย่างใหม่
7. ทำซ้ำข้อ 1-7 โดยใช้เมล็ดข้าวกล้องงอก

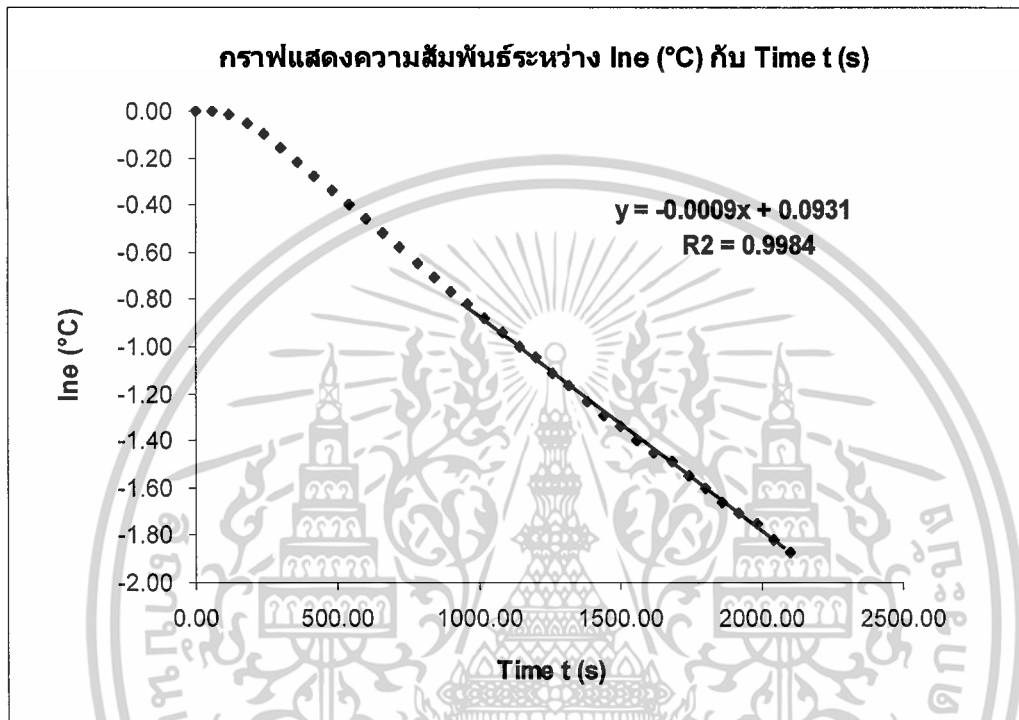
จากสูตร

$$\alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{R}{2.405} \right)^2$$

4.2.3.1.4 ผลการทดลอง

ที่ความชื้น 33.87 %

รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ (°C) กับ Time t (s) ครั้งที่ 1



ผลการคำนวณ

จากสมการ

$$\alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{R}{2.405} \right)^2$$

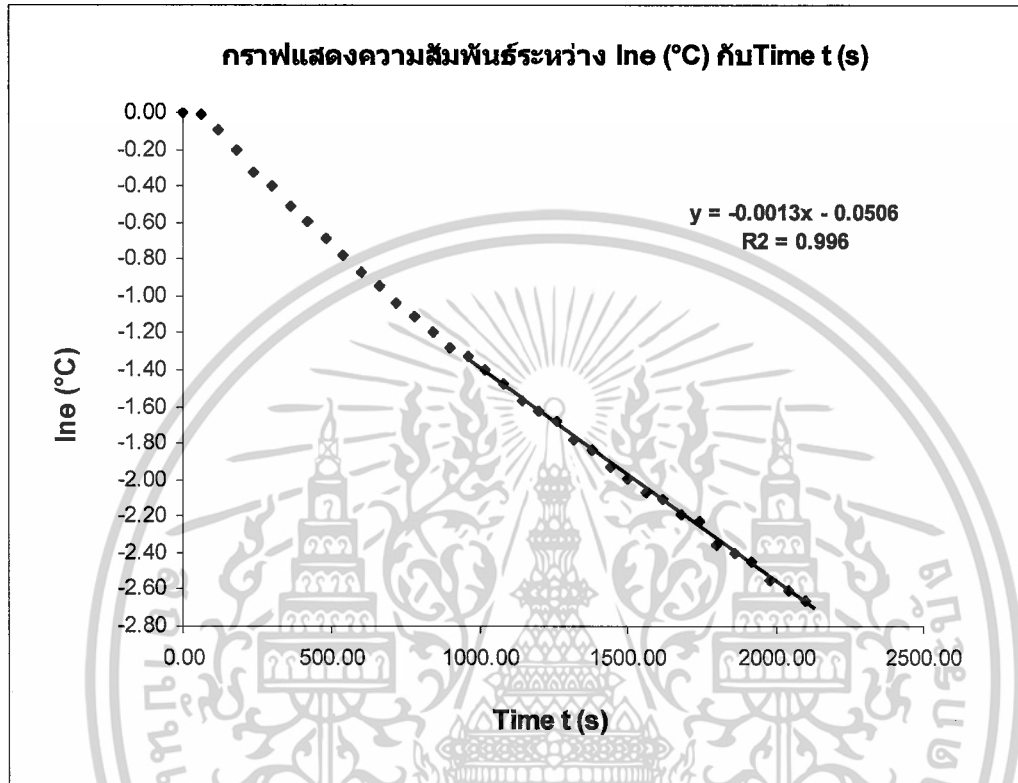
$$\alpha = \frac{1}{1111.11} \left(\frac{0.024}{2.405} \right)^2$$

$$\alpha = 0.89 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87 %

รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ (°C) กับ Time t (s) ครั้งที่ 2



ผลการคำนวณ

จากสมการ
$$\alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{R}{2.405} \right)^2$$

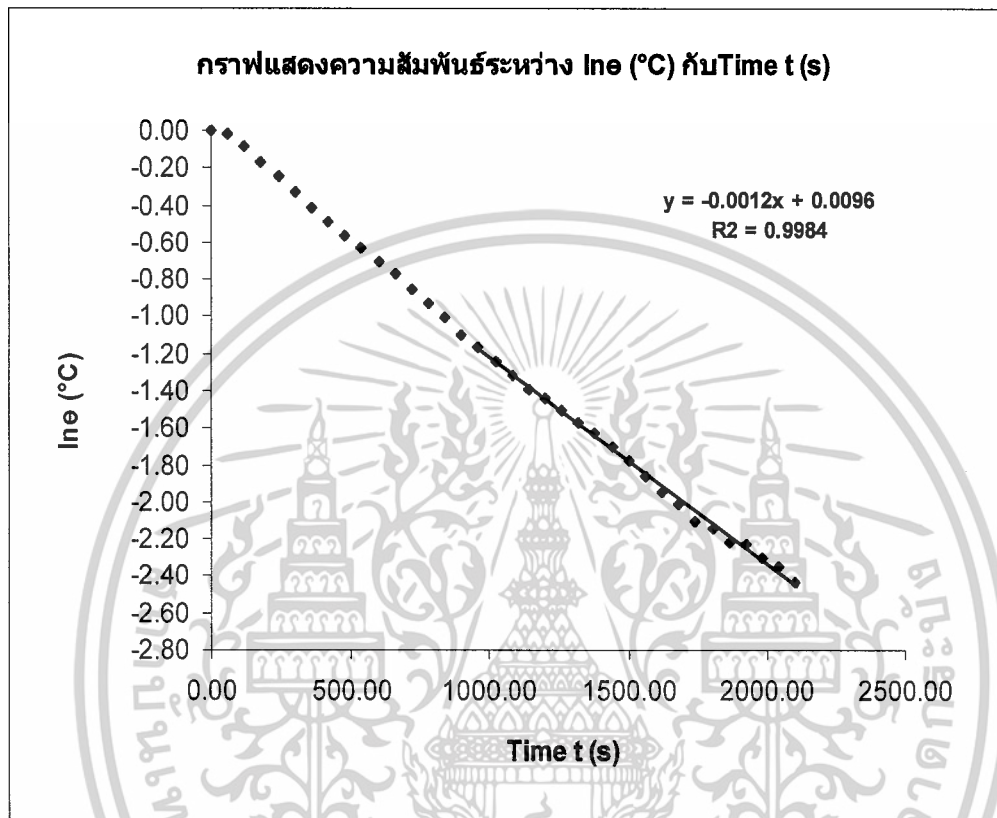
$$\alpha = \frac{1}{769.23} \left(\frac{0.024}{2.405} \right)^2$$

$$\alpha = 1.29 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87 %

รูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln\theta$ (°C) กับ Time t (s) ครั้งที่ 3



ผลการคำนวณ

จากสมการ
$$\alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{R}{2.405} \right)^2$$

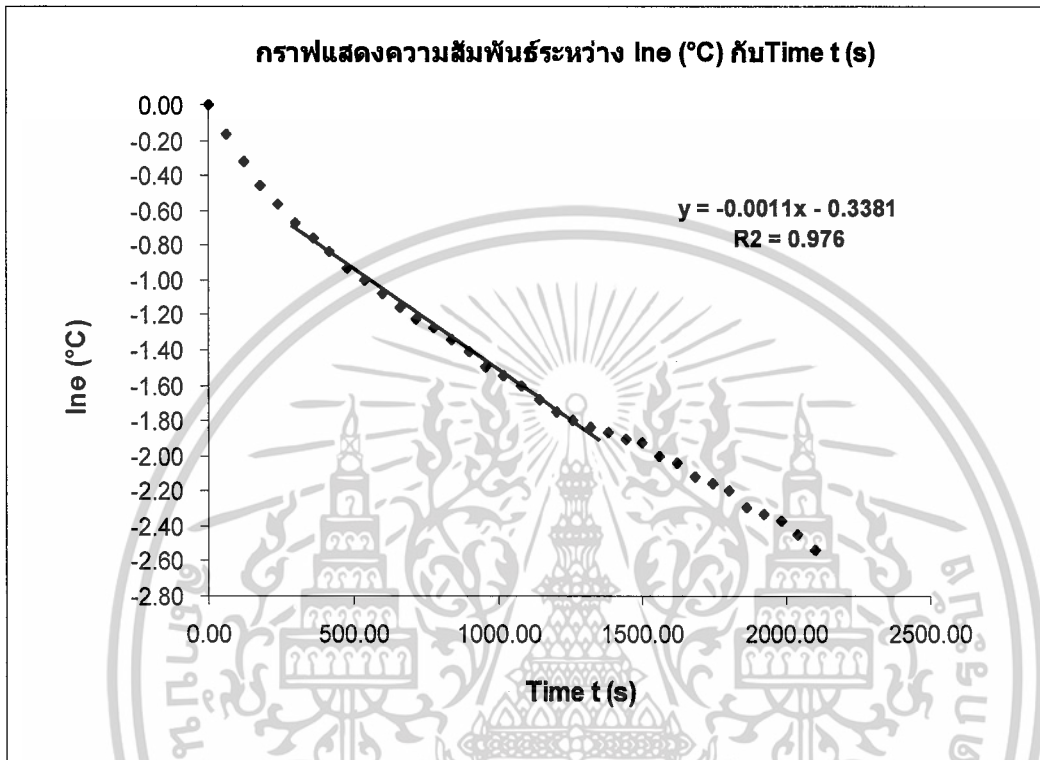
$$\alpha = \frac{1}{833.33} \left(\frac{0.024}{2.405} \right)^2$$

$$\alpha = 1.19 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87 %

รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ (°C) กับ Time t (s) ครั้งที่ 4



ผลการคำนวณ

จากสมการ

$$\alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{R}{2.405} \right)^2$$

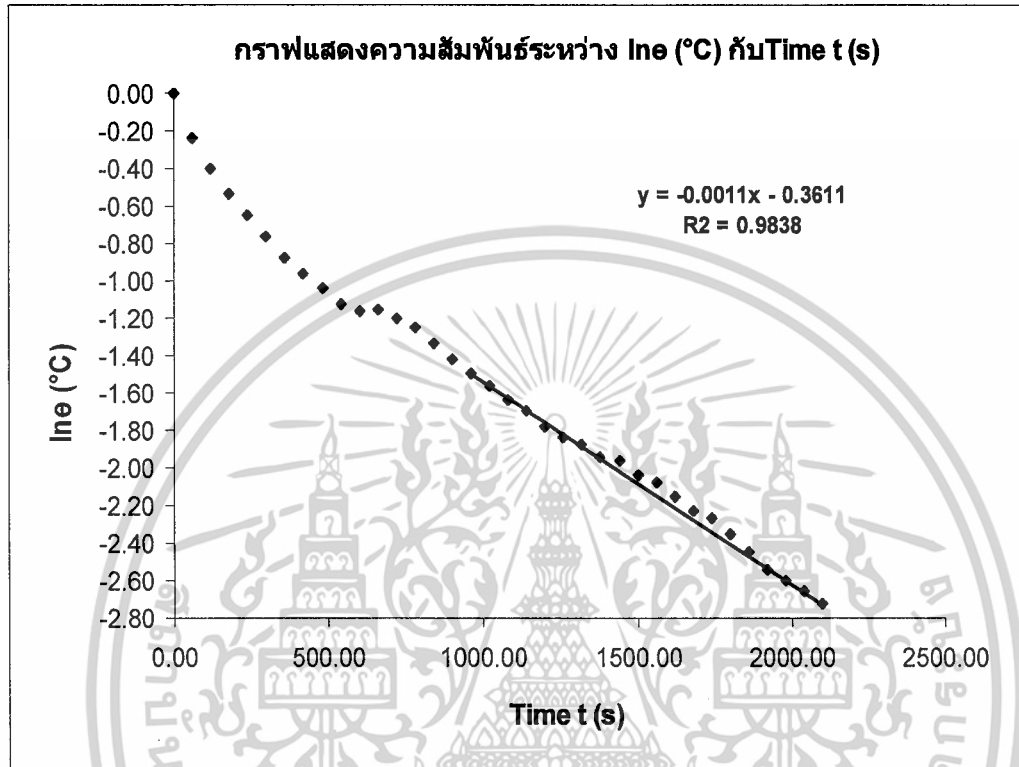
$$\alpha = \frac{1}{909.09} \left(\frac{0.024}{2.405} \right)^2$$

$$\alpha = 1.09 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87 %

รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ (°C) กับ Time t (s) ครั้งที่ 5



ผลการคำนวณ

จากสมการ
$$\alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{R}{2.405} \right)^2$$

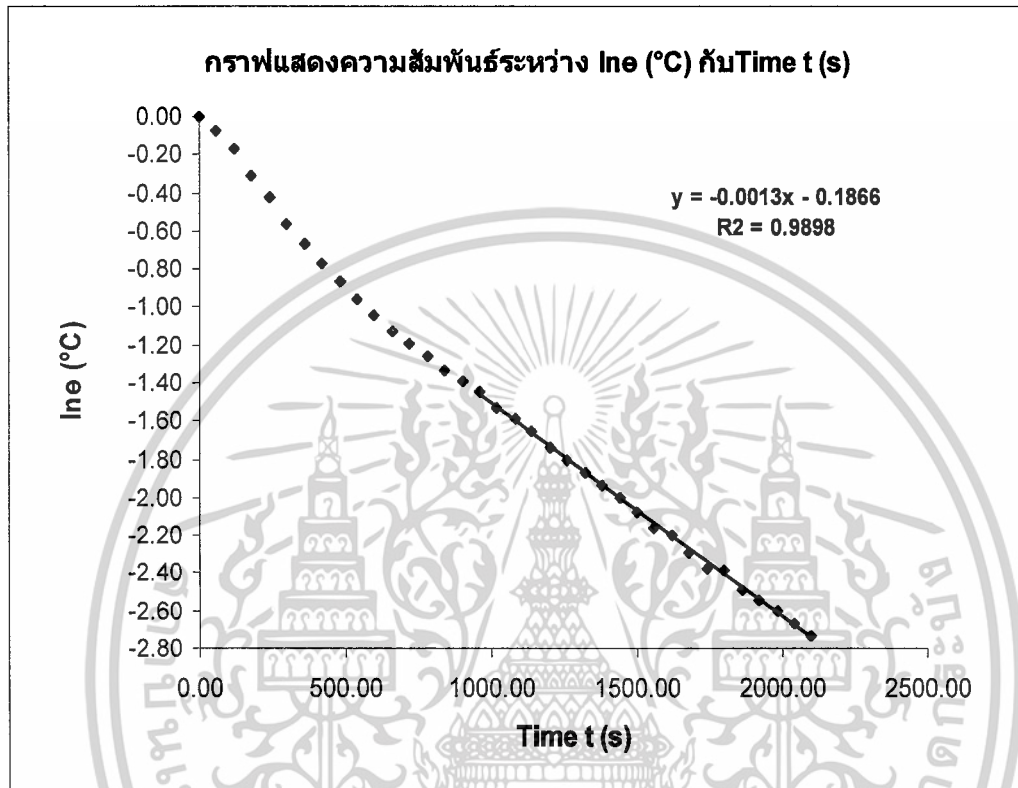
$$\alpha = \frac{1}{909.09} \left(\frac{0.024}{2.405} \right)^2$$

$$\alpha = 1.09 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30 %

รูปที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ (°C) กับ Time t (s) ครั้งที่ 1



ผลการคำนวณ

จากสมการ
$$\alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{R}{2.405} \right)^2$$

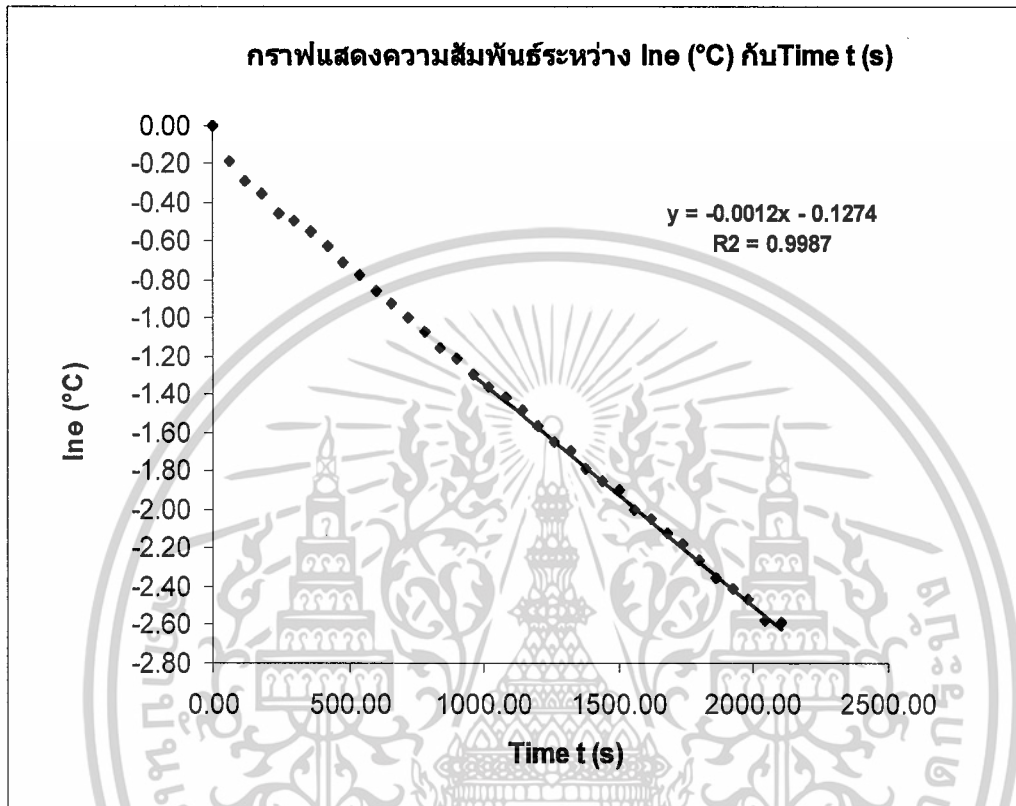
$$\alpha = \frac{1}{769.23} \left(\frac{0.024}{2.405} \right)^2$$

$$\alpha = 1.29 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30 %

รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ (°C) กับ Time t (s) ครั้งที่ 2



ผลการคำนวณ

จากสมการ
$$\alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{R}{2.405} \right)^2$$

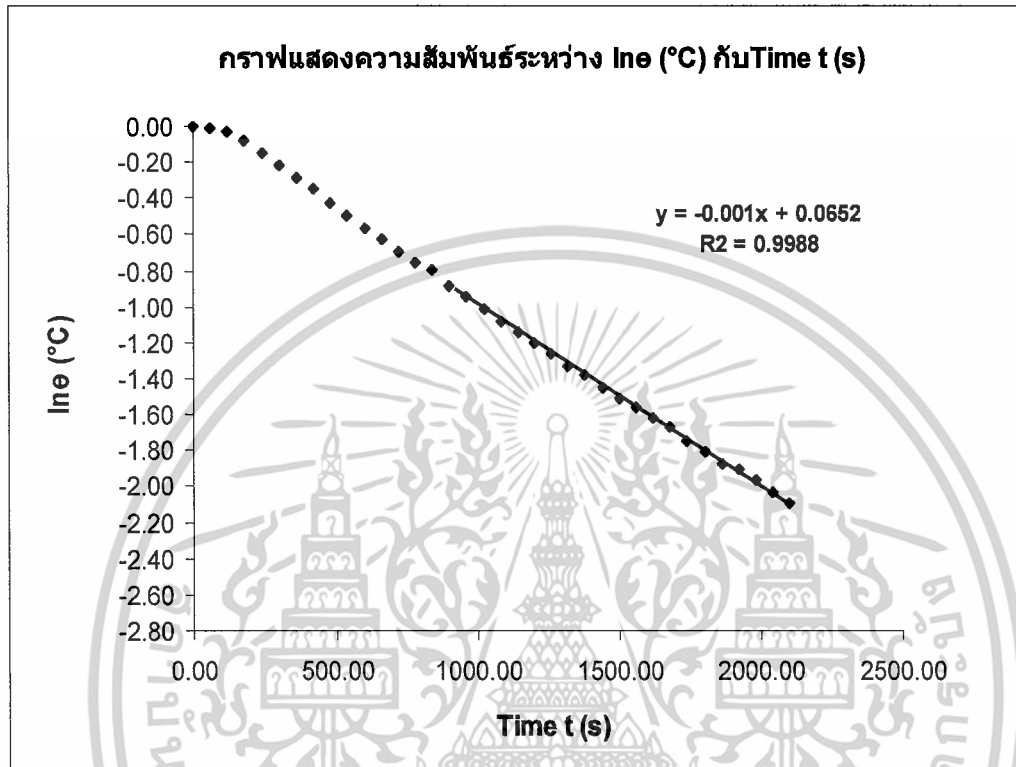
$$\alpha = \frac{1}{833.33} \left(\frac{0.024}{2.405} \right)^2$$

$$\alpha = 1.19 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30 %

รูปที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ (°C) กับ Time t (s) ครั้งที่ 3



ผลการคำนวณ

จากสมการ
$$\alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{R}{2.405} \right)^2$$

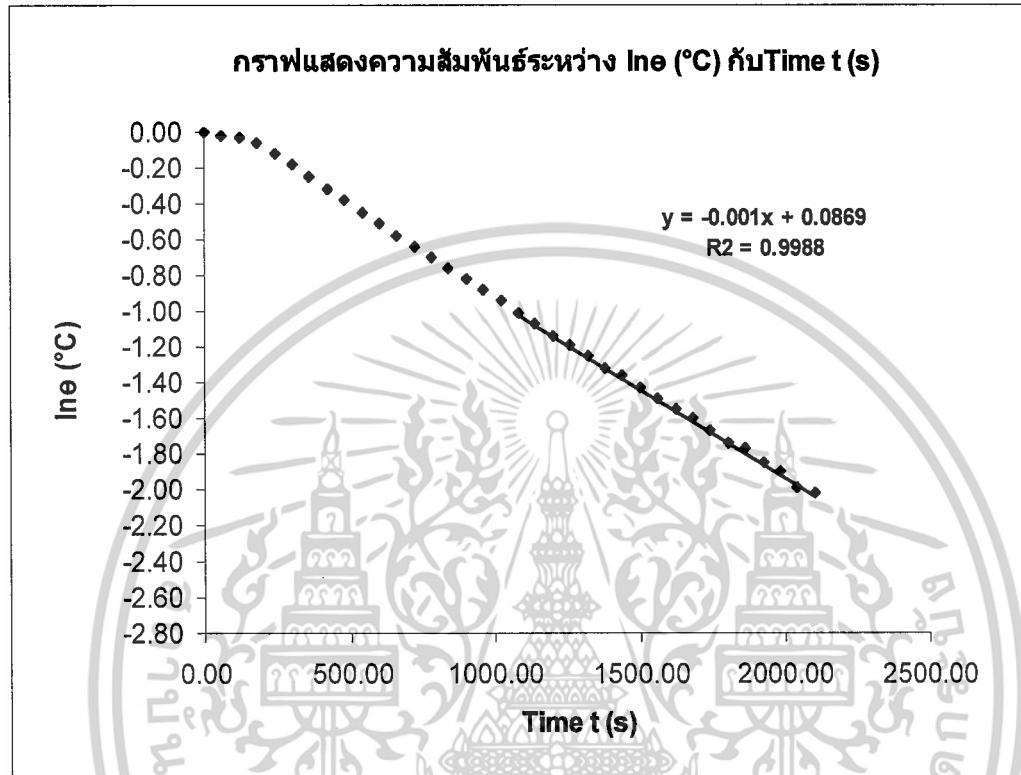
$$\alpha = \frac{1}{1000} \left(\frac{0.024}{2.405} \right)^2$$

$$\alpha = 0.99 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30 %

รูปที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ (°C) กับ Time t (s) ครั้งที่ 4



ผลการคำนวณ

จากสมการ
$$\alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{R}{2.405} \right)^2$$

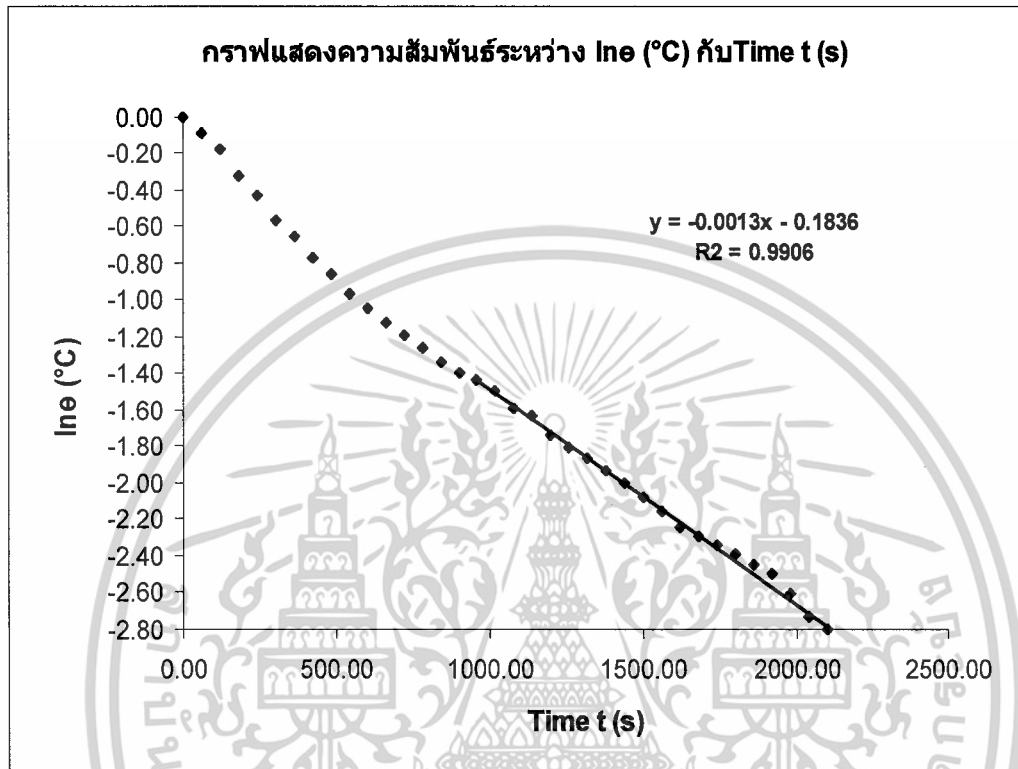
$$\alpha = \frac{1}{1000} \left(\frac{0.024}{2.405} \right)^2$$

$$\alpha = 0.99 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30 %

รูปที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln \theta$ (°C) กับ Time t (s) ครั้งที่ 5



ผลการคำนวณ

จากสมการ

$$\alpha = \frac{1}{\tau} \left(\frac{R}{2.405} \right)^2$$

$$\alpha = \frac{1}{769.23} \left(\frac{0.024}{2.405} \right)^2$$

$$\alpha = 1.29 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2 ค่าการนำความร้อน

4.2.3.2.1 วิธีการทดลองเพื่อศึกษาค่าการนำความร้อน (Thermal conductivity)

ของเมล็ดข้าวกล้องงอก

4.2.3.2.2 วัสดุและอุปกรณ์

1. หัววัดการนำความร้อน (Thermal Logic, USA)
2. หม้อแปลงจ่ายไฟ 1.6 V (DINAMIC 157S, Japan)
3. กระจ่างอุณหภูมินิยมสำหรับใส่เมล็ดข้าวกล้องงอกตามแบบ (รูปที่ 3.2.2)
4. กระจ่างหุ้มฉนวนพร้อมฝาปิดหุ้มฉนวน ตามแบบ (รูปที่ 3.2.3)
5. Data logger (HIOKI 8420-51 MEMORY HI LOGGER, Japan)
6. วัสดุทดสอบได้แก่เมล็ดข้าวกล้องงอก
7. เครื่องชั่งน้ำหนัก (OHAUS รุ่นAdventures Item ARC120, USA) ขนาด 3100 g Readability 0.01g

4.2.3.2.3 วิธีการทดลอง

1. เตรียมกระจ่างอุณหภูมินิยมสำหรับใส่เมล็ด
2. จากนั้นนำเมล็ดข้าวกล้องงอกที่มีความชื้นที่เตรียมไว้มาบรรจุลงไปในกระจ่างอุณหภูมินิยมให้เต็มพอดีกระจ่าง และจากนั้นนำกระจ่างอุณหภูมินิยมใส่ลงไปในกระจ่างหุ้มฉนวนและนำฝาหุ้มฉนวนซึ่งติดตั้งหัววัดที่ประกอบด้วย ฮีทเตอร์และเทอร์โมคอปเปิล มาปิดให้สนิท
3. ทำการต่อสายไฟหม้อแปลงจ่ายไฟ 1.6 V และ Data logger เข้ากับหัววัดการนำความร้อน โดยยังไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าและวัด R_{ref}
4. จากนั้นปล่อยกระแสไฟฟ้าทำการวัด E_{ref} และบันทึกค่าอุณหภูมิหัววัดที่ทำกรทดลองประมาณ 5 นาที
5. จากนั้นนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟในกระดาษ semi-log เพื่อที่จะได้นำไปทำการคำนวณหาค่า Thermal conductivity ต่อไป
6. ทำซ้ำข้อ 1-5 อีก 5 ครั้งโดยใช้ตัวอย่างใหม่
7. ทำซ้ำข้อ 1-6 โดยใช้เมล็ดข้าวกล้องงอก

จากสูตร $q = (E_{ref}^2 / R_{ref}^2) * R_m$ เมื่อ $R_m = 1041.5 \text{ } \Omega/\text{m}$

$R_{ref} = 1 \text{ } \Omega$

$E_{ref} = 0.023$

$\kappa = q / (4\pi s)$ เมื่อ $q =$ กำลังไฟฟ้า (W/m)

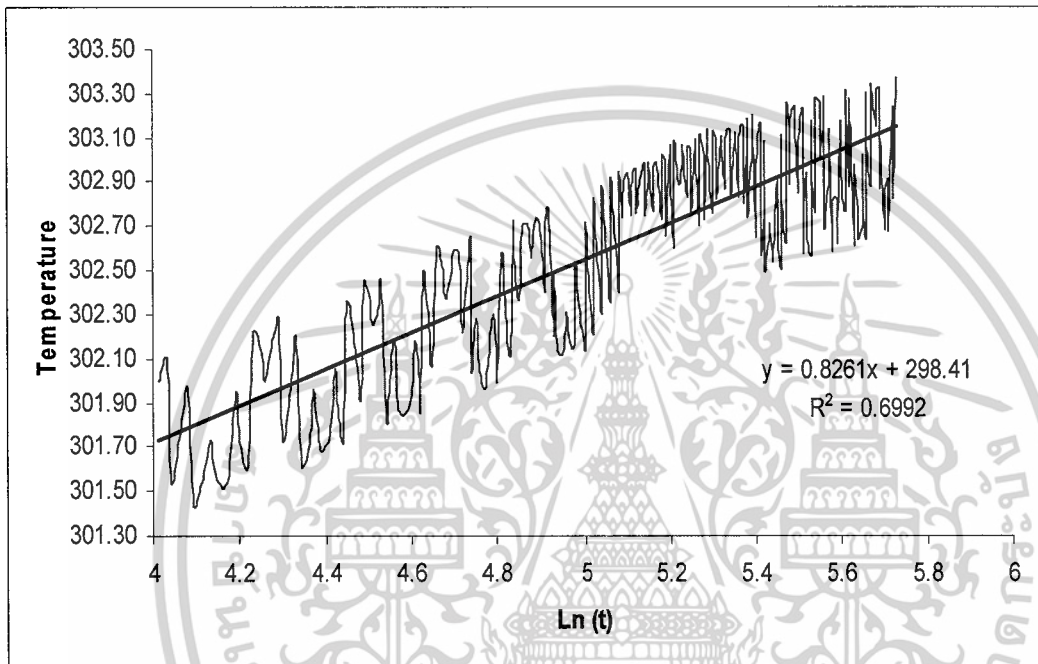
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น slope ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.2.4 ผลการทดลอง

ที่ความชื้น 33.87%

รูปที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Ln (t) กับ Temperature (K) ครั้งที่ 1



ผลการคำนวณ

จากสมการ $q = (E_{ref}^2 / R_{ref}^2) * Rm$

$$q = (0.023^2 / 1) * 1041.5$$

$$q = 0.540285 \text{ W/m}$$

$$\kappa = q / (4\pi s)$$

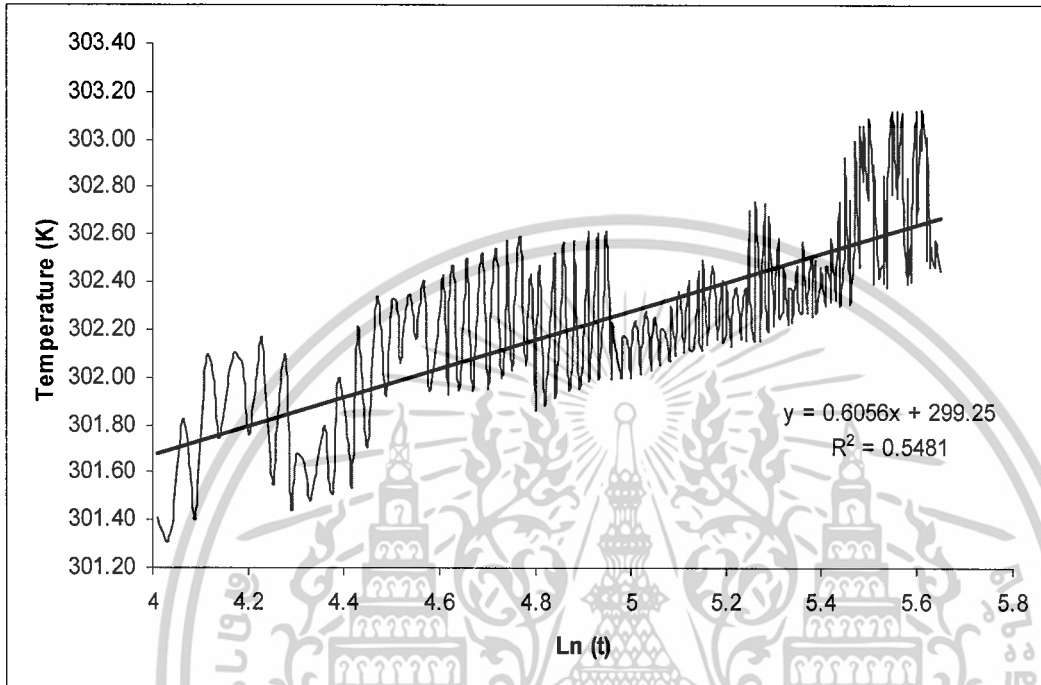
$$\kappa = 0.540285 / (4\pi \times 0.8261)$$

$$\kappa = 0.052 \text{ W/m K}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87%

รูปที่ 4.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Ln (t) กับ Temperature (K) ครั้งที่ 2



ผลการคำนวณ

จากสมการ $q = (E_{ref}^2 / R_{ref}^2) * Rm$

$$q = (0.023^2 / 1) * 1041.5$$

$$q = 0.540285 \text{ W/m}$$

$$\kappa = q / (4\pi s)$$

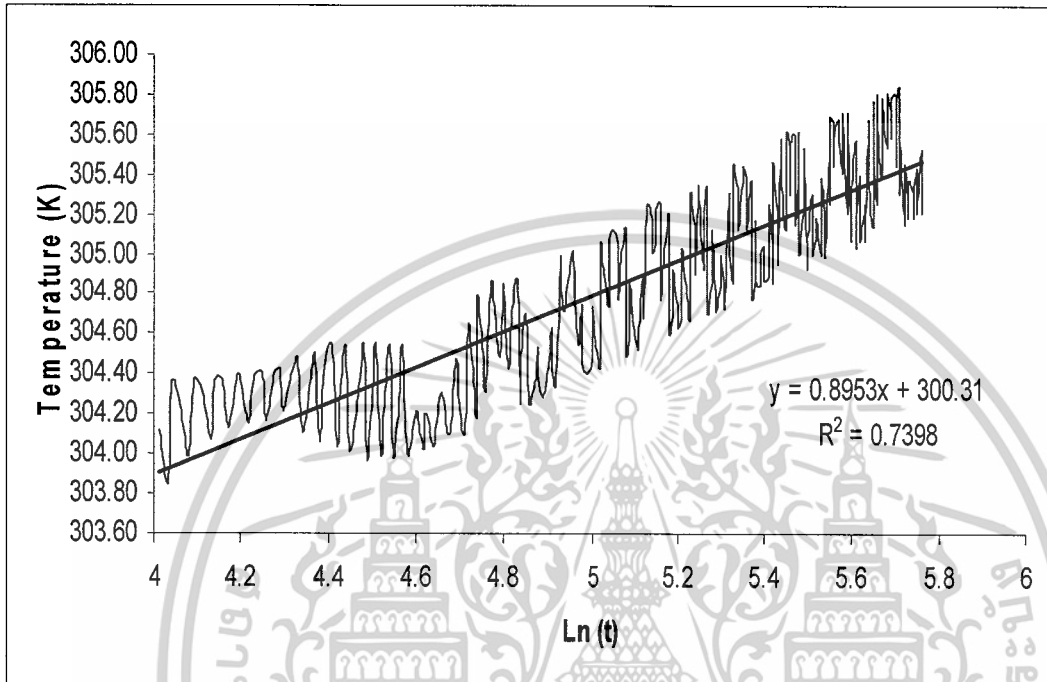
$$\kappa = 0.540285 / (4\pi \times 0.6056)$$

$$\kappa = 0.071 \text{ W/m K}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87%

รูปที่ 4.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Ln (t) กับ Temperature (K) ครั้งที่3



ผลการคำนวณ

จากสมการ $q = (E_{ref}^2 / R_{ref}^2) * Rm$

$$q = (0.023^2 / 1) * 1041.5$$

$$q = 0.540285 \text{ W/m}$$

$$\kappa = q / (4\pi s)$$

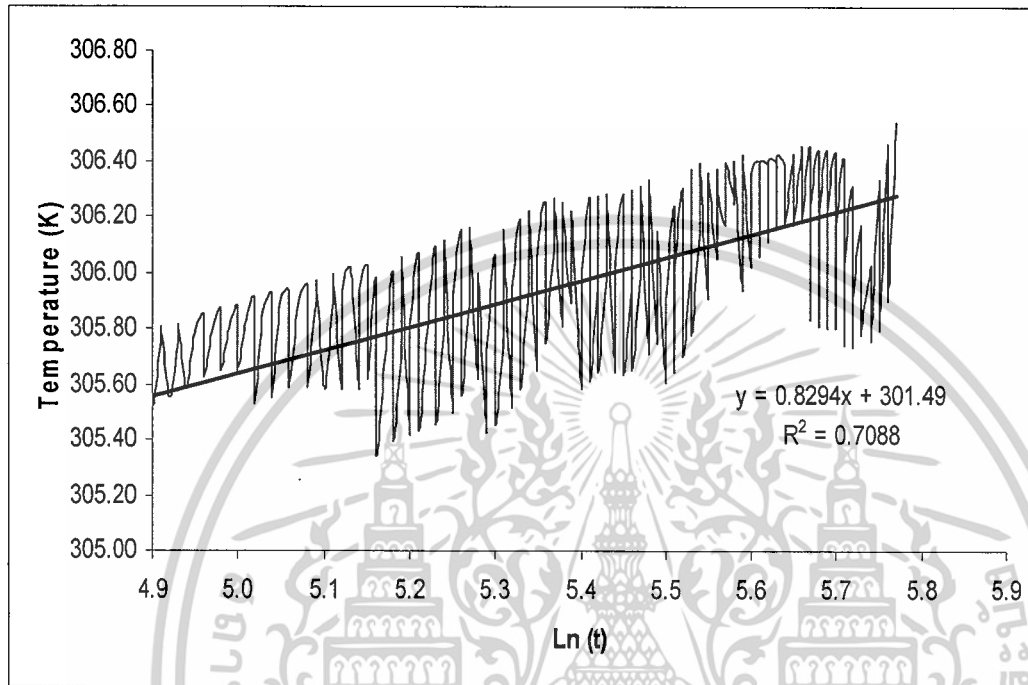
$$\kappa = 0.540285 / (4\pi \times 0.8953)$$

$$\kappa = 0.048 \text{ W/m K}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87%

รูปที่ 4.16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(t)$ กับ Temperature (K) ครั้งที่ 4



ผลการคำนวณ

จากสมการ $q = (E_{ref}^2 / R_{ref}^2) * Rm$

$$q = (0.023^2 / 1) * 1041.5$$

$$q = 0.540285 \text{ W/m}$$

$$\kappa = q / (4\pi s)$$

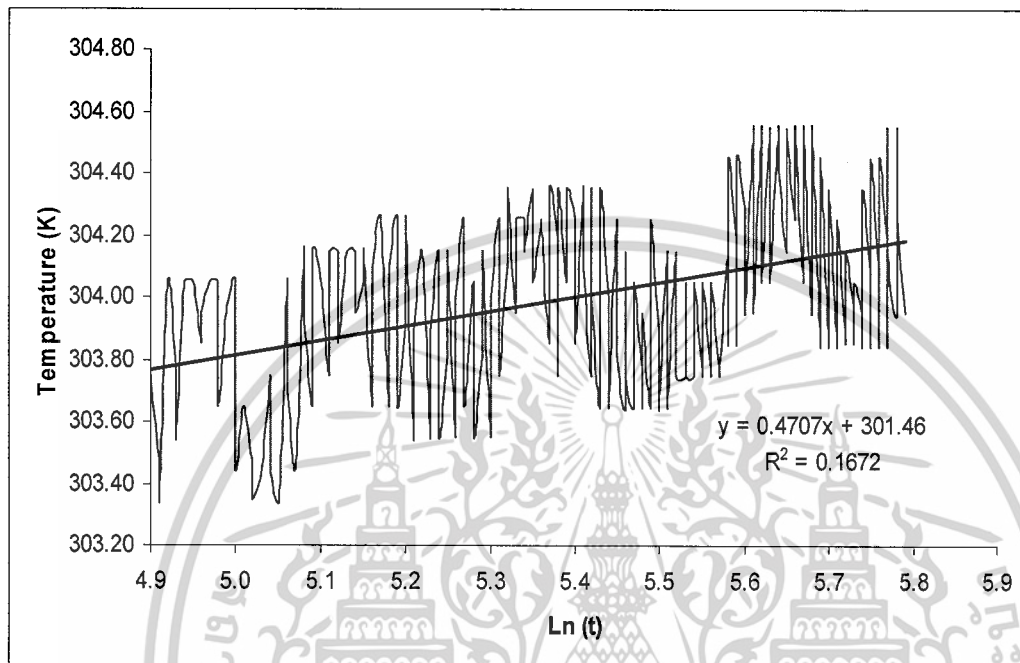
$$\kappa = 0.540285 / (4\pi \times 0.8294)$$

$$\kappa = 0.051 \text{ W/m K}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87%

รูปที่ 4.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Ln (t) กับ Temperature (K) ครั้งที่5



ผลการคำนวณ

จากสมการ

$$q = (E_{ref}^2 / R_{ref}^2) * Rm$$

$$q = (0.023^2 / 1) * 1041.5$$

$$q = 0.540285 \text{ W/m}$$

$$\kappa = q / (4\pi s)$$

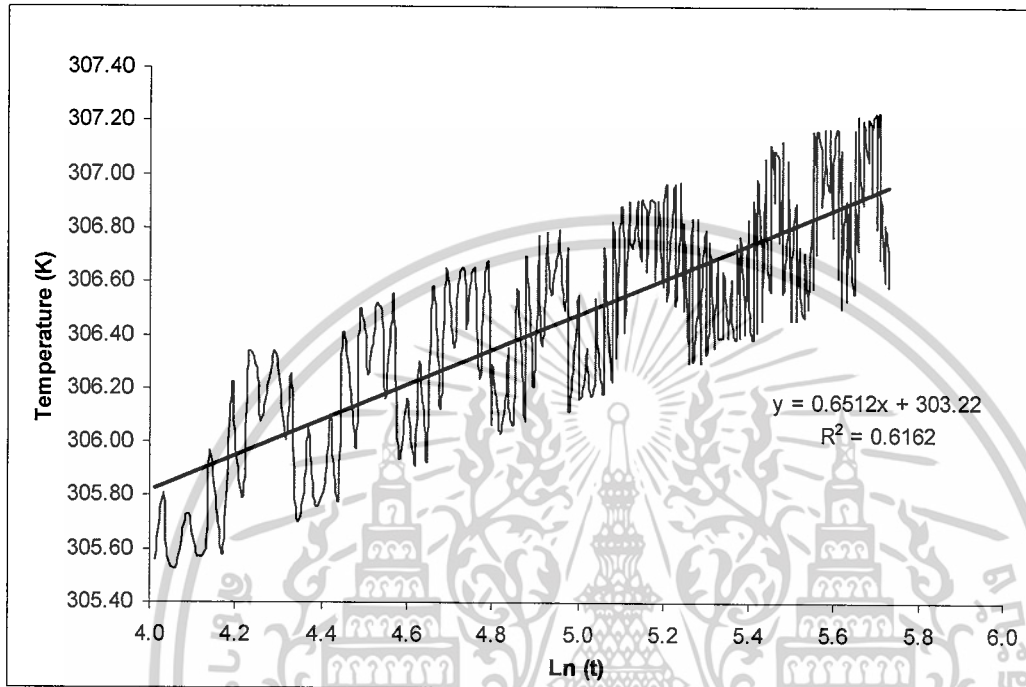
$$\kappa = 0.540285 / (4\pi \times 0.4707)$$

$$\kappa = 0.091 \text{ W/m K}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30%

รูปที่ 4.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Ln (t) กับ Temperature (K) ครั้งที่ 1



ผลการคำนวณ

จากสมการ

$$q = (E_{ref}^2 / R_{ref}^2) * Rm$$

$$q = (0.023^2 / 1) * 1041.5$$

$$q = 0.540285 \text{ W/m}$$

$$\kappa = q / (4\pi s)$$

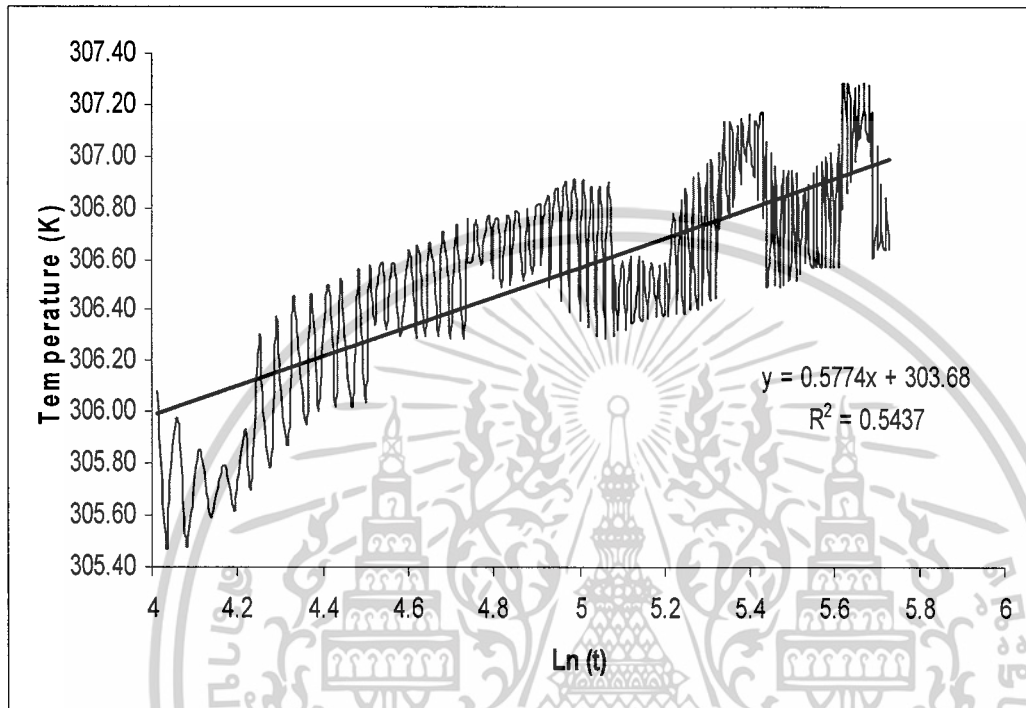
$$\kappa = 0.540285 / (4\pi \times 0.6512)$$

$$\kappa = 0.066 \text{ W/m K}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30%

รูปที่ 4.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(t)$ กับ Temperature (K) ครั้งที่ 2



ผลการคำนวณ

จากสมการ

$$q = (E_{ref}^2 / R_{ref}^2) * Rm$$

$$q = (0.023^2 / 1) * 1041.5$$

$$q = 0.540285 \text{ W/m}$$

$$\kappa = q / (4\pi s)$$

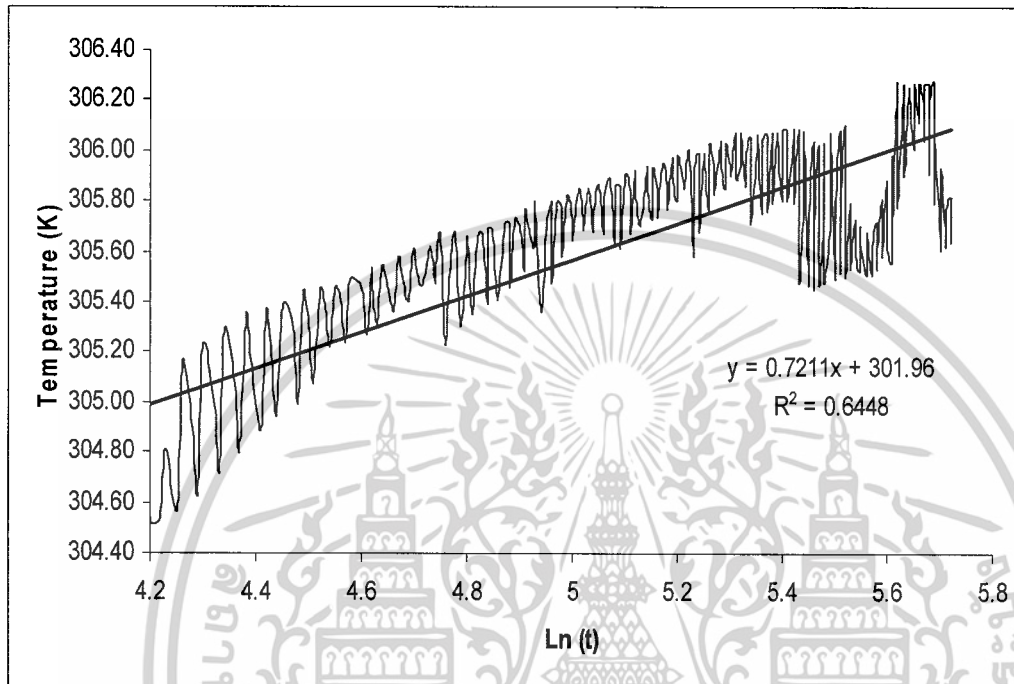
$$\kappa = 0.540285 / (4\pi \times 0.5774)$$

$$\kappa = 0.074 \text{ W/m K}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30%

รูปที่ 4.20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(t)$ กับ Temperature (K) ครั้งที่ 3



ผลการคำนวณ

จากสมการ

$$q = (E_{ref}^2 / R_{ref}^2) * Rm$$

$$q = (0.023^2 / 1) * 1041.5$$

$$q = 0.540285 \text{ W/m}$$

$$\kappa = q / (4\pi s)$$

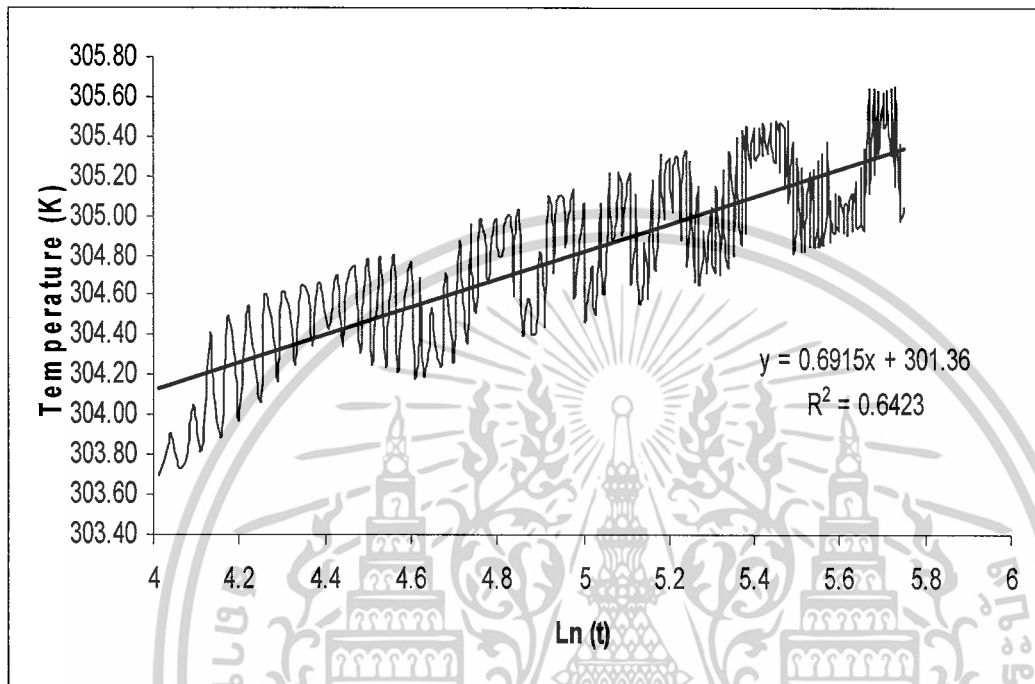
$$\kappa = 0.540285 / (4\pi \times 0.7211)$$

$$\kappa = 0.059 \text{ W/m K}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30%

รูปที่ 4.21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\ln(t)$ กับ Temperature (K) ครั้งที่ 4



ผลการคำนวณ

จากสมการ $q = (E_{ref}^2 / R_{ref}^2) * Rm$

$$q = (0.023^2 / 1) * 1041.5$$

$$q = 0.540285 \text{ W/m}$$

$$\kappa = q / (4\pi s)$$

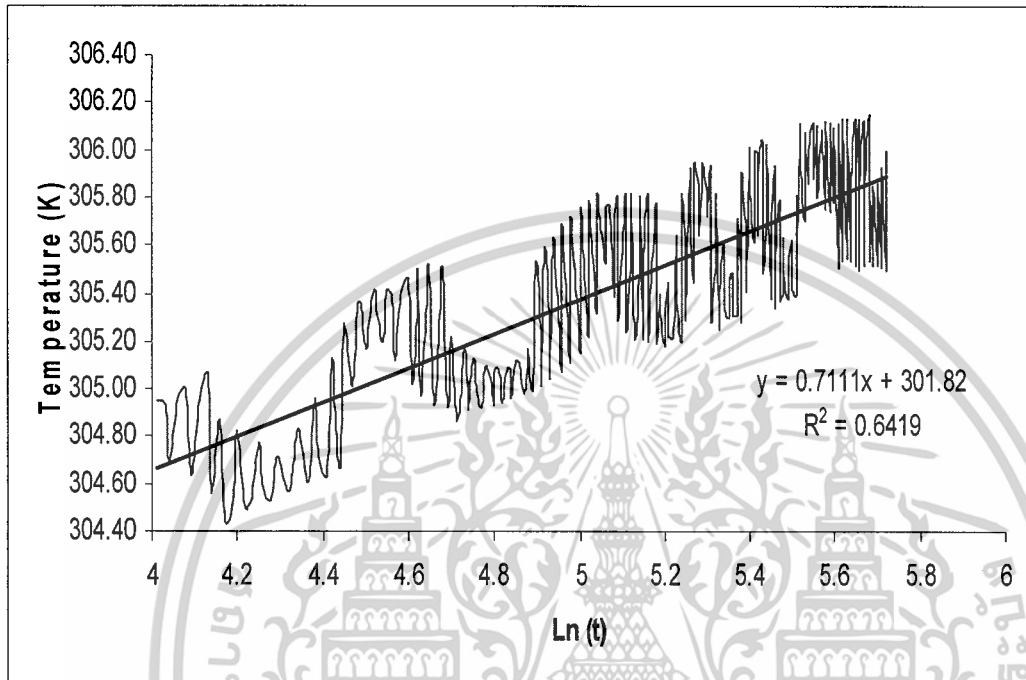
$$\kappa = 0.540285 / (4\pi \times 0.6915)$$

$$\kappa = 0.062 \text{ W/m K}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30%

รูปที่ 4.22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Ln (t) กับ Temperature (K) ครั้งที่ 5



ผลการคำนวณ

จากสมการ $q = (E_{ref}^2 / R_{ref}^2) * Rm$

$$q = (0.023^2 / 1) * 1041.5$$

$$q = 0.540285 \text{ W/m}$$

$$\kappa = q / (4\pi s)$$

$$\kappa = 0.540285 / (4\pi \times 0.7111)$$

$$\kappa = 0.060 \text{ W/m K}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.3 ค่าความร้อนจำเพาะ

4.2.3.3.1 วิธีการทดลองเพื่อศึกษาค่าความร้อนจำเพาะ (Specific heat) ของเมล็ดข้าวกล้องงอก

4.2.3.3.2 วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่อง Differential Scanning Calorimeter (DSC) (PerkinElmer 8000)
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก
3. ถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิด
4. สารตัวอย่างได้แก่เมล็ดข้าวกล้องงอก

4.2.3.3.3 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

1. ทำโดยนำเมล็ดข้าวกล้องงอกมาบดให้ละเอียด
2. นำเมล็ดข้าวกล้องงอกที่บดละเอียดแล้วมาใส่ในถ้วยอะลูมิเนียมชั่งให้ได้ประมาณ 5-10 มิลลิกรัม
3. จากนั้นนำถ้วยอะลูมิเนียมที่ใส่เมล็ดข้าวกล้องงอกบดละเอียดแล้วมาปิดฝาค้วยอะลูมิเนียมและผนึกให้แน่นเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นในระหว่างให้ความร้อน

4.2.3.3.4 วิธีการทดลอง

1. ปรับอุณหภูมิของเครื่อง DSC เริ่มต้นเท่ากับ 50 °C โดยใช้ไนโตรเจนแล้วเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตรา 5 °C ต่อนาที ในช่วงอุณหภูมิ 50-80 °C
2. ทำการทดลองโดยวางถ้วยอะลูมิเนียมที่ปิดผนึกที่บรรจุเมล็ดข้าวกล้องงอกบดละเอียดหนัก 5-10 มิลลิกรัม ลงบนที่ใส่ตัวอย่างและวางถ้วยอะลูมิเนียมเปล่าที่ปิดผนึกลงในที่ใส่อ้างอิง

3. คำนวณค่า C_p ที่อุณหภูมิต่างๆ จากสูตร $C_p = Q / (m \cdot DT / dt)$

$$C_p = \text{Specific heat (kJ/kg K)}$$

$$Q = \text{อัตราการไหลของความร้อน (kJ/s)}$$

$$m = \text{น้ำหนักตัวอย่าง (kg)}$$

$$DT/dt = \text{อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ (K/s)}$$

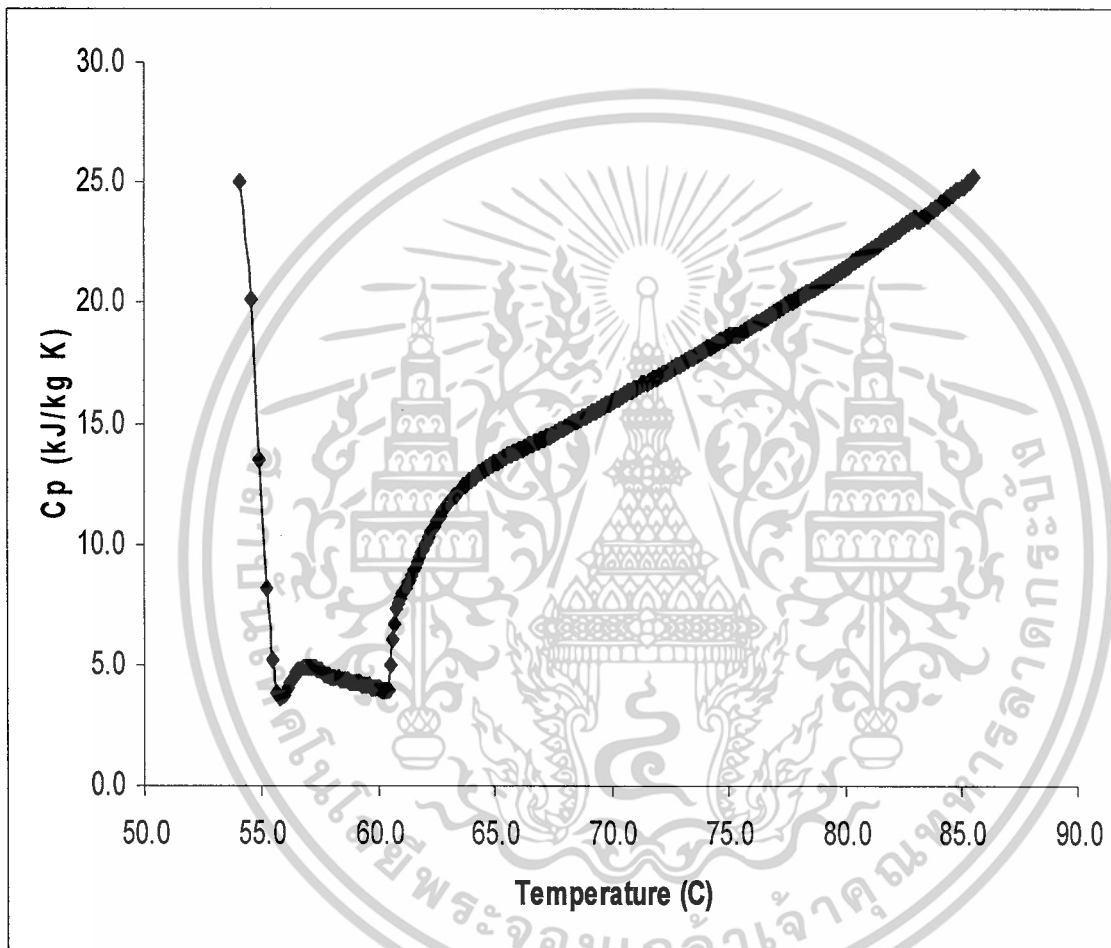
5. นำค่า C_p มาเขียนกราฟระหว่างแกน X คือ Temperature และแกน Y คือ C_p

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.3.5 ผลการทดลอง

ที่ความชื้น 33.87%

รูปที่ 4.23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ครั้งที่ 1



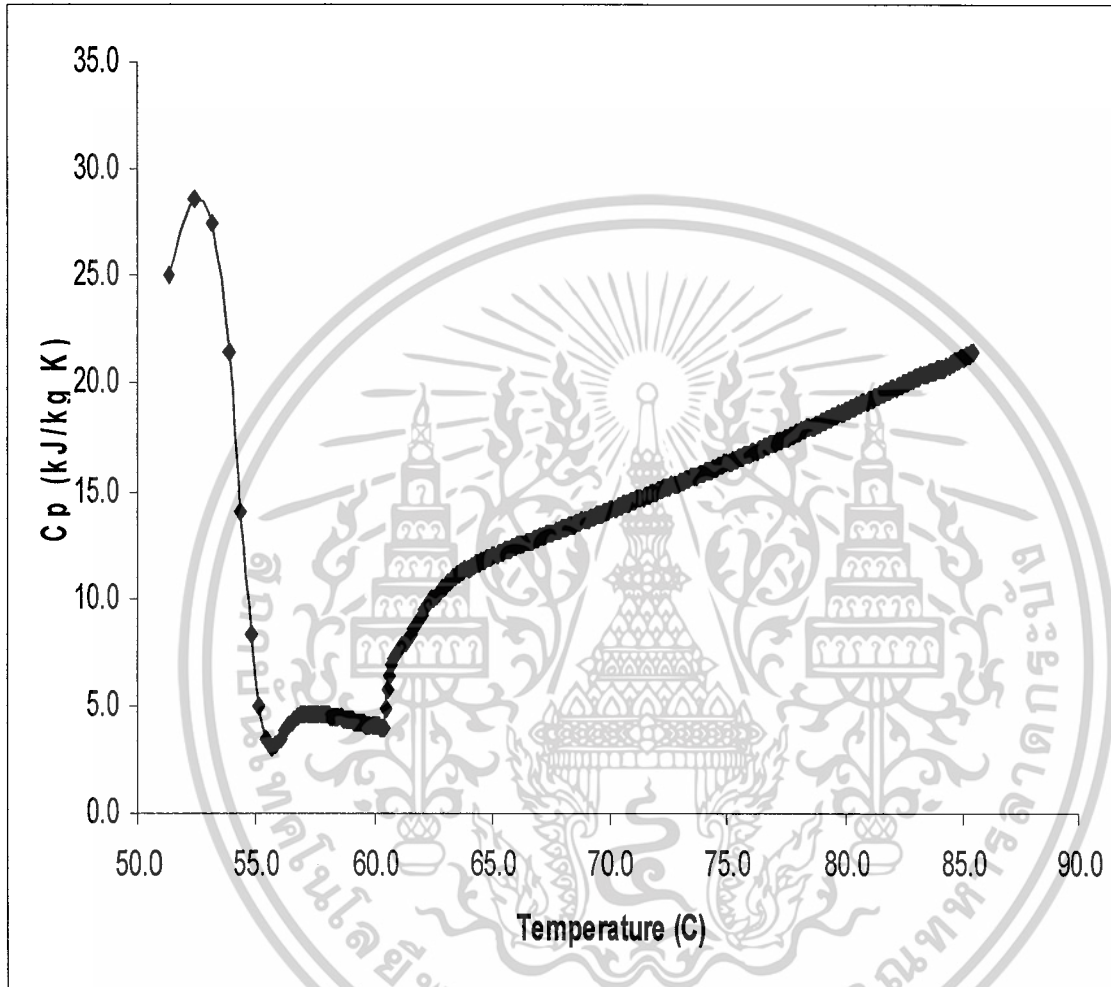
ในช่วงอุณหภูมิ 54.14-85.52 $^{\circ}\text{C}$

ค่าเฉลี่ย $C_p = 25.01-25.19$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87%

รูปที่ 4.24 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ครั้งที่ 2



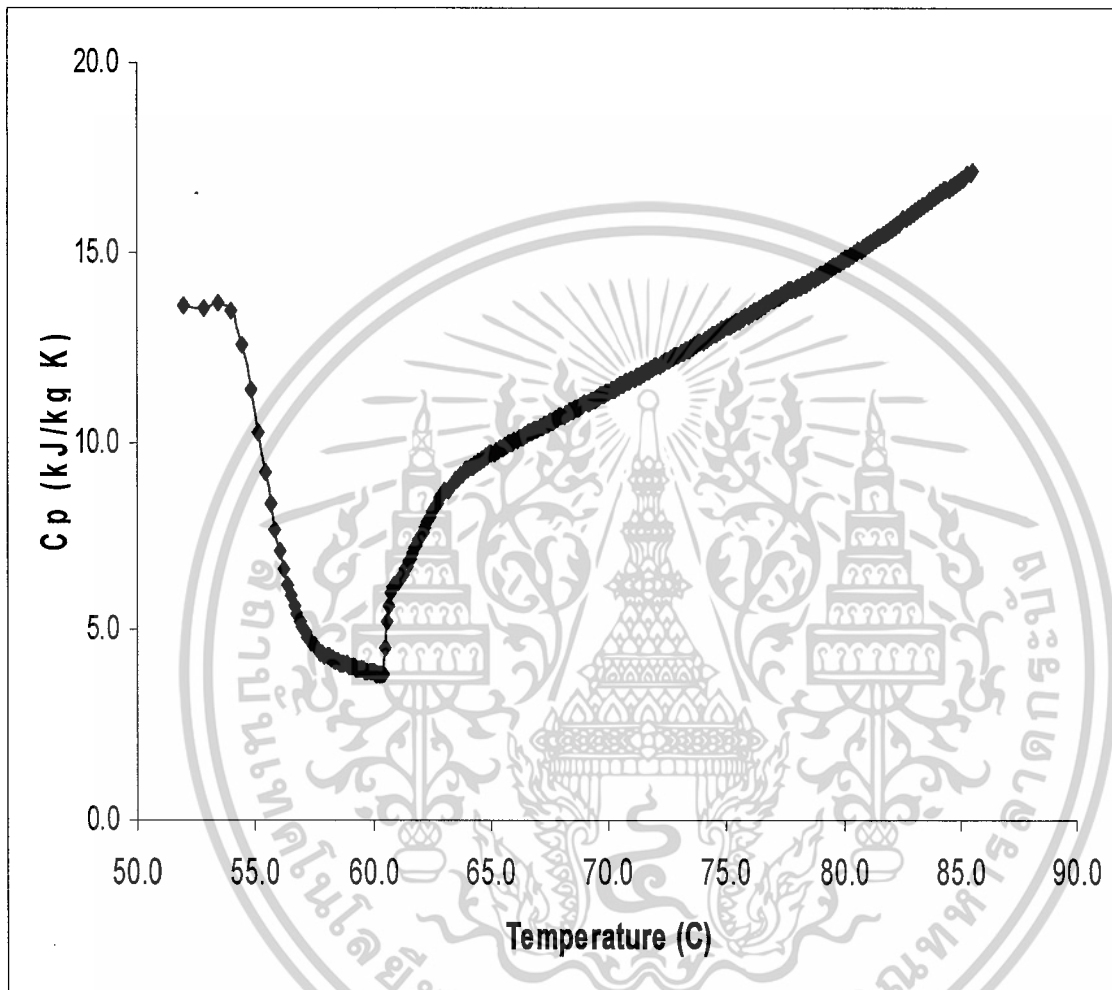
ในช่วงอุณหภูมิ 51.33-85.52 $^{\circ}\text{C}$

ค่าเฉลี่ย $C_p = 25.08-21.46$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87%

รูปที่ 4.25 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ครั้งที่ 3



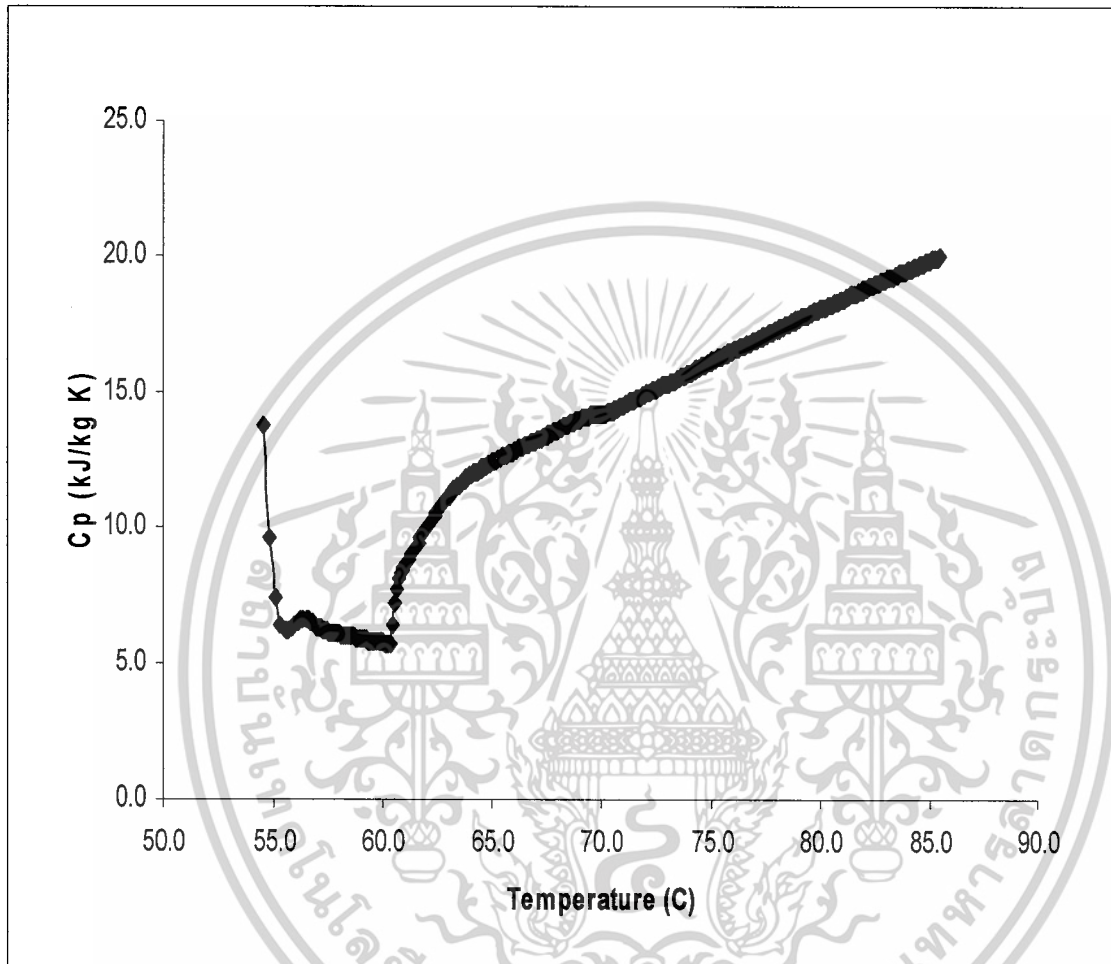
ในช่วงอุณหภูมิ 52.02-85.53 $^{\circ}\text{C}$

ค่าเฉลี่ย $C_p = 13.60-17.12$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30%

รูปที่ 4.26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ครั้งที่ 1



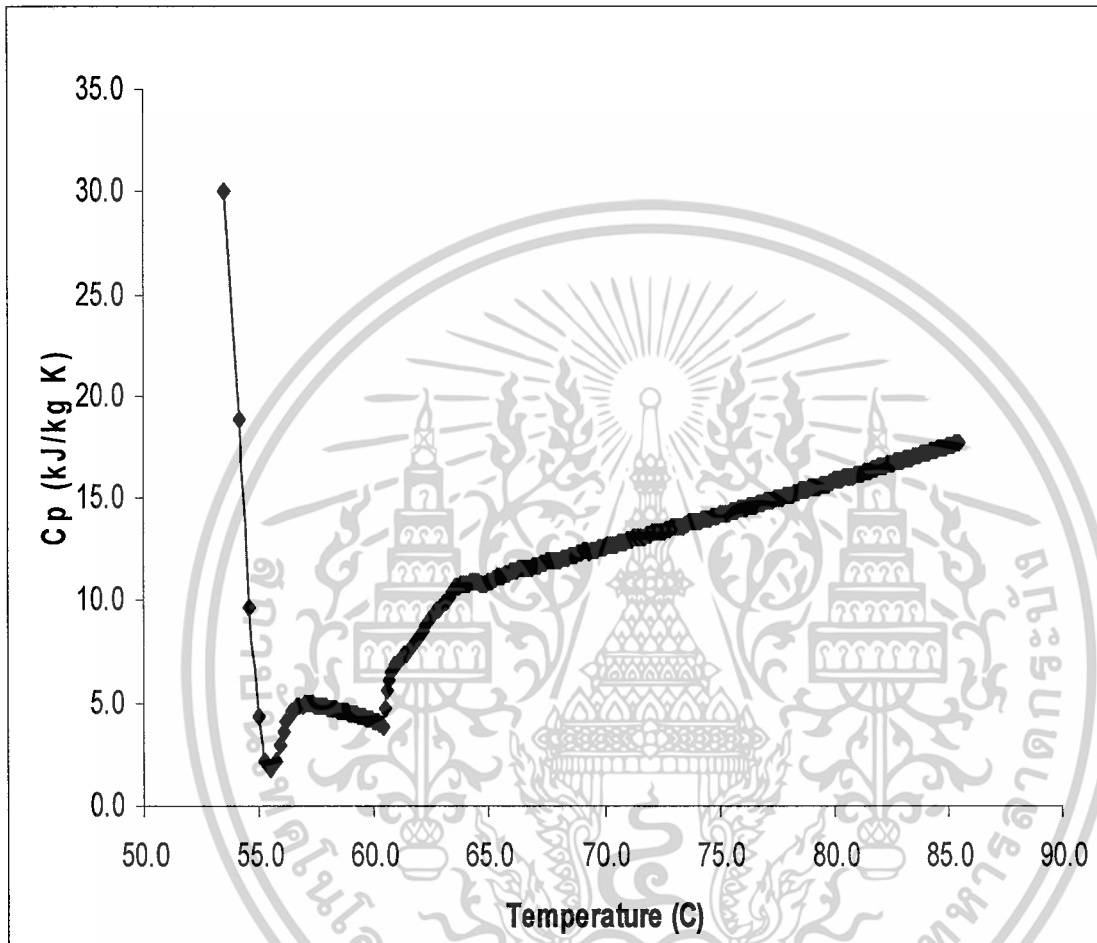
ในช่วงอุณหภูมิ 54.54-85.51 $^{\circ}\text{C}$

ค่าเฉลี่ย $C_p = 13.78-20.00$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30%

รูปที่ 4.27 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ครั้งที่ 2



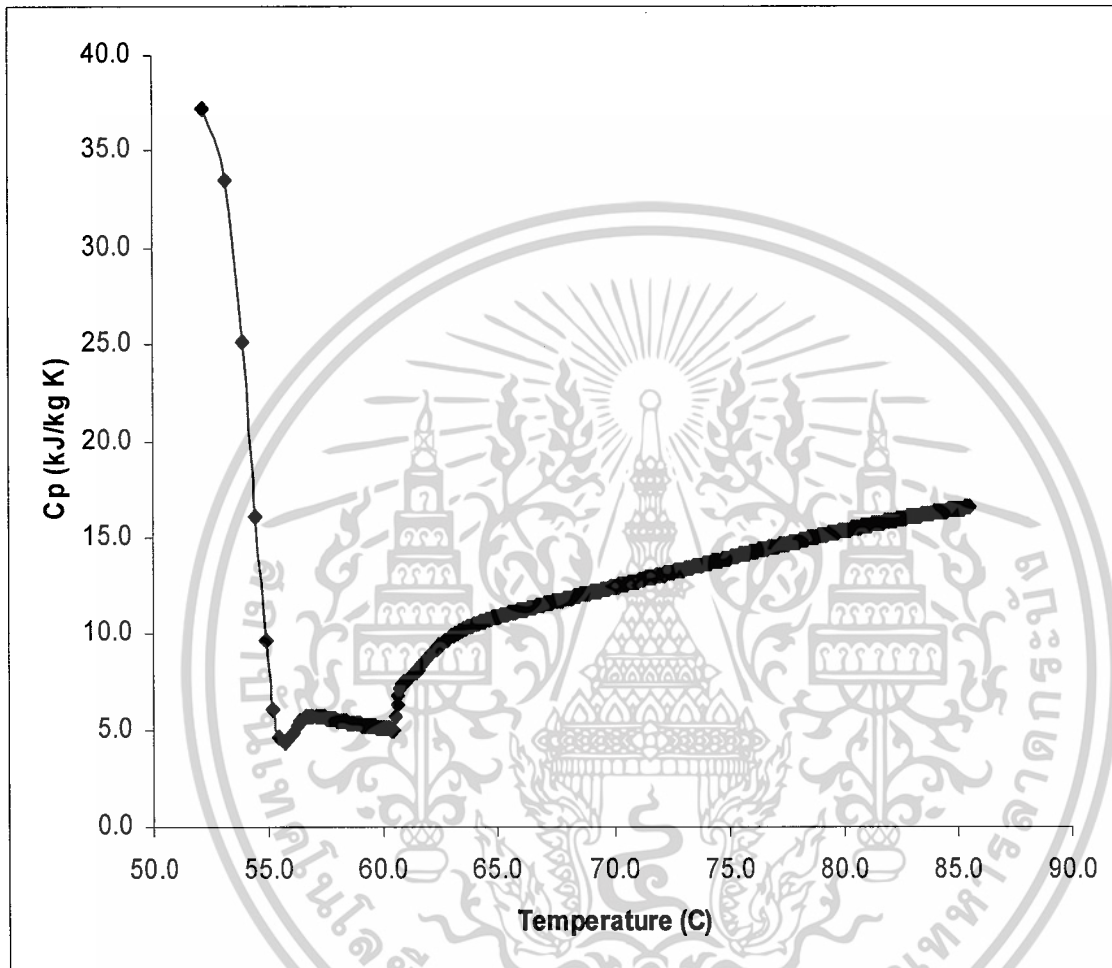
ในช่วงอุณหภูมิ 53.53-85.53 $^{\circ}\text{C}$

ค่าเฉลี่ย $C_p = 30.05-17.70$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30%

รูปที่ 4.28 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ครั้งที่ 3

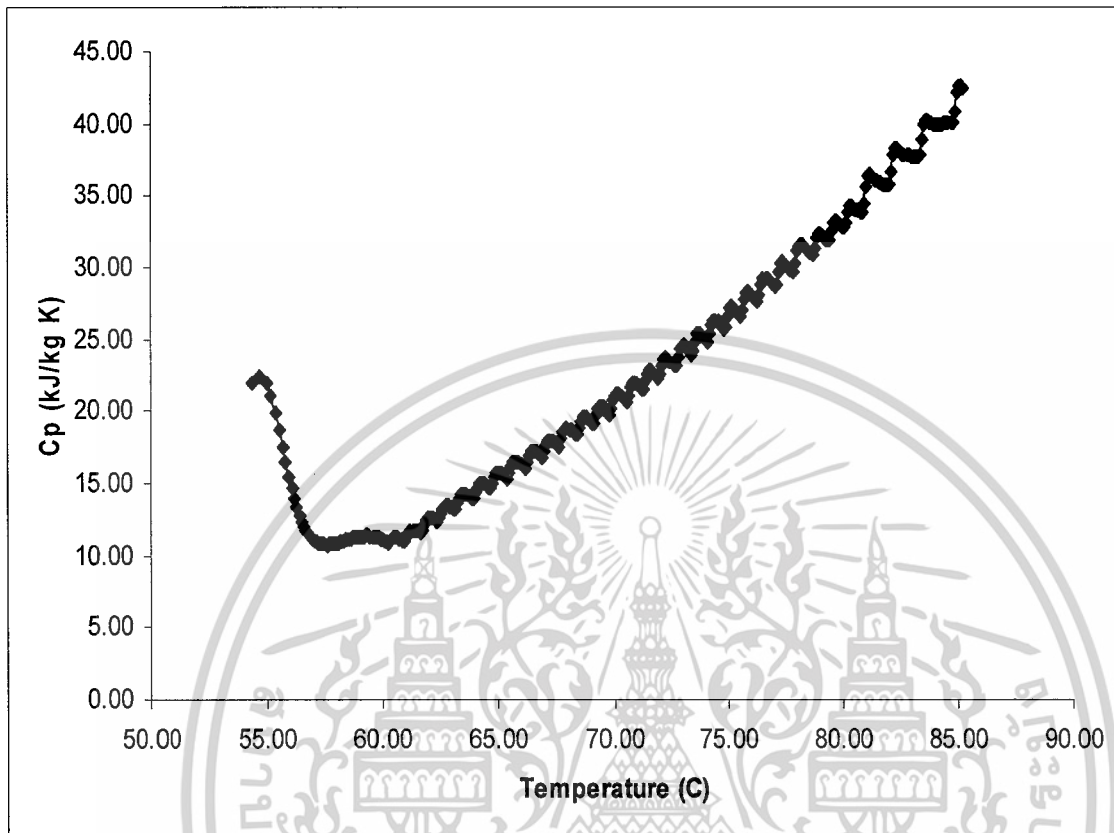


ในช่วงอุณหภูมิ 52.14-85.51 $^{\circ}\text{C}$

ค่าเฉลี่ย $C_p = 37.21-16.53$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.29 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K) ของน้ำ

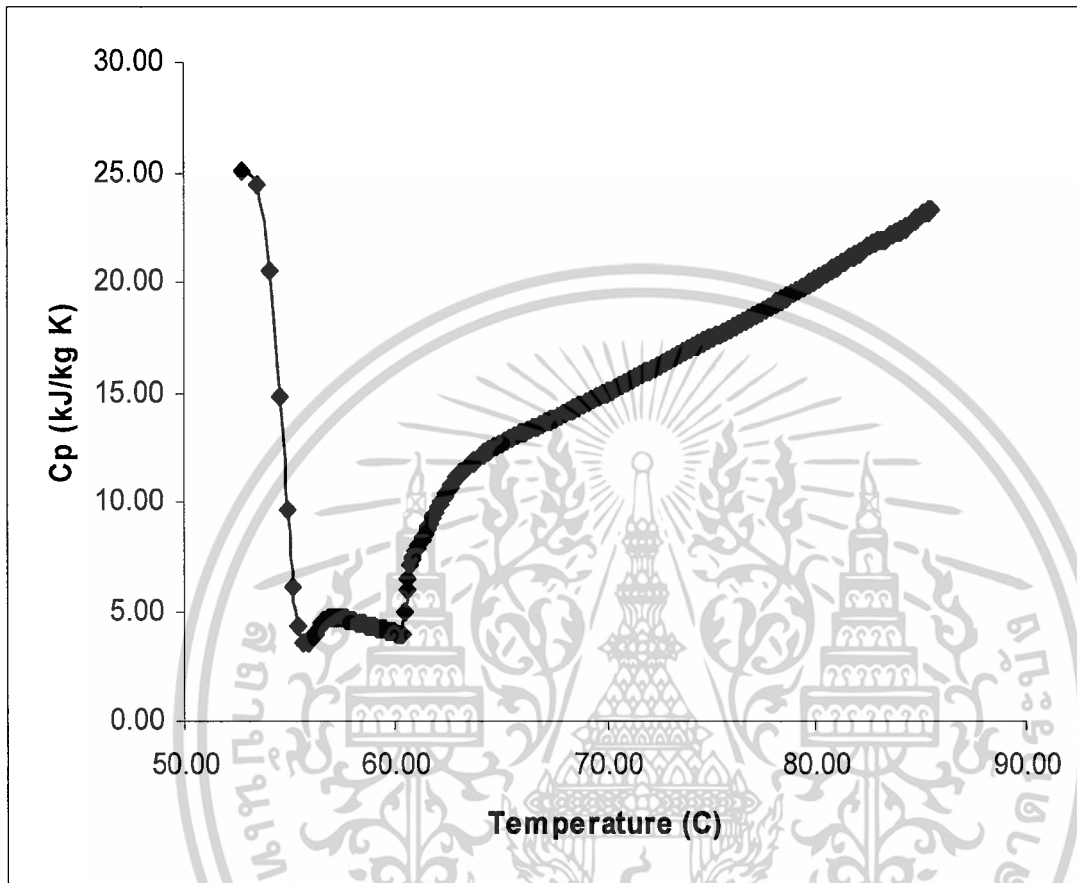


ในช่วงอุณหภูมิ 54.40-85.51 $^{\circ}\text{C}$

ค่าเฉลี่ย $C_p = 21.94-42.55$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.30 กราฟเฉลี่ยความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K)
ที่ความชื้น 33.87%

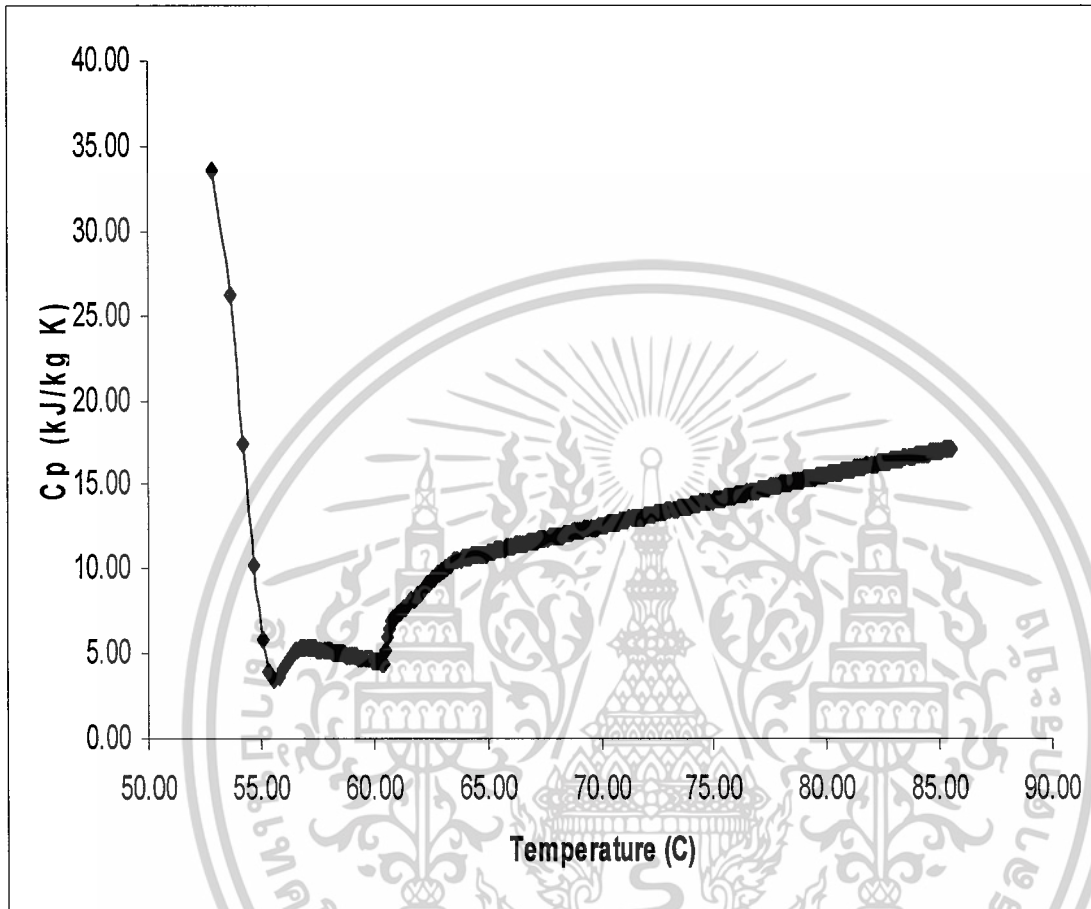


ในช่วงอุณหภูมิ 52.73-85.52 $^{\circ}\text{C}$

ค่าเฉลี่ย $C_p = 25.04-23.32$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.31 กราฟเฉลี่ยความสัมพันธ์ระหว่าง Temperature ($^{\circ}\text{C}$) กับ C_p (kJ/kg K)
ที่ความชื้น 11.30%



ในช่วงอุณหภูมิ 52.83-85.51 $^{\circ}\text{C}$

ค่าเฉลี่ย $C_p = 33.63-17.11$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.32 ค่าเฉลี่ยของสมบัติเชิงความร้อนของข้าวกล้องงอกที่ความชื้นต่างๆกัน

สมบัติเชิงความร้อน	หน่วย	ความชื้นข้าวกล้องงอก (% wb)	
		11.30	33.87
การแพร่ความร้อน	m ² /s	1.11×10 ⁻⁷	1.15×10 ⁻⁷
การนำความร้อน	W/m K	0.064	0.062
ความร้อนจำเพาะ	kJ/kg K	ที่ช่วงอุณหภูมิ	ที่ช่วงอุณหภูมิ
		52.83-85.51 °C	52.73-85.52 °C
		ค่าเฉลี่ย Cp	ค่าเฉลี่ย Cp
		33.63-17.11	25.04-23.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

เครื่องวัดการแพร่ความร้อน (Thermal diffusivity) เครื่องวัดการแพร่ความร้อนสามารถวัดการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดการแพร่ความร้อน ซึ่งประกอบด้วยท่อทองแดงทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 250 มิลลิเมตร ยาว 800 มิลลิเมตร เทอร์โมมิเตอร์ เทอร์โมคอปเปิล ท่ออะคริลิกทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 50 มิลลิเมตร ยาว 500 มิลลิเมตร จุกยางเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ยาว 35 มิลลิเมตร จากการทดลองพบว่าค่าการแพร่ความร้อนของข้าวกล้องงอกที่ความชื้นเฉลี่ย 33.87 % จะได้ค่าการแพร่ความร้อนเฉลี่ย $1.11 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$ และข้าวกล้องงอกที่ความชื้นเฉลี่ย 11.30 % ได้ $1.15 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$

เครื่องวัดการนำความร้อน (Thermal conductivity) เครื่องวัดการนำความร้อนสามารถวัดการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อวัดการนำความร้อน ซึ่งประกอบด้วยหัววัดการนำความร้อน หม้อแปลงจ่ายไฟ 1.6 โวลต์ Data logger ครอบอะลูมิเนียมเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 140 มิลลิเมตร สูง 100.5 มิลลิเมตร จากการทดลองพบว่าค่าการนำความร้อนที่ข้าวกล้องงอกที่ความชื้นเฉลี่ย 33.876 % จะได้ค่าการนำความร้อนเฉลี่ย 0.0628 W/m K และข้าวกล้องงอกที่ความชื้นเฉลี่ย 11.306 % จะได้ค่าการนำความร้อนเฉลี่ย 0.064 W/m K

ความร้อนจำเพาะ (Specific heat) เป็นการทดลองเพื่อหาค่าความร้อนจำเพาะ ด้วย Differential scanning calorimeter จากการทดลองจะได้ค่าความร้อนจำเพาะ ที่ความชื้นเฉลี่ย 33.876 % ที่ช่วงอุณหภูมิ 52.73 – 85.52 องศาเซลเซียส ได้ค่าเฉลี่ย 25.04 – 23.32 kJ/kg K และที่ความชื้นเฉลี่ย 11.306 % ที่อุณหภูมิ 52.83 – 85.51 องศาเซลเซียส จะได้ค่าเฉลี่ย 33.63 – 17.11 kJ/kg K

จากการทดลอง

- 1) ได้เครื่องวัดคุณสมบัติเชิงความร้อนเมล็ดธัญพืชที่มีคุณภาพ เพื่อใช้ในการวัดคุณสมบัติเชิงความร้อนของเมล็ดธัญพืช
- 2) สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนห้องปฏิบัติการ
- 3) ได้คุณสมบัติเชิงความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอกที่มีความชื้นแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก1 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเม็ล็ดข้าวเปลือก

Time (min)	Time t (s)	Tc (°C)	Te (°C)	$e = (Tc-Te)/(Tc_0-Te)$	lne
0.00	0.00	26.20	26.20	0.00	0.00
1.00	60.00	26.20	8.60	1.00	0.00
2.00	120.00	25.80	6.30	0.98	-0.02
3.00	180.00	25.10	5.20	0.95	-0.05
4.00	240.00	24.30	4.40	0.91	-0.09
5.00	300.00	23.30	3.90	0.87	-0.14
6.00	360.00	22.30	3.50	0.83	-0.19
7.00	420.00	21.20	3.10	0.78	-0.24
8.00	480.00	20.20	2.90	0.74	-0.30
9.00	540.00	19.20	2.70	0.70	-0.35
10.00	600.00	18.20	2.50	0.66	-0.41
11.00	660.00	17.20	2.30	0.62	-0.47
12.00	720.00	16.40	2.20	0.59	-0.52
13.00	780.00	15.60	2.00	0.56	-0.58
14.00	840.00	14.80	1.90	0.53	-0.63
15.00	900.00	13.90	1.80	0.50	-0.70
16.00	960.00	13.20	1.70	0.47	-0.76
17.00	1020.00	12.60	1.60	0.45	-0.80
18.00	1080.00	11.90	1.50	0.42	-0.86
19.00	1140.00	11.30	1.40	0.40	-0.92
20.00	1200.00	10.60	1.30	0.37	-0.98
21.00	1260.00	10.10	1.30	0.35	-1.04
22.00	1320.00	9.60	1.10	0.34	-1.08
23.00	1380.00	9.00	1.00	0.32	-1.15
24.00	1440.00	8.60	1.00	0.30	-1.20
25.00	1500.00	8.10	1.00	0.28	-1.27
26.00	1560.00	7.70	0.90	0.27	-1.31
27.00	1620.00	7.30	0.90	0.25	-1.37
28.00	1680.00	6.90	0.80	0.24	-1.43
29.00	1740.00	6.50	0.80	0.22	-1.49
30.00	1800.00	6.20	0.80	0.21	-1.55
31.00	1860.00	5.90	0.70	0.20	-1.59
32.00	1920.00	5.50	0.60	0.19	-1.65
33.00	1980.00	5.20	0.60	0.18	-1.72
34.00	2040.00	5.00	0.60	0.17	-1.76
35.00	2100.00	4.70	0.50	0.16	-1.81

หมายเหตุ T_c = อุณหภูมิจุดกึ่งกลางของกระบอกทองแดงที่บรรจุเม็ล็ด
พีชที่เวลาใดๆ (°C)

T_e = อุณหภูมิของผนังด้านในของท่อทองแดง (°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก2 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเม็ล็ดข้าวเปลือก

ลำดับที่	Ln (t)	Temperature (°C)	Temperature (K)
1	0	31.74	304.89
2	0.69	31.56	304.71
3	1.1	31.6	304.75
4	1.39	31.74	304.89
5	1.61	31.55	304.7
6	1.79	32.03	305.18
7	1.95	32.38	305.53
8	2.08	32.12	305.27
9	2.2	32.59	305.74
10	2.3	32.87	306.02
11	2.4	32.57	305.72
12	2.48	33.01	306.16
13	2.56	33.28	306.43
14	2.64	32.97	306.12
15	2.71	33.37	306.52
16	2.77	33.62	306.77
17	2.83	33.27	306.42
18	2.89	33.66	306.81
19	2.94	33.89	307.04
20	3	33.53	306.68
21	3.04	33.89	307.04
22	3.09	34.13	307.28
23	3.14	33.75	306.9
24	3.18	34.11	307.26
25	3.22	34.34	307.49
26	3.26	33.92	307.07
27	3.3	34.27	307.42
28	3.33	33.9	307.05
29	3.37	34.09	307.24
30	3.4	34.42	307.57
31	3.43	34.07	307.22
32	3.47	34.22	307.37
33	3.5	34.53	307.68
34	3.53	34.21	307.36
35	3.56	34.32	307.47
36	3.58	34.62	307.77
37	3.61	34.34	307.49
38	3.64	34.44	307.59
39	3.66	34.72	307.87
40	3.69	34.46	307.61
41	3.71	34.52	307.67
42	3.74	34.78	307.93
43	3.76	34.58	307.73
44	3.78	34.59	307.74
45	3.81	34.81	307.96
46	3.83	34.69	307.84
47	3.85	34.65	307.8
48	3.87	34.84	307.99
49	3.89	34.83	307.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และใช้ภายใต้เงื่อนไขการใช้งานที่ระบุไว้ ไม่สามารถนำเอกสารไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50	3.91	34.72	307.87
51	3.93	35.2	308.35
52	3.95	34.95	308.1
53	3.97	34.8	307.95
54	3.99	35.33	308.48
55	4.01	35.08	308.23
56	4.03	34.89	308.04
57	4.04	35.46	308.61
58	4.06	35.23	308.38
59	4.08	35.02	308.17
60	4.09	35.54	308.69
61	4.11	35.37	308.52
62	4.13	35.13	308.28
63	4.14	35.62	308.77
64	4.16	35.48	308.63
65	4.17	35.24	308.39
66	4.19	35.66	308.81
67	4.2	35.6	308.75
68	4.22	35.37	308.52
69	4.23	35.68	308.83
70	4.25	35.68	308.83
71	4.26	35.49	308.64
72	4.28	35.68	308.83
73	4.29	35.75	308.9
74	4.3	35.41	308.56
75	4.32	35.66	308.81
76	4.33	35.8	308.95
77	4.34	35.35	308.5
78	4.36	35.62	308.77
79	4.37	35.82	308.97
80	4.38	35.3	308.45
81	4.39	35.53	308.68
82	4.41	35.79	308.94
83	4.42	35.28	308.43
84	4.43	35.48	308.63
85	4.44	35.76	308.91
86	4.45	35.3	308.45
87	4.47	35.45	308.6
88	4.48	35.7	308.85
89	4.49	35.36	308.51
90	4.5	35.41	308.56
91	4.51	35.63	308.78
92	4.52	35.44	308.59
93	4.53	35.4	308.55
94	4.54	35.56	308.71
95	4.55	35.55	308.7
96	4.56	35.42	308.57
97	4.57	35.92	309.07
98	4.58	35.68	308.83
99	4.6	35.49	308.64
100	4.61	36.02	309.17
101	4.62	35.8	308.95
102	4.62	35.58	308.73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

103	4.63	36.09	309.24
104	4.64	35.93	309.08
105	4.65	35.69	308.84
106	4.66	36.13	309.28
107	4.67	36.03	309.18
108	4.68	35.8	308.95
109	4.69	36.14	309.29
110	4.7	36.1	309.25
111	4.71	35.89	309.04
112	4.72	36.14	309.29
113	4.73	36.15	309.3
114	4.74	35.95	309.1
115	4.74	36.13	309.28
116	4.75	36.18	309.33
117	4.76	36.04	309.19
118	4.77	36.1	309.25
119	4.78	36.22	309.37
120	4.79	35.8	308.95
121	4.8	36.08	309.23
122	4.8	36.23	309.38
123	4.81	35.75	308.9
124	4.82	36.02	309.17
125	4.83	36.22	309.37
126	4.84	35.71	308.86
127	4.84	35.93	309.08
128	4.85	36.2	309.35
129	4.86	35.69	308.84
130	4.87	35.88	309.03
131	4.88	36.13	309.28
132	4.88	35.68	308.83
133	4.89	35.8	308.95
134	4.9	36.03	309.18
135	4.91	35.74	308.89
136	4.91	35.77	308.92
137	4.92	35.96	309.11
138	4.93	35.8	308.95
139	4.93	35.75	308.9
140	4.94	35.92	309.07
141	4.95	35.88	309.03
142	4.96	35.76	308.91
143	4.96	36.2	309.35
144	4.97	35.95	309.1
145	4.98	35.81	308.96
146	4.98	36.28	309.43
147	4.99	36.05	309.2
148	5	35.85	309
149	5	36.39	309.54
150	5.01	36.22	309.37
151	5.02	36	309.15
152	5.02	36.44	309.59
153	5.03	36.39	309.54
154	5.04	36.2	309.35
155	5.04	36.36	309.51

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของสำนักงานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

156	5.05	36.44	309.59
157	5.06	36.38	309.53
158	5.06	36.15	309.3
159	5.07	36.36	309.51
160	5.08	36.46	309.61
161	5.08	35.96	309.11
162	5.09	36.18	309.33
163	5.09	35.94	309.09
164	5.1	35.87	309.02
165	5.11	35.99	309.14
166	5.11	36.14	309.29
167	5.12	35.95	309.1
168	5.12	35.89	309.04
169	5.13	36.38	309.53
170	5.14	36.18	309.33
171	5.14	36.01	309.16
172	5.15	36.53	309.68
173	5.15	36.44	309.59
174	5.16	36.29	309.44
175	5.16	36.44	309.59
176	5.17	36.52	309.67
177	5.18	36.51	309.66
178	5.18	36.18	309.33
179	5.19	36.38	309.53
180	5.19	36.53	309.68
181	5.2	35.98	309.13
182	5.2	36.17	309.32
183	5.21	36.38	309.53
184	5.21	35.97	309.12
185	5.22	36.01	309.16
186	5.23	36.29	309.44
187	5.23	36.08	309.23
188	5.24	35.97	309.12
189	5.24	36.5	309.65
190	5.25	36.28	309.43
191	5.25	36.07	309.22
192	5.26	36.59	309.74
193	5.26	36.44	309.59
194	5.27	36.22	309.37
195	5.27	36.61	309.76
196	5.28	36.58	309.73
197	5.28	36.4	309.55
198	5.29	36.55	309.7
199	5.29	36.63	309.78
200	5.3	36.53	309.68
201	5.3	36.41	309.56
202	5.31	36.6	309.75
203	5.31	36.63	309.78
204	5.32	36.27	309.42
205	5.32	36.54	309.69
206	5.33	36.66	309.81
207	5.33	36.19	309.34
208	5.34	36.45	309.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

209	5.34	36.06	309.21
210	5.35	36.15	309.3
211	5.35	36.39	309.54
212	5.36	36.1	309.25
213	5.36	36.11	309.26
214	5.37	36.31	309.46
215	5.37	36.16	309.31
216	5.38	36.09	309.24
217	5.38	36.23	309.38
218	5.38	36.25	309.4
219	5.39	36.09	309.24
220	5.39	36.16	309.31
221	5.4	36.33	309.48
222	5.4	36.13	309.28
223	5.41	36.13	309.28
224	5.41	36.4	309.55
225	5.42	36.17	309.32
226	5.42	36.13	309.28
227	5.42	36.49	309.64
228	5.43	36.24	309.39
229	5.43	36.12	309.27
230	5.44	36.56	309.71
231	5.44	36.27	309.42
232	5.45	36.75	309.9
233	5.45	36.58	309.73
234	5.46	36.32	309.47
235	5.46	36.75	309.9
236	5.46	36.63	309.78
237	5.47	36.37	309.52
238	5.47	36.78	309.93
239	5.48	36.67	309.82
240	5.48	36.4	309.55
241	5.48	36.75	309.9
242	5.49	36.69	309.84
243	5.49	36.46	309.61
244	5.5	36.76	309.91
245	5.5	36.73	309.88
246	5.51	36.53	309.68
247	5.51	36.74	309.89
248	5.51	36.78	309.93
249	5.52	36.6	309.75
250	5.52	36.69	309.84
251	5.53	36.8	309.95
252	5.53	36.68	309.83
253	5.53	36.62	309.77
254	5.54	36.79	309.94
255	5.54	36.28	309.43
256	5.55	36.53	309.68
257	5.55	36.74	309.89
258	5.55	36.22	309.37
259	5.56	36.39	309.54
260	5.56	36.63	309.78
261	5.56	36.22	309.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

262	5.57	36.28	309.43
263	5.57	36.5	309.65
264	5.58	36.3	309.45
265	5.58	36.24	309.39
266	5.58	36.38	309.53
267	5.59	36.42	309.57
268	5.59	36.26	309.41
269	5.59	36.33	309.48
270	5.6	36.48	309.63
271	5.6	36.28	309.43
272	5.61	36.3	309.45
273	5.61	36.51	309.66
274	5.61	36.3	309.45
275	5.62	36.31	309.46
276	5.62	36.56	309.71
277	5.62	36.33	309.48
278	5.63	36.85	310
279	5.63	36.6	309.75
280	5.63	36.36	309.51
281	5.64	36.86	310.01
282	5.64	36.62	309.77
283	5.65	36.37	309.52
284	5.65	36.89	310.04
285	5.65	36.63	309.78
286	5.66	36.36	309.51
287	5.66	36.88	310.03
288	5.66	36.63	309.78
289	5.67	36.36	309.51
290	5.67	36.86	310.01
291	5.67	36.6	309.75
292	5.68	36.36	309.51
293	5.68	36.86	310.01
294	5.68	36.58	309.73
295	5.69	36.35	309.5
296	5.69	36.87	310.02
297	5.69	36.57	309.72
298	5.7	36.36	309.51
299	5.7	36.85	310
300	5.7	36.56	309.71
301	5.71	36.95	310.1
302	5.71	36.83	309.98
303	5.71	36.54	309.69
304	5.72	36.96	310.11
305	5.72	36.81	309.96
306	5.72	36.54	309.69
307	5.73	36.97	310.12
308	5.73	36.81	309.96
309	5.73	36.55	309.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ที่ความชื้น 33.87 %

ตารางที่ ข1 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 1

Time (min)	Time t (s)	Tc (°C)	Te (°C)	$e = (Tc-Te)/(Tc_0-Te)$	ln e
0.00	0.00	27.6	27.6	0	0
1.00	60.00	27.6	8.8	1	0
2.00	120.00	27.3	7.5	0.99	-0.02
3.00	180.00	26.5	5.9	0.95	-0.05
4.00	240.00	25.5	5.3	0.91	-0.10
5.00	300.00	24.4	5.2	0.86	-0.15
6.00	360.00	23.2	4.9	0.81	-0.22
7.00	420.00	22.1	4.7	0.76	-0.27
8.00	480.00	21	4.4	0.72	-0.33
9.00	540.00	19.9	4.2	0.67	-0.40
10.00	600.00	18.9	3.9	0.63	-0.46
11.00	660.00	17.9	3.7	0.59	-0.52
12.00	720.00	17	3.5	0.56	-0.58
13.00	780.00	16	3.3	0.52	-0.65
14.00	840.00	15.2	3.1	0.49	-0.71
15.00	900.00	14.4	2.9	0.47	-0.76
16.00	960.00	13.7	2.8	0.44	-0.82
17.00	1020.00	13	2.6	0.42	-0.88
18.00	1080.00	12.3	2.5	0.39	-0.94
19.00	1140.00	11.6	2.3	0.37	-1.00
20.00	1200.00	11.1	2.2	0.35	-1.05
21.00	1260.00	10.5	2.1	0.33	-1.11
22.00	1320.00	10	2	0.31	-1.16
23.00	1380.00	9.4	1.9	0.29	-1.23
24.00	1440.00	8.9	1.8	0.28	-1.29
25.00	1500.00	8.5	1.7	0.26	-1.34
26.00	1560.00	8	1.6	0.25	-1.40
27.00	1620.00	7.6	1.5	0.23	-1.45
28.00	1680.00	7.3	1.4	0.23	-1.49
29.00	1740.00	6.9	1.3	0.21	-1.55
30.00	1800.00	6.6	1.3	0.20	-1.60
31.00	1860.00	6.2	1.2	0.19	-1.66
32.00	1920.00	5.9	1.1	0.18	-1.71
33.00	1980.00	5.6	1	0.17	-1.75
34.00	2040.00	5.3	1	0.16	-1.82
35.00	2100.00	5	0.9	0.15	-1.87

หมายเหตุ T_c = อุณหภูมิจุดกึ่งกลางของกระบอกทองแดงที่บรรจุเมล็ด
พืชที่เวลาใดๆ (°C)

T_e = อุณหภูมิของผนังด้านในของท่อทองแดง (°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87 %

ตารางที่ ข2 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 2

Time (min)	Time t (s)	Tc (°C)	Te (°C)	$e = (Tc-Te)/(Tc_0-Te)$	lne
0.00	0.00	27.70	27.70	0.00	0.00
1.00	60.00	27.60	19.20	0.99	-0.01
2.00	120.00	26.70	16.90	0.91	-0.10
3.00	180.00	25.30	14.50	0.82	-0.20
4.00	240.00	23.90	13.90	0.72	-0.32
5.00	300.00	22.50	12.00	0.67	-0.40
6.00	360.00	21.10	11.10	0.60	-0.51
7.00	420.00	19.90	10.30	0.55	-0.59
8.00	480.00	18.70	9.60	0.50	-0.69
9.00	540.00	17.60	9.00	0.46	-0.78
10.00	600.00	16.50	8.40	0.42	-0.87
11.00	660.00	15.60	7.90	0.39	-0.94
12.00	720.00	14.60	7.40	0.35	-1.04
13.00	780.00	13.80	7.00	0.33	-1.11
14.00	840.00	13.00	6.60	0.30	-1.19
15.00	900.00	12.20	6.20	0.28	-1.28
16.00	960.00	11.60	5.80	0.26	-1.33
17.00	1020.00	10.90	5.40	0.25	-1.40
18.00	1080.00	10.20	5.00	0.23	-1.47
19.00	1140.00	9.50	4.70	0.21	-1.57
20.00	1200.00	9.10	4.50	0.20	-1.62
21.00	1260.00	8.60	4.20	0.19	-1.68
22.00	1320.00	8.00	4.00	0.17	-1.78
23.00	1380.00	7.60	3.80	0.16	-1.84
24.00	1440.00	7.10	3.60	0.15	-1.93
25.00	1500.00	6.70	3.40	0.14	-2.00
26.00	1560.00	6.30	3.20	0.13	-2.07
27.00	1620.00	6.00	3.00	0.12	-2.11
28.00	1680.00	5.60	2.80	0.11	-2.19
29.00	1740.00	5.30	2.60	0.11	-2.23
30.00	1800.00	4.90	2.50	0.10	-2.35
31.00	1860.00	4.60	2.30	0.09	-2.40
32.00	1920.00	4.40	2.20	0.09	-2.45
33.00	1980.00	4.10	2.10	0.08	-2.55
34.00	2040.00	3.90	2.00	0.07	-2.60
35.00	2100.00	3.70	1.90	0.07	-2.66

หมายเหตุ T_c = อุณหภูมิจุดกึ่งกลางของกระบอกทองแดงที่บรรจุเมล็ด
พืชที่เวลาใดๆ (°C)

T_e = อุณหภูมิของผนังด้านในของท่อทองแดง (°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87 %

ตารางที่ ข3 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่3

Time (min)	Time t (s)	Tc (°C)	Te (°C)	$e = (Tc-Te)/(Tc_0-Te)$	lne
0.00	0.00	27.90	27.90	0.00	0.00
1.00	60.00	27.70	18.90	0.98	-0.02
2.00	120.00	26.90	15.70	0.92	-0.09
3.00	180.00	25.70	13.90	0.84	-0.17
4.00	240.00	24.50	12.40	0.78	-0.25
5.00	300.00	23.20	11.20	0.72	-0.33
6.00	360.00	22.00	10.40	0.66	-0.41
7.00	420.00	20.90	9.70	0.62	-0.49
8.00	480.00	19.80	9.10	0.57	-0.56
9.00	540.00	18.80	8.50	0.53	-0.63
10.00	600.00	17.70	7.80	0.49	-0.71
11.00	660.00	16.80	7.30	0.46	-0.77
12.00	720.00	15.90	7.00	0.43	-0.85
13.00	780.00	15.00	6.60	0.39	-0.93
14.00	840.00	14.20	6.30	0.37	-1.01
15.00	900.00	13.30	6.00	0.33	-1.10
16.00	960.00	12.60	5.70	0.31	-1.17
17.00	1020.00	11.90	5.40	0.29	-1.24
18.00	1080.00	11.20	5.10	0.27	-1.32
19.00	1140.00	10.50	4.70	0.25	-1.39
20.00	1200.00	9.90	4.30	0.24	-1.44
21.00	1260.00	9.30	4.00	0.22	-1.51
22.00	1320.00	8.80	3.80	0.21	-1.57
23.00	1380.00	8.30	3.50	0.20	-1.63
24.00	1440.00	7.80	3.30	0.18	-1.70
25.00	1500.00	7.30	3.10	0.17	-1.78
26.00	1560.00	6.80	2.90	0.16	-1.86
27.00	1620.00	6.40	2.80	0.14	-1.94
28.00	1680.00	6.00	2.60	0.13	-2.01
29.00	1740.00	5.60	2.50	0.12	-2.10
30.00	1800.00	5.30	2.30	0.12	-2.14
31.00	1860.00	5.00	2.20	0.11	-2.22
32.00	1920.00	4.80	2.00	0.11	-2.22
33.00	1980.00	4.50	1.90	0.10	-2.30
34.00	2040.00	4.30	1.80	0.10	-2.35
35.00	2100.00	4.00	1.70	0.09	-2.43

หมายเหตุ T_c = อุณหภูมิจุดกึ่งกลางของกระบอกทองแดงที่บรรจุเมล็ด
พืชที่เวลาใดๆ (°C)

T_e = อุณหภูมิของผนังด้านในของท่อทองแดง (°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87 %

ตารางที่ ข4 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่4

Time (min)	Time t (s)	Tc (°C)	Te (°C)	$e = (Tc-Te)/(Tc_0-Te)$	lne
0.00	0.00	28.50	28.50	0.00	0.00
1.00	60.00	25.30	7.40	0.85	-0.16
2.00	120.00	22.20	5.50	0.73	-0.32
3.00	180.00	19.80	4.60	0.64	-0.45
4.00	240.00	18.00	4.00	0.57	-0.56
5.00	300.00	16.40	3.70	0.51	-0.67
6.00	360.00	15.10	3.20	0.47	-0.75
7.00	420.00	14.00	3.00	0.43	-0.84
8.00	480.00	13.00	2.90	0.39	-0.93
9.00	540.00	12.20	2.80	0.37	-1.01
10.00	600.00	11.40	2.60	0.34	-1.08
11.00	660.00	10.70	2.50	0.32	-1.15
12.00	720.00	10.00	2.30	0.29	-1.22
13.00	780.00	9.40	2.00	0.28	-1.28
14.00	840.00	8.90	2.00	0.26	-1.35
15.00	900.00	8.30	1.80	0.24	-1.41
16.00	960.00	7.80	1.80	0.22	-1.49
17.00	1020.00	7.40	1.70	0.21	-1.55
18.00	1080.00	7.00	1.60	0.20	-1.61
19.00	1140.00	6.60	1.60	0.19	-1.68
20.00	1200.00	6.20	1.50	0.17	-1.75
21.00	1260.00	5.90	1.40	0.17	-1.80
22.00	1320.00	5.70	1.40	0.16	-1.84
23.00	1380.00	5.50	1.30	0.15	-1.87
24.00	1440.00	5.10	1.00	0.15	-1.90
25.00	1500.00	5.00	1.00	0.15	-1.93
26.00	1560.00	4.70	1.00	0.13	-2.01
27.00	1620.00	4.50	0.90	0.13	-2.04
28.00	1680.00	4.20	0.90	0.12	-2.12
29.00	1740.00	4.00	0.80	0.12	-2.16
30.00	1800.00	3.80	0.70	0.11	-2.19
31.00	1860.00	3.50	0.70	0.10	-2.30
32.00	1920.00	3.30	0.60	0.10	-2.34
33.00	1980.00	3.20	0.60	0.09	-2.37
34.00	2040.00	3.00	0.60	0.09	-2.45
35.00	2100.00	2.80	0.60	0.08	-2.54

หมายเหตุ T_c = อุณหภูมิจุดกึ่งกลางของกระบอกทองแดงที่บรรจุเมล็ดพืชที่เวลาใดๆ (°C)

T_e = อุณหภูมิของผนังด้านในของท่อทองแดง (°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87 %

ตารางที่ ข5 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 5

Time (min)	Time t (s)	Tc (°C)	Te (°C)	$e = (Tc-Te)/(Tc_0-Te)$	ln e
0.00	0.00	27.40	27.40	0.00	0.00
1.00	60.00	25.40	17.80	0.79	-0.23
2.00	120.00	23.50	15.60	0.67	-0.40
3.00	180.00	21.90	14.10	0.59	-0.53
4.00	240.00	20.50	12.90	0.52	-0.65
5.00	300.00	19.20	12.00	0.47	-0.76
6.00	360.00	18.00	11.30	0.42	-0.88
7.00	420.00	17.00	10.60	0.38	-0.97
8.00	480.00	16.10	9.90	0.35	-1.04
9.00	540.00	15.20	9.30	0.33	-1.12
10.00	600.00	14.30	8.30	0.31	-1.16
11.00	660.00	13.60	7.20	0.32	-1.15
12.00	720.00	12.80	6.50	0.30	-1.20
13.00	780.00	12.20	6.10	0.29	-1.25
14.00	840.00	11.50	5.80	0.26	-1.33
15.00	900.00	10.80	5.50	0.24	-1.42
16.00	960.00	10.20	5.20	0.23	-1.49
17.00	1020.00	9.70	5.00	0.21	-1.56
18.00	1080.00	9.20	4.80	0.19	-1.64
19.00	1140.00	8.70	4.50	0.18	-1.70
20.00	1200.00	8.20	4.30	0.17	-1.78
21.00	1260.00	7.80	4.10	0.16	-1.84
22.00	1320.00	7.50	3.90	0.15	-1.88
23.00	1380.00	7.10	3.70	0.14	-1.94
24.00	1440.00	6.60	3.20	0.14	-1.96
25.00	1500.00	6.10	2.90	0.13	-2.04
26.00	1560.00	5.80	2.70	0.13	-2.08
27.00	1620.00	5.40	2.50	0.12	-2.15
28.00	1680.00	5.00	2.30	0.11	-2.23
29.00	1740.00	4.80	2.20	0.10	-2.27
30.00	1800.00	4.50	2.10	0.09	-2.36
31.00	1860.00	4.20	2.00	0.09	-2.45
32.00	1920.00	3.90	1.90	0.08	-2.55
33.00	1980.00	3.70	1.80	0.07	-2.60
34.00	2040.00	3.50	1.70	0.07	-2.66
35.00	2100.00	3.30	1.60	0.07	-2.72

หมายเหตุ T_c = อุณหภูมิจุดกึ่งกลางของกระบอกทองแดงที่บรรจุเมล็ดพืชที่เวลาใดๆ (°C)

T_e = อุณหภูมิของผนังด้านในของท่อทองแดง (°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30 %

ตารางที่ ข6 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 1

Time (min)	Time t (s)	Tc (°C)	Te (°C)	$e = (Tc - Te) / (Tc_0 - Te)$	Ine
0.00	0.00	26.70	26.70	0.00	0.00
1.00	60.00	26.30	21.00	0.93	-0.07
2.00	120.00	25.10	16.60	0.84	-0.17
3.00	180.00	23.40	14.30	0.73	-0.31
4.00	240.00	21.90	12.90	0.65	-0.43
5.00	300.00	20.30	11.80	0.57	-0.56
6.00	360.00	19.00	10.90	0.51	-0.67
7.00	420.00	17.80	10.10	0.46	-0.77
8.00	480.00	16.70	9.40	0.42	-0.86
9.00	540.00	15.70	8.90	0.38	-0.96
10.00	600.00	14.80	8.30	0.35	-1.04
11.00	660.00	14.00	7.90	0.32	-1.13
12.00	720.00	13.30	7.50	0.30	-1.20
13.00	780.00	12.60	7.00	0.28	-1.26
14.00	840.00	11.90	6.60	0.26	-1.33
15.00	900.00	11.30	6.20	0.25	-1.39
16.00	960.00	10.70	5.80	0.23	-1.45
17.00	1020.00	10.00	5.40	0.22	-1.53
18.00	1080.00	9.50	5.10	0.20	-1.59
19.00	1140.00	9.00	4.80	0.19	-1.65
20.00	1200.00	8.50	4.60	0.18	-1.73
21.00	1260.00	8.00	4.30	0.17	-1.80
22.00	1320.00	7.60	4.10	0.15	-1.87
23.00	1380.00	7.20	3.90	0.14	-1.93
24.00	1440.00	6.80	3.70	0.13	-2.00
25.00	1500.00	6.40	3.50	0.13	-2.08
26.00	1560.00	6.00	3.30	0.12	-2.16
27.00	1620.00	5.80	3.20	0.11	-2.20
28.00	1680.00	5.40	3.00	0.10	-2.29
29.00	1740.00	5.10	2.90	0.09	-2.38
30.00	1800.00	4.90	2.70	0.09	-2.39
31.00	1860.00	4.60	2.60	0.08	-2.49
32.00	1920.00	4.40	2.50	0.08	-2.54
33.00	1980.00	4.10	2.30	0.07	-2.61
34.00	2040.00	3.90	2.20	0.07	-2.67
35.00	2100.00	3.70	2.10	0.07	-2.73

หมายเหตุ T_c = อุณหภูมิจุดกึ่งกลางของกระบอกทองแดงที่บรรจุเมล็ดพืชที่เวลาใดๆ (°C)

T_e = อุณหภูมิของผนังด้านในของท่อทองแดง (°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30 %

ตารางที่ ข7 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่2

Time (min)	Time t (s)	Tc (°C)	Te (°C)	$e = (Tc-Te)/(Tc_0-Te)$	ln e
0.00	0.00	26.50	26.50	0.00	0.00
1.00	60.00	25.90	23.00	0.83	-0.19
2.00	120.00	25.10	20.90	0.75	-0.29
3.00	180.00	24.20	18.70	0.71	-0.35
4.00	240.00	23.00	16.90	0.64	-0.45
5.00	300.00	22.20	15.40	0.61	-0.49
6.00	360.00	21.30	14.20	0.58	-0.55
7.00	420.00	20.30	13.20	0.53	-0.63
8.00	480.00	19.30	12.30	0.49	-0.71
9.00	540.00	18.40	11.50	0.46	-0.78
10.00	600.00	17.50	10.80	0.43	-0.85
11.00	660.00	16.60	10.10	0.40	-0.93
12.00	720.00	15.80	9.50	0.37	-0.99
13.00	780.00	15.00	9.00	0.34	-1.07
14.00	840.00	14.20	8.50	0.32	-1.15
15.00	900.00	13.50	8.00	0.30	-1.21
16.00	960.00	12.80	7.60	0.28	-1.29
17.00	1020.00	12.10	7.10	0.26	-1.36
18.00	1080.00	11.50	6.70	0.24	-1.42
19.00	1140.00	10.90	6.30	0.23	-1.48
20.00	1200.00	10.30	6.00	0.21	-1.56
21.00	1260.00	9.70	5.70	0.19	-1.65
22.00	1320.00	9.20	5.30	0.18	-1.69
23.00	1380.00	8.70	5.10	0.17	-1.78
24.00	1440.00	8.20	4.80	0.16	-1.85
25.00	1500.00	7.80	4.50	0.15	-1.90
26.00	1560.00	7.30	4.30	0.14	-2.00
27.00	1620.00	6.90	4.00	0.13	-2.05
28.00	1680.00	6.60	3.90	0.12	-2.12
29.00	1740.00	6.20	3.60	0.11	-2.18
30.00	1800.00	5.90	3.50	0.10	-2.26
31.00	1860.00	5.50	3.30	0.09	-2.36
32.00	1920.00	5.20	3.10	0.09	-2.41
33.00	1980.00	4.90	2.90	0.08	-2.47
34.00	2040.00	4.60	2.80	0.08	-2.58
35.00	2100.00	4.40	2.60	0.08	-2.59

หมายเหตุ T_c = อุณหภูมิจุดกึ่งกลางของกระบอกทองแดงที่บรรจุเมล็ดพืชที่เวลาใดๆ (°C)

T_e = อุณหภูมิของผนังด้านในของท่อทองแดง (°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30 %

ตารางที่ ข8 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่3

Time (min)	Time t (s)	Tc (°C)	Te (°C)	$e = (Tc-Te)/(Tc_0-Te)$	ln e
0.00	0.00	26.30	26.30	0.00	0.00
1.00	60.00	26.10	9.80	0.99	-0.01
2.00	120.00	25.80	8.40	0.97	-0.03
3.00	180.00	24.90	7.40	0.93	-0.08
4.00	240.00	23.60	6.60	0.86	-0.15
5.00	300.00	22.30	5.90	0.80	-0.22
6.00	360.00	21.00	5.10	0.75	-0.29
7.00	420.00	19.90	4.60	0.71	-0.35
8.00	480.00	18.70	4.30	0.65	-0.42
9.00	540.00	17.60	4.00	0.61	-0.49
10.00	600.00	16.60	3.80	0.57	-0.56
11.00	660.00	15.70	3.60	0.53	-0.63
12.00	720.00	14.80	3.40	0.50	-0.70
13.00	780.00	14.00	3.10	0.47	-0.76
14.00	840.00	13.50	3.00	0.45	-0.80
15.00	900.00	12.50	2.80	0.41	-0.88
16.00	960.00	11.90	2.70	0.39	-0.94
17.00	1020.00	11.20	2.60	0.36	-1.01
18.00	1080.00	10.60	2.50	0.34	-1.08
19.00	1140.00	10.00	2.40	0.32	-1.15
20.00	1200.00	9.50	2.30	0.30	-1.20
21.00	1260.00	9.00	2.20	0.28	-1.27
22.00	1320.00	8.50	2.10	0.26	-1.33
23.00	1380.00	8.10	2.00	0.25	-1.38
24.00	1440.00	7.60	1.90	0.23	-1.45
25.00	1500.00	7.20	1.80	0.22	-1.51
26.00	1560.00	6.90	1.70	0.21	-1.55
27.00	1620.00	6.50	1.60	0.20	-1.62
28.00	1680.00	6.20	1.50	0.19	-1.66
29.00	1740.00	5.80	1.50	0.17	-1.75
30.00	1800.00	5.50	1.40	0.16	-1.80
31.00	1860.00	5.20	1.40	0.15	-1.88
32.00	1920.00	5.00	1.30	0.15	-1.91
33.00	1980.00	4.70	1.20	0.14	-1.97
34.00	2040.00	4.40	1.10	0.13	-2.03
35.00	2100.00	4.20	1.10	0.12	-2.10

หมายเหตุ T_c = อุณหภูมิจุดกึ่งกลางของกระบอกทองแดงที่บรรจุเมล็ดพืชที่เวลาใดๆ (°C)

T_e = อุณหภูมิของผนังด้านในของท่อทองแดง (°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30 %

ตารางที่ ๗๑ ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 4

Time (min)	Time t (s)	Tc (°C)	Te (°C)	$e = (Tc-Te)/(Tc_0-Te)$	lne
0.00	0.00	26.60	26.60	0.00	0.00
1.00	60.00	26.40	15.70	0.98	-0.02
2.00	120.00	26.20	12.40	0.97	-0.03
3.00	180.00	25.70	10.80	0.94	-0.06
4.00	240.00	24.70	9.50	0.89	-0.12
5.00	300.00	23.60	8.60	0.83	-0.18
6.00	360.00	22.50	7.90	0.78	-0.25
7.00	420.00	21.30	7.30	0.73	-0.32
8.00	480.00	20.30	6.80	0.68	-0.38
9.00	540.00	19.30	6.30	0.64	-0.45
10.00	600.00	18.30	5.90	0.60	-0.51
11.00	660.00	17.40	5.60	0.56	-0.58
12.00	720.00	16.50	5.30	0.53	-0.64
13.00	780.00	15.70	5.00	0.50	-0.70
14.00	840.00	14.90	4.70	0.47	-0.76
15.00	900.00	14.20	4.50	0.44	-0.82
16.00	960.00	13.50	4.20	0.42	-0.88
17.00	1020.00	12.80	4.00	0.39	-0.94
18.00	1080.00	12.10	3.80	0.36	-1.01
19.00	1140.00	11.50	3.60	0.34	-1.07
20.00	1200.00	10.90	3.50	0.32	-1.14
21.00	1260.00	10.40	3.30	0.30	-1.19
22.00	1320.00	9.80	3.10	0.29	-1.25
23.00	1380.00	9.30	3.00	0.27	-1.32
24.00	1440.00	8.90	2.80	0.26	-1.36
25.00	1500.00	8.40	2.70	0.24	-1.43
26.00	1560.00	8.00	2.60	0.23	-1.49
27.00	1620.00	7.60	2.50	0.21	-1.55
28.00	1680.00	7.20	2.30	0.20	-1.60
29.00	1740.00	6.80	2.20	0.19	-1.67
30.00	1800.00	6.50	2.20	0.18	-1.74
31.00	1860.00	6.20	2.00	0.17	-1.77
32.00	1920.00	5.80	1.90	0.16	-1.85
33.00	1980.00	5.50	1.80	0.15	-1.90
34.00	2040.00	5.20	1.80	0.14	-1.99
35.00	2100.00	5.00	1.70	0.13	-2.02

หมายเหตุ T_c = อุณหภูมิจุดกึ่งกลางของกระบอกทองแดงที่บรรจุเมล็ด
พืชที่เวลาใดๆ (°C)

T_e = อุณหภูมิของผนังด้านในของท่อทองแดง (°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30 %

ตารางที่ ข10 ผลของการทดลองการแพร่ความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่5

Time (min)	Time t (s)	T _c (°C)	T _e (°C)	e = (T _c -T _e)/(T _{c0} -T _e)	ln e
0.00	0.00	26.70	26.70	0.00	0.00
1.00	60.00	26.20	21.00	0.91	-0.09
2.00	120.00	25.10	16.60	0.84	-0.17
3.00	180.00	23.30	14.30	0.73	-0.32
4.00	240.00	21.90	12.90	0.65	-0.43
5.00	300.00	20.30	11.80	0.57	-0.56
6.00	360.00	19.10	10.90	0.52	-0.66
7.00	420.00	17.80	10.10	0.46	-0.77
8.00	480.00	16.70	9.40	0.42	-0.86
9.00	540.00	15.70	8.90	0.38	-0.96
10.00	600.00	14.80	8.30	0.35	-1.04
11.00	660.00	14.00	7.90	0.32	-1.13
12.00	720.00	13.40	7.60	0.30	-1.19
13.00	780.00	12.60	7.00	0.28	-1.26
14.00	840.00	11.90	6.60	0.26	-1.33
15.00	900.00	11.30	6.20	0.25	-1.39
16.00	960.00	10.70	5.70	0.24	-1.44
17.00	1020.00	10.10	5.30	0.22	-1.49
18.00	1080.00	9.50	5.10	0.20	-1.59
19.00	1140.00	9.10	4.80	0.20	-1.63
20.00	1200.00	8.50	4.60	0.18	-1.73
21.00	1260.00	8.00	4.30	0.17	-1.80
22.00	1320.00	7.60	4.10	0.15	-1.87
23.00	1380.00	7.20	3.90	0.14	-1.93
24.00	1440.00	6.80	3.70	0.13	-2.00
25.00	1500.00	6.40	3.50	0.13	-2.08
26.00	1560.00	6.00	3.30	0.12	-2.16
27.00	1620.00	5.70	3.20	0.11	-2.24
28.00	1680.00	5.40	3.00	0.10	-2.29
29.00	1740.00	5.20	2.90	0.10	-2.34
30.00	1800.00	4.80	2.60	0.09	-2.39
31.00	1860.00	4.60	2.50	0.09	-2.44
32.00	1920.00	4.40	2.40	0.08	-2.50
33.00	1980.00	4.10	2.30	0.07	-2.61
34.00	2040.00	3.80	2.20	0.07	-2.73
35.00	2100.00	3.60	2.10	0.06	-2.80

หมายเหตุ T_c = อุณหภูมิจุดกึ่งกลางของกระบอกทองแดงที่บรรจุเมล็ดพืชที่เวลาใดๆ (°C)

T_e = อุณหภูมิของผนังด้านในของท่อทองแดง (°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ที่ความชื้น 33.87%

ตารางที่ ค1 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่1

ลำดับที่	Ln (t)	Temperature (°C)	Temperature (K)
1	0	27.59	300.74
2	0.69	27.87	301.02
3	1.1	27.36	300.51
4	1.39	27.50	300.65
5	1.61	27.79	300.94
6	1.79	27.65	300.80
7	1.95	27.55	300.70
8	2.08	28.18	301.33
9	2.2	28.02	301.17
10	2.3	27.86	301.01
11	2.4	28.34	301.49
12	2.48	28.36	301.51
13	2.56	28.25	301.40
14	2.64	28.17	301.32
15	2.71	28.37	301.52
16	2.77	28.45	301.60
17	2.83	27.92	301.07
18	2.89	28.17	301.32
19	2.94	28.40	301.55
20	3	27.85	301.00
21	3.04	27.98	301.13
22	3.09	28.23	301.38
23	3.14	27.97	301.12
24	3.18	27.93	301.08
25	3.22	28.08	301.23
26	3.26	28.15	301.30
27	3.3	28.00	301.15
28	3.33	28.59	301.74
29	3.37	28.38	301.53
30	3.4	28.16	301.31
31	3.43	28.70	301.85
32	3.47	28.60	301.75
33	3.5	28.40	301.55
34	3.53	28.67	301.82
35	3.56	28.74	301.89
36	3.58	28.66	301.81
37	3.61	28.46	301.61
38	3.64	28.67	301.82
39	3.66	28.77	301.92
40	3.69	28.19	301.34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่อนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

41	3.71	28.41	301.56
42	3.74	28.63	301.78
43	3.76	28.15	301.30
44	3.78	28.19	301.34
45	3.81	28.35	301.50
46	3.83	28.37	301.52
47	3.85	28.23	301.38
48	3.87	28.85	302.00
49	3.89	28.69	301.84
50	3.91	28.48	301.63
51	3.93	28.89	302.04
52	3.95	28.90	302.05
53	3.97	28.81	301.96
54	3.99	28.65	301.80
55	4.01	28.85	302.00
56	4.03	28.95	302.10
57	4.04	28.39	301.54
58	4.06	28.59	301.74
59	4.08	28.82	301.97
60	4.09	28.29	301.44
61	4.11	28.39	301.54
62	4.13	28.58	301.73
63	4.14	28.46	301.61
64	4.16	28.36	301.51
65	4.17	28.39	301.54
66	4.19	28.80	301.95
67	4.2	28.60	301.75
68	4.22	28.46	301.61
69	4.23	29.07	302.22
70	4.25	28.97	302.12
71	4.26	28.85	302.00
72	4.28	29.05	302.20
73	4.29	29.13	302.28
74	4.3	28.58	301.73
75	4.32	28.82	301.97
76	4.33	29.05	302.20
77	4.34	28.47	301.62
78	4.36	28.58	301.73
79	4.37	28.81	301.96
80	4.38	28.62	301.77
81	4.39	28.53	301.68
82	4.41	28.61	301.76
83	4.42	28.90	302.05
84	4.43	28.70	301.85
85	4.44	28.58	301.73
86	4.45	29.20	302.35
87	4.47	28.98	302.13
88	4.48	28.76	301.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

89	4.49	29.30	302.45
90	4.5	29.25	302.40
91	4.51	29.10	302.25
92	4.52	29.15	302.30
93	4.53	29.30	302.45
94	4.54	28.67	301.82
95	4.55	28.83	301.98
96	4.56	29.04	302.19
97	4.57	28.72	301.87
98	4.58	28.69	301.84
99	4.6	28.78	301.93
100	4.61	29.03	302.18
101	4.62	28.83	301.98
102	4.62	28.71	301.86
103	4.63	29.34	302.49
104	4.64	29.12	302.27
105	4.65	28.92	302.07
106	4.66	29.45	302.60
107	4.67	29.39	302.54
108	4.68	29.22	302.37
109	4.69	29.31	302.46
110	4.7	29.44	302.59
111	4.71	29.43	302.58
112	4.72	29.07	302.22
113	4.73	29.34	302.49
114	4.74	29.49	302.64
115	4.74	28.89	302.04
116	4.75	29.13	302.28
117	4.76	28.89	302.04
118	4.77	28.81	301.96
119	4.78	28.92	302.07
120	4.79	29.15	302.30
121	4.8	28.94	302.09
122	4.8	28.85	302.00
123	4.81	29.42	302.57
124	4.82	29.19	302.34
125	4.83	28.97	302.12
126	4.84	29.56	302.71
127	4.84	29.43	302.58
128	4.85	29.21	302.36
129	4.86	29.55	302.70
130	4.87	29.56	302.71
131	4.88	29.41	302.56
132	4.88	29.42	302.57
133	4.89	29.59	302.74
134	4.9	29.56	302.71
135	4.91	29.25	302.40
136	4.91	29.52	302.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

137	4.92	29.63	302.78
138	4.93	29.06	302.21
139	4.93	29.33	302.48
140	4.94	28.98	302.13
141	4.95	28.97	302.12
142	4.96	29.13	302.28
143	4.96	29.16	302.31
144	4.97	28.99	302.14
145	4.98	29.01	302.16
146	4.98	29.39	302.54
147	4.99	29.13	302.28
148	5	29.00	302.15
149	5	29.56	302.71
150	5.01	29.29	302.44
151	5.02	29.07	302.22
152	5.02	29.67	302.82
153	5.03	29.43	302.58
154	5.04	29.16	302.31
155	5.04	29.73	302.88
156	5.05	29.51	302.66
157	5.06	29.20	302.35
158	5.06	29.76	302.91
159	5.07	29.56	302.71
160	5.08	29.25	302.40
161	5.08	29.79	302.94
162	5.09	29.59	302.74
163	5.09	29.69	302.84
164	5.1	29.79	302.94
165	5.11	29.60	302.75
166	5.11	29.73	302.88
167	5.12	29.81	302.96
168	5.12	29.61	302.76
169	5.13	29.75	302.90
170	5.14	29.83	302.98
171	5.14	29.60	302.75
172	5.15	29.79	302.94
173	5.15	29.84	302.99
174	5.16	29.62	302.77
175	5.16	29.82	302.97
176	5.17	29.84	302.99
177	5.18	29.58	302.73
178	5.18	29.87	303.02
179	5.19	29.83	302.98
180	5.19	29.51	302.66
181	5.2	29.91	303.06
182	5.2	29.78	302.93
183	5.21	29.45	302.60
184	5.21	29.93	303.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

185	5.22	29.74	302.89
186	5.23	29.86	303.01
187	5.23	29.91	303.06
188	5.24	29.68	302.83
189	5.24	29.91	303.06
190	5.25	29.90	303.05
191	5.25	29.60	302.75
192	5.26	29.94	303.09
193	5.26	29.86	303.01
194	5.27	29.55	302.70
195	5.27	29.96	303.11
196	5.28	29.87	303.02
197	5.28	29.58	302.73
198	5.29	29.98	303.13
199	5.29	29.89	303.04
200	5.3	29.61	302.76
201	5.3	29.97	303.12
202	5.31	29.93	303.08
203	5.31	29.67	302.82
204	5.32	29.96	303.11
205	5.32	29.96	303.11
206	5.33	29.72	302.87
207	5.33	29.95	303.10
208	5.34	29.98	303.13
209	5.34	29.67	302.82
210	5.35	29.96	303.11
211	5.35	29.97	303.12
212	5.36	29.68	302.83
213	5.36	29.96	303.11
214	5.37	30.00	303.15
215	5.37	29.65	302.80
216	5.38	29.95	303.10
217	5.38	30.03	303.18
218	5.38	29.59	302.74
219	5.39	29.89	303.04
220	5.39	30.04	303.19
221	5.4	29.50	302.65
222	5.4	29.79	302.94
223	5.41	30.01	303.16
224	5.41	29.42	302.57
225	5.42	29.67	302.82
226	5.42	29.93	303.08
227	5.42	29.36	302.51
228	5.43	29.51	302.66
229	5.43	29.56	302.71
230	5.44	29.39	302.54
231	5.44	29.41	302.56
232	5.45	29.77	302.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

233	5.45	29.51	302.66
234	5.46	29.37	302.52
235	5.46	29.96	303.11
236	5.46	29.69	302.84
237	5.47	29.49	302.64
238	5.47	30.09	303.24
239	5.48	29.94	303.09
240	5.48	29.74	302.89
241	5.48	30.03	303.18
242	5.49	30.09	303.24
243	5.49	30.03	303.18
244	5.5	29.70	302.85
245	5.5	29.91	303.06
246	5.51	30.07	303.22
247	5.51	29.44	302.59
248	5.51	29.59	302.74
249	5.52	29.79	302.94
250	5.52	29.49	302.64
251	5.53	29.42	302.57
252	5.53	30.02	303.17
253	5.53	29.82	302.97
254	5.54	29.62	302.77
255	5.54	30.13	303.28
256	5.55	30.10	303.25
257	5.55	29.98	303.13
258	5.55	29.86	303.01
259	5.56	30.04	303.19
260	5.56	30.13	303.28
261	5.56	29.54	302.69
262	5.57	29.77	302.92
263	5.57	29.98	303.13
264	5.58	29.44	302.59
265	5.58	29.50	302.65
266	5.58	29.66	302.81
267	5.59	29.67	302.82
268	5.59	29.51	302.66
269	5.59	29.47	302.62
270	5.6	30.02	303.17
271	5.6	29.81	302.96
272	5.61	29.63	302.78
273	5.61	30.17	303.32
274	5.61	30.13	303.28
275	5.62	29.73	302.88
276	5.62	29.96	303.11
277	5.62	30.11	303.26
278	5.63	29.48	302.63
279	5.63	29.61	302.76
280	5.63	29.83	302.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นำมาตีพิมพ์หรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

281	5.64	29.57	302.72
282	5.64	29.49	302.64
283	5.65	29.55	302.70
284	5.65	29.87	303.02
285	5.65	29.65	302.80
286	5.66	29.51	302.66
287	5.66	30.14	303.29
288	5.66	29.94	303.09
289	5.67	29.74	302.89
290	5.67	30.19	303.34
291	5.67	30.17	303.32
292	5.68	30.02	303.17
293	5.68	30.00	303.15
294	5.68	30.16	303.31
295	5.69	30.18	303.33
296	5.69	29.72	302.87
297	5.69	29.97	303.12
298	5.7	29.53	302.68
299	5.7	29.55	302.70
300	5.7	29.69	302.84
301	5.71	29.76	302.91
302	5.71	29.59	302.74
303	5.71	29.53	302.68
304	5.72	30.08	303.23
305	5.72	29.87	303.02
306	5.72	29.68	302.83
307	5.73	30.22	303.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87%

ตารางที่ ค2 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่2

ลำดับที่	Ln (t)	Temperature (°C)	Temperature (K)
1	0	27.89	301.04
2	0.69	27.92	301.07
3	1.1	27.84	300.99
4	1.39	27.83	300.98
5	1.61	28.07	301.22
6	1.79	28.17	301.32
7	1.95	27.58	300.73
8	2.08	27.80	300.95
9	2.2	27.72	300.87
10	2.3	27.62	300.77
11	2.4	27.63	300.78
12	2.48	28.19	301.34
13	2.56	28.00	301.15
14	2.64	27.85	301.00
15	2.71	28.45	301.60
16	2.77	28.42	301.57
17	2.83	28.31	301.46
18	2.89	28.19	301.34
19	2.94	28.42	301.57
20	3	28.52	301.67
21	3.04	27.87	301.02
22	3.09	28.04	301.19
23	3.14	28.25	301.40
24	3.18	27.93	301.08
25	3.22	27.88	301.03
26	3.26	27.94	301.09
27	3.3	28.36	301.51
28	3.33	28.14	301.29
29	3.37	28.00	301.15
30	3.4	28.67	301.82
31	3.43	28.55	301.70
32	3.47	28.36	301.51
33	3.5	28.58	301.73
34	3.53	28.69	301.84
35	3.56	28.04	301.19
36	3.58	28.20	301.35
37	3.61	28.43	301.58
38	3.64	28.07	301.22
39	3.66	28.04	301.19
40	3.69	28.12	301.27
41	3.71	28.43	301.58
42	3.74	28.23	301.38
43	3.76	28.09	301.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44	3.78	28.76	301.91
45	3.81	28.58	301.73
46	3.83	28.37	301.52
47	3.85	28.81	301.96
48	3.87	28.82	301.97
49	3.89	28.71	301.86
50	3.91	28.55	301.70
51	3.93	28.77	301.92
52	3.95	28.86	302.01
53	3.97	28.26	301.41
54	3.99	28.48	301.63
55	4.01	28.26	301.41
56	4.03	28.16	301.31
57	4.04	28.21	301.36
58	4.06	28.67	301.82
59	4.08	28.45	301.60
60	4.09	28.27	301.42
61	4.11	28.93	302.08
62	4.13	28.81	301.96
63	4.14	28.59	301.74
64	4.16	28.89	302.04
65	4.17	28.96	302.11
66	4.19	28.89	302.04
67	4.2	28.61	301.76
68	4.22	28.86	302.01
69	4.23	29.00	302.15
70	4.25	28.41	301.56
71	4.26	28.69	301.84
72	4.28	28.93	302.08
73	4.29	28.30	301.45
74	4.3	28.52	301.67
75	4.32	28.48	301.63
76	4.33	28.33	301.48
77	4.34	28.42	301.57
78	4.36	28.65	301.80
79	4.37	28.42	301.57
80	4.38	28.37	301.52
81	4.39	28.85	302.00
82	4.41	28.57	301.72
83	4.42	28.40	301.55
84	4.43	29.05	302.20
85	4.44	28.80	301.95
86	4.45	28.56	301.71
87	4.47	29.17	302.32
88	4.48	29.02	302.17
89	4.49	28.77	301.92
90	4.5	29.17	302.32
91	4.51	29.16	302.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตเดินทางไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

92	4.52	28.91	302.06
93	4.53	29.13	302.28
94	4.54	29.20	302.35
95	4.55	29.01	302.16
96	4.56	29.13	302.28
97	4.57	29.24	302.39
98	4.58	28.79	301.94
99	4.6	29.12	302.27
100	4.61	29.27	302.42
101	4.62	28.78	301.93
102	4.62	29.13	302.28
103	4.63	29.31	302.46
104	4.64	28.79	301.94
105	4.65	29.13	302.28
106	4.66	29.34	302.49
107	4.67	28.79	301.94
108	4.68	29.16	302.31
109	4.69	29.36	302.51
110	4.7	28.80	301.95
111	4.71	29.18	302.33
112	4.72	29.38	302.53
113	4.73	28.85	302.00
114	4.74	29.22	302.37
115	4.74	29.41	302.56
116	4.75	28.88	302.03
117	4.76	29.24	302.39
118	4.77	29.43	302.58
119	4.78	28.90	302.05
120	4.79	29.28	302.43
121	4.8	28.72	301.87
122	4.8	28.96	302.11
123	4.81	29.32	302.47
124	4.82	28.74	301.89
125	4.83	29.03	302.18
126	4.84	29.37	302.52
127	4.84	28.77	301.92
128	4.85	29.09	302.24
129	4.86	29.41	302.56
130	4.87	28.80	301.95
131	4.88	29.10	302.25
132	4.88	29.42	302.57
133	4.89	28.81	301.96
134	4.9	29.12	302.27
135	4.91	29.46	302.61
136	4.91	28.84	301.99
137	4.92	29.13	302.28
138	4.93	29.45	302.60
139	4.93	28.85	302.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

140	4.94	29.13	302.28
141	4.95	29.46	302.61
142	4.96	28.85	302.00
143	4.96	29.08	302.23
144	4.97	28.93	302.08
145	4.98	28.85	302.00
146	4.98	29.02	302.17
147	4.99	29.01	302.16
148	5	28.85	302.00
149	5	28.97	302.12
150	5.01	29.09	302.24
151	5.02	28.87	302.02
152	5.02	28.95	302.10
153	5.03	29.13	302.28
154	5.04	28.89	302.04
155	5.04	28.97	302.12
156	5.05	29.10	302.25
157	5.06	28.90	302.05
158	5.06	29.05	302.20
159	5.07	29.04	302.19
160	5.08	28.92	302.07
161	5.08	29.15	302.30
162	5.09	28.99	302.14
163	5.09	28.95	302.10
164	5.1	29.21	302.36
165	5.11	28.97	302.12
166	5.11	28.96	302.11
167	5.12	29.26	302.41
168	5.12	28.98	302.13
169	5.13	28.97	302.12
170	5.14	29.30	302.45
171	5.14	29.01	302.16
172	5.15	28.97	302.12
173	5.15	29.34	302.49
174	5.16	29.02	302.17
175	5.16	28.99	302.14
176	5.17	29.32	302.47
177	5.18	29.01	302.16
178	5.18	29.02	302.17
179	5.19	29.26	302.41
180	5.19	29.00	302.15
181	5.2	29.06	302.21
182	5.2	29.24	302.39
183	5.21	28.99	302.14
184	5.21	29.09	302.24
185	5.22	29.23	302.38
186	5.23	29.01	302.16
187	5.23	29.11	302.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

188	5.24	29.23	302.38
189	5.24	29.01	302.16
190	5.25	29.55	302.70
191	5.25	29.21	302.36
192	5.26	29.02	302.17
193	5.26	29.59	302.74
194	5.27	29.22	302.37
195	5.27	29.02	302.17
196	5.28	29.58	302.73
197	5.28	29.23	302.38
198	5.29	29.05	302.20
199	5.29	29.53	302.68
200	5.3	29.16	302.31
201	5.3	29.07	302.22
202	5.31	29.44	302.59
203	5.31	29.10	302.25
204	5.32	29.13	302.28
205	5.32	29.32	302.47
206	5.33	29.07	302.22
207	5.33	29.23	302.38
208	5.34	29.22	302.37
209	5.34	29.08	302.23
210	5.35	29.32	302.47
211	5.35	29.17	302.32
212	5.36	29.13	302.28
213	5.36	29.42	302.57
214	5.37	29.13	302.28
215	5.37	29.18	302.33
216	5.38	29.36	302.51
217	5.38	29.11	302.26
218	5.38	29.21	302.36
219	5.39	29.34	302.49
220	5.39	29.12	302.27
221	5.4	29.25	302.40
222	5.4	29.31	302.46
223	5.41	29.15	302.30
224	5.41	29.32	302.47
225	5.42	29.25	302.40
226	5.42	29.17	302.32
227	5.42	29.44	302.59
228	5.43	29.17	302.32
229	5.43	29.23	302.38
230	5.44	29.59	302.74
231	5.44	29.15	302.30
232	5.45	29.39	302.54
233	5.45	29.78	302.93
234	5.46	29.22	302.37
235	5.46	29.60	302.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

236	5.46	29.16	302.31
237	5.47	29.44	302.59
238	5.47	29.85	303.00
239	5.48	29.31	302.46
240	5.48	29.76	302.91
241	5.48	29.91	303.06
242	5.49	29.68	302.83
243	5.49	29.91	303.06
244	5.5	29.60	302.75
245	5.5	29.94	303.09
246	5.51	29.67	302.82
247	5.51	29.24	302.39
248	5.51	29.75	302.90
249	5.52	29.27	302.42
250	5.52	29.27	302.42
251	5.53	29.33	302.48
252	5.53	29.25	302.40
253	5.53	29.70	302.85
254	5.54	29.23	302.38
255	5.54	29.64	302.79
256	5.55	29.97	303.12
257	5.55	29.62	302.77
258	5.55	29.97	303.12
259	5.56	29.61	302.76
260	5.56	29.97	303.12
261	5.56	29.67	302.82
262	5.57	29.96	303.11
263	5.57	29.68	302.83
264	5.58	29.24	302.39
265	5.58	29.69	302.84
266	5.58	29.25	302.40
267	5.59	29.45	302.60
268	5.59	29.25	302.40
269	5.59	29.48	302.63
270	5.6	29.97	303.12
271	5.6	29.49	302.64
272	5.61	29.97	303.12
273	5.61	29.81	302.96
274	5.61	29.97	303.12
275	5.62	29.82	302.97
276	5.62	29.34	302.49
277	5.62	29.86	303.01
278	5.63	29.37	302.52
279	5.63	29.31	302.46
280	5.63	29.41	302.56
281	5.64	29.31	302.46
282	5.64	29.43	302.58
283	5.65	29.30	302.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87%

ตารางที่ ค3 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมสซีข้าวกล็องงอก ครั้งที่3

ลำดับที่	Ln (t)	Temperature (°C)	Temperature (K)
1	0	29.63	302.78
2	0.69	29.62	302.77
3	1.1	30.17	303.32
4	1.39	29.96	303.11
5	1.61	29.82	302.97
6	1.79	30.44	303.59
7	1.95	30.20	303.35
8	2.08	30.57	303.72
9	2.2	30.59	303.74
10	2.3	30.39	303.54
11	2.4	30.62	303.77
12	2.48	30.69	303.84
13	2.56	30.56	303.71
14	2.64	30.59	303.74
15	2.71	30.75	303.90
16	2.77	30.68	303.83
17	2.83	30.54	303.69
18	2.89	30.78	303.93
19	2.94	30.79	303.94
20	3	30.48	303.63
21	3.04	30.77	303.92
22	3.09	30.85	304.00
23	3.14	30.43	303.58
24	3.18	30.75	303.90
25	3.22	30.90	304.05
26	3.26	30.40	303.55
27	3.3	30.70	303.85
28	3.33	30.92	304.07
29	3.37	30.36	303.51
30	3.4	30.65	303.80
31	3.43	30.32	303.47
32	3.47	30.35	303.50
33	3.5	30.57	303.72
34	3.53	30.42	303.57
35	3.56	30.35	303.50
36	3.58	30.49	303.64
37	3.61	30.54	303.69
38	3.64	30.38	303.53
39	3.66	30.45	303.60
40	3.69	30.67	303.82
41	3.71	30.43	303.58
42	3.74	30.45	303.60
43	3.76	30.70	303.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้มีการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44	3.78	30.46	303.61
45	3.81	30.47	303.62
46	3.83	30.75	303.90
47	3.85	30.50	303.65
48	3.87	30.50	303.65
49	3.89	30.79	303.94
50	3.91	30.54	303.69
51	3.93	30.50	303.65
52	3.95	30.88	304.03
53	3.97	30.61	303.76
54	3.99	31.18	304.33
55	4.01	30.97	304.12
56	4.03	30.70	303.85
57	4.04	31.21	304.36
58	4.06	31.09	304.24
59	4.08	30.84	303.99
60	4.09	31.22	304.37
61	4.11	31.16	304.31
62	4.13	30.92	304.07
63	4.14	31.22	304.37
64	4.16	31.22	304.37
65	4.17	30.98	304.13
66	4.19	31.24	304.39
67	4.2	31.24	304.39
68	4.22	31.00	304.15
69	4.23	31.24	304.39
70	4.25	31.25	304.40
71	4.26	31.02	304.17
72	4.28	31.26	304.41
73	4.29	31.28	304.43
74	4.3	31.06	304.21
75	4.32	31.27	304.42
76	4.33	31.32	304.47
77	4.34	30.96	304.11
78	4.36	31.26	304.41
79	4.37	31.35	304.50
80	4.38	30.91	304.06
81	4.39	31.24	304.39
82	4.41	31.39	304.54
83	4.42	30.89	304.04
84	4.43	31.20	304.35
85	4.44	31.38	304.53
86	4.45	30.86	304.01
87	4.47	31.15	304.30
88	4.48	31.39	304.54
89	4.49	30.82	303.97
90	4.5	31.13	304.28
91	4.51	31.39	304.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

92	4.52	30.84	303.99
93	4.53	31.12	304.27
94	4.54	31.40	304.55
95	4.55	30.84	303.99
96	4.56	31.08	304.23
97	4.57	31.39	304.54
98	4.58	30.85	304.00
99	4.6	31.07	304.22
100	4.61	30.96	304.11
101	4.62	30.87	304.02
102	4.62	31.05	304.20
103	4.63	31.03	304.18
104	4.64	30.89	304.04
105	4.65	31.00	304.15
106	4.66	31.16	304.31
107	4.67	30.96	304.11
108	4.68	30.96	304.11
109	4.69	31.33	304.48
110	4.7	31.08	304.23
111	4.71	30.96	304.11
112	4.72	31.50	304.65
113	4.73	31.24	304.39
114	4.74	31.04	304.19
115	4.74	31.63	304.78
116	4.75	31.42	304.57
117	4.76	31.17	304.32
118	4.77	31.70	304.85
119	4.78	31.58	304.73
120	4.79	31.34	304.49
121	4.8	31.68	304.83
122	4.8	31.70	304.85
123	4.81	31.28	304.43
124	4.82	31.54	304.69
125	4.83	31.71	304.86
126	4.84	31.11	304.26
127	4.84	31.31	304.46
128	4.85	31.55	304.70
129	4.86	31.11	304.26
130	4.87	31.18	304.33
131	4.88	31.38	304.53
132	4.88	31.24	304.39
133	4.89	31.14	304.29
134	4.9	31.22	304.37
135	4.91	31.48	304.63
136	4.91	31.30	304.45
137	4.92	31.20	304.35
138	4.93	31.83	304.98
139	4.93	31.71	304.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

140	4.94	31.56	304.71
141	4.95	31.77	304.92
142	4.96	31.87	305.02
143	4.96	31.86	305.01
144	4.97	31.39	304.54
145	4.98	31.60	304.75
146	4.98	31.30	304.45
147	4.99	31.25	304.40
148	5	31.33	304.48
149	5	31.59	304.74
150	5.01	31.41	304.56
151	5.02	31.29	304.44
152	5.02	31.91	305.06
153	5.03	31.75	304.90
154	5.04	31.58	304.73
155	5.04	31.93	305.08
156	5.05	31.97	305.12
157	5.06	31.91	305.06
158	5.06	31.62	304.77
159	5.07	31.84	304.99
160	5.08	31.97	305.12
161	5.08	31.35	304.50
162	5.09	31.49	304.64
163	5.09	31.70	304.85
164	5.1	31.44	304.59
165	5.11	31.37	304.52
166	5.11	31.44	304.59
167	5.12	31.75	304.90
168	5.12	31.54	304.69
169	5.13	32.09	305.24
170	5.14	32.03	305.18
171	5.14	31.86	305.01
172	5.15	31.93	305.08
173	5.15	32.08	305.23
174	5.16	32.10	305.25
175	5.16	31.62	304.77
176	5.17	31.85	305.00
177	5.18	32.05	305.20
178	5.18	31.46	304.61
179	5.19	31.59	304.74
180	5.19	31.78	304.93
181	5.2	31.57	304.72
182	5.2	31.48	304.63
183	5.21	31.53	304.68
184	5.21	31.88	305.03
185	5.22	31.67	304.82
186	5.23	31.53	304.68
187	5.23	32.15	305.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารทสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

188	5.24	31.96	305.11
189	5.24	31.75	304.90
190	5.25	32.20	305.35
191	5.25	32.17	305.32
192	5.26	31.77	304.92
193	5.26	32.00	305.15
194	5.27	32.19	305.34
195	5.27	31.56	304.71
196	5.28	31.74	304.89
197	5.28	31.97	305.12
198	5.29	31.58	304.73
199	5.29	31.56	304.71
200	5.3	31.69	304.84
201	5.3	31.84	304.99
202	5.31	31.65	304.80
203	5.31	31.58	304.73
204	5.32	32.15	305.30
205	5.32	31.92	305.07
206	5.33	31.72	304.87
207	5.33	32.29	305.44
208	5.34	32.17	305.32
209	5.34	31.97	305.12
210	5.35	32.24	305.39
211	5.35	32.30	305.45
212	5.36	32.24	305.39
213	5.36	31.98	305.13
214	5.37	32.22	305.37
215	5.37	31.63	304.78
216	5.38	31.77	304.92
217	5.38	32.02	305.17
218	5.38	31.72	304.87
219	5.39	31.69	304.84
220	5.39	31.83	304.98
221	5.4	31.89	305.04
222	5.4	31.72	304.87
223	5.41	31.74	304.89
224	5.41	32.10	305.25
225	5.42	31.84	304.99
226	5.42	31.72	304.87
227	5.42	32.31	305.46
228	5.43	32.03	305.18
229	5.43	31.81	304.96
230	5.44	32.42	305.57
231	5.44	32.23	305.38
232	5.45	31.97	305.12
233	5.45	32.46	305.61
234	5.46	32.37	305.52
235	5.46	32.15	305.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

236	5.46	32.41	305.56
237	5.47	32.45	305.60
238	5.47	32.00	305.15
239	5.48	32.29	305.44
240	5.48	32.46	305.61
241	5.48	31.86	305.01
242	5.49	32.11	305.26
243	5.49	32.38	305.53
244	5.5	31.79	304.94
245	5.5	31.92	305.07
246	5.51	32.15	305.30
247	5.51	31.86	305.01
248	5.51	31.84	304.99
249	5.52	31.95	305.10
250	5.52	32.03	305.18
251	5.53	31.85	305.00
252	5.53	31.86	305.01
253	5.53	32.23	305.38
254	5.54	31.97	305.12
255	5.54	31.85	305.00
256	5.55	32.38	305.53
257	5.55	32.11	305.26
258	5.55	32.54	305.69
259	5.56	32.50	305.65
260	5.56	32.30	305.45
261	5.56	32.43	305.58
262	5.57	32.53	305.68
263	5.57	32.47	305.62
264	5.58	32.26	305.41
265	5.58	32.50	305.65
266	5.58	32.56	305.71
267	5.59	32.06	305.21
268	5.59	32.34	305.49
269	5.59	32.55	305.70
270	5.6	31.93	305.08
271	5.6	32.15	305.30
272	5.61	32.42	305.57
273	5.61	31.89	305.04
274	5.61	32.00	305.15
275	5.62	32.25	305.40
276	5.62	31.96	305.11
277	5.62	31.92	305.07
278	5.63	32.07	305.22
279	5.63	32.10	305.25
280	5.63	31.93	305.08
281	5.64	32.52	305.67
282	5.64	32.24	305.39
283	5.65	32.00	305.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

284	5.65	32.61	305.76
285	5.65	32.39	305.54
286	5.66	32.11	305.26
287	5.66	32.65	305.80
288	5.66	32.52	305.67
289	5.67	32.24	305.39
290	5.67	32.64	305.79
291	5.67	32.61	305.76
292	5.68	32.39	305.54
293	5.68	32.57	305.72
294	5.68	32.66	305.81
295	5.69	32.54	305.69
296	5.69	32.44	305.59
297	5.69	32.64	305.79
298	5.7	32.65	305.80
299	5.7	32.29	305.44
300	5.7	32.58	305.73
301	5.71	32.69	305.84
302	5.71	32.15	305.30
303	5.71	32.44	305.59
304	5.72	32.01	305.16
305	5.72	32.08	305.23
306	5.72	32.31	305.46
307	5.73	32.08	305.23
308	5.73	32.04	305.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87%

ตารางที่ ค4 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่4

ลำดับที่	Ln (t)	Temperature (°C)	Temperature (K)
1	0	31.19	304.34
2	0.69	30.90	304.05
3	1.1	31.43	304.58
4	1.39	31.34	304.49
5	1.61	31.07	304.22
6	1.79	31.50	304.65
7	1.95	31.46	304.61
8	2.08	31.21	304.36
9	2.2	31.54	304.69
10	2.3	31.57	304.72
11	2.4	31.35	304.50
12	2.48	31.54	304.69
13	2.56	31.63	304.78
14	2.64	31.21	304.36
15	2.71	31.56	304.71
16	2.77	31.68	304.83
17	2.83	31.21	304.36
18	2.89	31.57	304.72
19	2.94	31.72	304.87
20	3	31.21	304.36
21	3.04	31.55	304.70
22	3.09	31.76	304.91
23	3.14	31.20	304.35
24	3.18	31.55	304.70
25	3.22	31.78	304.93
26	3.26	31.18	304.33
27	3.3	31.51	304.66
28	3.33	31.78	304.93
29	3.37	31.15	304.30
30	3.4	31.46	304.61
31	3.43	31.75	304.90
32	3.47	31.14	304.29
33	3.5	31.40	304.55
34	3.53	31.72	304.87
35	3.56	31.13	304.28
36	3.58	31.37	304.52
37	3.61	31.28	304.43
38	3.64	31.18	304.33
39	3.66	31.36	304.51
40	3.69	31.33	304.48
41	3.71	31.20	304.35
42	3.74	31.37	304.52
43	3.76	31.39	304.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44	3.78	31.23	304.38
45	3.81	31.38	304.53
46	3.83	31.44	304.59
47	3.85	31.25	304.40
48	3.87	31.38	304.53
49	3.89	31.48	304.63
50	3.91	31.28	304.43
51	3.93	31.41	304.56
52	3.95	31.51	304.66
53	3.97	31.31	304.46
54	3.99	31.42	304.57
55	4.01	31.59	304.74
56	4.03	31.36	304.51
57	4.04	31.41	304.56
58	4.06	31.67	304.82
59	4.08	31.41	304.56
60	4.09	32.05	305.20
61	4.11	31.76	304.91
62	4.13	31.48	304.63
63	4.14	32.11	305.26
64	4.16	31.85	305.00
65	4.17	31.56	304.71
66	4.19	32.16	305.31
67	4.2	31.94	305.09
68	4.22	31.63	304.78
69	4.23	32.20	305.35
70	4.25	32.04	305.19
71	4.26	31.74	304.89
72	4.28	32.22	305.37
73	4.29	32.12	305.27
74	4.3	31.83	304.98
75	4.32	32.23	305.38
76	4.33	32.19	305.34
77	4.34	31.95	305.10
78	4.36	32.22	305.37
79	4.37	32.28	305.43
80	4.38	32.10	305.25
81	4.39	32.14	305.29
82	4.41	32.31	305.46
83	4.42	31.73	304.88
84	4.43	32.06	305.21
85	4.44	32.32	305.47
86	4.45	31.67	304.82
87	4.47	31.98	305.13
88	4.48	32.28	305.43
89	4.49	31.63	304.78
90	4.5	31.89	305.04
91	4.51	32.22	305.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

92	4.52	31.64	304.79
93	4.53	31.81	304.96
94	4.54	32.13	305.28
95	4.55	31.66	304.81
96	4.56	31.74	304.89
97	4.57	32.02	305.17
98	4.58	31.74	304.89
99	4.6	31.72	304.87
100	4.61	31.92	305.07
101	4.62	31.84	304.99
102	4.62	31.72	304.87
103	4.63	31.85	305.00
104	4.64	31.96	305.11
105	4.65	31.75	304.90
106	4.66	32.39	305.54
107	4.67	32.07	305.22
108	4.68	31.82	304.97
109	4.69	32.48	305.63
110	4.7	32.17	305.32
111	4.71	31.88	305.03
112	4.72	32.52	305.67
113	4.73	32.24	305.39
114	4.74	31.91	305.06
115	4.74	32.55	305.70
116	4.75	32.29	305.44
117	4.76	31.95	305.10
118	4.77	32.57	305.72
119	4.78	32.30	305.45
120	4.79	31.98	305.13
121	4.8	32.58	305.73
122	4.8	32.33	305.48
123	4.81	32.01	305.16
124	4.82	32.61	305.76
125	4.83	32.35	305.50
126	4.84	32.01	305.16
127	4.84	32.62	305.77
128	4.85	32.37	305.52
129	4.86	32.57	305.72
130	4.87	32.63	305.78
131	4.88	32.37	305.52
132	4.88	32.59	305.74
133	4.89	32.62	305.77
134	4.9	32.37	305.52
135	4.91	32.62	305.77
136	4.91	32.66	305.81
137	4.92	32.40	305.55
138	4.93	32.62	305.77
139	4.93	32.67	305.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

140	4.94	32.44	305.59
141	4.95	32.64	305.79
142	4.96	32.70	305.85
143	4.96	32.48	305.63
144	4.97	32.64	305.79
145	4.98	32.72	305.87
146	4.98	32.50	305.65
147	4.99	32.65	305.80
148	5	32.73	305.88
149	5	32.50	305.65
150	5.01	32.68	305.83
151	5.02	32.76	305.91
152	5.02	32.38	305.53
153	5.03	32.72	305.87
154	5.04	32.77	305.92
155	5.04	32.40	305.55
156	5.05	32.75	305.90
157	5.06	32.79	305.94
158	5.06	32.44	305.59
159	5.07	32.76	305.91
160	5.08	32.80	305.95
161	5.08	32.44	305.59
162	5.09	32.78	305.93
163	5.09	32.82	305.97
164	5.1	32.43	305.58
165	5.11	32.78	305.93
166	5.11	32.84	305.99
167	5.12	32.43	305.58
168	5.12	32.78	305.93
169	5.13	32.86	306.01
170	5.14	32.43	305.58
171	5.14	32.79	305.94
172	5.15	32.87	306.02
173	5.15	32.47	305.62
174	5.16	32.83	305.98
175	5.16	32.20	305.35
176	5.17	32.53	305.68
177	5.18	32.85	306.00
178	5.18	32.25	305.40
179	5.19	32.59	305.74
180	5.19	32.90	306.05
181	5.2	32.27	305.42
182	5.2	32.62	305.77
183	5.21	32.92	306.07
184	5.21	32.29	305.44
185	5.22	32.64	305.79
186	5.23	32.94	306.09
187	5.23	32.31	305.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

188	5.24	32.69	305.84
189	5.24	32.96	306.11
190	5.25	32.35	305.50
191	5.25	32.73	305.88
192	5.26	33.00	306.15
193	5.26	32.41	305.56
194	5.27	32.79	305.94
195	5.27	33.01	306.16
196	5.28	32.47	305.62
197	5.28	32.85	306.00
198	5.29	32.28	305.43
199	5.29	32.53	305.68
200	5.3	32.92	306.07
201	5.3	32.31	305.46
202	5.31	32.63	305.78
203	5.31	33.00	306.15
204	5.32	32.37	305.52
205	5.32	32.75	305.90
206	5.33	33.04	306.19
207	5.33	32.43	305.58
208	5.34	32.83	305.98
209	5.34	33.07	306.22
210	5.35	32.50	305.65
211	5.35	32.91	306.06
212	5.36	33.10	306.25
213	5.36	32.60	305.75
214	5.37	32.98	306.13
215	5.37	33.11	306.26
216	5.38	32.66	305.81
217	5.38	33.03	306.18
218	5.38	33.10	306.25
219	5.39	32.74	305.89
220	5.39	33.07	306.22
221	5.4	32.44	305.59
222	5.4	32.82	305.97
223	5.41	33.11	306.26
224	5.41	32.47	305.62
225	5.42	32.85	306.00
226	5.42	33.12	306.27
227	5.42	32.50	305.65
228	5.43	32.87	306.02
229	5.43	33.13	306.28
230	5.44	32.50	305.65
231	5.44	32.85	306.00
232	5.45	33.13	306.28
233	5.45	32.49	305.64
234	5.46	32.85	306.00
235	5.46	33.14	306.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

236	5.46	32.51	305.66
237	5.47	32.88	306.03
238	5.47	33.16	306.31
239	5.48	32.56	305.71
240	5.48	32.92	306.07
241	5.48	33.18	306.33
242	5.49	32.60	305.75
243	5.49	33.00	306.15
244	5.5	32.46	305.61
245	5.5	32.71	305.86
246	5.51	33.09	306.24
247	5.51	32.50	305.65
248	5.51	32.81	305.96
249	5.52	33.15	306.30
250	5.52	32.55	305.70
251	5.53	32.92	306.07
252	5.53	33.22	306.37
253	5.53	32.63	305.78
254	5.54	33.04	306.19
255	5.54	33.24	306.39
256	5.55	32.76	305.91
257	5.55	33.15	306.30
258	5.55	33.21	306.36
259	5.56	32.90	306.05
260	5.56	33.22	306.37
261	5.56	33.16	306.31
262	5.57	33.02	306.17
263	5.57	33.25	306.40
264	5.58	33.11	306.26
265	5.58	33.10	306.25
266	5.58	33.25	306.40
267	5.59	32.79	305.94
268	5.59	33.17	306.32
269	5.59	33.27	306.42
270	5.6	32.87	306.02
271	5.6	33.21	306.36
272	5.61	33.25	306.40
273	5.61	32.91	306.06
274	5.61	33.25	306.40
275	5.62	33.24	306.39
276	5.62	32.96	306.11
277	5.62	33.26	306.41
278	5.63	33.25	306.40
279	5.63	33.01	306.16
280	5.63	33.27	306.42
281	5.64	33.24	306.39
282	5.64	33.02	306.17
283	5.65	33.28	306.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

284	5.65	33.24	306.39
285	5.65	33.02	306.17
286	5.66	33.30	306.45
287	5.66	33.24	306.39
288	5.66	33.03	306.18
289	5.67	33.30	306.45
290	5.67	32.69	305.84
291	5.67	33.05	306.20
292	5.68	33.28	306.43
293	5.68	32.67	305.82
294	5.68	33.02	306.17
295	5.69	33.29	306.44
296	5.69	32.66	305.81
297	5.69	33.03	306.18
298	5.7	33.28	306.43
299	5.7	32.66	305.81
300	5.7	32.97	306.12
301	5.71	33.26	306.41
302	5.71	32.61	305.76
303	5.71	32.85	306.00
304	5.72	33.16	306.31
305	5.72	32.60	305.75
306	5.72	32.73	305.88
307	5.73	33.02	306.17
308	5.73	32.63	305.78
309	5.73	32.65	305.80
310	5.74	32.88	306.03
311	5.74	32.74	305.89
312	5.74	32.62	305.77
313	5.75	33.18	306.33
314	5.75	32.88	306.03
315	5.75	32.66	305.81
316	5.76	33.31	306.46
317	5.76	33.03	306.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 33.87%

ตารางที่ ค5 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่5

ลำดับที่	Ln (t)	Temperature (°C)	Temperature (K)
1	0	29.30	302.45
2	0.69	29.80	302.95
3	1.1	29.60	302.75
4	1.39	29.20	302.35
5	1.61	29.80	302.95
6	1.79	29.50	302.65
7	1.95	29.20	302.35
8	2.08	29.80	302.95
9	2.2	29.40	302.55
10	2.3	29.40	302.55
11	2.4	29.60	302.75
12	2.48	29.40	302.55
13	2.56	29.90	303.05
14	2.64	29.50	302.65
15	2.71	29.50	302.65
16	2.77	29.80	302.95
17	2.83	29.50	302.65
18	2.89	29.60	302.75
19	2.94	29.70	302.85
20	3	29.50	302.65
21	3.04	29.80	302.95
22	3.09	29.60	302.75
23	3.14	29.60	302.75
24	3.18	30.00	303.15
25	3.22	29.60	302.75
26	3.26	29.80	302.95
27	3.3	30.20	303.35
28	3.33	29.60	302.75
29	3.37	29.90	303.05
30	3.4	30.30	303.45
31	3.43	29.70	302.85
32	3.47	30.10	303.25
33	3.5	30.40	303.55
34	3.53	29.80	302.95
35	3.56	30.20	303.35
36	3.58	29.70	302.85
37	3.61	29.90	303.05
38	3.64	30.30	303.45
39	3.66	29.70	302.85
40	3.69	30.00	303.15
41	3.71	30.40	303.55
42	3.74	29.80	302.95
43	3.76	30.20	303.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44	3.78	30.50	303.65
45	3.81	29.80	302.95
46	3.83	30.20	303.35
47	3.85	30.50	303.65
48	3.87	29.90	303.05
49	3.89	30.20	303.35
50	3.91	30.50	303.65
51	3.93	29.90	303.05
52	3.95	30.20	303.35
53	3.97	30.50	303.65
54	3.99	29.90	303.05
55	4.01	30.30	303.45
56	4.03	30.50	303.65
57	4.04	29.90	303.05
58	4.06	30.20	303.35
59	4.08	29.90	303.05
60	4.09	29.90	303.05
61	4.11	30.10	303.25
62	4.13	29.90	303.05
63	4.14	29.90	303.05
64	4.16	30.00	303.15
65	4.17	30.10	303.25
66	4.19	29.90	303.05
67	4.2	29.90	303.05
68	4.22	30.40	303.55
69	4.23	30.10	303.25
70	4.25	29.90	303.05
71	4.26	30.60	303.75
72	4.28	30.40	303.55
73	4.29	30.10	303.25
74	4.3	30.70	303.85
75	4.32	30.60	303.75
76	4.33	30.40	303.55
77	4.34	30.50	303.65
78	4.36	30.70	303.85
79	4.37	30.60	303.75
80	4.38	30.20	303.35
81	4.39	30.50	303.65
82	4.41	29.90	303.05
83	4.42	30.00	303.15
84	4.43	30.20	303.35
85	4.44	30.10	303.25
86	4.45	30.00	303.15
87	4.47	30.00	303.15
88	4.48	30.40	303.55
89	4.49	30.10	303.25
90	4.5	30.00	303.15
91	4.51	30.70	303.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

92	4.52	30.40	303.55
93	4.53	30.20	303.35
94	4.54	30.80	303.95
95	4.55	30.60	303.75
96	4.56	30.40	303.55
97	4.57	30.70	303.85
98	4.58	30.70	303.85
99	4.6	30.60	303.75
100	4.61	30.50	303.65
101	4.62	30.70	303.85
102	4.62	30.80	303.95
103	4.63	30.20	303.35
104	4.64	30.50	303.65
105	4.65	30.00	303.15
106	4.66	30.10	303.25
107	4.67	30.30	303.45
108	4.68	30.20	303.35
109	4.69	30.00	303.15
110	4.7	30.10	303.25
111	4.71	30.50	303.65
112	4.72	30.30	303.45
113	4.73	30.10	303.25
114	4.74	30.80	303.95
115	4.74	30.50	303.65
116	4.75	30.30	303.45
117	4.76	30.80	303.95
118	4.77	30.80	303.95
119	4.78	30.50	303.65
120	4.79	30.70	303.85
121	4.8	30.80	303.95
122	4.8	30.80	303.95
123	4.81	30.50	303.65
124	4.82	30.80	303.95
125	4.83	30.90	304.05
126	4.84	30.30	303.45
127	4.84	30.50	303.65
128	4.85	30.10	303.25
129	4.86	30.10	303.25
130	4.87	30.30	303.45
131	4.88	30.30	303.45
132	4.88	30.20	303.35
133	4.89	30.10	303.25
134	4.9	30.60	303.75
135	4.91	30.30	303.45
136	4.91	30.20	303.35
137	4.92	30.90	304.05
138	4.93	30.60	303.75
139	4.93	30.40	303.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

140	4.94	30.90	304.05
141	4.95	30.90	304.05
142	4.96	30.70	303.85
143	4.96	30.80	303.95
144	4.97	30.90	304.05
145	4.98	30.90	304.05
146	4.98	30.50	303.65
147	4.99	30.80	303.95
148	5	30.90	304.05
149	5	30.30	303.45
150	5.01	30.50	303.65
151	5.02	30.30	303.45
152	5.02	30.20	303.35
153	5.03	30.30	303.45
154	5.04	30.60	303.75
155	5.04	30.30	303.45
156	5.05	30.20	303.35
157	5.06	30.90	304.05
158	5.06	30.60	303.75
159	5.07	30.30	303.45
160	5.08	31.00	304.15
161	5.08	30.80	303.95
162	5.09	30.50	303.65
163	5.09	31.00	304.15
164	5.1	30.90	304.05
165	5.11	30.60	303.75
166	5.11	31.00	304.15
167	5.12	31.00	304.15
168	5.12	30.70	303.85
169	5.13	31.00	304.15
170	5.14	31.00	304.15
171	5.14	30.80	303.95
172	5.15	30.90	304.05
173	5.15	31.00	304.15
174	5.16	30.50	303.65
175	5.16	30.90	304.05
176	5.17	31.10	304.25
177	5.18	30.50	303.65
178	5.18	30.90	304.05
179	5.19	31.10	304.25
180	5.19	30.50	303.65
181	5.2	30.80	303.95
182	5.2	31.10	304.25
183	5.21	30.40	303.55
184	5.21	30.70	303.85
185	5.22	31.00	304.15
186	5.23	30.40	303.55
187	5.23	30.70	303.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

188	5.24	31.00	304.15
189	5.24	30.40	303.55
190	5.25	30.70	303.85
191	5.25	31.00	304.15
192	5.26	30.40	303.55
193	5.26	30.80	303.95
194	5.27	31.10	304.25
195	5.27	30.50	303.65
196	5.28	30.90	304.05
197	5.28	30.40	303.55
198	5.29	30.70	303.85
199	5.29	31.00	304.15
200	5.3	30.40	303.55
201	5.3	30.80	303.95
202	5.31	31.10	304.25
203	5.31	30.60	303.75
204	5.32	31.00	304.15
205	5.32	31.20	304.35
206	5.33	30.80	303.95
207	5.33	31.10	304.25
208	5.34	31.10	304.25
209	5.34	31.00	304.15
210	5.35	31.20	304.35
211	5.35	30.90	304.05
212	5.36	31.10	304.25
213	5.36	31.10	304.25
214	5.37	30.70	303.85
215	5.37	31.20	304.35
216	5.38	31.00	304.15
217	5.38	30.60	303.75
218	5.38	31.20	304.35
219	5.39	30.90	304.05
220	5.39	31.20	304.35
221	5.4	31.10	304.25
222	5.4	30.70	303.85
223	5.41	31.20	304.35
224	5.41	31.00	304.15
225	5.42	30.60	303.75
226	5.42	31.20	304.35
227	5.42	30.90	304.05
228	5.43	30.50	303.65
229	5.43	31.20	304.35
230	5.44	30.80	303.95
231	5.44	30.50	303.65
232	5.45	31.10	304.25
233	5.45	30.70	303.85
234	5.46	30.50	303.65
235	5.46	31.00	304.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

236	5.46	30.60	303.75
237	5.47	30.50	303.65
238	5.47	30.90	304.05
239	5.48	30.60	303.75
240	5.48	30.50	303.65
241	5.48	30.80	303.95
242	5.49	30.50	303.65
243	5.49	31.10	304.25
244	5.5	30.70	303.85
245	5.5	30.50	303.65
246	5.51	31.00	304.15
247	5.51	30.70	303.85
248	5.51	30.50	303.65
249	5.52	31.00	304.15
250	5.52	30.60	303.75
251	5.53	30.60	303.75
252	5.53	30.90	304.05
253	5.53	30.60	303.75
254	5.54	30.60	303.75
255	5.54	30.90	304.05
256	5.55	30.60	303.75
257	5.55	30.60	303.75
258	5.55	30.90	304.05
259	5.56	30.60	303.75
260	5.56	30.60	303.75
261	5.56	30.90	304.05
262	5.57	30.60	303.75
263	5.57	30.60	303.75
264	5.58	31.00	304.15
265	5.58	30.70	303.85
266	5.58	31.30	304.45
267	5.59	31.00	304.15
268	5.59	30.70	303.85
269	5.59	31.30	304.45
270	5.6	31.10	304.25
271	5.6	30.80	303.95
272	5.61	31.40	304.55
273	5.61	31.20	304.35
274	5.61	30.80	303.95
275	5.62	31.40	304.55
276	5.62	31.20	304.35
277	5.62	30.90	304.05
278	5.63	31.40	304.55
279	5.63	31.30	304.45
280	5.63	30.90	304.05
281	5.64	31.40	304.55
282	5.64	31.30	304.45
283	5.65	31.00	304.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

284	5.65	31.40	304.55
285	5.65	31.40	304.55
286	5.66	31.10	304.25
287	5.66	31.30	304.45
288	5.66	31.40	304.55
289	5.67	30.90	304.05
290	5.67	31.20	304.35
291	5.67	31.40	304.55
292	5.68	30.80	303.95
293	5.68	31.10	304.25
294	5.68	31.40	304.55
295	5.69	30.70	303.85
296	5.69	31.00	304.15
297	5.69	31.30	304.45
298	5.7	30.70	303.85
299	5.7	30.90	304.05
300	5.7	31.20	304.35
301	5.71	30.70	303.85
302	5.71	30.80	303.95
303	5.71	31.10	304.25
304	5.72	30.70	303.85
305	5.72	30.70	303.85
306	5.72	31.00	304.15
307	5.73	30.80	303.95
308	5.73	30.70	303.85
309	5.73	30.90	304.05
310	5.74	30.80	303.95
311	5.74	30.70	303.85
312	5.74	31.20	304.35
313	5.75	30.90	304.05
314	5.75	30.70	303.85
315	5.75	31.30	304.45
316	5.76	30.90	304.05
317	5.76	30.70	303.85
318	5.76	31.30	304.45
319	5.77	31.00	304.15
320	5.77	30.70	303.85
321	5.77	31.40	304.55
322	5.77	31.00	304.15
323	5.78	30.80	303.95
324	5.78	31.40	304.55
325	5.78	31.10	304.25
326	5.79	30.80	303.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30%

ตารางที่ ค6 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 1

ลำดับที่	Ln (t)	Temperature (°C)	Temperature (K)
1	0	29.98	303.13
2	0.69	30.20	303.35
3	1.1	30.54	303.69
4	1.39	30.42	303.57
5	1.61	30.50	303.65
6	1.79	31.00	304.15
7	1.95	30.82	303.97
8	2.08	30.77	303.92
9	2.2	31.39	304.54
10	2.3	31.19	304.34
11	2.4	31.67	304.82
12	2.48	31.68	304.83
13	2.56	31.51	304.66
14	2.64	31.81	304.96
15	2.71	31.91	305.06
16	2.77	31.81	304.96
17	2.83	31.86	305.01
18	2.89	32.07	305.22
19	2.94	32.08	305.23
20	3	31.83	304.98
21	3.04	32.12	305.27
22	3.09	32.25	305.40
23	3.14	31.79	304.94
24	3.18	32.10	305.25
25	3.22	32.33	305.48
26	3.26	31.78	304.93
27	3.3	32.05	305.20
28	3.33	32.34	305.49
29	3.37	31.80	304.95
30	3.4	31.98	305.13
31	3.43	32.28	305.43
32	3.47	31.89	305.04
33	3.5	31.97	305.12
34	3.53	32.24	305.39
35	3.56	32.03	305.18
36	3.58	31.99	305.14
37	3.61	32.46	305.61
38	3.64	32.21	305.36
39	3.66	32.07	305.22
40	3.69	32.68	305.83
41	3.71	32.47	305.62
42	3.74	32.24	305.39
43	3.76	32.80	305.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44	3.78	32.71	305.86
45	3.81	32.51	305.66
46	3.83	32.80	305.95
47	3.85	32.88	306.03
48	3.87	32.79	305.94
49	3.89	32.63	305.78
50	3.91	32.87	306.02
51	3.93	32.94	306.09
52	3.95	32.49	305.64
53	3.97	32.78	305.93
54	3.99	32.30	305.45
55	4.01	32.41	305.56
56	4.03	32.66	305.81
57	4.04	32.42	305.57
58	4.06	32.38	305.53
59	4.08	32.54	305.69
60	4.09	32.58	305.73
61	4.11	32.42	305.57
62	4.13	32.45	305.60
63	4.14	32.82	305.97
64	4.16	32.57	305.72
65	4.17	32.44	305.59
66	4.19	33.06	306.21
67	4.2	32.86	306.01
68	4.22	32.65	305.80
69	4.23	33.18	306.33
70	4.25	33.11	306.26
71	4.26	32.93	306.08
72	4.28	33.08	306.23
73	4.29	33.19	306.34
74	4.3	33.16	306.31
75	4.32	32.86	306.01
76	4.33	33.10	306.25
77	4.34	32.56	305.71
78	4.36	32.69	305.84
79	4.37	32.90	306.05
80	4.38	32.67	305.82
81	4.39	32.61	305.76
82	4.41	32.70	305.85
83	4.42	32.95	306.10
84	4.43	32.74	305.89
85	4.44	32.64	305.79
86	4.45	33.25	306.40
87	4.47	33.03	306.18
88	4.48	32.83	305.98
89	4.49	33.34	306.49
90	4.5	33.29	306.44
91	4.51	33.10	306.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

92	4.52	33.24	306.39
93	4.53	33.37	306.52
94	4.54	33.34	306.49
95	4.55	33.01	306.16
96	4.56	33.25	306.40
97	4.57	33.39	306.54
98	4.58	32.79	305.94
99	4.6	33.01	306.16
100	4.61	32.86	306.01
101	4.62	32.76	305.91
102	4.62	32.80	305.95
103	4.63	33.15	306.30
104	4.64	32.94	306.09
105	4.65	32.79	305.94
106	4.66	33.42	306.57
107	4.67	33.20	306.35
108	4.68	32.98	306.13
109	4.69	33.49	306.64
110	4.7	33.40	306.55
111	4.71	33.20	306.35
112	4.72	33.44	306.59
113	4.73	33.50	306.65
114	4.74	33.40	306.55
115	4.74	33.27	306.42
116	4.75	33.48	306.63
117	4.76	33.50	306.65
118	4.77	33.09	306.24
119	4.78	33.35	306.50
120	4.79	33.51	306.66
121	4.8	32.92	306.07
122	4.8	33.14	306.29
123	4.81	32.99	306.14
124	4.82	32.88	306.03
125	4.83	32.98	306.13
126	4.84	33.20	306.35
127	4.84	32.98	306.13
128	4.85	32.92	306.07
129	4.86	33.42	306.57
130	4.87	33.14	306.29
131	4.88	32.94	306.09
132	4.88	33.54	306.69
133	4.89	33.29	306.44
134	4.9	33.06	306.21
135	4.91	33.61	306.76
136	4.91	33.46	306.61
137	4.92	33.21	306.36
138	4.93	33.63	306.78
139	4.93	33.60	306.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

140	4.94	33.40	306.55
141	4.95	33.53	306.68
142	4.96	33.64	306.79
143	4.96	33.59	306.74
144	4.97	33.34	306.49
145	4.98	33.57	306.72
146	4.98	32.98	306.13
147	4.99	33.15	306.30
148	5	33.40	306.55
149	5	33.01	306.16
150	5.01	33.03	306.18
151	5.02	33.20	306.35
152	5.02	33.17	306.32
153	5.03	33.02	306.17
154	5.04	33.07	306.22
155	5.04	33.39	306.54
156	5.05	33.16	306.31
157	5.06	33.04	306.19
158	5.06	33.57	306.72
159	5.07	33.31	306.46
160	5.08	33.09	306.24
161	5.08	33.66	306.81
162	5.09	33.43	306.58
163	5.09	33.17	306.32
164	5.1	33.72	306.87
165	5.11	33.54	306.69
166	5.11	33.26	306.41
167	5.12	33.74	306.89
168	5.12	33.61	306.76
169	5.13	33.58	306.73
170	5.14	33.75	306.90
171	5.14	33.66	306.81
172	5.15	33.53	306.68
173	5.15	33.75	306.90
174	5.16	33.72	306.87
175	5.16	33.49	306.64
176	5.17	33.75	306.90
177	5.18	33.73	306.88
178	5.18	33.46	306.61
179	5.19	33.74	306.89
180	5.19	33.75	306.90
181	5.2	33.43	306.58
182	5.2	33.71	306.86
183	5.21	33.80	306.95
184	5.21	33.38	306.53
185	5.22	33.69	306.84
186	5.23	33.80	306.95
187	5.23	33.36	306.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

188	5.24	33.67	306.82
189	5.24	33.81	306.96
190	5.25	33.34	306.49
191	5.25	33.67	306.82
192	5.26	33.15	306.30
193	5.26	33.37	306.52
194	5.27	33.68	306.83
195	5.27	33.16	306.31
196	5.28	33.37	306.52
197	5.28	33.68	306.83
198	5.29	33.16	306.31
199	5.29	33.36	306.51
200	5.3	33.64	306.79
201	5.3	33.19	306.34
202	5.31	33.31	306.46
203	5.31	33.60	306.75
204	5.32	33.21	306.36
205	5.32	33.27	306.42
206	5.33	33.53	306.68
207	5.33	33.25	306.40
208	5.34	33.25	306.40
209	5.34	33.49	306.64
210	5.35	33.27	306.42
211	5.35	33.24	306.39
212	5.36	33.46	306.61
213	5.36	33.30	306.45
214	5.37	33.24	306.39
215	5.37	33.59	306.74
216	5.38	33.32	306.47
217	5.38	33.25	306.40
218	5.38	33.62	306.77
219	5.39	33.34	306.49
220	5.39	33.26	306.41
221	5.4	33.68	306.83
222	5.4	33.38	306.53
223	5.41	33.25	306.40
224	5.41	33.75	306.90
225	5.42	33.45	306.60
226	5.42	33.27	306.42
227	5.42	33.83	306.98
228	5.43	33.54	306.69
229	5.43	33.32	306.47
230	5.44	33.90	307.05
231	5.44	33.67	306.82
232	5.45	33.42	306.57
233	5.45	33.95	307.10
234	5.46	33.80	306.95
235	5.46	33.75	306.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

236	5.46	33.94	307.09
237	5.47	33.91	307.06
238	5.47	33.60	306.75
239	5.48	33.85	307.00
240	5.48	33.96	307.11
241	5.48	33.41	306.56
242	5.49	33.67	306.82
243	5.49	33.89	307.04
244	5.5	33.32	306.47
245	5.5	33.50	306.65
246	5.51	33.74	306.89
247	5.51	33.31	306.46
248	5.51	33.36	306.51
249	5.52	33.58	306.73
250	5.52	33.40	306.55
251	5.53	33.32	306.47
252	5.53	33.43	306.58
253	5.53	33.56	306.71
254	5.54	33.35	306.50
255	5.54	33.36	306.51
256	5.55	33.70	306.85
257	5.55	33.43	306.58
258	5.55	34.00	307.15
259	5.56	33.81	306.96
260	5.56	33.56	306.71
261	5.56	34.01	307.16
262	5.57	33.95	307.10
263	5.57	33.73	306.88
264	5.58	33.94	307.09
265	5.58	34.02	307.17
266	5.58	33.90	307.05
267	5.59	33.79	306.94
268	5.59	34.01	307.16
269	5.59	34.02	307.17
270	5.6	33.62	306.77
271	5.6	33.88	307.03
272	5.61	34.01	307.16
273	5.61	33.47	306.62
274	5.61	33.71	306.86
275	5.62	33.93	307.08
276	5.62	33.37	306.52
277	5.62	33.51	306.66
278	5.63	33.75	306.90
279	5.63	33.40	306.55
280	5.63	33.38	306.53
281	5.64	33.82	306.97
282	5.64	33.59	306.74
283	5.65	33.42	306.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

284	5.65	34.01	307.16
285	5.65	33.80	306.95
286	5.66	33.57	306.72
287	5.66	34.06	307.21
288	5.66	33.97	307.12
289	5.67	33.74	306.89
290	5.67	34.01	307.16
291	5.67	34.05	307.20
292	5.68	33.90	307.05
293	5.68	33.91	307.06
294	5.68	34.06	307.21
295	5.69	34.02	307.17
296	5.69	33.77	306.92
297	5.69	34.02	307.17
298	5.7	34.07	307.22
299	5.7	33.65	306.80
300	5.7	33.92	307.07
301	5.71	34.07	307.22
302	5.71	33.54	306.69
303	5.71	33.79	306.94
304	5.72	33.45	306.60
305	5.72	33.46	306.61
306	5.72	33.66	306.81
307	5.73	33.53	306.68
308	5.73	33.43	306.58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30%

ตารางที่ ก7 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเม็ดยาวกลึงงอก ครั้งที่ 2

ลำดับที่	Ln (t)	Temperature (°C)	Temperature (K)
1	0	30.07	303.22
2	0.69	30.14	303.29
3	1.1	30.47	303.62
4	1.39	30.02	303.17
5	1.61	30.39	303.54
6	1.79	30.75	303.90
7	1.95	30.29	303.44
8	2.08	30.56	303.71
9	2.2	30.91	304.06
10	2.3	30.59	303.74
11	2.4	30.71	303.86
12	2.48	31.00	304.15
13	2.56	30.95	304.10
14	2.64	30.90	304.05
15	2.71	31.06	304.21
16	2.77	31.32	304.47
17	2.83	31.18	304.33
18	2.89	31.15	304.30
19	2.94	31.73	304.88
20	3	31.54	304.69
21	3.04	31.38	304.53
22	3.09	32.02	305.17
23	3.14	31.89	305.04
24	3.18	31.95	305.10
25	3.22	32.14	305.29
26	3.26	32.19	305.34
27	3.3	31.80	304.95
28	3.33	32.08	305.23
29	3.37	32.30	305.45
30	3.4	31.72	304.87
31	3.43	31.93	305.08
32	3.47	32.21	305.36
33	3.5	31.79	304.94
34	3.53	31.86	305.01
35	3.56	32.08	305.23
36	3.58	32.01	305.16
37	3.61	31.91	305.06
38	3.64	31.99	305.14
39	3.66	32.29	305.44
40	3.69	32.09	305.24
41	3.71	32.01	305.16
42	3.74	32.58	305.73
43	3.76	32.34	305.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับกรณีใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปขึ้นประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44	3.78	32.15	305.30
45	3.81	32.79	305.94
46	3.83	32.60	305.75
47	3.85	32.69	305.84
48	3.87	32.85	306.00
49	3.89	32.83	305.98
50	3.91	32.52	305.67
51	3.93	32.80	305.95
52	3.95	32.94	306.09
53	3.97	32.39	305.54
54	3.99	32.69	305.84
55	4.01	32.93	306.08
56	4.03	32.33	305.48
57	4.04	32.55	305.70
58	4.06	32.83	305.98
59	4.08	32.35	305.50
60	4.09	32.46	305.61
61	4.11	32.70	305.85
62	4.13	32.49	305.64
63	4.14	32.44	305.59
64	4.16	32.60	305.75
65	4.17	32.64	305.79
66	4.19	32.47	305.62
67	4.2	32.56	305.71
68	4.22	32.78	305.93
69	4.23	32.56	305.71
70	4.25	33.15	306.30
71	4.26	32.89	306.04
72	4.28	32.64	305.79
73	4.29	33.22	306.37
74	4.3	33.01	306.16
75	4.32	32.73	305.88
76	4.33	33.30	306.45
77	4.34	33.10	306.25
78	4.36	32.80	305.95
79	4.37	33.31	306.46
80	4.38	33.15	306.30
81	4.39	32.85	306.00
82	4.41	33.34	306.49
83	4.42	33.18	306.33
84	4.43	32.87	306.02
85	4.44	33.37	306.52
86	4.45	33.19	306.34
87	4.47	32.87	306.02
88	4.48	33.40	306.55
89	4.49	33.21	306.36
90	4.5	32.89	306.04
91	4.51	33.42	306.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

92	4.52	33.19	306.34
93	4.53	33.38	306.53
94	4.54	33.43	306.58
95	4.55	33.18	306.33
96	4.56	33.43	306.58
97	4.57	33.43	306.58
98	4.58	33.15	306.30
99	4.6	33.48	306.63
100	4.61	33.43	306.58
101	4.62	33.14	306.29
102	4.62	33.50	306.65
103	4.63	33.44	306.59
104	4.64	33.15	306.30
105	4.65	33.51	306.66
106	4.66	33.44	306.59
107	4.67	33.15	306.30
108	4.68	33.55	306.70
109	4.69	33.45	306.60
110	4.7	33.14	306.29
111	4.71	33.58	306.73
112	4.72	33.45	306.60
113	4.73	33.14	306.29
114	4.74	33.60	306.75
115	4.74	33.45	306.60
116	4.75	33.45	306.60
117	4.76	33.60	306.75
118	4.77	33.43	306.58
119	4.78	33.54	306.69
120	4.79	33.61	306.76
121	4.8	33.38	306.53
122	4.8	33.59	306.74
123	4.81	33.60	306.75
124	4.82	33.34	306.49
125	4.83	33.62	306.77
126	4.84	33.60	306.75
127	4.84	33.35	306.50
128	4.85	33.64	306.79
129	4.86	33.63	306.78
130	4.87	33.37	306.52
131	4.88	33.65	306.80
132	4.88	33.65	306.80
133	4.89	33.39	306.54
134	4.9	33.66	306.81
135	4.91	33.66	306.81
136	4.91	33.43	306.58
137	4.92	33.66	306.81
138	4.93	33.69	306.84
139	4.93	33.34	306.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

140	4.94	33.65	306.80
141	4.95	33.72	306.87
142	4.96	33.29	306.44
143	4.96	33.61	306.76
144	4.97	33.74	306.89
145	4.98	33.25	306.40
146	4.98	33.56	306.71
147	4.99	33.75	306.90
148	5	33.21	306.36
149	5	33.52	306.67
150	5.01	33.75	306.90
151	5.02	33.19	306.34
152	5.02	33.49	306.64
153	5.03	33.73	306.88
154	5.04	33.16	306.31
155	5.04	33.44	306.59
156	5.05	33.73	306.88
157	5.06	33.15	306.30
158	5.06	33.43	306.58
159	5.07	33.74	306.89
160	5.08	33.16	306.31
161	5.08	33.43	306.58
162	5.09	33.18	306.33
163	5.09	33.19	306.34
164	5.1	33.45	306.60
165	5.11	33.18	306.33
166	5.11	33.20	306.35
167	5.12	33.46	306.61
168	5.12	33.20	306.35
169	5.13	33.21	306.36
170	5.14	33.46	306.61
171	5.14	33.23	306.38
172	5.15	33.21	306.36
173	5.15	33.45	306.60
174	5.16	33.25	306.40
175	5.16	33.22	306.37
176	5.17	33.44	306.59
177	5.18	33.27	306.42
178	5.18	33.23	306.38
179	5.19	33.43	306.58
180	5.19	33.29	306.44
181	5.2	33.24	306.39
182	5.2	33.44	306.59
183	5.21	33.31	306.46
184	5.21	33.24	306.39
185	5.22	33.63	306.78
186	5.23	33.34	306.49
187	5.23	33.25	306.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

188	5.24	33.68	306.83
189	5.24	33.37	306.52
190	5.25	33.25	306.40
191	5.25	33.73	306.88
192	5.26	33.42	306.57
193	5.26	33.26	306.41
194	5.27	33.77	306.92
195	5.27	33.46	306.61
196	5.28	33.26	306.41
197	5.28	33.79	306.94
198	5.29	33.48	306.63
199	5.29	33.28	306.43
200	5.3	33.82	306.97
201	5.3	33.50	306.65
202	5.31	33.30	306.45
203	5.31	33.84	306.99
204	5.32	33.52	306.67
205	5.32	33.31	306.46
206	5.33	33.87	307.02
207	5.33	33.57	306.72
208	5.34	33.98	307.13
209	5.34	33.89	307.04
210	5.35	33.61	306.76
211	5.35	33.98	307.13
212	5.36	33.92	307.07
213	5.36	33.66	306.81
214	5.37	33.97	307.12
215	5.37	33.96	307.11
216	5.38	33.74	306.89
217	5.38	33.93	307.08
218	5.38	34.00	307.15
219	5.39	33.83	306.98
220	5.39	33.85	307.00
221	5.4	34.01	307.16
222	5.4	33.92	307.07
223	5.41	33.77	306.92
224	5.41	33.99	307.14
225	5.42	33.96	307.11
226	5.42	33.68	306.83
227	5.42	33.95	307.10
228	5.43	34.01	307.16
229	5.43	33.61	306.76
230	5.44	33.91	307.06
231	5.44	33.35	306.50
232	5.45	33.56	306.71
233	5.45	33.87	307.02
234	5.46	33.36	306.51
235	5.46	33.53	306.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

236	5.46	33.81	306.96
237	5.47	33.35	306.50
238	5.47	33.50	306.65
239	5.48	33.80	306.95
240	5.48	33.36	306.51
241	5.48	33.49	306.64
242	5.49	33.80	306.95
243	5.49	33.38	306.53
244	5.5	33.50	306.65
245	5.5	33.80	306.95
246	5.51	33.38	306.53
247	5.51	33.50	306.65
248	5.51	33.79	306.94
249	5.52	33.40	306.55
250	5.52	33.48	306.63
251	5.53	33.73	306.88
252	5.53	33.44	306.59
253	5.53	33.44	306.59
254	5.54	33.74	306.89
255	5.54	33.48	306.63
256	5.55	33.43	306.58
257	5.55	33.79	306.94
258	5.55	33.50	306.65
259	5.56	33.43	306.58
260	5.56	33.81	306.96
261	5.56	33.51	306.66
262	5.57	33.43	306.58
263	5.57	33.83	306.98
264	5.58	33.53	306.68
265	5.58	33.43	306.58
266	5.58	33.85	307.00
267	5.59	33.54	306.69
268	5.59	33.43	306.58
269	5.59	33.87	307.02
270	5.6	33.57	306.72
271	5.6	33.43	306.58
272	5.61	33.90	307.05
273	5.61	33.59	306.74
274	5.61	33.44	306.59
275	5.62	33.95	307.10
276	5.62	33.65	306.80
277	5.62	34.13	307.28
278	5.63	33.98	307.13
279	5.63	33.71	306.86
280	5.63	34.13	307.28
281	5.64	34.03	307.18
282	5.64	33.75	306.90
283	5.65	34.12	307.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

284	5.65	34.08	307.23
285	5.65	33.83	306.98
286	5.66	34.10	307.25
287	5.66	34.13	307.28
288	5.66	33.92	307.07
289	5.67	34.03	307.18
290	5.67	34.14	307.29
291	5.67	34.04	307.19
292	5.68	33.91	307.06
293	5.68	34.12	307.27
294	5.68	34.13	307.28
295	5.69	33.74	306.89
296	5.69	34.02	307.17
297	5.69	33.47	306.62
298	5.7	33.63	306.78
299	5.7	33.89	307.04
300	5.7	33.50	306.65
301	5.71	33.54	306.69
302	5.71	33.74	306.89
303	5.71	33.57	306.72
304	5.72	33.49	306.64
305	5.72	33.63	306.78
306	5.72	33.69	306.84
307	5.73	33.50	306.65
308	5.73	33.55	306.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30%

ตารางที่ ๑๘ ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่ 3

ลำดับที่	Ln (t)	Temperature (°C)	Temperature (K)
1	0	28.41	301.56
2	0.69	28.26	301.41
3	1.1	28.44	301.59
4	1.39	28.81	301.96
5	1.61	28.73	301.88
6	1.79	28.81	301.96
7	1.95	29.13	302.28
8	2.08	29.13	302.28
9	2.2	29.13	302.28
10	2.3	29.40	302.55
11	2.4	29.48	302.63
12	2.48	29.42	302.57
13	2.56	29.62	302.77
14	2.64	29.82	302.97
15	2.71	29.68	302.83
16	2.77	29.79	302.94
17	2.83	30.12	303.27
18	2.89	29.93	303.08
19	2.94	29.93	303.08
20	3	30.42	303.57
21	3.04	30.19	303.34
22	3.09	30.08	303.23
23	3.14	30.69	303.84
24	3.18	30.45	303.60
25	3.22	30.93	304.08
26	3.26	30.91	304.06
27	3.3	30.75	303.90
28	3.33	30.98	304.13
29	3.37	31.10	304.25
30	3.4	31.01	304.16
31	3.43	30.95	304.10
32	3.47	31.20	304.35
33	3.5	31.21	304.36
34	3.53	30.92	304.07
35	3.56	31.24	304.39
36	3.58	31.34	304.49
37	3.61	30.90	304.05
38	3.64	31.22	304.37
39	3.66	31.42	304.57
40	3.69	30.89	304.04
41	3.71	31.19	304.34
42	3.74	31.46	304.61
43	3.76	30.91	304.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การในงานเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ผู้อื่นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44	3.78	31.20	304.35
45	3.81	31.52	304.67
46	3.83	30.95	304.10
47	3.85	31.21	304.36
48	3.87	31.07	304.22
49	3.89	31.02	304.17
50	3.91	31.21	304.36
51	3.93	31.18	304.33
52	3.95	31.07	304.22
53	3.97	31.22	304.37
54	3.99	31.30	304.45
55	4.01	31.13	304.28
56	4.03	31.23	304.38
57	4.04	31.39	304.54
58	4.06	31.19	304.34
59	4.08	31.25	304.40
60	4.09	31.46	304.61
61	4.11	31.24	304.39
62	4.13	31.32	304.47
63	4.14	31.54	304.69
64	4.16	31.31	304.46
65	4.17	31.34	304.49
66	4.19	31.59	304.74
67	4.2	31.37	304.52
68	4.22	31.39	304.54
69	4.23	31.66	304.81
70	4.25	31.42	304.57
71	4.26	32.01	305.16
72	4.28	31.74	304.89
73	4.29	31.48	304.63
74	4.3	32.08	305.23
75	4.32	31.84	304.99
76	4.33	31.57	304.72
77	4.34	32.14	305.29
78	4.36	31.93	305.08
79	4.37	31.65	304.80
80	4.38	32.19	305.34
81	4.39	32.01	305.16
82	4.41	31.73	304.88
83	4.42	32.21	305.36
84	4.43	32.07	305.22
85	4.44	31.79	304.94
86	4.45	32.24	305.39
87	4.47	32.14	305.29
88	4.48	31.84	304.99
89	4.49	32.29	305.44
90	4.5	32.19	305.34
91	4.51	31.92	305.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

92	4.52	32.30	305.45
93	4.53	32.24	305.39
94	4.54	32.07	305.22
95	4.55	32.31	305.46
96	4.56	32.28	305.43
97	4.57	32.09	305.24
98	4.58	32.34	305.49
99	4.6	32.30	305.45
100	4.61	32.12	305.27
101	4.62	32.38	305.53
102	4.62	32.32	305.47
103	4.63	32.16	305.31
104	4.64	32.39	305.54
105	4.65	32.33	305.48
106	4.66	32.21	305.36
107	4.67	32.43	305.58
108	4.68	32.33	305.48
109	4.69	32.26	305.41
110	4.7	32.46	305.61
111	4.71	32.33	305.48
112	4.72	32.32	305.47
113	4.73	32.47	305.62
114	4.74	32.32	305.47
115	4.74	32.38	305.53
116	4.75	32.52	305.67
117	4.76	32.08	305.23
118	4.77	32.43	305.58
119	4.78	32.52	305.67
120	4.79	32.15	305.30
121	4.8	32.48	305.63
122	4.8	32.51	305.66
123	4.81	32.20	305.35
124	4.82	32.51	305.66
125	4.83	32.52	305.67
126	4.84	32.24	305.39
127	4.84	32.54	305.69
128	4.85	32.54	305.69
129	4.86	32.26	305.41
130	4.87	32.56	305.71
131	4.88	32.55	305.70
132	4.88	32.31	305.46
133	4.89	32.58	305.73
134	4.9	32.55	305.70
135	4.91	32.37	305.52
136	4.91	32.62	305.77
137	4.92	32.52	305.67
138	4.93	32.47	305.62
139	4.93	32.64	305.79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

140	4.94	32.21	305.36
141	4.95	32.58	305.73
142	4.96	32.64	305.79
143	4.96	32.32	305.47
144	4.97	32.64	305.79
145	4.98	32.61	305.76
146	4.98	32.43	305.58
147	4.99	32.67	305.82
148	5	32.58	305.73
149	5	32.50	305.65
150	5.01	32.70	305.85
151	5.02	32.57	305.72
152	5.02	32.54	305.69
153	5.03	32.70	305.85
154	5.04	32.53	305.68
155	5.04	32.61	305.76
156	5.05	32.72	305.87
157	5.06	32.52	305.67
158	5.06	32.67	305.82
159	5.07	32.73	305.88
160	5.08	32.47	305.62
161	5.08	32.71	305.86
162	5.09	32.71	305.86
163	5.09	32.46	305.61
164	5.1	32.75	305.90
165	5.11	32.69	305.84
166	5.11	32.52	305.67
167	5.12	32.77	305.92
168	5.12	32.68	305.83
169	5.13	32.55	305.70
170	5.14	32.78	305.93
171	5.14	32.69	305.84
172	5.15	32.58	305.73
173	5.15	32.78	305.93
174	5.16	32.70	305.85
175	5.16	32.59	305.74
176	5.17	32.80	305.95
177	5.18	32.71	305.86
178	5.18	32.62	305.77
179	5.19	32.82	305.97
180	5.19	32.73	305.88
181	5.2	32.65	305.80
182	5.2	32.83	305.98
183	5.21	32.71	305.86
184	5.21	32.70	305.85
185	5.22	32.85	306.00
186	5.23	32.43	305.58
187	5.23	32.78	305.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

188	5.24	32.84	305.99
189	5.24	32.53	305.68
190	5.25	32.84	305.99
191	5.25	32.81	305.96
192	5.26	32.61	305.76
193	5.26	32.87	306.02
194	5.27	32.79	305.94
195	5.27	32.68	305.83
196	5.28	32.89	306.04
197	5.28	32.78	305.93
198	5.29	32.70	305.85
199	5.29	32.88	306.03
200	5.3	32.78	305.93
201	5.3	32.75	305.90
202	5.31	32.92	306.07
203	5.31	32.74	305.89
204	5.32	32.79	305.94
205	5.32	32.92	306.07
206	5.33	32.71	305.86
207	5.33	32.84	305.99
208	5.34	32.90	306.05
209	5.34	32.56	305.71
210	5.35	32.88	306.03
211	5.35	32.91	306.06
212	5.36	32.60	305.75
213	5.36	32.90	306.05
214	5.37	32.91	306.06
215	5.37	32.61	305.76
216	5.38	32.91	306.06
217	5.38	32.92	306.07
218	5.38	32.64	305.79
219	5.39	32.92	306.07
220	5.39	32.92	306.07
221	5.4	32.65	305.80
222	5.4	32.93	306.08
223	5.41	32.93	306.08
224	5.41	32.65	305.80
225	5.42	32.93	306.08
226	5.42	32.94	306.09
227	5.42	32.64	305.79
228	5.43	32.93	306.08
229	5.43	32.33	305.48
230	5.44	32.63	305.78
231	5.44	32.92	306.07
232	5.45	32.32	305.47
233	5.45	32.56	305.71
234	5.46	32.88	306.03
235	5.46	32.31	305.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

236	5.46	32.53	305.68
237	5.47	32.87	306.02
238	5.47	32.32	305.47
239	5.48	32.56	305.71
240	5.48	32.88	306.03
241	5.48	32.33	305.48
242	5.49	32.58	305.73
243	5.49	32.92	306.07
244	5.5	32.35	305.50
245	5.5	32.61	305.76
246	5.51	32.93	306.08
247	5.51	32.37	305.52
248	5.51	32.64	305.79
249	5.52	32.95	306.10
250	5.52	32.36	305.51
251	5.53	32.64	305.79
252	5.53	32.41	305.56
253	5.53	32.38	305.53
254	5.54	32.58	305.73
255	5.54	32.44	305.59
256	5.55	32.37	305.52
257	5.55	32.55	305.70
258	5.55	32.48	305.63
259	5.56	32.36	305.51
260	5.56	32.52	305.67
261	5.56	32.53	305.68
262	5.57	32.36	305.51
263	5.57	32.47	305.62
264	5.58	32.57	305.72
265	5.58	32.38	305.53
266	5.58	32.45	305.60
267	5.59	32.66	305.81
268	5.59	32.43	305.58
269	5.59	32.43	305.58
270	5.6	32.73	305.88
271	5.6	32.46	305.61
272	5.61	32.41	305.56
273	5.61	32.83	305.98
274	5.61	32.52	305.67
275	5.62	33.11	306.26
276	5.62	32.92	306.07
277	5.62	32.63	305.78
278	5.63	33.11	306.26
279	5.63	33.02	306.17
280	5.63	32.75	305.90
281	5.64	33.10	306.25
282	5.64	33.09	306.24
283	5.65	32.86	306.01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

284	5.65	33.04	306.19
285	5.65	33.12	306.27
286	5.66	32.97	306.12
287	5.66	32.96	306.11
288	5.66	33.12	306.27
289	5.67	33.04	306.19
290	5.67	32.89	306.04
291	5.67	33.11	306.26
292	5.68	33.11	306.26
293	5.68	32.76	305.91
294	5.68	33.05	306.20
295	5.69	33.12	306.27
296	5.69	32.64	305.79
297	5.69	32.92	306.07
298	5.7	32.46	305.61
299	5.7	32.54	305.69
300	5.7	32.78	305.93
301	5.71	32.53	305.68
302	5.71	32.47	305.62
303	5.71	32.62	305.77
304	5.72	32.67	305.82
305	5.72	32.49	305.64
306	5.72	32.51	305.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30%

ตารางที่ ก9 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่4

ลำดับที่	Ln (t)	Temperature (°C)	Temperature (K)
1	0	28.25	301.40
2	0.69	28.72	301.87
3	1.1	28.86	302.01
4	1.39	28.81	301.96
5	1.61	28.99	302.14
6	1.79	29.24	302.39
7	1.95	29.27	302.42
8	2.08	29.18	302.33
9	2.2	29.51	302.66
10	2.3	29.61	302.76
11	2.4	29.31	302.46
12	2.48	29.68	302.83
13	2.56	29.86	303.01
14	2.64	29.41	302.56
15	2.71	29.77	302.92
16	2.77	29.35	302.50
17	2.83	29.53	302.68
18	2.89	29.83	302.98
19	2.94	29.58	302.73
20	3	29.62	302.77
21	3.04	29.85	303.00
22	3.09	29.83	302.98
23	3.14	29.73	302.88
24	3.18	29.86	303.01
25	3.22	30.10	303.25
26	3.26	29.92	303.07
27	3.3	29.89	303.04
28	3.33	30.41	303.56
29	3.37	30.18	303.33
30	3.4	30.03	303.18
31	3.43	30.65	303.80
32	3.47	30.45	303.60
33	3.5	30.21	303.36
34	3.53	30.79	303.94
35	3.56	30.68	303.83
36	3.58	30.46	303.61
37	3.61	30.84	303.99
38	3.64	30.86	304.01
39	3.66	30.51	303.66
40	3.69	30.81	303.96
41	3.71	30.95	304.10
42	3.74	30.43	303.58
43	3.76	30.71	303.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษายเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44	3.78	30.96	304.11
45	3.81	30.38	303.53
46	3.83	30.60	303.75
47	3.85	30.90	304.05
48	3.87	30.41	303.56
49	3.89	30.56	303.71
50	3.91	30.82	303.97
51	3.93	30.50	303.65
52	3.95	30.52	303.67
53	3.97	30.74	303.89
54	3.99	30.63	303.78
55	4.01	30.54	303.69
56	4.03	30.69	303.84
57	4.04	30.76	303.91
58	4.06	30.58	303.73
59	4.08	30.66	303.81
60	4.09	30.90	304.05
61	4.11	30.68	303.83
62	4.13	31.26	304.41
63	4.14	31.00	304.15
64	4.16	30.75	303.90
65	4.17	31.34	304.49
66	4.19	31.09	304.24
67	4.2	30.83	303.98
68	4.22	31.39	304.54
69	4.23	31.19	304.34
70	4.25	30.91	304.06
71	4.26	31.45	304.60
72	4.28	31.28	304.43
73	4.29	31.02	304.17
74	4.3	31.46	304.61
75	4.32	31.36	304.51
76	4.33	31.10	304.25
77	4.34	31.49	304.64
78	4.36	31.44	304.59
79	4.37	31.20	304.35
80	4.38	31.50	304.65
81	4.39	31.50	304.65
82	4.41	31.28	304.43
83	4.42	31.51	304.66
84	4.43	31.55	304.70
85	4.44	31.19	304.34
86	4.45	31.50	304.65
87	4.47	31.59	304.74
88	4.48	31.16	304.31
89	4.49	31.46	304.61
90	4.5	31.62	304.77
91	4.51	31.10	304.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

92	4.52	31.42	304.57
93	4.53	31.63	304.78
94	4.54	31.09	304.24
95	4.55	31.39	304.54
96	4.56	31.64	304.79
97	4.57	31.06	304.21
98	4.58	31.35	304.50
99	4.6	31.61	304.76
100	4.61	31.04	304.19
101	4.62	31.26	304.41
102	4.62	31.54	304.69
103	4.63	31.05	304.20
104	4.64	31.14	304.29
105	4.65	31.38	304.53
106	4.66	31.14	304.29
107	4.67	31.10	304.25
108	4.68	31.56	304.71
109	4.69	31.28	304.43
110	4.7	31.13	304.28
111	4.71	31.72	304.87
112	4.72	31.46	304.61
113	4.73	31.22	304.37
114	4.74	31.80	304.95
115	4.74	31.61	304.76
116	4.75	31.36	304.51
117	4.76	31.82	304.97
118	4.77	31.75	304.90
119	4.78	31.51	304.66
120	4.79	31.81	304.96
121	4.8	31.84	304.99
122	4.8	31.69	304.84
123	4.81	31.65	304.80
124	4.82	31.83	304.98
125	4.83	31.85	305.00
126	4.84	31.44	304.59
127	4.84	31.69	304.84
128	4.85	31.87	305.02
129	4.86	31.25	304.40
130	4.87	31.43	304.58
131	4.88	31.38	304.53
132	4.88	31.25	304.40
133	4.89	31.27	304.42
134	4.9	31.67	304.82
135	4.91	31.45	304.60
136	4.91	31.30	304.45
137	4.92	31.93	305.08
138	4.93	31.77	304.92
139	4.93	31.56	304.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

140	4.94	31.93	305.08
141	4.95	31.95	305.10
142	4.96	31.86	305.01
143	4.96	31.69	304.84
144	4.97	31.91	305.06
145	4.98	31.98	305.13
146	4.98	31.45	304.60
147	4.99	31.69	304.84
148	5	31.90	305.05
149	5	31.32	304.47
150	5.01	31.45	304.60
151	5.02	31.60	304.75
152	5.02	31.42	304.57
153	5.03	31.36	304.51
154	5.04	31.90	305.05
155	5.04	31.67	304.82
156	5.05	31.47	304.62
157	5.06	32.06	305.21
158	5.06	31.94	305.09
159	5.07	31.72	304.87
160	5.08	31.99	305.14
161	5.08	32.07	305.22
162	5.09	31.98	305.13
163	5.09	31.75	304.90
164	5.1	31.98	305.13
165	5.11	32.06	305.21
166	5.11	31.51	304.66
167	5.12	31.73	304.88
168	5.12	31.95	305.10
169	5.13	31.42	304.57
170	5.14	31.52	304.67
171	5.14	31.72	304.87
172	5.15	31.54	304.69
173	5.15	31.44	304.59
174	5.16	32.02	305.17
175	5.16	31.79	304.94
176	5.17	31.59	304.74
177	5.18	32.15	305.30
178	5.18	32.03	305.18
179	5.19	31.83	304.98
180	5.19	32.06	305.21
181	5.2	32.14	305.29
182	5.2	32.05	305.20
183	5.21	31.87	305.02
184	5.21	32.11	305.26
185	5.22	32.14	305.29
186	5.23	31.73	304.88
187	5.23	32.01	305.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

188	5.24	32.17	305.32
189	5.24	31.60	304.75
190	5.25	31.87	305.02
191	5.25	32.12	305.27
192	5.26	31.53	304.68
193	5.26	31.72	304.87
194	5.27	32.00	305.15
195	5.27	31.51	304.66
196	5.28	31.63	304.78
197	5.28	31.78	304.93
198	5.29	31.56	304.71
199	5.29	31.57	304.72
200	5.3	31.89	305.04
201	5.3	31.63	304.78
202	5.31	31.57	304.72
203	5.31	32.00	305.15
204	5.32	31.70	304.85
205	5.32	31.56	304.71
206	5.33	32.08	305.23
207	5.33	31.80	304.95
208	5.34	31.60	304.75
209	5.34	32.17	305.32
210	5.35	31.91	305.06
211	5.35	31.66	304.81
212	5.36	32.24	305.39
213	5.36	32.00	305.15
214	5.37	31.71	304.86
215	5.37	32.27	305.42
216	5.38	32.05	305.20
217	5.38	31.76	304.91
218	5.38	32.29	305.44
219	5.39	32.09	305.24
220	5.39	32.18	305.33
221	5.4	32.29	305.44
222	5.4	32.14	305.29
223	5.41	32.16	305.31
224	5.41	32.30	305.45
225	5.42	32.15	305.30
226	5.42	32.17	305.32
227	5.42	32.32	305.47
228	5.43	32.16	305.31
229	5.43	32.16	305.31
230	5.44	32.32	305.47
231	5.44	32.20	305.35
232	5.45	32.12	305.27
233	5.45	32.33	305.48
234	5.46	32.24	305.39
235	5.46	32.07	305.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

236	5.46	32.32	305.47
237	5.47	32.29	305.44
238	5.47	32.00	305.15
239	5.48	32.28	305.43
240	5.48	32.33	305.48
241	5.48	31.92	305.07
242	5.49	32.23	305.38
243	5.49	31.67	304.82
244	5.5	31.86	305.01
245	5.5	32.14	305.29
246	5.51	31.68	304.83
247	5.51	31.80	304.95
248	5.51	32.09	305.24
249	5.52	31.68	304.83
250	5.52	31.78	304.93
251	5.53	32.07	305.22
252	5.53	31.70	304.85
253	5.53	31.79	304.94
254	5.54	32.08	305.23
255	5.54	31.70	304.85
256	5.55	31.81	304.96
257	5.55	32.13	305.28
258	5.55	31.71	304.86
259	5.56	31.84	304.99
260	5.56	32.16	305.31
261	5.56	31.72	304.87
262	5.57	31.86	305.01
263	5.57	32.22	305.37
264	5.58	31.73	304.88
265	5.58	31.93	305.08
266	5.58	31.83	304.98
267	5.59	31.76	304.91
268	5.59	31.97	305.12
269	5.59	31.83	304.98
270	5.6	31.77	304.92
271	5.6	31.95	305.10
272	5.61	31.85	305.00
273	5.61	31.76	304.91
274	5.61	31.91	305.06
275	5.62	31.90	305.05
276	5.62	31.75	304.90
277	5.62	31.86	305.01
278	5.63	31.97	305.12
279	5.63	31.78	304.93
280	5.63	31.83	304.98
281	5.64	32.02	305.17
282	5.64	31.80	304.95
283	5.65	31.81	304.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

284	5.65	32.10	305.25
285	5.65	31.84	304.99
286	5.66	31.79	304.94
287	5.66	32.19	305.34
288	5.66	31.90	305.05
289	5.67	32.48	305.63
290	5.67	32.26	305.41
291	5.67	31.97	305.12
292	5.68	32.49	305.64
293	5.68	32.35	305.50
294	5.68	32.06	305.21
295	5.69	32.47	305.62
296	5.69	32.41	305.56
297	5.69	32.16	305.31
298	5.7	32.44	305.59
299	5.7	32.47	305.62
300	5.7	32.30	305.45
301	5.71	32.33	305.48
302	5.71	32.48	305.63
303	5.71	32.43	305.58
304	5.72	32.15	305.30
305	5.72	32.42	305.57
306	5.72	32.49	305.64
307	5.73	32.00	305.15
308	5.73	32.29	305.44
309	5.73	32.50	305.65
310	5.74	31.92	305.07
311	5.74	32.21	305.36
312	5.74	31.83	304.98
313	5.75	31.89	305.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความชื้น 11.30%

ตารางที่ ค10 ผลของการทดลองการนำความร้อนของเมล็ดข้าวกล้องงอก ครั้งที่5

ลำดับที่	Ln (t)	Temperature (°C)	Temperature (K)
1	0	28.33	301.48
2	0.69	28.80	301.95
3	1.1	28.71	301.86
4	1.39	28.72	301.87
5	1.61	29.40	302.55
6	1.79	29.26	302.41
7	1.95	29.15	302.30
8	2.08	29.88	303.03
9	2.2	29.78	302.93
10	2.3	29.63	302.78
11	2.4	30.19	303.34
12	2.48	30.19	303.34
13	2.56	30.06	303.21
14	2.64	30.34	303.49
15	2.71	30.47	303.62
16	2.77	30.40	303.55
17	2.83	30.41	303.56
18	2.89	30.66	303.81
19	2.94	30.13	303.28
20	3	30.46	303.61
21	3.04	30.75	303.90
22	3.09	30.21	303.36
23	3.14	30.46	303.61
24	3.18	30.78	303.93
25	3.22	30.35	303.50
26	3.26	30.49	303.64
27	3.3	30.79	303.94
28	3.33	30.50	303.65
29	3.37	30.54	303.69
30	3.4	30.81	303.96
31	3.43	30.64	303.79
32	3.47	30.62	303.77
33	3.5	30.81	303.96
34	3.53	30.84	303.99
35	3.56	30.71	303.86
36	3.58	30.81	303.96
37	3.61	31.06	304.21
38	3.64	30.85	304.00
39	3.66	30.83	303.98
40	3.69	31.27	304.42
41	3.71	31.03	304.18
42	3.74	31.57	304.72
43	3.76	31.44	304.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44	3.78	31.19	304.34
45	3.81	31.65	304.80
46	3.83	31.57	304.72
47	3.85	31.35	304.50
48	3.87	31.67	304.82
49	3.89	31.69	304.84
50	3.91	31.51	304.66
51	3.93	31.66	304.81
52	3.95	31.77	304.92
53	3.97	31.66	304.81
54	3.99	31.59	304.74
55	4.01	31.80	304.95
56	4.03	31.78	304.93
57	4.04	31.54	304.69
58	4.06	31.81	304.96
59	4.08	31.85	305.00
60	4.09	31.49	304.64
61	4.11	31.80	304.95
62	4.13	31.91	305.06
63	4.14	31.41	304.56
64	4.16	31.72	304.87
65	4.17	31.29	304.44
66	4.19	31.40	304.55
67	4.2	31.67	304.82
68	4.22	31.35	304.50
69	4.23	31.37	304.52
70	4.25	31.62	304.77
71	4.26	31.45	304.60
72	4.28	31.38	304.53
73	4.29	31.56	304.71
74	4.3	31.56	304.71
75	4.32	31.42	304.57
76	4.33	31.51	304.66
77	4.34	31.68	304.83
78	4.36	31.46	304.61
79	4.37	31.49	304.64
80	4.38	31.81	304.96
81	4.39	31.57	304.72
82	4.41	31.49	304.64
83	4.42	31.98	305.13
84	4.43	31.71	304.86
85	4.44	31.53	304.68
86	4.45	32.12	305.27
87	4.47	31.86	305.01
88	4.48	32.21	305.36
89	4.49	32.21	305.36
90	4.5	32.02	305.17
91	4.51	32.14	305.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

92	4.52	32.26	305.41
93	4.53	32.15	305.30
94	4.54	32.05	305.20
95	4.55	32.26	305.41
96	4.56	32.25	305.40
97	4.57	31.97	305.12
98	4.58	32.24	305.39
99	4.6	32.30	305.45
100	4.61	31.87	305.02
101	4.62	32.19	305.34
102	4.62	32.34	305.49
103	4.63	31.82	304.97
104	4.64	32.13	305.28
105	4.65	32.36	305.51
106	4.66	31.78	304.93
107	4.67	32.10	305.25
108	4.68	32.35	305.50
109	4.69	31.77	304.92
110	4.7	32.07	305.22
111	4.71	31.72	304.87
112	4.72	31.77	304.92
113	4.73	32.03	305.18
114	4.74	31.78	304.93
115	4.74	31.76	304.91
116	4.75	31.98	305.13
117	4.76	31.84	304.99
118	4.77	31.77	304.92
119	4.78	31.94	305.09
120	4.79	31.90	305.05
121	4.8	31.78	304.93
122	4.8	31.92	305.07
123	4.81	31.93	305.08
124	4.82	31.79	304.94
125	4.83	31.94	305.09
126	4.84	31.93	305.08
127	4.84	31.81	304.96
128	4.85	31.97	305.12
129	4.86	31.96	305.11
130	4.87	31.83	304.98
131	4.88	31.97	305.12
132	4.88	32.02	305.17
133	4.89	31.85	305.00
134	4.9	32.38	305.53
135	4.91	32.06	305.21
136	4.91	31.87	305.02
137	4.92	32.44	305.59
138	4.93	32.13	305.28
139	4.93	31.90	305.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

140	4.94	32.48	305.63
141	4.95	32.19	305.34
142	4.96	31.93	305.08
143	4.96	32.53	305.68
144	4.97	32.24	305.39
145	4.98	31.97	305.12
146	4.98	32.56	305.71
147	4.99	32.30	305.45
148	5	32.01	305.16
149	5	32.60	305.75
150	5.01	32.35	305.50
151	5.02	32.07	305.22
152	5.02	32.62	305.77
153	5.03	32.46	305.61
154	5.04	32.17	305.32
155	5.04	32.66	305.81
156	5.05	32.54	305.69
157	5.06	32.37	305.52
158	5.06	32.61	305.76
159	5.07	32.62	305.77
160	5.08	32.24	305.39
161	5.08	32.53	305.68
162	5.09	32.65	305.80
163	5.09	32.14	305.29
164	5.1	32.46	305.61
165	5.11	32.66	305.81
166	5.11	32.09	305.24
167	5.12	32.40	305.55
168	5.12	32.66	305.81
169	5.13	32.06	305.21
170	5.14	32.37	305.52
171	5.14	32.65	305.80
172	5.15	32.06	305.21
173	5.15	32.36	305.51
174	5.16	32.66	305.81
175	5.16	32.06	305.21
176	5.17	32.33	305.48
177	5.18	32.62	305.77
178	5.18	32.05	305.20
179	5.19	32.25	305.40
180	5.19	32.17	305.32
181	5.2	32.03	305.18
182	5.2	32.15	305.30
183	5.21	32.29	305.44
184	5.21	32.08	305.23
185	5.22	32.07	305.22
186	5.23	32.49	305.64
187	5.23	32.21	305.36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

188	5.24	32.07	305.22
189	5.24	32.66	305.81
190	5.25	32.39	305.54
191	5.25	32.15	305.30
192	5.26	32.77	305.92
193	5.26	32.56	305.71
194	5.27	32.29	305.44
195	5.27	32.79	305.94
196	5.28	32.71	305.86
197	5.28	32.49	305.64
198	5.29	32.74	305.89
199	5.29	32.80	305.95
200	5.3	32.68	305.83
201	5.3	32.57	305.72
202	5.31	32.78	305.93
203	5.31	32.14	305.29
204	5.32	32.39	305.54
205	5.32	32.66	305.81
206	5.33	32.11	305.26
207	5.33	32.23	305.38
208	5.34	32.47	305.62
209	5.34	32.19	305.34
210	5.35	32.15	305.30
211	5.35	32.30	305.45
212	5.36	32.33	305.48
213	5.36	32.16	305.31
214	5.37	32.17	305.32
215	5.37	32.56	305.71
216	5.38	32.29	305.44
217	5.38	32.15	305.30
218	5.38	32.75	305.90
219	5.39	32.50	305.65
220	5.39	32.26	305.41
221	5.4	32.85	306.00
222	5.4	32.70	305.85
223	5.41	32.46	305.61
224	5.41	32.85	306.00
225	5.42	32.84	305.99
226	5.42	32.49	305.64
227	5.42	32.76	305.91
228	5.43	32.88	306.03
229	5.43	32.33	305.48
230	5.44	32.62	305.77
231	5.44	32.87	306.02
232	5.45	32.24	305.39
233	5.45	32.49	305.64
234	5.46	32.78	305.93
235	5.46	32.20	305.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

236	5.46	32.37	305.52
237	5.47	32.64	305.79
238	5.47	32.23	305.38
239	5.48	32.26	305.41
240	5.48	32.48	305.63
241	5.48	32.33	305.48
242	5.49	32.23	305.38
243	5.49	32.35	305.50
244	5.5	32.47	305.62
245	5.5	32.26	305.41
246	5.51	32.25	305.40
247	5.51	32.66	305.81
248	5.51	32.40	305.55
249	5.52	32.94	306.09
250	5.52	32.80	305.95
251	5.53	32.55	305.70
252	5.53	32.92	306.07
253	5.53	32.90	306.05
254	5.54	32.71	305.86
255	5.54	32.85	306.00
256	5.55	32.96	306.11
257	5.55	32.83	305.98
258	5.55	32.73	305.88
259	5.56	32.95	306.10
260	5.56	32.92	306.07
261	5.56	32.65	305.80
262	5.57	32.92	306.07
263	5.57	32.93	306.08
264	5.58	32.60	305.75
265	5.58	32.91	306.06
266	5.58	32.96	306.11
267	5.59	32.59	305.74
268	5.59	32.92	306.07
269	5.59	32.96	306.11
270	5.6	32.63	305.78
271	5.6	32.94	306.09
272	5.61	32.35	305.50
273	5.61	32.67	305.82
274	5.61	32.95	306.10
275	5.62	32.38	305.53
276	5.62	32.71	305.86
277	5.62	32.97	306.12
278	5.63	32.39	305.54
279	5.63	32.69	305.84
280	5.63	32.97	306.12
281	5.64	32.38	305.53
282	5.64	32.69	305.84
283	5.65	32.97	306.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

284	5.65	32.37	305.52
285	5.65	32.67	305.82
286	5.66	32.97	306.12
287	5.66	32.35	305.50
288	5.66	32.66	305.81
289	5.67	32.97	306.12
290	5.67	32.37	305.52
291	5.67	32.67	305.82
292	5.68	32.99	306.14
293	5.68	32.38	305.53
294	5.68	32.69	305.84
295	5.69	32.36	305.51
296	5.69	32.41	305.56
297	5.69	32.70	305.85
298	5.7	32.36	305.51
299	5.7	32.41	305.56
300	5.7	32.71	305.86
301	5.71	32.36	305.51
302	5.71	32.45	305.60
303	5.71	32.78	305.93
304	5.72	32.35	305.50
305	5.72	32.51	305.66
306	5.72	32.85	306.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตารางที่ ง1 ผลการทดลองเฉลี่ยของความร้อนจำเพาะ ที่ความชื้น 33.87%

Sample Temperature	Sample Temperature	Average Temperature	Cp1 (kJ/kg K)	Cp2 (kJ/kg K)	Average Cp
54.14	51.33	52.73	25.01	25.08	25.05
54.60	52.40	53.50	20.10	28.63	24.37
54.95	53.22	54.09	13.46	27.50	20.48
55.24	53.87	54.55	8.19	21.44	14.81
55.48	54.38	54.93	5.15	14.07	9.61
55.68	54.79	55.23	3.87	8.32	6.09
55.85	55.13	55.49	3.58	4.93	4.26
56.01	55.41	55.71	3.72	3.42	3.57
56.15	55.66	55.90	4.02	3.05	3.53
56.27	55.87	56.07	4.29	3.19	3.74
56.39	56.06	56.23	4.47	3.50	3.99
56.50	56.23	56.37	4.62	3.81	4.21
56.61	56.38	56.49	4.72	4.07	4.40
56.71	56.54	56.62	4.79	4.26	4.53
56.81	56.65	56.73	4.83	4.39	4.61
56.90	56.77	56.84	4.85	4.49	4.67
57.00	56.89	56.94	4.85	4.54	4.70
57.09	57.00	57.04	4.85	4.58	4.71
57.18	57.10	57.14	4.85	4.61	4.73

57.26	57.20	57.23	4.85	4.63	4.74
57.35	57.30	57.32	4.83	4.63	4.73
57.43	57.39	57.41	4.80	4.62	4.71
57.52	57.48	57.50	4.78	4.62	4.70
57.61	57.58	57.59	4.75	4.62	4.68
57.69	57.67	57.68	4.68	4.61	4.64
57.77	57.75	57.76	4.60	4.59	4.60
57.86	57.84	57.85	4.55	4.59	4.57
57.94	57.93	57.93	4.52	4.58	4.55
58.02	58.01	58.02	4.49	4.56	4.52
58.11	58.09	58.10	4.47	4.54	4.50
58.19	58.18	58.18	4.45	4.52	4.48
58.27	58.27	58.27	4.43	4.50	4.46
58.36	58.35	58.35	4.40	4.47	4.43
58.44	58.43	58.44	4.36	4.45	4.41
58.52	58.52	58.52	4.35	4.44	4.39
58.60	58.60	58.60	4.33	4.42	4.38
58.68	58.68	58.68	4.31	4.40	4.36
58.77	58.77	58.77	4.29	4.39	4.34
58.85	58.85	58.85	4.26	4.36	4.31
58.93	58.93	58.93	4.24	4.34	4.29
59.02	59.02	59.02	4.23	4.32	4.27
59.10	59.10	59.10	4.22	4.30	4.26
59.18	59.18	59.18	4.19	4.27	4.23
59.27	59.26	59.26	4.17	4.23	4.20
59.35	59.34	59.34	4.14	4.21	4.17
59.43	59.43	59.43	4.11	4.18	4.15
59.51	59.51	59.51	4.10	4.17	4.14
59.59	59.59	59.59	4.10	4.17	4.13

59.68	59.68	59.68	4.07	4.14	4.10
59.76	59.76	59.76	4.04	4.11	4.07
59.84	59.84	59.84	4.03	4.10	4.07
59.93	59.93	59.93	4.02	4.10	4.06
60.01	60.01	60.01	4.00	4.07	4.03
60.09	60.09	60.09	3.97	4.05	4.01
60.17	60.17	60.17	3.95	4.03	3.99
60.25	60.25	60.25	3.92	4.00	3.96
60.34	60.34	60.34	3.92	4.00	3.96
60.42	60.42	60.42	3.92	4.00	3.96
60.50	60.50	60.50	4.97	4.89	4.93
60.59	60.59	60.59	6.01	5.78	5.90
60.67	60.67	60.67	6.67	6.34	6.51
60.75	60.75	60.75	7.33	6.90	7.12
60.83	60.83	60.83	7.55	7.09	7.32
60.92	60.91	60.91	7.77	7.28	7.53
61.00	61.00	61.00	7.92	7.40	7.66
61.08	61.08	61.08	8.07	7.53	7.80
61.16	61.16	61.16	8.21	7.65	7.93
61.25	61.24	61.25	8.36	7.77	8.07
61.33	61.33	61.33	8.52	7.91	8.22
61.41	61.41	61.41	8.69	8.05	8.37
61.49	61.49	61.49	8.87	8.20	8.53
61.57	61.58	61.57	9.05	8.35	8.70
61.66	61.66	61.66	9.23	8.50	8.87
61.74	61.74	61.74	9.42	8.66	9.04
61.82	61.82	61.82	9.60	8.81	9.20
61.90	61.91	61.90	9.78	8.96	9.37
61.99	61.99	61.99	9.95	9.11	9.53

62.07	62.07	62.07	10.12	9.25	9.69
62.15	62.15	62.15	10.29	9.39	9.84
62.23	62.24	62.24	10.45	9.53	9.99
62.32	62.32	62.32	10.60	9.66	10.13
62.40	62.40	62.40	10.76	9.79	10.27
62.48	62.49	62.49	10.89	9.91	10.40
62.57	62.57	62.57	11.03	10.03	10.53
62.65	62.65	62.65	11.16	10.14	10.65
62.73	62.73	62.73	11.29	10.24	10.77
62.82	62.82	62.82	11.41	10.34	10.88
62.90	62.90	62.90	11.53	10.44	10.99
62.98	62.98	62.98	11.64	10.53	11.08
63.06	63.06	63.06	11.74	10.62	11.18
63.14	63.15	63.14	11.84	10.70	11.27
63.23	63.23	63.23	11.94	10.78	11.36
63.31	63.31	63.31	12.03	10.86	11.44
63.39	63.39	63.39	12.12	10.94	11.53
63.48	63.48	63.48	12.20	11.00	11.60
63.56	63.56	63.56	12.28	11.07	11.67
63.64	63.64	63.64	12.35	11.13	11.74
63.72	63.72	63.72	12.43	11.20	11.81
63.81	63.81	63.81	12.50	11.26	11.88
63.89	63.89	63.89	12.57	11.32	11.94
63.97	63.97	63.97	12.64	11.37	12.00
64.05	64.05	64.05	12.70	11.43	12.06
64.14	64.14	64.14	12.76	11.48	12.12
64.22	64.22	64.22	12.82	11.53	12.18
64.30	64.30	64.30	12.88	11.58	12.23
64.38	64.38	64.38	12.94	11.63	12.28

64.47	64.47	64.47	12.99	11.67	12.33
64.55	64.55	64.55	13.05	11.72	12.38
64.63	64.64	64.63	13.10	11.76	12.43
64.72	64.72	64.72	13.15	11.81	12.48
64.80	64.80	64.80	13.21	11.85	12.53
64.88	64.89	64.89	13.26	11.90	12.58
64.97	64.97	64.97	13.31	11.94	12.62
65.05	65.05	65.05	13.36	11.98	12.67
65.13	65.13	65.13	13.41	12.02	12.71
65.22	65.22	65.22	13.45	12.06	12.75
65.30	65.30	65.30	13.50	12.10	12.80
65.38	65.38	65.38	13.54	12.13	12.84
65.47	65.47	65.47	13.59	12.17	12.88
65.55	65.55	65.55	13.63	12.21	12.92
65.63	65.63	65.63	13.68	12.25	12.96
65.71	65.71	65.71	13.72	12.28	13.00
65.79	65.79	65.79	13.76	12.32	13.04
65.88	65.88	65.88	13.80	12.36	13.08
65.96	65.96	65.96	13.82	12.39	13.11
66.05	66.05	66.05	13.85	12.43	13.14
66.13	66.13	66.13	13.88	12.46	13.17
66.21	66.21	66.21	13.92	12.50	13.21
66.29	66.30	66.29	13.96	12.53	13.25
66.37	66.38	66.37	14.01	12.57	13.29
66.46	66.46	66.46	14.05	12.60	13.33
66.54	66.55	66.54	14.08	12.64	13.36
66.63	66.63	66.63	14.12	12.67	13.40
66.71	66.71	66.71	14.16	12.70	13.43
66.79	66.79	66.79	14.19	12.74	13.46

66.87	66.88	66.88	14.22	12.77	13.50
66.96	66.96	66.96	14.26	12.80	13.53
67.04	67.04	67.04	14.30	12.84	13.57
67.12	67.12	67.12	14.34	12.87	13.61
67.21	67.21	67.21	14.39	12.91	13.65
67.29	67.29	67.29	14.43	12.94	13.68
67.37	67.37	67.37	14.47	12.97	13.72
67.46	67.46	67.46	14.51	13.01	13.76
67.54	67.54	67.54	14.56	13.04	13.80
67.62	67.62	67.62	14.60	13.08	13.84
67.71	67.71	67.71	14.65	13.12	13.88
67.79	67.79	67.79	14.69	13.15	13.92
67.87	67.87	67.87	14.74	13.19	13.96
67.95	67.95	67.95	14.78	13.22	14.00
68.04	68.04	68.04	14.82	13.26	14.04
68.12	68.12	68.12	14.87	13.29	14.08
68.20	68.21	68.20	14.91	13.33	14.12
68.29	68.29	68.29	14.96	13.36	14.16
68.37	68.37	68.37	15.00	13.40	14.20
68.45	68.45	68.45	15.04	13.44	14.24
68.53	68.54	68.53	15.09	13.47	14.28
68.62	68.62	68.62	15.13	13.51	14.32
68.70	68.70	68.70	15.18	13.54	14.36
68.78	68.79	68.78	15.22	13.58	14.40
68.87	68.87	68.87	15.26	13.61	14.44
68.95	68.95	68.95	15.31	13.65	14.48
69.04	69.04	69.04	15.35	13.68	14.52
69.12	69.12	69.12	15.40	13.72	14.56
69.20	69.20	69.20	15.44	13.75	14.60

69.28	69.28	69.28	15.48	13.79	14.64
69.37	69.36	69.36	15.53	13.83	14.68
69.45	69.45	69.45	15.57	13.86	14.72
69.53	69.53	69.53	15.61	13.90	14.76
69.61	69.61	69.61	15.66	13.94	14.80
69.70	69.70	69.70	15.70	13.97	14.84
69.78	69.78	69.78	15.75	14.01	14.88
69.86	69.86	69.86	15.79	14.04	14.92
69.94	69.95	69.94	15.83	14.08	14.96
70.03	70.03	70.03	15.88	14.12	15.00
70.11	70.11	70.11	15.92	14.15	15.04
70.19	70.20	70.19	15.96	14.19	15.08
70.28	70.28	70.28	16.01	14.22	15.12
70.36	70.36	70.36	16.05	14.26	15.16
70.45	70.45	70.45	16.10	14.30	15.20
70.53	70.53	70.53	16.14	14.33	15.24
70.61	70.61	70.61	16.19	14.37	15.28
70.69	70.69	70.69	16.23	14.41	15.32
70.78	70.78	70.78	16.28	14.44	15.36
70.86	70.86	70.86	16.32	14.48	15.40
70.95	70.95	70.95	16.37	14.52	15.44
71.03	71.03	71.03	16.41	14.56	15.48
71.11	71.11	71.11	16.46	14.59	15.52
71.19	71.20	71.19	16.50	14.63	15.57
71.28	71.27	71.27	16.55	14.67	15.61
71.36	71.36	71.36	16.59	14.70	15.65
71.44	71.44	71.44	16.63	14.74	15.69
71.52	71.53	71.52	16.68	14.78	15.73
71.61	71.61	71.61	16.72	14.81	15.77

71.69	71.69	71.69	16.76	14.85	15.81
71.77	71.77	71.77	16.81	14.89	15.85
71.86	71.86	71.86	16.85	14.93	15.89
71.94	71.94	71.94	16.89	14.96	15.93
72.02	72.02	72.02	16.94	15.00	15.97
72.11	72.10	72.10	16.98	15.04	16.01
72.19	72.19	72.19	17.03	15.07	16.05
72.27	72.27	72.27	17.07	15.11	16.09
72.36	72.36	72.36	17.11	15.15	16.13
72.44	72.44	72.44	17.16	15.18	16.17
72.52	72.52	72.52	17.20	15.21	16.21
72.60	72.61	72.61	17.25	15.25	16.25
72.68	72.68	72.68	17.29	15.28	16.29
72.77	72.77	72.77	17.34	15.32	16.33
72.85	72.85	72.85	17.38	15.35	16.37
72.93	72.94	72.94	17.43	15.39	16.41
73.02	73.02	73.02	17.47	15.43	16.45
73.10	73.11	73.10	17.52	15.46	16.49
73.19	73.19	73.19	17.57	15.50	16.53
73.27	73.27	73.27	17.61	15.54	16.58
73.35	73.35	73.35	17.66	15.58	16.62
73.43	73.44	73.43	17.71	15.61	16.66
73.52	73.52	73.52	17.75	15.65	16.70
73.60	73.60	73.60	17.80	15.69	16.74
73.69	73.69	73.69	17.84	15.73	16.78
73.77	73.77	73.77	17.89	15.77	16.83
73.85	73.85	73.85	17.93	15.80	16.87
73.94	73.94	73.94	17.98	15.84	16.91
74.02	74.02	74.02	18.03	15.88	16.95

74.10	74.10	74.10	18.08	15.92	17.00
74.18	74.18	74.18	18.12	15.95	17.04
74.27	74.27	74.27	18.17	15.99	17.08
74.35	74.35	74.35	18.22	16.03	17.12
74.44	74.44	74.44	18.26	16.06	17.16
74.52	74.52	74.52	18.31	16.10	17.21
74.60	74.60	74.60	18.36	16.14	17.25
74.69	74.69	74.69	18.40	16.18	17.29
74.77	74.77	74.77	18.45	16.21	17.33
74.85	74.85	74.85	18.50	16.25	17.37
74.93	74.94	74.93	18.54	16.29	17.42
75.02	75.02	75.02	18.59	16.33	17.46
75.10	75.10	75.10	18.63	16.37	17.50
75.18	75.19	75.18	18.65	16.41	17.53
75.27	75.27	75.27	18.63	16.45	17.54
75.35	75.35	75.35	18.63	16.49	17.56
75.44	75.44	75.44	18.65	16.53	17.59
75.52	75.52	75.52	18.69	16.57	17.63
75.60	75.60	75.60	18.74	16.60	17.67
75.69	75.69	75.69	18.79	16.64	17.72
75.77	75.77	75.77	18.84	16.68	17.76
75.85	75.85	75.85	18.89	16.72	17.81
75.94	75.94	75.94	18.94	16.76	17.85
76.02	76.02	76.02	18.99	16.80	17.89
76.11	76.11	76.11	19.04	16.84	17.94
76.18	76.19	76.19	19.09	16.88	17.98
76.27	76.27	76.27	19.14	16.92	18.03
76.35	76.35	76.35	19.19	16.95	18.07
76.43	76.44	76.44	19.24	16.99	18.12

76.52	76.52	76.52	19.29	17.03	18.16
76.60	76.60	76.60	19.34	17.07	18.20
76.69	76.69	76.69	19.39	17.11	18.25
76.77	76.77	76.77	19.44	17.15	18.29
76.85	76.85	76.85	19.49	17.19	18.34
76.93	76.93	76.93	19.54	17.23	18.38
77.02	77.02	77.02	19.58	17.27	18.43
77.10	77.10	77.10	19.63	17.31	18.47
77.18	77.18	77.18	19.68	17.34	18.51
77.27	77.27	77.27	19.73	17.38	18.56
77.35	77.35	77.35	19.78	17.42	18.60
77.43	77.44	77.43	19.83	17.46	18.65
77.52	77.52	77.52	19.88	17.50	18.69
77.60	77.60	77.60	19.93	17.54	18.74
77.68	77.68	77.68	19.99	17.58	18.78
77.77	77.77	77.77	20.04	17.62	18.83
77.85	77.85	77.85	20.09	17.66	18.88
77.93	77.94	77.94	20.14	17.70	18.92
78.02	78.02	78.02	20.19	17.74	18.97
78.10	78.10	78.10	20.24	17.78	19.01
78.19	78.18	78.19	20.29	17.83	19.06
78.27	78.27	78.27	20.34	17.87	19.10
78.35	78.35	78.35	20.39	17.91	19.15
78.43	78.43	78.43	20.45	17.95	19.20
78.52	78.52	78.52	20.50	17.99	19.25
78.60	78.60	78.60	20.55	18.03	19.29
78.68	78.69	78.68	20.60	18.07	19.34
78.77	78.77	78.77	20.66	18.11	19.39
78.85	78.85	78.85	20.71	18.15	19.43

78.94	78.94	78.94	20.76	18.19	19.48
79.02	79.02	79.02	20.82	18.23	19.53
79.10	79.10	79.10	20.87	18.27	19.57
79.18	79.18	79.18	20.92	18.32	19.62
79.27	79.27	79.27	20.98	18.36	19.67
79.35	79.35	79.35	21.03	18.40	19.71
79.44	79.44	79.44	21.08	18.44	19.76
79.52	79.52	79.52	21.14	18.48	19.81
79.60	79.60	79.60	21.19	18.52	19.86
79.68	79.68	79.68	21.25	18.56	19.90
79.76	79.77	79.76	21.30	18.60	19.95
79.85	79.85	79.85	21.35	18.64	20.00
79.93	79.93	79.93	21.41	18.69	20.05
80.02	80.02	80.02	21.46	18.73	20.09
80.10	80.10	80.10	21.52	18.77	20.14
80.18	80.18	80.18	21.57	18.81	20.19
80.27	80.27	80.27	21.63	18.85	20.24
80.35	80.35	80.35	21.68	18.89	20.29
80.43	80.43	80.43	21.73	18.93	20.33
80.52	80.51	80.51	21.79	18.98	20.38
80.60	80.60	80.60	21.85	19.02	20.43
80.68	80.68	80.68	21.90	19.06	20.48
80.76	80.77	80.77	21.96	19.10	20.53
80.85	80.85	80.85	22.01	19.15	20.58
80.93	80.94	80.94	22.07	19.19	20.63
81.02	81.02	81.02	22.13	19.23	20.68
81.10	81.10	81.10	22.19	19.27	20.73
81.18	81.18	81.18	22.24	19.32	20.78
81.27	81.27	81.27	22.30	19.36	20.83

81.35	81.35	81.35	22.36	19.40	20.88
81.43	81.44	81.43	22.41	19.44	20.93
81.52	81.52	81.52	22.47	19.49	20.98
81.60	81.60	81.60	22.53	19.53	21.03
81.68	81.69	81.69	22.59	19.57	21.08
81.77	81.77	81.77	22.64	19.62	21.13
81.85	81.85	81.85	22.70	19.66	21.18
81.93	81.93	81.93	22.76	19.70	21.23
82.01	82.02	82.02	22.81	19.74	21.28
82.10	82.10	82.10	22.87	19.79	21.33
82.18	82.18	82.18	22.93	19.83	21.38
82.27	82.27	82.27	22.99	19.87	21.43
82.35	82.35	82.35	23.05	19.92	21.48
82.43	82.43	82.43	23.11	19.96	21.53
82.51	82.52	82.52	23.17	20.00	21.59
82.60	82.60	82.60	23.23	20.05	21.64
82.68	82.68	82.68	23.29	20.09	21.69
82.77	82.77	82.77	23.35	20.13	21.74
82.85	82.85	82.85	23.41	20.18	21.79
82.93	82.93	82.93	23.47	20.22	21.84
83.02	83.02	83.02	23.51	20.26	21.88
83.10	83.10	83.10	23.50	20.30	21.90
83.18	83.19	83.18	23.48	20.34	21.91
83.26	83.27	83.26	23.46	20.38	21.92
83.35	83.35	83.35	23.49	20.42	21.95
83.43	83.44	83.43	23.54	20.45	21.99
83.52	83.52	83.52	23.60	20.49	22.04
83.60	83.60	83.60	23.67	20.52	22.10
83.69	83.69	83.69	23.74	20.56	22.15

83.77	83.77	83.77	23.80	20.60	22.20
83.85	83.86	83.85	23.87	20.62	22.24
83.94	83.94	83.94	23.94	20.64	22.29
84.02	84.02	84.02	24.01	20.67	22.34
84.10	84.10	84.10	24.07	20.70	22.39
84.18	84.19	84.19	24.14	20.71	22.42
84.27	84.27	84.27	24.20	20.69	22.44
84.35	84.35	84.35	24.27	20.76	22.51
84.44	84.44	84.44	24.33	20.84	22.59
84.52	84.52	84.52	24.40	20.91	22.65
84.60	84.61	84.60	24.46	20.97	22.72
84.69	84.69	84.69	24.53	21.02	22.77
84.77	84.77	84.77	24.60	21.07	22.83
84.85	84.85	84.85	24.66	21.11	22.89
84.94	84.94	84.94	24.73	21.16	22.94
85.02	85.02	85.02	24.79	21.20	23.00
85.10	85.11	85.10	24.86	21.24	23.05
85.19	85.19	85.19	24.92	21.29	23.10
85.27	85.27	85.27	24.99	21.33	23.16
85.35	85.36	85.35	25.06	21.37	23.21
85.44	85.44	85.44	25.12	21.41	23.27
85.52	85.52	85.52	25.19	21.46	23.32

ตารางที่ ๖2 ผลการทดลองเฉลี่ยของความร้อนจำเพาะ ที่ความชื้น 11.30%

Sample Temperature	Sample Temperature	Average Temperature	Cp1 (kJ/kg K)	Cp2 (kJ/kg K)	Average Cp
53.53	52.14	52.83	30.05	37.21	33.63
54.15	53.16	53.65	18.81	33.45	26.13
54.61	53.89	54.25	9.71	25.09	17.40
54.97	54.44	54.70	4.34	16.13	10.24
55.26	54.86	55.06	2.12	9.64	5.88
55.50	55.19	55.35	1.76	6.09	3.92
55.71	55.47	55.59	2.22	4.64	3.43
55.88	55.70	55.79	2.89	4.35	3.62
56.04	55.89	55.97	3.53	4.55	4.04
56.19	56.07	56.13	4.03	4.88	4.45
56.32	56.22	56.27	4.37	5.17	4.77
56.44	56.36	56.40	4.60	5.39	4.99
56.55	56.49	56.52	4.73	5.53	5.13
56.67	56.61	56.64	4.81	5.62	5.22
56.77	56.72	56.75	4.86	5.67	5.27
56.87	56.83	56.85	4.89	5.70	5.29
56.97	56.93	56.95	4.90	5.70	5.30
57.06	57.03	57.05	4.91	5.69	5.30
57.16	57.13	57.14	4.92	5.69	5.30
57.24	57.22	57.23	4.93	5.68	5.30
57.33	57.31	57.32	4.91	5.65	5.28
57.42	57.40	57.41	4.89	5.63	5.26
57.51	57.49	57.50	4.88	5.61	5.24

57.60	57.58	57.59	4.86	5.59	5.22
57.68	57.67	57.67	4.84	5.57	5.20
57.76	57.75	57.76	4.82	5.55	5.18
57.85	57.84	57.85	4.80	5.53	5.16
57.93	57.92	57.93	4.78	5.51	5.15
58.02	58.00	58.01	4.76	5.49	5.12
58.10	58.09	58.09	4.73	5.47	5.10
58.19	58.17	58.18	4.71	5.45	5.08
58.27	58.26	58.26	4.69	5.43	5.06
58.35	58.34	58.35	4.66	5.40	5.03
58.44	58.42	58.43	4.63	5.38	5.00
58.52	58.51	58.51	4.62	5.36	4.99
58.60	58.59	58.60	4.60	5.35	4.98
58.68	58.67	58.68	4.58	5.33	4.95
58.76	58.75	58.76	4.56	5.31	4.94
58.85	58.84	58.84	4.53	5.29	4.91
58.93	58.92	58.92	4.51	5.27	4.89
59.01	59.00	59.01	4.49	5.26	4.87
59.10	59.09	59.09	4.47	5.25	4.86
59.18	59.17	59.17	4.44	5.23	4.84
59.26	59.25	59.26	4.41	5.21	4.81
59.34	59.33	59.34	4.38	5.19	4.78
59.42	59.41	59.42	4.34	5.17	4.75
59.51	59.50	59.50	4.32	5.16	4.74
59.59	59.58	59.58	4.29	5.15	4.72
59.67	59.66	59.67	4.25	5.13	4.69
59.76	59.75	59.75	4.20	5.11	4.65
59.84	59.83	59.83	4.18	5.10	4.64
59.92	59.91	59.92	4.15	5.09	4.62

60.00	59.99	60.00	4.11	5.07	4.59
60.08	60.08	60.08	4.06	5.05	4.56
60.17	60.16	60.16	4.02	5.04	4.53
60.25	60.24	60.25	3.96	5.02	4.49
60.33	60.32	60.33	3.92	5.01	4.47
60.42	60.41	60.41	3.87	5.01	4.44
60.50	60.49	60.49	4.75	5.67	5.21
60.58	60.57	60.58	5.61	6.34	5.98
60.67	60.66	60.66	6.08	6.76	6.42
60.75	60.73	60.74	6.54	7.18	6.86
60.83	60.82	60.82	6.66	7.32	6.99
60.91	60.90	60.91	6.81	7.46	7.13
61.00	60.98	60.99	6.92	7.55	7.23
61.08	61.07	61.07	7.03	7.64	7.33
61.16	61.15	61.15	7.14	7.73	7.43
61.24	61.23	61.24	7.24	7.82	7.53
61.33	61.32	61.32	7.34	7.92	7.63
61.41	61.40	61.40	7.44	8.03	7.73
61.49	61.48	61.48	7.54	8.14	7.84
61.57	61.56	61.57	7.67	8.25	7.96
61.66	61.64	61.65	7.80	8.37	8.08
61.74	61.73	61.73	7.93	8.48	8.21
61.82	61.81	61.81	8.05	8.59	8.32
61.90	61.89	61.90	8.16	8.71	8.43
61.99	61.98	61.98	8.28	8.81	8.55
62.07	62.06	62.07	8.42	8.92	8.67
62.15	62.14	62.15	8.57	9.02	8.80
62.23	62.22	62.23	8.72	9.13	8.93
62.32	62.30	62.31	8.87	9.22	9.04

62.40	62.39	62.39	9.01	9.31	9.16
62.48	62.47	62.48	9.14	9.40	9.27
62.57	62.55	62.56	9.26	9.48	9.37
62.65	62.64	62.64	9.38	9.57	9.47
62.73	62.72	62.73	9.50	9.65	9.57
62.81	62.80	62.81	9.60	9.72	9.66
62.89	62.88	62.89	9.71	9.79	9.75
62.98	62.97	62.97	9.80	9.86	9.83
63.06	63.05	63.05	9.89	9.93	9.91
63.15	63.13	63.14	9.97	9.99	9.98
63.23	63.22	63.22	10.06	10.05	10.05
63.31	63.30	63.30	10.17	10.10	10.14
63.39	63.38	63.39	10.38	10.16	10.27
63.48	63.47	63.47	10.54	10.21	10.37
63.56	63.55	63.55	10.63	10.26	10.45
63.64	63.63	63.63	10.69	10.30	10.50
63.72	63.71	63.71	10.73	10.35	10.54
63.81	63.79	63.80	10.77	10.40	10.58
63.89	63.88	63.88	10.81	10.44	10.62
63.97	63.96	63.97	10.84	10.48	10.66
64.05	64.04	64.05	10.86	10.52	10.69
64.14	64.13	64.13	10.88	10.55	10.72
64.22	64.21	64.22	10.90	10.59	10.74
64.30	64.29	64.29	10.91	10.62	10.77
64.38	64.37	64.38	10.92	10.66	10.79
64.47	64.45	64.46	10.92	10.69	10.81
64.55	64.54	64.54	10.88	10.72	10.80
64.64	64.62	64.63	10.82	10.76	10.79
64.72	64.71	64.71	10.80	10.79	10.79

64.80	64.79	64.79	10.81	10.82	10.82
64.89	64.87	64.88	10.85	10.85	10.85
64.96	64.95	64.96	10.90	10.88	10.89
65.05	65.04	65.04	10.96	10.91	10.94
65.13	65.12	65.12	11.00	10.94	10.97
65.21	65.20	65.21	11.05	10.97	11.01
65.30	65.29	65.29	11.10	11.00	11.05
65.38	65.37	65.37	11.14	11.02	11.08
65.47	65.45	65.46	11.18	11.05	11.12
65.55	65.54	65.54	11.22	11.08	11.15
65.63	65.62	65.63	11.26	11.11	11.18
65.71	65.70	65.71	11.30	11.13	11.22
65.80	65.79	65.79	11.33	11.16	11.25
65.88	65.87	65.87	11.37	11.19	11.28
65.96	65.95	65.96	11.40	11.21	11.31
66.05	66.03	66.04	11.44	11.24	11.34
66.13	66.12	66.12	11.47	11.26	11.37
66.22	66.20	66.21	11.52	11.29	11.40
66.30	66.29	66.29	11.56	11.32	11.44
66.38	66.37	66.37	11.54	11.34	11.44
66.46	66.45	66.45	11.53	11.37	11.45
66.54	66.53	66.54	11.52	11.39	11.46
66.63	66.62	66.62	11.54	11.42	11.48
66.71	66.70	66.70	11.57	11.45	11.51
66.79	66.78	66.79	11.60	11.47	11.54
66.88	66.86	66.87	11.63	11.50	11.56
66.96	66.95	66.95	11.67	11.52	11.59
67.04	67.03	67.04	11.70	11.55	11.62
67.12	67.11	67.12	11.73	11.57	11.65

67.21	67.19	67.20	11.77	11.60	11.68
67.29	67.28	67.29	11.80	11.62	11.71
67.37	67.36	67.37	11.84	11.65	11.74
67.46	67.45	67.45	11.87	11.67	11.77
67.54	67.53	67.53	11.90	11.70	11.80
67.62	67.61	67.62	11.94	11.72	11.83
67.71	67.69	67.70	11.99	11.75	11.87
67.79	67.78	67.78	12.01	11.77	11.89
67.87	67.86	67.86	11.99	11.80	11.89
67.95	67.94	67.95	11.97	11.82	11.90
68.04	68.03	68.03	11.98	11.85	11.91
68.12	68.11	68.12	12.00	11.87	11.94
68.20	68.19	68.20	12.03	11.90	11.97
68.29	68.28	68.28	12.07	11.92	11.99
68.37	68.36	68.37	12.10	11.95	12.02
68.46	68.44	68.45	12.13	11.97	12.05
68.54	68.52	68.53	12.17	12.00	12.08
68.62	68.61	68.61	12.20	12.02	12.11
68.70	68.69	68.70	12.23	12.05	12.14
68.79	68.77	68.78	12.27	12.07	12.17
68.87	68.86	68.86	12.30	12.10	12.20
68.95	68.94	68.95	12.33	12.12	12.23
69.04	69.02	69.03	12.38	12.15	12.26
69.12	69.11	69.11	12.43	12.17	12.30
69.20	69.19	69.19	12.42	12.19	12.31
69.28	69.27	69.28	12.41	12.22	12.31
69.37	69.35	69.36	12.41	12.24	12.32
69.45	69.44	69.44	12.43	12.26	12.35
69.53	69.52	69.53	12.45	12.29	12.37

69.62	69.60	69.61	12.48	12.31	12.40
69.70	69.69	69.69	12.52	12.34	12.43
69.78	69.77	69.78	12.55	12.37	12.46
69.86	69.85	69.86	12.58	12.39	12.49
69.95	69.94	69.94	12.62	12.42	12.52
70.03	70.02	70.02	12.65	12.44	12.55
70.11	70.10	70.11	12.68	12.47	12.58
70.20	70.18	70.19	12.72	12.49	12.61
70.28	70.27	70.27	12.78	12.52	12.65
70.36	70.35	70.36	12.79	12.54	12.67
70.45	70.43	70.44	12.79	12.57	12.68
70.53	70.52	70.53	12.78	12.59	12.69
70.61	70.60	70.61	12.80	12.62	12.71
70.69	70.68	70.69	12.82	12.64	12.73
70.78	70.77	70.77	12.85	12.67	12.76
70.86	70.85	70.86	12.88	12.69	12.79
70.94	70.93	70.94	12.92	12.72	12.82
71.03	71.02	71.02	12.95	12.75	12.85
71.11	71.10	71.11	12.99	12.77	12.88
71.20	71.18	71.19	13.04	12.80	12.92
71.28	71.26	71.27	13.08	12.82	12.95
71.36	71.35	71.35	13.08	12.85	12.96
71.44	71.43	71.44	13.08	12.87	12.98
71.53	71.51	71.52	13.08	12.90	12.99
71.61	71.60	71.60	13.11	12.92	13.01
71.69	71.68	71.69	13.13	12.95	13.04
71.78	71.76	71.77	13.17	12.97	13.07
71.86	71.85	71.85	13.20	13.00	13.10
71.94	71.93	71.94	13.23	13.02	13.13

72.02	72.01	72.02	13.27	13.04	13.16
72.11	72.09	72.10	13.33	13.07	13.20
72.19	72.18	72.18	13.35	13.09	13.22
72.27	72.26	72.27	13.35	13.12	13.23
72.36	72.35	72.35	13.35	13.14	13.25
72.44	72.43	72.43	13.36	13.17	13.27
72.53	72.51	72.52	13.39	13.19	13.29
72.61	72.59	72.60	13.42	13.22	13.32
72.69	72.68	72.68	13.45	13.24	13.35
72.77	72.76	72.76	13.49	13.26	13.38
72.85	72.84	72.85	13.53	13.29	13.41
72.94	72.93	72.93	13.59	13.32	13.45
73.02	73.01	73.02	13.59	13.34	13.46
73.11	73.09	73.10	13.59	13.37	13.48
73.19	73.18	73.18	13.59	13.39	13.49
73.27	73.26	73.27	13.62	13.41	13.52
73.35	73.34	73.35	13.65	13.44	13.54
73.43	73.42	73.43	13.68	13.46	13.57
73.52	73.51	73.51	13.71	13.49	13.60
73.60	73.59	73.60	13.75	13.51	13.63
73.69	73.68	73.68	13.81	13.54	13.67
73.77	73.76	73.77	13.82	13.56	13.69
73.86	73.84	73.85	13.82	13.58	13.70
73.94	73.93	73.93	13.83	13.61	13.72
74.02	74.01	74.02	13.85	13.64	13.74
74.10	74.09	74.10	13.88	13.66	13.77
74.19	74.18	74.18	13.91	13.69	13.80
74.27	74.26	74.27	13.95	13.71	13.83
74.35	74.34	74.35	14.01	13.74	13.87

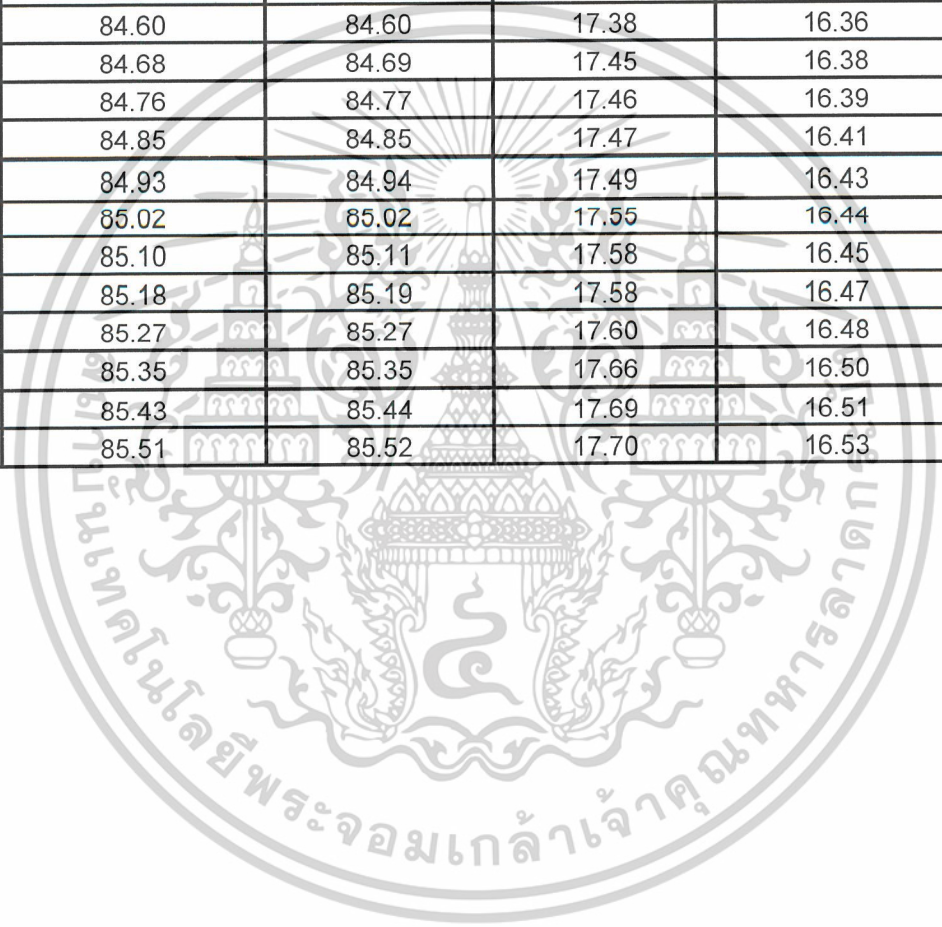
74.44	74.43	74.43	14.04	13.76	13.90
74.52	74.51	74.52	14.04	13.79	13.92
74.61	74.59	74.60	14.05	13.81	13.93
74.69	74.68	74.69	14.06	13.84	13.95
74.77	74.76	74.77	14.09	13.86	13.98
74.85	74.84	74.85	14.12	13.89	14.00
74.94	74.93	74.93	14.16	13.91	14.03
75.02	75.01	75.02	14.22	13.93	14.08
75.10	75.09	75.10	14.24	13.96	14.10
75.19	75.18	75.18	14.24	13.98	14.11
75.27	75.26	75.27	14.25	14.01	14.13
75.36	75.34	75.35	14.27	14.03	14.15
75.44	75.43	75.44	14.30	14.06	14.18
75.52	75.51	75.51	14.33	14.08	14.21
75.60	75.59	75.60	14.38	14.11	14.24
75.69	75.67	75.68	14.43	14.13	14.28
75.77	75.76	75.76	14.44	14.16	14.30
75.86	75.84	75.85	14.45	14.18	14.31
75.94	75.93	75.93	14.46	14.20	14.33
76.02	76.01	76.02	14.48	14.23	14.36
76.11	76.09	76.10	14.51	14.25	14.38
76.19	76.18	76.18	14.55	14.28	14.41
76.27	76.26	76.26	14.62	14.30	14.46
76.36	76.34	76.35	14.63	14.33	14.48
76.44	76.43	76.43	14.64	14.35	14.50
76.52	76.51	76.52	14.65	14.38	14.51
76.61	76.59	76.60	14.67	14.40	14.54
76.69	76.68	76.68	14.70	14.42	14.56
76.77	76.76	76.77	14.74	14.45	14.60

76.86	76.84	76.85	14.81	14.47	14.64
76.94	76.92	76.93	14.82	14.50	14.66
77.02	77.01	77.02	14.83	14.52	14.67
77.10	77.09	77.10	14.84	14.54	14.69
77.19	77.17	77.18	14.86	14.57	14.71
77.27	77.26	77.27	14.89	14.59	14.74
77.35	77.34	77.35	14.95	14.61	14.78
77.44	77.43	77.43	15.00	14.64	14.82
77.52	77.51	77.52	15.00	14.66	14.83
77.60	77.59	77.60	15.01	14.68	14.85
77.69	77.67	77.68	15.03	14.71	14.87
77.77	77.76	77.76	15.05	14.73	14.89
77.85	77.84	77.85	15.09	14.75	14.92
77.94	77.92	77.93	15.16	14.78	14.97
78.02	78.01	78.01	15.17	14.80	14.99
78.10	78.09	78.10	15.18	14.82	15.00
78.19	78.18	78.18	15.19	14.85	15.02
78.27	78.26	78.26	15.22	14.87	15.04
78.35	78.34	78.35	15.25	14.89	15.07
78.44	78.42	78.43	15.31	14.92	15.11
78.52	78.51	78.51	15.35	14.94	15.14
78.60	78.59	78.60	15.36	14.96	15.16
78.69	78.68	78.68	15.37	14.99	15.18
78.77	78.76	78.76	15.39	15.01	15.20
78.86	78.85	78.85	15.42	15.03	15.23
78.94	78.93	78.93	15.48	15.05	15.27
79.02	79.01	79.01	15.51	15.08	15.30
79.10	79.09	79.10	15.52	15.10	15.31
79.19	79.18	79.18	15.53	15.12	15.33

79.27	79.26	79.27	15.55	15.15	15.35
79.36	79.34	79.35	15.58	15.17	15.38
79.44	79.43	79.43	15.65	15.19	15.42
79.52	79.51	79.52	15.68	15.21	15.45
79.61	79.60	79.60	15.69	15.23	15.46
79.69	79.68	79.68	15.70	15.26	15.48
79.77	79.76	79.76	15.71	15.28	15.50
79.85	79.84	79.85	15.74	15.30	15.52
79.94	79.93	79.93	15.81	15.32	15.56
80.02	80.01	80.02	15.85	15.34	15.60
80.11	80.09	80.10	15.85	15.36	15.61
80.19	80.18	80.18	15.87	15.38	15.62
80.28	80.26	80.27	15.88	15.40	15.64
80.36	80.34	80.35	15.91	15.42	15.67
80.44	80.42	80.43	15.97	15.44	15.71
80.52	80.51	80.51	16.01	15.46	15.74
80.60	80.59	80.60	16.02	15.49	15.75
80.69	80.68	80.68	16.03	15.51	15.77
80.77	80.76	80.77	16.05	15.53	15.79
80.86	80.84	80.85	16.08	15.55	15.81
80.94	80.93	80.93	16.15	15.57	15.86
81.02	81.01	81.02	16.18	15.59	15.88
81.10	81.09	81.10	16.19	15.61	15.90
81.19	81.17	81.18	16.20	15.63	15.91
81.27	81.26	81.26	16.22	15.65	15.93
81.35	81.34	81.35	16.28	15.67	15.97
81.44	81.43	81.43	16.33	15.69	16.01
81.52	81.51	81.51	16.33	15.71	16.02
81.60	81.59	81.60	16.35	15.73	16.04

81.69	81.68	81.68	16.36	15.75	16.05
81.78	81.76	81.77	16.39	15.77	16.08
81.86	81.84	81.85	16.47	15.79	16.13
81.94	81.93	81.93	16.49	15.81	16.15
82.02	82.01	82.02	16.50	15.83	16.16
82.10	82.09	82.10	16.51	15.85	16.18
82.19	82.18	82.18	16.53	15.86	16.20
82.27	82.26	82.27	16.60	15.88	16.24
82.36	82.34	82.35	16.63	15.90	16.27
82.44	82.43	82.43	16.64	15.92	16.28
82.52	82.51	82.52	16.65	15.94	16.30
82.60	82.59	82.60	16.68	15.96	16.32
82.69	82.68	82.68	16.74	15.98	16.36
82.77	82.76	82.76	16.78	16.00	16.39
82.86	82.84	82.85	16.79	16.01	16.40
82.94	82.93	82.93	16.80	16.03	16.42
83.03	83.01	83.02	16.82	16.05	16.44
83.11	83.10	83.10	16.89	16.07	16.48
83.19	83.18	83.18	16.92	16.08	16.50
83.27	83.26	83.27	16.93	16.10	16.52
83.35	83.34	83.35	16.94	16.12	16.53
83.44	83.43	83.43	16.97	16.14	16.55
83.53	83.51	83.52	17.04	16.15	16.60
83.61	83.60	83.60	17.06	16.17	16.61
83.69	83.68	83.69	17.07	16.19	16.63
83.77	83.76	83.77	17.08	16.20	16.64
83.86	83.85	83.85	17.13	16.22	16.68
83.94	83.93	83.93	17.19	16.24	16.71
84.02	84.01	84.02	17.20	16.25	16.73

84.11	84.10	84.10	17.20	16.27	16.74
84.19	84.18	84.19	17.22	16.29	16.75
84.27	84.26	84.27	17.29	16.30	16.80
84.36	84.35	84.35	17.33	16.32	16.82
84.44	84.43	84.44	17.33	16.33	16.83
84.53	84.51	84.52	17.34	16.35	16.85
84.61	84.60	84.60	17.38	16.36	16.87
84.69	84.68	84.69	17.45	16.38	16.91
84.78	84.76	84.77	17.46	16.39	16.93
84.86	84.85	84.85	17.47	16.41	16.94
84.94	84.93	84.94	17.49	16.43	16.96
85.03	85.02	85.02	17.55	16.44	17.00
85.11	85.10	85.11	17.58	16.45	17.02
85.20	85.18	85.19	17.58	16.47	17.03
85.28	85.27	85.27	17.60	16.48	17.04
85.36	85.35	85.35	17.66	16.50	17.08
85.44	85.43	85.44	17.69	16.51	17.10
85.53	85.51	85.52	17.70	16.53	17.11



ภาคผนวก จ

ตารางที่ จ1 การอบข้าวกล้องงอกเพื่อหาความชื้น

ลำดับที่	น้ำหนัก ธาด+ฝาด	น้ำหนัก ธาด+ฝาด+ ข้าว	น้ำหนัก หลังอบ 3 hr.	น้ำหนักหลังอบทุกๆ 1 hr.					
1	85.188	117.763	107.165	107.150	107.106	107.068	107.009	106.980	106.977
2	86.697	116.534	106.699	106.666	107.612	106.589	106.536	106.505	106.498
3	75.457	107.680	97.050	97.023	96.964	96.924	96.873	96.831	96.826
4	91.562	114.536	106.859	106.838	106.800	106.795	106.745	106.733	106.727
5	88.879	116.469	107.282	107.253	107.196	107.169	107.116	107.080	107.076

ความชื้นเฉลี่ย = 33.87%

ตารางที่ จ2 การอบข้าวกล้องงอกเพื่อหาความชื้น

ลำดับที่	น้ำหนัก ธาด+ฝาด	น้ำหนัก ธาด+ ฝาด+ข้าว	น้ำหนัก หลังอบ 3 hr.	น้ำหนักหลังอบทุกๆ 1 hr.					
1	95.531	115.197	113.293	113.242	113.220	113.194	113.134	113.129	
2	76.652	110.000	106.472	106.336	106.318	106.295	106.237	106.228	
3	93.016	118.625	115.678	115.621	115.602	115.578	115.543	115.538	
4	90.399	116.997	114.173	114.084	114.029	114.008	113.977	113.977	
5	87.9960	113.857	111.135	111.044	111.008	110.975	110.933	110.920	

ความชื้นเฉลี่ย = 11.30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Yutaka Chuma, Susumu Uchida and Kassim H. H. Shemsanga 1981 Bulk Physical and Thermal Properties of Cereal Grains as Affected by Moisture Content. *J. Fac. Agr., Kyushu Univ., Japan*, 26(1): 57-70
- [2] www.google.com เรื่องการนำความร้อน (Thermal conductivity), ความร้อนจำเพาะ (Specific heat)
- [3] A. Bāiri^{a,*}, N. Laraqi^a, J.M. García de María^b 2005 Determination of thermal diffusivity of foods using 1D Fourier cylindrical solution *Journal of Food Engineering* 78 (2007) 669-675
- [4] Somchart Soponronnarit^a, Mattaneeya Chiawwet^a, Somkiat Prachayawarakorn^b, Patcharee Tungtrakul^c, Chaiyong Taechapiroj^{d,*} 2008 Comparative study of physicochemical properties of accelerated and naturally aged rice
- [5] M.Kashaninejad*, M. Ahmadi, A. Daraei, D. Chabra 2008 Handling and frictional characteristics of soybean as a function of moisture content and variety
- [6] F.T.Wratten, W.D. Poole, J. L. Chesness, S. Bal and V. Ramarao 1969 Physical and Thermal Properties of Rough Rice. *TRANSACTIONS of the ASAE*